

INFORME DE INVENTARIO NACIONAL GASES DE EFECTO INVERNADERO

COMUNICACIÓN A LA
COMISIÓN EUROPEA EN
CUMPLIMIENTO DEL
REGLAMENTO (UE) 2018/1999

COMUNICACIÓN AL SECRETARIADO
DE LA CONVENCIÓN MARCO
DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

EDICIÓN 2023 (1990-2021)
ESPAÑA MARZO 2023

Informe de Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Secretaría General Técnica. Centro de Publicaciones

2023

Lengua/s: Español

NIPO: 665230229

Gratuita / Unitaria / En línea / pdf

Foto de portada:

Sardón de los Frailes (Salamanca, España). Autor: David Sánchez Vicente

Fotos de portadas interiores:

Capítulo 0: Castillo d'Acher (Huesca, España). Autora: Sofía Bueno Hernández

Capítulo 1: Playa de Ares (A Coruña, España). Autora: Sara Torre Sales

Capítulo 2: Illa de l'Aire (Illes Balears, España). Autor: David Sánchez Vicente

Capítulo 3: Presa de Almendra (Salamanca-Zamora, España). Autor: David Sánchez Vicente

Capítulo 4: Refinería, Cartagena (Murcia, España). Autor: Martín Fernández Díez-Picazo

Capítulo 5: Olivar (Jaén, España). Autor: Mario Fernández Barrena

Capítulo 6: Valle de la Fuenfría (Madrid, España). Autora: Sara Torre Sales

Capítulo 7: Cañada Hermosa RSU (Murcia, España). Autor: Mario Fernández Barrena

Capítulo 8: Barranco de la Virgen de la Hoz (Guadalajara, España). Autora: Sonia Lázaro Navas

Capítulo 9: Sierra de Guadarrama (Madrid, España). Autor: Francisco Javier Flores Sanz

Capítulo 10: Sardón de los Frailes (Salamanca, España). Autor: David Sánchez Vicente

Capítulo 11: El Tiemblo (Ávila, España). Autora: Sonia Lázaro Navas

Capítulo 12: Parque Nacional de Doñana (Huelva, España). Autora: Sonia Lázaro Navas

Capítulo 13: Playa San Julián, Liendo (Cantabria, España). Autor: Mario Fernández Barrena

Unidades-Acrónimos: Albarracín (Teruel, España). Autora: Sara Torre Sales

Bibliografía: (Madrid, España). Autora: Sonia Lázaro Navas

Anexo 1: (Madrid, España). Autora: Sonia Lázaro Navas

Anexo 2: El Charco del Cura (Ávila, España). Autora: Sonia Lázaro Navas

Anexo 3: Aldeadávila de la Ribera (Salamanca, España). Autor: David Sánchez Vicente

Anexo 4: Parque Natural de S'Albufera des Grau, Menorca (Islas Baleares, España). Autor:
Francisco Javier Flores Sanz

Anexo 5: Campiña salmantina (Salamanca, España). Autora: Laura Flores García

Anexo 6: Volcán Tajogaite, La Palma (Islas Canarias, España). Autor: Sofía Bueno Hernández

Anexo 7: El Tiemblo (Ávila, España). Autora: Sonia Lázaro Navas

Anexo 8: Anitsangkung Nunnery, Lhasa (Tibet, China). Autor: Mario Fernández Barrena

Anexo 9: Lago del Oeste de Hangzhou (Zhejiang, China). Autor: Mario Fernández Barrena

ÍNDICE GENERAL

0	RESUMEN EJECUTIVO	23
0.1	Información de base sobre los inventarios de gases de efecto invernadero y el cambio climático	23
0.2	Tendencias agregadas de emisiones y absorciones	25
0.3	Tendencias de las emisiones por gas y por sector	27
0.4	Otra información relevante	31
1	INTRODUCCIÓN	39
1.1	Información básica sobre los inventarios de gases de efecto invernadero y cambio climático	39
1.1.1	Información sobre el Inventario Nacional de gases de efecto invernadero	39
1.1.2	Información general sobre Cambio Climático	40
1.2	Descripción del Sistema Español de Inventario (SEI)	41
1.2.1	Acuerdos institucionales, legales y procedimentales del SEI	41
1.2.2	Planificación del SEI	44
1.2.3	Garantía y control de calidad (QA/QC) y verificación del Inventario Nacional	45
1.2.4	Cambios en el Sistema Español de Inventario	45
1.3	Preparación del Inventario Nacional	45
1.3.1	Identificación de categorías clave	45
1.3.2	Elección de los métodos para la estimación de las emisiones	46
1.3.3	Recopilación de datos	47
1.3.4	Tratamiento de los datos	48
1.3.5	Aprobación del Inventario Nacional	49
1.3.6	Elaboración de tablas de resultados e informes	49
1.4	Descripción general de las metodologías y las fuentes de datos utilizadas	50
1.4.1	Descripción general de las metodologías	50
1.5	Breve descripción de las categorías clave	56
1.5.1	Inventario Nacional de gases de efecto invernadero para informar a la UNFCCC	56
1.6	Información sobre el plan de garantía y control de calidad (QA/QC) y verificación	59
1.6.1	El sistema de garantía y control de calidad	60
1.6.2	El plan de garantía y control de calidad	60
1.6.3	Objetivos de calidad	60
1.6.4	Organismo responsable	62
1.6.5	Calendario	62
1.6.6	Control de calidad y documentación	63
1.6.7	Herramientas de control de calidad y documentación	68
1.6.8	Sistema de garantía de calidad	71
1.6.9	Verificación	74
1.7	Evaluación general de la incertidumbre	76
1.7.1	Inventario Nacional de gases de efecto invernadero para informar a la UNFCCC	77
1.8	Evaluación general de la exhaustividad	78
1.8.1	Exhaustividad	78

2	TENDENCIAS DE LAS EMISIONES	99
2.1	Principales variables socioeconómicas y de energía	99
2.1.1	Principales indicadores socioeconómicos	99
2.1.2	Consumo de energía primaria	100
2.2	Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones agregadas	101
2.2.1	Emisiones brutas (excluido LULUCF)	102
2.2.2	Absorciones y emisiones en LULUCF	109
2.2.3	Emisiones netas del conjunto del Inventario (con LULUCF)	111
2.3	Descripción e interpretación de las emisiones por gases (excluido LULUCF)	112
2.3.1	Análisis del último año inventariado (2021) por gases y sectores CRF	113
2.4	Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones por sectores (excluido LULUCF)	115
2.5	Descripción e interpretación de las tendencias para los gases precursores y de efecto invernadero indirecto	117
3	ENERGÍA (CRF 1)	129
3.1	Panorámica del sector	129
3.1.1	Introducción	134
3.1.2	Comparación entre enfoques sectorial y de referencia (RA-SA)	137
3.1.3	Búnkeres internacionales de combustibles	137
3.1.4	Almacenamiento y usos no energéticos de combustibles	138
3.2	Producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a)	138
3.2.1	Descripción de la actividad	138
3.2.2	Metodología	140
3.2.3	Incertidumbre y coherencia temporal	147
3.2.4	Control de calidad y verificación	148
3.2.5	Realización de nuevos cálculos	148
3.2.6	Planes de mejora	151
3.3	Refinerías de petróleo (1A1b)	151
3.3.1	Descripción de la actividad	151
3.3.2	Metodología	153
3.3.3	Incertidumbre y coherencia temporal	157
3.3.4	Control de calidad y verificación	157
3.3.5	Realización de nuevos cálculos	158
3.3.6	Planes de mejora	159
3.4	Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c)	159
3.4.1	Descripción de la actividad	159
3.4.2	Metodología	161
3.4.3	Incertidumbre y coherencia temporal	167
3.4.4	Control de calidad y verificación	167
3.4.5	Realización de nuevos cálculos	168
3.4.6	Planes de mejora	170
3.5	Industrias de la producción y transformación de la energía (1A1): CH ₄ , N ₂ O	170
3.5.1	Descripción de la actividad	170
3.5.2	Metodología	171
3.5.3	Incertidumbre y coherencia temporal	171
3.5.4	Control de calidad y verificación	171

3.5.5	Realización de nuevos cálculos	171
3.5.6	Planes de mejora	173
3.6	Combustión estacionaria en la industria (1A2).....	174
3.6.1	Descripción de la actividad.....	174
3.6.2	Metodología	175
3.6.3	Incertidumbre y coherencia temporal	192
3.6.4	Control de calidad y verificación.....	192
3.6.5	Realización de nuevos cálculos	193
3.6.6	Planes de mejora	195
3.7	Tráfico aéreo nacional (1A3a).....	195
3.7.1	Descripción de la actividad.....	195
3.7.2	Metodología	197
3.7.3	Incertidumbre y coherencia temporal	200
3.7.4	Control de calidad y verificación.....	201
3.7.5	Realización de nuevos cálculos	201
3.7.6	Planes de mejora	201
3.8	Transporte por carretera (1A3b)	201
3.8.1	Descripción de la actividad.....	201
3.8.2	Metodología	203
3.8.3	Incertidumbre y coherencia temporal	218
3.8.4	Control de calidad y verificación.....	218
3.8.5	Realización de nuevos cálculos	219
3.8.6	Planes de mejora	221
3.9	Transporte por ferrocarril (1A3c).....	221
3.9.1	Descripción de la actividad.....	221
3.9.2	Metodología	222
3.9.3	Incertidumbre y coherencia temporal	223
3.9.4	Control de calidad y verificación.....	223
3.9.5	Realización de nuevos cálculos	223
3.9.6	Planes de mejora	223
3.10	Tráfico marítimo nacional (1A3d)	224
3.10.1	Descripción de la actividad.....	224
3.10.2	Metodología	225
3.10.3	Incertidumbre y coherencia temporal	227
3.10.4	Control de calidad y verificación.....	227
3.10.5	Realización de nuevos cálculos	227
3.10.6	Planes de mejora	229
3.11	Otros medios de transporte (1A3e).....	229
3.11.1	Descripción de la actividad.....	229
3.11.2	Metodología	231
3.11.3	Incertidumbre y coherencia temporal	232
3.11.4	Control de calidad y verificación.....	233
3.11.5	Realización de nuevos cálculos	233
3.11.6	Planes de mejora	233
3.12	Combustión en otros sectores (1A4).....	233
3.12.1	Descripción de la actividad.....	233
3.12.2	Metodología	235
3.12.3	Incertidumbre y coherencia temporal	243

3.12.4	Control de calidad y verificación.....	244
3.12.5	Realización de nuevos cálculos	244
3.12.6	Planes de mejora	246
3.13	Emisiones de fuentes móviles no especificadas (1A5b)	247
3.13.1	Descripción de la actividad.....	247
3.13.2	Metodología	247
3.13.3	Realización de nuevos cálculos	247
3.13.4	Planes de mejora	247
3.14	Emisiones fugitivas – combustibles sólidos (1B1).....	248
3.14.1	Descripción de la actividad.....	248
3.14.2	Metodología	251
3.14.3	Incertidumbre y coherencia temporal	253
3.14.4	Control de calidad y verificación.....	253
3.14.5	Realización de nuevos cálculos	253
3.14.6	Planes de mejora	255
3.15	Emisiones fugitivas – petróleo y gas natural (1B2)	255
3.15.1	Descripción de la actividad.....	255
3.15.2	Metodología	257
3.15.3	Incertidumbre y coherencia temporal	265
3.15.4	Control de calidad y verificación.....	265
3.15.5	Realización de nuevos cálculos	266
3.15.6	Planes de mejora	267
3.16	Almacenamiento y transporte de CO ₂ (1C)	267
4	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (CRF 2).....	275
4.1	Panorámica del sector	275
4.2	Producción de cemento (2A1).....	278
4.2.1	Descripción de la actividad.....	278
4.2.2	Metodología	279
4.2.3	Incertidumbre y coherencia temporal	281
4.2.4	Control de calidad y verificación.....	281
4.2.5	Realización de nuevos cálculos	281
4.2.6	Planes de mejora	281
4.3	Producción de cal (2A2).....	281
4.3.1	Descripción de la actividad.....	281
4.3.2	Metodología	282
4.3.3	Incertidumbre y coherencia temporal	285
4.3.4	Control de calidad y verificación.....	285
4.3.5	Realización de nuevos cálculos	285
4.3.6	Planes de mejora	285
4.4	Producción de vidrio (2A3).....	285
4.5	Otros procesos que emplean carbonatos (2A4).....	287
4.5.1	Descripción de la actividad.....	287
4.5.2	Metodología	288
4.5.3	Incertidumbre y coherencia temporal	291
4.5.4	Control de calidad y verificación.....	291

4.5.5	Realización de nuevos cálculos	292
4.5.6	Planes de mejora	292
4.6	Producción de amoníaco (2B1)	292
4.7	Producción de ácido nítrico (2B2)	293
4.7.1	Descripción de la actividad.....	293
4.7.2	Metodología	294
4.7.3	Incertidumbre y coherencia temporal	295
4.7.4	Control de calidad y verificación.....	296
4.7.5	Realización de nuevos cálculos	296
4.7.6	Planes de mejora	296
4.8	Producción de caprolactama (2B4a)	296
4.9	Producción de carburos (2B5)	297
4.10	Producción de dióxido de titanio (2B6)	299
4.11	Producción de carbonato sódico (2B7)	299
4.12	Industria petroquímica y negro de humo (2B8)	299
4.12.1	Descripción de la actividad.....	299
4.12.2	Metodología	300
4.12.3	Incertidumbre y coherencia temporal	303
4.12.4	Control de calidad y verificación.....	304
4.12.5	Realización de nuevos cálculos	304
4.12.6	Planes de mejora	304
4.13	Producción de halocarburos (2B9).....	304
4.13.1	Descripción de la actividad.....	304
4.13.2	Metodología	305
4.13.3	Incertidumbre y coherencia temporal	307
4.13.4	Control de calidad y verificación.....	307
4.13.5	Realización de nuevos cálculos	307
4.13.6	Planes de mejora	307
4.14	Producción de hidrógeno y ácido sulfúrico (2B10).....	307
4.14.1	Descripción de la actividad.....	307
4.14.2	Metodología	308
4.14.3	Incertidumbre y coherencia temporal	309
4.14.4	Control de calidad y verificación.....	309
4.14.5	Realización de nuevos cálculos	310
4.14.6	Planes de mejora	310
4.15	Producción de hierro y acero (2C1)	310
4.15.1	Descripción de la actividad.....	310
4.15.2	Metodología	312
4.15.3	Incertidumbre y coherencia temporal	318
4.15.4	Control de calidad y verificación.....	318
4.15.5	Realización de nuevos cálculos	318
4.15.6	Planes de mejora	319
4.16	Producción de ferroaleaciones (2C2).....	319
4.17	Producción de aluminio (2C3).....	322
4.17.1	Descripción de la actividad.....	322
4.17.2	Metodología	323
4.17.3	Incertidumbre y coherencia temporal	325

4.17.4	Control de calidad y verificación.....	325
4.17.5	Realización de nuevos cálculos	325
4.17.6	Planes de mejora	325
4.18	Producción de plomo (2C5)	325
4.19	Producción de cinc (2C6).....	326
4.20	Otros - Producción de silicio (2C7)	326
4.21	Uso de disolventes y otros (2D)	330
4.22	Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono (2F) ...	332
4.22.1	Descripción de la actividad.....	332
4.22.2	Metodología	334
4.22.3	Incertidumbre y coherencia temporal	339
4.22.4	Control de calidad y verificación.....	339
4.22.5	Realización de nuevos cálculos	340
4.22.6	Planes de mejora	341
4.23	Equipos eléctricos (2G1) y Fabricación y uso de otros productos (2G2)	341
4.23.1	Uso de SF ₆ en equipos eléctricos (2G1)	341
4.23.2	SF ₆ en Fabricación y uso de otros productos (2G2)	342
4.24	Emisiones de N ₂ O por el uso de productos (2G3)	342
4.24.1	Aplicaciones médicas del N ₂ O (2G3a)	342
4.24.2	Uso de N ₂ O como propelente en aerosoles (2G3b).....	342
4.25	Otros – Papel y pulpa de papel (2H1).....	343
4.26	Otros – Industria de la alimentación y bebidas (2H2)	343
4.27	Otros – Antorchas en la producción de hierro y acero (2H3)	343
4.28	Otros – Producción de dióxido de titanio (2H3).....	343
4.29	Otros – Uso de productos pirotécnicos (2H3)	343
4.30	Otros – Combustión de tabaco (2H3).....	343
4.31	Otros – Vidrio (2H3)	343
4.32	Otros – Carbonato sódico (2H3)	344
5	AGRICULTURA (CRF 3).....	351
5.1	Panorámica del sector	351
5.2	Fermentación entérica en ganado (3A).....	353
5.2.1	Descripción de la actividad.....	353
5.2.2	Metodología	354
5.2.3	Incertidumbre y coherencia temporal	361
5.2.4	Control de calidad y verificación.....	361
5.2.5	Realización de nuevos cálculos	361
5.2.6	Planes de mejora	364
5.3	Emisiones de CH ₄ en la gestión de estiércoles (3B1).....	365
5.3.1	Descripción de la actividad.....	365
5.3.2	Metodología	366
5.3.3	Incertidumbre y coherencia temporal	370
5.3.4	Control de calidad y verificación.....	371
5.3.5	Realización de nuevos cálculos	371
5.3.6	Planes de mejora	379

5.4	Emisiones de N ₂ O en la gestión de estiércoles (3B2).....	379
5.4.1	Descripción de la actividad.....	379
5.4.2	Metodología	383
5.4.3	Incertidumbre y coherencia temporal	389
5.4.4	Control de calidad y verificación.....	389
5.4.5	Realización de nuevos cálculos	389
5.4.6	Planes de mejora	398
5.5	Cultivo de arroz (3C).....	398
5.5.1	Descripción de la actividad.....	398
5.5.2	Metodología	399
5.5.3	Incertidumbre y coherencia temporal	400
5.5.4	Control de calidad y verificación.....	400
5.5.5	Realización de nuevos cálculos	401
5.5.6	Planes de mejora	401
5.6	Suelos agrícolas (3D).....	402
5.6.1	Descripción de la actividad.....	402
5.6.2	Metodología	404
5.6.3	Incertidumbre y coherencia temporal	409
5.6.4	Control de calidad y verificación.....	410
5.6.5	Realización de nuevos cálculos	410
5.6.6	Planes de mejora	417
5.7	Quema en campo de residuos agrícolas (3F).....	417
5.7.1	Descripción de la actividad.....	417
5.7.2	Metodología	420
5.7.3	Incertidumbre y coherencia temporal	423
5.7.4	Control de calidad y verificación.....	423
5.7.5	Realización de nuevos cálculos	423
5.7.6	Planes de mejora	424
5.8	Otras categorías	424
5.8.1	Aplicación de enmiendas calizas (3G)	424
5.8.2	Aplicación de urea (3H).....	426
5.8.3	Aplicación de otros fertilizantes con carbono (3I).....	427
6	USO DE LA TIERRA, CAMBIOS DE USOS DE LA TIERRA Y SELVICULTURA (CRF 4).....	435
6.1	Panorámica del sector	435
6.1.1	Evolución de las emisiones y absorciones del sector LULUCF.....	435
6.1.2	Definiciones de las categorías de uso de la tierra.....	437
6.1.3	Procedimiento de estimación de las superficies de los usos de la tierra y cambios de uso de la tierra	438
6.1.4	Síntesis metodológica	441
6.1.5	Incertidumbre y coherencia de las series temporales	445
6.1.6	Actividades de garantía y control de la calidad	448
6.1.7	Incorporación de las recomendaciones del equipo revisor de la edición 2022 del Inventario Nacional (serie 1990-2020)	449
6.1.8	Nuevos cálculos	450
6.2	Tierras forestales (4A).....	452

6.2.1	Descripción de la categoría.....	452
6.2.2	Metodología	455
6.2.3	Incertidumbre	460
6.2.4	Nuevos cálculos.....	460
6.2.5	Planes de mejora	461
6.3	Tierras de cultivo (4B).....	461
6.3.1	Descripción de la categoría.....	461
6.3.2	Metodología	464
6.3.3	Incertidumbre	471
6.3.4	Nuevos cálculos.....	471
6.3.5	Planes de mejora	472
6.4	Pastizales (4C).....	472
6.4.1	Descripción de la categoría.....	472
6.4.2	Metodología	475
6.4.3	Incertidumbre	479
6.4.4	Nuevos cálculos.....	479
6.4.5	Planes de mejora	480
6.5	Humedales (4D).....	481
6.5.1	Descripción de la categoría.....	481
6.5.2	Metodología	484
6.5.3	Incertidumbre	486
6.5.4	Nuevos cálculos.....	487
6.5.5	Planes de mejora	487
6.6	Asentamientos (4E)	488
6.6.1	Descripción de la categoría.....	488
6.6.2	Metodología	490
6.6.3	Incertidumbre	492
6.6.4	Nuevos cálculos.....	493
6.6.5	Planes de mejora	494
6.7	Otras tierras (4F).....	494
6.7.1	Descripción de la categoría.....	494
6.7.2	Metodología	496
6.7.3	Incertidumbre	498
6.7.4	Nuevos cálculos.....	499
6.7.5	Planes de mejora	500
6.8	Productos madereros (4G).....	500
6.8.1	Descripción de la categoría.....	500
6.8.2	Metodología	500
6.8.3	Incertidumbre	503
6.8.4	Nuevos cálculos.....	503
6.8.5	Planes de mejora	504
6.9	Emisiones directas de N ₂ O procedentes de las aportaciones de nitrógeno (N) en suelos gestionados (4(I)).....	504
6.10	Emisiones y absorciones procedentes del drenaje y rehumectación y otras prácticas de gestión de suelos orgánicos y minerales (4(II)).....	504
6.11	Emisiones directas de N ₂ O procedentes de la mineralización/inmovilización de N relacionadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica en suelos minerales debido a cambios en el uso de la tierra o a prácticas de gestión (4(III)).....	505

6.11.1	Descripción	505
6.11.2	Metodología	505
6.11.3	Incertidumbre	506
6.11.4	Nuevos cálculos	507
6.11.5	Planes de mejora	508
6.12	Emisiones indirectas de N ₂ O procedentes de suelos gestionados (4(IV))	508
6.12.1	Descripción	508
6.12.2	Metodología	509
6.12.3	Incertidumbre	510
6.12.4	Nuevos cálculos	510
6.12.5	Planes de mejora	511
6.13	Emisiones debidas a incendios y quemas controladas (4(V))	511
6.13.1	Descripción	511
6.13.2	Metodología	512
6.13.3	Incertidumbre	515
6.13.4	Nuevos cálculos	516
6.13.5	Planes de mejora	517
7	RESIDUOS (CRF 5).....	525
7.1	Panorámica del sector	525
7.2	Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A)	530
7.2.1	Descripción de la actividad.....	530
7.2.2	Metodología	531
7.2.3	Incertidumbre y coherencia temporal	538
7.2.4	Control de calidad y verificación.....	538
7.2.5	Realización de nuevos cálculos	539
7.2.6	Planes de mejora	539
7.3	Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B)	540
7.3.1	Descripción de la actividad.....	540
7.3.2	Metodología	541
7.3.3	Incertidumbre y coherencia temporal	543
7.3.4	Control de calidad y verificación.....	544
7.3.5	Realización de nuevos cálculos	544
7.3.6	Planes de mejora	545
7.4	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1)	546
7.4.1	Descripción de la actividad.....	546
7.4.2	Metodología	546
7.4.3	Incertidumbre y coherencia temporal	552
7.4.4	Control de calidad y verificación.....	552
7.4.5	Realización de nuevos cálculos	553
7.4.6	Planes de mejora	554
7.5	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2)	554
7.5.1	Descripción de la actividad.....	554
7.5.2	Metodología	557
7.5.3	Incertidumbre y coherencia temporal	561
7.5.4	Control de calidad y verificación.....	561
7.5.5	Realización de nuevos cálculos	561

7.5.6	Planes de mejora	561
7.6	Otras categorías no clave	561
7.6.1	Incineración y quema al aire libre de residuos (5C)	561
7.6.2	Otras fuentes (5E)	572
8	OTROS (CRF 6).....	581
9	EMISIONES INDIRECTAS DE CO₂ Y N₂O	587
9.1	Descripción de las fuentes de emisiones indirectas del Inventario Nacional	587
10	NUEVOS CÁLCULOS Y MEJORAS.....	593
10.1	Explicación y justificación de los nuevos cálculos.....	593
10.1.1	Inventario de gases de efecto invernadero (UNFCCC).....	593
10.2	Implicaciones en los niveles de emisión	595
10.2.1	Inventario de gases de efecto invernadero (UNFCCC).....	595
10.3	Implicaciones en las tendencias de las emisiones.....	610
10.3.1	Inventario de gases de efecto invernadero (UNFCCC).....	610
10.4	Mejoras previstas en el Inventario Nacional.....	611
10.4.1	Inventario de gases de efecto invernadero (UNFCCC).....	611
Apéndice 10.1	Documentación sobre los principales cambios metodológicos con relación a la edición anterior del Inventario Nacional	618
Apéndice 10.2	Implementación revisión UNFCCC	620
Apéndice 10.3	Implementación revisión ESD	640
Apéndice 10.4	Principales cambios realizados en la edición 2023 y categorías afectadas	641
11	INFORMACIÓN RELATIVA A LA CONTABILIDAD DE UNIDADES DEL PROTOCOLO DE KIOTO.....	651
11.1	Introducción y antecedentes	651
11.2	Información presentada a través de las tablas SEF.....	651
11.2.1	Formulario electrónico estándar (de acuerdo con la Decisión 3/CMP.11 Anexo II párrafo 1).....	651
11.3	Discrepancias y notificaciones	651
11.3.1	Información sobre transacciones discrepantes (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 12)	651
11.3.2	Información sobre notificaciones recibidas del MDL (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 13-14).....	652
11.3.3	Información sobre casos de no sustitución (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 15)	652
11.3.4	Información sobre unidades que no se puedan utilizar para cumplir los compromisos (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 16).....	652
11.3.5	Medidas tomadas para corregir los problemas que puedan haber causado una discrepancia (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 17).....	652
11.4	Información accesible al público	652
11.5	Cálculo de la reserva para el período de compromiso (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 18).....	654

12	INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL SISTEMA ESPAÑOL DE INVENTARIO (SEI)	659
13	INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL REGISTRO NACIONAL Y OTRA INFORMACIÓN RELATIVA AL REGISTRO NACIONAL	665
13.1	Introducción y antecedentes	665
13.2	Información sobre cambios en el Registro Nacional	665
13.2.1	Cambios en la información de contacto del administrador del registro (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.a)	665
13.2.2	Cambios en la información de colaboración con otras Partes (sistemas unificados) (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.b)	665
13.2.3	Cambios en la estructura o capacidad de la base de datos del Registro Nacional (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.c)	665
13.2.4	Cambios de la manera en que el Registro Nacional cumple las normas técnicas para el intercambio de datos (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.d)	665
13.2.5	Cambios en los procedimientos empleados en el Registro Nacional español para reducir al mínimo las discrepancias (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.e).....	666
13.2.6	Cambios en las medidas empleadas en el Registro Nacional para impedir manipulaciones no autorizadas y evitar los errores de los operadores (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.f)	666
13.2.7	Cambios en la lista de la información accesible al público (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.g)	666
13.2.8	Cambios en la dirección en Internet (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.h).....	666
13.2.9	Cambios en las medidas tomadas con objeto de garantizar la integridad de los datos almacenados y la recuperación de los servicios del registro en caso de catástrofe (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.i)	666
13.2.10	Cambios en los resultados de los procedimientos de prueba (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.j).....	666
13.3	Información sobre recomendaciones de revisiones previas.....	666
	Annex A: CSEUR Database structure	667
	Annex B: Changes in EUCR v13.6.1 to v13.8.2	668
14	UNIDADES-ACRÓNIMOS	679
15	BIBLIOGRAFÍA	689

ANEXO 1. CATEGORÍAS CLAVE	701
ANEXO 2. BALANCE DE CONSUMO DE COMBUSTIBLES DEL INVENTARIO NACIONAL PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES	727
A2.1. Información sobre consumos	727
A2.1.1. Consumo de combustibles	727
A2.1.2. Metodología empleada en el balance	729
ANEXO 3. OTRAS DESCRIPCIONES METODOLÓGICAS DETALLADAS DE DETERMINADOS SECTORES	769
A3.1. Emisiones fugitivas. Transformación de combustibles sólidos (CO ₂).....	769
A3.2. Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y selvicultura	770
A3.2.1. Contenido de biomasa viva en tierras forestales que permanecen como tales.....	770
A3.2.2. Metodología de estimación del incremento de biomasa provincial en las transiciones a tierras forestales.....	775
A3.2.3. Metodología de estimación de las emisiones causadas por los incendios.....	779
A3.2.4. Metodología de estimación de las emisiones causadas por las quemas controladas.....	783
A3.2.5. Metodología de estimación de las emisiones/absorciones debidas a las transiciones entre cultivos	785
A3.2.6. Metodología de estimación de las emisiones/absorciones debidas a las prácticas de conservación de los suelos en cultivos leñosos	788
A3.2.7. Metodología de estimación de las emisiones/absorciones debidas a las prácticas de gestión de los suelos en pastizales herbáceos	792
A3.2.8. Estimación de los valores de C en suelos (SOC) por uso y provincia.....	795
A3.2.9. Estimación del contenido de carbono en la madera muerta en tierras forestales con bosques estables	799
A3.2.10. Estimación del stock de C en detritus en bosque que permanece como tal	802
A3.2.11. Justificación de que el carbono orgánico del suelo no es fuente de emisiones en las superficies de gestión forestal.....	804
A3.2.12. Justificación de que la madera muerta y el detritus no son fuente de emisiones en las superficies de gestión forestal.....	808
A3.2.13. Análisis del proceso de regeneración de las superficies quemadas	815
A3.2.14. Justificación de que el carbono orgánico del suelo de los cultivos herbáceos que se mantienen como tales no es una fuente de emisiones de GEI	818
A3.3. Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A). Reparto residuos en masa.....	822
ANEXO 4. ENFOQUE DE REFERENCIA Y SU COMPARACIÓN CON EL ENFOQUE SECTORIAL (RA-SA)	833
A4.1. Enfoque de referencia.....	833
A4.1.1. Descripción del enfoque.....	833
A4.1.2. Aspectos metodológicos	833
A4.2. Comparación del enfoque de referencia con el enfoque sectorial	838
A4.2.1. Consumos de combustibles en las categorías 1B y 2C1f (emisiones fugitivas).....	843
A4.2.2. Diferencias estadísticas en los cuestionarios energéticos internacionales del MITECO	844
A4.2.3. Consumos de gas natural no registrado por el Inventario Nacional en los primeros años de la serie.....	845
A4.2.4. Otras causas	846
ANEXO 5. INFORMACIÓN ADICIONAL CONSIDERADA COMO PARTE DEL INFORME SOBRE EL INVENTARIO NACIONAL	851
ANEXO 6. EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE	869
ANEXO 7. FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ Y PCI DE LOS COMBUSTIBLES	881

ANEXO 8. FICHAS DE JUICIOS DE EXPERTOS DE DETERMINADOS SECTORES	887
ANEXO 9. REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DEL REGLAMENTO (UE) 2018/1999	895



0. RESUMEN EJECUTIVO

ÍNDICE

0	RESUMEN EJECUTIVO.....	23
0.1	Información de base sobre los inventarios de gases de efecto invernadero y el cambio climático.....	23
0.2	Tendencias agregadas de emisiones y absorciones	25
0.3	Tendencias de las emisiones por gas y por sector	27
0.4	Otra información relevante.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 0.2.1.	Evolución del agregado de emisiones (cifras en kt CO ₂ -eq).....	25
Tabla 0.2.2.	Evolución de las absorciones netas en LULUCF	26
Tabla 0.2.3.	Evolución de las absorciones netas.....	27
Tabla 0.3.1.	Emisiones de CO ₂ : valores absolutos, variación temporal y ratios	28
Tabla 0.3.2.	Emisiones de CH ₄ : valores absolutos, variación temporal y ratios.....	28
Tabla 0.3.3.	Emisiones de N ₂ O: valores absolutos, variación temporal y ratios	28
Tabla 0.3.4.	Emisiones de HFC-PFC: valores absolutos, variación relativa temporal y ratios.....	28
Tabla 0.3.5.	Emisiones de SF ₆ : valores absolutos, variación relativa temporal y ratios	28
Tabla 0.3.6.	Emisiones de CO ₂ -eq en el sector Energía: valores absolutos, variación temporal y ratios	29
Tabla 0.3.7.	Emisiones de CO ₂ -eq en el sector IPPU: valores absolutos, variación temporal y ratios	29
Tabla 0.3.8.	Emisiones de CO ₂ -eq en el sector Agricultura: valores absolutos, variación temporal y ratios.....	29
Tabla 0.3.9.	Emisiones de CO ₂ -eq en el sector Residuos: valores absolutos, variación temporal y ratios	29
Tabla 0.4.1.	Categorías afectadas por nuevos cálculos de emisiones (año reportado 2020).....	32
Tabla 0.4.2.	Emisiones de CO: valores absolutos y variación relativa respecto a 1990.....	33
Tabla 0.4.3.	Emisiones de COVNM: valores absolutos y variación relativa respecto a 1990.....	33
Tabla 0.4.4.	Emisiones de NOx: valores absolutos y variación relativa respecto a 1990.....	33
Tabla 0.4.5.	Emisiones de SO ₂ : valores absolutos y variación relativa respecto a 1990.....	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 0.2.1.	Variación relativa del agregado de emisiones respecto a 1990 (año 1990 = 100 %).....	25
Figura 0.2.2.	Variación relativa del agregado de emisiones netas respecto a 1990 (año 1990 = 100 %).....	27
Figura 0.3.1.	Variación relativa de emisiones por sector respecto a 1990 (año 1990 = 100 %).....	30
Figura 0.4.1.	Emisión total de CO ₂ -eq; edición 2023 vs. edición 2022	31
Figura 0.4.2.	Comparación de niveles totales de emisiones; edición 2023 vs. edición 2022.....	31
Figura 0.4.3.	Variación relativa del agregado de emisiones de CO, COVNM, NOx y SO ₂ respecto a 1990 (año 1990 = 100 %).....	34

0 RESUMEN EJECUTIVO

- Las emisiones totales de gases de efecto invernadero en España estimadas para el año 2021 fueron 288.847,8 kilotoneladas de CO₂ equivalente (kt de CO₂-eq). Esto representa un aumento del +6,1 % respecto a las emisiones estimadas para el año 2020. Y constituye un incremento del +0,4 % respecto al año base 1990 y un descenso del -34,2 % respecto al año 2005.
- En 2021 el sector con mayor nivel de emisiones fue el transporte (29,6 %), seguido de las actividades industriales (22,4 %), el sector agrario (11,9 %) y la generación de electricidad (10,8 %).
- Por gases, el dióxido de carbono (CO₂) supuso un 79,7 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero, seguido del metano (14,4 %).
- La mayoría de los sectores experimentaron un incremento de las emisiones. Los principales aumentos estuvieron relacionados con el transporte (+15,7 %), el sector comercial e institucional (+9,1 %), el sector industrial (+6,9 %), el uso de gases fluorados (+2,5 %) y la generación de electricidad (+1,6 %). Las principales reducciones se registraron en la industria del refino (-2,1 %) y en los sectores agrario (-0,9 %) y residencial (-0,4 %).
- Las emisiones contempladas en el régimen de comercio de derechos de emisiones de la Unión Europea (EU ETS) (31,7 % del total) aumentaron un +3 % respecto al año anterior. Por su parte, los sectores difusos generaron un 67,5 % de las emisiones en 2021, registrando un incremento de +7,3 % respecto a 2020 y situándose en un nivel de emisiones de -16,9 % respecto al año 2005 y por debajo de la asignación anual de emisiones (AEA) para el año 2021 (200.998 kt CO₂-eq).
- Las absorciones derivadas de las actividades del sector Uso de la Tierra, Cambios del Uso de la Tierra y Selvicultura (LULUCF, por sus siglas en inglés) se estimaron para el año 2021 en -44.522 kt de CO₂eq. Estas absorciones, que suponen el 15,4 % de las emisiones brutas totales nacionales, aumentaron un +1 % respecto a las estimadas para el año 2020.
- Esta edición del Inventario Nacional actualiza y revisa ediciones anteriores. El recálculo total, sin LULUCF, para el año 2020 entre la edición actual (calculada con los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto *Assessment Report*) y la edición anterior es de -5.097,7 kt de CO₂-eq. Por otra parte, teniendo en consideración únicamente el sector LULUCF, las absorciones han variado debido a los recálculos de -35.548,8 kt en la pasada edición a -44.074,20- kt de CO₂-eq en la presente edición.

0.1 Información de base sobre los inventarios de gases de efecto invernadero y el cambio climático

El presente documento constituye el Informe Nacional del Inventario 1990-2021 de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (en adelante, GEI) que España presenta en el año 2023 a:

- La Comisión Europea en el marco de las obligaciones previstas por el Reglamento (UE) n.º 2018/1999 del Parlamento y del Consejo¹, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n.º 663/2009 y (CE) n.º 715/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE y 2013/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo y las Directivas 2009/119/CE y (UE) 2015/652 del Consejo, y se deroga el Reglamento (UE) n.º 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo (en adelante, Reglamento de Gobernanza (UE) 2018/1999).

¹ <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/1999/oj>

El Informe del Inventario Nacional de GEI es elaborado por España en cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo 26 del Reglamento de Gobernanza (UE) 2018/1999 y los artículos pertinentes de su Reglamento de Ejecución (UE) n.º 2020/1208 de la Comisión², relativo a la estructura, el formato, los procesos de presentación de información y la revisión de la información notificada por los Estados miembros con arreglo al Reglamento (UE) n.º 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se deroga el Reglamento de Ejecución (UE) n.º 749/2014 de la Comisión.

- La Secretaría de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés).

España ratificó la Convención Marco sobre el Cambio Climático el 21 de diciembre de 1993³ y el Protocolo de Kioto el 10 de mayo de 2002⁴. La extensión del Protocolo de Kioto para el periodo 2013-2020, según lo previsto en la conocida como Enmienda de Doha, fue ratificada por el Consejo de Ministros el 24 de julio de 2015. El Acuerdo de París ha sido ratificado por España el 23 de diciembre de 2016⁵.

Este Informe Nacional de Inventario (NIR, por sus siglas en inglés) actualiza y revisa ediciones anteriores del Inventario Nacional de las emisiones antropogénicas por las fuentes y de la absorción por los sumideros para siete grupos o especies de gases con efecto invernadero directo: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC), hexafluoruro de azufre (SF₆) y trifluoruro de nitrógeno (NF₃)⁶. Asimismo, se incluyen las emisiones de los siguientes gases contaminantes: monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), óxidos de nitrógeno (NO_x) y dióxido de azufre (SO₂).

El presente Informe ha sido elaborado teniendo en consideración las directrices para elaboración de informes actualmente vigentes⁷, por las cuales las estimaciones de emisiones se agrupan en cinco grandes sectores IPPC: Energía, Procesos industriales y uso de otros productos (IPPU, por sus siglas en inglés), Agricultura, LULUCF y Residuos.

Se incluye igualmente la información relativa a la contabilidad de las unidades del Protocolo de Kioto.

Este informe se complementa con los datos de emisiones para los años 1990-2021 presentados en el Formato Común de Reporte (*Common Reporting Format* o tablas CRF). Las emisiones y absorciones han sido expresadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del quinto *Assessment Report*, excepto en aquellos casos en los que se comparan las emisiones de la pasada edición (calculada con los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto *Assessment Report*)⁸

² http://data.europa.eu/eli/reg_impl/2020/1208/oj

³ Instrumento de ratificación de la Convención Marco de NNUU sobre Cambio Climático publicado en el BOE número 27 el 1 de febrero de 1994.

⁴ Instrumento de ratificación del Protocolo de Kioto publicado en el BOE número 33 el 8 de febrero de 2005.

⁵ Instrumento de ratificación del Acuerdo de París publicado en el BOE número 28 el 2 de febrero de 2017.

⁶ El NF₃ fue incluido en la Enmienda de Doha. No ha sido posible estimar emisiones de NF₃ en España, según se indica en el Capítulo 1 Introducción del presente Informe.

⁷ Documento FCCC/SBSTA/2006/9 (<http://unfccc.int/resource/docs/2006/sbsta/eng/09.pdf>) y su actualización FCCC/CP/2013/10/Add.3, Decisión 24/CP.19 "Revisión de las directrices de la Convención Marco para la presentación de informes anuales de las Partes incluidas en el anexo I de la Convención" (<http://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/spa/10a03s.pdf#page=2>) y en el documento denominado "Esquema Anotado para el Informe de Inventario Nacional que incluye los elementos referentes al Protocolo de Kioto" (https://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/reporting_requirements/application/pdf/annotated_nir_outline.pdf), elaborados ambos por la UNFCCC.

⁸ Valores del 4AR: https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

Valores del 5AR: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf

Tabla comparativa: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf

El Inventario calcula las emisiones y absorciones de gases contaminantes de España, tanto de su territorio peninsular, como de las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla y los archipiélagos de las Islas Baleares y las Islas Canarias.

España cuenta con el marco jurídico necesario para la elaboración de los inventarios de emisiones en observancia de los principios de transparencia, coherencia, comparabilidad, exhaustividad y exactitud. La elaboración periódica de inventarios de emisiones de contaminantes a la atmósfera se inició en España a finales de los años 80, con objeto de cumplir los compromisos de información contraídos en el marco de la Unión Europea y de diversos Convenios Internacionales.

0.2 Tendencias agregadas de emisiones y absorciones

Evolución de las emisiones brutas

A continuación se muestran los valores correspondientes a las emisiones brutas totales nacionales (excluyendo las que corresponden al sector LULUCF), tanto en términos absolutos (kilotoneladas de CO₂-eq) como en términos de variación temporal, considerando el año 1990 como año base.

Tabla 0.2.1. Evolución del agregado de emisiones (cifras en kt CO₂-eq)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	287.710	438.760	354.652	333.623	309.814	272.244	288.848
Variación % vs. 1990	100,0 %	152,5 %	123,3 %	116,0 %	107,7 %	94,6 %	100,4 %

La representación gráfica del índice temporal se ofrece en la figura siguiente.

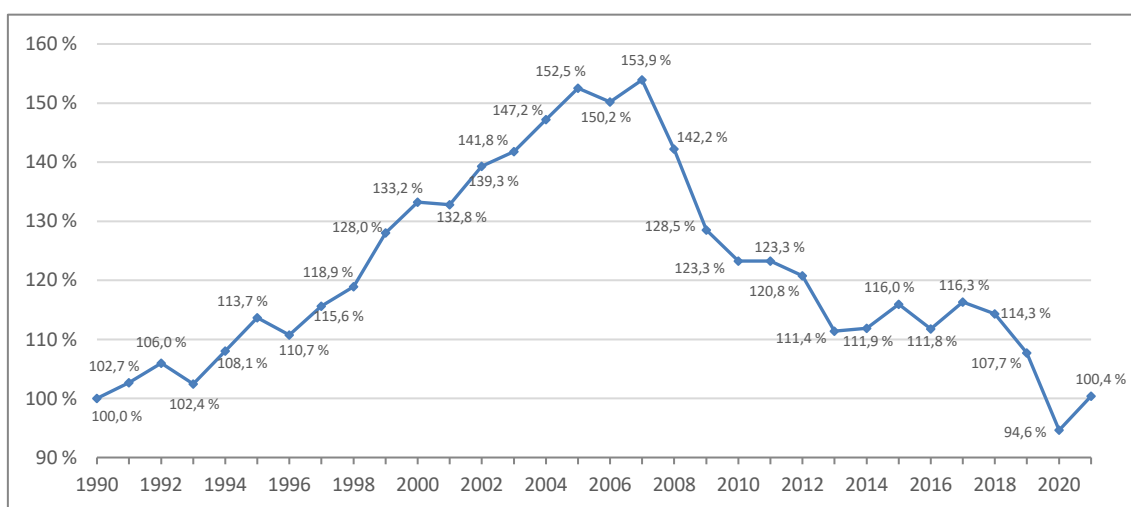


Figura 0.2.1. Variación relativa del agregado de emisiones respecto a 1990 (año 1990 = 100 %)

En general, la evolución presentada por el global de las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de la serie histórica inventariada responde a un patrón de varias fases ligado fundamentalmente a las variaciones en el crecimiento económico, la población o el consumo energético en España desde 1990. En la primera mitad de los años 90 la tendencia presenta un incremento irregular, ligado al desarrollo económico del país de los primeros años de la década y a la recesión económica de los años 1992 y 1993. El crecimiento de la economía y la población española entre 1995 y 2008 se reflejan en un incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero, alcanzando su nivel máximo de la serie en el año 2007 con 442.832 kilotoneladas de CO₂-eq estimadas (+53,9 % respecto a los niveles de 1990). A partir del año 2008, con el inicio de la crisis económica, se observa una marcada disminución de las emisiones nacionales hasta el año 2013. Los siguientes años, a pesar de la recuperación de los niveles de

crecimiento macroeconómicos, las emisiones globales parecen presentar una fase de relativa estabilización. A partir del año 2017 se observa una tendencia decreciente en las emisiones, salvo por la excepción del año 2021, año de la recuperación de la crisis originada por la pandemia del COVID-19.

Las emisiones brutas de gases de efecto invernadero (GEI) estimadas para el año 2021 del total del Inventario Nacional se sitúan en 288.848 kilotoneladas de CO₂-eq, lo que supone un aumento con relación al año base 1990 del +0,4 %.

Las emisiones de CO₂ equivalente han registrado un incremento global del +6,1 % en 2021, en un contexto marcado por la recuperación económica después del cese de las condiciones impuestas por la COVID-19, que ha provocado un aumento del PIB del 7,4 %. El año 2021 fue un año climatológicamente muy cálido (el décimo año más cálido desde 1961 y el octavo más cálido del siglo XXI) y seco en precipitaciones⁹, en el que los principales sectores emisores experimentaron un incremento de sus emisiones. Este crecimiento de las emisiones estuvo principalmente determinado por el aumento de las emisiones en el transporte (+15,7 %), y por el crecimiento en la demanda de energía eléctrica¹⁰ del +2,6 %, que no ha logrado compensar el descenso de emisiones por el aumento de la generación eléctrica de origen renovable (46,7 % del total de electricidad generada en 2021 en España) especialmente gracias a la generación eólica y solar fotovoltaica, con unos incrementos respecto a 2020 de un +10,2 % y un +36,9 %, respectivamente. En energías no renovables el descenso es debido a la menor producción de las centrales nucleares y de los ciclos combinados, que han generado un -3,1 % y un -2 % menos que en el 2020. En conjunto, el total del sector Energía registra un incremento total de GEI del +8 % respecto al año anterior.

En el sector industrial hay aumentos generalizados en la mayoría de las actividades pero liderados por un incremento en los sectores de la industria metalúrgica (+27,8 %), y de los minerales no metálicos (+4,7 %). Todo ello se traduce en un incremento de las emisiones de GEI del +6,3 % en las emisiones de proceso del sector IPPU (procesos industriales y uso de otros productos, IPPU, por sus siglas en inglés).

También contribuyó a este aumento, aunque en menor medida, el incremento de las emisiones en el sector comercial e institucional (+9,1 %), el uso de gases fluorados (+2,5 %) y la generación de electricidad (+1,6 %). Las principales reducciones se registraron en la industria del refino (-2,1 %) y en los sectores residuos (-2,1 %) y agrario (-0,9 %).

En 2021, el sector con más peso en el global de las emisiones de GEI respecto al total fue el transporte (29,6 %) seguido de las actividades industriales (22,4 %), la agricultura (11,9 %) y la generación de electricidad (10,8 %). En cuanto a los gases, el CO₂ supone un 79,7 % de las emisiones totales durante 2020, seguido del metano (14,4 %), el óxido nitroso (4,1 %) y los gases fluorados (1,8 %).

Absorciones y emisiones en LULUCF

Tabla 0.2.2. Evolución de las absorciones netas en LULUCF

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO ₂ -eq (kt)	-33.896	-44.382	-44.145	-44.559	-45.229	-44.095	-44.522
Variación % vs. 1990	100,0 %	130,9 %	130,2 %	131,5 %	133,4 %	130,1 %	131,3 %

Las absorciones asociadas del sector LULUCF en 2021 se han estimado en -44,5 millones de toneladas de CO₂-eq (15,4 % del total de emisiones brutas del Inventario), con una variación interanual de un +1 % respecto a 2020. A nivel cuantitativo, se ha realizado un recálculo de toda

⁹ http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes_climat/anales/res_anual_clim_2021.pdf

¹⁰ <https://www.ree.es/es/datos/publicaciones/informe-anual-sistema/informe-del-sistema-electrico-espanol-2021>

la serie debido a la implementación de resultados geográficamente explícitos en línea con las guías IPCC.

Las emisiones y absorciones del sector LULUCF están claramente dominadas por las absorciones de la categoría 4A (Tierras forestales) (89,7 % del total de emisiones/absorciones del sector).

En cuanto a la evolución del índice de absorciones netas se observa que al final del periodo se sitúa muy por encima del año 1990 (-31,3 %).

Evolución de las emisiones netas

En la siguiente tabla se muestran los valores absolutos de las emisiones netas en CO₂-eq del conjunto del Inventario Nacional, con inclusión del sector LULUCF, y en la figura a continuación el índice de evolución temporal de las mismas, tomando como base el año 1990.

Tabla 0.2.3. Evolución de las absorciones netas

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	253.814	394.378	310.507	289.065	264.585	228.150	244.326
Variación % vs. 1990	100,0 %	155,4 %	122,3 %	113,9 %	104,2 %	89,9 %	96,3 %

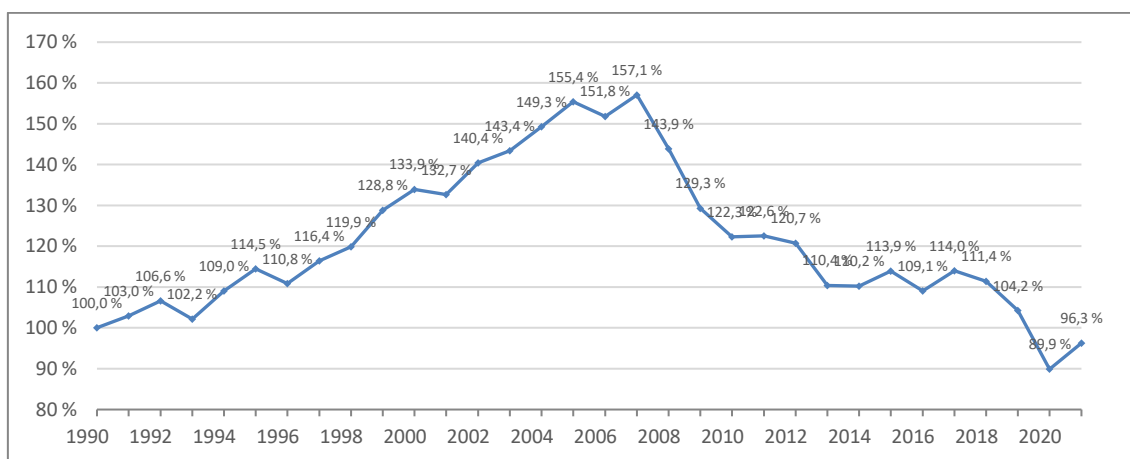


Figura 0.2.2. Variación relativa del agregado de emisiones netas respecto a 1990 (año 1990 = 100 %)

Se observa que, con relación a las emisiones del Inventario Nacional sin el sector LULUCF, se mantiene en términos generales el perfil del índice, pero en valores absolutos se produce un significativo descenso, que es prácticamente proporcional a la serie sin LULUCF. En cuanto a las emisiones netas respecto al año 1990, en el año 2007 se registró el mayor aumento (+57,1 %) y las emisiones netas estimadas en el último año inventariado (2021) se situaron un -3,7 % por debajo de las del año 1990.

0.3 Tendencias de las emisiones por gas y por sector

Tendencias de las emisiones por gases (excluido LULUCF)

En la tabla a continuación se recogen las estimaciones de las emisiones, por tipo de gas, para los seis grupos o especies de gases con efecto directo sobre el calentamiento atmosférico: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, y SF₆.

Tabla 0.3.1. Emisiones de CO₂: valores absolutos, variación temporal y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂ (kt CO₂-eq)	230.500	368.338	282.937	270.767	250.661	213.625	230.269
Variación % vs. 1990	100,0 %	159,8 %	122,7 %	117,5 %	108,7 %	92,7 %	99,9 %
CO ₂ / INV (CO ₂ -eq)	80,1 %	83,9 %	79,8 %	81,2 %	80,9 %	78,5 %	79,7 %

Tabla 0.3.2. Emisiones de CH₄: valores absolutos, variación temporal y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH₄ (kt CO₂-eq)	40.973	45.439	43.790	42.288	41.433	41.467	41.492
Variación % vs. 1990	100,0 %	110,9 %	106,9 %	103,2 %	101,1 %	101,2 %	101,3 %
CH ₄ / INV (CO ₂ -eq)	14,2 %	10,4 %	12,3 %	12,7 %	13,4 %	15,2 %	14,4 %

Tabla 0.3.3. Emisiones de N₂O: valores absolutos, variación temporal y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
N₂O (kt CO₂-eq)	12.578	13.422	12.011	11.605	11.795	12.031	11.831
Variación % vs. 1990	100,0 %	106,7 %	95,5 %	92,3 %	93,8 %	95,7 %	94,1 %
N ₂ O / INV (CO ₂ -eq)	4,4 %	3,1 %	3,4 %	3,5 %	3,8 %	4,4 %	4,1 %

Tabla 0.3.4. Emisiones de HFC-PFC: valores absolutos, variación relativa temporal y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
HFC-PFC (kt CO₂-eq)	3.593	11.341	15.672	8.735	5.690	4.883	5.015
Variación % vs. 1990	100,0 %	315,6 %	436,2 %	243,1 %	158,4 %	135,9 %	139,6 %
HFC-PFC / INV (CO ₂ -eq)	1,2 %	2,6 %	4,4 %	2,6 %	1,8 %	1,8 %	1,7 %

Tabla 0.3.5. Emisiones de SF₆: valores absolutos, variación relativa temporal y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
SF₆ (kt CO₂-eq)	66	219	242	228	235	238	240
Variación % vs. 1990	100,0 %	332,2 %	367,1 %	346,3 %	356,6 %	360,6 %	364,2 %
SF ₆ / INV (CO ₂ -eq)	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %

El CO₂ es el gas con mayor peso y su contribución al total se mantiene relativamente estable a lo largo de toda la serie temporal (en torno al 80 %). Los siguientes gases con mayor participación son el CH₄ (14,4 % en 2021) y el N₂O (4,1 % en 2021); este último, junto con el CO₂ es el único gas de efecto invernadero que consigue en 2021 disminuir por debajo de los niveles de 1990.

En cuanto a los gases fluorados, con una aportación en el año 2021 del 1,8 %, se observan diferencias entre sus componentes (HFC, PFC y SF₆), pero en conjunto su participación en términos de CO₂-eq aumenta hasta el año 2008, en el que se estabiliza hasta la entrada en vigor del impuesto sobre estos gases, que hace disminuir su contribución notablemente a partir de 2015. Los gases fluorados han mantenido a lo largo del período inventariado un nivel bajo de contribución a las emisiones totales del inventario.

Para ver con detalle las causas que afectan a la evolución de las tendencias de los diferentes gases, se remite al capítulo horizontal 2 "Tendencias de las Emisiones" y a los capítulos sectoriales 3 a 8 donde se realiza una exposición detallada de las actividades potencialmente emisoras de gases de efecto invernadero, así como al anexo 5.

Tendencias de las emisiones por sectores (excluido LULUCF)

A continuación se recogen las estimaciones de las emisiones totales de CO₂-eq (sin contar LULUCF), el índice de evolución temporal de las emisiones de CO₂-eq (base 100 año 1990) y el las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq sobre el total del Inventario nacional, distinguiendo los siguientes grupos de la nomenclatura IPCC: Energía, Procesos Industriales y usos de otros productos (IPPU, por sus siglas en inglés), Agricultura y Residuos.

Tabla 0.3.6. Emisiones de CO₂-eq en el sector Energía: valores absolutos, variación temporal y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
ENERGÍA (kt CO₂-eq)	213.191	344.337	265.610	254.040	235.843	200.020	216.048
Variación % vs. 1990	100,0 %	161,5 %	124,6 %	119,2 %	110,6 %	93,8 %	101,3 %
ENER / INV (CO ₂ -eq)	74,1 %	78,5 %	74,9 %	76,1 %	76,1 %	73,5 %	74,8 %

Tabla 0.3.7. Emisiones de CO₂-eq en el sector IPPU: valores absolutos, variación temporal y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
IPPU (kt CO₂-eq)	27.964	43.104	39.094	30.118	25.342	22.939	24.127
Variación % vs. 1990	100,0 %	154,1 %	139,8 %	107,7 %	90,6 %	82,0 %	86,3 %
IPPU	9,7 %	9,8 %	11,0 %	9,0 %	8,2 %	8,4 %	8,4 %

Tabla 0.3.8. Emisiones de CO₂-eq en el sector Agricultura: valores absolutos, variación temporal y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
AGRICULTURA (kt CO₂-eq)	33.023	35.897	33.208	33.236	33.898	34.675	34.369
Variación % vs. 1990	100,0 %	108,7 %	100,6 %	100,6 %	102,7 %	105,0 %	104,1 %
AGRI / INV (CO ₂ -eq)	11,5 %	8,2 %	9,4 %	10,0 %	10,9 %	12,7 %	11,9 %

Tabla 0.3.9. Emisiones de CO₂-eq en el sector Residuos: valores absolutos, variación temporal y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
RESIDUOS (kt CO₂-eq)	13.533	15.421	16.740	16.230	14.731	14.611	14.303
Variación % vs. 1990	100,0 %	114,0 %	123,7 %	119,9 %	108,9 %	108,0 %	105,7 %
WASTE / INV (CO ₂ -eq)	4,7 %	3,5 %	4,7 %	4,9 %	4,8 %	5,4 %	5,0 %

En la siguiente figura se puede observar gráficamente la variación relativa temporal de dichas emisiones diferenciadas por sector, tomando 1990 como año de referencia.

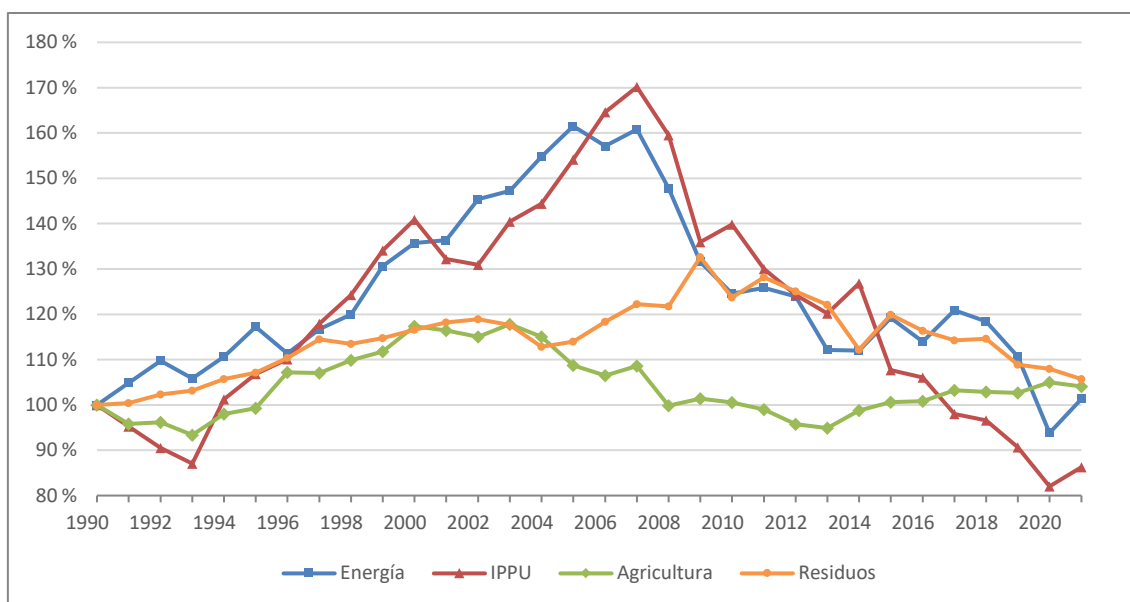


Figura 0.3.1. Variación relativa de emisiones por sector respecto a 1990 (año 1990 = 100 %)

El sector de la energía es el que más peso tiene a lo largo de toda la serie inventariada, generando en 2021 un 74,8 % del total de las emisiones brutas nacionales. Su evolución está claramente marcada por la tendencia macroeconómica del país y el *mix* energético desde 1990. Al igual que estos, las emisiones derivadas del sector Energía presentan un patrón de cuatro fases, alcanzando en los años 2005 y 2007 el máximo de emisiones (más de un +60 % comparado con 1990) para disminuir en los últimos años de la serie. En 2021 este sector generó un aumento de emisiones del +8 % respecto a 2020, situándose en un +1,3 % de emisiones respecto a 1990.

Por su parte, las emisiones derivadas de los procesos industriales y del uso de productos (IPPU, por sus siglas en inglés) fluctuaron entre un 8,2 % y un 11 % del total de las emisiones nacionales a lo largo de la serie inventariada, situándose en un 8,4 % del total en 2021. En la evolución de estas emisiones se observa un tramo descendente inicial (1990-1993) acorde con el ciclo económico. Le sigue un periodo de crecimiento sostenido en 1993-2007 motivado por un lado por la actividad económica y por otro por la evolución de las emisiones de PFC y HFC. En el periodo 2008-2013 se observa una acusada caída consecuencia del descenso de actividad de industrial durante la recesión económica. La tendencia continúa siendo descendente, con una más pronunciada bajada de las emisiones en 2015 debido a la disminución de emisiones de gases fluorados. En 2021 las emisiones respecto al año anterior aumentaron un +5,2 %.

En el sector de la agricultura, con una contribución del 11,9 % a las emisiones totales en 2021, se aprecia un ligero descenso entre los años 1990 y 1993, seguido por una pauta de paulatino crecimiento durante el periodo 1994-2002, y un periodo posterior de ligero descenso (2004-2013) aunque con fluctuaciones, a partir de este año se observa un cambio de tendencia al alza ligado al aumento en el uso de fertilizantes inorgánicos y al incremento de la cabaña ganadera, siendo las emisiones del sector en 2021 un -0,9 % más bajas que las de 1990.

El sector Residuos, con una contribución del 5 % de las emisiones en 2021, es el que muestra la tendencia al alza más uniforme a lo largo de todo el periodo inventariado, 1990-2021, tendencia básicamente dominada por la evolución de las emisiones de CH₄ en los vertederos. En 2009 se alcanzó un máximo de +32,6 % respecto a 1990, y a partir de ese año las emisiones mantienen una tendencia irregular a la baja, hasta el nivel de +5,7 % respecto a 1990 de 2021.

En todo caso, para ver con más detalle las causas que afectan a la evolución de las tendencias de los diferentes sectores, se remite al capítulo horizontal 2 "Tendencias de las Emisiones" y a

los capítulos sectoriales 3 a 8 que incluyen una exposición detallada de las actividades emisoras de gases de efecto invernadero, así como al anexo 5.

0.4 Otra información relevante

Nuevos cálculos de la edición 2023

Tal y como se describe en el capítulo 10 del presente informe, la edición 2023 del Inventario Nacional ha sido revisada como consecuencia de los procesos de revisión internos y externos a los que se somete el Inventario Nacional y tras la implementación de su Plan de mejoras. En la siguiente figura se puede ver la comparación de las emisiones netas (con LULUCF) totales calculadas para toda la serie en la edición 2022 y las calculadas en esta edición 2023¹¹.

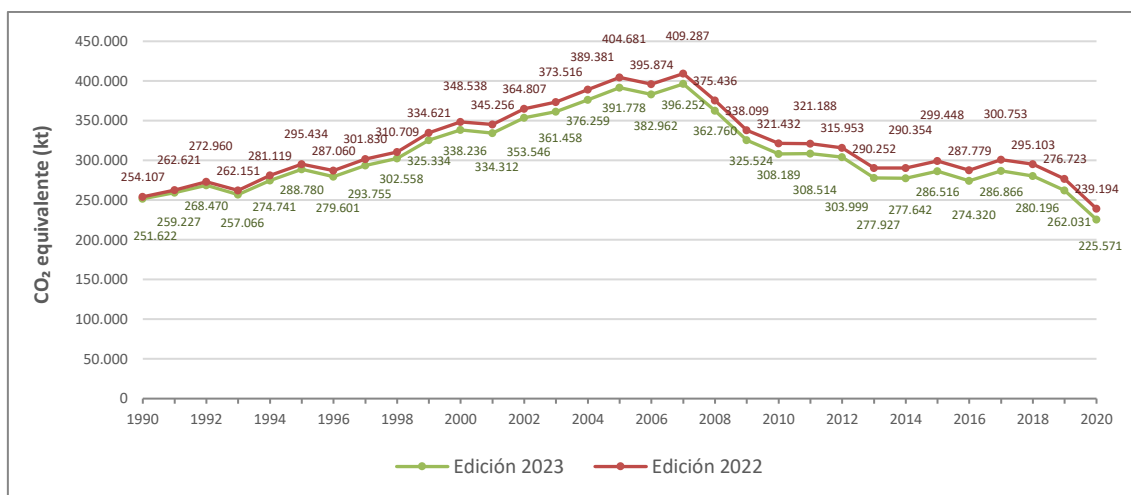


Figura 0.4.1. Emisión total de CO₂-eq; edición 2023 vs. edición 2022

El recálculo total entre la edición actual y la edición anterior para el año 2020 (con LULUCF) es de +13.623,12 kt de CO₂-eq, lo que supone un incremento del +6 % sobre la edición anterior.

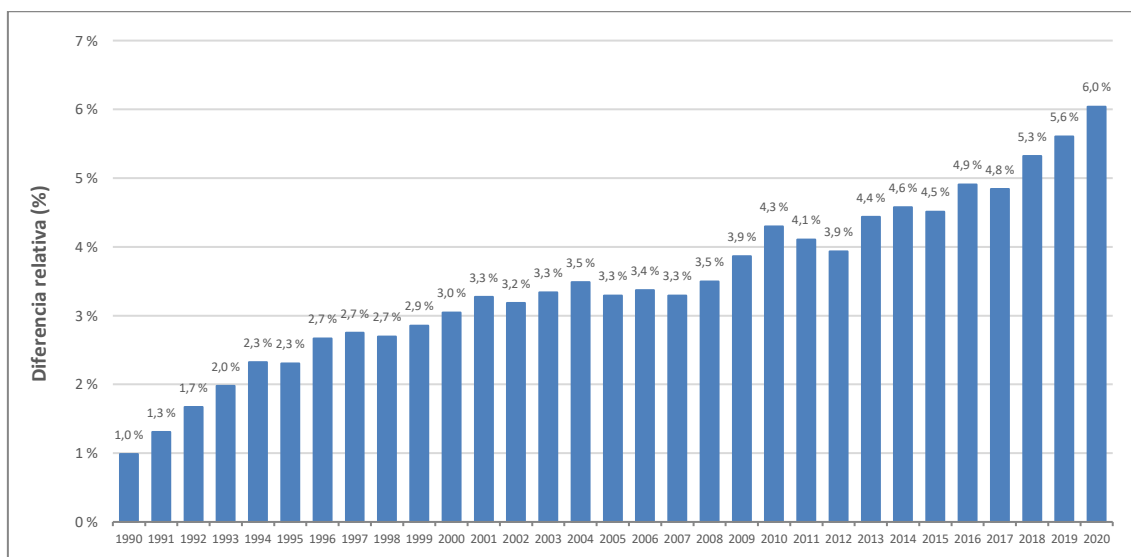


Figura 0.4.2. Comparación de niveles totales de emisiones; edición 2023 vs. edición 2022¹²

¹¹ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>

La siguiente tabla muestra un resumen de los cálculos de emisiones realizados para el año reportado 2020 en la edición pasada y en la presente edición, detallando el impacto en cifras desagregadas a nivel de subcategoría CRF.¹²

Tabla 0.4.1. Categorías afectadas por nuevos cálculos de emisiones (año reportado 2020)

CATEGORÍA	Emisiones CO ₂ -eq (kt)		Variaciones ed. 2023-ed. 2022		
	Ed. 2022	Ed. 2023	(kt)	%	% vs. total
1A1	43.556,43	40.835,35	-2.721,08	-6,2 %	-1,2 %
1A2	40.210,76	43.487,88	3.277,11	8,1 %	1,5 %
1A3	74.255,79	73.952,34	-303,44	-0,4 %	-0,1 %
1A4	37.108,51	37.487,54	379,03	1,0 %	0,2 %
1A5	439,47	439,47	0,00	0,0 %	0,0 %
1B1	38,64	49,99	11,35	29,4 %	0,0 %
1B2	3.709,67	3.710,64	0,97	0,0 %	0,0 %
2A	10.784,10	10.784,10	0,00	0,0 %	0,0 %
2B	3.891,51	3.891,51	0,00	0,0 %	0,0 %
2C	2.229,61	2.254,38	24,77	1,1 %	0,0 %
2D	738,32	356,97	-381,35	-51,7 %	-0,2 %
2F	5.175,48	5.210,80	35,32	0,7 %	0,0 %
2G	890,11	890,24	0,13	0,0 %	0,0 %
3A	16.085,01	15.245,28	-839,73	-5,2 %	-0,4 %
3B	8.909,53	9.518,45	608,92	6,8 %	0,3 %
3C	418,58	413,31	-5,27	-1,3 %	0,0 %
3D	12.403,97	7.068,52	-5.335,45	-43,0 %	-2,4 %
3F	26,47	24,20	-2,27	-8,6 %	0,0 %
3G	30,37	30,37	0,00	0,0 %	0,0 %
3H	544,96	544,96	0,00	0,0 %	0,0 %
3I	62,49	62,49	0,00	0,0 %	0,0 %
4A	-32.007,71	-40.261,87	-8.254,16	25,8 %	-3,7 %
4B	-3.681,94	-2.757,02	924,93	-25,1 %	0,4 %
4C	307,05	-1.432,58	-1.739,63	-566,6 %	-0,8 %
4D	74,72	-82,56	-157,28	-210,5 %	-0,1 %
4E	1.322,32	1.800,33	478,01	36,1 %	0,2 %
4F	0,00	6,22	6,22	0,0 %	0,0 %
4G	-1.567,18	-1.357,56	209,62	-13,4 %	0,1 %
4(IV)2	3,94	10,83	6,89	174,8 %	0,0 %
5A	9.484,61	9.331,90	-152,71	-1,6 %	-0,1 %
5B	532,58	561,75	29,17	5,5 %	0,0 %
5C	584,35	722,84	138,49	23,7 %	0,1 %
5D	2.631,07	2.769,39	138,32	5,3 %	0,1 %
5E	0,50	0,50	0,00	0,0 %	0,0 %
TOTAL	239.194,10	225.570,99	-13.623,12	-5,7 %	-6,0 %
TOTAL SIN LULUF	274.742,89	269.645,18	-5.097,71	-1,9 %	-2,3 %

El capítulo 10 del presente Informe amplía la información relativa a los nuevos cálculos llevados a cabo en esta edición del Inventario Nacional.

¹² Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>

Tendencias de otros gases precursores

En este apartado se resumen las emisiones de monóxido de carbono (CO), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), óxidos de nitrógeno (NOx) y dióxido de azufre (SO₂), que corresponden al total nacional (incluidas las Islas Canarias) incluyendo LULUCF, tal y como figuran en las tablas *CRF Summary1* que acompañan este informe. Estas cifras son diferentes a las emisiones de contaminantes atmosféricos reportadas oficialmente por España en el marco de la Directiva (UE) 2016/2284, relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos (en adelante, Directiva NECD 2016/2284) o del Convenio de Ginebra contra la Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP, por su siglas en inglés). El origen de las diferencias es triple: las emisiones reportadas bajo la Directiva de Techos y en el CLRTAP no incluyen bajo su cobertura geográfica las emisiones de las Islas Canarias, tampoco incluyen las emisiones de los incendios forestales y, por último, el alcance de las emisiones del sector de la aviación difiere entre ambos sistemas en cuanto a la consideración de los ciclos de aterrizaje y despegue (LTO, por sus siglas en inglés) de los vuelos internacionales.

En las siguientes tablas se muestra la evolución de estos cuatro gases (CO, COVNM, NOx y SO₂), referida a sus valores absolutos y a su porcentaje de variación respecto a los valores del año 1990.

Tabla 0.4.2. Emisiones de CO: valores absolutos y variación relativa respecto a 1990

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO (kt)	4.549,3	2.694,4	2.103,9	2.084,7	1.751,7	1.679,8	1.933,8
Variación % vs. 1990	100,0 %	59,2 %	46,2 %	45,8 %	38,5 %	36,9 %	42,5 %

Tabla 0.4.3. Emisiones de COVNM: valores absolutos y variación relativa respecto a 1990

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
COVNM (kt)	1.092,4	821,8	648,6	604,0	592,5	611,7	599,1
Variación % vs. 1990	100,0 %	75,2 %	59,4 %	55,3 %	54,2 %	56,0 %	54,8 %

Tabla 0.4.4. Emisiones de NOx: valores absolutos y variación relativa respecto a 1990

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
NOx (kt)	1.668,6	2.057,0	1.674,3	1.482,7	1.341,9	1.134,6	1.230,4
Variación % vs. 1990	100,0 %	123,3 %	100,3 %	88,9 %	80,4 %	68,0 %	73,7 %

Tabla 0.4.5. Emisiones de SO₂: valores absolutos y variación relativa respecto a 1990

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
SO₂ (kt)	2.363,6	1.885,4	483,8	460,1	348,1	182,6	185,9
Variación % vs. 1990	100,0 %	79,8 %	20,5 %	19,5 %	14,7 %	7,7 %	7,9 %

En la figura siguiente se puede observar la variación temporal de las emisiones de CO, COVNM, NOx y SO₂, tomando como base el año 1990.

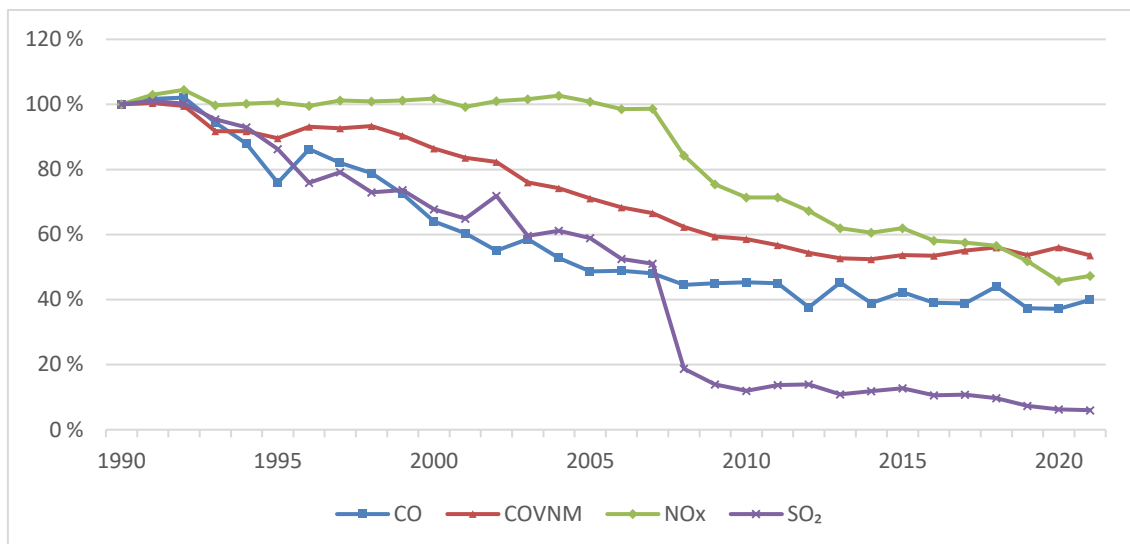


Figura 0.4.3. Variación relativa del agregado de emisiones de CO, COVNM, NOx y SO₂ respecto a 1990 (año 1990 = 100 %)

Desde el año 1990, las emisiones de estos cuatro gases han experimentado notables disminuciones a lo largo de la serie temporal inventariada, como se observa en la figura anterior.

Las emisiones de CO han caído un 60,1 % con respecto a 1990, fundamentalmente debido a la reducción en el transporte por carretera derivada de la introducción de las normativas EURO.

Las emisiones de COVNM presentan una tendencia mantenida a la baja a lo largo de toda la serie; a pesar del ligero incremento observado desde 2015, las emisiones vuelven a descender los dos últimos años inventariados. Desde el año 1990 las emisiones se han reducido en un 46,4 % por efecto de las mejoras tecnológicas en el parque móvil y la disminución del contenido de COVNM en disolventes y pinturas.

Las emisiones de NOx han disminuido un 52,7 % respecto a los niveles de 1990. Esta bajada se ha debido principalmente a los avances tecnológicos del parque de vehículos y la expansión de las centrales de ciclo combinado con técnicas de reducción de emisiones.

Finalmente, las emisiones de SO₂ muestran la reducción más importante con respecto a 1990 (94 % de disminución). Las emisiones de este contaminante han estado marcadas por el descenso en el uso de carbón en las centrales térmicas y la introducción de técnicas de abatimiento en las grandes instalaciones de combustión.



1. INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	39
1.1	Información básica sobre los inventarios de gases de efecto invernadero y cambio climático	39
1.1.1	Información sobre el Inventario Nacional de gases de efecto invernadero	39
1.1.2	Información general sobre Cambio Climático	40
1.2	Descripción del Sistema Español de Inventario (SEI)	41
1.2.1	Acuerdos institucionales, legales y procedimentales del SEI	41
1.2.2	Planificación del SEI	44
1.2.3	Garantía y control de calidad (QA/QC) y verificación del Inventario Nacional	45
1.2.4	Cambios en el Sistema Español de Inventario	45
1.3	Preparación del Inventario Nacional	45
1.3.1	Identificación de categorías clave	45
1.3.2	Elección de los métodos para la estimación de las emisiones	46
1.3.3	Recopilación de datos	47
1.3.4	Tratamiento de los datos	48
1.3.5	Aprobación del Inventario Nacional	49
1.3.6	Elaboración de tablas de resultados e informes	49
1.4	Descripción general de las metodologías y las fuentes de datos utilizadas	50
1.4.1	Descripción general de las metodologías	50
1.5	Breve descripción de las categorías clave	56
1.5.1	Inventario Nacional de gases de efecto invernadero para informar a la UNFCCC	56
1.6	Información sobre el plan de garantía y control de calidad (QA/QC) y verificación	59
1.6.1	El sistema de garantía y control de calidad	60
1.6.2	El plan de garantía y control de calidad	60
1.6.3	Objetivos de calidad	60
1.6.4	Organismo responsable	62
1.6.5	Calendario	62
1.6.6	Control de calidad y documentación	63
1.6.7	Herramientas de control de calidad y documentación	68
1.6.8	Sistema de garantía de calidad	71
1.6.9	Verificación	74
1.7	Evaluación general de la incertidumbre	76
1.7.1	Inventario Nacional de gases de efecto invernadero para informar a la UNFCCC	77
1.8	Evaluación general de la exhaustividad	78
1.8.1	Exhaustividad	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.1.	Emisiones reportadas en el presente informe	39
Tabla 1.2.1.	Relación de miembros del equipo de Inventario Nacional de Emisiones	42
Tabla 1.2.2.	Composición de la Red de Puntos Focales del SEI	43
Tabla 1.2.3.	Cronograma de la planificación en la elaboración del Inventario Nacional.....	44
Tabla 1.3.1.	Principales hitos en el proceso de preparación del Inventario Nacional.....	45
Tabla 1.3.2.	Relación de efectividad en el envío de información.....	48
Tabla 1.3.3.	Compromisos internacionales: informes asociados.....	49
Tabla 1.4.1.	Principales fuentes de información por sectores	55
Tabla 1.5.1.	Resumen de categorías clave para el año 2021	56
Tabla 1.6.1.	Objetivos generales y específicos del plan de QA/QC	61
Tabla 1.6.2.	Principales obligaciones internacionales de información del SEI.....	62
Tabla 1.6.3.	Actividades clave de QC dentro del plan de QA/QC	65
Tabla 1.6.4.	Principales resultados de las actividades QC en la edición 2023	67
Tabla 1.7.1.	Cuantificación de la incertidumbre en bandas de confianza 95 % del nivel de las emisiones del Inventario Nacional.....	77
Tabla 1.8.1.	Principales claves de notación "NE" por sectores	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.1.	Ámbito territorial.....	40
Figura 1.2.1.	Organización general del SEI	42
Figura 1.3.1.	Evolución de la recopilación de datos (edición 2023).....	47
Figura 1.3.2.	Evolución del tratamiento de datos en la edición 2023.....	49
Figura 1.6.1.	Calendario del proceso de compilación del Inventario Nacional	63
Figura 1.6.2.	Ejemplos de capturas de pantalla de la herramienta de gestión de solicitudes	68
Figura 1.6.3.	Aspecto de la herramienta de importación de datos (izda.), listado de errores de importación (centro) e informe de QC (dcha.).....	69
Figura 1.6.4.	Aspecto de la herramienta de QC en MS Excel	70
Figura 1.6.5.	Aspecto de la lista de control para la redacción de informes	70
Figura 1.6.6.	Aspecto de la HGCIEE para el registro de incidencias	71
Figura 1.6.7.	Aspecto de la herramienta de análisis de recálculo.....	71
Figura 1.6.8.	Calendario de la auditoría de QA (X=revisión en profundidad; x=revisión de puntos clave concretos).....	73

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Información básica sobre los inventarios de gases de efecto invernadero y cambio climático

1.1.1 Información sobre el Inventario Nacional de gases de efecto invernadero

El presente documento constituye el Informe Nacional del Inventario (NIR, por sus siglas en inglés) 1990-2021 de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de España. Este informe ha sido realizado teniendo en consideración las directrices para elaboración de informes actualmente vigentes¹.

Este informe es preparado por España, como miembro de la Unión Europea, en cumplimiento de las obligaciones del Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo², de 11 de diciembre de 2018, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima y por el que se modifican, y por el que se deroga el Reglamento (UE) 525/2013).

A su vez, el informe se complementa con los datos de emisiones para los años 1990-2021 reportados en el Formato Común de Reporte (*Common Reporting Format* o tablas CRF). Las emisiones y absorciones reportadas han sido expresadas en términos de CO₂-equivalente con los potenciales de calentamiento atmosférico³ (GWP, por sus siglas en inglés) del quinto *Assessment Report*⁴.

Asimismo, este documento integra el informe que España presenta en el año 2023 a la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés).

Los gases cuyas emisiones se contemplan en el presente informe de Inventario Nacional se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 1.1.1. Emisiones reportadas en el presente informe

Emisiones directas	Gases de efecto invernadero	- Dióxido de carbono (CO ₂) - Metano (CH ₄) - Óxido nitroso (N ₂ O) - Hidrofluorocarburos (HFC) - Perfluorocarburos (PFC) - Hexafluoruro de azufre (SF ₆) - Tricloruro de nitrógeno (NF ₃)
	Otros gases (precursores)	- Óxidos de nitrógeno (NO _x) - Amoníaco (NH ₃) - Monóxido de carbono (CO) - Compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) - Óxidos de azufre (SO _x)
Emisiones indirectas		- Dióxido de carbono (CO ₂) - Óxido nitroso (N ₂ O)

En el presente informe el término “año base” se emplea para referirse a:

¹ Documento FCCC/SBSTA/2006/9 (<http://unfccc.int/resource/docs/2006/sbsta/eng/09.pdf>) y su actualización FCCC/CP/2013/10/Add.3, Decisión 24/CP.19 “Revisión de las directrices de la Convención Marco para la presentación de informes anuales de las Partes incluidas en el anexo I de la Convención” (<http://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/spa/10a03s.pdf#page=>) y en el documento denominado “Esquema Anotado para el Informe de Inventario Nacional que incluye los elementos referentes al Protocolo de Kioto”, elaborados ambos por la UNFCCC.

² <https://www.boe.es/doue/2018/328/L00001-00077.pdf>

³ https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

⁴ <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

- el año 2005 cuando se trate de análisis de series temporales en el capítulo de tendencias y los capítulos sectoriales para los gases CO₂, N₂O, CH₄, HFC, PFC, mezclas de PFC HFC y SF₆; así como cuando se trate de las cantidades totales de CO₂ equivalente del Inventario Nacional.
- Año 1990/1995 para los análisis de categorías clave e incertidumbres. Este “año base” se refiere a la suma de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O de 1990 y de los gases fluorados de 1995.

El Inventario Nacional calcula las emisiones y absorciones de gases de España, tanto de su territorio peninsular, como de las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla y los archipiélagos de las Islas Baleares y las Islas Canarias. En la siguiente figura se representa la cobertura geográfica del Inventario Nacional.

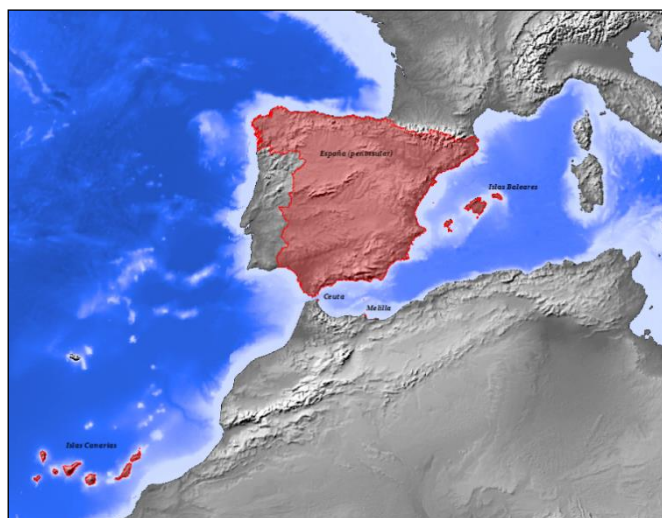


Figura 1.1.1. Ámbito territorial

La elaboración periódica del Inventario Nacional de emisiones de contaminantes a la atmósfera se inició en España a finales de los años 80, con objeto de cumplir los compromisos de información contraídos en el marco de la Unión Europea y de diversos Convenios Internacionales.

Conforme lo previsto en el Reglamento (UE) 2018/1999 y en el Acuerdo de París, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (DGCEA) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) es la autoridad competente del Sistema Español de Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera (SEI), responsable de la elaboración anual del Inventario Nacional de Emisiones.

La función del SEI es triple, ya que permite cumplir con las obligaciones de información en materia de Inventario Nacional de emisiones, proporciona las herramientas necesarias para el seguimiento de los objetivos de reducción de emisiones asumidos por España y sirve de fuente de información para el conocimiento del estado del medio ambiente y el diseño y seguimiento de políticas y medidas medioambientales, en particular de las referidas a la atmósfera. Asimismo, el Inventario Nacional de Emisiones proporciona información de base para la elaboración de las cuentas ambientales del Instituto Nacional de Estadística.

1.1.2 Información general sobre Cambio Climático

Para obtener información general sobre el Cambio Climático se puede consultar la página web al efecto del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/>).

En la misma página web se puede encontrar información actualizada sobre el proceso internacional de lucha contra el cambio climático (<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/>), las políticas y medidas de mitigación de emisiones puestas en marcha por España (<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/>) o información relativa a los impactos del cambio climático y las medidas de adaptación adoptadas en España (<https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/default.aspx>).

Finalmente, en la Octava Comunicación Nacional de España a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático se facilita amplia información sobre el trabajo que España lleva a cabo tanto en materia de mitigación como de adaptación al cambio climático, junto con los esfuerzos realizados en financiación climática y las acciones de capacitación, transferencia de tecnología y sensibilización pública que se desarrollan (https://unfccc.int/sites/default/files/resource/8CN_Espa%C3%B1a_2022_12_13.pdf).

1.2 Descripción del Sistema Español de Inventario (SEI)

1.2.1 Acuerdos institucionales, legales y procedimentales del SEI

1.2.1.1 Marco normativo

España cuenta con el marco jurídico necesario para la elaboración de los inventarios nacionales de emisiones en observancia de los principios de transparencia, coherencia, comparabilidad, exhaustividad y exactitud.

El Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la atmósfera se rige por el siguiente marco legal:

- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera; establece, en su artículo 27.4, el Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos (SEI).
- Real Decreto 818/2018, de 6 de julio, sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos; establece, en su artículo 10, las normas de funcionamiento del Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos (SEI).
- En el Real Decreto 2/2020, de 12 de enero, por el que se reestructuran los departamentos ministeriales⁵ se establece el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico según. Dentro de este ministerio, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental ostenta el papel de autoridad competente del Sistema Español de Inventario de Emisiones a la Atmósfera (SEI) de gases de efecto invernadero y de contaminantes atmosféricos, y la Unidad de Inventario de Emisiones, se encuentra adscrita a ella orgánicamente⁶, al mantener los nuevos órganos las competencias previamente otorgadas en favor de los órganos suprimidos o modificados por el Real Decreto 139/2020, de 28 de enero, por el que se establece la estructura orgánica básica de los departamentos ministeriales⁷.
- Real Decreto 864/2018, de 13 de julio, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio para la Transición Ecológica; designa, en su artículo 7.1.g), a la Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental el ejercicio del papel de autoridad

⁵ https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2020-410

⁶ https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2018-9859

⁷ <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2020-1246>

competente del Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera (SEI) de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos.

- Los inventarios nacionales de emisiones a la atmósfera son una operación estadística contemplada dentro del Planes Estadísticos Nacionales 2017-2020 y 2021-2024 (operación estadística nº 7105 para el 2017-2020 y 8105 para el 2021-2024)⁸ y, según la Ley 12/1989 de la Función Estadística Pública, implican la obligatoriedad de aportar la información necesaria para su realización.

1.2.1.2 Organización del SEI

La organización del SEI se resume en la siguiente figura.

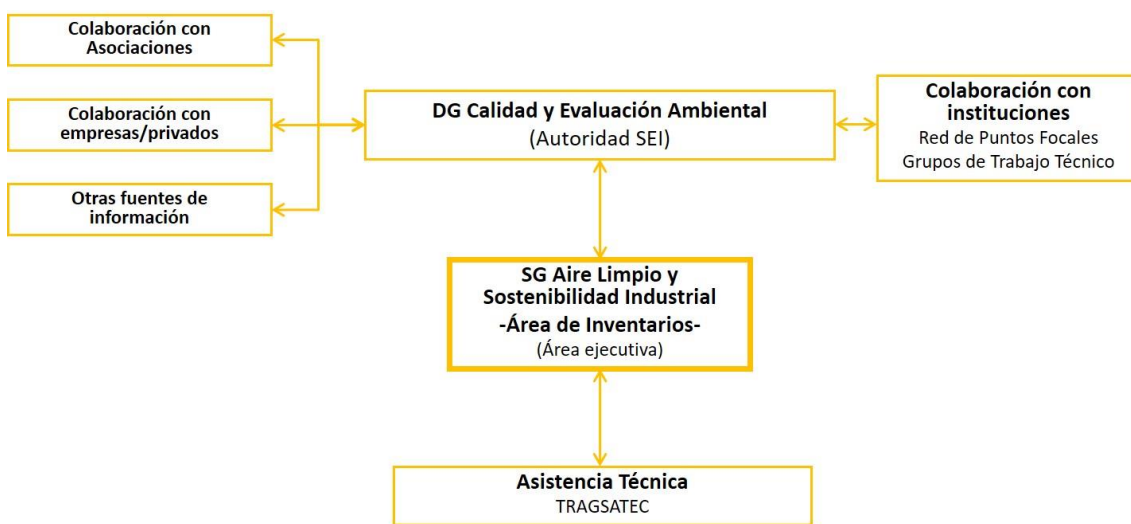


Figura 1.2.1. Organización general del SEI

La Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del MITECO es la autoridad competente del SEI, conforme lo previsto en el Reglamento (UE) 2018/1999.

La Unidad de Inventario de Emisiones de la Subdirección General de Aire Limpio y Sostenibilidad Industrial de la DGCEA actúa como unidad ejecutiva responsable de las tareas de gestión del SEI y dirige las tareas de preparación y elaboración del Inventario Nacional. Adicionalmente, la DGCEA adjudicó en 2017 a la sociedad TRAGSATEC la asistencia técnica en la gestión, mantenimiento y actualización del SEI hasta 2023.

En conjunto, el equipo del Inventario Nacional de Emisiones está compuesto por un total de 24 especialistas tal como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 1.2.1. Relación de miembros del equipo de Inventario Nacional de Emisiones

Nombre	Función	Dependencia
María José Alonso Moya	Coordinadora de Unidad	UI
Carmen Ramos Schlegel	Coordinadora de Inventarios y técnico sectorial	UI
Fco. Javier Pérez-Illzarbe Serrano	Coordinador de Proyecciones y técnico sectorial	UI
Guillermo Martínez López	Técnico sectorial-Energía	UI
Ramiro Oliveri Martínez-Pardo	Técnico sectorial-LULUCF	UI
Cristina Álvarez Rodríguez	Jefa de Asistencia Técnica	Ttec
Elena López Martín	Coordinadora de Asistencia Técnica	Ttec

⁸ Aprobado por Real Decreto 410/2016, de 31 de octubre, por el que se aprueba el Plan Estadístico Nacional 2017-2020. Publicado en BOE núm. 279, de 18 de noviembre de 2016; y por Real Decreto 1110/2020, de 15 de diciembre, por el que se aprueba el Plan Estadístico Nacional 2021-2024. Publicado en BOE núm. 340, de 30 de diciembre de 2020.

Nombre	Función	Dependencia
Juan Carlos Cano Rego	Coordinador de Asistencia Técnica y responsable Sistemas	Ttec
José Ángel Gil Gutiérrez	Coordinador de Asistencia Técnica y técnico sectorial-Energía e IPPU	Ttec
Miguel García Rodríguez	Coordinador de QA/QC y asuntos horizontales	Ttec
Iván José Díaz Rey	Experto de Sistemas	Ttec
Máximo Oyágüez Reyes	Técnico sectorial-Energía	Ttec
José Luis Llorente Montoro	Técnico sectorial-Energía y asuntos horizontales	Ttec
Sara Torre Sales	Técnico sectorial-Transporte	Ttec
Sonia Lázaro Navas	Técnico sectorial-Transporte	Ttec
Mª Ángela Haro Maestro	Técnico sectorial-IPPU	Ttec
Olalla González Fontaíña	Técnico sectorial-IPPU	Ttec
Anselmo Espinosa Vergara	Técnico sectorial-IPPU	Ttec
Fco. Javier Flores Sanz	Técnico sectorial-Agricultura	Ttec
Mª del Mar Esteban García	Técnico sectorial-LULUCF	Ttec
Susana Pérez Pérez	Técnico sectorial-LULUCF	Ttec
Nuria Escudero Aguado	Técnico sectorial-Residuos	Ttec
Mario Fernández Barrera	Técnico sectorial-Proyecciones	Ttec
David Sánchez Vicente	Técnico sectorial-Proyecciones	Ttec
José María Cantarero Alonso	Técnico sectorial-Proyecciones	Ttec

UI: Unidad de Inventario-DGCEA; Ttec: TRAGSATEC

La estructura funcional del SEI se apoya, además, en una red de puntos focales nacionales formada por representantes de los departamentos ministeriales u organismos de la Administración General del Estado, que proporcionan datos para la elaboración del Inventario Nacional de Emisiones. Anualmente, la red de puntos focales del SEI se reúne en las dependencias de la Unidad de Inventario con el objetivo de mejorar la cooperación y coordinación interdepartamental del Sistema Español de Inventario. En total se trata de una red compuesta por 25 unidades pertenecientes a 7 departamentos ministeriales, tal como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 1.2.2. Composición de la Red de Puntos Focales del SEI

Ministerio	Dependencia
Defensa	D.G. Infraestructura
Interior	D.G. Tráfico
Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	D.G. Carreteras
	Agencia Estatal de Seguridad Aérea
	D.G. Marina Mercante
	Organismo Público Puertos del Estado
	D.G. Programación Económica y Presupuestos
	D.G. Transporte Terrestre
	S.G. Planificación de Infraestructuras y Transporte
	D.G. Instituto Geográfico Nacional
Sanidad	Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios
Asuntos Económicos y Transformación Digital	Instituto Nacional de Estadística
Transición Ecológica y el Reto Demográfico	Secretaría de Estado de Energía
	D.G. de Calidad y Evaluación Ambiental
	D.G. Agua
	Oficina Española de Cambio Climático
	Agencia Estatal de Meteorología
	D.G. Biodiversidad, Bosques y Desertificación
	D.G. Política Energética y Minas

Ministerio	Dependencia
Agricultura, Pesca y Alimentación	Entidad Estatal Seguros Agrarios (ENESA)
	D.G. Sanidad de la Producción Agraria
	D.G. Producciones y Mercados Agrarios
	S.G. Análisis, Coordinación y Estadística
	D.G. Industria Alimentaria
	D.G. Ordenación Pesquera y Acuicultura

Finalmente, el SEI cuenta con un amplio sistema de colaboración con asociaciones, empresas y otro tipo de entidades a nivel nacional con las que coopera activamente, ya sea para la obtención de datos de base para el cálculo de emisiones o de información especializada para el desarrollo, actualización o mejora de metodologías de estimación de las emisiones.

También se ha establecido un grupo de contacto con las administraciones de las comunidades autónomas vinculadas con los inventarios nacionales de emisiones a través del cual se intercambia información. La actividad de este grupo se realiza, principalmente por correo electrónico y se reúne una vez al año.

1.2.2 Planificación del SEI

En el siguiente cronograma se resume la planificación del proceso de elaboración anual del Inventario Nacional de Emisiones de GEI que abarca desde el momento de inicio de la edición del año X en la segunda mitad del mes de abril del año X-1 hasta el cierre definitivo de la edición, almacenamiento de los datos y creación de un nuevo Inventario Nacional en el CRF en el mes de septiembre del año X. El proceso de preparación del Inventario Nacional se describe en mayor detalle en el apartado 1.3.

Tabla 1.2.3. Cronograma de la planificación en la elaboración del Inventario Nacional

	Año X-1										Año X									
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S		
Planificación edición																				
Levantamiento de información y datos de base																				
Elaboración del Avance de Emisiones del año X																				
Implementación de mejoras o recomendaciones																				
Tratamiento y explotación de datos para el cálculo de emisiones																				
QC-Chequeo y control de calidad interno																				
Remisión de datos de emisiones para aprobación-DGCEA																				
Cumplimentación de tablas de reporte CRF																				
Reporte CRF a Comisión Europea (Gobernanza)																				
QA-Auditoría de Calidad del Inventario Nacional																				
Revisión (Step 1) del Inventario Nacional por la Comisión																				
Implementación de correcciones (si fuera necesario)																				
Redacción y actualización del NIR (NIR)																				
Reporte oficial CRF+NIR a la Comisión Europea (Gobernanza)																				
Revisión (Step 2) del Inventario Nacional por la Comisión																				
Reporte oficial CRF+NIR a UNFCCC																				
Reunión Anual Puntos Focales nacionales																				
Reunión Anual informativa CC. AA.																				
Actualización página Web SEI																				
Revisión UNFCCC																				

	Año X-1										Año X									
	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S		
Actualización del Plan de Mejoras																				
Creación nueva remisión en <i>CRF Reporter</i>																				
Cierre edición. Archivo de datos																				

1.2.3 Garantía y control de calidad (QA/QC) y verificación del Inventario Nacional

Como parte del proceso de elaboración anual del Inventario Nacional de Emisiones, los resultados e informes son sometidos a estrictos controles de calidad internos (QC) y evaluaciones de la calidad por terceros externos independientes (QA). En el apartado 1.6 de este informe se incluye una descripción detallada de los protocolos de chequeo y herramientas de análisis y registro de deficiencias, integrados a lo largo de todo el proceso de compilación del Inventario Nacional. Se incluye además información sobre las actividades de garantía de la calidad (QA) y verificaciones.

1.2.4 Cambios en el Sistema Español de Inventario

Durante el año 2022 no se han producido cambios en el Sistema Español de Inventario.

1.3 Preparación del Inventario Nacional

El Inventario Nacional se puede presentar en diversos formatos de salida, como el que corresponde a las emisiones de gases de efecto invernadero, que se realiza tanto para la Comisión de la Unión Europea como para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés). A continuación, se describen las diferentes etapas que componen la preparación del Inventario Nacional.

Los principales hitos en el proceso de preparación del Inventario Nacional son los siguientes:

Tabla 1.3.1. Principales hitos en el proceso de preparación del Inventario Nacional

Fecha	Hito
28-mar-2022	Inicio oficial de la edición 2022 del Inventario Nacional
25-abr-2022	Inicio de la recopilación de datos
13-jun-2022	Inicio del tratamiento de datos
28-nov-2022	Final del tratamiento de datos
2-dic-2022	Envío de datos de emisiones para aprobación interna (DGCEA-MITECO)
23-dic-2022	Aprobación interna de los datos de emisiones (DGCEA-MITECO)
09-ene-2023	Inicio de la preparación de informes
15-ene-2023	Envío de tablas CRF y plantillas Gobernanza (Reglamento Gobernanza)
15-mar-2023	Reporte del informe y las tablas de la Decisión 529/2013/UE
15-mar-2023	Reporte de tablas CRF y NIR (Reglamento Gobernanza)
15-abr-2023	Reporte de tablas CRF y NIR (UNFCCC)

1.3.1 Identificación de categorías clave

El desarrollo de esta etapa tiene como objetivo preestablecer el orden de importancia relativa de las categorías de fuentes y sumideros por su contribución a las emisiones y absorciones del conjunto del Inventario Nacional, según el apartado 4.1.2 del capítulo 4 del Volumen 1 "Opción metodológica e identificación de categorías principales"⁹ de la Guía IPCC 2006. Este análisis

⁹ https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_4_Ch4_MethodChoice.pdf

constituye el punto de partida para asignar prioridades a la hora de mejorar el Inventario Nacional y completar el resto de las actividades del proceso de preparación.

Los cálculos se han realizado de acuerdo a la contribución de las emisiones de las diferentes categorías al nivel y a la tendencia, tanto en enfoque 1 como en enfoque 2.

En el apartado 1.5 “Breve descripción de las categorías clave” y en el anexo 1 “Categorías Clave” se desarrollan los cálculos y resultados de este análisis.

En esta misma fase se lleva a cabo también una revisión del plan de mejoras para identificar las áreas prioritarias. Al inicio de la edición 2023, un total de 19 recomendaciones de procesos de revisión anteriores (tanto para GEI como para contaminantes atmosféricos) se encontraban “no resueltas” (1) o “en desarrollo” (18). Además, 75 puntos de mejora interna de distinta relevancia habían sido identificados.

El resultado de la combinación del análisis de categorías clave con el plan de mejoras condicionó los siguientes pasos en la preparación del Inventario Nacional.

1.3.2 Elección de los métodos para la estimación de las emisiones

Se incluyen dentro de esta etapa tanto la elección inicial para una categoría no considerada con anterioridad, como la del método revisado cuando se promueve un cambio metodológico.

Criterios de elección de métodos

La elección del método se orienta en cada caso a obtener el resultado más exacto y preciso de las emisiones de cada actividad examinada con un plan de mejora progresiva a lo largo del tiempo, yendo a enfoques cada vez más avanzados.

El Inventario Nacional ha completado la implantación de la totalidad de las directrices establecidas en la Guía IPCC 2006. Estas directrices han sido complementadas con otras fuentes de referencia tales como la Guía EMEP/EEA 2019 (y versiones anteriores), la Guía AP-42 de EPA-EEUU y otras fuentes de referencia secundarias.

Adicionalmente, se dispone de metodologías específicas nacionales desarrolladas para determinadas categorías del Inventario Nacional.

Tipología de los métodos

La elección de la metodología se ajusta a alguno de los tipos establecidos en la siguiente clasificación de métodos:

- Métodos basados en datos de emisiones observadas:
 - Medición continua
 - Medición a intervalos periódicos
- Métodos basados en procedimientos de cálculo:
 - Balance de materiales
 - Modelización/correlación
 - Factor de emisión

Revisión de métodos

Se realiza un examen de metodologías centrado principalmente en las que, estando asociadas a categorías principales, sean candidatas prioritarias a una mejora en su enfoque (avance de nivel). Para las categorías no clave, se establece un plan de examen rotatorio de forma que, de manera cíclica, se analice el potencial de mejora metodológica de todas ellas.

1.3.3 Recopilación de datos

El objeto de esta fase es la recopilación de los datos requeridos sobre parámetros y variables de actividad, de la información sobre algoritmos y factores de emisión, y, en su caso, sobre emisiones medidas o estimadas y, en general, de la información necesaria para la aplicación de los métodos seleccionados según actividad.

Esta fase comenzó el 21 de abril de 2022 con el envío de las solicitudes de información, a través del correo electrónico, a los diferentes proveedores de información, que habían sido preparadas en las semanas previas.

La información se recoge por dos vías de distinta naturaleza. Por un lado, a través del sector privado, donde la captación de información se realiza mediante el contacto directo con empresas o asociaciones del sector y cuyo plazo para el envío de solicitudes finalizó el 31 de mayo de 2022. Por otro lado, a través de organismos institucionales de la Administración General del Estado, denominados Puntos Focales, cuya fecha límite de envío fue la misma que para las entidades privadas.

En esta fase, se enviaron un total de 151 solicitudes de información que contenían 282 cuestionarios. El proceso de solicitud de información, envío y recepción de cuestionarios, altas, bajas de proveedores, archivo de la documentación recibida, etc., queda registrado y controlado mediante una base de datos de solicitudes de información (BDSI) creada en MS Access, de manera que quede garantizada la conservación y el acceso a la información. El proceso de recopilación de datos se completa con información disponible en Internet (anuarios, informes anuales, portales estadísticos, etc.).

En la siguiente figura se representa la evolución del proceso de recopilación de datos. En esta edición se ha observado un déficit en la información proveniente de organismos institucionales, habiendo quedado pendiente de recibir algunas solicitudes.

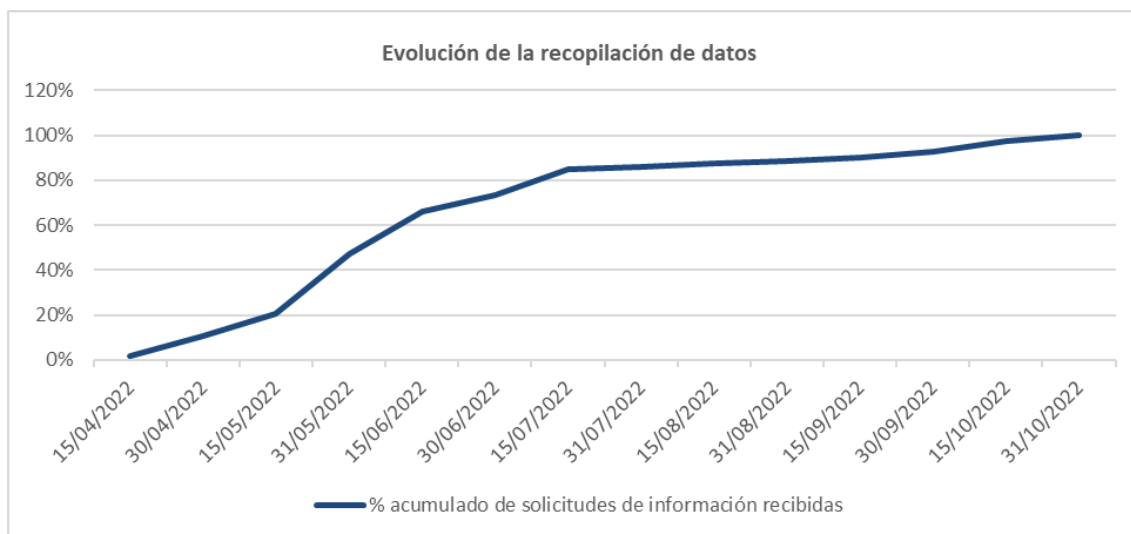


Figura 1.3.1. Evolución de la recopilación de datos (edición 2023)

A continuación, se muestra una tabla resumen del proceso con los resultados del proceso de recopilación de información:

Tabla 1.3.2. Relación de efectividad en el envío de información

Tipo de solicitud	Porcentaje respondido (%)	Porcentaje respondido con retraso (%)	Promedio de retraso (días)
EMPRESAS PRIVADAS Y ASOCIACIONES SECTORIALES	97	38	24
INSTITUCIONALES	75	90	50

Parte de la información recibida correspondía a información secundaria no esencial para la estimación de emisiones, y en los casos en los que la información no recibida era esencial, se empleó la técnica de extrapolación para su estimación. Una vez recibida la información es validada y, en caso de no ser completa, se contacta de nuevo con el proveedor de información.

1.3.4 Tratamiento de los datos

Esta fase engloba la integración de los datos de base con los métodos de estimación de las emisiones para la aplicación de los procedimientos de cálculo de las emisiones.

Los datos de actividad, factores de emisión y procedimientos de cálculo están implementados en la Base de Datos Central del Inventario de Emisiones (BDCIE), donde se gestiona el tratamiento de los datos y se genera la estimación de las emisiones. Existen, además, procedimientos de cálculo previos que se realizan externamente a la base de datos, en herramientas del tipo hojas de cálculo o bases de datos auxiliares¹⁰.

Dentro de esta fase se engloba también el tratamiento de datos que supone el replanteamiento de metodologías y los nuevos cálculos. En el capítulo 10 se describen los nuevos cálculos realizados en esta edición del Inventario Nacional.

La información de base obtenida de los proveedores se representa y archiva en la BDCIE, realizando los pasos siguientes:

- Ampliación, si es preciso, del esquema relacional con la representación de los nuevos conjuntos de datos recibidos.
- Verificación e integración de los datos en la base de datos:
 - Aplicación de los criterios de coherencia de los datos: se identifican las ausencias de información, se detectan los datos anómalos (erróneos o sospechosos de serlo) y se solicita al proveedor la información ausente y/o la subsanación o aclaración de los datos.
 - Integración en la base de datos de la información validada.

Se realiza una estimación preliminar de las emisiones y absorciones anuales por sectores y subsectores de categoría de actividad y gases, en caso de detectar anomalías, se investiga el origen de las mismas y se resuelven los posibles errores identificados.

Una vez resueltos los errores identificados, se realiza la estimación final de las emisiones y absorciones de acuerdo con las diversas nomenclaturas de actividades y en todos los formatos requeridos de presentación del Inventario Nacional, formato CRF¹¹ y formato NFR¹².

La fase de tratamiento de datos se realizó entre los meses de junio y noviembre de 2022, e implicó tanto el tratamiento de datos como la realización de los controles de calidad oportunos. En la figura siguiente se muestra la evolución de esta fase. Se observa un cierto desfase temporal comparado con la edición anterior por influencia del desarrollo de ciertas mejoras sectoriales durante el mes de octubre. A partir de mediados de octubre, el ritmo del tratamiento de datos se

¹⁰ En la aplicación práctica los más frecuentemente utilizados son hojas de cálculo basadas en MS Excel.

¹¹ CRF: *Common Reporting Format*.

¹² NFR: *Nomenclature For Reporting*.

acelera. Con la llegada de las estadísticas energéticas oficiales a finales de octubre y algunas otras solicitudes de información pendientes, el 21 de noviembre de 2021 se alcanzó el 100 % de datos procesados. Tras el tratamiento de los datos y su carga en la BDCIE, los técnicos sectoriales y el coordinador de QA/QC realizaron controles de calidad con una evolución temporal similar a la del tratamiento de datos, pero con un cierto desfase temporal.

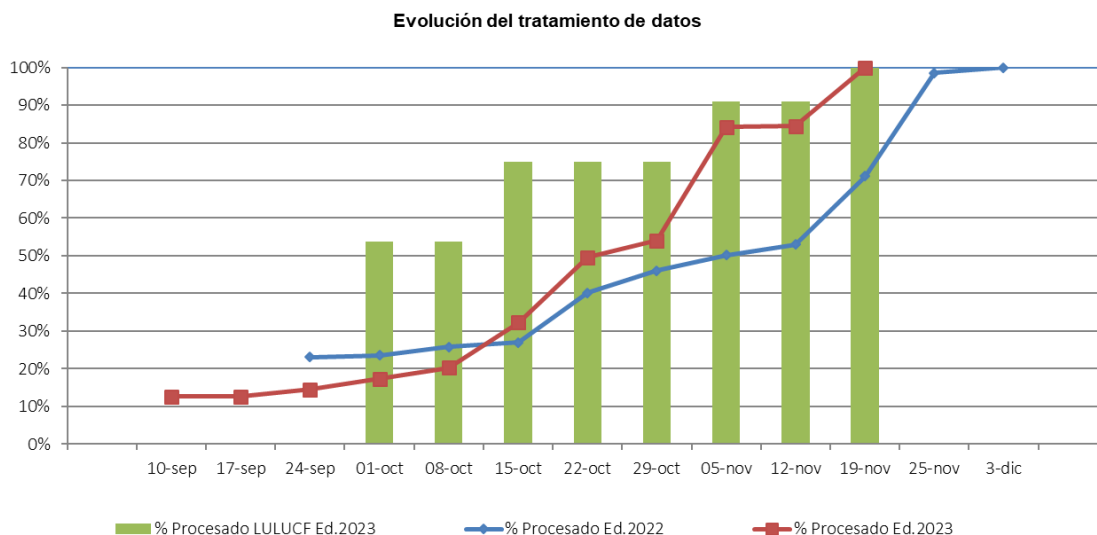


Figura 1.3.2. Evolución del tratamiento de datos en la edición 2023

1.3.5 Aprobación del Inventario Nacional

Los datos de emisiones y absorciones deben ser aprobados por la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos, tal y como se establece en la ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética (art. 40.2). Los datos fueron enviados para su aprobación el 2 de diciembre de 2022, y fueron aprobados finalmente el 23 de diciembre de 2022 mediante Acuerdo del CDGAE por la que se aprueba la edición 2023 del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera, disponible para su consulta en el siguiente enlace: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/resolucion_aprob_inv_ed2022_act_tcm30-536343.pdf.

1.3.6 Elaboración de tablas de resultados e informes

El SEI elabora informes y tablas de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos para dar cumplimiento a los distintos compromisos de información. Estos son preparados de acuerdo con el formato, contenidos y calendarios establecidos. La preparación de informes se basa en el análisis de categorías clave y el plan de mejoras e incluye la revisión de las claves de notación empleadas en las tablas de reporte.

En el seno del SEI se establece un comité de redacción al principio de esta fase para establecer el calendario de trabajo, el reparto de tareas y responsabilidades y acordar los contenidos, formato y estilos a emplear en los informes. Este comité, integrado por miembros del SEI y representantes de la asistencia técnica, se reunió de forma regular para esta edición tras la reunión de inicio celebrada el 10 de enero de 2023.

En el siguiente cuadro se resumen las obligaciones de información y los informes asociados a las mismas:

Tabla 1.3.3. Compromisos internacionales: informes asociados

Órgano	Normativa/Obligaciones	Contenidos	Gases
Comisión Europea	Convención Marco de Naciones Unidas sobre	NIR CRF Reporter	Gases efecto invernadero y otros gases

Órgano	Normativa/Obligaciones	Contenidos	Gases
	Cambio Climático y Acuerdo de París	(Informe anual y estimación de emisiones de gases de efecto invernadero)	(ver tabla 1.1.1)
	Regl (UE) 2018/1999	Tablas y anexos de reporte (en el NIR y otros)	Gases efecto invernadero y otros gases (ver tabla 1.1.1)
	Decisión N° 529/2013	Informe y tablas de reporte	Gases efecto invernadero y otros gases (ver tabla 1.1.1)
	Directiva NECD 2016/2284	IIR ¹³ Tablas NFR	Otros gases (ver tabla 1.1.1) Partículas: PM _{2,5} , PM ₁₀ , TSP, BC Metales pesados; Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn COP: PCDD/PCDF, PAH, HCB, PCB
UNFCCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y Acuerdo de París	NIR <i>CRF Reporter</i> (Informe anual y estimación de emisiones de gases de efecto invernadero)	Gases efecto invernadero y otros gases (ver tabla 1.1.1)
Convenio de Ginebra	Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia	IIR ¹¹ Tablas NFR	Otros gases (ver tabla 1.1.1) Partículas: PM _{2,5} , PM ₁₀ , TSP, BC Metales pesados; Pb, Cd, Hg, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn COP: PCDD/PCDF, PAH, HCB, PCB

En el apéndice 1.1 de este capítulo se adjunta el anexo I “Cuadro general de los requisitos de información y su presentación”, del Reglamento de Ejecución (UE) N.º 749/2014 de la Comisión, relativo a la estructura, el formato, los procesos de presentación de información y la revisión de la información notificada por los Estados miembros con arreglo al Reglamento (UE) N.º 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo (en adelante, Reglamento (UE) N.º 749/2014); en el que se indican donde se ubica en este documento, cada uno de los requerimientos de información del Reglamento (UE) 2018/1999.

1.4 Descripción general de las metodologías y las fuentes de datos utilizadas

Este apartado se desarrolla para el Inventario Nacional de la UNFCCC.

1.4.1 Descripción general de las metodologías

1.4.1.1 Principios de desarrollo del Inventario Nacional

A continuación, se comentan los principios que rigen la elaboración de esta edición 2023 del Inventario Anual Nacional de Gases de Efecto Invernadero.

Homogeneidad temporal

Se ha trabajado para garantizar que la serie temporal 1990-2021 fuera homogénea a lo largo de los años con la metodología de las Guías IPCC u otras metodologías utilizadas.

Cabe destacar que a la hora de realizar las estimaciones para obtener series temporales completas para el periodo 1990-2021, se han seguido principios de coherencia temporal, utilizando variables socioeconómicas significativas a nivel de actividad para estimar los datos de

¹³ IIR: *Informative Inventory Report*

la serie para los que no se ha obtenido información directa de las distintas fuentes de información, siguiendo las directrices contenidas en el volumen 1, capítulo 2, de la Guía IPCC 2006.

Por otro lado, es preciso señalar que las emisiones y absorciones estimadas por tipo de gas han sido expresadas en términos de CO₂ equivalente con los potenciales de calentamiento atmosférico del quinto *Assessment Report*¹⁴.

Realización de nuevos cálculos

En el capítulo 10 de este informe se describen con detalle los principales cambios y nuevos cálculos incluidos en esta edición del Inventario Nacional, debidos en gran parte a cambios metodológicos y en menor medida a la adaptación a las nuevas directrices establecidas en la Guía IPCC 2006.

Coherencia

La coherencia en la estimación de las emisiones de CO₂ derivadas de las actividades de combustión ha sido especialmente tenida en cuenta a lo largo de todo el proceso de tratamiento de las actividades que utilizan combustibles fósiles, ya que ha sido contrastada con la información de los años disponibles de las estadísticas energéticas oficiales de la Subdirección General de Prospectiva, Estrategia y Normativa en materia de Energía (SGPEN) del MITECO. El enfoque de referencia, mostrado en las tablas CRF de reporte oficial 1A(b) y 1A(c), puede, en este sentido, considerarse como un test de coherencia para la estimación de las emisiones de CO₂ derivadas de los procesos de combustión. Para más información, ver los anexos 2 y 4.

Además, mediante actividades de verificación (ver apartado 1.6.9) se ha analizado la coherencia con otras fuentes de datos de emisiones.

Exhaustividad

La exhaustividad se ha evaluado según la tipología de estatus de estimación recomendada por las guías IPCC: “NO” (no ocurre), “NE” (no estimada); “NA” (no aplica); “IE” (incluidas en otra parte) y “C” (confidencial).

En el apartado 1.8 “Evaluación general de la exhaustividad” y en la tabla de reporte oficial número 9 (“*Reporting tables Table 9 Completeness – Information on Notation Keys*”), se recoge la información del tratamiento de la exhaustividad en el Inventario Nacional.

Incertidumbre/calidad de la estimación

La valoración de la incertidumbre se ha realizado siguiendo el enfoque de nivel 1. El cálculo de la incertidumbre se ha realizado según las guías metodológicas IPCC (Guía de Buenas Prácticas 2000¹⁵, Guías IPCC 2006¹⁶, Suplemento de Humedales 2013¹⁷ y Guía Suplementaria del Protocolo de Kioto 2013¹⁸).

El cálculo de la incertidumbre se trata en el apartado 1.7 y en el anexo 6 de este informe.

Transparencia

La información contenida en las tablas de reporte CRF, variables de actividad, emisiones estimadas y factores de emisión implícitos, así como la demás información complementaria contenida en este informe, garantiza la transparencia informativa en la elaboración de los inventarios nacionales.

¹⁴ <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

¹⁵ <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf.html>

¹⁶ <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

¹⁷ <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/index.html>

¹⁸ <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/kpsg/index.html>

1.4.1.2 Metodología general aplicada por categoría de actividad IPCC

Los datos mostrados en el conjunto de tablas de reporte CRF de esta edición contienen toda la información relevante sobre las emisiones/absorciones de gases de efecto invernadero producidas en España en el periodo 1990-2021.

Los enfoques (niveles) recomendados para la estimación de las emisiones en las diferentes guías y directrices IPCC se adoptaron para todas aquellas actividades para las cuales dichos enfoques se consideraban los más ajustados, teniendo en cuenta los recursos y datos disponibles. En los casos en que se disponía de un enfoque nacional juzgado más adecuado que el enfoque IPCC alternativo, se adoptó, conforme a las propias recomendaciones de IPCC.

En las tablas CRF de reporte oficial “*Summary 3s1 y 3s2*” se muestran las metodologías de cada uno de los sectores y los enfoques adoptados (niveles 1, 2 y 3).

Energía: Procesos de Combustión (1A)

Se ha aplicado el balance de masas de carbono, para la estimación de las emisiones de CO₂, siempre que ha habido información disponible, tomando para las características de los combustibles los parámetros nacionales más específicos y aplicando un factor de oxidación de 1. En los casos en los que no se ha dispuesto de información específica, se han aplicado los valores por defecto de la Guía IPCC 2006.

Para los restantes gases se han utilizado:

- Factores de emisión de CH₄ y N₂O para las fuentes de combustión estacionarias y fuentes móviles (excepto tráfico por carretera), tomados de la Guía IPCC 2006.
- Algoritmos de estimación y factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O para el tráfico por carretera tomados de la Guía EMEP/EEA 2019.
- Factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O para la maquinaria móvil, industrial, agrícola y forestal, tomados de la Guía EMEP/EEA 2019.
- Factores de consumo y de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O para el queroseno del tráfico aéreo provenientes del modelo EUROCONTROL. Para la gasolina de aviación, los consumos proceden de las estadísticas energéticas oficiales elaboradas por la SGPEN del MITECO, y los factores de emisión de CO₂, CH₄ y N₂O han sido tomados de la Guía IPCC 2006.

Energía: Emisiones Fugitivas (1B)

En esta categoría se han utilizado métodos nacionales cuando se ha contado con información sobre procesos, factores de emisión, o algoritmos de estimación considerados más ajustados a la actividad del sector en España:

- Emisiones de CO₂ en los procesos (no combustivos) de transformación de combustibles, principalmente en coquerías y refino de petróleo.
- Emisiones de CH₄ en la minería y uso del carbón.
- Emisiones de CH₄ y CO₂ en el transporte y distribución por tubería de gas natural y otros combustibles gaseosos (aire metanado/propanado, propano, gas de fábrica).

En las restantes actividades de este sector se han utilizado factores de emisión de IPCC 2006.

Procesos Industriales y uso de otros productos (CRF 2)

Las emisiones de los tres gases principales con efecto invernadero (CO₂, CH₄, N₂O) procedentes de las actividades de este sector se han estimado siguiendo la metodología IPCC. En el caso importante de las emisiones de CO₂ originadas en los procesos de descarbonatación, se han utilizado los factores según tipo de carbonato, cuando se disponía de la cuantificación de los distintos carbonatos contenidos en las entradas-salidas de materia en los procesos correspondientes; y, en caso de que no se dispusiera de tal información por tipo de carbonato,

se han utilizado factores referidos al agregado de materia carbonatada tratada en proceso, según la información disponible en cada sector.

Por otro lado, en las actividades en las que se ha realizado la estimación de las emisiones de CO₂ utilizando un planteamiento de balance de masas, se ha tenido en cuenta el contenido de carbono de los flujos de entrada (materias primas, agentes reductores, aditivos, etc.) o salida a los procesos, teniendo en consideración, en su caso, la fracción de origen fósil de estos insumos y productos. Tal es el caso, por ejemplo, de las emisiones en los procesos de fabricación de ferroaleaciones, silicio metal, zinc, carburo de calcio o producción de hidrógeno.

Para las emisiones de CO₂ procedentes de la producción de etileno en la industria petroquímica, se ha contado con información directa de plantas que operan en España para la obtención de un factor de emisión nacional.

En el caso de las emisiones de N₂O en la fabricación de ácido nítrico, se ha tomado la información sobre mediciones de este gas y sobre las técnicas de reducción de las emisiones facilitadas desde el año 2001, vía cuestionario individualizado, por las plantas actualmente en funcionamiento, habiéndose derivado un factor de emisión para cada planta en el periodo 1990-2000. Para las restantes plantas se han utilizado factores de emisión de la Guía IPCC 2006 por tipo de proceso empleado (para un mayor detalle ver el capítulo 4 de este informe).

Para la estimación de las emisiones de gases fluorados (HFC, PFC, y SF₆) se ha aplicado la Guía IPCC 2006, salvo en los casos de la refrigeración y aire acondicionado y el SF₆ en equipamiento eléctrico, categorías para las que se cuenta con metodología específica nacional.

Para el resto de disolventes y otros productos se han utilizado métodos nacionales complementados con factores de la Guía EMEP/EEA 2019 (y versiones anteriores).

Agricultura (CRF 3)

En el grupo de actividades agrícolas debe diferenciarse el tratamiento metodológico por subsectores y, en su caso, tipo de gas.

- Las emisiones de CH₄ provenientes de fermentación entérica se estiman usando diferentes enfoques metodológicos, de acuerdo con la disponibilidad de información y el peso de las emisiones de cada especie ganadera, siguiendo los árboles de decisión de las figuras 10.1 y 10.2 del capítulo 10, volumen 4, de la Guía IPCC 2006. Se aplica metodología nivel 2 para vacuno, ovino, caprino, porcino ibérico y équidos, utilizando en su mayor parte parámetros nacionales relacionados con la dieta alimentaria, las características productivas, las necesidades energéticas y la relación entre energía y proteína; para porcino blanco con producción muy tecnificada y alimentación muy homogénea a lo largo del año se considera de nivel 3. Para conejos, la metodología aplicada es de nivel 1. Para las cabañas avícolas esta emisión se considera no relevante y no se estima.
- Las emisiones de CH₄ y N₂O provenientes de la gestión de estiércoles se estiman siguiendo la Guía IPCC 2006, con niveles metodológicos de nivel 2 para todas las cabañas ganaderas; para la estimación se ha utilizado información nacional sobre el nitrógeno o los sólidos volátiles excretados y la distribución de los sistemas de gestión de estiércoles, cuando está disponible, o bien aplicando los valores recomendados por las metodologías. Para conejos, la metodología aplicada es de nivel 1.
- Se utiliza la metodología y los factores de emisión de nivel 1 propuestos por la Guía IPCC 2019 Refinement para las emisiones de N₂O provenientes de la fertilización de los suelos agrícolas, a excepción de las emisiones indirectas de N₂O, cuya metodología es de nivel 2.
- La estimación de las emisiones de gases generados en la quema de residuos agrícolas se ha realizado utilizando la metodología de nivel 2 de la Guía IPCC 2006.

- Se utiliza la metodología y los factores de emisión de nivel 1 propuestos por la Guía IPCC 2006 para la estimación de las emisiones de CH₄ en el cultivo del arroz, de CO₂ por la aplicación de urea, de otros fertilizantes con carbono y de enmiendas calizas.

Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y selvicultura (CRF 4)

En este grupo se informa de las emisiones y absorciones de CO₂ asociadas al cambio en las existencias de carbono de los depósitos en las tierras que permanecen como tales en las categorías de tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales y humedales. Además, se informa de las emisiones y absorciones de CO₂ asociadas al cambio en las existencias de carbono de los depósitos en las tierras en transición a todas las categorías de uso de la tierra: tierras forestales, tierras de cultivo, pastizales, humedales, asentamientos y otras tierras. También se estiman las emisiones/absorciones debidas a los cambios de existencias de carbono en los productos madereros. Además, se informa de las emisiones de los gases de efecto invernadero distintos de CO₂ debidas a incendios y quemas controladas en las tierras forestales, tierras de cultivo y pastizales que permanecen como tales, así como de CO₂, CH₄ y N₂O debidas a incendios para tierras en transición a los citados usos de la tierra. Finalmente, se informa de las emisiones directas e indirectas de N₂O relacionadas con la pérdida de materia orgánica en suelos minerales debido a cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales.

La estimación de la serie temporal de superficies por categorías de usos de la tierra y cambios de usos de la tierra deriva de un proyecto cartográfico acometido de forma coherente y sobre una base explícita en el espacio, que ha permitido desarrollar una nueva serie cartográfica completa entre los años 1970 y 2018, basada en la explotación de las mejores cartografías fuente disponibles a nivel nacional.

La metodología empleada en el sector LULUCF sigue las orientaciones de la Guía IPCC 2006 y, en parte, del Suplemento de Humedales 2013, de la Guía Suplementaria del KP 2013 y de la Guía de Buenas Prácticas IPCC de 2003, utilizándose, en los algoritmos de estimación de emisiones/absorciones, parámetros nacionales siempre que ha sido posible, mientras que, en los casos en que no se dispone de tal información se ha recurrido a los propuestos en la Guía IPCC 2006.

Residuos (CRF 5)

Para las emisiones de CH₄ y N₂O en esta categoría se han seguido las directrices de la Guía IPCC 2006.

Tratamiento de los bunkers internacionales de combustibles

Para la estimación, *pro memoria*, de las emisiones correspondientes al tráfico marino internacional se ha tomado como información de base las cifras de consumo de combustibles que en las estadísticas energéticas oficiales de la SGPEN del MITECO aparecen asignadas a este modo de transporte. Para el tráfico aéreo internacional, las cifras de consumo de combustibles proceden del modelo EUROCONTROL.

En el capítulo 3 “Energía” se desarrolla la metodología aplicada en este caso.

1.4.1.3 Fuentes de datos utilizadas

A continuación se indican, por cada sector CRF, las principales fuentes de información de forma agregada. En los capítulos sectoriales, se encuentran las fuentes de información más en detalle.

Las fuentes de información citadas son las siguientes:

- Cuestionarios individualizados: cuando se solicita a plantas, centrales concretas. En los sectores Energía y Procesos Industriales y Uso de Otros Productos, gran parte de la información procede de ellos.
- Fuentes estadísticas oficiales: información procedente de los puntos focales (apéndice 1.2).

- Estadísticas energéticas oficiales (SGPEN del MITECO, para EUROSTAT y AIE): se utilizan principalmente en el sector Energía y se han querido destacar frente a la información procedente de fuentes oficiales debido a la relevancia sobre los cálculos globales del Inventario Nacional.
- Información de las principales asociaciones del sector: cuando una asociación que aglutina diversas empresas de un mismo sector proporciona la información solicitada.

Tabla 1.4.1. Principales fuentes de información por sectores

Sectores	Principales fuentes de información
1. Energía	
A. Actividades de combustión	
1. Industrias de la energía	- Cuestionarios individualizados - Estadísticas energéticas oficiales (MITECO)-EUROSTAT y AIE
2. Combustión estacionaria en la industria	- Cuestionarios individualizados - Estadísticas energéticas oficiales (MITECO)-EUROSTAT y AIE - Información de la principales asociaciones del sector
3. Transporte	- Estadísticas nacionales procedentes del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana - Estadísticas energéticas oficiales (MITECO)-EUROSTAT y AIE - Cuestionarios individualizados
4. Otros sectores	- Fuentes estadísticas oficiales - Estadísticas energéticas oficiales (MITECO)-EUROSTAT y AIE
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	
1. Combustibles sólidos	- Cuestionarios individualizados
2. Petróleo y gas natural	- Estadísticas energéticas oficiales (MITECO)-EUROSTAT y AIE
2. Procesos Industriales	
A. Productos minerales	- Cuestionarios individualizados - Información de las principales asociaciones del sector
B. Industria química	
C. Producción metalúrgica	
D. Consumo no energético de combustibles y usos de disolventes	- Fuentes estadísticas oficiales - Información de las principales asociaciones del sector
E. Industrias electrónica	- Información de las principales asociaciones del sector
F. Consumo de gases fluorados	- Cuestionarios individualizados - Información de las principales asociaciones del sector - Datos del impuesto sobre los gases fluorados de efecto invernadero (Ley 16/2013)
G. Otras fuentes de emisión de procesos industriales	- Información de las principales asociaciones del sector
H. Otros	- Información de las principales asociaciones del sector - Cuestionarios individualizados
3. Agricultura	
A. Fermentación entérica	- Fuentes estadísticas oficiales
B. Gestión del estiércol	
C. Cultivo de arroz	
D. Suelos agrícolas	
E. Quemadas planificadas de sabanas	
F. Quema en campo de residuos agrícolas	
G. Enmiendas calizas	
H. Aplicación de urea	
I. Otros fertilizantes con contenido orgánico	
J. Otros	
4. Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y selvicultura	- Fuentes estadísticas oficiales
5. Residuos	

Sectores	Principales fuentes de información
A. Depósito en vertederos de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> - Cuestionarios individualizados - Fuentes estadísticas oficiales
B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	
D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	
E. Otros-Extendido de lodos	

1.5 Breve descripción de las categorías clave

El cálculo de las categorías clave se realiza según apartado 4.3.1 del capítulo 4 del volumen 1 “Opción metodológica e identificación de categorías principales” de la Guía IPCC 2006. La metodología, enfoque y criterios de agregación para la designación de las categorías clave del Inventario Nacional, están detalladas en el anexo 1 de este documento.

1.5.1 Inventario Nacional de gases de efecto invernadero para informar a la UNFCCC

La identificación de las categorías clave se ha realizado, en primer lugar, para el conjunto de categorías del Inventario Nacional con exclusión de las correspondientes a las categorías de LULUCF y, en segundo lugar, se han considerado adicionalmente a las anteriores las correspondientes LULUCF. La determinación cuantitativa de las categorías clave se ha desarrollado para el año base¹⁹ y para el año 2021. Tras un análisis, se ha confirmado que todas las categorías clave por su contribución al nivel en el año base están incluidas como categorías clave respecto al año 2021. La tabla A1.2 del anexo 1 muestra la relación de estas categorías clave por su contribución al nivel respecto al año base.

Los criterios adoptados en la presente edición del Inventario Nacional para el análisis de las categorías clave y la agregación de actividades responden a los principios establecidos en la Guía IPCC 2006 y los de la Guías de Buenas Prácticas IPCC de 2000 que, en todo caso, dejan un amplio margen para incorporar consideraciones nacionales.

Se realizan dos tipos de enfoque, 1 y 2, considerando una categoría clave para el Inventario Nacional si ha sido identificada como tal en alguno de los dos niveles.

En la tabla 1.5.1 se incluyen los resultados de las categorías clave entre todos los sectores considerados dadas las agrupaciones establecidas por el Inventario Nacional explicadas anteriormente. La tabla muestra las categorías clave resaltadas en negrita y sombreadas con los cuatro criterios para ser categoría clave; nivel y tendencia con enfoque 1 y enfoque 2. Para cada criterio que se cumple se muestra la posición y la contribución (X (Y %)), aportando así más información sobre la relevancia de la categoría clave.

Tabla 1.5.1. Resumen de categorías clave para el año 2021

Actividad IPCC	Gas	Análisis de categoría clave 2021 Posición (Contribución %)				Nueva KC 2021
		ENFOQUE 1		ENFOQUE 2		
		L	T	L	T	
1A1-Industrias de la energía	N₂O	-	-	15 (1,5 %)	20 (1,2 %)	
1A1-Industrias de la energía	CH ₄	-	-	-	-	
1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Gaseosos	CO₂	5 (5,8 %)	4 (7 %)	-	19 (1,4 %)	
1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Sólidos	CO₂	12 (2,5 %)	1 (22,4 %)	-	1 (8,3 %)	

¹⁹ El año base para el análisis de las categorías clave se refiere a la suma de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O de 1990 y de los gases fluorados de 1995 (ver apartado 1.1.1).

Actividad IPCC	Gas	Análisis de categoría clave 2021 Posición (Contribución %)				Nueva KC 2021
		ENFOQUE 1		ENFOQUE 2		
		L	T	L	T	
1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Líquidos	CO ₂	15 (1,8 %)	26 (0,4 %)	-	-	
1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Otros	CO ₂	26 (0,6 %)	22 (0,7 %)	-	23 (1,1 %)	
1A1b-Refino de petróleo - Líquidos	CO ₂	13 (2,1 %)	10 (2,1 %)	-	28 (0,7 %)	
1A1b-Refino de petróleo - Gaseosos	CO ₂	19 (1,1 %)	15 (1,3 %)	-	-	
1A1b-Refino de petróleo - Otros	CO ₂	-	-	-	-	
1A1c-Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Gaseosos	CO ₂	-	-	-	-	
1A1c-Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Sólidos	CO ₂	-	21 (0,7 %)	-	-	
1A1c-Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Líquidos	CO ₂	-	-	-	-	
1A2-Combustión estacionaria en la industria - Gaseosos	CO ₂	2 (10,6 %)	3 (9,4 %)	12 (2,4 %)	8 (4,4 %)	
1A2-Combustión estacionaria en la industria - Líquidos	CO ₂	10 (2,9 %)	5 (6,3 %)	16 (1,3 %)	6 (5,9 %)	
1A2-Combustión estacionaria en la industria - Sólidos	CO ₂	14 (2 %)	8 (3,2 %)	17 (1,3 %)	9 (4,2 %)	
1A2-Combustión estacionaria en la industria	CH ₄	29 (0,4 %)	24 (0,4 %)	9 (3,5 %)	2 (7,9 %)	
1A2-Combustión estacionaria en la industria - Otros	CO ₂	-	-	-	-	
1A2-Combustión estacionaria en la industria	N ₂ O	-	-	23 (0,7 %)	-	Nueva
1A3a-Tráfico aéreo nacional	CO ₂	21 (0,8 %)	-	-	-	
1A3a-Tráfico aéreo nacional	N ₂ O	-	-	-	-	
1A3a-Tráfico aéreo nacional	CH ₄	-	-	-	-	
1A3b-Transporte por carretera - Gasóleo	CO ₂	1 (21,6 %)	2 (16,3 %)	6 (5 %)	3 (7,8 %)	
1A3b-Transporte por carretera - Gasolina	CO ₂	6 (5,5 %)	7 (4,3 %)	18 (1,3 %)	13 (2 %)	
1A3b-Transporte por carretera - Otros	CO ₂	30 (0,3 %)	-	24 (0,7 %)	16 (1,7 %)	
1A3b-Transporte por carretera	N ₂ O	-	-	-	-	
1A3b-Transporte por carretera	CH ₄	-	-	-	-	
1A3c-Ferrocarriles	CO ₂	-	-	-	-	
1A3c-Ferrocarriles	N ₂ O	-	-	-	-	
1A3c-Ferrocarriles	CH ₄	-	-	-	-	
1A3d-Tráfico marítimo nacional	CO ₂	20 (1 %)	16 (1 %)	10 (3,2 %)	4 (7 %)	
1A3d-Tráfico marítimo nacional	N ₂ O	-	-	-	-	
1A3d-Tráfico marítimo nacional	CH ₄	-	-	-	-	
1A3e-Otros modos de transporte	CO ₂	-	-	-	-	
1A3e-Otros modos de transporte	CH ₄	-	-	-	-	
1A3e-Otros modos de transporte	N ₂ O	-	-	-	-	
1A4-Combustión en otros sectores - Líquidos	CO ₂	3 (7,6 %)	-	7 (5 %)	-	
1A4-Combustión en otros sectores - Gaseosos	CO ₂	7 (5,2 %)	6 (5,9 %)	19 (1,2 %)	12 (2,7 %)	
1A4-Combustión en otros sectores	CH ₄	31 (0,3 %)	-	13 (1,8 %)	-	
1A4-Combustión en otros sectores - Sólidos	CO ₂	-	19 (0,7 %)	-	17 (1,6 %)	
1A4-Combustión en otros sectores	N ₂ O	-	-	22 (0,9 %)	-	
1A5-Otros transportes	CO ₂	-	-	-	-	
1A5-Otros transportes	N ₂ O	-	-	-	-	
1A5-Otros transportes	CH ₄	-	-	-	-	
1B1-Emissiones fugitivas - combustibles sólidos	CO ₂	-	-	-	32 (0,6 %)	Nueva
1B1-Emissiones fugitivas - combustibles sólidos	CH ₄	-	18 (0,8 %)	-	11 (3,2 %)	
1B2-Emissiones fugitivas - petróleo y gas natural	N ₂ O	-	-	-	-	
1B2a-Emissiones fugitivas de distribución de combustibles líquidos	CO ₂	18 (1,1 %)	20 (0,7 %)	-	31 (0,6 %)	
1B2a-Emissiones fugitivas de distribución de combustibles líquidos	CH ₄	-	-	-	-	
1B2b-Emissiones fugitivas de distribución de combustibles gaseosos	CH ₄	-	-	-	-	
1B2b-Emissiones fugitivas de distribución de combustibles gaseosos	CO ₂	-	-	-	-	

Actividad IPCC	Gas	Análisis de categoría clave 2021 Posición (Contribución %)				Nueva KC 2021
		ENFOQUE 1		ENFOQUE 2		
		L	T	L	T	
1B2c-Emisiones fugitivas de antorchas	CO ₂	-	-	-	-	
1B2c-Emisiones fugitivas de antorchas	CH ₄	-	-	-	-	
2A1-Producción de cemento	CO₂	9 (2,9 %)	14 (1,7 %)	21 (0,9 %)	22 (1,1 %)	
2A2-Producción de cal	CO₂	28 (0,5 %)	-	-	-	
2A3-Producción de vidrio	CO ₂	-	-	-	-	
2A4-Otros usos de carbonatos	CO ₂	-	-	-	-	
2B1-Producción de amoníaco	CO ₂	-	-	-	-	
2B10-Producción de hidrógeno	CO ₂	-	-	-	-	
2B2-Producción de ácido nítrico	N₂O	-	17 (1 %)	-	25 (0,8 %)	
2B4-Caprolactama	N ₂ O	-	-	-	-	
2B5-Producción de carburos	CO ₂	-	-	-	-	
2B5-Producción de carburos	CH ₄	-	-	-	-	
2B7-Producción de carbonato sódico	CO ₂	-	-	-	-	
2B8-Industria petroquímica y negro de humo	CO₂	22 (0,7 %)	-	14 (1,6 %)	-	
2B8-Industria petroquímica y negro de humo	CH ₄	-	-	-	-	
2B9-Producción de halocarburos	HFC&PFC	-	9 (2,1 %)	-	-	
2C1-Producción de hierro y acero	CO₂	23 (0,6 %)	-	-	-	
2C1-Producción de hierro y acero	CH ₄	-	-	-	-	
2C1-Producción de hierro y acero	N ₂ O	-	-	-	-	
2C2-Producción de ferroaleaciones	CO ₂	-	-	-	-	
2C2-Producción de ferroaleaciones	CH ₄	-	-	-	-	
2C3-Producción de aluminio	CO ₂	-	-	-	-	
2C3-Producción de aluminio	PFC	-	25 (0,4 %)	-	-	
2C5-Producción de plomo	CO ₂	-	-	-	-	
2C6-Producción de zinc	CO ₂	-	-	-	-	
2C7-Otros / Producción de silicio	CO ₂	-	-	-	-	
2D-Uso de disolventes y otros	CO ₂	-	-	-	-	
2F1-Refrigeración y aire acondicionado	HFC&PFC	17 (1,6 %)	11 (2 %)	-	24 (0,9 %)	
2F2-Agentes espumantes	HFC&PFC	-	-	-	-	
2F3-Protección contra incendios	HFC&PFC	-	-	-	-	
2F4-Aerosoles	HFC&PFC	-	-	-	-	
2G-Uso y fabricación de otros productos	N ₂ O	-	-	-	-	
2G-Uso y fabricación de otros productos	SF ₆	-	-	-	-	
3A-Fermentación entérica	CH₄	4 (6 %)	23 (0,6 %)	3 (7,1 %)	18 (1,5 %)	
3B1-Gestión de estiércoles	CH₄	11 (2,9 %)	-	5 (6,6 %)	30 (0,6 %)	
3B2-Gestión de estiércoles	N₂O	24 (0,6 %)	-	11 (3 %)	26 (0,8 %)	
3C1-Cultivo de arroz	CH ₄	-	-	-	-	
3D1-Suelos agrícolas - Emisiones directas	N₂O	16 (1,6 %)	-	2 (12,6 %)	14 (1,9 %)	
3D2-Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N₂O	27 (0,5 %)	-	8 (4,4 %)	27 (0,8 %)	
3F-Quema de residuos agrícolas	CH₄	-	-	-	15 (1,8 %)	
3F-Quema de residuos agrícolas	N ₂ O	-	-	-	-	
3G-Enmienda caliza	CO ₂	-	-	-	-	
3H-Urea	CO ₂	-	-	-	-	
3I-Otros fertilizantes con carbono.	CO ₂	-	-	-	-	
5A-Depósito en vertederos de residuos sólidos	CH₄	8 (3,6 %)	12 (1,8 %)	4 (6,6 %)	5 (7 %)	
5B-Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH₄	-	-	25 (0,7 %)	21 (1,1 %)	
5B-Tratamiento biológico de residuos sólidos	N₂O	-	-	-	29 (0,7 %)	
5C-Incineración y quema al aire libre de residuos	CH ₄	-	-	-	-	
5C-Incineración y quema al aire libre de residuos	N ₂ O	-	-	-	-	
5C-Incineración y quema al aire libre de residuos	CO ₂	-	-	-	-	

Actividad IPCC	Gas	Análisis de categoría clave 2021 Posición (Contribución %)				Nueva KC 2021
		ENFOQUE 1		ENFOQUE 2		
		L	T	L	T	
5D-Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH ₄	25 (0,6 %)	13 (1,7 %)	20 (0,9 %)	7 (5,6 %)	
5D-Tratamiento y eliminación de aguas residuales	N ₂ O	-	-	1 (16,2 %)	10 (3,9 %)	
5E1-Extendido de lodos	CH ₄	-	-	-	-	

Se desprende de los resultados expuestos en la tabla anterior que la nueva categoría clave aparecida en esta edición afecta a los sectores de Energía y Residuos. Concretamente, en la edición 2023 del Inventario las nuevas categorías clave son:

- 1A2 (N₂O) - Combustión estacionaria en la industria
- 1B1 (CO₂) - Emisiones fugitivas - combustibles sólidos

En estos casos, estas categorías probablemente pasan a ser clave como consecuencia de lo siguiente:

- Para el N₂O, una de las principales categorías emisoras de este contaminante, se ha recalculado en esta edición, pasando a emitir en toda la serie aproximadamente la mitad de lo reportado la edición pasada: se trata de 3D1 Suelos agrícolas, emisiones directas de N₂O (principalmente por la adopción de factores de emisión de Guía 2019 Refinement, y otras modificaciones de parámetros). Esto ha hecho cobrar peso a la nueva categoría, que ya la edición pasada estuvo cerca de ser clave: 1A2.
- Para 1B1 (CO₂), las emisiones de 2021 han cuadruplicado las de 2020, debido al aumento de la producción de coquerías.

Al inicio de los capítulos sectoriales (capítulos del 3 al 7) se resumen las novedades en categorías clave de cada sector. En el citado anexo 1 se incluyen los análisis completos a nivel 1 y a nivel 2 con todos los cálculos, tanto para el año en curso como para el año base.

1.6 Información sobre el plan de garantía y control de calidad (QA/QC) y verificación

En este apartado se describe el sistema de QA/QC del Inventario Nacional, incluida la verificación y el tratamiento de la confidencialidad. El plan de garantía y control de calidad se ha diseñado siguiendo las orientaciones proporcionadas por la Guía IPCC 2006 y la Guía EMEP/EEA 2019. Adicionalmente, se ha empleado como referencia el documento de trabajo SWD (2013)308²⁰ de la Comisión Europea.

Como se indica en el apartado 1.2, el Sistema Español de Inventario (SEI) es el responsable de la compilación y mantenimiento de los Inventarios de contaminantes atmosféricos y de gases de efecto invernadero, así como de la elaboración de las proyecciones nacionales de emisiones. Una compleja red de fuentes de información permite que el Inventario Nacional recabe los datos necesarios para la compilación del Inventario Nacional (puntos focales nacionales, organizaciones, asociaciones sectoriales, empresas). A pesar de que la mayoría de estos proveedores tienen sus propios sistemas de QA/QC, asegurando una alta calidad de sus datos, el Sistema Español de Inventario coordina y complementa las actividades de QA/QC para cumplir con sus propios objetivos de calidad.

Dado que el SEI es responsable de la compilación y presentación de la información acerca de los inventarios nacionales tanto de GEI como de Contaminantes Atmosféricos, el sistema de QA/QC sigue un enfoque integral, que abarca ambos inventarios nacionales. Por esta razón,

²⁰ Documento de Trabajo para Personal de la Comisión *Elements of the Union greenhouse gas inventory system and the Quality Assurance and Control (QA/QC) programme*, disponible en [SWD\(2013\)308](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=SWD(2013)308&lang=en) [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=SWD\(2013\)308&lang=en](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=SWD(2013)308&lang=en).

pueden aparecer referencias al Inventario Nacional de Contaminantes Atmosféricos en este apartado.

1.6.1 El sistema de garantía y control de calidad

El sistema de garantía y control de calidad del Inventario Nacional constituye el marco general para la planificación del QA/QC, así como su implementación, documentación y archivo. El sistema de QA/QC del Inventario Nacional trata de armonizar la disponibilidad de tiempo y de recursos y utiliza el enfoque conocido como ciclo PDCA (*plan-do-check-act*). Como lo sugiere la buena práctica, el sistema consta de los siguientes elementos:

- Un coordinador de QA/QC y verificación, que también funciona como compilador del Inventario Nacional.
- Un plan de QA/QC.
- Procedimientos de control de calidad: procedimientos generales y específicos de cada categoría.
- Interacción del sistema QA/QC con el análisis de la incertidumbre.
- Actividades de verificación.
- Procedimientos de reporte, documentación y archivo.

Todos estos elementos se incluyen y describen adecuadamente en el plan de QA/QC del Inventario Nacional, que se revisa e implementa a lo largo de las diferentes etapas del ciclo anual de compilación y reporte.

1.6.2 El plan de garantía y control de calidad

El plan se concibe como una herramienta interna para organizar las actividades de verificación y QA/QC, a fin de asegurar una mejora continua del Inventario Nacional y el cumplimiento de sus objetivos. El plan afecta a todas las etapas del desarrollo del Inventario Nacional y se revisa periódicamente para garantizar que incluya todos los cambios que se produzcan en las actividades y los procesos del Inventario Nacional que hayan sido detectados por el grupo de trabajo, así como las recomendaciones de los equipos externos de revisión.

El plan de QA/QC responde a seis propósitos principales:

- Establecer objetivos generales y específicos para la calidad de las estimaciones de las emisiones y los resultados del Inventario Nacional.
- Establecer roles y responsabilidades dentro del sistema del Inventario Nacional.
- Establecer actividades de control de calidad (QC), generales y específicas de cada categoría, así como un calendario para su aplicación.
- Establecer procedimientos de garantía de calidad (QA).
- Asegurar que los resultados clave de los procedimientos de QA respalden el plan de mejoras.
- Proporcionar procedimientos generales de reporte, documentación y archivo.

1.6.3 Objetivos de calidad

El sistema de garantía y control de calidad busca responder a las obligaciones de información de España de manera puntual, transparente, coherente, comparable, completa y precisa. Además, el sistema de QA/QC tiene la intención de contribuir a la mejora de la calidad del Inventario Nacional.

Se establecen objetivos de calidad específicos para proporcionar indicadores concretos y medibles, que permitan evaluar la calidad del sistema de Inventario Nacional. Éstos se han

organizado en torno a los objetivos generales de: puntualidad, transparencia, coherencia, exhaustividad, comparabilidad y exactitud, así como de mejora del Inventario Nacional:

Tabla 1.6.1. Objetivos generales y específicos del plan de QA/QC

Objetivos generales	Objetivos específicos
Puntualidad (PUN)	<ul style="list-style-type: none"> - Cumplir con los plazos específicos de orden interno establecidos durante la compilación del Inventario Nacional. - Cumplir con los plazos establecidos para todas las obligaciones de reporte.
Transparencia (TRA)	<ul style="list-style-type: none"> - Proporcionar información transparente en los informes, incluyendo los procedimientos empleados para solventar las carencias de información (del inglés, <i>gap filling</i>). - Proporcionar información de base sobre variables de actividad y metodologías. - Incluir en los informes descripciones y justificaciones razonadas sobre las tendencias. - Utilizar claves de notación (NK, por sus siglas en inglés) acordes con la Guía IPCC 2006 y la Guía EMEP/EEA 2019. - Proporcionar explicaciones transparentes sobre el uso NK "IE" y "NE". - Incluir explicaciones detalladas sobre recálculos en los informes. - Asegurar que la mayor parte de las recomendaciones relacionadas con la transparencia, resultado de revisiones del Inventario Nacional, son incorporadas en la siguiente edición. - Incluir información acerca de las actividades de QA/QC en los informes.
Coherencia (COH)	<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar series temporales consistentes de emisiones, datos de actividad y factores de emisión implícitos. - Garantizar la coherencia interna en el proceso de agregación de emisiones. - Asegurar que la mayor parte de las recomendaciones relacionadas con la coherencia, resultado de revisiones del Inventario Nacional, son incorporadas en la siguiente edición. - Asegurar la coherencia entre los datos de emisiones incluidos en las diferentes obligaciones de reporte, teniendo en cuenta los distintos marcos geográficos, categorías, etc. - Utilizar, siempre que sea posible, las mismas metodologías y conjuntos de datos a lo largo de toda la serie temporal. - Garantizar que los métodos de estimación sean coherentes con las directrices de la Guía IPCC 2006 y la Guía EMEP/EEA 2019. - Garantizar que los datos de las tablas de reporte sean consistentes con los incluidos en los informes.
Exhaustividad (EXH)	<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar que se han estimado todas las categorías y todos los gases/contaminantes. Para categorías/gases/contaminantes no estimados, proporcionar la debida justificación y emplear la NK apropiada (transparencia). - Asegurar que la mayor parte de las recomendaciones relacionadas con la exhaustividad, resultado de revisiones del Inventario Nacional, son incorporadas en la siguiente edición. - Garantizar que todas las tablas de reporte contienen emisiones estimadas o una NK. - Garantizar que en los informes se incluye información sobre exhaustividad. - Garantizar que las NK "NE", "NO", "NA" e "IE" se emplean correctamente. - Asegurar que toda la información debida para dar cumplimiento a las obligaciones de reporte es incluida en los envíos de información.
Comparabilidad (COM)	<ul style="list-style-type: none"> - Asegurar que se siguen las directrices de IPCC y EMEP/EEA en cuanto a la selección de datos de actividad, metodologías, uso de NK y ubicación de las emisiones dentro de las distintas categorías. - Garantizar el empleo de las últimas versiones de plantillas de reporte y de nomenclaturas, de forma coherente con los requisitos de reporte. - Asegurar que la mayoría de las recomendaciones relacionadas con la comparabilidad, resultado de revisiones del Inventario Nacional, son incorporadas en la siguiente edición. - Implementar las decisiones adoptadas en talleres y reuniones de expertos en los que se abordan asuntos relacionados con la comparabilidad (WG I, TFEIP, etc.).
Exactitud (PRE)	<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar el empleo de factores de emisión específicos de una categoría cuando existen datos de actividad específicos de la misma. - Asegurar que se realiza una evaluación cuantitativa de la incertidumbre.

Objetivos generales	Objetivos específicos
	<ul style="list-style-type: none"> - Garantizar que se emplean métodos de nivel 2 o superiores para estimar las emisiones de categorías clave. - Garantizar que las categorías clave con incertidumbres elevadas son priorizadas a la hora de abordar revisiones metodológicas y al planificar las mejoras. - Asegurar que la mayoría de las recomendaciones relacionadas con la exactitud, resultado de revisiones del Inventario Nacional, son incorporadas en la siguiente edición. - Minimizar los errores de transcripción y conversión de unidades.
Mejora del Inventario Nacional (MEJ)	<ul style="list-style-type: none"> - Contribuir a la mejora de la calidad general del Inventario Nacional. - Asegurar la priorización de las recomendaciones de revisiones así como su correcta implementación.

1.6.4 Organismo responsable

La DGCEA del MITECO, como autoridad competente del Sistema Español de Inventario (SEI), es el organismo responsable del sistema de QA/QC del Inventario Nacional, actuando como administrador de QA/QC, y cuenta con el apoyo de una asistencia técnica específica para llevar a cabo las tareas necesarias.

Las principales responsabilidades del administrador de QA/QC son:

- Coordinar las actividades de QA/QC para el SEI.
- Recoger y referenciar los procedimientos internos de QA/QC que desarrollan los proveedores de información y otras organizaciones que colaboran con el SEI.
- Asegurar el desarrollo e implementación del plan de QA/QC.

1.6.5 Calendario

A lo largo del ciclo anual del Inventario Nacional, España debe cumplir un número importante de obligaciones internacionales de información, comenzando a finales de julio con la remisión a la Comisión Europea del Avance de Emisiones de GEI y terminando el 15 de abril con la remisión a la UNFCCC de las estimaciones de emisiones de GEI y del NIR. En medio, se encuentran las obligaciones de información de conformidad con el Convenio de Ginebra contra la Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP, por sus siglas en inglés), la Directiva (UE) 2016/2284, relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos (Directiva NECD 2016/2284), y el Reglamento (UE) 2018/1999 de Gobernanza de la Comisión Europea. Además de estas obligaciones internacionales, España debe cumplir obligaciones de información formales de orden interno, así como otras de carácter informal o específico para algún fin determinado.

El Sistema Español de QA/QC tiene en cuenta este calendario tan condensado de obligaciones de información a la hora de planificar las actividades QA/QC. Además, establece plazos internos en las diferentes etapas de preparación del Inventario Nacional para asegurar la puntualidad en sus obligaciones de información.

Tabla 1.6.2. Principales obligaciones internacionales de información del SEI

Id	Obligación	Organización	Gas / contaminante	Fecha límite
1	Avance de emisiones de GEI	Comisión Europea (CE)	GEI	31 de julio
2	Inventario Nacional de GEI - Reglamento (UE) 2018/1999 (Gobernanza). Tablas CRF			15 de enero
3	Convenio de Ginebra (CLRTAP). Tablas NFR	UNECE	Todos los contaminantes atmosféricos	15 de febrero
4	Directiva NECD 2016/2284. Tablas NFR	DG ENV (CE)		
5	Convenio de Ginebra (CLRTAP). Tablas NFR + IIR	CEPE (UNECE)		

Id	Obligación	Organización	Gas / contaminante	Fecha límite
6	Directiva NECD 2016/2284. Tablas NFR + IIR	DG ENV (CE)	GEI	15 de abril
7	Inventario Nacional de GEI – Rglmto. (UE) 2018/1999 (Gobernanza). Tablas CRF + NIR	Comisión Europea (CE)		
8	Reglamento (UE) 2018/841 (LULUCF) - Tablas de reporte + Informe			
9	Inventario Nacional de GEI - UNFCCC. Tablas CRF + NIR	UNFCCC		
10	Directiva NECD 2016/2284 y Convenio de Ginebra (CLRTAP). Datos por LPS y malla	Comisión Europea (CE)	Todos los contaminantes atmosféricos	1 de mayo

La siguiente figura muestra la distribución de obligaciones de reporte y los controles de calidad asociados a lo largo de ciclo anual de preparación del Inventario Nacional.

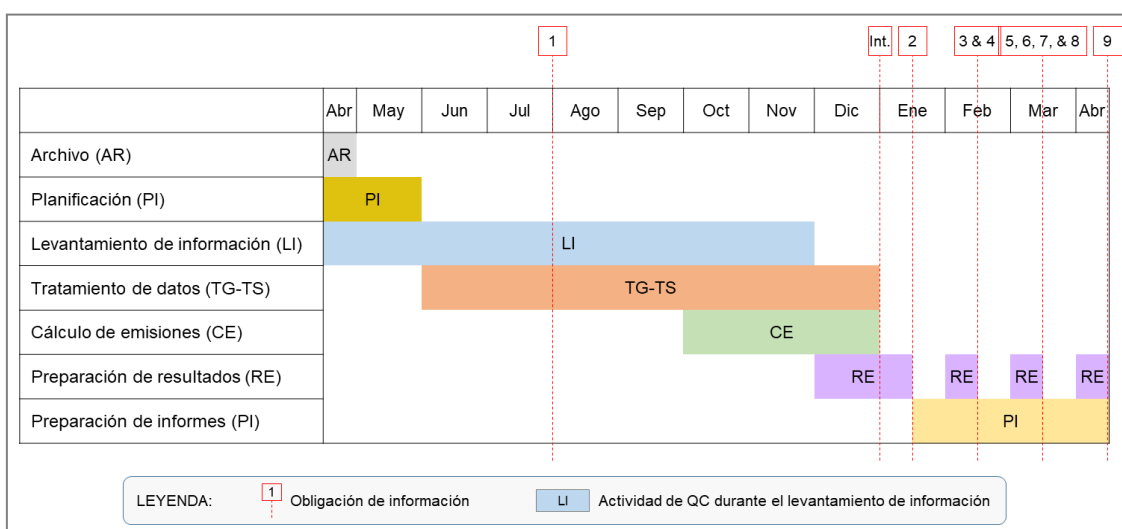


Figura 1.6.1. Calendario del proceso de compilación del Inventario Nacional

Las fases en las que se organiza y desarrolla el proceso de control de calidad (QC), perfectamente acompañadas al proceso de elaboración del Inventario, son las siguientes:

- Archivo (AR)
- Planificación (PI)
- Levantamiento de información (LI)
- Tratamiento de datos (TG-TS)
- Cálculo de emisiones (CE)
- Preparación de resultados (RE)
- Preparación de informes (PI)

1.6.6 Control de calidad y documentación

1.6.6.1 Principales actividades de QC

A lo largo del ciclo del Inventario Nacional, se realizan y documentan diferentes actividades y procedimientos de control de calidad. La tabla 1.6.3 incluye un resumen de las principales actividades de control de calidad (QC), organizadas según la etapa del ciclo de Inventario Nacional en la que tiene lugar, incluyendo información acerca del objetivo de calidad perseguido

y la herramienta de verificación y documentación utilizada en cada caso. A continuación, se proporciona una breve descripción de los cuatro grupos de controles principales desarrollados, especificando el código de control asignado:

Controles sobre la implementación de mejoras (PI.02, PI.03): al inicio de cada nueva edición, el equipo del Inventario Nacional establece prioridades sobre las mejoras y actualizaciones de metodologías pendientes, y planifican su ejecución. La herramienta central para este control es el propio plan de mejoras. Para más detalle sobre la herramienta ver apartado 1.6.7.1.

Controles sobre el levantamiento de información (LI.01-LI.05): la fase de levantamiento de información se inicia con la actualización de los datos de contacto y la revisión de la información que es solicitada a cada proveedor. Una vez generados todos los borradores de solicitudes, estos son revisados por una segunda persona antes de ser enviados. Tras el envío, se realiza un estricto seguimiento de las solicitudes, registrando su fecha de envío, fecha de recepción y posibles incidencias. El seguimiento permite también identificar los retrasos respecto a los plazos de entrega, generándose en esos casos un recordatorio a los proveedores de información. Todas estas operaciones se llevan a cabo desde la Base de Datos de Solicitudes de Información (BDSI), una base de datos de MS Access específica para la gestión de solicitudes de información. Para más información sobre la herramienta y principales resultados, ver apartados 1.6.7.2 y 1.6.6.2.

Controles sobre el tratamiento y carga de datos en base de datos (TG.02, TG.04- TG.37 y TS): durante el procesado de la información por parte de los técnicos sectoriales, se llevan a cabo diferentes controles de calidad específicos de cada categoría, los cuales están contenidos en las propias hojas de cálculo donde se procesan los datos. Los datos procesados se cargan de forma automática en la base de datos del Inventario Nacional mediante una herramienta específica de importación. Tras la carga, la herramienta genera un informe para el control de calidad de la información introducida (ver apartado 1.6.7.3). Cada técnico sectorial revisa el informe respecto a la coherencia temporal, la exhaustividad y los recálculos. La fecha en la que se completa cada etapa de esta fase (preparación de carga, carga y revisión de resultados) para cada set de datos tratados, es registrada en el módulo de QC de la BDSI (ver apartado 1.6.7.2) y las posibles incidencias, principalmente las relacionadas con recálculos se incluyen en la Herramienta de Gestión de la Calidad del Inventario de Emisiones de España (HGCIEE). Ello permite llevar un control general del grado de avance en la compilación del Inventario Nacional y valorar el cumplimiento del objetivo de puntualidad. Los principales resultados de este grupo de controles se incluyen en el apartado 1.6.6.2. Una vez finalizado el tratamiento y carga de datos, así como ejecutados los controles de calidad pertinentes por cada técnico sectorial, el coordinador de QA/QC realiza segundas revisiones de una selección de datos cargados en la BDCIE (controles TG.17-TG.37). La selección realizada procura ser representativa de todos los sectores y a la vez ponderada por el nivel de emisiones de cada sector. Las anomalías detectadas son trasladadas al técnico sectorial para su revisión.

Controles sobre los resultados de emisiones (CE.02-CE.03): los resultados de emisiones obtenidos son sometidos a controles de coherencia, exhaustividad y recálculos a diferentes niveles de agregación y de forma secuencial por diferentes integrantes del equipo de Inventario Nacional. En primer lugar, los técnicos sectoriales revisan los resultados al nivel más desagregado que emplea el Inventario Nacional para su compilación. Posteriormente y de forma independiente, tanto el responsable de QC como la coordinadora de Inventarios y el coordinador de la Unidad revisan los datos totales, y los datos desglosados por sector, categoría y gas/contaminante, comparando en todo momento la edición pasada y actual del Inventario Nacional. Para realizar los chequeos se emplea la herramienta de control de calidad, una potente hoja de cálculo que permite revisar los datos de emisiones, variables de actividad y factores de emisión implícitos (FEI), tanto para la edición actual como la pasada, para todos los GEI y contaminantes atmosféricos, y a todos los niveles de agregación posibles (para más detalle ver apartado 1.6.7.4). Los principales resultados de este grupo de controles se incluyen en el apartado 1.6.6.2.

Preparación de informes (PI.01-PI.02): durante la preparación de informes, cada técnico responsable de la redacción de un apartado o capítulo emplea y cumple una hoja de control

(*check-list*) (ver apartado 1.6.7.4 para más detalle). Además, cada capítulo del informe es revisado por una segunda persona, como control adicional de calidad.

Tabla 1.6.3. Actividades clave de QC dentro del plan de QA/QC

Etapa del Inventario Nacional	ID	Acción de QC	Objetivo de calidad	Herramienta de verificación y documentación
Planificación del Inventario Nacional (PI)	PI.01	Revisión de todas las obligaciones de información	PUN	-
	PI.02	Priorización de las mejoras (generales y sectoriales) basada en los resultados de las actividades QA (revisiones y auditorías), análisis de incertidumbre y recursos y tiempo disponibles	PUN, PRE, MEJ	Plan de mejoras
	PI.03	Desarrollo de un calendario de tareas con establecimiento de puntos de control internos para asegurar y evaluar en todo momento el cumplimiento de los plazos establecidos	PUN	Plan de mejoras
	PI.04	Revisión metodológica de nuevas categorías clave aparecidas en dos ediciones consecutivas del Inventario Nacional	MEJ	Herramienta de análisis de categorías clave
Levantamiento de información (LI)	LI.01	Actualización de datos de contacto, formato y contenido de las peticiones de información, así como revisión de fecha límite de recepción asignada	PUN, COH, COM, EXH	BDSI
	LI.02	Verificación de las correspondencias entre los datos solicitados y las actividades CRF/NFR asociadas	COM, EXH	
	LI.03	Revisión por una segunda persona de cada borrador de solicitud de información antes de su envío	PRE	
	LI.04	Doble comprobación del estado de las solicitudes de información: fechas de solicitud y recepción, estado de la entrega, fechas límite, etc.	PUN, EXH	
	LI.05	Controles de exhaustividad y coherencia en la recepción de cada conjunto de datos solicitado	COH, EXH	
Tratamiento de datos - Generales (TG)	TG.01	Revisión de las metodologías aplicadas y comparación con las directrices de la Guía IPCC 2006 y la Guía EMEP/EEA 2019	COH	Guías metodológicas
	TG.02	Control y verificación de las hojas de cálculo empleadas para el procesado de los datos: cálculos, unidades, conversiones	PRE	Hojas de cálculo para el tratamiento de datos
	TG.03	Asignación de un valor de incertidumbre para cada categoría al nivel de agregación de categorías clave	PRE	BDCIE
	TG.04	Establecimiento de consultas y restricciones de QC integradas en la base de datos del Inventario Nacional para el aseguramiento de la integridad de los datos	COH, COM, PRE,	BDCIE
	TG.05	Automatización de las rutinas de importación de datos	PRE	Herramienta de importación de datos
	TG.06	Registro de la fecha en la que se completa el tratamiento de datos de cada set de información recibida	PUN, EXH	Herramienta para la generación informes de QC
	TG.07-TG.15	Controles de exhaustividad, coherencia y recálculos sobre datos de actividad, factores de emisión y emisiones	COH, COM	Herramienta para la generación informes de QC
	TG.16	Documentación de cualquier cambio respecto a ediciones previas relacionado con la metodología o las variables de actividad empleados	TRA	HGCIEE
	TG.17	Segunda revisión de los datos de emisiones respecto a exhaustividad, coherencia y recálculos	COH, EXH	Herramienta de QC
	TG.18-TG.36	Controles de coherencia y exhaustividad para el proceso de carga de datos en la BDCIE	COH, EXH	BDCIE

Etapa del Inventario Nacional	ID	Acción de QC	Objetivo de calidad	Herramienta de verificación y documentación
Tratamiento de datos - Sectoriales (TS)	TS.01	Balace de combustibles del Inventario Nacional vs. estadísticas energéticas nacionales	COH, COM, PRE	BDCIE
	TS.02	Comparación entre los enfoques de referencia y sectorial en los consumos de combustibles	COH, COM	Hoja de cálculo
	TS.03	Proporciones entre entradas/salidas: - Proceso de transformación de la energía - Necesidades energéticas de la producción (cantidad de energía por unidad de producto) - Producción agrícola o ganadera - Generación y procesado de residuos	COH	Hojas de cálculo específicas de cada categoría
	TS.04	Cambios en la composición de los materiales: - Densidad - Contenido de carbono - Contenido de carbonatos - Contenido de VOC		
	TS.05	Cambios en las características de los combustibles: - Composición molar de gases - Contenido de carbono - Poderes caloríficos inferiores		
	TS.06	Correlación entre los cambios en el <i>mix</i> de combustibles, la climatología y el precio de la energía		
	TS.07	Controles basados en balances de masas		
	TS.08	Correspondencia entre diferentes fuentes de información para tráfico aéreo (EUROCONTROL vs. AENA)		
	TS.09	Ver información detallada en los capítulos sectoriales		
Cálculo de emisiones (CE)	CE.01	Verificación de que los algoritmos de cálculo funcionan correctamente	PRE	BDCIE
	CE.02	Controles generales de exhaustividad: estimaciones de emisiones para todas las categorías, subcategorías, gases/contaminantes y años	COM	Herramienta de QC
	CE.03	Controles globales de tendencias de los FEI: detección de valores atípicos	COH	Herramienta de QC
Preparación de resultados (RE)	RE.01	Bloqueo de la base de datos	PUN, COH	BDCIE
	RE.02	Segunda revisión de los datos de emisiones antes de su envío oficial	COH, COM	-
	RE.03	Verificaciones cruzadas de las emisiones totales: por sector y por gas/contaminante	COH	Herramienta de QC
	RE.04	Verificaciones sobre la corrección en la agregación y ubicación de las emisiones	COH, EXH	BDCIE
	RE.05	Controles de coherencia temporal	COH	Herramienta de QC
	RE.06	Comprobación de versiones: datos de emisión de la última edición se comparan con los de la versión anterior. Cualquier variación debe explicarse adecuadamente	TRA, COH	Herramienta de análisis de recálculos HGCIEE
	RE.07	Comprobaciones de cobertura geográfica	EXH	BDCIE
	RE.08	Controles de consistencia entre los datos de emisiones del Inventario Nacional y los de EU ETS	EXH, PRE	Herramienta para la elaboración del anexo V (art. 10, Reg. (UE) N° 749/2014)
	RE.09	Comprobaciones de NK: exhaustividad y Homogeneidad	TRA, COM, EXH	Herramienta de transferencia de datos CRF Reporter

Etapa del Inventario Nacional	ID	Acción de QC	Objetivo de calidad	Herramienta de verificación y documentación
	RE.10	Consultas integradas en la base de dato del Inventario Nacional para el aseguramiento de la coherencia entre los datos exportados de la base de datos y los datos introducidos en las herramientas de reporte (CRF Reporter, tablas NFR, etc.)	COH	BDCIE
	RE.11	Transferencia automatizada de datos entre la base de datos del Inventario Nacional y las herramientas oficiales de reporte para minimizar errores de transcripción	COH, PRE	Herramienta de transferencia de datos
	RE.12	Ejecución de los controles de calidad integrados en las propias herramientas de reporte (CRF Reporter y RepDab)	COH, COM	Herramientas oficiales de reporte
Preparación de informes (PI)	PI.01	Listado de control para la preparación de Informes	TRA, COH, PRE	Listado de control para la preparación de informes
	PI.02	Segunda revisión de cada borrador de capítulo elaborado	TRA, COH, PRE	-
Archivo (AR)	AR.01	Archivo de toda la información generada durante el ciclo de Inventario Nacional (base de datos, hojas de cálculo, datos de base, manuales, informes, etc.)	-	Sistema de carpetas del Inventario Nacional
	AR.02	Actualización de la web del Sistema Español de Inventario con toda la información oficial reportada durante el ciclo de Inventario Nacional. Adicionalmente, se publica información sobre emisiones a diferentes niveles de agregación, así como las fichas con información detallada acerca de las metodologías de cálculo de emisiones empleadas	TRA	Sitio web del MITECO

1.6.6.2 Principales resultados de las actividades de QC

A continuación, se presentan los resultados principales de una selección de actividades de control de calidad:

Tabla 1.6.4. Principales resultados de las actividades QC en la edición 2023

ID	Actividades de QC	RESULTADOS
PI.01	Revisión de todas las obligaciones de información	10 obligaciones internacionales + 1 nacional
LI.04	Doble comprobación del estado de las solicitudes de información: fechas de solicitud y recepción, estado de la entrega, fechas límite, etc.	El 92 % de los proveedores de información respondieron a la solicitud, de los cuales, el 40 % respondieron pasada la fecha límite. El 8 % de los proveedores necesitaron un correo recordatorio. Para las solicitudes sin respuesta, se emplearon fuentes de información secundarias.
TG.07- TG.15	Controles de exhaustividad, coherencia y recálculos (sobre datos de actividad, factores de emisión y emisiones)	Revisión de 357 informes de QC. Además, se ha habilitado la generación de informes de QC también para las clasificaciones CRF y NFR.
TG.16	Documentación de cualquier cambio respecto a ediciones previas relacionado con la metodología o las variables de actividad empleados	Introducción en la HGCIIE de 103 registros documentando recálculos
TG.18- TG.37	Controles de coherencia y exhaustividad para el proceso de carga de datos	Nuevo control de coherencia de las coordenadas de LPS.
RE.06	Comprobación de versiones: datos de emisión de la última edición se comparan con los de la versión anterior. Cualquier variación debe explicarse adecuadamente	Recalculado el 64 % de las categorías NFR. Recalculado el 50 % de las categorías CRF.

1.6.7 Herramientas de control de calidad y documentación

A continuación, se ofrece una breve descripción de las principales herramientas de QC utilizadas por el Inventario Nacional.

1.6.7.1 Plan de mejoras

Se trata de una hoja de cálculo que permite recoger y darles seguimiento a todos los aspectos relacionados con cada una de las mejoras identificadas en el Inventario Nacional. Se nutre de todas las recomendaciones contenidas en los informes de las diferentes revisiones y otras actividades de QA a las que se somete el SEI, así como otros puntos de mejora identificadas por el propio equipo de Inventario Nacional. Las mejoras son categorizadas según su origen (interna o revisión), son identificadas doblemente a través de un código interno asignado por el Inventario Nacional y con el código asignado por el propio informe de revisión. Sobre cada registro se determina su prioridad y se le asigna una edición prevista de implementación (edición presente, próxima edición o dentro de dos ediciones). Los criterios de prioridad se basan en el origen de la mejora (interna/revisión), en el tiempo de permanencia en el Inventario Nacional y en la viabilidad técnica, económica y de tiempo para su ejecución. Además, para cada mejora se establece un plazo para su ejecución, así como el estado, fecha y responsable de su implementación. La herramienta cuenta además con funcionalidades y controles a la herramienta para facilitar la planificación de la implementación de una determinada mejora y hacer el seguimiento de las mismas.

1.6.7.2 Base de Datos de Solicitudes de Información (BDSI)

La gestión integral de la etapa de levantamiento de información, así como el registro de los resultados de los controles de calidad realizados durante la fase de tratamiento y explotación de datos se lleva a cabo mediante una base de datos de MS Access. Esta base de datos incluye dos módulos operativos diferentes:

- Módulo de solicitudes de información: en este módulo se registran los datos de contacto de todos los proveedores de información del Inventario Nacional (empresas, asociaciones, instituciones y fuentes de Internet) así como la información que es solicitada a cada uno de ellos. Además, cada set de datos o información solicitada tiene establecida la categoría de fuente/sumidero del Inventario Nacional con la que se relaciona. El propio módulo genera también los diferentes borradores de correo electrónico que serán enviados a sus destinatarios y permite llevar el seguimiento de los envíos y recepciones de las peticiones de información. Además, permite la introducción de fechas límite de envío de información por parte de los proveedores con lo que facilita el seguimiento y cumplimiento de los plazos internos establecidos por el Inventario Nacional.
- Módulo de QC: en él se registra el progreso en el tratamiento y explotación de la información recibida. Se prevé trasladar este módulo a la HGCIEE en futuras ediciones.

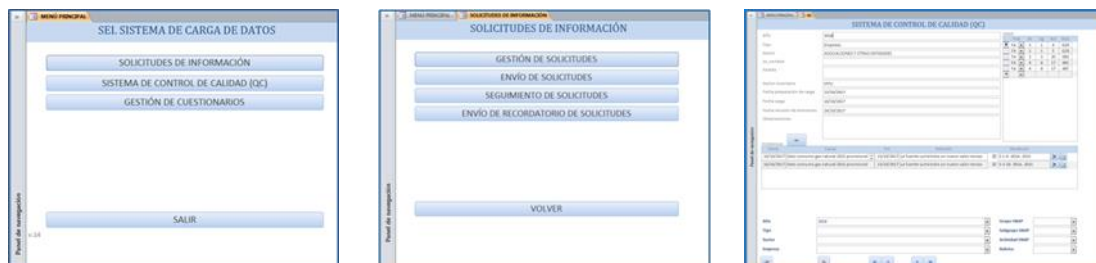


Figura 1.6.2. Ejemplos de capturas de pantalla de la herramienta de gestión de solicitudes

1.6.7.3 Herramienta de importación de datos

Se trata de una herramienta basada en MS Excel con macros integradas, la cual permite importar datos en la BDCIE. Esta herramienta verifica en primer lugar la integridad y la estructura de los datos. De no garantizarse la integridad, se genera un mensaje de error y la propia herramienta proporciona una lista de errores para subsanar. Una vez que las verificaciones de integridad se han superado con éxito, los datos se importan automáticamente a la base de datos del Inventario Nacional.

Tras la importación, la herramienta ejecuta automáticamente los procesos de compilación y cálculo necesarios, luego la herramienta saca un archivo con controles de coherencia y exhaustividad de carga de focos puntuales (LPS). Y por último genera un informe de QC. Este informe consiste una hoja de cálculo que muestra, para la categoría cuyos datos han sido importados, series temporales de datos de actividad, factores de emisión y emisiones estimadas, tanto de la edición actual como de la pasada. La propia herramienta despliega mensajes de advertencia en caso de detectarse recálculos o valores de FEI atípicos. Adicionalmente como novedad en esta edición se han hecho mejoras, en particular un nuevo control de coherencia de las coordenadas de LPS, y se ha habilitado la generación de informes de QC también para las clasificaciones CRF y NFR. Los expertos sectoriales utilizan este informe de QC para llevar a cabo controles de coherencia, exhaustividad y recálculos principalmente. Tras la revisión, si los resultados son satisfactorios, la actividad se registra como cargada y verificada en el módulo de QC de la BDSI. Si los resultados son insatisfactorios, se efectúan comprobaciones adicionales y se toman las medidas correctoras necesarias.

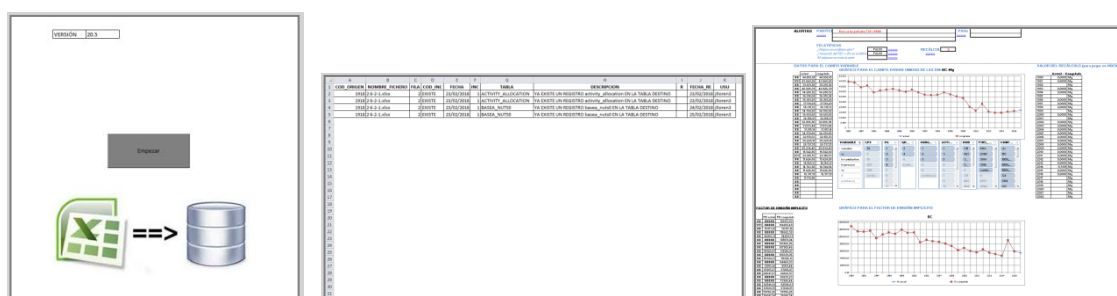


Figura 1.6.3. Aspecto de la herramienta de importación de datos (izda.), listado de errores de importación (centro) e informe de QC (dcha.)

1.6.7.4 Herramienta de control de calidad

Una vez que comienza la fase de cálculo de emisiones, los procedimientos de cálculo de emisiones se ejecutan semanalmente en la BDCIE. Las emisiones resultantes y las variables de actividad se exportan a un archivo de MS Excel especialmente diseñado para la ejecución de controles de calidad y revisión de resultados. La herramienta proporciona datos y gráficos de emisiones, variables de actividad y factores de emisión implícitos para los diferentes sistemas de agregación de emisiones que emplea el Inventario Nacional, tanto para la edición en elaboración como para la edición anterior. Mediante el uso de tablas dinámicas, filtros y gráficos, los compiladores del Inventario Nacional, así como el responsable de QA/QC pueden realizar controles de coherencia, exhaustividad y recálculos a diferentes niveles de agregación (sector, subsector, actividad, planta o instalación, etc.) y bajo distintas nomenclaturas (SNAP, NFR y CRF). Además, la herramienta incluye un detector automático de valores atípicos e información sobre las variaciones interanuales. El empleo de formatos condicionales permite establecer un código de colores que clasifica las variaciones interanuales y entre ediciones según su magnitud.

Esta herramienta, junto con el informe de QC antes mencionado, constituyen las principales herramientas de control utilizadas en el Inventario Nacional para garantizar la exhaustividad, la coherencia y el seguimiento de los recálculos.

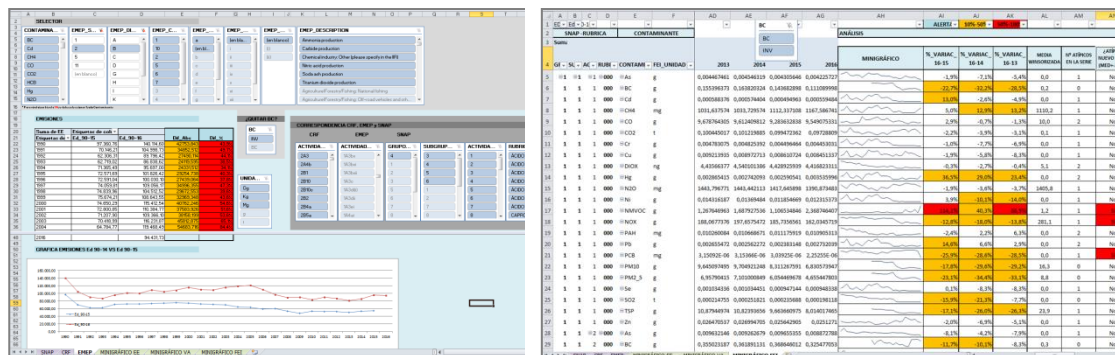


Figura 1.6.4. Aspecto de la herramienta de QC en MS Excel

1.6.7.5 Listado de control para la preparación de informes

Con el objetivo de mejorar la transparencia y coherencia de los informes elaborados por el Inventario Nacional, se ha desarrollado una lista de control (*check-list*), que contiene los aspectos más relevantes a tener en cuenta durante la redacción y edición del informe. Cada técnico del equipo redactor debe realizar los controles establecidos en dicha lista y conservar registro de la operación.

SISTEMA ESPAÑOL DE INVENTARIOS		QAQC-00.01 ANEXO A LISTA DE CONTROL PARA REDACCIÓN DE INFORMES		Identificación: QAQC-00.01 Revisión: 0 Fecha: 24-01-2018 Página 1 de 1		
SISTEMA DE CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD (QA/QC)						
Informe:	(ej: NIR)	Capítulo:	(ej: 4)	Sección:	(ej: 4A)	
				Técnico:		
ID	ASPECTO	DESCRIPCIÓN	VERIFICACIÓN			OBSERVACIONES
			SÍ	NO	NA	
1	Formato	El formato utilizado es el acordado. Los números de tablas y figuras coinciden con los del índice y los del texto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Recomendaciones	Las recomendaciones de los revisores relacionadas con la transparencia y/o la redacción del informe han sido incorporadas al capítulo/sección correspondiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Tablas y gráficos	Las tablas y gráficos de elaboración centralizadas se han incluido en el documento una vez recibido aviso del Inventario. Además, las tablas no incluyen valores 0 o celdas vacías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4	Unidades	Las unidades empleadas en gráficos y tablas son correctas y coinciden con las de CRF (Gg)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Metodología	El apartado metodología incluye referencias al Tier empleado, la fuente (IPCC 2006, EMEP/EEA 2016, etc.), Capítulo y Apartado, así como referencias a los FE utilizados (especificar tabla) Las metodologías propias o específicas (no de guía) y las estimaciones de variables de actividad (no de cuestionario) están debidamente descritas y justificadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Análisis FEI y tendencias	Se incluye un análisis/gráfico para las categorías con variaciones importantes del FEI o de las emisiones, especialmente si la categoría en cuestión depende de un mix de actividades, procesos productivos o combustibles empleados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
7	Categorías confidenciales	Se incluye un gráfico del índice de evolución temporal (1990=100%) para las categorías cuya variable de actividad es confidencial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Recálculos	Todos los recálculos detectados con la herramienta de control correspondiente están suficientemente explicados y de una manera transparente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Recálculos	Se incluye referencia a la recomendación que motiva el recálculo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	QC específico de la categoría	Si la categoría tiene algún control de calidad específico, se detalla suficientemente en el apartado correspondiente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
11	Mejoras	Al menos las recomendaciones no resueltas relacionadas con la categoría están incluidas en el apartado del plan de mejoras del Informe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Observaciones:				Fecha de realización del control:		

Figura 1.6.5. Aspecto de la lista de control para la redacción de informes

1.6.7.6 Herramienta de Gestión de la Calidad del Inventario Español de Emisiones (HGCIIE)

En esta edición, se ha continuado con el desarrollo de la Herramienta de Gestión de la Calidad del Inventario Español de Emisiones (HGCIIE). El objetivo de esta base de datos es permitir a los compiladores de inventarios nacionales y al coordinador de QA/QC registrar todos los aspectos relacionados con la gestión de la calidad: progreso de la compilación del Inventario Nacional, plan de mejoras, controles de calidad y registro de incidencias. También permite producir diferentes tipos de informes.

El funcionamiento actual de la HGCIIE se centra en el módulo de registro de incidencias. Este módulo permite registrar cualquier evento o incidencia ocurrida durante la etapa de procesamiento de datos, siendo el registro de los recálculos la prioridad. Para cada recálculo, los técnicos sectoriales registran una serie de información: identificación de la planta, categoría, contaminantes, combustibles (en su caso), años afectados y el impacto del recálculo. Además, se pueden establecer conexiones con el plan de mejora del Inventario Nacional para identificar rápidamente que ciertos recálculos se debieron a una mejora planificada. Los recálculos se pueden clasificar por su origen: datos de actividad, factores de emisión u otros. Para cada origen, se dispone de una serie de opciones de detalle: corrección de errores, metodología actualizada, datos de actividad actualizados por la fuente, etc. El módulo de registro de incidencias también incluye un conjunto de informes que permiten presentar los datos de diferentes maneras y niveles de agregación.

En esta edición del Inventario Nacional se registraron un total de 103 incidencias, de las cuales 103 (100 %) tenían recálculos asociados.



Figura 1.6.6. Aspecto de la HGCIIE para el registro de incidencias

1.6.7.7 Herramienta de análisis de recálculos

Esta herramienta compara la edición actual con la edición anterior del Inventario Nacional para cada contaminante o gas estimado, y proporciona al usuario información valiosa sobre la variación de las emisiones, las principales categorías recalculadas, los cambios interanuales, el número de categorías recalculadas, etc. Proporciona además una lista ordenada de las 10 categorías con mayores recálculos (en valor absoluto), tanto para el último año reportado como para el promedio de la serie reportada.

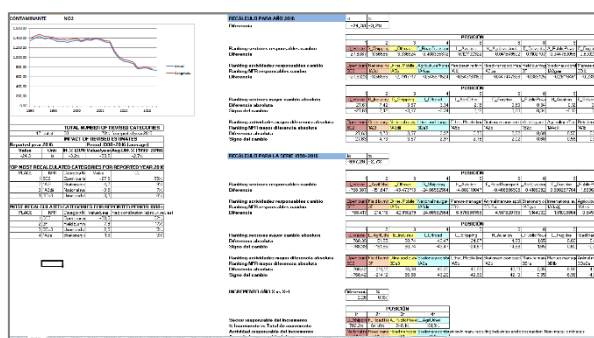


Figura 1.6.7. Aspecto de la herramienta de análisis de recálculo

1.6.8 Sistema de garantía de calidad

El sistema de garantía de calidad (QA) incluye una serie de actividades realizadas por terceros, que no están directamente involucrados en el proceso de desarrollo del Inventario Nacional. Estas actividades están destinadas a verificar el cumplimiento de los requisitos de información y a evaluar la eficacia del sistema de QC. La finalidad del sistema de QA es la identificación de áreas susceptibles de mejora dentro de un proceso de mejora continua del Inventario Nacional.

A continuación, se detallan las actividades y procedimientos específicos de QA a los que se somete el Inventario Nacional.

1.6.8.1 Revisiones anuales realizadas por la UNFCCC, la UNECE y la UE

Anualmente (excepto para el *Stage 3* de la Revisión de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa, UNECE, por sus siglas en inglés), se realizan revisiones de los inventarios nacionales de GEI y de contaminantes atmosféricos. El resultado principal de estas revisiones es un listado de cuestiones y recomendaciones que se incorporan al plan de mejora del Inventario Nacional.

Revisión de la Comisión Europea (Step 1)

Durante los meses de enero a mayo de cada año, equipos de revisores bajo el paraguas de las instituciones europeas (Comisión Europea y Agencia Europea de Medio Ambiente) revisan los datos del Inventario Nacional de GEI según lo previsto en el artículo 10 del Reglamento (UE) 2018/1999 (Gobernanza) y lo contemplado en el Reglamento de Ejecución (UE) N° 749/2014.

Esta revisión, conocida como "*Step 1*", se lleva a cabo sobre los datos de emisiones reportados oficialmente antes del 15 de enero del año X+2, en formato de tablas CRF, archivo XML así como de la información adicional suministrada a la Comisión.

Hasta el 28 de febrero de 2023, sobre la base de los datos remitidos a 15 de enero, en el marco del *Step 1* de la revisión, el equipo de revisores ha formulado un total de 14 preguntas (Energía: 4; IPPU: 1; Agricultura: 5; LULUCF, 3; Residuos: 1). De ellas, ninguna ha sido considerada inicialmente como problemas significativos. Todas ellas han sido contestadas en tiempo y forma por parte del equipo de Inventario.

Revisiones oficiales de ediciones previas del Inventario Nacional

Las últimas revisiones de ediciones previas del Inventario Nacional fueron:

- Enero a junio 2022: revisión en el marco de la aplicación del Reglamento MMR (UE) 525/2013, su Reglamento de Ejecución (UE) N° 749/2014 y la Decisión n° 406/2009/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre el esfuerzo de los Estados miembros para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero a fin de cumplir los compromisos adquiridos por la Comunidad hasta 2020 (Decisión 406/2009/EC). En este proceso de revisión se formularon 15 preguntas en el *Step 1*, sobre 15 asuntos diferentes, 6 de ellos considerados inicialmente como problemas potenciales significativos, de los cuales, finalmente, ninguno fue considerado problema significativo para ser tratados bajo el *Step 2*. El sector sobre el que se realizaron más preguntas fue energía (53 %), seguido de IPPU (26 %), residuos (6,7 %), LULUCF (6,7 %), y agricultura (6,7 %). El informe de revisión (de abril 2022), en el que no se incluyeron recomendaciones por el equipo revisor, está disponible en: https://climate.ec.europa.eu/document/download/aad7d78c-11db-4b2f-aa95-1cc6b1857519_en?filename=2022_reports.zip.
- Julio a septiembre 2022: revisión individual anual bajo el paraguas de las revisiones periódicas de la UNFCCC. Durante las primeras fases de la revisión se respondió a un total de 94 preguntas formuladas por los revisores (Generalistas: 1 %; Energía: 13 %; IPPU: 14 %; Agricultura: 23 %, LULUCF: 12 %, KP-LULUCF: 29 %, y Residuos: 8 %). Durante la semana de revisión centralizada se formularon un total de 29 preguntas (Generalistas: 10 %, Energía: 14 %, IPPU: 24 %, Agricultura: 31 %, LULUCF: 4 %, KP-LULUCF: 17 %). La semana de revisión concluyó sin la identificación de problemas significativos que resultara necesario realizar un reenvío de información. El informe provisional de la revisión da por resueltos un 56 % de los asuntos (*issues*) abiertos en previas revisiones (27) e identifica un total de 8 *issues* nuevos. En conjunto, se incluyeron un total de 20 recomendaciones (General: 5 %; Energía: 10 %; IPPU: 25 %, Agricultura: 10 %, LULUCF: 45 %; Residuos: 5 %). El informe final de revisión aún no está disponible en la web.

1.6.8.2 Auditoría independiente de QA (2017-2021)

Desde octubre de 2017 hasta mayo de 2021, una empresa de consultoría independiente (IDOM Consulting, Engineering, Architecture SAU) realizó una auditoría de garantía de calidad del Inventario Nacional. La consultora fue seleccionada en 2017 en un procedimiento de contratación pública con base en la oferta presentada para la elaboración de auditorías externas de calidad de inventarios nacionales de emisiones y sus conocimientos en el campo del cálculo de las emisiones.

La evaluación externa de la calidad (QA) realizó anualmente una exhaustiva auditoría del Inventario Nacional (tanto de GEI como de contaminantes atmosféricos), según un plan de auditoría y con el fin de detectar aquellas áreas donde se hayan podido cometer errores, donde no se estén aplicando las metodologías de cálculo correctamente o donde los resultados obtenidos sean incongruentes con las medias internacionales.

El plan de auditoría desarrollado contemplaba un programa de trabajo de cuatro años (ver calendario a continuación).

Tarea	Descripción	Año	Mes	ACTIVIDADES / SECTORES						
				Plan Auditoría	Revisión Plan Auditoría	Sistema Inventario	Residuos	IPPU	Energía	AFOLU
T1	Definición del Plan de auditoría de Garantía de Calidad del SEI	2017	Noviembre	X						
T2	Ejecución de la Auditoría de Garantía de Calidad del SEI	2018	Febrero			X	X			
	Análisis de comparabilidad entre países						X	X	X	X
T3	Revisión del Plan de Auditoría de Garantía de Calidad del SEI		Noviembre		X					
T4	Ejecución de la Auditoría de Garantía de Calidad del SEI	2019	Febrero			x	x	X		
T5	Revisión del Plan de Auditoría de Garantía de Calidad del SEI		Noviembre		X					
T6	Ejecución de la Auditoría de Garantía de Calidad del SEI	2020	Febrero			x	x	x	X	
T7	Revisión del Plan de Auditoría de Garantía de Calidad del SEI		Noviembre		X					
T8	Ejecución de la Auditoría de Garantía de Calidad del SEI	2021	Mayo			x	x	x	x	X

Figura 1.6.8. Calendario de la auditoría de QA (X=revisión en profundidad; x=revisión de puntos clave concretos)

Según lo planificado, en 2018 y 2019 se realizó una comparativa entre España y una selección de 4 países, para una serie de indicadores, empleando los datos de la serie 1990-2015 reportados a la UNFCCC y el CLRTAP. Además, se llevó a cabo también una revisión en profundidad del propio sistema de Inventario y de los sectores Residuos e IPPU. En la edición 2020, se volvieron a revisar los indicadores más significativos de la auditoría 2019, y se realizó una revisión en profundidad del sector Energía. En 2021, se hizo una revisión exhaustiva del sector AFOLU, y una revisión de los aspectos más relevantes identificados durante la anterior auditoría.

La auditoría se realizó sobre las categorías clave, tanto para GEI como para contaminantes atmosféricos (*Main pollutants* y partículas). A cada elemento auditado se le asignó una puntuación de una escala de 0 a 3:

- 0: Incumplimiento con deficiencias graves.
- 1: Cumplimiento con deficiencias leves.
- 2: Cumplimiento mínimo/suficiente.
- 3: Cumplimiento satisfactorio/óptimo.

La asignación de estas puntuaciones se basó en criterios objetivos (superación de umbrales, presencia/ausencia, realizado/no realizado). Además, el equipo auditor proporcionó una explicación respecto a la puntuación otorgada y unas recomendaciones de acción o mejora.

Finalmente, la empresa auditora emitió un certificado donde confirma que el resultado de la auditoría desarrollada en 2021 fue “satisfactorio”, como se muestra en el certificado emitido incluido en el apéndice 1.3.

1.6.8.3 Valoraciones de los usuarios del Inventario Nacional

Cada año, el Inventario Nacional recibe consultas y peticiones de comunidades autónomas, centros de investigación, como el CIEMAT, y organismos gubernamentales no directamente relacionados con la compilación del Inventario Nacional, como el INE. Todas estas contribuciones ayudan a mejorar las estimaciones realizadas, así como a fortalecer el sistema de QA/QC.

1.6.9 Verificación

Como parte del sistema de QA/QC, se llevan a cabo dos actividades principales de verificación, una considerada como actividades de control de calidad (QC) y una como actividad de garantía de calidad (QA). Se incorporan los siguientes apartados de conformidad con el Reglamento (UE) 2018/1999 en cuanto a la comparabilidad y transparencia en general, así como particularmente en la coherencia anual a que se refiere el anexo V, parte 1, letras i) y j), de dicho Reglamento.

1.6.9.1 Verificación con datos EU ETS (QC)

Para la elaboración anual del Inventario Nacional el SEI cuenta también con los datos de emisiones verificadas de GEI de las instalaciones cubiertas bajo el régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea (EU ETS, por sus siglas en inglés) establecido por la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo. La información pública relativa a las emisiones contempladas en el marco de esta Directiva está disponible en la [página web del MITECO](#), así como en la [web de la Agencia Europea de Medio Ambiente](#).

La Oficina Española de Cambio Climático colabora para garantizar la coherencia de los datos reportados. Las recientes obligaciones de información impuestas por el artículo 21 de la Directiva 2003/87, así como la requerida coherencia entre ambos sistemas, han reforzado la coordinación.

El SEI no utiliza los datos EU ETS como fuente directa de información de emisiones ya que estos cubren únicamente las emisiones de GEI y no las de otros contaminantes atmosféricos que son también inventariados por el SEI. Los datos de EU ETS son considerados como complementarios en la elaboración del Inventario Nacional y se utilizan principalmente para la verificación de las estimaciones.

En cumplimiento del artículo 14 del Reglamento (UE) 2018/1999 (Gobernanza), el Inventario Nacional analiza el grado de correlación entre las emisiones EU ETS y las del Inventario Nacional agregadas por categorías CRF; y aporta justificaciones de las posibles discrepancias registradas entre sendos sistemas. En el apéndice 1.4 se incluye la tabla para la notificación de información sobre la coherencia con arreglo al artículo 14 del citado reglamento.

Por otro lado, se llevan a cabo verificaciones a nivel de planta. En la edición 2023 del Inventario Nacional, un total de 606 instalaciones estuvieron cubiertas por el régimen EU ETS. Para las 210 plantas que son consideradas como fuentes individuales (LPS) en el SEI y que también están cubiertas por el régimen EU ETS (principalmente en las centrales térmicas, siderurgias integrales y de arco eléctrico, plantas de fabricación de amoníaco y ácido nítrico, cementeras, caleras o refinerías) se realizan cruces de datos y chequeos de coherencia de las emisiones a nivel de procesos.

La coherencia de resultados de emisiones para estas instalaciones se puede considerar como muy buena, alcanzando altos niveles de correlación entre las emisiones de CO₂, N₂O y PFC entre el sistema EU ETS y el Inventario Nacional. Las diferencias en los valores de emisión se deben a cuestiones metodológicas y contables definidas. En algunos casos puntuales, también se deben a cuestiones concretas, ya identificadas y sobre las que el equipo de Inventario Nacional está trabajando mediante consultas a los operadores de las plantas o bien a la propia Oficina Española de Cambio Climático.

Del total de los 26 sectores CRF comparables con EU ETS: 17 sectores están estudiados y las diferencias que hay son debido a la mayor cobertura del SEI; 2 tienen diferencias metodológicas y de contabilidad que cuadran exactamente con las diferencias detectadas; y otros 7 sectores que no tienen diferencias significativas y son coherentes. De esta manera el análisis muestra que el trabajo realizado por el SEI en las sucesivas ediciones ha dado pie a una coherencia de gran completitud y complejidad entre ambos sistemas.

1.6.9.2 Verificación de contaminantes atmosféricos entre diferentes obligaciones de información (QC)

El SEI, como sistema de inventario único realiza las estimaciones de emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos de forma unificada y centralizada para todo el territorio nacional. A partir de las estimaciones que realiza, el SEI está preparado para atender a las diferentes obligaciones de información en los formatos, nomenclaturas, años y coberturas geográficas que dichas obligaciones requieran. De este modo, se considera que hay un solo inventario y muchos reportes. En este sentido, se realiza una verificación de coherencia con los gases coincidentes entre los diferentes reportes (CLRTAP, NECD, CE y UNFCCC): CO, SO₂, NO_x, COVNM.

En cumplimiento del artículo 15 del Reglamento (UE) 2018/1999 (Gobernanza), el Inventario Nacional analiza el grado de correlación entre las emisiones de dichos gases reportados en los diferentes reportes. De esta manera se analiza la coherencia de los reportes dados y se muestra como ambos sistemas están coordinados y parten de la misma fuente. Las diferencias se explican por la diferente cobertura geográfica ya que tanto las emisiones reportadas bajo la NECD como las reportadas en el CLRTAP no incluyen la comunidad autónoma de las Islas Canarias. También hay un caso específico donde el sector CRF 2H3 es incluido en el NFR 2G de acuerdo a la metodología EMEP.

El análisis de la coherencia conforme al artículo 15 del Reglamento (UE) 2018/1999 (Gobernanza) se incluye en el apéndice 1.4 del presente capítulo.

1.6.9.3 Verificación con otras fuentes de información de emisiones (QC)

Durante la elaboración del Inventario Nacional también se consultan, se obtiene información y se hacen chequeos con otras fuentes de datos en materia de emisiones. Esta tarea cumple con las obligaciones previstas en el artículo 6.2 del Reglamento de Ejecución (UE) N.º 749/2014.

En este sentido, en la edición 2023 del Inventario, se han continuado los trabajos para la comparación de los datos de emisiones estimados por el Inventario y los contenidos en el PRTR. El Inventario y la autoridad española del PRTR han reforzado su colaboración con el objetivo de intercambiar información y realizar chequeos cruzados de emisiones y datos de actividad en los casos que estén disponibles.

1.6.9.4 Comparación entre los datos de Inventario Nacional a nivel regional y los datos de los inventarios regionales (QA)

Algunas comunidades autónomas españolas realizan sus propias estimaciones de emisiones. Dentro de sus sistemas de QA/QC, a menudo realizan verificaciones entre sus datos y los datos de emisiones asignados por el Inventario Nacional a su región. Las posibles discrepancias permiten que el Inventario Nacional verifique sus estimaciones o el enfoque utilizado para la distribución espacial de las emisiones.

1.6.9.5 Manejo de la confidencialidad

Los inventarios nacionales de emisiones de GEI y contaminantes atmosféricos son considerados una estadística con fines estatales, como se indica en el apartado 1.2.1.1. Se llevan a cabo sobre la base de la responsabilidad exclusiva del Estado y siguen las reglas del secreto estadístico, de acuerdo con las disposiciones del Plan Estadístico Nacional 2021-2024.

Como criterio general, los datos de emisiones en el SEI no se consideran confidenciales. Sin embargo, parte de la información sobre datos de actividad relacionados con empresas o instalaciones sujetas a confidencialidad, no se hace pública en el Inventario Nacional. En estos casos, los datos sobre factores de emisión también se consideran confidenciales siempre que sea posible inferir datos sobre variables de actividad a nivel de empresa o planta mediante el uso de estos factores de emisión y la información sobre emisiones. Las variables de actividad o los factores de emisión que están sujetos a restricciones de confidencialidad se identifican con la etiqueta "C".

De forma general se considera que aplica la confidencialidad cuando menos de tres agentes económicos operan o proporcionan datos para cualquier artículo del Inventario Nacional (variable de actividad, datos socioeconómicos generales, datos tecnológicos, etc.).

La lista de categorías y sustancias emitidas que se consideran confidenciales se revisa anualmente en función de la variación en el número de agentes económicos considerados en cada edición.

Anualmente se consulta mediante un formulario específico dirigido a los agentes económicos que brindan información de carácter confidencial al Inventario Nacional, si desean levantar las restricciones de confidencialidad sobre la información que consideran sensible.

1.7 Evaluación general de la incertidumbre

El cálculo de la incertidumbre se ha realizado según las guías metodológicas IPCC (Guía de Buenas Prácticas 2000, Guías IPCC 2006, y Suplemento de Humedales).

El enfoque que se ha adoptado para la estimación de la incertidumbre en esta edición del Inventario Nacional es de nivel 1 y 2.

La descripción en detalle de la metodología utilizada para el cálculo de las incertidumbres se detalla en el anexo 6 "Evaluación de la incertidumbre" del presente informe.

1.7.1 Inventario Nacional de gases de efecto invernadero para informar a la UNFCCC

La implementación del análisis de incertidumbre se desarrolla en dos niveles de cobertura:

- El total del Inventario Nacional, incluyendo las categorías LULUCF.
- El conjunto de sectores del Inventario Nacional con exclusión de las categorías LULUCF.

Para el conjunto de sectores del Inventario Nacional con exclusión de las categorías de LULUCF, se ha estimado la incertidumbre sobre el nivel para el año base²¹ y los dos últimos años inventariados, 2020 y 2021, así como una incertidumbre de la tendencia para cada uno de estos dos últimos años respecto al año base.

Los resultados de la cuantificación de incertidumbre para el Inventario Nacional se presentan en las tablas siguientes:

Tabla 1.7.1. Cuantificación de la incertidumbre en bandas de confianza 95 % del nivel de las emisiones del Inventario Nacional

Inventario Nacional excluidas las categorías LULUCF

Año	Valores absolutos (kt CO ₂ -eq)				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%
Año base	290.018	268.068	-7,6	311.969	7,6
2020	272.244	249.188	-8,5	295.300	8,5
2021	288.848	265.457	-8,1	312.238	8,1

Año	Índice de evolución sobre año base = 100				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%
Año base	100	NA	NA	NA	NA
2020	93,87	94,25	0,4	93,49	-0,4
2021	99,60	99,63	0,0	99,57	0,0

Inventario Nacional incluyendo las categorías LULUCF

Año	Valores absolutos (kt CO ₂ -eq)				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%
Año base	256.122	230.044	-10,2	282.201	10,2
2020	228.150	197.492	-13,4	258.808	13,4
2021	244.326	213.298	-12,7	275.353	12,7

Año	Índice de evolución sobre año base = 100				
	Valor central	Cota inferior		Cota superior	
		Valor	%	Valor	%
Año base	100	NA	NA	NA	NA
2020	89,08	89,90	0,9	88,25	-0,9
2021	95,39	95,82	0,4	94,97	-0,4

²¹ El año base para la evaluación de la incertidumbre se refiere a la suma de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O de 1990 y de los gases fluorados de 1995 (ver apartado 1.1.1).

1.8 Evaluación general de la exhaustividad

1.8.1 Exhaustividad

Esta edición del Inventario Nacional actualiza y revisa ediciones anteriores, incorporando eventualmente revisión de estadísticas y datos de base, actualizaciones metodológicas, subsanación de errores detectados o modificaciones realizadas por implementación de las recomendaciones realizadas en las revisiones del Inventario Nacional.

La exhaustividad se ha evaluado según la tipología recomendada por la metodología IPCC: “NO” (no ocurre), “NE” (no estimada); “NA” (no aplica); “IE” (incluidas en otra parte) y “C” (confidencial).

En la evaluación de la exhaustividad por actividades se ha seguido un criterio conservador en la asignación de las etiquetas:

- “NE” (no estimada): en relación con las asignaciones alternativas.
- “NO” (no ocurre): se ha asignado sólo cuando existe certeza de que la actividad en sí misma no se da en el territorio nacional.
- “NA” (no se aplica). “NA” se ha reservado para los casos en que existe un conocimiento fundado de que no se da emisión en el cruce seleccionado de actividad emisora y gas emitido; en los restantes casos en que no se ha realizado estimación y no se han asignado otras etiquetas se ha hecho referencia a la situación con la etiqueta “NE”, aunque en un buen número de estos casos pueda no haber emisión positiva (en general son casos en que no consta información sobre factores o algoritmos de estimación de las emisiones).

Para una presentación detallada por actividades y gases de las etiquetas de estatus se remite a las tablas oficiales de reporte, en concreto en la tabla CRF 9, donde se indican los diferentes motivos de los casos “NE” e “IE” contenidos en este Inventario Nacional.

En la siguiente tabla se recogen las razones por sectores de las principales faltas de exhaustividad en las que se ha utilizado la clave “NE”.

Tabla 1.8.1. Principales claves de notación “NE” por sectores

Sector	Comentarios
1. Energía	La exhaustividad en el sector Energía es muy completa. Cabe reseñar que no se han estimado emisiones de N ₂ O en la categoría 1B1b ante la falta de información de base fiable. Tampoco se han estimado las emisiones de N ₂ O para la categoría 1B2a4 refino y almacenamiento para las que la Guía IPCC 2006 no presenta factores de emisión específicos. En lo que se refiere al enfoque sectorial, para los gases CH ₄ y N ₂ O el equipo del Inventario Nacional está evaluando la información disponible con el objeto de implementar sus estimaciones en futuras ediciones.
3. Agricultura	En general se han estimado la mayor parte de las emisiones de todas las actividades del sector Agricultura. Se reportan como NE las emisiones de CH ₄ procedentes de las aves de corral (3A4 Aves de corral y 3A4 Otras aves de corral) debido a la falta de factor de emisión nacional y a la no disponibilidad de valor por defecto proporcionado por la Guía IPCC 2006.
4. Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	En este sector no se han estimado las emisiones directas de N ₂ O procedentes de la mineralización del nitrógeno relacionadas con la pérdida de materia orgánica en suelos minerales debido a cambios en el uso de la tierra (4(III) en la nomenclatura CRF) en el uso de la tierra Humedales que permanecen como tales, dada la carencia de la información estadística necesaria.
5. Residuos	Este sector tiene estimadas todas las emisiones de GEI que tienen lugar en España.

Apéndice 1.1 Información requerida a los puntos focales

Ministerio	Dependencia	Información requerida
Defensa	D.G. Infraestructura	- Consumo de combustibles en equipos militares.
Interior	D.G. Tráfico	- Distribución del parque de vehículos por tipo de vehículo, carburante y año de matriculación. - Información histórica de datos de ITV.
Transportes, Movilidad y Agenda Urbana	D.G. Carreteras	- Recorridos (vehículo-km) por titularidad de las carreteras y tipo de vehículo. - Información histórica sobre parque circulante. - Kilómetros de carretera por tipo de carretera y pavimento.
	D.G. Programación Económica y Presupuestos y D.G. Transporte Terrestre	- Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera.
Sanidad, Consumo y Bienestar Social	Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios	- Datos de consumo de N ₂ O medicinal.
Transición Ecológica y el Reto Demográfico	Secretaría de Estado de Energía	- Estadísticas energéticas oficiales (AIE y Eurostat): - Electricidad y calor. - Gas natural. - Productos petrolíferos. - Carbones. - Energías renovables y residuos. - Otras estadísticas energéticas. - Estaciones de servicio. - IDAE: Cogeneración, biomasa y variables de actividad (sector RC&I e instalaciones de combustión con potencias menores a los 50 MW térmicos)
	D.G. Calidad y Evaluación Ambiental	- Incineradoras de residuos. - Información del Registro Nacional de Lodos - Balance generación/tratamiento de los residuos. - Composición de los residuos depositados en vertederos. - Vertederos gestionados. - Vertederos no gestionados. - Plantas de compostaje de residuos urbanos - Información sobre plantas de destrucción de gases fluorados. - Información sobre PCB y PCT.
	D.G. Agua	- Información sobre aguas residuales
	Oficina Española de Cambio Climático	- Información de base para la elaboración de los informes de verificación de CO ₂ de las plantas sometidas al régimen de comercio de emisión. - Información sobre la contabilización de las unidades del Protocolo de Kioto. - Información sobre el registro nacional y datos del impuesto de gases fluorados.
	Agencia Estatal de Meteorología	- Temperatura del aire, por horas del día y días al año. - Precipitación anual media y evapotranspiración.
	D.G. Biodiversidad, Bosques y Desertificación	- Estimación de la biomasa viva en las forestaciones y repoblaciones. - Estadística de incendios forestales (superficie, tipo de vegetación, causalidad y localización). - Estadística de quemas controladas (superficie, modelo de combustible, grado de combustión y localización). - Estimación de la biomasa viva de la vegetación arbolada en tierras forestales que permanecen como tales. - Estimación de la biomasa viva de la vegetación arbustiva en tierras forestales que permanecen como tales. - Anuario de Estadística Forestal.

Ministerio	Dependencia	Información requerida
		<ul style="list-style-type: none"> - Existencias de carbono en la madera muerta y el detritus de las tierras forestales que permanecen como tales. - Productos de madera aprovechada.
Agricultura, Pesca y Alimentación	Entidad Estatal Seguros Agrarios (ENESA)	<ul style="list-style-type: none"> - Información relativa a siniestralidad por incendio en las producciones agrícolas y forestales aseguradas.
	D.G. Producciones y Mercados Agrarios	<ul style="list-style-type: none"> - Superficie, rendimiento y producción de cultivos. - Quema de residuos agrícolas - Consumo de fertilizantes sintéticos nitrogenados. - Distribución de la aplicación de fertilizantes - Balance de nitrógeno de la agricultura - Consumo de pesticidas y fitosanitarios - Parque de maquinaria móvil agrícola autopropulsada. - Instalaciones de combustión estacionaria - Funciones y parámetros para la estimación de la función de la biomasa en crecimiento en cultivos leñosos.
	S.G. Análisis, Coordinación y Estadística	<ul style="list-style-type: none"> - Transiciones de cultivos que incluyan, al menos, un cultivo leñoso. - Prácticas de gestión conservadoras del suelo. - Censos/encuestas de efectivos ganaderos y avícolas del "Anuario de estadística" - Consumo de pesticidas y fitosanitarios
	D.G. Ordenación Pesquera y Acuicultura	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo de combustible de la flota pesquera
Comunidades Autónomas	DD.GG de Calidad Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> - Información de plantas de biometanización (purines).

Apéndice 1.2 Tabla sobre la coherencia con ETS (art. 14, RE 2018/1999)

Reporting on consistency of reported emissions with data from EU Emissions Trading System pursuant to Article 14

Allocation of verified emissions reported by installations and operators under Directive 2003/87/EC to source categories of the national greenhouse gas inventory	
Member State	ES
Reporting year:	2023
Basis for data:	verified ETS emissions and greenhouse gas emissions as reported in inventory submission for the year X-2

	Total emissions (CO ₂ -eq)			Comment ⁽²⁾
	Greenhouse gas inventory emissions [kt CO ₂ eq] ⁽³⁾	Verified emissions under Directive 2003/87/EC [kt CO ₂ eq] ⁽³⁾	Ratio in % (Verified emissions/inventory emissions) ⁽³⁾	
Greenhouse gas emissions (for GHG inventory: total GHG emissions, including indirect CO₂ emissions if reported, without LULUCF, and excluding emissions from domestic aviation; for Directive 2003/87/EC: GHG emissions from stationary installations under Article 2(1) of Directive 2003/87/EC)	292.487,8	91.678,1	31,34 %	
CO₂ emissions (for GHG inventory: total CO₂ emissions, including indirect CO₂ emissions if reported, without LULUCF, and excluding CO₂ emissions from domestic aviation; for Directive 2003/87/EC: CO₂ emissions from stationary installations under Article 2(1) of Directive 2003/87/EC)	228.196,1	91.587,4	40,14 %	

	CO ₂ emissions			Comment ⁽²⁾
	Greenhouse gas inventory emissions [kt] ⁽³⁾	Verified emissions under Directive 2003/87/EC [kt] ⁽³⁾	Ratio in % (Verified emissions/inventory emissions) ⁽³⁾	
1.A Fuel combustion activities, total		NA		
1.A Fuel combustion activities, stationary combustion	108.225,8	72.224,7	66,74 %	
1.A.1 Energy industries	40.785,5	38.782,1	95,09 %	
1.A.1.a Public electricity and heat production	30.849,1	29.104,2	94,34 %	Inventory emissions coverage is larger than ETS
1.A.1.b Petroleum refining	9.044,2	9.045,9	100,02 %	CO ₂ emissions from petroleum refining in the Inventory are reported mainly under 1A1b but also a small part is under 1B. Furthermore, ETS data includes combustion emissions from refineries with organic chemical industry production. Hence, difference observed is assumed as reasonable.
1.A.1.c Manufacture of solid fuels and other energy industries	892,3	632,1	70,84 %	Inventory emissions coverage is larger than ETS, covering mining, oil & gas extraction and other energy industries
Iron and steel (for GHG inventory combined CRT categories 1.A.2.a + 2.C.1 + 1.A.1.c and other relevant CRT categories that include emissions from iron and steel (e.g. 1A1a, 1B1) ⁽⁴⁾				

	CO ₂ emissions			
1.A.2 Manufacturing industries and construction	45.249,0	33.124,9	73,21 %	
1.A.2.a Iron and steel	6.548,5	5.199,5	79,40 %	Inventory emissions coverage is larger than ETS
1.A.2.b Non-ferrous metals	1.850,8	825,9	44,62 %	Inventory emissions coverage is larger than ETS
1.A.2.c Chemicals	8.867,0	6.284,1	70,87 %	Different emission accounting between ETS and Inventory and Inventory emissions coverage is larger than ETS
1.A.2.d Pulp, paper and print	4.238,7	3.225,3	76,09 %	Inventory emissions coverage is larger than ETS
1.A.2.e Food processing, beverages and tobacco	4.901,0	2.835,0	57,85 %	Inventory emissions coverage is larger than ETS
1.A.2.f Non-metallic minerals	11.765,2	9.376,9	79,70 %	Inventory emissions coverage is larger than ETS
1.A.2.g Other	7.077,8	5.378,4	75,99 %	Inventory emissions coverage is larger than ETS
1.A.3 Transport	148,1	0,0	0,00 %	
1.A.3.e Other transportation (pipeline transport)	148,1			
1.A.4 Other sectors	22.043,1	317,6	1,44 %	
1.A.4.a Commercial/institutional	9.775,8	317,6	3,25 %	Inventory emissions coverage is larger than ETS
1.A.4.b Agriculture/Forestry/Fisheries	12.267,4		0,00 %	
1.B Fugitive emissions from Fuels	3.510,6	3.159,5	90,00 %	Inventory emissions coverage is larger than ETS

	CO ₂ emissions			
1.C CO₂ Transport and storage				
1.C.1 Transport of CO ₂	NO			
1.C.2 Injection and storage	NO			
1.C.3 Other	NO			
2.A Mineral products	11.293,9	11.092,4	98,22 %	
2.A.1 Cement production	8.471,6	8.471,6	100,00 %	
2.A.2 Lime production	1.514,6	1.491,2	98,45 %	Inventory emissions coverage is larger than ETS
2.A.3 Glass production	463,7	442,4	95,41 %	Differences due to different methodological approaches between ETS and INV
2.A.4 Other process uses of carbonates	844,1	687,2	81,42 %	Inventory emissions coverage is larger than ETS
2.B Chemical industry	2.555,6	2.208,3	86,41 %	
2.B.1 Ammonia production	290,8	354,6	121,93 %	Different emission accounting between ETS and Inventory for a specific installation
2.B.3 Adipic acid production (CO ₂)	NO			
2.B.4 Caprolactam, glyoxal and glyoxylic acid production	NA			
2.B.5 Carbide production	57,3			Inventory emissions coverage is larger than ETS
2.B.6 Titanium dioxide production	NA			
2.B.7 Soda ash production	283,2	283,6	100,14 %	Differences due to different methodological approaches between ETS and INV

	CO ₂ emissions			
2.B.8 Petrochemical and carbon black production	1.924,2	1.570,1	81,60 %	Different emission accounting between ETS and Inventory
2.C Metal production	2.828,8	2.775,9	98,13 %	
2.C.1 Iron and steel production	1.864,6	1.859,9	99,75 %	Different emission accounting between ETS and Inventory
2.C.2 Ferroalloys production	391,3	383,6	98,02 %	Inventory emissions coverage is larger than ETS
2.C.3 Aluminium production	334,1	334,1	100,00 %	Difference due to different methodological approaches
2.C.4 Magnesium production	NO			
2.C.5 Lead production	40,4			Inventory emissions coverage is larger than ETS
2.C.6 Zinc production	69,5	69,5	100,00 %	
2.C.7 Other metal production	128,9	128,9	100,00 %	

	N ₂ O emissions			
	Greenhouse gas inventory emissions [kt CO _{2eq}] ⁽³⁾	Verified emissions under Directive 2003/87/EC [kt CO _{2eq}] ⁽³⁾	Ratio in % (Verified emissions/inventory emissions) ⁽³⁾	Comment ⁽²⁾
2.B.2 Nitric acid production	130,1	116,2	89,32 %	Inventory uses AR4, ETS uses AR5.
2.B.3 Adipic acid production	NO	NO		
2.B.4 Caprolactam, glyoxal and glyoxylic acid production	231,4			

	PFC emissions			Comment ⁽²⁾
	Greenhouse gas inventory emissions [kt CO _{2eq}] ⁽³⁾	Verified emissions under Directive 2003/87/EC [kt CO _{2eq}] ⁽³⁾	Ratio in % (Verified emissions/inventor y emissions) ⁽³⁾	
2.C.3 Aluminium production	31,5	28,4	89,93 %	Inventory uses AR4, ETS uses AR5.

Notation: x = reporting year

Notes:

(1) The allocation of verified emissions to disaggregated inventory categories at four digit level must be reported where such allocation of verified emissions is possible and emissions occur. The following notation keys should be used:

NO = not occurring; IE = included elsewhere; C = confidential

Negligible = small amount of verified emissions may occur in respective CRT category, but amount is < 5 % of the category.

(2) The column comment should be used to give a brief summary of the checks performed and if a Member State wants to provide additional explanations with regard to the allocation reported.

(3) Data to be reported up to one decimal point for kt and % values.

(4) To be filled on the basis of combined CRT categories pertaining to 'Iron and Steel', to be determined individually by each Member State; the stated formula is for illustration purposes only.

Tabla sobre la coherencia con contaminantes atmosféricos (art. 15, RE 2018/1999)

EMISSION CATEGORIES	Emissions for pollutant CO reported in greenhouse gas (GHG inventory) (in kt) ⁽³⁾	Emissions for pollutant CO reported under Directive 2016/2284 (NEC), submission version 2023 (in kt) ⁽³⁾	Absolute difference in kt ^{(1) (3)}	Explanations for differences
National total (excluding LULUCF)	1675,5	1636,7	38,8	
1. Energy	768,6	739,3	29,3	
A. Fuel combustion (sectoral approach)	766,7	737,4	29,3	
1. Energy industries	33,9	32,9	1,0	
2. Manufacturing industries and construction	179,2	178,3	0,8	
3. Transport	240,1	218,6	21,6	Geographical scope and different accounting
4. Other sectors	312,8	307,0	5,7	
5. Other	0,8	0,6	0,2	Geographical scope
B. Fugitive emissions from fuels	1,9	1,9	0,0	
1. Solid fuels	0,5	0,5	0,0	
2. Oil and natural gas and other emissions from energy production	1,4	1,4	0,0	
2. Industrial processes and product use	148,7	148,5	0,2	
A. Mineral industry	NA	NA		
B. Chemical industry	20,2	20,2	0,0	
C. Metal industry	116,0	116,0	0,0	
D. Non-energy products from fuels and solvent use	0,0	0,0	0,0	Geographical scope
G. Other product manufacture and use	NO	3,1		Allocation into 2H according to CRF methodology

EMISSION CATEGORIES	Emissions for pollutant CO reported in greenhouse gas (GHG inventory) (in kt) ⁽³⁾	Emissions for pollutant CO reported under Directive 2016/2284 (NEC), submission version 2023 (in kt) ⁽³⁾	Absolute difference in kt ^{(1) (3)}	Explanations for differences
H. Other	12,5	9,3	3,2	2H3 (CRF) allocation into 2G according to EMEP methodology
3. Agriculture	18,3	18,1	0,2	
B. Manure management	NA	NA		
D. Agricultural soils	NA	NA		
F. Field burning of agricultural residues	18,3	18,1	0,2	
J. Other	NO	NO		
5. Waste	739,9	730,8	9,1	
A. Solid waste disposal	0,6	0,6	0,1	Geographical scope
B. Biological treatment of solid waste	0,1	0,1	0,0	
C. Incineration and open burning of waste	739,0	729,9	9,0	
D. Wastewater treatment and discharge	0,2	0,2	0,0	
E. Other	NA	NA		
6. Other	NA	NA		

Notes:

(1) Emissions reported in GHG inventory minus emissions reported in NEC inventory

(2) Difference in kt by emissions reported in GHG inventory

(3) Data to be reported up to on decimal point for kt and % values

EMISSION CATEGORIES	Emissions for pollutant SO ₂ reported in greenhouse gas (GHG inventory) (in kt) ⁽³⁾	Emissions for pollutant SO ₂ reported under Directive 2016/2284 (NEC), submission version 2023 (in kt) ⁽³⁾	Absolute difference in kt ^{(1) (3)}	Explanations for differences
National total (excluding LULUCF)	130,9	122,9	8,0	Geographical scope
1. Energy	113,7	105,7	7,9	Geographical scope
A. Fuel combustion (sectoral approach)	92,3	84,4	7,9	Geographical scope
1. Energy industries	13,3	8,5	4,8	Geographical scope
2. Manufacturing industries and construction	54,6	54,0	0,6	
3. Transport	5,9	3,4	2,5	Geographical scope and different accounting
4. Other sectors	18,4	18,3	0,1	
5. Other	0,1	0,1	0,0	Geographical scope
B. Fugitive emissions from fuels	21,4	21,4	0,0	
1. Solid fuels	0,0	0,0	0,0	
2. Oil and natural gas and other emissions from energy production	21,4	21,4	0,0	
2. Industrial processes and product use	14,7	14,7	0,0	
A. Mineral industry	NA	NA		
B. Chemical industry	3,6	3,6	0,0	
C. Metal industry	7,7	7,7	0,0	
D. Non-energy products from fuels and solvent use	NA	NA		
G. Other product manufacture and use	NO	0,0		Allocation into 2H according to CRF methodology
H. Other	3,4	3,4	0,0	2H3 (CRF) allocation into 2G according to EMEP methodology

EMISSION CATEGORIES	Emissions for pollutant SO ₂ reported in greenhouse gas (GHG inventory) (in kt) ⁽³⁾	Emissions for pollutant SO ₂ reported under Directive 2016/2284 (NEC), submission version 2023 (in kt) ⁽³⁾	Absolute difference in kt ^{(1) (3)}	Explanations for differences
3. Agriculture	0,1	0,1	0,0	
B. Manure management	NO	NO		
D. Agricultural soils	NO	NO		
F. Field burning of agricultural residues	0,1	0,1	0,0	
J. Other	NO	NO		
5. Waste	2,4	2,4	0,0	
A. Solid waste disposal	NA	NA		
B. Biological treatment of solid waste	NE	NE		
C. Incineration and open burning of waste	2,4	2,4	0,0	
D. Wastewater treatment and discharge	NE	NE		
E. Other	NA	NA		
6. Other	NA	NA		

Notes:

(1) Emissions reported in GHG inventory minus emissions reported in NEC inventory

(2) Difference in kt by emissions reported in GHG inventory

(3) Data to be reported up to on decimal point for kt and % values

EMISSION CATEGORIES	Emissions for pollutant NOx reported in greenhouse gas (GHG inventory) (in kt) ⁽³⁾	Emissions for pollutant NOx reported under Directive 2016/2284 (NEC), submission version 2023 (in kt) ⁽³⁾	Absolute difference in kt ^{(1) (3)}	Explanations for differences
National total (excluding LULUCF)	671,9	620,4	51,5	Geographical scope
1. Energy	526,7	476,4	50,3	Geographical scope
A. Fuel combustion (sectoral approach)	522,7	472,4	50,3	Geographical scope
1. Energy industries	70,1	40,5	29,6	Geographical scope
2. Manufacturing industries and construction	104,1	103,5	0,6	
3. Transport	259,0	240,8	18,1	Geographical scope and different accounting
4. Other sectors	86,6	85,6	0,9	
5. Other	3,0	1,9	1,1	Geographical scope
B. Fugitive emissions from fuels	4,0	4,0	0,0	
1. Solid fuels	0,0	0,0	0,0	
2. Oil and natural gas and other emissions from energy production	4,0	4,0	0,0	
2. Industrial processes and product use	3,7	3,7	0,0	
A. Mineral industry	NA	NA		
B. Chemical industry	0,4	0,4	0,0	
C. Metal industry	1,5	1,5	0,0	
D. Non-energy products from fuels and solvent use	NA	NA		
G. Other product manufacture and use	NO	0,1		Allocation into 2H according to CRF methodology
H. Other	1,8	1,7	0,1	2H3 (CRF) allocation into 2G according to EMEP methodology

EMISSION CATEGORIES	Emissions for pollutant NOx reported in greenhouse gas (GHG inventory) (in kt) ⁽³⁾	Emissions for pollutant NOx reported under Directive 2016/2284 (NEC), submission version 2023 (in kt) ⁽³⁾	Absolute difference in kt ^{(1) (3)}	Explanations for differences
3. Agriculture	82,5	82,1	0,4	
B. Manure management	7,2	7,1	0,1	
D. Agricultural soils	74,7	74,4	0,4	
F. Field burning of agricultural residues	0,6	0,6	0,0	
J. Other	NO	NO		
5. Waste	58,9	58,2	0,7	
A. Solid waste disposal	0,0	0,0	0,0	Geographical scope
B. Biological treatment of solid waste	0,0	0,0	0,0	Geographical scope
C. Incineration and open burning of waste	58,9	58,1	0,7	
D. Wastewater treatment and discharge	0,0	0,0	0,0	
E. Other	NA	NA		
6. Other	NA	NA		

Notes:

(1) Emissions reported in GHG inventory minus emissions reported in NEC inventory

(2) Difference in kt by emissions reported in GHG inventory

(3) Data to be reported up to on decimal point for kt and % values

EMISSION CATEGORIES	Emissions for pollutant NMVOC reported in greenhouse gas (GHG inventory) (in kt) ⁽³⁾	Emissions for pollutant NMVOC reported under Directive 2016/2284 (NEC), submission version 2023 (in kt) ⁽³⁾	Absolute difference in kt ^{(1) (3)}	Explanations for differences
National total (excluding LULUCF)	507,7	492,3	15,4	
1. Energy	129,8	125,3	4,5	
A. Fuel combustion (sectoral approach)	107,5	103,5	4,0	
1. Energy industries	11,1	10,9	0,1	
2. Manufacturing industries and construction	22,0	21,7	0,3	
3. Transport	26,2	23,8	2,4	Geographical scope and different accounting
4. Other sectors	48,2	47,0	1,1	
5. Other	0,1	0,0	0,0	Geographical scope
B. Fugitive emissions from fuels	22,3	21,8	0,5	
1. Solid fuels	0,0	0,0	0,0	
2. Oil and natural gas and other emissions from energy production	22,3	21,8	0,5	
2. Industrial processes and product use	307,3	297,4	9,9	
A. Mineral industry	0,1	0,1	0,0	
B. Chemical industry	10,2	10,2	0,0	
C. Metal industry	0,8	0,8	0,0	
D. Non-energy products from fuels and solvent use	271,9	262,5	9,4	
G. Other product manufacture and use	NO	0,3		Allocation into 2H according to CRF methodology
H. Other	24,4	23,6	0,8	2H3 (CRF) allocation into 2G according to EMEP methodology

EMISSION CATEGORIES	Emissions for pollutant NMVOC reported in greenhouse gas (GHG inventory) (in kt) ⁽³⁾	Emissions for pollutant NMVOC reported under Directive 2016/2284 (NEC), submission version 2023 (in kt) ⁽³⁾	Absolute difference in kt ^{(1) (3)}	Explanations for differences
3. Agriculture	55,0	54,5	0,6	
B. Manure management	43,2	43,0	0,3	
D. Agricultural soils	11,7	11,4	0,3	
F. Field burning of agricultural residues	0,1	0,1	0,0	
J. Other	NO	NO		
5. Waste	15,6	15,1	0,5	
A. Solid waste disposal	3,7	3,4	0,3	Geographical scope
B. Biological treatment of solid waste	NE	NE		
C. Incineration and open burning of waste	11,8	11,6	0,1	
D. Wastewater treatment and discharge	0,1	0,1	0,0	
E. Other	0,0	0,0	0,0	Geographical scope
6. Other	NA	NA		

Notes:

(1) Emissions reported in GHG inventory minus emissions reported in NEC inventory

(2) Difference in kt by emissions reported in GHG inventory

(3) Data to be reported up to on decimal point for kt and % values



2. TENDENCIAS DE LAS EMISIONES

ÍNDICE

2	TENDENCIAS DE LAS EMISIONES.....	99
2.1	Principales variables socioeconómicas y de energía	99
2.1.1	Principales indicadores socioeconómicos	99
2.1.2	Consumo de energía primaria.....	100
2.2	Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones agregadas	101
2.2.1	Emisiones brutas (excluido LULUCF)	102
2.2.2	Absorciones y emisiones en LULUCF.....	109
2.2.3	Emisiones netas del conjunto del Inventario (con LULUCF).....	111
2.3	Descripción e interpretación de las emisiones por gases (excluido LULUCF)	112
2.3.1	Análisis del último año inventariado (2021) por gases y sectores CRF	113
2.4	Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones por sectores (excluido LULUCF).....	115
2.5	Descripción e interpretación de las tendencias para los gases precursores y de efecto invernadero indirecto.....	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.1.	Producto interior bruto y población	99
Tabla 2.1.2.	Consumo de energía primaria (cantidades expresadas en ktep _{PCI})	100
Tabla 2.2.1.	Contribución de los GEI al total de emisiones brutas en 2021	102
Tabla 2.2.2.	Evolución y variación relativa respecto a 1990 de las emisiones brutas	104
Tabla 2.2.3.	Emisiones de CO ₂ equivalente (kt de CO ₂ equivalente)	107
Tabla 2.2.4.	Distribución porcentual por sectores de las emisiones de CO ₂ equivalente (%).....	108
Tabla 2.2.5.	Evolución de las absorciones netas en LULUCF	109
Tabla 2.2.6.	Evolución de las emisiones netas (kt CO ₂ -eq) y variación relativa respecto a 1990.....	111
Tabla 2.3.1.	Evolución de las emisiones brutas por tipo de gas.....	112
Tabla 2.4.1.	Evolución de las emisiones brutas por sector de actividad.....	116
Tabla 2.5.1.	Evolución de las emisiones de NO _x , CO, COVNM y SO ₂	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1.1.	Evolución del consumo de energía primaria por fuente de energía	101
Figura 2.2.1.	Emisión bruta total (Mt CO ₂ -eq) en 2021, desagregada por sectores , actividades y gases.....	103
Figura 2.2.2.	Variación relativa del total de emisiones brutas respecto a 1990 (año 1990 = 100 %)	104
Figura 2.2.3.	Variación interanual de las emisiones brutas agregadas (porcentaje)	104
Figura 2.2.4.	Intensidad de CO ₂ del PIB (kt de CO ₂ /Geur).....	109
Figura 2.2.5.	Emisiones/absorciones en el sector LULUCF (cifras en kt CO ₂ -eq).....	110
Figura 2.2.6.	Variación relativa del total de emisiones netas (con LULUCF) respecto a 1990 (año 1990 = 100 %).....	112
Figura 2.3.1.	Emisión bruta de CO ₂ (Mt CO ₂ -eq) en 2021, desagregada por sectores y actividades	114
Figura 2.3.2.	Emisión bruta de CH ₄ (Mt CO ₂ -eq) en 2021, desagregada por sectores y actividades	114
Figura 2.3.3.	Emisión bruta de N ₂ O (Mt CO ₂ -eq) en 2021, desagregada por sectores y actividades	115
Figura 2.3.4.	Emisión bruta de gases fluorados (Mt CO ₂ -eq) en 2021, desagregada por sectores y actividades	115
Figura 2.4.1.	Variación relativa de emisiones por sector respecto a 1990 (año 1990 = 100 %).....	116
Figura 2.5.1.	Variación relativa de emisiones de NO _x , CO, COVNM y SO ₂ respecto a 1990 (año 1990 = 100 %)	118

2 TENDENCIAS DE LAS EMISIONES

En este capítulo se presenta una síntesis de los aspectos más relevantes de las tendencias observadas en la estimación de las emisiones y absorciones del Inventario Nacional en la serie temporal analizada. Para situarlas en el marco socioeconómico, se comentan primero las principales variables macroeconómicas, de población y de energía para, seguidamente, hacer un análisis detallado de las tendencias de las emisiones por sustancia y categoría de actividad generadora de emisiones.

2.1 Principales variables socioeconómicas y de energía

2.1.1 Principales indicadores socioeconómicos

La tabla 2.1.1 muestra los datos para España a lo largo de la serie histórica (1990-2021) del producto interior bruto (PIB), como principal indicador macroeconómico, y de la población.

Tabla 2.1.1. Producto interior bruto y población

Año	PIB		Población (miles habitantes)
	Precios corrientes (millones de €)	Índice de volumen encadenado (año de referencia 2010)	
1990	650.628	62,22	38.851
2005	1.002.674	95,89	43.663
2010	1.045.620	100,00	46.563
2015	1.070.637	102,39	46.407
2019	1.240.752	118,66	47.104
2020	1.118.325	106,95	47.352
2021	1.202.945	115,05	47.327

Fuente: Elaboración propia basada en datos del Instituto Nacional de Estadística (INE)

En la evolución de la economía y la población españolas a lo largo de la serie inventariada se diferencian cuatro periodos: una fase de crecimiento inestable en la primera mitad de los años 90, seguida de una fase expansiva hasta el año 2008, en que da comienzo la crisis económica que finaliza en 2014, iniciándose una última fase de recuperación.

La economía española se sitúa entre las 25 primeras de los países de la OCDE. Su evolución desde 1990 viene inicialmente marcada por las reformas estructurales acometidas en los años 80 y la entrada de España en la entonces Comunidad Económica Europea en 1986 que dieron lugar a un marcado crecimiento del PIB, coyunturalmente truncado por una recesión en 1992 y 1993. A partir del año 1995 y hasta principios de 2008, la economía española experimenta una fase expansiva con un incremento medio anual del PIB del 3,5 %, que constituyó el periodo de crecimiento más alto desde 1975. A partir del año 2008, al igual que el resto de la zona Euro, la economía española sufrió una caída de sus índices macroeconómicos, dando paso a un período de recesión y crisis. A partir del año 2014 se registra de nuevo una mejoría en el crecimiento económico, llegando el PIB a alcanzar tasas de variación interanuales de entre el 3 % y el 2% entre 2015 y 2019¹. En 2020, debido a la excepcional situación causada por la pandemia de COVID-19, la tendencia al alza se invirtió, y el PIB español registró un descenso en volumen del -11,3 % respecto a 2019, recuperándose parcialmente en 2021 con un aumento del +5,5% respecto al año anterior.

¹ https://www.ine.es/prensa/pib_tabla_cne.htm

La distribución del PIB en el año 2021 estuvo principalmente dominada por el sector servicios (74,6 %), seguido de la industria (16,9 %), de la construcción (5,6 %) y, finalmente, de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (2,9 %)².

La evolución de la población está ligada al desarrollo económico del país. Durante los años 90 la población experimenta un crecimiento mantenido, con tasas interanuales promedio del 0,3 %. En los años 2001-2008, coincidente con el periodo de mayor crecimiento económico del país, se experimenta una alta tasa de inmigración y la población registra una fase de elevado crecimiento, con tasas promedio del 1,7 %, llegando a alcanzar los 46 millones de habitantes. En los años de la crisis económica y hasta la actualidad se observa un estancamiento y disminución de la población, seguido de ligeros aumentos a partir de 2016 (en 2019 se supera por primera vez los 47 millones de habitantes). En 2021 la población española disminuye un 0,05% % respecto al año 2020.

2.1.2 Consumo de energía primaria

El consumo de energía primaria antes de ser transformada es una variable clave indicativa del perfil del país como consumidor de energía y emisor de gases de efecto invernadero a la atmósfera. En la siguiente tabla se desglosan a lo largo de toda la serie inventariada los consumos de energía primaria por tipo de fuentes (emisoras de CO₂ y no emisoras). La evolución del consumo de las distintas fuentes de energía primarias se representa en la figura 2.1.1.

La evolución del consumo de energía presenta la misma tendencia señalada para el crecimiento económico y la evolución de la población. Primeramente se observa un crecimiento del consumo de energía primaria paralelo al crecimiento económico del país. Durante la crisis económica (2008-2014) se registra un descenso en el consumo de energía primaria, volviéndose a los niveles de finales de los años 1990. En los tres siguientes años, el consumo de energía primaria aumenta nuevamente, para disminuir a partir de 2018. Durante todo el periodo predominan las fuentes energéticas emisoras. Las fuentes energéticas no emisoras aumentan su contribución a partir del año 2007, debido al fomento de las energías renovables (eólica y solar) en España. En 2021 el 46,7% de la demanda energética se cubrió con energías renovables³.

Tabla 2.1.2. Consumo de energía primaria (cantidades expresadas en ktep_{PCI})

Año	Fuentes de energía emisoras					Fuentes de energía no emisoras		Saldo eléctrico (neto)	TOTAL
	Combustibles fósiles			Biomasa y residuos renovables	Residuos no renovables	Energía nuclear	Otras Fuentes renovables		
	Productos petrolíferos	Carbones	Gas natural						
1990	43.950	19.289	4.970	4.007	61	13.999	2.212	-36	88.451
2005	70.800	20.517	29.844	4.665	189	14.842	3.468	-115	144.209
2010	60.922	7.281	31.129	5.117	174	16.135	8.479	-717	128.521
2015	52.478	13.583	24.538	5.774	252	14.903	9.845	-11	121.361
2019	56.162	4.902	30.897	6.044	313	15.218	11.979	590	126.105
2020	45.575	3.109	27.851	6.067	265	15.659	12.025	282	110.832
2021	49.589	3.392	29.355	6.510	585	14.736	12.903	76	117.145

Fuente: Elaboración propia basada en datos de la Secretaría de Estado de Energía (SEE), Foro Nuclear⁴ y CORES⁵

² https://www.ine.es/prensa/cna_pa_2021.pdf

³ <https://www.ree.es/es/balance-diario/nacional/2021/12/31>

⁴ <https://www.foronuclear.org/recursos/publicaciones/energia-2022/>

⁵ Informe Estadístico Anual 2021 en <https://www.cores.es/es/publicaciones>

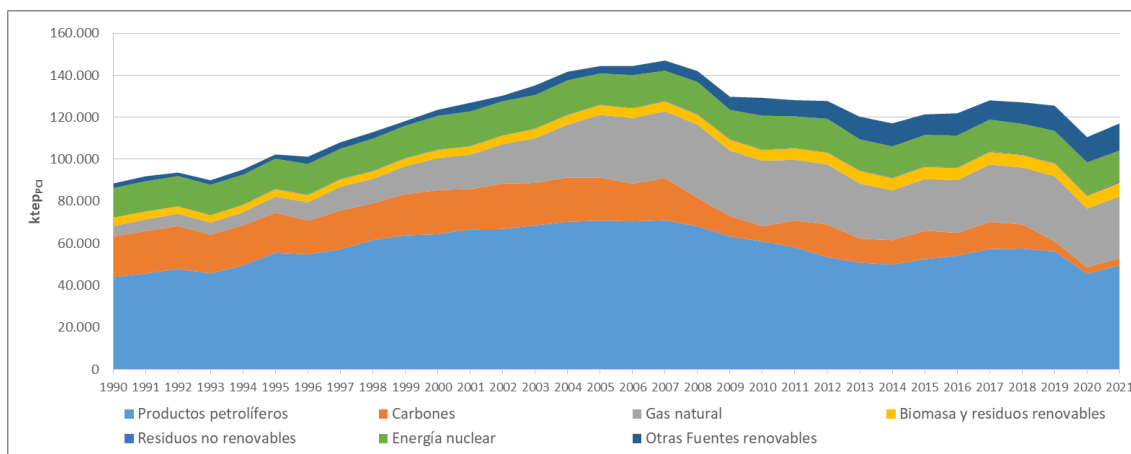


Figura 2.1.1. Evolución del consumo de energía primaria por fuente de energía

Con carácter general, la evolución del consumo de fuentes energéticas emisoras presenta, al igual que la evolución de la economía nacional, el perfil diferenciado entre cuatro fases a lo largo de la serie: una fase de leve crecimiento errático hasta 1995, seguida de un marcado aumento en el consumo hasta 2008 y una importante disminución en los años de la crisis económica, con una fase de estabilización en los años más recientes y un repunte a partir de 2015. En los últimos años se aprecia un descenso acusado del uso de carbones como fuente de energía. En 2020 se produjo un descenso del consumo energético general, causado por las restricciones de movilidad y actividad general provocadas por la pandemia del COVID-19, reflejado fundamentalmente en el descenso de los productos petrolíferos. En 2021 vuelve a aumentar el consumo de energía primaria, pero sin alcanzar los niveles pre-pandemia.

El análisis por tipo de combustible permite además observar el comportamiento del *mix* energético y el consumo de los diferentes tipos de combustibles. Cabe destacar la marcada dependencia de España respecto a los productos petrolíferos, generalmente de importación.

Mientras que la evolución del consumo de productos petrolíferos sigue el comportamiento global de cuatro fases, el consumo de carbón sufre una reducción más patente a partir de 2008. Por su parte, el consumo de gas natural presenta un marcado aumento, hasta el año 2008. Dicha penetración en el *mix* energético se debe al fomento de la red de distribución y suministro de este combustible y a la puesta en marcha de centrales de generación de ciclo combinado a partir de 2002. En los últimos años, dichas centrales no operan al máximo de su capacidad, por lo que el consumo de gas natural fluctúa de manera inversa a la participación de otras fuentes de energía no emisoras (eólica, hidráulica), las cuales varían en función de las condiciones meteorológicas de cada año.

En el anexo 2 del presente informe se ofrece información desagregada a nivel de detalle de los balances anuales de combustibles.

2.2 Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones agregadas

En este apartado se examinan, en primer lugar, las tendencias de las emisiones brutas agregadas sin descontar las absorciones que se originan en el sector “Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura” (*LULUCF*, por sus siglas en inglés). En segundo lugar se presenta el balance de los flujos de absorciones y emisiones en *LULUCF* y, finalmente, el balance neto de emisiones del conjunto del inventario (incluyendo *LULUCF*). Todas las cifras estimadas de emisiones/absorciones se presentan en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq).

2.2.1 Emisiones brutas (excluido LULUCF)

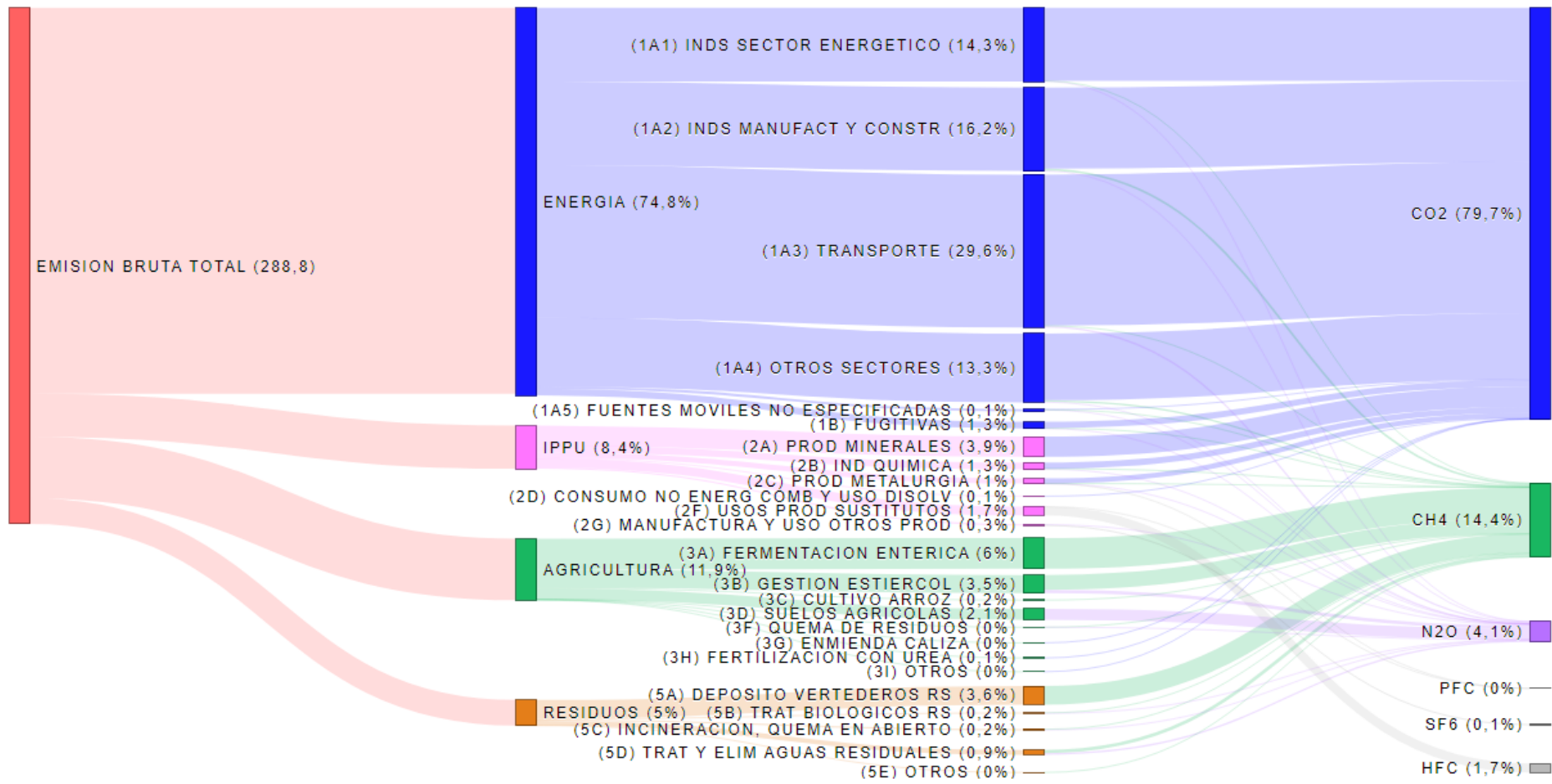
Las emisiones brutas agregadas de gases de efecto invernadero (GEI) estimadas para el año 2021 para el total del Inventario (excluido LULUCF) se sitúan en 288.847,82 kilotoneladas de CO₂ equivalente, lo que supone un aumento en relación al año 1990 del 0,4 % y un descenso respecto al año 2005 de -34,2 %. La prolongación de los efectos de la pandemia de COVID-19 ha contribuido a que las emisiones se sitúen en torno a de las de 1990.

A continuación se presenta la contribución de los distintos gases de efecto invernadero al total del Inventario Nacional en 2021, según se calcule en masa de gases o en masa de CO₂ equivalente.

Tabla 2.2.1. Contribución de los GEI al total de emisiones brutas en 2021

GEI	% de gas en masa respecto al total del Inventario	% de CO ₂ -eq respecto al total del Inventario
CO ₂	98,76 %	79,7 %
CH ₄	0,64 %	14,4 %
N ₂ O	0,02 %	4,1 %
HFC y PFC	0,58 %	1,7 %
SF ₆	0,000004 %	0,1 %

En la gráfica siguiente se pueden apreciar las emisiones brutas nacionales en términos de CO₂ equivalente, y el peso de los distintos gases de efecto invernadero y los distintos sectores y actividades en el conjunto del Inventario.



Agradecimientos: Mike Bostok

Figura 2.2.1. Emisión bruta total (Mt CO₂-eq) en 2021, desagregada por sectores , actividades y gases

En la tabla 2.2.2 se muestran, tanto en términos absolutos (kilotoneladas de CO₂-eq) como en términos de índice temporal (base 100: año 1990), los valores correspondientes a las emisiones brutas totales (excluido LULUCF). La representación gráfica del índice temporal se ofrece en las figuras 2.2.2 y 2.2.3, donde se muestran, respectivamente, el índice de variación temporal y los porcentajes de variación interanual de las emisiones totales brutas del inventario.

Tabla 2.2.2. Evolución y variación relativa respecto a 1990 de las emisiones brutas

1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
287.710	438.760	354.652	333.623	309.814	272.244	288.848
100,0 %	152,5 %	123,3 %	116,0 %	107,7 %	94,6 %	100,4 %

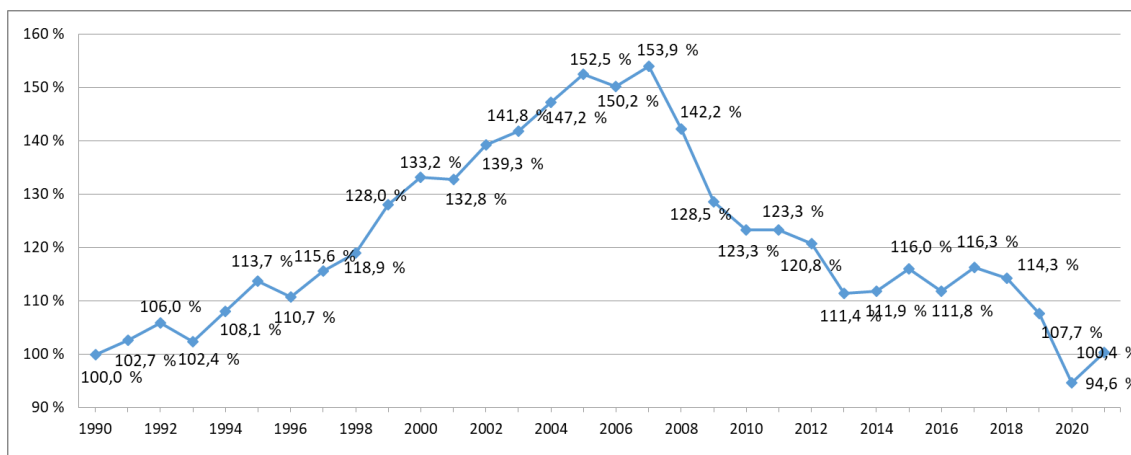


Figura 2.2.2. Variación relativa del total de emisiones brutas respecto a 1990 (año 1990 = 100 %)

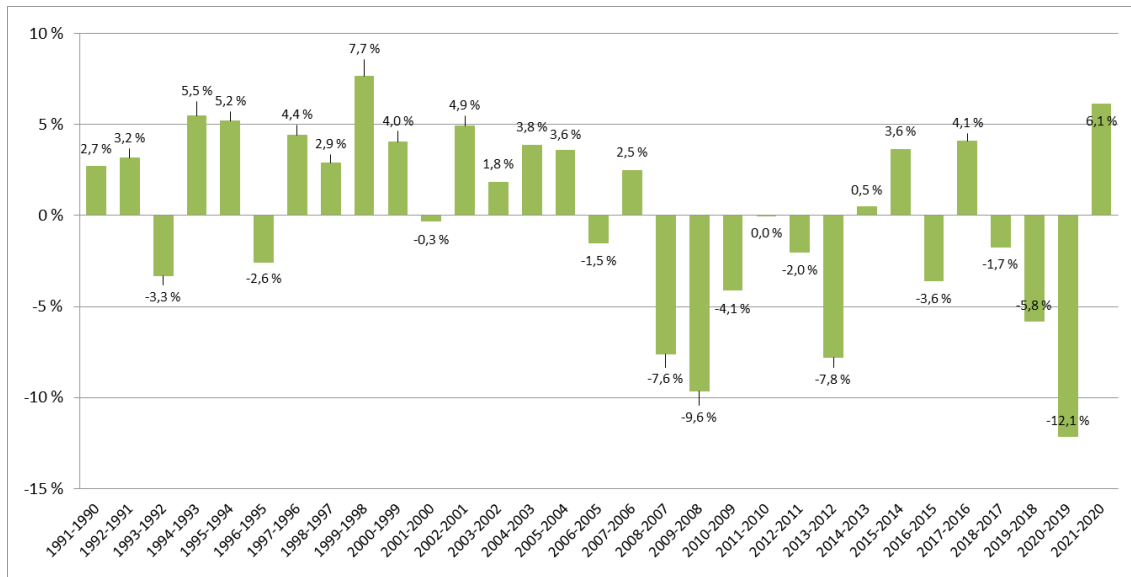


Figura 2.2.3. Variación interanual de las emisiones brutas agregadas (porcentaje)

2.2.1.1 Análisis del último año inventariado (2021)

El año 2020 estuvo marcado por los efectos de la pandemia COVID-19 sobre la actividad económica y la movilidad, con un descenso de las emisiones del conjunto de gases de efecto invernadero (expresados en CO₂-eq) de -12,1 % respecto a las emisiones del año anterior. En 2021 las emisiones de gases de efecto invernadero suben un 6,1% en relación a las de 2020, de forma que no se recuperan los niveles anteriores a la pandemia (como se ha comentado anteriormente, el PIB español en 2021 aumentó un 5,5% respecto al año anterior).

Este aumento de emisiones viene determinado por la recuperación de las emisiones en el transporte (+15,7 %), y por la recuperación de la actividad industrial.

El crecimiento en la demanda de energía eléctrica del 2,6% en 2021 en España respecto a 2020 no ha logrado compensar el descenso de emisiones por el aumento de la generación eléctrica de origen renovable (46,7% del total de electricidad generada en 2021), especialmente debido a la generación eólica y solar fotovoltaica, que experimentan unos incrementos respecto a 2020 de +10,2% y +37,1%, respectivamente⁶. En la generación eléctrica, se ha continuado la reducción en el uso del carbón en 2021 (-0,7 % respecto a 2020, año en el que había bajado un y -60 %). El principal sustituto del carbón ha sido, tradicionalmente, el gas natural, un combustible fósil pero menos intensivo en producción de CO₂ por unidad energética. Las emisiones de combustión en las industrias manufactureras y de la construcción registraron un aumento del 7,17 % en 2021 respecto al año anterior.

En conjunto, el total del sector de la energía (CRF 1) registró un aumento global de GEI del 8 %, en 2021 respecto a 2020.

Por su parte, las emisiones de GEI del sector IPPU (procesos industriales y uso de otros productos, por sus siglas en inglés) aumentaron un 5,2% respecto al año 2020, destacando los aumentos en los sectores de Productos minerales (+4,73 %) y Producción metalúrgica (+27,82 %).

El sector con más peso en el total de emisiones es el transporte en su conjunto (29,6 % del total del Inventario en el año 2021), seguido de la industria (22,8 %, incluyendo tanto las emisiones por combustión como las generadas en los procesos industriales), la agricultura y ganadería en su conjunto (11,9 %) y la generación de electricidad (10,8 %).

A continuación se analizan las variaciones interanuales por sectores y la contribución de éstos al total de las emisiones brutas nacionales.

Transporte (29,6 % del total de las emisiones del Inventario): presenta un aumento (+15,7 %) de las emisiones respecto al año 2020, debido principalmente al transporte por carretera (que por sí solo supone un 27,8 % del total de las emisiones de GEI del Inventario), el cual experimenta un aumento interanual de -15,2 % (motivado por el fin de las restricciones a la movilidad derivadas de la pandemia de COVID-19, que generaron una disminución de -17,7 % entre 2020 y 2019. Las emisiones del transporte aéreo nacional y la navegación doméstica (0,76 % y 0,98 % del total de las emisiones, respectivamente), también registraron aumentos en sus emisiones respecto al año anterior (+43,4 % y +13,5 % respectivamente), igualmente debidas a la recuperación posterior a las medidas de restricción a la movilidad motivadas por la pandemia de COVID-19.

Industria (21 % del total de las emisiones): en 2021 se estima un aumento de las emisiones debidas al consumo de combustibles del 7,2 % respecto al año anterior. Destacan aumentos de emisiones en los sectores de los minerales no metálicos (+6,2 %), alimentación, tabaco y bebidas (+12,5%) y de los metales no ferrosos (+38,2 %). Las emisiones procedentes de los propios procesos industriales también aumentan, destacando un 27,8% en la industria metalúrgica.

Generación eléctrica (10,8 % del total de las emisiones inventariadas): respecto al año anterior se estima un aumento del 1,64 % de las emisiones, después de una disminución del 30% entre 2020 y 2019. Entre los motivos están la disminución del consumo de combustibles fósiles para la generación eléctrica, especialmente por la caída de la producción eléctrica por carbón (el combustible fósil más intensivo en la producción de CO₂), y el comentado incremento en el uso de las energías renovables.

Residencial, Comercial e Institucional (RCI) (9 % del total de las emisiones): el sector experimentó en 2021 un incremento de las emisiones del 3 %.

⁶ <https://www.ree.es/es/balance-diario/nacional/2021/12/31>

Maquinaria off-road: las emisiones derivadas de la maquinaria agrícola, forestal y pesquera (4,3 % del total de emisiones nacionales) aumentaron también (+1,3 %) en 2021 con respecto al año anterior.

Agricultura (11,9 % del total de las emisiones): experimenta un descenso de las emisiones de GEI respecto al año anterior (-0,9 %), debido principalmente a las emisiones debidas a los cultivos, que disminuyen un -5,5 %, por las emisiones procedentes del uso de fertilizantes nitrogenados. Las emisiones debidas a las cabañas ganaderas, responsables del 79,6 % de las emisiones de este sector, incrementaron levemente sus emisiones (+0,4 %) debido fundamentalmente a las procedentes de la fermentación entérica (CRF 3A: +0,9 %).

Residuos (4,9 % del total de las emisiones): disminuye sus emisiones de GEI en 2021 (-2,1%) respecto al año anterior. 2021 fue un año en el que se registró una disminución de población en España.

Combustión en refinerías (3,1 % del total de las emisiones): se estima una disminución de las emisiones del sector en -2 % respecto al año 2020.

Gases fluorados (2 % del total de las emisiones en términos de CO₂-eq): las emisiones por el uso de HFC y PFC en el sector de la refrigeración y aire acondicionado (2F1), que suponen el 1,6 % del total del Inventario, registran un aumento de 2,8% en 2021 respecto a 2020.

Sector LULUCF: las absorciones asociadas a este sector del Inventario se han estimado en -44,5 millones de toneladas de CO₂-eq (lo que equivaldría a un 15,4 % de las emisiones brutas en 2021). Respecto a 2020, las absorciones han sido mayores (variación interanual de +1 %), aunque no debidas a mejoras en el sector forestal sino a las tierras de cultivo y absorciones en productos madereros.

2.2.1.2 Análisis de evolución de la serie histórica (1990-2021)

En general, la evolución presentada por el global de las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de la serie histórica inventariada responde a las mismas cuatro fases que se han destacado ya para el crecimiento económico, la población o el consumo energético en España desde 1990. En la primera mitad de los años 90 presenta un crecimiento errático, ligado al crecimiento económico del país de los primeros años de la década y a la recesión económica de los años 1992 y 1993. La fase expansiva experimentada por la economía y la población española entre 1995 y 2008 arrastra al alza las emisiones de gases de efecto invernadero, alcanzando su nivel máximo de la serie en el año 2007 con 446,3 millones de toneladas de CO₂ equivalente emitidas (+53,9 % respecto a los niveles de 1990). A partir del año 2008, con el inicio de la crisis económica, se observa una marcada disminución de las emisiones nacionales hasta el año 2013.

En los siguientes años, con la recuperación de los niveles de crecimiento macroeconómicos, las emisiones globales tienden a mantenerse, con altibajos debidos a la influencia de la climatología en la mayor o menor producción eléctrica procedente de fuentes no emisoras (hidráulica o eólica, dado que la producción nuclear es relativamente estable). En los últimos años la tendencia es decreciente, por la drástica disminución del uso de carbón en la generación eléctrica y en la industria y por la penetración de las energías renovables. Como se ha comentado, en 2020 se aprecia el efecto de la pandemia del COVID-19 en casi todos los sectores, y la subsiguiente recuperación en 2021, aunque en general sin alcanzar los niveles previos a la pandemia.

2.2.1.3 Datos de emisiones brutas

Para ofrecer una panorámica de la contribución que los distintos sectores y categorías de actividad aportan a estas emisiones brutas del inventario, se presenta en las tablas 2.2.3 (valores absolutos) y 2.2.4 (valores porcentuales) la evolución temporal de las emisiones en unidades de CO₂-eq. Toda esta información puede verse con un mayor grado de detalle (con desglose por sector de actividad y gas) en el anexo 5 del presente informe.

Tabla 2.2.3. Emisiones de CO₂ equivalente (kt de CO₂ equivalente)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Total (Emisión Bruta)	287.710,27	438.759,63	354.652,28	333.623,41	309.814,17	272.244,36	288.847,82
1. Energía	213.191,25	344.337,23	265.609,69	254.039,62	235.842,98	200.019,57	216.048,45
A. Actividades de combustión	209.424,49	341.088,21	262.572,34	249.986,12	231.955,30	196.234,66	212.321,76
1. Industrias del sector energético	78.851,48	125.694,36	74.440,17	85.216,65	55.263,33	40.797,02	41.246,85
2. Industrias manufactureras y de la construcción	45.201,27	69.884,34	49.845,09	42.193,86	46.924,81	43.571,68	46.696,84
3. Transporte	58.650,10	102.839,83	91.915,84	83.746,19	91.425,58	73.873,43	85.502,04
4. Otros sectores	26.421,15	42.164,78	45.812,39	38.308,50	37.889,74	37.553,44	38.475,84
5. Otros	300,49	504,91	558,85	520,91	451,84	439,09	400,19
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	3.766,76	3.249,01	3.037,35	4.053,50	3.887,67	3.784,90	3.726,69
1. Combustibles sólidos	1.832,41	765,45	428,85	146,66	36,78	53,19	124,44
2. Petróleo y gas natural	1.934,35	2.483,57	2.608,51	3.906,84	3.850,89	3.731,71	3.602,25
2. Procesos Industriales y uso de otros productos	27.963,52	43.104,39	39.094,18	30.117,65	25.341,78	22.939,34	24.126,53
A. Productos minerales	15.119,99	21.427,91	14.209,48	12.143,23	11.979,78	10.784,10	11.293,92
B. Industria química	7.609,58	6.229,99	5.335,60	4.022,38	3.973,86	3.859,78	3.782,09
C. Producción metalúrgica	4.615,52	3.851,06	3.741,68	4.425,43	2.581,04	2.253,48	2.880,39
D. Consumo no energético de combustibles y usos de disolventes	192,83	391,27	373,69	365,43	410,94	356,97	396,48
F. Producción y uso de los gases de sustitución de los GEIS	-	10.418,93	14.588,76	8.657,25	5.653,33	4.860,70	4.986,34
G. Otras fuentes de emisión de procesos industriales	425,60	785,24	844,98	503,94	742,84	824,30	787,32
3. Agricultura	33.022,58	35.896,95	33.208,20	33.236,25	33.898,36	34.674,95	34.369,39
A. Fermentación entérica	15.786,61	18.514,30	17.460,15	16.605,71	16.972,02	17.074,71	17.222,25
B. Gestión del estiércol	9.621,77	10.548,26	8.847,31	9.324,76	9.812,77	10.187,96	10.144,44
C. Cultivo de arroz	416,01	543,51	557,11	492,79	468,81	462,91	462,91
D. Suelos agrícolas	5.726,89	5.711,07	5.720,83	6.155,38	6.057,00	6.285,77	6.120,38
E. Quemadas planificadas de sabanas							
F. Quema en campo de residuos agrícolas	873,46	44,16	14,00	32,35	28,20	25,79	25,79
G. Enmiendas calizas	82,85	97,93	53,85	39,04	32,20	30,37	30,51
H. Aplicación de urea	437,84	349,66	473,27	511,07	455,24	544,96	316,02
I. Otros fertilizantes con contenido orgánico	77,16	88,06	81,66	75,14	72,11	62,49	47,10
5. Residuos	13.532,92	15.421,06	16.740,21	16.229,90	14.731,05	14.610,50	14.303,44
A. Depósito en vertederos de residuos sólidos	6.130,66	10.650,63	11.867,54	11.991,38	10.757,33	10.451,73	10.377,74
B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	209,25	603,80	803,95	676,38	547,61	577,75	579,62
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	574,86	452,87	642,78	648,51	580,60	721,49	721,41
D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	6.569,00	3.694,12	3.425,05	2.913,11	2.844,92	2.858,98	2.624,10
E. Otros-Extendido de lodos	49,15	19,64	0,88	0,51	0,59	0,56	0,56

Tabla 2.2.4. Distribución porcentual por sectores de las emisiones de CO₂ equivalente (%)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Total (Emisión Bruta)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
1. Energía	74,10	78,48	74,89	76,15	76,12	73,47	74,80
A. Actividades de combustión	72,79	77,74	74,04	74,93	74,87	72,08	73,51
1. Industrias del sector energético	27,41	28,65	20,99	25,54	17,84	14,99	14,28
2. Industrias manufactureras y de la construcción	15,71	15,93	14,05	12,65	15,15	16,00	16,17
3. Transporte	20,39	23,44	25,92	25,10	29,51	27,13	29,60
4. Otros sectores	9,18	9,61	12,92	11,48	12,23	13,79	13,32
5. Otros	0,10	0,12	0,16	0,16	0,15	0,16	0,14
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1,31	0,74	0,86	1,21	1,25	1,39	1,29
1. Combustibles sólidos	0,64	0,17	0,12	0,04	0,01	0,02	0,04
2. Petróleo y gas natural	0,67	0,57	0,74	1,17	1,24	1,37	1,25
2. Procesos Industriales y uso de otros productos	9,72	9,82	11,02	9,03	8,18	8,43	8,35
A. Productos minerales	5,26	4,88	4,01	3,64	3,87	3,96	3,91
B. Industria química	2,64	1,42	1,50	1,21	1,28	1,42	1,31
C. Producción metalúrgica	1,60	0,88	1,06	1,33	0,83	0,83	1,00
D. Consumo no energético de combustibles y usos de disolventes	0,07	0,09	0,11	0,11	0,13	0,13	0,14
F. Producción y uso de los gases de sustitución de los GEIS	-	2,37	4,11	2,59	1,82	1,79	1,73
G. Otras fuentes de emisión de procesos industriales	0,15	0,18	0,24	0,15	0,24	0,30	0,27
3. Agricultura	11,48	8,18	9,36	9,96	10,94	12,74	11,90
A. Fermentación entérica	5,49	4,22	4,92	4,98	5,48	6,27	5,96
B. Gestión del estiércol	3,34	2,40	2,49	2,79	3,17	3,74	3,51
C. Cultivo de arroz	0,14	0,12	0,16	0,15	0,15	0,17	0,16
D. Suelos agrícolas	1,99	1,30	1,61	1,85	1,96	2,31	2,12
F. Quema en campo de residuos agrícolas	0,30	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
G. Enmiendas calizas	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
H. Aplicación de urea	0,15	0,12	0,16	0,18	0,16	0,19	0,11
I. Otros fertilizantes con contenido orgánico	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02
5. Residuos	4,70	3,51	4,72	4,86	4,75	5,37	4,95
A. Depósito en vertederos de residuos sólidos	2,13	2,43	3,35	3,59	3,47	3,84	3,59
B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	0,07	0,14	0,23	0,20	0,18	0,21	0,20
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	0,20	0,10	0,18	0,19	0,19	0,27	0,25
D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	2,28	0,84	0,97	0,87	0,92	1,05	0,91
E. Otros-Extendido de lodos	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Toda esta información puede verse con un mayor grado de detalle (con desglose por sectores, actividades y gases de efecto invernadero) en el anexo 5 del presente informe.

2.2.1.4 Intensidad de CO₂ del producto interior bruto

Los datos anteriores se han utilizado para evaluar la eficiencia energética en España, utilizando como indicador la intensidad total de CO₂ del PIB: emisiones totales de CO₂ (excluido el sector LULUCF) en kt respecto al PIB en miles de millones de euros (PC2010).

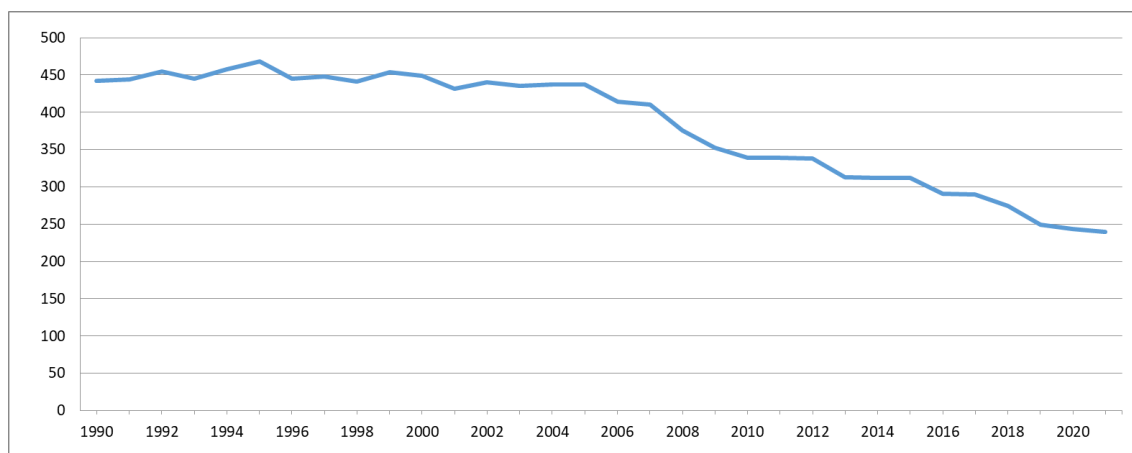


Figura 2.2.4. Intensidad de CO₂ del PIB (kt de CO₂/Geur)

Se puede apreciar un aumento en la intensidad de CO₂ hasta un máximo de 468 kt CO₂/Geur en el año 1995, en que la tendencia cambia para ser descendente en general, aunque con ciertas fluctuaciones, y a partir de 2005 se manifiesta una clara disminución, hasta alcanzar los 240 kt CO₂/Geur en 2021.

2.2.2 Absorciones y emisiones en LULUCF

En la tabla 2.2.5 se muestran, en el bloque superior, los valores correspondientes a los flujos netos de CO₂-eq en las distintas categorías del sector LULUCF, expresando con signo positivo (+) las emisiones y con signo negativo (-) las absorciones. En el bloque inferior de la tabla y en la figura 2.2.6 se muestra el índice temporal de evolución (base 100 en el año 1990) de las absorciones netas del conjunto del sector LULUCF.

Las cifras asociadas a cada categoría (4A a 4F) de la tabla 2.2.5 recogen las emisiones/absorciones que corresponden tanto a las tierras que permanecen en el uso de la categoría en cuestión como a las originadas en las transiciones de otras categorías al uso de la categoría considerada, así como las que corresponden con las diferentes prácticas y perturbaciones que se producen en ellas (4(III) a 4(V) en categoría CRF). La citada tabla también incluye las cifras asociadas a los productos madereros (4G).

Tabla 2.2.5. Evolución de las absorciones netas en LULUCF⁷

Emisiones (+) y absorciones (-) (kt de CO₂-eq)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
4A Tierras forestales	-34.249,6	-42.066,0	-43.402,2	-40.962,9	-40.391,9	-40.265,5	-39.916,6
4B Tierras de cultivo	2.089,5	1.035,7	-1.101,4	-2.165,6	-2.974,3	-2.763,1	-3.471,7
4C Pastizales	-433,0	-1.081,0	-1.574,3	-1.094,9	-1.392,0	-1.433,2	-1.395,8
4D Humedales	-137,9	-103,9	-129,0	-111,8	-96,3	-82,6	-78,5
4E Asentamientos	829,9	1.114,5	2.407,6	1.595,8	1.776,8	1.791,4	1.801,9
4F Otras tierras	4,9	8,9	5,8	4,3	6,1	6,2	6,3

⁷ Las emisiones/absorciones de las categorías indicadas en la tabla 2.2.5 incluyen las emisiones/absorciones de las diferentes prácticas y perturbaciones que se producen en ellas (4(III) a 4(V) en categoría CRF).

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
4G Productos madereros	-2.019,7	-3.307,9	-367,8	-1.836,4	-2.168,1	-1.357,6	-1.476,9
4(IV)2 Emisiones indirectas de N ₂ O	19,9	17,9	16,4	12,9	10,3	9,6	9,2
TOTAL LULUCF (kt CO₂-eq)	-33.896,0	-44.381,7	-44.144,9	-44.558,5	-45.229,4	-44.094,8	-44.522,0

Variación relativa temporal (1990=100%)	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
	100,0 %	130,9 %	130,2 %	131,5 %	133,4 %	130,1 %	131,3 %

La contribución del sector LULUCF está claramente dominada por las absorciones de la categoría 4A (Tierras forestales), que incluye el sumidero de tierras forestales que permanecen como tales y el correspondiente a las tierras convertidas en tierras forestales. Aunque las absorciones de este uso de la tierra presentan una tendencia decreciente, se sitúa como el principal sumidero nacional. La categoría 4B (Tierras de cultivo) pasa de fuente emisora a sumidero a lo largo de la serie debido a los cambios y rotaciones entre los tipos de cultivos (principalmente leñosos) registrados a nivel nacional. Por su parte la categoría 4C (Pastizales) constituye en general un sumidero debido a las transiciones desde otros usos, igual que la categoría 4D (Humedales), pero ésta con un cifras más bajas. Como fuente emisora, figura la categoría 4E (Asentamientos), por el efecto de la pérdida de carbono en los distintos depósitos en el uso de la tierra previo al de su conversión a asentamiento. Finalmente, la categoría 4G (Productos madereros) constituye un sumidero, con una tendencia decreciente a lo largo de la serie temporal, pero que se invierte en los últimos años inventariados.

En cuanto al total de absorciones netas, se observa que se incrementan a lo largo del periodo para situarse en el último año inventariado en +31,3% % por encima del año 1990.

En la figura siguiente se representadas las emisiones/absorciones del sector LULUCF.

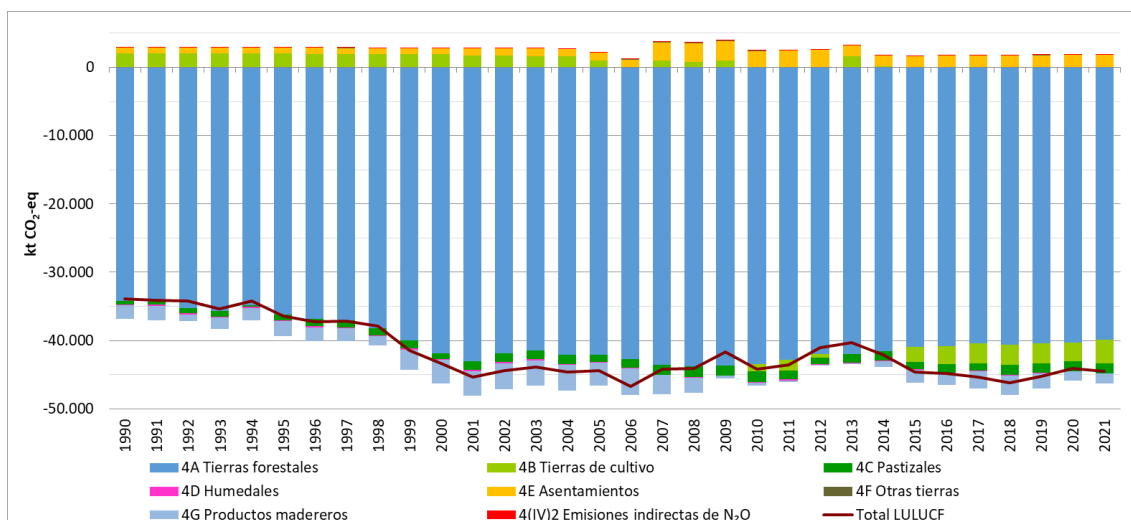


Figura 2.2.5. Emisiones/absorciones en el sector LULUCF (cifras en kt CO₂-eq)

La evolución de la tendencia de las emisiones/absorciones del sector LULUCF en el Inventario Nacional presenta diferentes periodos:

- El periodo 1990-1994, con una pauta de absorción más o menos estable, que viene determinada, en gran parte, por la tendencia de la superficie en transición a FL (4A2), destacando el pico mínimo de absorción neta en el año 1994, que representa el peor año de incendios forestales, en superficies afectadas, del periodo inventariado.

- El periodo 1994-2001, con una pauta de absorción creciente, que viene determinada, en gran parte, por la tendencia creciente de las absorciones de FL y HWP, destacando la reducción de absorciones que se producen:
 - i. en el año 1994, que representa el peor año de incendios forestales, en superficies afectadas, del periodo inventariado; y
 - ii. en los años 1997 y 1998, con la reducción de las absorciones asociadas a HWP.
- El periodo 2001-2013, con una pauta general de absorción decreciente, salvo en los picos de absorción en los años 2006, 2010 y 2011. En este periodo se conjugan:
 - i. la estabilización del cambio de existencias de C en FL, con una ligera reducción en la parte inicial y final del periodo;
 - ii. el descenso de las absorciones de HWP, con una estabilización en la primera mitad del periodo (2001-2006) seguida de un descenso brusco de 2007 a 2013, produciéndose en el año 2012 el mínimo de absorciones de la serie; y
 - iii. la sucesión de picos de absorción/emisión en CL, fundamentalmente emisora, en la que destacan los años 2006, 2010, 2011 y 2012 por absorbentes.
- El periodo 2013-2018, con una pauta general de aumento de las absorciones netas vinculado al acusado aumento de las absorciones de CL y HWP, que superan el descenso que se produce en las absorciones en FL.
- El periodo 2018-2020, con una pauta general de absorción decreciente, relacionada con el descenso de las absorciones en HWP, que se une a la de FL.

En el año 2021 se identifica un aumento de las absorciones que analizará en próximas ediciones del Inventario Nacional, cuando se dispongan de datos actualizados de todas las variables de estimación de las emisiones/absorciones del sector LULUCF para el año citado.

2.2.3 Emisiones netas del conjunto del Inventario (con LULUCF)

En este apartado se muestra la evolución de las emisiones netas de CO₂-eq del inventario, una vez descontadas las absorciones debidas al sector LULUCF. En la tabla 2.2.6 se muestran los valores absolutos de estas emisiones netas, y en la figura 2.2.7 el índice de evolución temporal de las mismas, tomando como base 100 el año 1990.

Tabla 2.2.6. Evolución de las emisiones netas (kt CO₂-eq) y variación relativa respecto a 1990

1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
253.814	394.378	310.507	289.065	264.585	228.150	244.326
100,0 %	155,4 %	122,3 %	113,9 %	104,2 %	89,9 %	96,3 %

Se observa que el perfil del índice se mantiene, en términos generales, con relación a las emisiones del inventario sin LULUCF, alcanzándose en 2021 una reducción de emisiones netas de -3,7% respecto al año 1990.

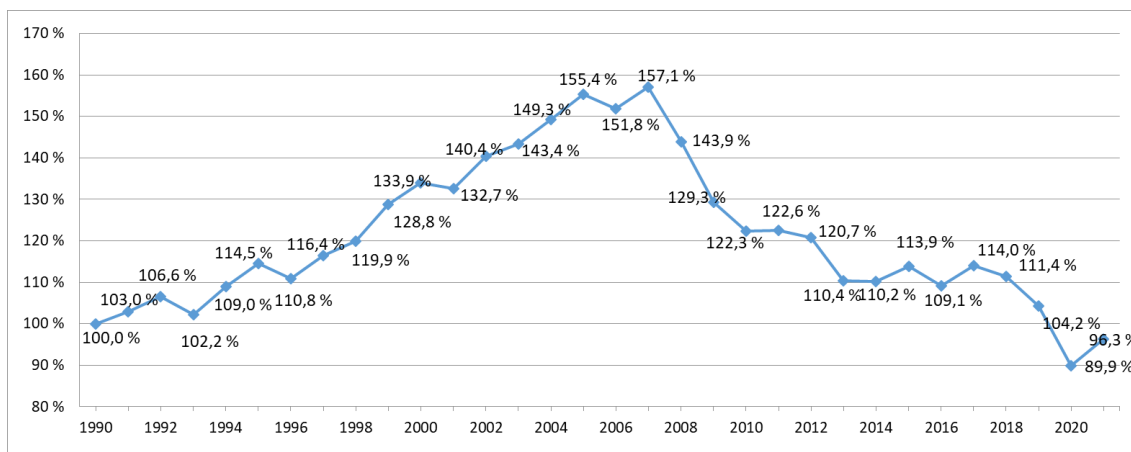


Figura 2.2.6. Variación relativa del total de emisiones netas (con LULUCF) respecto a 1990 (año 1990 = 100 %)

2.3 Descripción e interpretación de las emisiones por gases (excluido LULUCF)

En la tabla 2.3.1 se recogen las estimaciones de las emisiones brutas (sin LULUCF) para los gases de efecto invernadero: CO₂, CH₄, N₂O, HFC-PFC, y SF₆. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en valores absolutos (kt CO₂-eq); en la parte central las contribuciones porcentuales a las emisiones totales de CO₂-eq del total del inventario, y en la parte inferior la evolución en términos del índice temporal (año 1990 = 100).

Tabla 2.3.1. Evolución de las emisiones brutas por tipo de gas

Emisiones en valor absoluto (cifras en kt CO₂-eq)

GAS	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO ₂	230.500	368.338	282.937	270.767	250.661	213.625	230.269
CH ₄	40.973	45.439	43.790	42.288	41.433	41.467	41.492
N ₂ O	12.578	13.422	12.011	11.605	11.795	12.031	11.831
HFC-PFC	3.593	11.341	15.672	8.735	5.690	4.883	5.015
SF ₆	66	219	242	228	235	238	240
TOTAL	287.710	438.760	354.652	333.623	309.814	272.244	288.848

Contribución al total de CO₂-eq del Inventario

GAS	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO ₂	80,1 %	83,9 %	79,8 %	81,2 %	80,9 %	78,5 %	79,7 %
CH ₄	14,2 %	10,4 %	12,3 %	12,7 %	13,4 %	15,2 %	14,4 %
N ₂ O	4,4 %	3,1 %	3,4 %	3,5 %	3,8 %	4,4 %	4,1 %
HFC-PFC	1,2 %	2,6 %	4,4 %	2,6 %	1,8 %	1,8 %	1,7 %
SF ₆	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %

Variación relativa temporal (año 1990 = 100 %)

GAS	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO ₂	100,0 %	159,8 %	122,7 %	117,5 %	108,7 %	92,7 %	99,9 %
CH ₄	100,0 %	110,9 %	106,9 %	103,2 %	101,1 %	101,2 %	101,3 %
N ₂ O	100,0 %	106,7 %	95,5 %	92,3 %	93,8 %	95,7 %	94,1 %
HFC-PFC	100,0 %	207,0 %	353,8 %	209,6 %	147,1 %	143,6 %	139,0 %
SF ₆	100,0 %	217,9 %	297,8 %	298,6 %	331,1 %	381,1 %	362,8 %

El CO₂ mantiene su contribución mayoritaria (79,7 %) entre 1990 y 2021. El CH₄ alcanza el 14,4 % y el N₂O el 4,1 % (en términos de CO₂-equivalente, con los potenciales de calentamiento

atmosférico del 5º Assessment Report). Las mayores fluctuaciones a lo largo de la serie temporal son las que se aprecian en la participación porcentual de los gases fluorados. El conjunto de gases fluorados, dominados por los HFC utilizados como sustitutos de los gases que agotan la capa de ozono, aumenta su participación hasta el año 2013, finalizando con importantes descensos en los últimos años de la serie como consecuencia de la aplicación de la regulación nacional e internacional, que limita o grava fiscalmente el uso de estos gases de elevado potencial de calentamiento atmosférico.

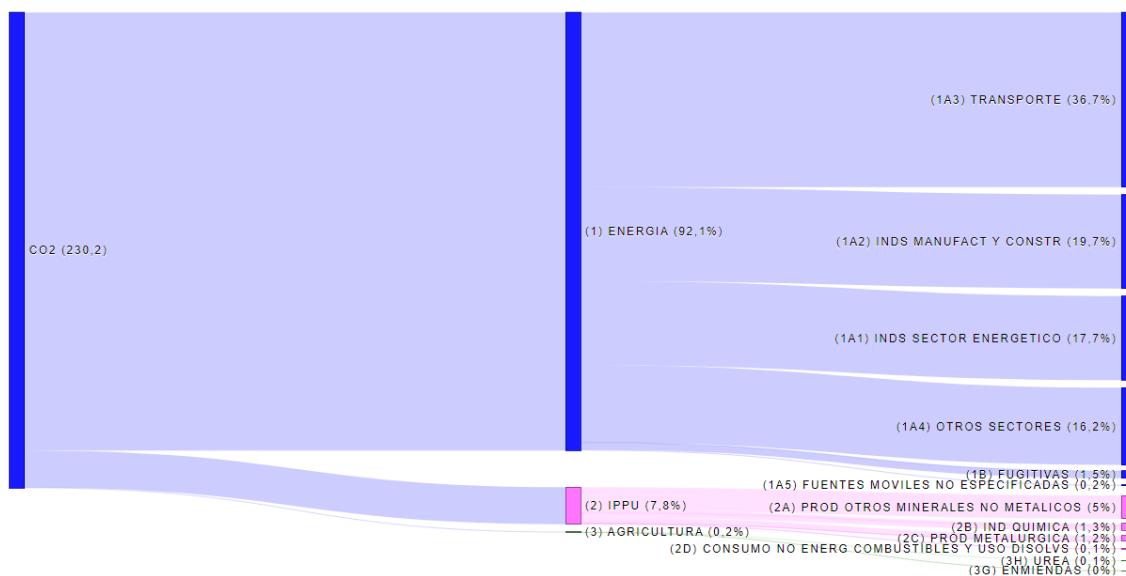
Para ver con detalle las causas que afectan a la evolución de las tendencias de los diferentes gases, se remite a los capítulos 3 a 8 donde se realiza una exposición detallada de las actividades potencialmente emisoras de gases de efecto invernadero, así como al anexo 5 en el que se presentan, con desglose por gas y sector las cifras de emisiones para los años pivote.

2.3.1 Análisis del último año inventariado (2021) por gases y sectores CRF

Se analizan a continuación las emisiones de 2021 según el formato de reporte CRF, que se va a mantener a lo largo del presente Informe, distinguiendo los siguientes sectores de actividad según la nomenclatura IPCC: Energía, Procesos Industriales y Uso de otros Productos (IPPU), Agricultura y Residuos.

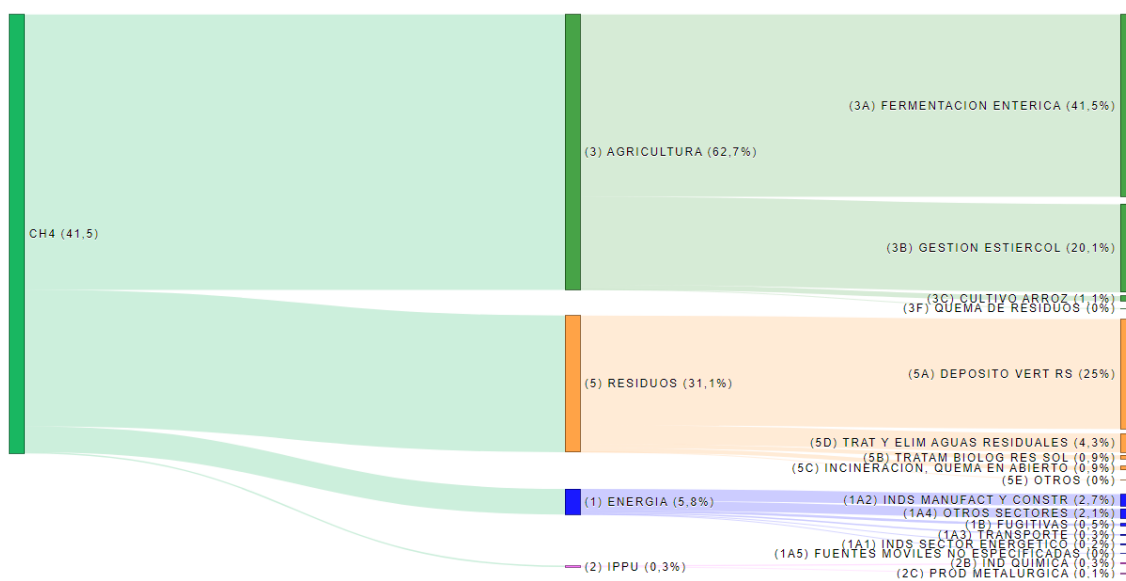
La contribución que los distintos sectores y categorías de actividad aportan a las emisiones brutas del inventario en 2021 se recoge de forma gráfica en las siguientes figuras, desglosadas por los distintos gases o grupos de gases de efecto invernadero (todas ellas expresadas en CO₂ equivalente).

- El CO₂ se emite mayoritariamente (92,1 %) en el sector Energía (dentro de éste, el transporte suma el 36,7 %, las industrias manufactureras y de la construcción el 19,7% y las industrias energéticas el 17,7 %). El sector IPPU supone un 7,8 % del total.
- Por su parte, el CH₄ se emite principalmente en los sectores CRF de Agricultura (sobre todo por la fermentación entérica, con un 41,5 %, y la gestión de estiércoles, con un 20,1%) y de Residuos (el depósito de residuos sólidos en vertedero supone un 25 % del total de emisiones de CH₄).
- Las emisiones de N₂O se deben principalmente del sector CRF Agricultura (el 51,7 % del total procede de la gestión -fertilización nitrogenada- de suelos agrícolas y el 15,4 % de la gestión de estiércoles ganaderos).
- Finalmente, y como ya se ha comentado, el 100 % de las emisiones de gases fluorados proceden del sector IPPU y, en 2021, el 94,9 % procede de los usos de los sustitutos fluorados de las sustancias que agotan la capa de ozono (categoría 2F).



Agradecimientos: Mike Bostok

Figura 2.3.1. Emisión bruta de CO₂ (Mt CO₂-eq) en 2021, desagregada por sectores y actividades



Agradecimientos: Mike Bostok

Figura 2.3.2. Emisión bruta de CH₄ (Mt CO₂-eq) en 2021, desagregada por sectores y actividades

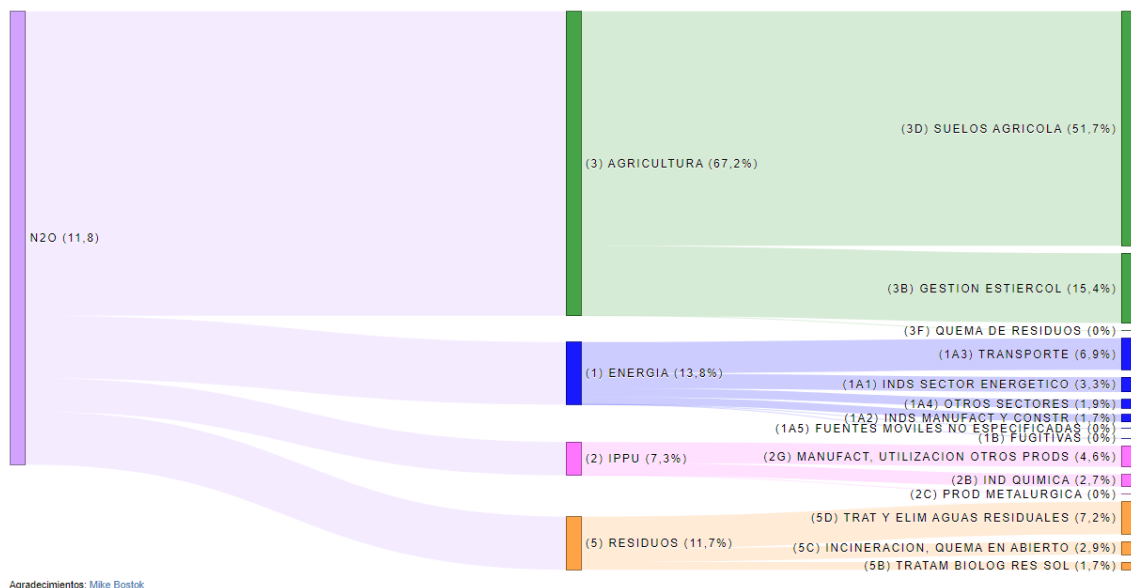


Figura 2.3.3. Emisión bruta de N₂O (Mt CO₂-eq) en 2021, desagregada por sectores y actividades

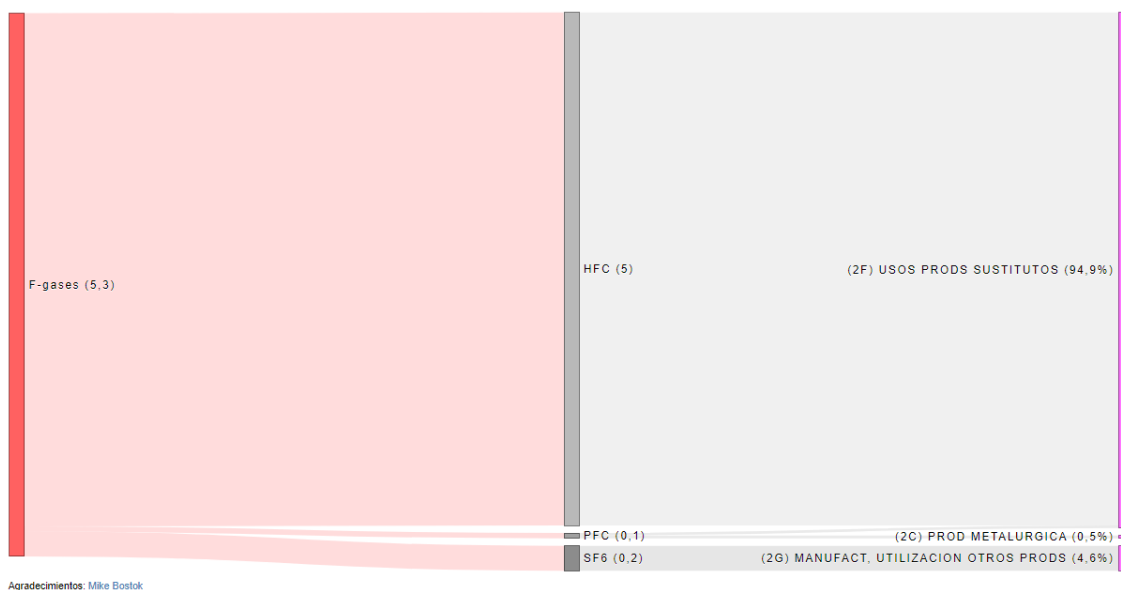


Figura 2.3.4. Emisión bruta de gases fluorados (Mt CO₂-eq) en 2021, desagregada por sectores y actividades

2.4 Descripción e interpretación de las tendencias de las emisiones por sectores (excluido LULUCF)

En la tabla siguiente se recogen las estimaciones de las emisiones por sector de actividad, distinguiendo los siguientes grupos de la nomenclatura IPCC: Energía, Procesos Industriales y Uso de otros Productos (IPPU), Agricultura y Residuos. En la parte superior de la tabla se muestran las emisiones en valores absolutos (kt de CO₂-equivalente), en la parte central las contribuciones (porcentuales) a las emisiones totales de CO₂-eq del total del inventario y en la parte inferior la evolución en términos del índice temporal (año 1990 = 100).

Tabla 2.4.1. Evolución de las emisiones brutas por sector de actividad

Valores absolutos (cifras en kt CO₂-eq del Inventario)

SECTOR	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
1. Energía	213.191	344.337	265.610	254.040	235.843	200.020	216.048
2. IPPU	27.964	43.104	39.094	30.118	25.342	22.939	24.127
3. Agricultura	33.023	35.897	33.208	33.236	33.898	34.675	34.369
5. Residuos	13.533	15.421	16.740	16.230	14.731	14.611	14.303
TOTAL INV.	287.710	438.760	354.652	333.623	309.814	272.244	288.848

Contribución al total de CO₂-eq del Inventario

SECTOR	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
1. Energía	74,1 %	78,5 %	74,9 %	76,1 %	76,1 %	73,5 %	74,8 %
2. IPPU	9,7 %	9,8 %	11,0 %	9,0 %	8,2 %	8,4 %	8,4 %
3. Agricultura	11,5 %	8,2 %	9,4 %	10,0 %	10,9 %	12,7 %	11,9 %
5. Residuos	4,7 %	3,5 %	4,7 %	4,9 %	4,8 %	5,4 %	5,0 %

Variación relativa temporal (año 1990 = 100 %)

SECTOR	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
1. Energía	100,0 %	161,5 %	124,6 %	119,2 %	110,6 %	93,8 %	101,3 %
2. IPPU	100,0 %	154,1 %	139,8 %	107,7 %	90,6 %	82,0 %	86,3 %
3. Agricultura	100,0 %	108,7 %	100,6 %	100,6 %	102,7 %	105,0 %	104,1 %
5. Residuos	100,0 %	114,0 %	123,7 %	119,9 %	108,9 %	108,0 %	105,7 %

El único sector que reduce sus emisiones respecto a las de 1990 es el de IPPU. La evolución de los variaciones relativas respecto a 1990 de las emisiones de los distintos sectores se visualiza en la figura siguiente, respecto a los índices de las emisiones de Energía, IPPU, Agricultura y Residuos.

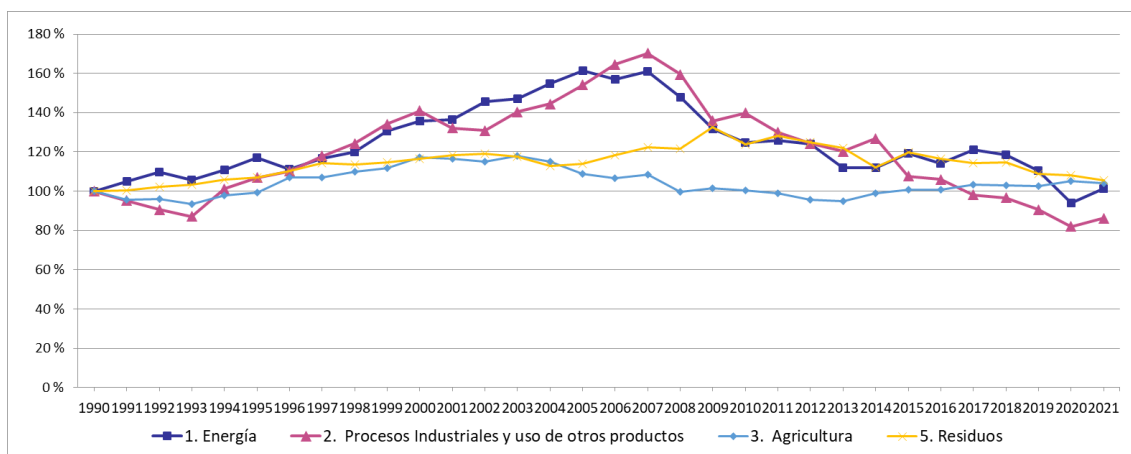


Figura 2.4.1. Variación relativa de emisiones por sector respecto a 1990 (año 1990 = 100 %)

Por lo que respecta al sector Energía, dada su contribución mayoritaria al total de las emisiones, se reproducen en gran medida los perfiles anteriormente comentados con relación al agregado global de emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de la serie histórica inventariada. A partir de la crisis económica de 2008, a pesar de la recuperación de los niveles de crecimiento macroeconómicos, las emisiones descienden, por la disminución del uso de carbón en la generación eléctrica y en la industria y por la penetración de las energías renovables; sumado al efecto de la pandemia del COVID-19 y la recuperación en 2021.

Por su parte, en la evolución de los Procesos industriales y uso de productos (IPPU), el tramo descendente inicial 1990-1993, responde especialmente a la caída de la producción de cemento. Le sigue un periodo de crecimiento sostenido en 1993-2000, con un ligero descenso en 2001-

2002 y una posterior recuperación en 2002-2007 motivados por un lado por la actividad económica y por otro por el incremento de las emisiones de gases fluorados. A partir de 2008 se observa una caída en las emisiones, más acusada que en el caso del sector Energía, consecuencia del descenso de actividad industrial, a lo que se une el descenso en las emisiones de gases fluorados.

En el sector Agricultura se aprecia estabilidad entre los años 1990 y 1993, a la que sigue una pauta de crecimiento durante el periodo 1994-2002, seguida por un periodo de descenso, aunque con fluctuaciones, hasta el año 2012. A partir de 2013 se observa un cambio de tendencia al alza, ligado al aumento en el uso de fertilizantes inorgánicos y al incremento de la cabaña ganadera.

Las emisiones del sector Residuos (básicamente dominadas por la evolución de las emisiones de CH₄ en los vertederos) tienen un máximo en 2009, mostrando posteriormente una tendencia descendente.

Para ver con más detalle las causas que afectan a la evolución de las tendencias de los diferentes sectores, se remite a los capítulos 3 a 8 donde se realiza una exposición detallada de las actividades emisoras de gases de efecto invernadero, así como al anexo 5 en el que se presentan las cifras de emisiones con desglose por gas y sector.

2.5 Descripción e interpretación de las tendencias para los gases precursores y de efecto invernadero indirecto

En la tabla 2.5.1 se muestra la evolución de los gases precursores y de efecto invernadero indirecto (dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) y monóxido de carbono (CO)) referida a sus valores absolutos, expresados en kilotoneladas de cada gas, (parte superior de la tabla) y a sus variaciones relativas temporales respecto a 1990 (parte inferior de la tabla), representándose gráficamente la trayectoria de estas últimas en la figura 2.5.1.

Tabla 2.5.1. Evolución de las emisiones de NO_x, CO, COVNM y SO₂

Emisiones en valores absolutos (kt)							
GAS	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO	4.530	2.423	2.011	1.965	1.680	1.636	1.834
COVNM	1.010	699	565	508	508	535	508
NO _x	1.392	1.437	1.017	882	742	652	680
SO ₂	2.127	1.231	262	271	168	136	131

Variación relativa respecto a 1990 (año 1990 = 100 %)							
GAS	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO	100,0 %	53,5 %	44,4 %	43,4 %	37,1 %	36,1 %	40,5 %
COVNM	100,0 %	69,2 %	55,9 %	50,3 %	50,3 %	52,9 %	50,3 %
NO _x	100,0 %	103,2 %	73,0 %	63,3 %	53,3 %	46,8 %	48,8 %
SO ₂	100,0 %	57,9 %	12,3 %	12,8 %	7,9 %	6,4 %	6,2 %

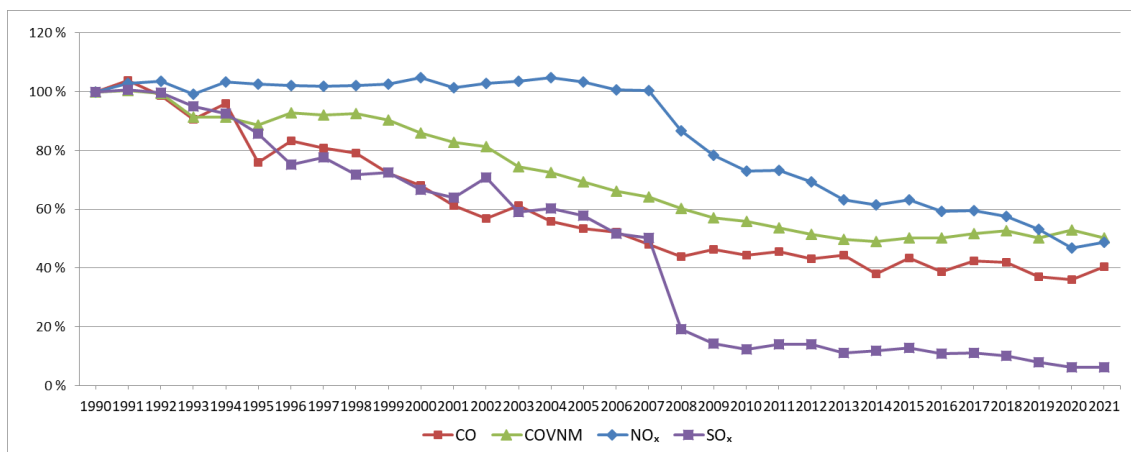


Figura 2.5.1. Variación relativa de emisiones de NO_x, CO, COVNM y SO₂ respecto a 1990 (año 1990 = 100 %)

A lo largo de la serie histórica, las emisiones de estos contaminantes atmosféricos han presentado una acusada tendencia a la baja. Las emisiones de SO₂ son las que han experimentado una mayor reducción (-93,8 % en 2021 respecto a 1990), mientras que las de CO, COVNM y NO_x lo han hecho en un -59,5 %, -49,7 % y -51,2 %, respectivamente.

Es importante señalar que las emisiones de NO_x, CO, SO₂ y COVNM reflejadas en este apartado corresponden al total nacional (incluidas las Islas Canarias) incluyendo LULUCF, tal y como figuran en las tablas CRF Summary⁸ que acompañan este informe. Estas cifras son diferentes a las emisiones de contaminantes atmosféricos reportadas oficialmente en el marco de la Directiva (UE) 2016/2284, relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos o del Protocolo de Gotemburgo al Convenio de Ginebra sobre Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia (CLRTAP, por sus siglas en inglés). El origen de las diferencias es triple: las emisiones reportadas bajo la Directiva (UE) 2016/2284 y CLRTAP no incluyen bajo su cobertura geográfica las emisiones de las Islas Canarias; tampoco incluyen las emisiones de los incendios forestales; y, por último, el alcance de las emisiones del sector de la aviación difiere entre ambos sistemas en cuanto a la consideración de los ciclos de aterrizaje y despegue (LTO, por sus siglas en inglés) de los vuelos internacionales y la consideración o no de la fase de crucero nacional.

Para mayor información sobre estos contaminantes se pueden consultar los Informes de Emisiones de España reportados al Convenio de Ginebra de Contaminación Transfronteriza a Larga Distancia⁹.

⁸ https://cdr.eionet.europa.eu/es/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory

⁹ <https://cdr.eionet.europa.eu/es/un/clrtap/inventories/>



3. ENERGÍA (CRF 1)

ÍNDICE

3	ENERGÍA (CRF 1)	129
3.1	Panorámica del sector	129
3.1.1	Introducción	134
3.1.2	Comparación entre enfoques sectorial y de referencia (RA-SA)	137
3.1.3	Búnkeres internacionales de combustibles	137
3.1.4	Almacenamiento y usos no energéticos de combustibles	138
3.2	Producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a)	138
3.2.1	Descripción de la actividad	138
3.2.2	Metodología	140
3.2.3	Incertidumbre y coherencia temporal	147
3.2.4	Control de calidad y verificación	148
3.2.5	Realización de nuevos cálculos	148
3.2.6	Planes de mejora	151
3.3	Refinerías de petróleo (1A1b)	151
3.3.1	Descripción de la actividad	151
3.3.2	Metodología	153
3.3.3	Incertidumbre y coherencia temporal	157
3.3.4	Control de calidad y verificación	157
3.3.5	Realización de nuevos cálculos	158
3.3.6	Planes de mejora	159
3.4	Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c)	159
3.4.1	Descripción de la actividad	159
3.4.2	Metodología	161
3.4.3	Incertidumbre y coherencia temporal	167
3.4.4	Control de calidad y verificación	167
3.4.5	Realización de nuevos cálculos	168
3.4.6	Planes de mejora	170
3.5	Industrias de la producción y transformación de la energía (1A1): CH ₄ , N ₂ O	170
3.5.1	Descripción de la actividad	170
3.5.2	Metodología	171
3.5.3	Incertidumbre y coherencia temporal	171
3.5.4	Control de calidad y verificación	171
3.5.5	Realización de nuevos cálculos	171
3.5.6	Planes de mejora	173
3.6	Combustión estacionaria en la industria (1A2)	174
3.6.1	Descripción de la actividad	174
3.6.2	Metodología	175
3.6.3	Incertidumbre y coherencia temporal	192
3.6.4	Control de calidad y verificación	192
3.6.5	Realización de nuevos cálculos	193
3.6.6	Planes de mejora	195
3.7	Tráfico aéreo nacional (1A3a)	195
3.7.1	Descripción de la actividad	195
3.7.2	Metodología	197
3.7.3	Incertidumbre y coherencia temporal	200
3.7.4	Control de calidad y verificación	201
3.7.5	Realización de nuevos cálculos	201
3.7.6	Planes de mejora	201

3.8	Transporte por carretera (1A3b)	201
3.8.1	Descripción de la actividad	201
3.8.2	Metodología	203
3.8.3	Incertidumbre y coherencia temporal	218
3.8.4	Control de calidad y verificación	218
3.8.5	Realización de nuevos cálculos	219
3.8.6	Planes de mejora	221
3.9	Transporte por ferrocarril (1A3c)	221
3.9.1	Descripción de la actividad	221
3.9.2	Metodología	222
3.9.3	Incertidumbre y coherencia temporal	223
3.9.4	Control de calidad y verificación	223
3.9.5	Realización de nuevos cálculos	223
3.9.6	Planes de mejora	223
3.10	Tráfico marítimo nacional (1A3d)	224
3.10.1	Descripción de la actividad	224
3.10.2	Metodología	225
3.10.3	Incertidumbre y coherencia temporal	227
3.10.4	Control de calidad y verificación	227
3.10.5	Realización de nuevos cálculos	227
3.10.6	Planes de mejora	229
3.11	Otros medios de transporte (1A3e)	229
3.11.1	Descripción de la actividad	229
3.11.2	Metodología	231
3.11.3	Incertidumbre y coherencia temporal	232
3.11.4	Control de calidad y verificación	233
3.11.5	Realización de nuevos cálculos	233
3.11.6	Planes de mejora	233
3.12	Combustión en otros sectores (1A4)	233
3.12.1	Descripción de la actividad	233
3.12.2	Metodología	235
3.12.3	Incertidumbre y coherencia temporal	243
3.12.4	Control de calidad y verificación	244
3.12.5	Realización de nuevos cálculos	244
3.12.6	Planes de mejora	246
3.13	Emissiones de fuentes móviles no especificadas (1A5b)	247
3.13.1	Descripción de la actividad	247
3.13.2	Metodología	247
3.13.3	Realización de nuevos cálculos	247
3.13.4	Planes de mejora	247
3.14	Emissiones fugitivas – combustibles sólidos (1B1)	248
3.14.1	Descripción de la actividad	248
3.14.2	Metodología	251
3.14.3	Incertidumbre y coherencia temporal	253
3.14.4	Control de calidad y verificación	253
3.14.5	Realización de nuevos cálculos	253
3.14.6	Planes de mejora	255
3.15	Emissiones fugitivas – petróleo y gas natural (1B2)	255
3.15.1	Descripción de la actividad	255
3.15.2	Metodología	257
3.15.3	Incertidumbre y coherencia temporal	265

3.15.4	Control de calidad y verificación	265
3.15.5	Realización de nuevos cálculos	266
3.15.6	Planes de mejora	267
3.16	Almacenamiento y transporte de CO ₂ (1C).....	267

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1.1.	Emisiones de CO ₂ -eq del sector energía (CRF 1) (cifras en kt).....	129
Tabla 3.1.2.	Aportación de emisiones de CO ₂ -eq al sector Energía por las principales categorías.....	130
Tabla 3.1.3.	Subcategorías que marcan la tendencia en cada categoría	131
Tabla 3.1.4.	Categorías clave: contribución al nivel y a la tendencia en 2021	135
Tabla 3.1.5.	Emisiones de CO ₂ -eq de tráfico aéreo internacional: valores absolutos e índices	137
Tabla 3.1.6.	Emisiones de CO ₂ -eq de transporte marítimo internacional: valores absolutos e índices	138
Tabla 3.2.1.	Emisiones de la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a) (cifras en kt).....	138
Tabla 3.2.2.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a): valores absolutos, índices y ratios	139
Tabla 3.2.3.	Consumo de combustibles de la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a) (cifras en TJ _{PCI})	141
Tabla 3.2.4.	Factores de emisión. Biomasa <i>pro memoria</i>	146
Tabla 3.2.5.	Incertidumbres de la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a).....	147
Tabla 3.3.1.	Emisiones de la categoría refineries de petróleo (1A1b) (cifras en kt)	152
Tabla 3.3.2.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría refineries de petróleo (1A1b): valores absolutos, índices y ratios.....	153
Tabla 3.3.3.	Factores de emisión. Calderas	156
Tabla 3.3.4.	Factores de emisión. Turbinas de gas	156
Tabla 3.3.5.	Factores de emisión. Hornos de proceso.....	156
Tabla 3.3.6.	Incertidumbres de la categoría Refinerías de petróleo (1A1b).....	157
Tabla 3.4.1.	Emisiones de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c) (cifras en kt)	160
Tabla 3.4.2.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c): valores absolutos, índices y ratios.....	160
Tabla 3.4.3.	Consumo de combustibles de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c) (cifras en TJ _{PCI}).....	162
Tabla 3.4.4.	Factores de emisión. Hornos de coque.....	166
Tabla 3.4.5.	Incertidumbres de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c).....	167
Tabla 3.5.1.	Emisiones de N ₂ O de la categoría industrias de la producción y transformación de la energía (1A1): valores absolutos, índices y ratios	171
Tabla 3.5.2.	Emisiones de CH ₄ de la categoría industrias de la producción y transformación de la energía (1A1): valores absolutos, índices y ratios	171
Tabla 3.5.3.	Incertidumbres de la categoría industrias de la producción y transformación de la energía (1A1).....	171
Tabla 3.6.1.	Actividades y gases cubiertos en la categoría 1A2	174
Tabla 3.6.2.	Emisiones de la categoría de combustión estacionaria en la industria (1A2) (cifras en kt).....	174
Tabla 3.6.3.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría de combustión estacionaria en la industria (1A2): valores absolutos, índices y ratios	175
Tabla 3.6.4.	Aproximaciones utilizadas para calcular las emisiones de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O para la categoría de combustión estacionaria en la industria (1A2).....	188
Tabla 3.6.5.	Factores de emisión. Categoría 1A2a (Hierro y acero).....	189
Tabla 3.6.6.	Factores de emisión. Categoría 1A2b (Metales no ferrosos).....	189
Tabla 3.6.7.	Factores de emisión. Categoría 1A2c (Productos químicos)	190
Tabla 3.6.8.	Factores de emisión. Categoría 1A2d (Pasta de papel, papel e impresión).....	190
Tabla 3.6.9.	Factores de emisión. Categoría 1A2e (Procesado de alimentos, bebidas y tabaco)	190
Tabla 3.6.10.	Factores de emisión. Categoría 1A2f (Minerales no metálicos).....	191
Tabla 3.6.11.	Factores de emisión. Categoría 1A2g (Otros sectores manufactureros y de la construcción)	191
Tabla 3.6.12.	Incertidumbres de la categoría Combustión estacionaria en la industria (1A2)	192
Tabla 3.7.1.	Emisiones por gas de la categoría de tráfico aéreo nacional (1A3a) (cifras en kt)	196
Tabla 3.7.2.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría de tráfico aéreo nacional (1A3a): valores absolutos, índices y ratios.....	196
Tabla 3.7.3.	Enfoque de cálculo del procedimiento FEIS.....	197
Tabla 3.7.4.	Número de CAD en tráfico aéreo nacional (1A3a)	198
Tabla 3.7.5.	Consumo de combustibles de la categoría de tráfico aéreo nacional (1A3a) (cifras en TJ _{PCI}).....	199
Tabla 3.7.6.	Incertidumbres asociadas a la categoría de transporte aéreo (1A3a)	200
Tabla 3.8.1.	Emisiones por gas de la categoría de transporte por carretera (1A3b) (cifras en kt)	201
Tabla 3.8.2.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría de transporte por carretera (1A3b): valores absolutos, índices y ratios.....	202
Tabla 3.8.3.	Emisiones de CO ₂ de la categoría de transporte por carretera (1A3b) para los combustibles mayoritarios (cifras en kt)	202
Tabla 3.8.4.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría de transporte por carretera (1A3b) por categoría de vehículos (kt)	203
Tabla 3.8.5.	Distribución de recorridos en el año 2021 (1A3b)	210
Tabla 3.8.6.	Distribución de los recorridos de vehículos pesados en el año 2021 (1A3b).....	212
Tabla 3.8.7.	Velocidades medias (km/h) por pauta de conducción (1A3b).....	212
Tabla 3.8.8.	Especificaciones de combustibles en el transporte por carretera	213

Tabla 3.8.9.	Factores de emisión implícitos de CO ₂ por combustible y año de la categoría de transporte por carretera (1A3b) (cifras en kg de CO ₂ /kg de combustible).....	214
Tabla 3.8.10.	Emisiones de CO ₂ y consumos de los biocarburantes de transporte por carretera (1A3b), diferenciando la fracción de carbono fósil de la biogénica (cifras en kt).....	215
Tabla 3.8.11.	Consumo y emisión de CO ₂ de lubricante en motores de 2 tiempos de la categoría de transporte por carretera (1A3b).....	216
Tabla 3.8.12.	Contenidos máximos autorizados de azufre en los combustibles (ppm).....	218
Tabla 3.8.13.	Incertidumbres asociadas a la categoría de transporte por carretera (1A3b).....	218
Tabla 3.9.1.	Emisiones de la categoría de transporte por ferrocarril (1A3c) (cifras en kt).....	221
Tabla 3.9.2.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría de transporte por ferrocarril (1A3c): valores absolutos, índices y ratios.....	222
Tabla 3.9.3.	Consumo de combustibles en transporte por ferrocarril (1A3c) (cifras en TJ _{PCI}).....	222
Tabla 3.9.4.	Factores de emisión de la categoría de transporte por ferrocarril (1A3c).....	223
Tabla 3.9.5.	Incertidumbres asociadas a la categoría de transporte por ferrocarril (1A3c).....	223
Tabla 3.10.1.	Emisiones de la categoría de transporte marítimo nacional (1A3d) (cifras en kt).....	224
Tabla 3.10.2.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría de transporte marítimo nacional (1A3d): valores absolutos, índices y ratios.....	224
Tabla 3.10.3.	Consumo de combustibles de la categoría de transporte marítimo nacional (1A3d) (cifras en TJ _{PCI}).....	225
Tabla 3.10.4.	Factores de emisión de la categoría de transporte marítimo nacional (1A3d).....	226
Tabla 3.10.5.	Incertidumbres asociadas a la categoría de transporte marítimo nacional (1A3d).....	227
Tabla 3.11.1.	Emisiones de la categoría otros medios de transporte (1A3e) (cifras en kt).....	230
Tabla 3.11.2.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría otros medios de transporte (1A3e): valores absolutos, índices y ratios.....	230
Tabla 3.11.3.	Consumo de combustibles de la categoría otros medios de transporte (1A3e) (cifras en TJ _{PCI}).....	231
Tabla 3.11.4.	Incertidumbres de la categoría otros medios de transporte (1A3e).....	232
Tabla 3.12.1.	Emisiones de la categoría de combustión en otros sectores (1A4) (cifras en kt).....	233
Tabla 3.12.2.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría de combustión en otros sectores (1A4): valores absolutos, índices y ratios.....	234
Tabla 3.12.3.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría de combustión en otros sectores (1A4) por sector: valores absolutos, índices y ratios.....	234
Tabla 3.12.4.	Consumo de combustibles: combustión en el sector comercial e institucional (1A4a) (cifras en TJ _{PCI}).....	238
Tabla 3.12.5.	Consumo de combustibles: combustión en el sector residencial (1A4b) (cifras en TJ _{PCI}).....	240
Tabla 3.12.6.	Consumo de combustibles: combustión en el sector agricultura, silvicultura y pesca (1A4c) (cifras en TJ _{PCI}).....	241
Tabla 3.12.7.	Factores de emisión de combustibles de la categoría de combustión en otros sectores (1A4). Maquinaria móvil.....	242
Tabla 3.12.8.	Incertidumbres de la categoría de combustión en otros sectores (1A4).....	243
Tabla 3.14.1.	Actividades y gases cubiertos en la categoría 1B1.....	248
Tabla 3.14.2.	Emisiones por gas de la categoría emisiones fugitivas de los combustibles sólidos (1B1) (cifras en kt).....	248
Tabla 3.14.3.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría emisiones fugitivas de los combustibles sólidos (1B1); valores absolutos, índices y ratios.....	248
Tabla 3.14.4.	Emisiones de categoría emisiones fugitivas de los combustibles sólidos (1B1) (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	249
Tabla 3.14.5.	VARIABLES DE ACTIVIDAD DE LA CATEGORÍA 1B1.....	251
Tabla 3.14.6.	Factores de emisión de la categoría 1B1.....	252
Tabla 3.14.7.	Incertidumbres asociadas a la categoría 1B1.....	253
Tabla 3.15.1.	Emisiones por gas de la categoría emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural (1B2) (cifras en kt).....	255
Tabla 3.15.2.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural (1B2); valores absolutos, índices y ratios.....	255
Tabla 3.15.3.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural (1B2) (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	256
Tabla 3.15.4.	Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en 1B2 por categorías CRF.....	257
Tabla 3.15.5.	Incertidumbres asociadas a la subcategoría 1B2.....	265

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1.1.	Porcentaje de las emisiones de CO ₂ -eq por categoría respecto al total del Inventario del sector Energía (CRF 1).....	130
Figura 3.1.2.	Evolución de las emisiones de CO ₂ -eq en el sector Energía (CRF 1).....	131
Figura 3.1.3.	Reparto del consumo por tipos de combustible en el sector Energía (CRF 1).....	133
Figura 3.1.4.	Variación de las emisiones relativas de CO ₂ -eq por categoría (2021 vs. 1990 y 2021 vs. 2020) del sector Energía (CRF 1).....	133
Figura 3.2.1.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a).....	140
Figura 3.2.2.	Consumo de combustibles de la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a) (cifras en TJ _{PCI}).....	142
Figura 3.2.3.	Distribución del consumo de combustibles de la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a), sobre base TJ _{PCI}	143
Figura 3.2.4.	Evolución de los factores de emisión implícitos (FEI) del CO ₂ de los grupos de combustible empleados en GFP de la categoría 1A1a.....	145
Figura 3.2.5.	Emisiones de CO ₂ en la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	149
Figura 3.2.6.	Diferencia porcentual de emisiones de CO ₂ (1A1a). Edición 2023 vs. edición 2022.....	149
Figura 3.2.7.	Emisiones de CH ₄ en la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	150
Figura 3.2.8.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (1A1a). Edición 2023 vs. edición 2022.....	150
Figura 3.2.9.	Emisiones de N ₂ O en la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	150
Figura 3.2.10.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (1A1a). Edición 2023 vs. edición 2022.....	151
Figura 3.3.1.	Distribución de las refinerías en España.....	152
Figura 3.3.2.	Distribución de las emisiones (por tipo de combustible de la categoría refinerías de petróleo (1A1b) (kt CO ₂ -eq)).....	153
Figura 3.3.3.	Consumo de combustible de la categoría refinerías de petróleo (1A1b) (cifras en TJ _{PCI}).....	154
Figura 3.3.4.	Distribución del consumo de combustible para los combustibles más utilizados (cifras en TJ _{PCI}).....	154
Figura 3.3.5.	Distribución del consumo de combustibles de la categoría refinerías de petróleo (1A1b), sobre base TJ _{PCI}	155
Figura 3.3.6.	Ratios de consumo y emisiones por producción de crudo para el sector del refino.....	158
Figura 3.3.7.	Emisiones de CO ₂ en la categoría refinerías de petróleo (1A1b). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	159
Figura 3.3.8.	Diferencia porcentual de emisiones de CO ₂ (1A1b). Edición 2023 vs. edición 2022.....	159
Figura 3.4.1.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c).....	161
Figura 3.4.2.	Consumo de combustibles de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c) (cifras en TJ _{PCI}).....	162
Figura 3.4.3.	Origen de la información utilizada para el cálculo de consumos de combustibles de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c).....	163
Figura 3.4.4.	Consumo de gas natural en la categoría industrias de la producción y transformación de la energía (1A1) (cifras en TJ _{PCI}).....	164
Figura 3.4.5.	Distribución del consumo de combustibles, de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c), sobre base TJ _{PCI}	165
Figura 3.4.6.	Evolución del factor de emisión implícito (FEI) del CO ₂ en la subcategoría transformación de combustibles sólidos (1A1ci).....	166
Figura 3.4.7.	Emisiones de CO ₂ en la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	168
Figura 3.4.8.	Diferencia porcentual de emisiones de CO ₂ (1A1c). Edición 2023 vs. edición 2022.....	169
Figura 3.4.9.	Emisiones de CH ₄ en la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	169
Figura 3.4.10.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (1A1c). Edición 2023 vs. Edición 2022.....	169
Figura 3.4.11.	Emisiones de N ₂ O en la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	170
Figura 3.4.12.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (1A1c). Edición 2023 vs. edición 2022.....	170
Figura 3.5.1.	Emisiones de N ₂ O en la categoría industrias de la producción y transformación de energía (1A1). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	172
Figura 3.5.2.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (1A1). Edición 2023 vs. edición 2022.....	172
Figura 3.5.3.	Emisiones de CH ₄ en la categoría industrias de la producción y transformación de energía (1A1). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	172
Figura 3.5.4.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (1A1). Edición 2023 vs. edición 2022.....	173
Figura 3.5.5.	Emisiones de CO ₂ en la categoría industrias de la producción y transformación de energía (1A1). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	173
Figura 3.5.6.	Diferencia porcentual de emisiones de CO ₂ (1A1). Edición 2023 vs. edición 2022.....	173
Figura 3.6.1.	Distribución de las emisiones (por tipo de combustible de la categoría combustión en la industria (1A2) (kt CO ₂ -eq)).....	175

Figura 3.6.2.	Origen de la información utilizada para el cálculo de consumos de la categoría de combustión estacionaria en la industria (1A2)	176
Figura 3.6.3.	Consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en la industria (1A2), (cifras en T _{JPCI})	177
Figura 3.6.4.	Distribución del consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en la industria (1A2), sobre base T _{JPCI}	178
Figura 3.6.5.	Consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en la industria del hierro y el acero (1A2a) (cifras en T _{JPCI})	179
Figura 3.6.6.	Categoría Hierro y acero (1A2a). Distribución del consumo de combustibles, sobre base T _{JPCI}	179
Figura 3.6.7.	Consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en la industria de los metales no ferrosos (1A2b) (cifras en T _{JPCI})	180
Figura 3.6.8.	Categoría Metales no ferrosos (1A2b). Distribución del consumo de combustibles, sobre base T _{JPCI}	181
Figura 3.6.9.	Consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en la industria química (1A2c) (cifras en T _{JPCI})	181
Figura 3.6.10.	Categoría productos químicos (1A2c). Distribución del consumo de combustibles, sobre base T _{JPCI}	182
Figura 3.6.11.	Consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en la industria de la pasta de papel, papel e impresión (1A2d) (cifras en T _{JPCI})	183
Figura 3.6.12.	Categoría de la pasta de papel, papel e impresión (1A2d). Distribución del consumo de combustibles, sobre base T _{JPCI}	184
Figura 3.6.13.	Consumo de combustibles en la categoría de combustión estacionaria en el procesado de alimentos, bebidas y tabaco (1A2e) (cifras en T _{JPCI})	184
Figura 3.6.14.	Categoría de alimentación, bebidas y tabaco (1A2e). Distribución del consumo de combustibles, sobre base T _{JPCI}	185
Figura 3.6.15.	Consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en los minerales no metálicos (1A2f) (cifras en T _{JPCI}).....	186
Figura 3.6.16.	Categoría de minerales no metálicos (1A2f). Distribución del consumo de combustibles, sobre base T _{JPCI}	187
Figura 3.6.17.	Consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en otros sectores manufactureros y de la construcción (1A2g) (cifras en T _{JPCI})	187
Figura 3.6.18.	Categoría otros sectores manufactureros y de la construcción (1A2g). Distribución del consumo de combustibles, sobre base T _{JPCI}	188
Figura 3.6.19.	Emisiones de CO ₂ en la categoría combustión estacionaria en la industria (1A2). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	193
Figura 3.6.20.	Diferencia porcentual de emisiones de CO ₂ (1A2). Edición 2023 vs. edición 2022	194
Figura 3.6.21.	Emisiones de CH ₄ en la categoría combustión estacionaria en la industria (1A2). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	194
Figura 3.6.22.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (1A2). Edición 2023 vs. edición 2022	194
Figura 3.6.23.	Emisiones de N ₂ O en la categoría combustión estacionaria en la industria (1A2). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	195
Figura 3.6.24.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (1A2). Edición 2023 vs. edición 2022	195
Figura 3.7.1.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría transporte aéreo nacional (1A3a)	196
Figura 3.7.2.	Ajuste del consumo total de queroseno de aviación para el periodo 1990-2004	199
Figura 3.7.3.	Evolución del consumo de combustibles y número de CAD para tráfico aéreo nacional (1A3a)	200
Figura 3.8.1.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría transporte por carretera (1A3b)	202
Figura 3.8.2.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría de transporte por carretera (1A3b) por categoría de vehículos (kt)	203
Figura 3.8.3.	Consumo de combustibles de la categoría de transporte por carretera (1A3b) (cifras en T _{JPCI}).....	205
Figura 3.8.4.	Consumo relativo de combustibles de la categoría de transporte por carretera (1A3b), sobre base T _{JPCI}	205
Figura 3.8.5.	Consumo de gas natural de la categoría de transporte por carretera (1A3b) (cifras en T _{JPCI}).....	206
Figura 3.8.6.	Parque de vehículos (1A3b)	207
Figura 3.8.7.	Evolución de los vehículos según clase de combustible utilizado (1A3b)	208
Figura 3.8.8.	Evolución de los turismos según clase de combustible utilizado (1A3b)	208
Figura 3.8.9.	Evolución de los vehículos según la normativa Euro (1A3b)	209
Figura 3.8.10.	Evolución de recorridos y consumos (1A3b)	210
Figura 3.8.11.	Evolución del FEI CO ₂ del gasóleo respecto al consumo de biodiésel en transporte por carretera (1A3b).....	215
Figura 3.8.12.	Evolución de la ratio entre vehículos de 4 y 2 tiempos para la subcategoría 1A3biv (Parque de vehículos y Recorridos).....	216
Figura 3.8.13.	Factores de emisión implícitos de N ₂ O y contenido en azufre de los combustibles (1A3b)	217
Figura 3.8.14.	Emisiones de CO ₂ en tráfico por carretera (1A3b). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	219
Figura 3.8.15.	Diferencia porcentual de emisiones de CO ₂ (1A3b). Edición 2023 vs. edición 2022	220
Figura 3.8.16.	Emisiones de CH ₄ en tráfico por carretera (1A3b). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	220
Figura 3.8.17.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (1A3b). Edición 2023 vs. edición 2022	220
Figura 3.8.18.	Emisiones de N ₂ O en tráfico por carretera (1A3b). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	221
Figura 3.8.19.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (1A3b). Edición 2023 vs. edición 2022	221
Figura 3.9.1.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría transporte ferroviario (1A3c).....	222
Figura 3.10.1.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría transporte marítimo nacional (1A3d).....	225
Figura 3.10.2.	Consumo de combustibles de la categoría de transporte marítimo nacional (1A3d) (cifras en T _{JPCI})	226

Figura 3.10.3.	Emisiones de CO ₂ en tráfico marítimo nacional (1A3d). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	227
Figura 3.10.4.	Diferencia porcentual de emisiones de CO ₂ (1A3d). Edición 2023 vs. edición 2022	228
Figura 3.10.5.	Emisiones de CH ₄ en tráfico marítimo nacional (1A3d). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	228
Figura 3.10.6.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (1A3d). Edición 2023 vs. edición 2022	228
Figura 3.10.7.	Emisiones de N ₂ O en tráfico marítimo nacional (1A3d). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	229
Figura 3.10.8.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (1A3d). Edición 2023 vs. edición 2022	229
Figura 3.11.1.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría otros medios de transporte (1A3e)	230
Figura 3.11.2.	Distribución del consumo de combustibles de la categoría otros medios de transporte (1A3e), sobre base T _{JPCI}	232
Figura 3.12.1.	Emisiones de CO ₂ -eq de la categoría de combustión en otros sectores (1A4)	234
Figura 3.12.2.	Emisiones de CO ₂ -eq de las subcategorías que componen la categoría 1A4.....	235
Figura 3.12.3.	Distribución del consumo de combustibles de la categoría de combustión en otros sectores (1A4), sobre base T _{JPCI}	238
Figura 3.12.4.	Distribución del consumo de combustible en el sector comercial e institucional (1A4a), sobre base T _{JPCI}	239
Figura 3.12.5.	Distribución del consumo de combustible en el sector residencial (1A4b), sobre base T _{JPCI}	240
Figura 3.12.6.	Distribución del consumo de combustible en el sector agricultura, selvicultura y pesca (1A4c), sobre base T _{JPCI}	241
Figura 3.12.7.	Emisiones de CO ₂ en combustión en otros sectores (1A4). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	245
Figura 3.12.8.	Diferencia porcentual de emisiones de CO ₂ (1A4). Edición 2023 vs. edición 2022	245
Figura 3.12.9.	Emisiones de CH ₄ en combustión en otros sectores (1A4). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	245
Figura 3.12.10.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (1A4). Edición 2023 vs. edición 2022	246
Figura 3.12.11.	Emisiones de N ₂ O en combustión en otros sectores (1A4). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	246
Figura 3.12.12.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (1A4). Edición 2023 vs. edición 2022	246
Figura 3.14.1.	Evolución de la producción bruta de carbón en España (cifras en Mt de carbón)	249
Figura 3.14.2.	Evolución de la producción de carbón en las explotaciones mineras consideradas como gaseosas en España (cifras en Mt de carbón).....	249
Figura 3.14.3.	Producción de coque de carbón (Mt)	250
Figura 3.14.4.	Principales actividades emisoras de CH ₄ en la categoría emisiones fugitivas de los combustibles sólidos (1B1).....	250
Figura 3.14.5.	Emisiones de CH ₄ las minas abandonadas en España.....	252
Figura 3.14.6.	Comparativa de las emisiones de CH ₄ de las minas activas y las minas abandonadas en España	252
Figura 3.14.7.	Emisiones de CO ₂ en la categoría emisiones fugitivas de combustibles sólidos (1B1). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	254
Figura 3.14.8.	Diferencia porcentual de emisiones de CO ₂ (1B1). Edición 2023 vs. edición 2022	254
Figura 3.14.9.	Emisiones de CH ₄ en la categoría emisiones fugitivas de combustibles sólidos (1B1). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	254
Figura 3.14.10.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (1B1). Edición 2023 vs. edición 2022	255
Figura 3.15.1.	Principales actividades emisoras de CO ₂ -eq en la categoría emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural (1B2)	257
Figura 3.15.2.	Mapa de infraestructuras del sistema gasista español (Fuente: SEDIGAS).....	260
Figura 3.15.3.	Factores de emisión implícitos y emisiones en porcentaje 1B2c2ii.....	263
Figura 3.15.4.	Factor de emisión implícito de la actividad 1B2c2ii	263
Figura 3.15.5.	Emisiones de CO ₂ en la categoría emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural (1B2). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	266
Figura 3.15.6.	Diferencia porcentual de emisiones de CO ₂ (1B2). Edición 2023 vs. edición 2022	266
Figura 3.15.7.	Emisiones de CH ₄ en la categoría emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural (1B2). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	266
Figura 3.15.8.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (1B2). Edición 2023 vs. edición 2022	267
Figura 3.15.9.	Emisiones de N ₂ O en la categoría emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural (1B2). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	267
Figura 3.15.10.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (1B2). Edición 2023 vs. edición 2022	267

3 ENERGÍA (CRF 1)

3.1 Panorámica del sector

Las emisiones del sector Energía representaron en el año 2021, en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq), un 74,8 % de las emisiones totales del Inventario Nacional, lo que supone un aumento en su contribución respecto del año 1990, cuando representaban un 74,1 % del total. El conjunto del sector Energía alcanzó un máximo de emisiones en el año 2005, con un incremento del 62 % respecto a 1990 en términos de CO₂-eq, disminuyendo a partir de la crisis económica de 2008 (de forma paralela al conjunto del Inventario), registrando en 2021 un aumento del 1,3 % respecto a 1990, con un crecimiento relativo del transporte (categoría 1A3) y del sector RCI (1A4) en detrimento del aporte de las industrias energéticas (categoría 1A1). En la tabla 3.1.1 se presentan en términos de CO₂-eq las emisiones del sector Energía con desglose por categorías según la nomenclatura CRF, distinguiéndose entre las actividades de combustión (categorías 1A1 a 1A5) y las emisiones fugitivas de combustibles (categorías 1B1 y 1B2).

Los datos detallados de emisiones del Inventario Nacional pueden consultarse en la página web del MITECO-SEI [TablaWeb](#).

Tabla 3.1.1. Emisiones de CO₂-eq del sector energía (CRF 1) (cifras en kt)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
1.A Actividades de combustión	209.424	341.088	262.572	249.986	231.955	196.235	212.322
1.A.1 Industrias del sector energético	78.851	125.694	74.440	85.217	55.263	40.797	41.247
1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción	45.201	69.884	49.845	42.194	46.925	43.572	46.697
1.A.3 Transporte	58.650	102.840	91.916	83.746	91.426	73.873	85.502
1.A.4 Otros sectores	26.421	42.165	45.812	38.308	37.890	37.553	38.476
1.A.5 Fuentes móviles no especificadas	300	505	559	521	452	439	400
1.B Emisiones fugitivas de los combustibles	3.767	3.249	3.037	4.053	3.888	3.785	3.727
1.B.1 Combustibles sólidos	1.832	765	429	147	37	53	124
1.B.2 Petróleo y gas natural	1.934	2.484	2.609	3.907	3.851	3.732	3.602
TOTAL	213.191	344.337	265.610	254.040	235.843	200.020	216.048

Como puede observarse, la mayoría de las emisiones del sector Energía proceden de las actividades de combustión (98,3 % en 2021), constituyendo las emisiones fugitivas una fuente de emisiones menor tanto dentro del propio sector como en el total del Inventario Nacional.

En la figura 3.1.1 se muestra la contribución de las distintas categorías del sector Energía a las emisiones totales de CO₂-eq del Inventario Nacional a lo largo del periodo 1990-2021. Se puede advertir que la contribución conjunta del sector ha sido siempre superior al 70 % del total de emisiones, alcanzando su cuota más alta en el año 2005 (78,5 %).

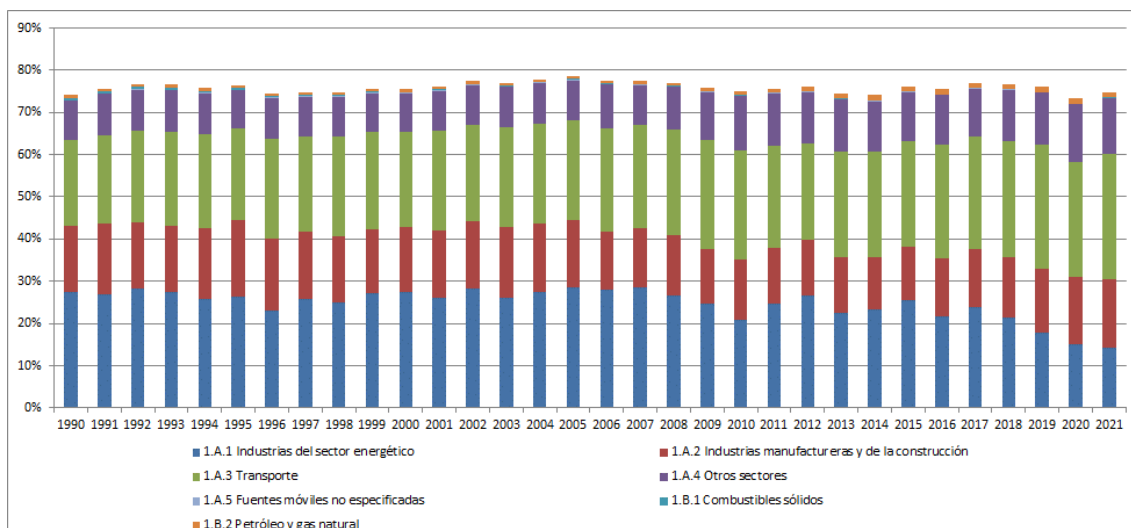


Figura 3.1.1. Porcentaje de las emisiones de CO₂-eq por categoría respecto al total del Inventario del sector Energía (CRF 1)

El principal grupo de actividades lo constituyen el transporte (1A3) y las industrias del sector manufacturero y de la construcción, pues suponen, respectivamente, el 40 % y el 22 % de las emisiones (en CO₂-eq) del sector en 2021. Un análisis en detalle de la contribución de las diferentes categorías dentro del sector Energía, se muestra en la tabla siguiente.

Tabla 3.1.2. Aportación de emisiones de CO₂-eq al sector Energía por las principales categorías

Año	1A1	1A2	1A3	1A4
1990	37 %	21 %	28 %	12 %
1995	35 %	24 %	28 %	12 %
2000	36 %	20 %	30 %	12 %
2005	37 %	20 %	30 %	12 %
2010	28 %	19 %	35 %	17 %
2011	33 %	17 %	32 %	16 %
2012	35 %	17 %	30 %	16 %
2013	30 %	18 %	34 %	16 %
2014	32 %	17 %	34 %	16 %
2015	34 %	17 %	33 %	15 %
2016	29 %	18 %	36 %	16 %
2017	31 %	18 %	35 %	15 %
2018	28 %	19 %	36 %	16 %
2019	24 %	20 %	39 %	16 %
2020	20 %	22 %	37 %	19 %
2021	19 %	22 %	40 %	18 %

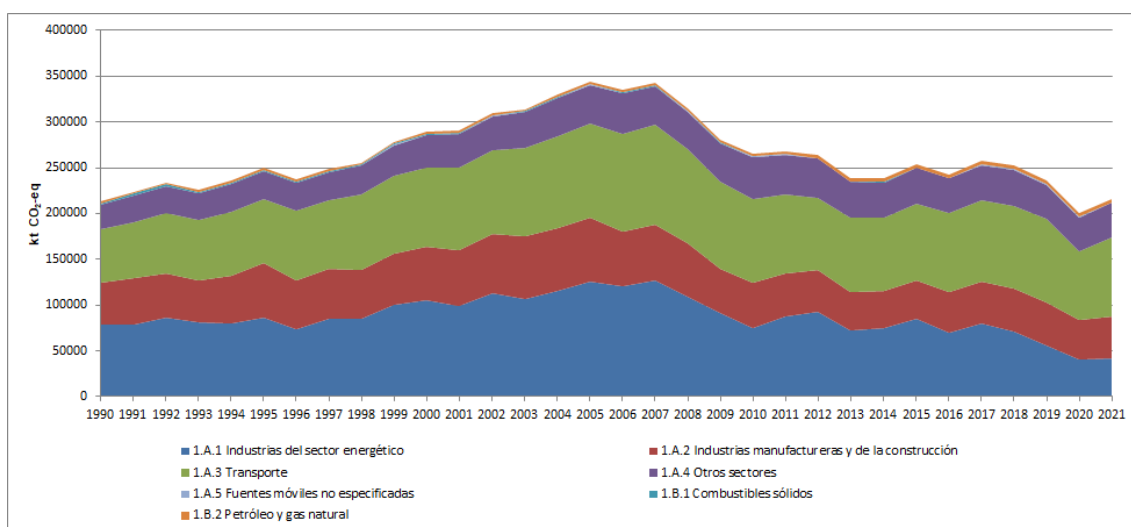
	Categorías que proporcionan 20 %-40 % emisiones del sector
	Categorías que proporcionan 10 %-20 % emisiones del sector

Las principales subcategorías dentro de cada categoría se muestran en la tabla 3.1.3. También se indica el porcentaje mínimo y máximo del aporte de cada una a su categoría, a lo largo del periodo 1990-2021.

Tabla 3.1.3. Subcategorías que marcan la tendencia en cada categoría

Subcategoría	Categoría	% mínimo a su categoría, 1990-2021	% máximo a su categoría, 1990-2021
1A1a	1A1	75	90
1A2f	1A2	25	39
1A3b	1A3	87	95
1A4b	1A4	41	53
1A5b	1A5	100	100
1B1a	1B1	21	99
1B2a	1B2	69	89

En la figura 3.1.2 se presenta la evolución de las emisiones de CO₂-eq del sector con desglose por cada una de sus categorías.

Figura 3.1.2. Evolución de las emisiones de CO₂-eq en el sector Energía (CRF 1)

A continuación, se describen las tendencias de cada una de las actividades principales, incluyendo algunas breves explicaciones:

1A1 Industrias del sector energético. Se distinguen cuatro intervalos en la evolución del sector:

- Periodo 1990-1998: relativamente estable y con un crecimiento moderado.
- Periodo 1998-2007: tasa de incremento significativa, en consonancia con los requerimientos de energía motivados por el crecimiento económico.
- Periodo 2007-2010: acentuado descenso de las emisiones, como consecuencia de la contracción económica y un cambio en la distribución (*mix*) de combustibles en la producción de electricidad, con un descenso muy significativo de la participación del carbón, unido a las políticas de priorización de las energías renovables en España.
- Periodo 2011-2017: se alternan ciclos en los que aumentan y disminuyen las emisiones, debido a variaciones en el *mix* energético por influencia del año hidrológico en la producción de electricidad y calor (1A1a), que es la subcategoría dominante. Los picos de emisiones se deben a la mayor participación de las centrales termoeléctricas en los años secos (con menor producción hidroeléctrica), mientras que los años en los que decaen las emisiones se deben a un mayor aporte de las energías renovables.
- Periodo 2018-2021: nueva tendencia descendente que se recupera ligeramente en el último año. En 2018 la demanda de energía eléctrica disminuye por primera vez desde 2016 y vuelve a hacerlo en mayor medida en los años 2019 y 2020, en este último caso

condicionada por las medidas tomadas para contener la pandemia COVID-19. El efecto de descenso en las emisiones de GEI se vio amplificado por la disminución del consumo de carbón en la generación eléctrica, que en 2020 supuso un recorte de -57 % respecto a 2019 y de hasta un -85 % comparado con 2018. Durante el año 2021, la demanda eléctrica presenta el primer crecimiento de los últimos años, aunque sigue condicionada por los efectos de la crisis COVID-19.

En conjunto para la categoría 1A1, las emisiones de CO₂-eq en 2021 han experimentado un marcado descenso de casi el -48 % con respecto al año 1990, debido al impulso a la descarbonización en la generación eléctrica (con el paulatino cese de actividad de las grandes centrales de carbón), a la importante penetración de fuentes energéticas no emisoras y, puntualmente, a la reducción general de la actividad económica española motivada por la pandemia de COVID-19.

1A2 Industrias manufactureras y de la construcción. Las emisiones siguen la pauta general y las fluctuaciones de la actividad económica del país:

- Periodo 1990-2005: aumento de emisiones correspondiente al crecimiento económico del país, aunque matizado y con bajadas ligadas a reconversiones sectoriales.
- Periodo 2006-2014: descenso de emisiones como consecuencia del descenso de la actividad económica del país.
- Periodo 2015-2021: patrón ascendente presentándose un ligero descenso de las emisiones en el año 2020 causado por la pandemia de COVID-19.

La subcategoría que mayores emisiones genera es la 1A2f (combustión en industria de minerales no metálicos), muy ligada a la construcción y, por lo tanto, a la situación económica del país. En la evolución de las emisiones, también ha jugado un papel importante la evolución del *mix* de combustibles hacia composiciones con menos contenido de carbono por unidad energética.

Las emisiones de CO₂-eq en esta categoría experimentaron un leve aumento del 0,3 % en el año 2021 con respecto a 1990.

1A3 Transporte. Su contribución a las emisiones del sector Energía ha aumentado del 28 % al 40 % a lo largo de la serie histórica. Hasta 2009, la categoría 1A1 dominaba las emisiones del sector, si bien a partir del año 2015 las emisiones procedentes del transporte superan ya claramente a las de las industrias energéticas. Dentro de esta categoría, destaca como dominante el transporte por carretera (1A3b).

En conjunto para la categoría 1A3, las emisiones de CO₂-eq han experimentado un aumento en torno al 46 % en 2021, en comparación con los niveles del año 1990.

1A4 Sectores comercial e institucional, residencial y agrícola, selvicultura y pesca. Su contribución a las emisiones del sector Energía oscila entre el 12 % y el 19 %, a lo largo del periodo inventariado. La subcategoría que mayores emisiones genera es la 1A4b (Residencial), cuya tendencia está influida tanto por la evolución de la renta económica del país como por las condiciones climatológicas anuales (tanto los inviernos rigurosos como olas de calor en verano).

En su conjunto, para la categoría 1A4 las emisiones de CO₂-eq han experimentado un aumento en torno al 46 % en 2021 con respecto a 1990.

En cuanto a la distribución del consumo de combustibles en el sector Energía (figura 3.1.3), se aprecia un aumento progresivo en el consumo de gas natural y disminución clara de los carbones, así como un incremento de la biomasa y de otros combustibles (residuos urbanos e industriales) en los últimos años.

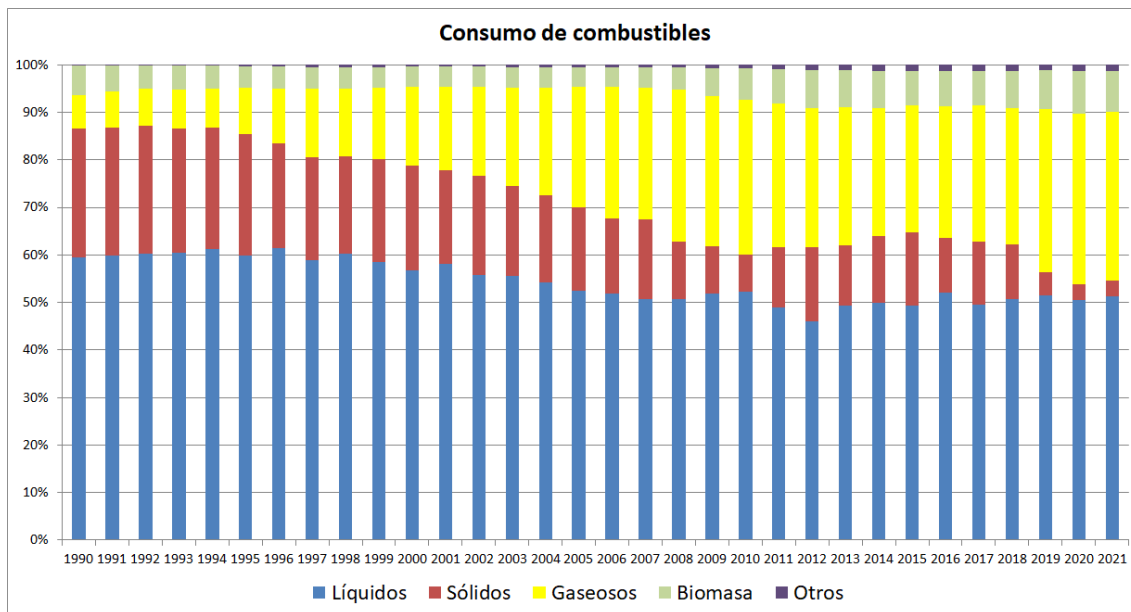


Figura 3.1.3. Reparto del consumo por tipos de combustible en el sector Energía (CRF 1)

En la siguiente figura, se muestran las variaciones de las emisiones de cada subcategoría en 2021, respecto a 1990 y a 2020. Aparecen en rojo los incrementos de emisiones y, en verde, los descensos.

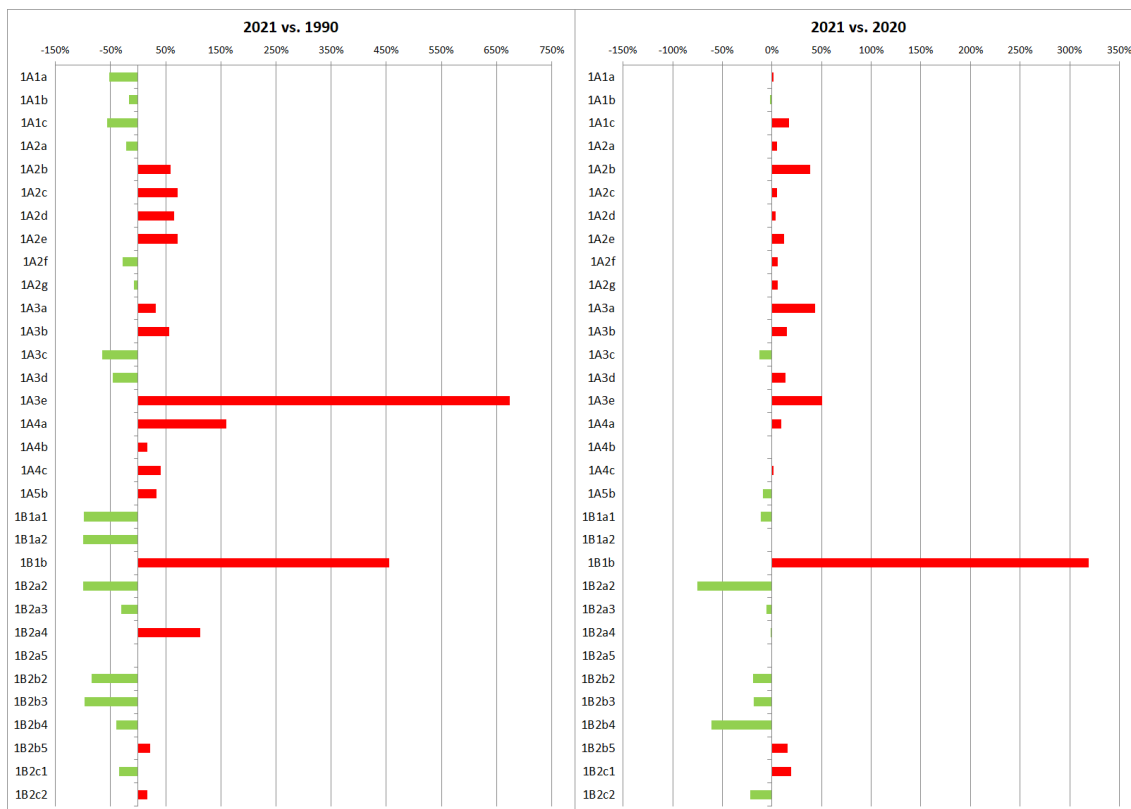


Figura 3.1.4. Variación de las emisiones relativas de CO₂-eq por categoría (2021 vs. 1990 y 2021 vs. 2020) del sector Energía (CRF 1)

3.1.1 Introducción

3.1.1.1 Fuentes de información básicas (variables de actividad, algoritmos y factores de emisión)

Las variables de actividad más relevantes para este sector son los consumos de combustibles y la asignación de los mismos a las distintas categorías del sector.

Cuando la información se ha obtenido vía cuestionario individual (IQ) y se cubre exhaustivamente el conjunto de un determinado sector, se da preferencia a esta fuente de información sobre otras fuentes alternativas.

Por otra parte, para algunos sectores se hace una estimación del consumo de combustibles a partir de sus ratios específicas de consumo, teniendo en cuenta la información facilitada sobre sus variables de actividad (entre otros, el consumo de la flota pesquera nacional o la maquinaria agrícola y forestal).

Sin embargo, cuando la información obtenida de forma individualizada no cubre la totalidad de un determinado sector, se considera también la información complementaria de la fuente de información más agregada para obtener una estimación del total del consumo en el correspondiente sector.

En el Inventario Nacional se asume un principio de coherencia, en cuanto a los totales de cada combustible, respecto a los cuestionarios energéticos internacionales (IntQ) elaborados por el punto focal, la Secretaría de Estado de Energía del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO). Esto se consigue mediante la realización de un balance de consumo de combustibles, que incluye toda la información recibida. En la presente edición, se ha procedido a actualizar la información procedente de los cuestionarios internacionales (IntQ), junto con los consiguientes ajustes en el balance de combustibles para toda la serie temporal (1990-2020), lo que ha generado diferencias en los consumos y, por consiguiente, en las emisiones asociadas de GEI, que afectan principalmente a las categorías 1A1 (subcategoría 1A1c) y 1A2, como se especifica en los apartados correspondientes.

En los últimos años de la serie, hay una mayor coherencia entre los datos de los IntQ y los obtenidos vía IQ por el Inventario Nacional. Se mantienen reuniones anuales con el MITECO para favorecer dicha coherencia.

En lo que respecta a los tipos de combustible, se parte de la nomenclatura NAPFUE de EMEP/CORINAIR, complementada en su caso por la del IPCC. Adicionalmente, para algunos combustibles muy relevantes para el cómputo de las emisiones de CO₂, se llega a registrar, a nivel interno, combustibles específicos por plantas energético-industriales, lo que permite efectuar la estimación de las emisiones mediante un balance de carbono.

En cuanto a los algoritmos de estimación de las emisiones, para estimar las emisiones de CO₂ se emplea prioritariamente el balance de carbono (metodología IPCC basada en contenido de carbono del combustible y factor de oxidación del carbono a CO₂). Cuando para un combustible concreto no se dispone de esta información, se opta por una aproximación al factor de CO₂ final basándose en características estándar (esencialmente el poder calorífico inferior -PCI-). Para el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), en los que la metodología del balance de masas no es operativa, dado que sus emisiones dependen de la tecnología empleada, se han tomado factores de emisión procedentes de la Guía IPCC 2006.

Siguiendo la recomendación E.14 de la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017¹, para el CO₂ del gas natural actualmente se consideran las características propias (contenido de C, densidad del gas y PCI) facilitadas por el Gestor Técnico del Sistema Gasista en España

¹ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>

(ENAGÁS), de modo que se calcula un factor de emisión específico nacional para cada año, en lugar del factor de emisión por defecto.

En el Inventario se estiman las emisiones debidas a la combustión de distintos combustibles de origen biogénico, que se reportan en las tablas CRF como “Biomasa”. Las emisiones de CO₂ debidas a dicha combustión no se incluyen en el total nacional y se reportan *pro memoria*, mientras que las emisiones asociadas de CH₄ y N₂O sí se incluyen en los totales nacionales.

3.1.1.2 Categorías clave

A continuación se presenta el análisis de categorías clave de este sector, con la contribución de las emisiones al nivel (L) (en términos de CO₂-eq) y a la tendencia (T) en el año 2021, tanto en el enfoque 1 como en el enfoque 2, así como el número de orden de la categoría en la relación de categorías clave² del total del Inventario Nacional, y los porcentajes respecto al total.

Tabla 3.1.4. Categorías clave: contribución al nivel y a la tendencia en 2021

Actividad IPCC	Gas	Análisis de categoría clave 2021 Posición (Contribución %)				Nueva KC 2021
		ENFOQUE 1		ENFOQUE 2		
		L	T	L	T	
1A1-Industrias de la energía	N ₂ O	-	-	15 (1,5 %)	20 (1,2 %)	
1A1-Industrias de la energía	CH ₄	-	-	-	-	
1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Gaseosos	CO ₂	5 (5,8 %)	4 (7 %)	-	19 (1,4 %)	
1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Sólidos	CO ₂	12 (2,5 %)	1 (22,4 %)	-	1 (8,3 %)	
1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Líquidos	CO ₂	15 (1,8 %)	26 (0,4 %)	-	-	
1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Otros	CO ₂	26 (0,6 %)	22 (0,7 %)	-	23 (1,1 %)	
1A1b-Refino de petróleo - Líquidos	CO ₂	13 (2,1 %)	10 (2,1 %)	-	28 (0,7 %)	
1A1b-Refino de petróleo - Gaseosos	CO ₂	19 (1,1 %)	15 (1,3 %)	-	-	
1A1b-Refino de petróleo - Otros	CO ₂	-	-	-	-	
1A1c-Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Gaseosos	CO ₂	-	-	-	-	
1A1c-Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Sólidos	CO ₂	-	21 (0,7 %)	-	-	
1A1c-Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Líquidos	CO ₂	-	-	-	-	
1A2-Combustión estacionaria en la industria - Gaseosos	CO ₂	2 (10,6 %)	3 (9,4 %)	12 (2,4 %)	8 (4,4 %)	
1A2-Combustión estacionaria en la industria - Líquidos	CO ₂	10 (2,9 %)	5 (6,3 %)	16 (1,3 %)	6 (5,9 %)	
1A2-Combustión estacionaria en la industria - Sólidos	CO ₂	14 (2 %)	8 (3,2 %)	17 (1,3 %)	9 (4,2 %)	
1A2-Combustión estacionaria en la industria	CH ₄	29 (0,4 %)	24 (0,4 %)	9 (3,5 %)	2 (7,9 %)	
1A2-Combustión estacionaria en la industria - Otros	CO ₂	-	-	-	-	
1A2-Combustión estacionaria en la industria	N ₂ O	-	-	23 (0,7 %)	-	Nueva
1A3a-Tráfico aéreo nacional	CO ₂	21 (0,8 %)	-	-	-	
1A3a-Tráfico aéreo nacional	N ₂ O	-	-	-	-	
1A3a-Tráfico aéreo nacional	CH ₄	-	-	-	-	
1A3b-Transporte por carretera - Gasóleo	CO ₂	1 (21,6 %)	2 (16,3 %)	6 (5 %)	3 (7,8 %)	
1A3b-Transporte por carretera - Gasolina	CO ₂	6 (5,5 %)	7 (4,3 %)	18 (1,3 %)	13 (2 %)	
1A3b-Transporte por carretera - Otros	CO ₂	30 (0,3 %)	-	24 (0,7 %)	16 (1,7 %)	
1A3b-Transporte por carretera	N ₂ O	-	-	-	-	
1A3b-Transporte por carretera	CH ₄	-	-	-	-	
1A3c-Ferrocarriles	CO ₂	-	-	-	-	
1A3c-Ferrocarriles	N ₂ O	-	-	-	-	
1A3c-Ferrocarriles	CH ₄	-	-	-	-	

² Orden determinado por la contribución de las emisiones de la categoría al nivel o a la tendencia.

Actividad IPCC	Gas	Análisis de categoría clave 2021 Posición (Contribución %)				Nueva KC 2021
		ENFOQUE 1		ENFOQUE 2		
		L	T	L	T	
1A3d-Tráfico marítimo nacional	CO ₂	20 (1%)	16 (1%)	10 (3,2%)	4 (7%)	
1A3d-Tráfico marítimo nacional	N ₂ O	-	-	-	-	
1A3d-Tráfico marítimo nacional	CH ₄	-	-	-	-	
1A3e-Otros modos de transporte	CO ₂	-	-	-	-	
1A3e-Otros modos de transporte	CH ₄	-	-	-	-	
1A3e-Otros modos de transporte	N ₂ O	-	-	-	-	
1A4-Combustión en otros sectores - Líquidos	CO ₂	3 (7,6%)	-	7 (5%)	-	
1A4-Combustión en otros sectores - Gaseosos	CO ₂	7 (5,2%)	6 (5,9%)	19 (1,2%)	12 (2,7%)	
1A4-Combustión en otros sectores	CH ₄	31 (0,3%)	-	13 (1,8%)	-	
1A4-Combustión en otros sectores - Sólidos	CO ₂	-	19 (0,7%)	-	17 (1,6%)	
1A4-Combustión en otros sectores	N ₂ O	-	-	22 (0,9%)	-	
1A5-Otros transportes	CO ₂	-	-	-	-	
1A5-Otros transportes	N ₂ O	-	-	-	-	
1A5-Otros transportes	CH ₄	-	-	-	-	
1B1-Emissiones fugitivas - combustibles sólidos	CO ₂	-	-	-	32 (0,6%)	Nueva
1B1-Emissiones fugitivas - combustibles sólidos	CH ₄	-	18 (0,8%)	-	11 (3,2%)	
1B2-Emissiones fugitivas - petróleo y gas natural	N ₂ O	-	-	-	-	
1B2a-Emissiones fugitivas de distribución de combustibles líquidos	CO ₂	18 (1,1%)	20 (0,7%)	-	31 (0,6%)	
1B2a-Emissiones fugitivas de distribución de combustibles líquidos	CH ₄	-	-	-	-	
1B2b-Emissiones fugitivas de distribución de combustibles gaseosos	CH ₄	-	-	-	-	
1B2b-Emissiones fugitivas de distribución de combustibles gaseosos	CO ₂	-	-	-	-	
1B2c-Emissiones fugitivas de antorchas	CO ₂	-	-	-	-	
1B2c-Emissiones fugitivas de antorchas	CH ₄	-	-	-	-	

NOTA: Categorías clave marcadas en negrita y sombreadas.

3.1.1.3 Programa de garantía de calidad

El Sistema Español de Inventarios (SEI) desarrolla, dentro de su programa de garantía de calidad las siguientes acciones:

- Contraste con las emisiones de gases de efecto invernadero reportadas bajo el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (*European Union Emission Trading System*, EU ETS).
- Comprobaciones con datos del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (PRTR-España), elaborado conforme al [Reglamento \(CE\) 166/2006 relativo al establecimiento de un registro europeo de emisiones y transferencias de contaminantes](#), E-PRTR.
- Aplicación del sistema de control de calidad interno, con revisión de la información recopilada y chequeos periódicos sobre las variables de actividad y las emisiones resultantes, al nivel de nomenclatura SNAP.
- Revisiones externas llevadas a cabo por organismos internacionales: anualmente se realizan revisiones de los inventarios nacionales de GEI y de contaminantes atmosféricos. El resultado principal de estas revisiones es un listado de cuestiones y recomendaciones que se incluyen en el plan de mejora del Inventario Nacional, para ser incorporadas en las siguientes ediciones del mismo.
- Envío de datos regionalizados a las Comunidades Autónomas y contraste de las series, actividades y emisiones, en su caso.

3.1.2 Comparación entre enfoques sectorial y de referencia (RA-SA)

La comparación entre las emisiones del consumo de combustibles estimadas según el enfoque sectorial y el enfoque de referencia se considera una buena práctica, destinada a observar que ambos cálculos no presenten grandes discrepancias en los resultados. La diferencia no debería superar el 5 %, según establece la Guía IPCC 2006.

El método de referencia no establece ninguna distinción entre las categorías de fuente del sector Energía y sólo estima el total de emisiones de CO₂ de la categoría 1A (Actividades de quema de combustible), sin distinguir el proceso o actividad socioeconómica donde se empleen los distintos combustibles. Incluye también pequeños aportes que no son parte de esta categoría, debido a que parte del combustible no se quema, pero se emite en forma de fuga o evaporación en las etapas de producción y/o transformación (emisiones fugitivas).

El análisis RA-SA completo puede consultarse en el anexo 4 del presente informe.

3.1.3 Búnkeres internacionales de combustibles

Para la estimación *pro memoria* (sin contabilizar para el total nacional) de las emisiones correspondientes al tráfico marítimo y aéreo internacionales, se ha tomado como datos de base las cifras de consumo de combustibles. Las fuentes de información han sido:

- Tráfico marítimo internacional: cuestionarios energéticos internacionales elaborados por MITECO para su remisión a los organismos internacionales AIE y EUROSTAT.
- Tráfico aéreo internacional: datos proporcionados por EUROCONTROL.

Los datos de base, expresados en unidades físicas (kilotoneladas), han sido convertidos a unidades de energía de poder calorífico inferior (T_{JPCI}), atribuyendo a los combustibles consumidos unas características estándar.

Para el tráfico marítimo internacional el Inventario Nacional ha reproducido en su estimación *pro memoria* las cifras de consumo del balance nacional oficial atribuidas a los búnkeres marinos internacionales. La estimación para el tráfico aéreo, se ha realizado respetando para el conjunto del tráfico (nacional e internacional) y para cada fase de vuelo (crucero y ciclos de aterrizaje/despegue), el consumo total de carburante de aviación que figura en la metodología propuesta por EUROCONTROL. La descripción metodológica detallada y los factores de emisión adoptados, se recogen en los apartados 3.7 y 3.10, relativos al tráfico aéreo y la navegación nacional.

En la presente edición del Inventario se ha incluido en la categoría 1D2 la estimación de emisiones *pro memoria* atribuidas a las operaciones multilaterales, de conformidad con la Carta de las Naciones Unidas del transporte militar para los años 2020 y 2021 (únicos años con información disponible). Los datos están proporcionados por la Dirección General de infraestructuras del MDE (Ministerio de Defensa). La estimación de las emisiones se realiza del mismo modo que en el tráfico militar, cuya descripción metodológica se recoge en el apartado 3.13 del presente informe.

A continuación, se presenta el conjunto de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en términos de CO₂-eq, así como el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq correspondientes a estas categorías:

Tabla 3.1.5. Emisiones de CO₂-eq de tráfico aéreo internacional: valores absolutos e índices

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	4.776	11.648	12.702	14.642	19.124	6.471	8.320
Variación % vs. 1990	100 %	243,9 %	265,9 %	306,6 %	400,4 %	135,5 %	174,2 %

Tabla 3.1.6. Emisiones de CO₂-eq de transporte marítimo internacional: valores absolutos e índices

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	11.697	26.108	27.691	24.599	23.566	20.729	23.723
Variación % vs. 1990	100,0 %	223,2 %	236,7 %	210,3 %	201,5 %	177,2 %	202,8 %

3.1.4 Almacenamiento y usos no energéticos de combustibles

El consumo de productos combustibles para uso no-energético aparece contabilizado en el balance de consumo de combustibles del Inventario Nacional, bajo el apartado homónimo del anexo 2.

Las cantidades de cada tipo de combustible reseñadas en dicho apartado se incorporan en el análisis del enfoque de referencia (*reference approach*), haciendo de cada una de ellas el oportuno desdoblamiento en dos fracciones: a) la que queda almacenada en productos; y b) la que presumiblemente se libera a corto plazo dando lugar a las correspondientes emisiones de CO₂, según el mencionado enfoque de referencia.

3.2 Producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a)

3.2.1 Descripción de la actividad

La categoría 1A1a la componen las plantas de generación de electricidad y calor de servicio público, que suponen una de las contribuciones principales a las emisiones del conjunto del Inventario Nacional. Si bien en España apenas resulta significativa la presencia de redes de calefacción urbana (*district heating*), cabe mencionar que esta actividad lleva experimentando un notable crecimiento en los últimos años. Además de las centrales termoeléctricas (convencionales, de ciclo combinado y plantas de biomasa) y las centrales termosolares, la categoría incluye la combustión con valorización energética que se realiza en incineradoras de residuos, vertederos gestionados de residuos urbanos, plantas de biometanización y plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales.

Dominan mayoritariamente las instalaciones de ciclo combinado movidas por gas natural, seguidas por las de grandes calderas (con potencia instalada superior a 300 MWt) empleadas principalmente para la combustión de carbones, aunque éstas actualmente acusan un paulatino cese de actividad. Los motores estacionarios, movidos por fuelóleo y gasóleo, están presentes fundamentalmente en instalaciones del sistema eléctrico extrapeninsular.

La categoría 1A1a es categoría clave del Inventario Nacional en relación con el CO₂ y los combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y otros, según el análisis presentado en la tabla 3.1.4.

En la tabla 3.2.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible. Las emisiones de CO₂ originadas por la combustión de biomasa no se computan en el Inventario Nacional, de acuerdo con la Guía IPCC 2006 (se consideran emisiones neutras respecto del CO₂). No obstante, sí han sido estimadas *pro memoria* y reflejadas como tales en las tablas de reporte CRF. Las emisiones de CO₂ debidas a la combustión de los “otros combustibles” se desglosan en su parte biogénica (que no computa en el total nacional) y su parte fósil, que sí computa.

Tabla 3.2.1. Emisiones de la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a) (cifras en kt)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂	65.668	112.664	60.847	77.270	48.118	35.861	37.092
Líquidos	6.087	15.050	8.614	9.317	6.420	5.384	5.207
Sólidos	58.931	76.280	25.978	51.225	14.841	6.997	7.246
Gaseosos	447	19.771	24.193	11.507	20.666	16.441	16.759

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Biomasa (*)	74	608	956	3.739	4.553	5.491	6.243
Otros (**)	128	956	1.105	1.482	1.637	1.547	1.637
CH₄	0,69	1,51	0,99	2,47	1,69	1,15	1,51
Líquidos	0,10	0,37	0,25	0,28	0,19	0,18	0,18
Sólidos	0,58	0,75	0,24	0,61	0,13	0,06	0,05
Gaseosos	0,01	0,36	0,43	1,26	0,97	0,43	0,71
Biomasa	0,00	0,02	0,05	0,32	0,40	0,49	0,56
Otros	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N₂O	0,92	2,58	2,04	1,92	1,63	1,37	1,43
Líquidos	0,03	0,09	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04
Sólidos	0,86	1,42	0,62	0,99	0,18	0,08	0,07
Gaseosos	0,01	0,97	1,24	0,56	1,05	0,85	0,87
Biomasa	0,00	0,01	0,03	0,20	0,25	0,31	0,35
Otros	0,02	0,09	0,10	0,12	0,11	0,11	0,11

(*) CO₂ no computable, se estima *pro memoria*

(**) CO₂ computable sólo en su parte fósil

En años anteriores, las emisiones de CO₂ en la categoría 1A1a se generaban principalmente por el empleo de combustibles sólidos en las grandes centrales térmicas de carbón (66 % del total computable en 2015), seguidas de las procedentes de la combustión del gas natural, utilizado mayormente en las centrales de ciclo combinado (CCC). Esto cambió en el año 2019, cuando los combustibles sólidos fueron responsables tan solo del 31 % del CO₂ emitido, frente a un 43 % proveniente del gas natural y se acentuó en 2020 (con un 19 % y un 46 % en cada caso). En 2021 se mantienen los valores relativos del año anterior, si bien las emisiones de CO₂ debidas a la combustión de biomasa (principalmente en pequeñas plantas energéticas) superan ya claramente a las procedentes de los combustibles líquidos.

En la tabla 3.2.2 se expresa el conjunto de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O computables, en términos de CO₂-eq. Así mismo, se presentan el índice de evolución temporal de las emisiones de CO₂-eq (base 100 año 1990) y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector Energía.

Tabla 3.2.2. Emisiones de CO₂-eq de la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	65.856	112.781	60.460	74.109	44.045	30.766	31.271
Variación % vs. 1990	100,0 %	171,3 %	91,8 %	112,5 %	66,9 %	46,7 %	47,5 %
1A1a / INV (CO ₂ -eq)	22,9 %	25,7 %	17,0 %	22,2 %	14,2 %	11,3 %	10,8 %
1A1a / Energía (CO ₂ -eq)	30,9 %	32,8 %	22,8 %	29,2 %	18,7 %	15,4 %	14,5 %

En términos de CO₂-eq, los niveles tanto absolutos como relativos de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la categoría 1A1a han descendido por debajo de los de los primeros años de la serie. El impulso a la descarbonización (con el paulatino cese de actividad de las grandes centrales de carbón), ha favorecido el descenso de las emisiones de CO₂-eq derivadas de la generación eléctrica, que en 2020 marcaron el mínimo de la serie histórica inventariada. Los valores máximos se alcanzaron en los años 2005-2007, previos a la crisis económica iniciada en 2008 (ver figura 3.2.1). En años posteriores, se aprecia la paulatina penetración de fuentes de generación eléctrica no emisoras (eólica, fundamentalmente), por lo que la tendencia en las emisiones es ligeramente descendente, aunque con variaciones interanuales debidas a la climatología (en años lluviosos se incrementa la generación hidráulica y baja la aportación de ciclos combinados y centrales de carbón). El marcado descenso en las emisiones de 2020 está estrechamente relacionado con la reducción general de la actividad económica española y la consiguiente bajada en la demanda de energía eléctrica, motivadas

por la pandemia de COVID-19. Este efecto se vio amplificado con la disminución del consumo de carbón en la generación eléctrica, que supuso un recorte de -57 % respecto a 2019 y de hasta un -85 % comparado con el año 2018.

En el año 2021, si bien se aprecian indicios de recuperación en la producción energética, con una leve subida en las emisiones de CO₂-eq dentro de la categoría 1A1a, ésta es debida principalmente al aumento en el consumo de gas natural y de gas de horno alto, puesto que la aportación de los carbones sigue en descenso.

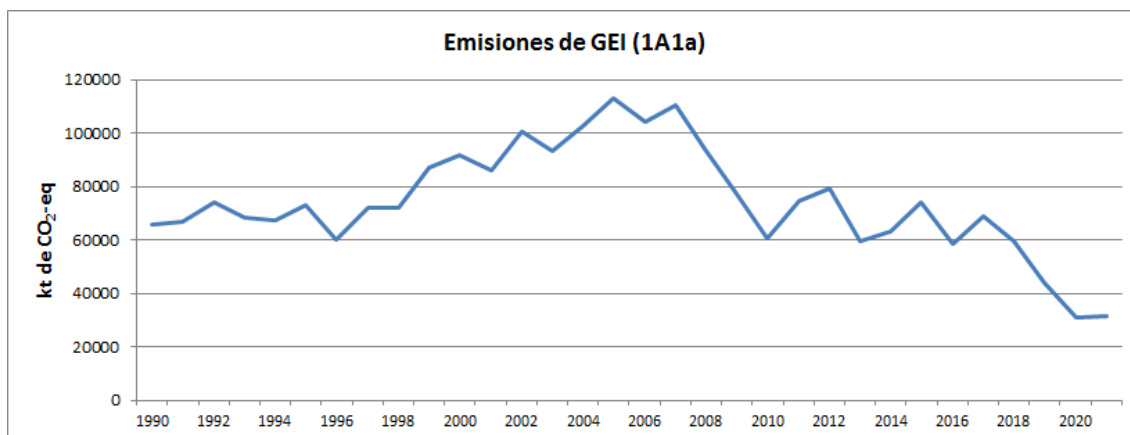


Figura 3.2.1. Emisiones de CO₂-eq de la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a)

3.2.2 Metodología

El cálculo de las emisiones de los gases de efecto invernadero en la categoría 1A1a, se realiza según métodos de nivel 2 para el CO₂, el CH₄ y el N₂O.

3.2.2.1 Variables de actividad

En la categoría 1A1a se utiliza como variable de actividad el consumo de combustibles en las instalaciones destinadas a la producción de energía eléctrica y calor.

Las principales fuentes de información son:

- Centrales térmicas convencionales y CCC (grandes focos puntuales, GFP): la información sobre consumos y características de los combustibles se obtiene vía cuestionario individualizado (IQ). Se incluye la composición elemental de cada combustible empleado (valores medios anuales, determinados mediante analíticas periódicas).
- Pequeñas centrales termoeléctricas (fuentes de área, FA): los datos sobre localización, consumos específicos de combustibles y sus características, se obtienen de las estadísticas de la Subdirección General de Prospectiva, Estrategia y Normativa en Materia de Energía del MITECO. En su gran mayoría, se trata de plantas de biomasa.
- Centrales termosolares (FA): la localización, consumos de combustibles y emisiones de cada planta, se extraen de los informes del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (EU ETS), facilitados por la Oficina Española de Cambio Climático (OECC) del MITECO.
- Incineradoras de residuos con valorización energética (GFP): la información sobre la composición de los residuos, las cantidades quemadas y otros parámetros, se recoge en cuestionarios individuales (IQ).
- Vertederos y plantas de biometanización (FA): la información sobre las cantidades de residuos y biogás quemados procede del punto focal (Subdirección General de Economía Circular del MITECO), a excepción de los vertederos y plantas de biometanización de

ámbito no municipal (donde se recoge el tratamiento de deyecciones ganaderas), cuyos datos se recaban mediante IQ.

- Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas (FA): las cantidades de biogás quemado se han extraído y subrogado a partir de un estudio del CEDEX³.
- Plantas de tratamiento de aguas residuales industriales (FA): la información sobre las cantidades de biogás quemado para motogeneración, proviene de un estudio elaborado por la Universidad de Nebrija en colaboración con la OECC⁴.
- Plantas de calefacción urbana (FA): la información sobre consumos y características de las instalaciones se obtiene del Censo de Redes de Calor y Frío elaborado anualmente para el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) por la Asociación de Empresas de Redes de Calor y Frío (ADHAC), en virtud del Protocolo General de Actuación que tienen formalizado.

La tabla 3.2.3 recoge la variable de actividad, expresada en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}). Es una información derivada de los consumos en unidades físicas (t o m³N) y de los correspondientes poderes caloríficos.

Tabla 3.2.3. Consumo de combustibles de la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a) (cifras en TJ_{PCI})

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Líquidos	79.773	196.391	112.188	115.302	83.544	70.294	68.460
Gasóleo	6.948	43.525	44.544	36.854	35.082	35.328	37.460
Fuelóleo	72.825	126.726	67.244	51.657	47.665	34.496	31.000
GLP	-	-	-	0	0	0	0
Coque de petróleo		26.081	363	26.774	797	471	0
Otros combustibles líquidos	-	59	37	17	-	-	-
Sólidos	581.240	755.577	254.251	510.772	135.441	60.330	57.962
Hulla y antracita	401.951	625.694	224.266	460.453	114.510	51.500	45.914
Hullas subbituminosas	53.162	49.109	13.604	32.809	10.580	2.424	1.017
Lignito pardo	114.539	61.976	-	-	-	-	-
Briquetas de lignito	5.860	-	-	-	-	-	-
Gas de coquería	944	2.410	530	-	-	-	-
Gas de horno alto	4.784	9.922	7.672	11.374	10.350	6.406	11.031
Otros carbones y derivados	-	6.466	8.179	6.135	-	-	-
Gaseosos	7.450	351.556	430.686	203.329	366.733	292.911	298.667
Gas natural	7.450	351.556	430.686	203.329	366.733	292.911	298.667
Biomasa	1.359	9.526	13.479	39.114	46.636	54.820	61.625
Madera / Residuos madera	-	451	1.065	18.566	21.506	26.924	30.754
Biogás	1.359	7.996	9.637	11.175	11.671	11.310	11.474
Otra biomasa sólida	-	1.080	2.777	9.373	13.460	16.586	19.397
Otros	3.103	18.568	19.384	31.826	25.977	22.686	25.447
Residuos municipales	3.103	15.598	17.426	22.213	20.862	18.057	20.757
Residuos industriales	-	2.969	1.957	9.613	5.115	4.630	4.690
TOTAL	672.925	1.331.618	829.988	900.342	658.331	501.042	512.161

La evolución histórica del consumo de combustibles, seguida por la categoría 1A1a en su conjunto, se recoge en la figura 3.2.2.

³ "Usos del gas producido en las estaciones depuradoras de aguas residuales de España 1990-2012". Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.

⁴ "Análisis comparativo de las tecnologías de aprovechamiento energético del biogás en estaciones depuradoras de aguas residuales industriales en España - Estudio en profundidad de la motogeneración de biogás". Autor: David Maqueda Gómez. Universidad de Nebrija / Oficina Española de Cambio Climático. 2016.

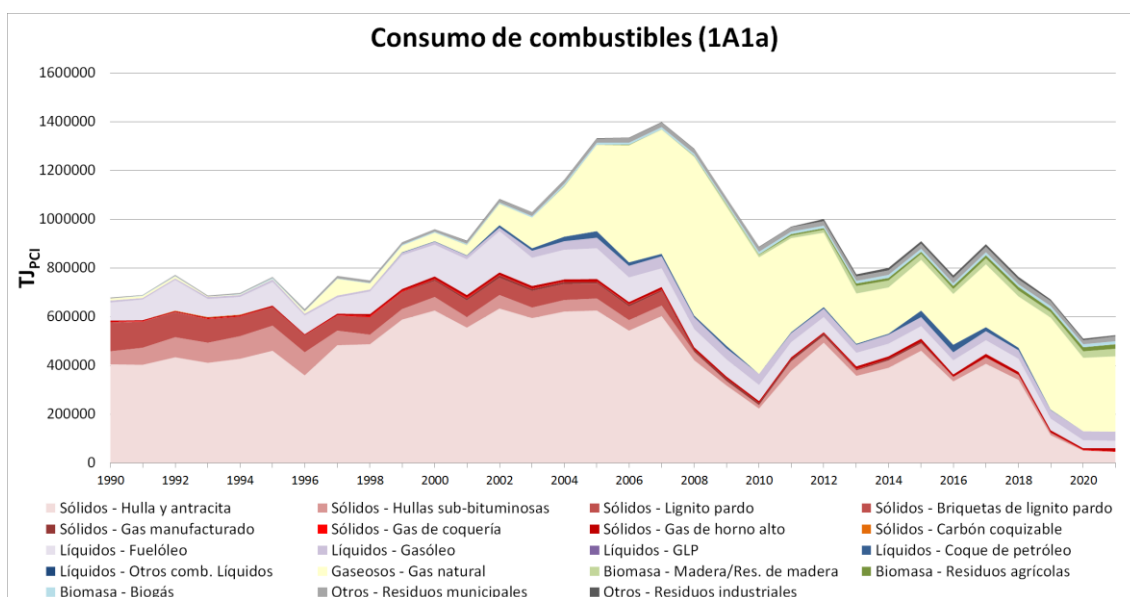


Figura 3.2.2. Consumo de combustibles de la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a) (cifras en Tj_{PCI})

Según datos de Red Eléctrica de España⁵, la demanda de energía eléctrica durante el año 2021 presentó un incremento del 2,6 % respecto al año anterior, siendo este el primer crecimiento tras dos años consecutivos de descensos de demanda. No obstante, sigue condicionada por la prolongación de la crisis COVID-19, que ha hecho que no se recuperen los valores anteriores a la pandemia. La evolución del sistema eléctrico peninsular (que supone algo más del 94 % de la demanda total española) fue superior en un 2,4 % respecto a 2020. Esta demanda se sitúa en niveles similares a los registrados hace 16 años, aunque también se dieron valores parecidos en 2014, durante el periodo de depresión más fuerte de la crisis iniciada en el año 2009.

En cuanto a la generación eléctrica en el sistema eléctrico peninsular, se produjo un nuevo máximo histórico en la contribución de la energía renovable peninsular, con una cuota en la generación eléctrica del 48,4 %, debido al incremento de la producción eólica y solar fotovoltaica. La participación de la generación no renovable se ha situado en el 51,6 % del total peninsular, disminuyendo 2,9 puntos porcentuales respecto al año anterior. Este descenso de la generación no renovable peninsular se debe sobre todo a la menor producción de las centrales nucleares y de los ciclos combinados (3,1 % y 2,0 % menos que en el año 2020, respectivamente, respecto al total de fuentes de generación, tanto emisoras como no emisoras).

El comportamiento del sistema eléctrico español se refleja en los consumos de combustibles que recoge el Inventario Nacional. De este modo, el consumo total de combustibles en la categoría 1A1a aumentó un 2,2 % en 2021 respecto a 2020, principalmente debido a la subida en el consumo de gas natural (+2,0 %), mayoritario en la actualidad para la generación eléctrica por parte de las centrales de ciclo combinado; a la subida en el consumo de biomasa (+12,4 %), que por primera vez es mayor que el de combustibles sólidos (carbones y sus derivados); y al incremento en los residuos incinerados (+12,2 %), especialmente los municipales.

A pesar de la ligera subida del gasóleo en 2021 (+6,0 %), el consumo de combustibles líquidos continúa con su tendencia descendente de los últimos años, debido principalmente a la caída en el consumo de fuelóleo (-10,1 % respecto a 2020) y de coque de petróleo por parte de las grandes centrales de carbón, consecuencia de su progresivo cese de actividad.

⁵ [REE Informe del Sistema Eléctrico Español 2021](#)

En la figura 3.2.2 se muestra la distribución porcentual de los consumos, en términos de energía, por tipo de combustible a lo largo del periodo inventariado.

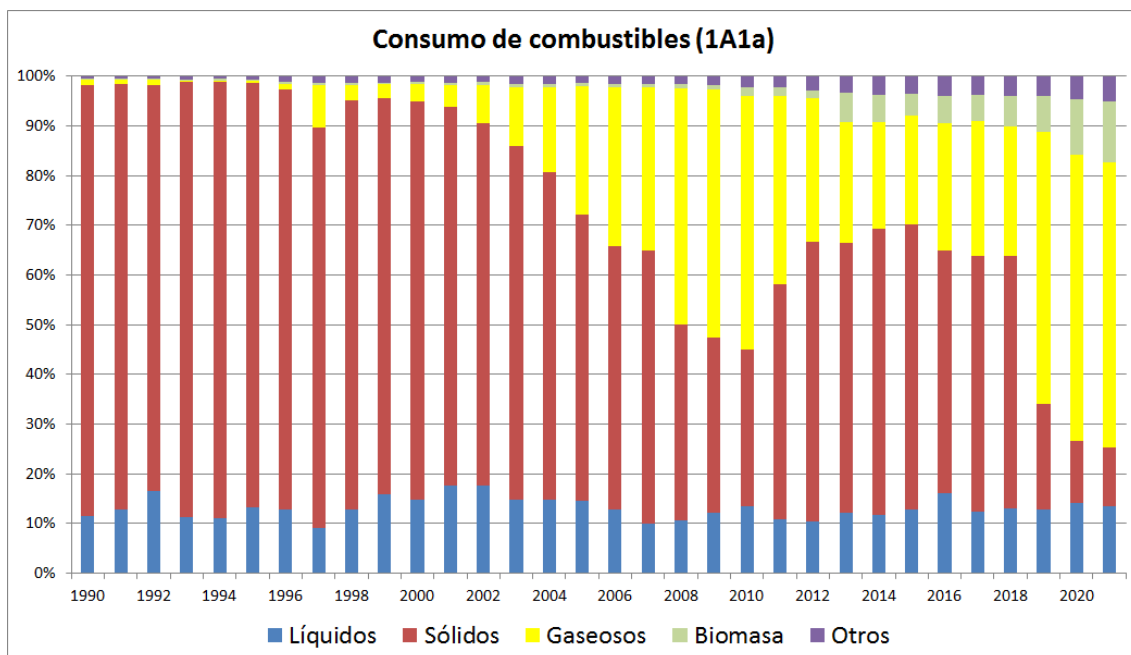


Figura 3.2.3. Distribución del consumo de combustibles de la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a), sobre base TJ_{PCI}

En líneas generales, en España ha predominado el consumo de combustibles sólidos para la producción de electricidad de servicio público, destacando las hullas y antracitas muy por encima del resto (tabla 3.2.3). Aunque relativamente importante los primeros años, en 2009 dejó de consumirse lignito pardo.

Por otro lado, la única planta existente de tecnología GICC (gasificación integrada en ciclo combinado) se cerró a finales de 2015, por lo que el gas sintético (derivado del carbón) ha dejado de utilizarse en la generación de electricidad en España.

En los años 2002-2010, la caída significativa que se produce en el consumo de carbones, conjuntamente con el incremento en el consumo de gas natural (especialmente relevante en 2008-2010), hace que este último pasase a ser el combustible predominante en dichos años. El notable incremento del consumo de carbón experimentado a partir de 2011, que tiene su contrapartida en un descenso del gas natural, hace que en los últimos años el carbón vuelva a ser el principal combustible utilizado en la generación de electricidad. No obstante, el uso de carbones vuelve a caer abruptamente en 2019, debido a la fuerte reducción y cese de actividad de las centrales termoeléctricas de carbón, por lo que desde entonces el grupo de los combustibles sólidos deja de ser, definitivamente, el más consumido en la categoría 1A1a. El consumo de combustibles sólidos sigue en descenso hasta 2021, a pesar de la relativa subida de los derivados del carbón (gas de horno alto), el último año.

Entre los combustibles líquidos, el principal consumo corresponde al fuelóleo, empleado mayoritariamente en las centrales diésel insulares. A partir de 2006 se observa un descenso apreciable en el consumo de fuelóleo, como consecuencia del cese de actividad de varias centrales térmicas que lo utilizaban. En los años 2015 y 2016, destaca un notable incremento del coque de petróleo quemado en las centrales térmicas, aunque esta tendencia cambia de signo en 2017 y se acentúa el descenso en 2019, dejando de consumirse en 2021.

La puesta en servicio del gasoducto del Magreb en 1996 supuso un hito importante para España, conectando el país con los campos de gas natural de Argelia e impulsando el empleo generalizado de este combustible, incluyendo la generación eléctrica. A partir del año 2002 se

aprecia el incremento del consumo de gas natural, como consecuencia de la entrada en funcionamiento de nuevas centrales de ciclo combinado. Este patrón cambia en el año 2010, cayendo de forma acusada el consumo de gas natural hasta 2014 y comenzando una leve recuperación en 2015, hasta que en 2019 casi se duplica el consumo del año anterior, por el fuerte incremento de producción de los ciclos combinados a costa de la generación con carbón.

En lo que se refiere al consumo de biomasa, cuyas emisiones de CO₂ se estiman y se reportan *pro memoria*, hasta 2012 el principal combustible corresponde al biogás en los vertederos y las plantas de biometanización que valorizan tales residuos. En 2013, el consumo de desechos de madera junto con otra biomasa sólida (residuos agrícolas) comienza a cobrar relevancia, siguiendo un progreso ascendente desde entonces. Esta tendencia está muy probablemente vinculada a las actuaciones desarrolladas por la Administración para la promoción de la biomasa en distintos sectores productivos (así como también en el sector residencial y de servicios), como por ejemplo el Plan de Energías Renovables (PER) 2005-2010 y los desarrollos normativos posteriores asociados al mismo.

El grupo de otros combustibles incluye los consumos de residuos municipales e industriales en las incineradoras, así como un pequeño aporte de gas residual (procedente de la industria química) empleado por una central termoeléctrica. La tendencia general es de crecimiento, si bien en 2018 se produjo un ligero descenso respecto al año anterior, que se ha acentuado en los últimos años. Destaca el salto dado por los residuos de origen industrial en 2012, debido a la puesta en marcha de una nueva planta, aunque en 2019 comienza a caer la incineración de este tipo de residuos. En el año 2021, el consumo de otros combustibles crece de nuevo, en parte debido a la operación de una nueva incineradora de RSU en el norte de España. En relación con estas emisiones, la fracción de CO₂ que procede de carbono fósil se contabiliza en el Inventario Nacional, mientras que la fracción que procede de carbono biogénico no computa y su estimación se efectúa *pro memoria*.

En relación con la recomendación 2022ESPQA16 de la revisión UNFCCC de 2022, cabe mencionar que el reparto entre “Waste (non-biomass fraction)” y “Other non-fossil fuels (biogenic waste)” de la Tabla 1.A(b) (*Reference Approach*) se basa en la caracterización macroscópica de los residuos municipales incinerados en España y los parámetros que utiliza el Inventario Nacional para el cálculo de las emisiones de CO₂ biogénico y fósil debidas a la incineración de dichos residuos, por lo que se considera consistente con los datos del *Sectoral Approach*. Los valores de “Biomass” y “Fossil fuels” del *Information ítem* de incineración de residuos con valorización energética que aparecen en la Tabla 1.A(a)s4 son iguales, puesto que en el cálculo se emplea la misma variable de actividad (total de RSU + RI incinerados para generar energía), aplicando los factores de emisión de CO₂ biogénico y CO₂ fósil, respectivamente, tal y como se recoge en las correspondientes “Documentation box”.

3.2.2.2 Factores de emisión

De forma preferente, los factores de emisión (FE) de CO₂ de la categoría 1A1a se estiman mediante balance estequiométrico, siguiendo la metodología de la Guía IPCC 2006. Esto supone considerar por defecto un factor de oxidación de C a CO₂ (fracción de carbono oxidado) de 1, salvo que se disponga de valores nacionales específicos. Desde el año 2016, para el cálculo de los factores de emisión de CO₂ se introducen las fracciones de carbono oxidado (por lo general, en carbonos) que facilitan los operadores de grandes centrales térmicas (GFP).

Siguiendo la recomendación E.1 de la revisión *in-country* de la UNFCCC realizada en 2017⁶, la información desagregada sobre factores de emisión de CO₂ y valores de PCI específicos de cada planta, se encuentra publicada en la página web del MITECO⁷.

Para el caso del CH₄ y el N₂O, se aplican los factores de emisión por defecto de la Guía IPCC 2006. Así mismo, cuando para el cálculo de las emisiones de CO₂ no se dispone de las

⁶ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>

⁷ Anexo II, apartado c) de la Ficha Metodológica [Centrales Termoeléctricas de Servicio Público](#)

características específicas de los combustibles (generalmente, en el caso de FA), igualmente se utilizan factores por defecto de la Guía IPCC 2006.

En el caso concreto del CO₂ del gas natural, siguiendo la recomendación E.14 de la revisión *incountry* de la UNFCCC de 2017², de forma conjunta para toda la categoría 1A se emplean factores de emisión específicos de ámbito nacional, calculados según las características elementales anuales (contenido de C, densidad del gas y PCI) facilitadas por el Gestor Técnico del Sistema Gasista en España (ENAGÁS), a lo largo de toda la serie histórica. En el año 2021, el FE de CO₂ aplicado al gas natural de forma genérica, ha sido de 56,1802 t/TJ. Dentro de la categoría 1A1a, dicho FE nacional para el gas natural se aplica principalmente para estimar las emisiones de CO₂ en FA (pequeñas plantas termoeléctricas, centrales termosolares y redes de calefacción urbana), puesto que en este caso no se dispone de información específica por instalación.

En los primeros años de la serie (1990-1993) no estaba implantada la recogida de información desde las grandes instalaciones de combustión mediante cuestionario individualizado (IQ). Durante ese periodo, los datos de consumos de combustibles y de emisiones de cada central termoeléctrica fueron facilitados por la Oficina de Compensaciones de la Energía Eléctrica (OFICO)⁸ del entonces Ministerio de Industria y Energía (MINER). Sin embargo, dichas emisiones no venían desglosadas por tipos de combustible para cada instalación.

Así, con el fin de ajustar las emisiones de CO₂ a las necesidades de reporte del Inventario Nacional en esos casos, se aplica en cada central térmica un procedimiento de reparto ponderado según consumos, para obtener una distribución final teórica (para cada combustible, se calcula la emisión que se obtendría utilizando factores de emisión por defecto y se deduce el porcentaje que supone sobre el total de emisiones de CO₂ así estimado, aplicándolo posteriormente sobre el valor real de las emisiones, suministrado por OFICO).

Este procedimiento de reparto produce, en algunos casos, divergencias que necesariamente afectan al valor de los factores de emisión implícitos (FEI) del CO₂ calculados para el periodo 1990-1993 (ver figura 3.2.3), puesto que los repartos de combustibles difieren de los que se emplearon originalmente para el cálculo de las emisiones de OFICO-MINER.

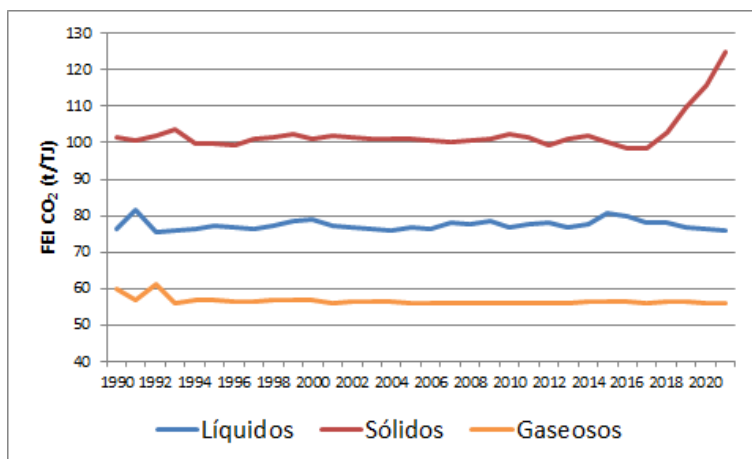


Figura 3.2.4. Evolución de los factores de emisión implícitos (FEI) del CO₂ de los grupos de combustible empleados en GFP de la categoría 1A1a

Por otro lado, el acelerado descenso en el consumo de carbones (hulla, antracita y lignito negro) para la producción eléctrica hace que, en los últimos años, los gases siderúrgicos (gas de horno alto, cuyo FE de CO₂ es notablemente mayor que los de los carbones) representen una proporción creciente en el mix de combustibles del conjunto de las centrales térmicas

⁸ Esta entidad, hoy ya desaparecida, facilitó datos de variables de actividad hasta el año 1994, así como de emisiones de CO₂ hasta el año 1996.

convencionales. Esto explica el claro incremento del FEI del grupo de los combustibles sólidos, a partir del año 2018.

Para la estimación de las emisiones de CO₂ de la biomasa (*pro memoria*) se han aplicado factores de emisión deducidos a partir de los contenidos de carbono por defecto propuestos en la Guía IPCC 2006, recogidos en la tabla 3.2.4.

Tabla 3.2.4. Factores de emisión. Biomasa *pro memoria*

Combustible	CO ₂ (t/TJ)
Madera / Residuos de madera	112
Carbón vegetal	112
Residuos agrícolas	100
Lodos de depuradora	100
Harinas cárnicas	100
Celulosa	100
Licor negro	95,3
Otros biocombustibles líquidos	79,6
Grasas animales	100
Biogás	54,6

Fuente: Guía IPCC 2006; tabla 2.2, cap. 2, vol. 2.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Centrales Termoeléctricas de Servicio Público](#).

En las plantas incineradoras de residuos municipales, los factores de emisión utilizados para la estimación de las emisiones de CH₄ y N₂O son los valores por defecto de la Guía IPCC 2006.

Para el CO₂, en aquellas plantas incineradoras en las que se ha dispuesto de información sobre la composición macroscópica de los residuos, se han obtenido las emisiones de CO₂ fósil mediante balance de masas a partir del contenido de C de origen fósil de cada componente.

En las plantas en las que no se disponía, en algunos años, de las características específicas de los residuos incinerados a nivel de planta, el enfoque ha sido:

- en los primeros años de la serie (1990-1999), a partir de la composición media de los residuos urbanos españoles que recoge el Plan Nacional de Residuos Urbanos 2000-2006 (PNRU), se ha estimado un factor de emisión de 344 kg CO₂ fósil/tonelada de residuo, que resulta de un valor medio de un 37 % del CO₂ de origen fósil y un 63 % de origen biológico.
- en el año 2006, se considera un aumento de un 15 % en la fracción de envases plásticos de los RU, detectado entre los años 1999 y 2006 por CEDEX / ECOEMBES⁹. Se ha empleado la composición de RU procedente de una planta concreta en 2006, similar a la del PNRU y que además se ajusta a la nueva proporción de plásticos, por lo que se considera una incineradora representativa a nivel nacional, de cuya composición resulta un 43 % de CO₂ de origen fósil y un 57 % biogénico, y un FE de 481 kg CO₂ fósil/tonelada.
- en el tramo comprendido entre los años 2000 y 2005, se aplica una interpolación lineal del FE del CO₂ fósil, para enlazar los dos tramos anteriores: 364 kg/t (2000); 383 kg/t (2001); 403 kg/t (2002); 422 kg/t (2003); 442 kg/t (2004); 461 kg/t (2005).

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Incineración de Residuos Municipales con Valorización Energética](#).

⁹ <http://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/37/residuos-plasticos/volumen-y-distribucion-/245/generacion-de-residuos-plasticos-en-espana.html>

En el caso de las plantas de incineración de residuos industriales con valorización energética, la estimación de las emisiones de CO₂ se ha realizado mediante balance de masas utilizando la información correspondiente facilitada desde el año 2006 en adelante, mediante cuestionario individualizado, sobre la composición de los residuos incinerados. Tomando como referencia dichas composiciones y asignando a cada componente la fracción de carbono de origen fósil correspondiente, se ha obtenido la fracción fósil (media ponderada) por unidad de masa de residuo incinerado¹⁰. Para el resto de gases, se han utilizado los valores por defecto de la Guía IPCC 2006.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Incineración de Residuos Industriales con Valorización Energética](#).

En cuanto a los vertederos gestionados, las plantas de biometanización y las plantas de tratamiento de aguas residuales, las emisiones de gases procedentes de la quema del metano recuperado (biogás) se han calculado utilizando los factores de emisión propuestos por la Guía IPCC 2006 para la combustión estacionaria, con el combustible *Biomasa gaseosa* (tabla 2.2, cap. 2, vol. 2) y el PCI de 50,4 TJ/kt de la Guía IPCC 2006 (tabla 1.2, cap. 1, vol. 2).

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en las páginas web del MITECO-SEI [Depósito de Residuos Sólidos en Vertederos Gestionados](#), [Tratamiento Biológico de Residuos Sólidos \(Biometanización\)](#), [Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas](#) y [Tratamiento de Aguas Residuales Industriales](#).

3.2.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Los combustibles sólidos, líquidos, gaseosos y otros (residuos municipales e industriales) tienen una relevancia significativa en las emisiones de CO₂ de la categoría 1A1a, pues con respecto a este gas las emisiones de cada una de esas cuatro clases de combustible, por separado, constituyen una categoría clave del Inventario Nacional.

En la tabla siguiente, se recogen las incertidumbres calculadas.

Tabla 3.2.5. Incertidumbres de la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a)

Gas	Combustible	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	Sólidos	2	4	En el caso del CO ₂ , las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1A1a. <u>Variable de actividad</u> : las incertidumbres de los consumos de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos (en unidades de masa) provienen de consultas con las principales empresas de generación de electricidad; para los consumos de otros combustibles, se emplea el valor genérico de la Guía IPCC 2006. <u>Factor de emisión</u> : la incertidumbre está determinada por las incertidumbres debidas al contenido de carbono en cada tipo de combustible (masa de carbono / masa de combustible) y al factor de oxidación de carbono (FOC) a CO ₂ ; mediante la combinación de estas incertidumbres se estiman las de los respectivos factores de emisión.
	Líquidos	1,5	2	
	Gaseosos	1,75	1,5	
	Otros	3	20	
CH ₄	-	2,5	233	Para el CH ₄ y el N ₂ O, las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1A1. <u>Variable de actividad</u> : el valor se calcula según la Guía IPCC 2006.
N ₂ O	-	2,5	275	<u>Factor de emisión</u> : se calcula con las incertidumbres propuestas en la Guía IPCC 2006 para cada una de las categorías que forman el nivel 1A1, tomando siempre la mayor.

¹⁰ Para el periodo 2001-2007, se ha utilizado en una de las plantas incineradoras la composición de los residuos del año 2008 y, por tanto, el mismo factor de emisión de CO₂ por masa de residuo incinerado obtenido para este año.

En general, las variables de actividad y los factores de emisión tienen un alto grado de coherencia temporal, al provenir la información directamente de cada central térmica, a través de las empresas operadoras. Solo para los primeros años de la serie (1990-1993) se recurrió a las estadísticas facilitadas por OFICO-MINER, considerada una fuente de alta fiabilidad, lo que ha posibilitado un enlace homogéneo de estas series de datos.

Cabe señalar que la serie temporal cubre íntegramente el conjunto de GFP de la categoría a lo largo del periodo inventariado.

3.2.4 Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en la categoría 1A1a, debe destacarse el seguimiento que se realiza de las características de los combustibles utilizados en las centrales térmicas:

- Debido a la gran variabilidad de las características de los carbones y sus derivados, y a su incidencia en las emisiones de CO₂, se contrastan los valores correspondientes al análisis elemental, facilitado por los operadores.
- Se solicita, a las plantas que utilizan gas natural, la composición molar del mismo. A partir de dicha composición, se obtiene el contenido de carbono y la densidad del gas, lo que permite cotejar los datos facilitados con los valores estándar nacionales.

En el caso de carencias en dicha información o de presentarse valores atípicos, se investigan con las propias plantas las causas de las anomalías y, en caso necesario, se corrigen los parámetros correspondientes.

Por otra parte, se contrastan las emisiones de CO₂ de las centrales térmicas con la información disponible de emisiones certificadas para las plantas que están bajo el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (EU ETS), lo que permite detectar valores anómalos en la información facilitada vía cuestionario, los cuales son consultados con las plantas y, en su caso, corregidos.

Un control adicional, es la comprobación de la coherencia entre los valores de la fracción de carbono oxidado incluidos en los informes EU ETS y los facilitados por las plantas en los cuestionarios individualizados, que se emplean en el cálculo de los FE de CO₂ específicos de cada planta.

3.2.5 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición, se ha procedido a actualizar las siguientes variables de actividad dentro de la categoría 1A1a:

- Se han corregido los consumos de gas natural de dos centrales de ciclo combinado, en el año 2020;
- Se han incluido las actividades de una nueva planta incineradora de RSU y de una nueva central de biomasa, no contabilizadas previamente (ambas en operación desde 2020);
- Se han revisado y actualizado los consumos de combustibles de la subcategoría 1A1aiii (producción pública de calor - *district heating*), en los años 2019 y 2020);
- En plantas de biometanización, se han incorporado nuevos datos de actividad en los años 2015 a 2020 y se ha actualizado la cantidad de residuos tratados en 2020; en plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, se ha corregido el biogás consumido en motores, en el periodo 2015-2017 (para más detalle, ver Capítulo 7. Residuos).

Por otro lado, se ha procedido a la revisión y actualización de algunos factores de emisión, dentro del conjunto de la categoría 1A1a:

- En las subcategorías 1A1ai y 1A1aiii, se han sustituido los FE de la tabla 2.2 por los de la tabla 2.6 de la Guía IPCC 2006 (para CH₄ y N₂O), en los casos de fuelóleo, gasóleo, gas natural y biomasa quemados en calderas, en toda la serie histórica (1990-2021);

- Se ha corregido un FE de N₂O de una parte de una central termoeléctrica, en el año 2011.

En las figuras que siguen a continuación, se muestra el efecto de los nuevos cálculos (emisiones calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report)¹¹.

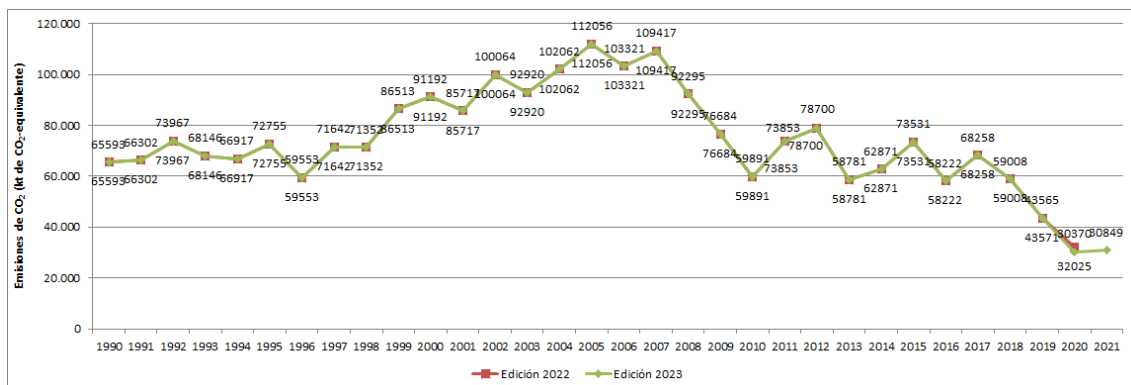


Figura 3.2.5. Emisiones de CO₂ en la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

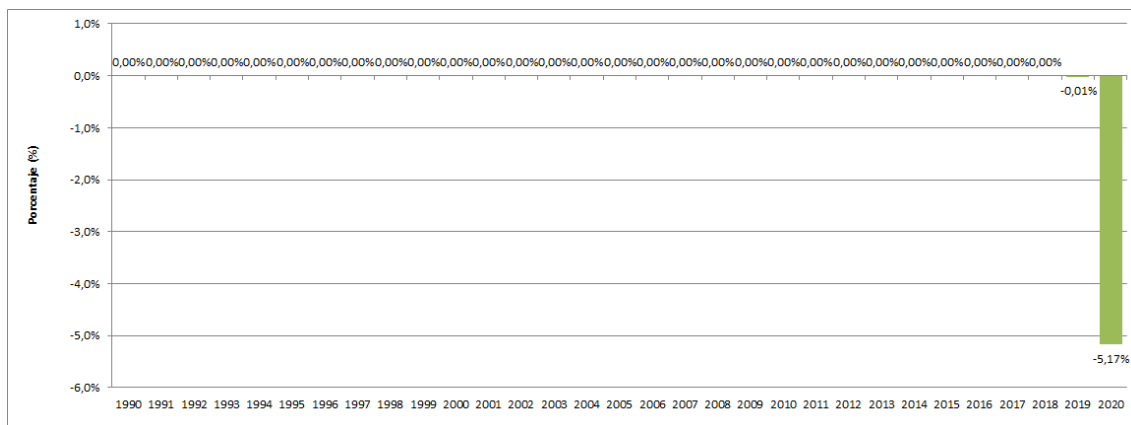


Figura 3.2.6. Diferencia porcentual de emisiones de CO₂ (1A1a). Edición 2023 vs. edición 2022

La principal variación porcentual que se observa en las emisiones de CO₂ con respecto a la edición anterior, es consecuencia de corregir a la baja los consumos de gas natural de dos ciclos combinados, en 2020. La actividad de las dos nuevas plantas, una incineradora de RSU y una termoeléctrica de biomasa, queda enmascarada por dicho nuevo cálculo. Los demás cambios, debidos a diversas revisiones y actualizaciones de las variables de actividad dentro las subcategorías 1A1ai (2007-2008) y 1A1aiii (años 2019-2020), son apenas perceptibles.

https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

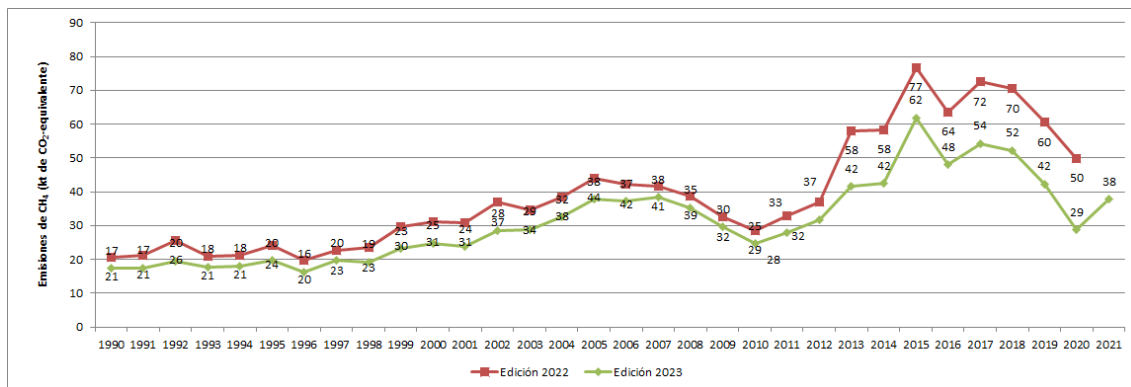


Figura 3.2.7. Emisiones de CH₄ en la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

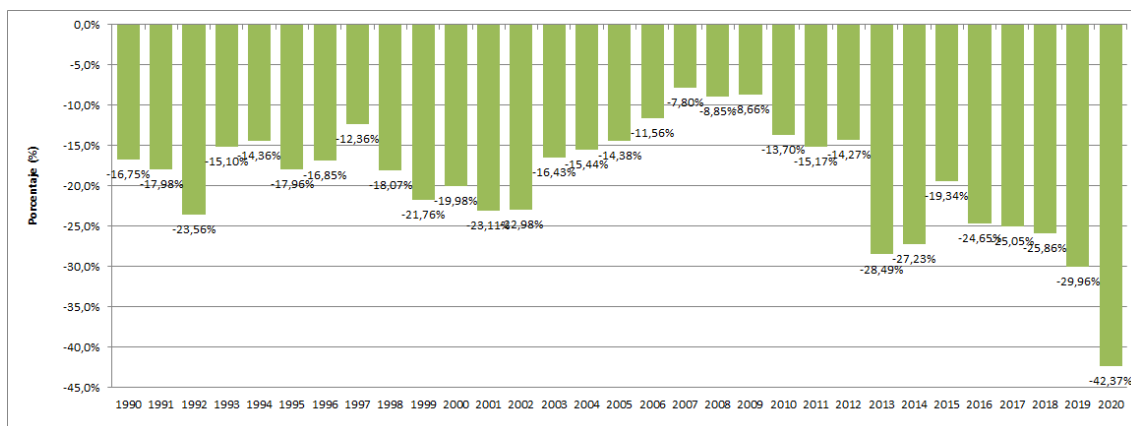


Figura 3.2.8. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (1A1a). Edición 2023 vs. edición 2022

En la presente edición, los cambios de mayor magnitud en el conjunto de la categoría 1A1a son consecuencia de los nuevos cálculos en las emisiones de CH₄ y N₂O, debido a la actualización de los FE de la tabla 2.2 de la Guía IPCC 2006, sustituyéndolos por los de la tabla 2.6, para los casos de combustibles consumidos en calderas.

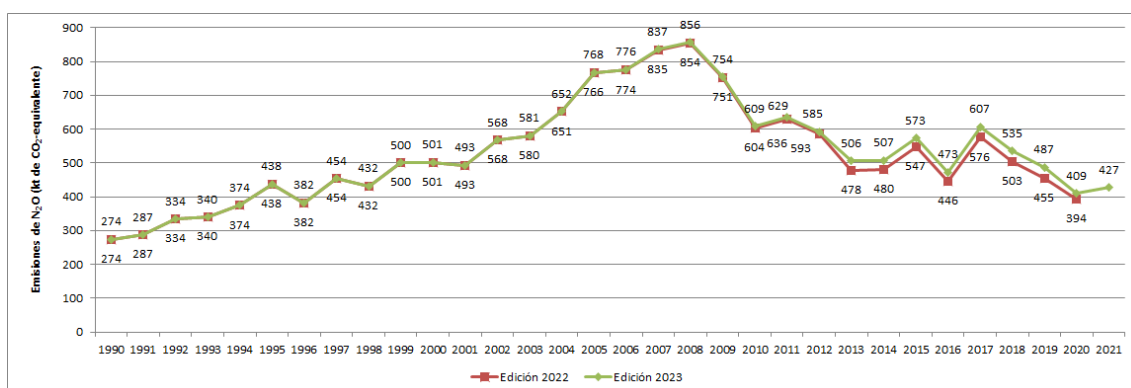


Figura 3.2.9. Emisiones de N₂O en la categoría producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

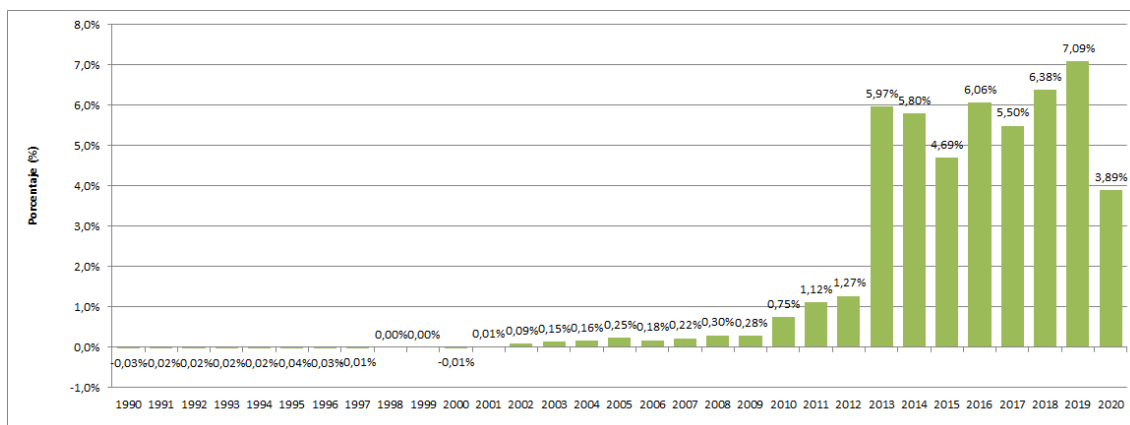


Figura 3.2.10. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (1A1a). Edición 2023 vs. edición 2022

3.2.6 Planes de mejora

Se mantiene un proceso de constante revisión y progresiva modificación de los IQ que se remiten a las centrales termoeléctricas y las plantas incineradoras, adaptándolos a las nuevas necesidades de información y automatizando los controles de calidad sobre los datos suministrados por estas instalaciones.

Se continuará con el control de las características de los combustibles para determinar con mayor precisión los eventuales valores atípicos reportados por algunas centrales.

Se acometerá el cálculo de unos factores de oxidación de C a CO₂ genéricos para carbones, que en el futuro (medio plazo) puedan ser adoptados como valores por defecto de ámbito nacional, empleando los valores específicos de fracciones de C oxidado facilitados por las propias plantas.

De acuerdo con la recomendación E.9 de la revisión UNFCCC llevada a cabo durante 2016¹², se continuará con el proceso de colaboración con la Subdirección General de Economía Circular del MITECO para la mejora de información sobre la valorización energética de los residuos en vertederos y plantas de biometanización, con el fin de aumentar la exhaustividad de los datos.

3.3 Refinerías de petróleo (1A1b)

3.3.1 Descripción de la actividad

En esta categoría, los combustibles líquidos y gaseosos son los que confieren la naturaleza de categoría clave para el CO₂.

Se incluyen los procesos de combustión que tienen lugar en las refinerías: la combustión en calderas, turbinas de gas y los hornos de proceso sin contacto. En España no se emplean motores estacionarios para la combustión en refinerías.

Tanto las calderas como las turbinas tienen como finalidad la generación de electricidad, vapor o calor de acuerdo con los requerimientos de las plantas de refino, y no presentan ninguna particularidad especial con respecto a las instalaciones de este tipo que puede haber en otros sectores.

Los hornos de proceso sin contacto en refinerías sí son específicos de las refinerías, y en ellos tienen lugar una serie de reacciones físico-químicas sobre el crudo, tales como destilación, reformado catalítico, hidrot ratamiento, craqueo catalítico, alquilación, hidrocraqueo, etc., que dan lugar a las diversas fracciones de crudo o productos petrolíferos correspondientes. Se

¹² El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2017/arr/esp.pdf>

denominan sin contacto, porque en estos hornos no se produce contacto de la llama o gases de la combustión con el crudo o sus fracciones resultantes.

Las emisiones fugitivas que se generan en estos hornos, debido a procesos no combustivos que tienen lugar en su interior, se recogen en la categoría 1B2a. Tampoco se recogen las emisiones procedentes de las antorchas de gases residuales, las cuales se incluyen en la categoría 1B2c.

En el período inventariado, en España hay 10 refinерías localizadas según el siguiente gráfico:



Figura 3.3.1. Distribución de las refinерías en España

La refinерía de Santa Cruz de Tenerife paró su producción en el verano de 2014, y en el mes de junio de 2018, anunció su desmantelamiento. Mientras dura el proceso, la planta mantiene cierta actividad que genera emisiones que son recogidas en esta categoría.

En la tabla 3.3.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible. En la figura 3.3.2 se observa la evolución de las emisiones en CO₂-eq a lo largo de todo el periodo en función de las categorías de combustible.

Tabla 3.3.1. Emisiones de la categoría refinерías de petróleo (1A1b) (cifras en kt)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂	10.858	11.854	10.348	10.441	10.219	9.236	9.044
Líquidos	10.812	10.548	8.346	7.140	6.845	6.382	5.982
Gaseosos	46	1.306	2.002	3.275	3.322	2.811	3.050
Otros	-	-	0,3	27	52	43	12
CH₄	0,31	0,33	0,27	0,20	0,18	0,16	0,17
Líquidos	0,31	0,31	0,23	0,14	0,12	0,11	0,11
Gaseosos	0,00	0,02	0,04	0,06	0,06	0,05	0,05
Otros	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N₂O	0,04	0,05	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02
Líquidos	0,04	0,05	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01
Gaseosos	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
Otros	-	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

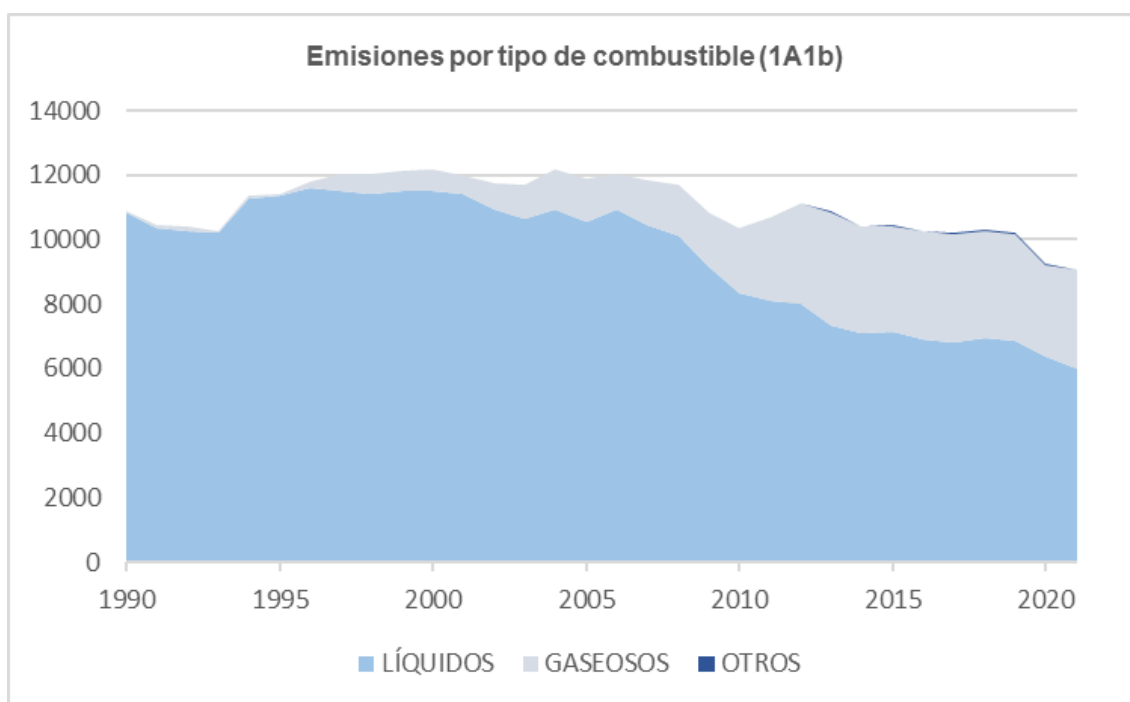


Figura 3.3.2. Distribución de las emisiones (por tipo de combustible de la categoría refinерías de petróleo (1A1b) (kt CO₂-eq))

En la tabla 3.3.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq; las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario y del sector energía.

Tabla 3.3.2. Emisiones de CO₂-eq de la categoría refinерías de petróleo (1A1b): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	10.878	11.877	10.366	10.452	10.229	9.245	9.053
Variación % vs. 1990	100,0	109,2	95,3	96,1	94,0	85,0	83,2
1A1b / INV (CO ₂ -eq)	3,8 %	2,7 %	2,9%	3,1 %	3,3%	3,4 %	3,1 %
1A1b / Energía (CO ₂ -eq)	5,1 %	3,4 %	3,9%	4,1 %	4,3%	4,6 %	4,2 %

3.3.2 Metodología

Siguiendo los árboles de decisión reflejados en el capítulo 2, volumen 2, de la Guía IPCC 2006, para las emisiones de CO₂, el gas que confiere a esta categoría su naturaleza clave, al disponerse de factores de emisión propios para cada tipo de combustible, se ha utilizado un nivel 2 y en algunos casos se alcanza un nivel 3 ya que las propias refinерías facilitan mediciones de CO₂. En cambio, las emisiones de CH₄ y N₂O producidas por la combustión en refinерías de petróleo se han estimado con base en la ecuación 2.1 de la mencionada guía, lo que significa que se ha utilizado un nivel 1.

3.3.2.1 Variables de actividad

En la figura 3.3.3 se muestran los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (TJ de poder calorífico inferior), utilizados como variable de actividad en la estimación de las emisiones. La información sobre dichos consumos, así como las características de los

misimos, se ha recabado mediante cuestionario individualizado a cada una de las diez refinerías existentes.

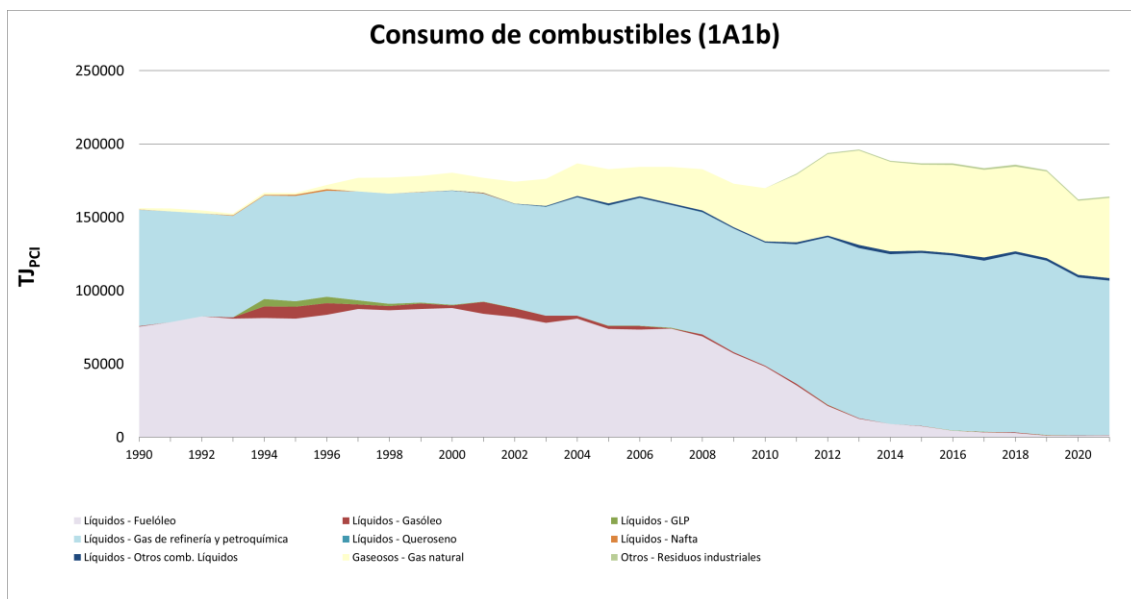


Figura 3.3.3. Consumo de combustible de la categoría refinerías de petróleo (1A1b) (cifras en TJ_{PCI})

Los principales combustibles consumidos en esta categoría son el gas de refinería, el fuelóleo (*residual oil*) y el gas natural, con cantidades sensiblemente inferiores o prácticamente marginales de los restantes combustibles y con una variación importante en la distribución del *mix* de combustibles consumido a lo largo del periodo, como se observa en la siguiente gráfica (se han representado sólo los tres combustibles citados):

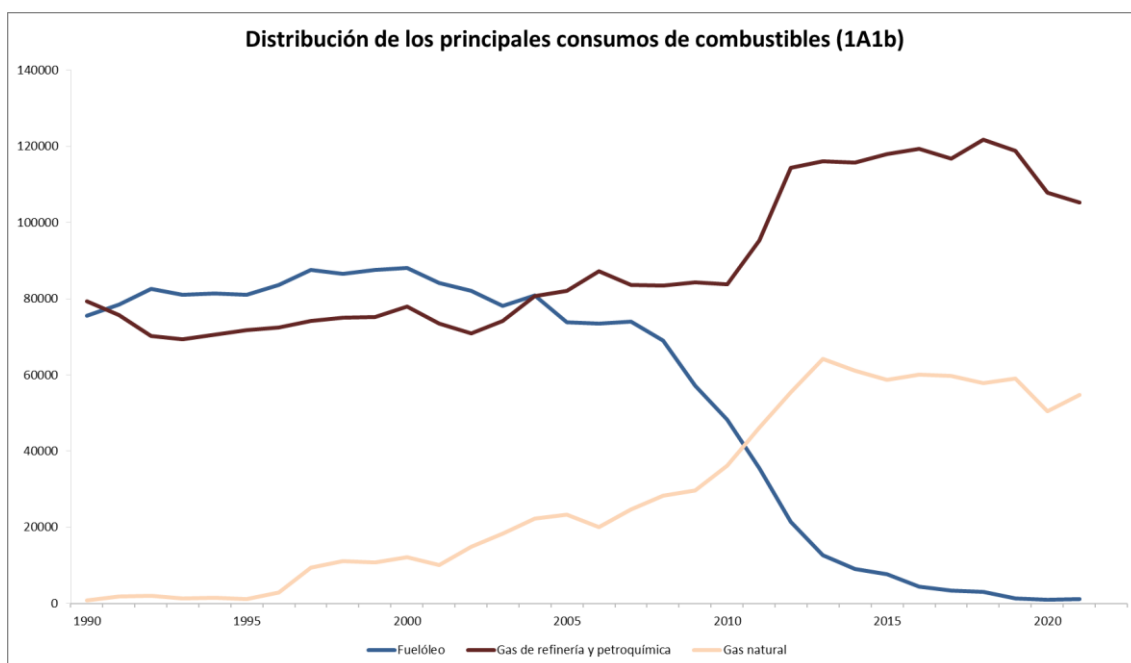


Figura 3.3.4. Distribución del consumo de combustible para los combustibles más utilizados (cifras en TJ_{PCI})

En los primeros años de la serie se consume fuelóleo y gas de refinería, principalmente, pero conforme va incrementándose el consumo de gas natural, el fuelóleo va disminuyendo y es a

partir de 2008 cuando el descenso es mayor, pasando de representar el 48,3 % de consumo en 1990 a un 0,72 % en 2021. Mientras que el gas de refinería se incrementa de 50,8 % hasta un 64,2 %, y el gas natural sigue una evolución proporcional al gas de refinería e inversamente proporcional al fuelóleo suponiendo el 0,5 % en 1990 y el 33,39 % en 2021. Este incremento en el gas natural se debe a la progresiva entrada en funcionamiento de instalaciones de cogeneración en las refinerías.

Este cambio en el *mix* de combustibles líquidos tiene como consecuencia un descenso de los factores de emisión implícitos de CO₂ dado el menor contenido de carbono del gas de refinería por unidad energética (TJ de PCI) en comparación con el fuelóleo.

Como se especifica en el apartado 1B2, el cambio en el mix energético se debe al aumento de la eficiencia en el uso de los combustibles de la refinería, que utiliza el propio gas de refinería producido en las unidades de destilación o conversión, sustituyendo de este modo el fuelóleo, mucho más contaminante. Se asegura, además, que no existe doble contabilidad de emisiones, entre el sector 1A1b y el 1B2a4, debido a que las emisiones que se asignan al sector 1A1b se corresponden únicamente con las de combustión comunicadas por las refinerías y en el 1B2a4, las emisiones de procesos, también comunicadas por las refinerías, se localizan en diferentes unidades de las refinerías.

Cabe mencionar que se han incluido dentro de “Otros derivados del petróleo” los consumos realizados de diversos gases (gas ácido, gas de purga, también procedentes del gas piloto) utilizados en las plantas de refino de petróleo, y que dadas sus características específicas pueden alterar el valor de los factores de emisión implícitos de CO₂ para los combustibles líquidos.

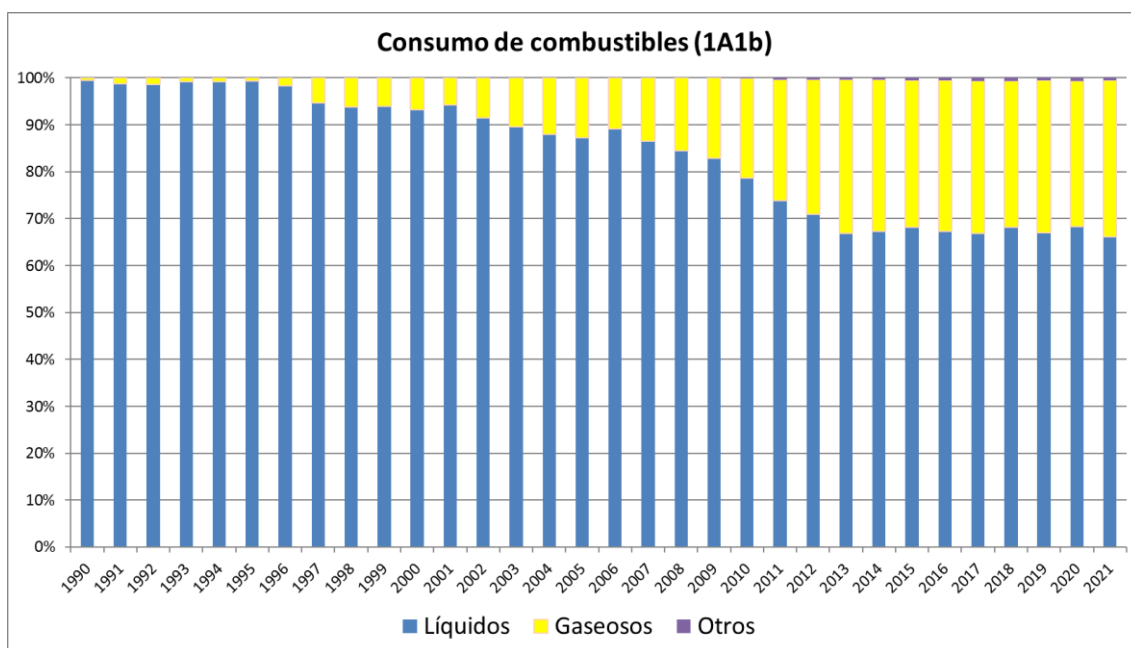


Figura 3.3.5. Distribución del consumo de combustibles de la categoría refinerías de petróleo (1A1b), sobre base TJ_{PCI}

3.3.2.2 Factores de emisión

Los factores de emisión por defecto utilizados son los presentes en la Guía IPCC 2006. En el caso del CO₂, y siempre que se ha podido disponer de la información pertinente, se ha dado preferencia al cálculo estequiométrico; contenido de carbono de cada combustible utilizado, complementado con el cálculo estequiométrico elevado a masa de CO₂ y la consideración del factor de oxidación (factor de oxidación = 1). En este caso, el nivel utilizado ha sido el nivel 2.

Cuando no ha sido posible disponer de datos específicos, se han utilizado factores de emisión por defecto a partir de características estándares de los combustibles. En el caso del gas de refinería, la variación de las características facilitadas por las refinerías hace que el rango de factores de emisión de CO₂ sea muy amplio, pudiendo variar entre 47 t CO₂/TJ hasta 67 t CO₂/TJ.

Para los factores de emisión del CH₄ y N₂O que proceden de la Guía IPCC 2006, se ha utilizado, en general, el nivel 1.

En las tablas 3.3.3 a 3.3.5 se presentan los factores de emisión por tipo de instalación utilizados en la estimación de las emisiones.

Tabla 3.3.3. Factores de emisión. Calderas

Combustible	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Fuelóleo	77,4 (72,63 - 82,01)	3	0,3 - 0,6
Gasóleo	74,1 (72,29 - 79,55)	3	0,6
Nafta	73,3	3	0,6
Gas de refinería y petroquímica	57,6 (46,86 - 67,62)	1	0,1
GLP	63,1 (60,84 - 64,5)	0,9	4
Gas natural	56,1 (54,47 - 58,27)	1	0,1

Fuente: Guía IPCC 2006, cap. 2, vol. 2

Para el CO₂ se reseña el factor de emisión por defecto y el rango de variación de los factores de las refinerías que se han derivado de las características específicas de sus combustibles (contenido de carbono, PCI), cuando se ha dispuesto de información sobre las mismas.

Tabla 3.3.4. Factores de emisión. Turbinas de gas

Combustible	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Fuelóleo	77,4 (72,63 - 77,4)	3	0,6
Gasóleo	74,1 (70,5 - 77,17)	3	0,6
Queroseno	71,5 (71,53 - 73,59)	3	0,6
Gas natural	56,1 (52,04 - 58,27)	1	0,1
GLP	63,1 (60,84 - 64,66)	1	0,1
Gas de refinería y petroquímica	57,6 (24,34 - 67,35)	1	0,1

Fuente: Guía IPCC 2006, cap. 2, vol. 2

Para el CO₂ se reseña el factor de emisión por defecto y el rango de variación de los factores de las refinerías que se han derivado de las características específicas de sus combustibles (contenido de carbono, PCI), cuando se ha dispuesto de información sobre las mismas.

Tabla 3.3.5. Factores de emisión. Hornos de proceso

Combustible	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Fuelóleo	77,4 (72,63 - 82,8)	3	0,6
Gasóleo	74,1 (74,02 - 74,1)	3	0,6
Gas natural	56,1 (51,47 - 58,27)	1	0,1
GLP	63,1 (60,84 - 64,9)	1	0,1
Gas residual industrial química	57,6 (9,51 - 134,80)	1	0,1
Gas de refinería y petroquímica	57,6 (46,5 - 75,43)	1	0,1
Otros comb. gaseosos (gas de purga)	57,6 (0 - 153,55)	1	0,1

Fuente: Guía IPCC 2006, cap. 2, vol. 2

Para el CO₂ se reseña el factor de emisión por defecto y el rango de variación de los factores de las refinerías que se han derivado de las características específicas de sus combustibles (contenido de carbono, PCI), cuando se ha dispuesto de información sobre las mismas.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Combustión en las plantas de refino de petróleo](#). Por otro lado, siguiendo la recomendación de la revisión anual de UNFCCC de 2019 (Tabla 5.E.15), se constata que en la

presente edición del NIR se muestran los factores de emisión actualizados para la categoría 1A1b.

3.3.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Las emisiones de CO₂ de la categoría 1A1b debidas a los combustibles líquidos y gaseosos presentan una relevancia significativa, puesto que, con respecto a este gas, las emisiones de cada una de estas clases de combustibles, por separado, constituyen una categoría clave del Inventario Nacional.

En la tabla siguiente, se recogen las incertidumbres calculadas para esta categoría.

Tabla 3.3.6. Incertidumbres de la categoría Refinerías de petróleo (1A1b)

Gas	Combustible	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	Líquidos	2,5	2,7	En el caso del CO ₂ , las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1A1b. <u>Variable de actividad:</u> El valor se calcula según la Guía IPCC 2006. <u>Factor de emisión:</u> Se asume la incertidumbre propuesta en la Guía IPCC 2006.
	Gaseosos	3	1,5	
CH ₄	-	2,5	233	Para el CH ₄ y el N ₂ O, las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1A1. <u>Variable de actividad:</u> El valor se calcula según la Guía IPCC 2006.
N ₂ O	-	2,5	275	<u>Factor de emisión:</u> incertidumbres propuestas en la Guía IPCC 2006 para cada una de las categorías que forman el 1A1, tomando siempre la mayor.

En general se considera que las series de variables de actividad (consumo de combustibles) presentan un alto grado de coherencia temporal por provenir la información de las propias refinerías. La serie de los factores de emisión presenta un grado aceptable de homogeneidad temporal, si bien no siempre se ha podido disponer de información explícita de las características de los combustibles utilizados, por lo que en dichos casos se han utilizado características por defecto para obtener los factores que se aplican en la estimación de las emisiones.

3.3.4 Control de calidad y verificación

Debido al gran número de instalaciones existentes en las refinerías, y dado que la información se solicita para cada refinería instalación a instalación con el fin de diferenciar los consumos y las emisiones entre calderas, turbinas y hornos, una de las tareas de control de calidad que se realiza es la verificación de que la suma de los consumos de combustibles de las instalaciones coincida con el total facilitado para el conjunto de cada refinería, detectando así posibles errores u omisiones en las cifras correspondientes a una determinada instalación. Este desglose en la recogida de información permite realizar un seguimiento individualizado de la operatividad de las instalaciones de combustión, así como de su ciclo de vida, al conocerse la creación o el desmantelamiento de las instalaciones.

Otra tarea realizada en esta categoría hace referencia al contraste de las características de los combustibles utilizados, con especial hincapié en el poder calorífico y los contenidos de azufre y carbono. Los combustibles mayoritariamente utilizados son el fuelóleo y el gas de refinería y el gas natural (véase figura 3.3.4), y dado que sus características no se corresponden con las de combustibles comerciales estándares, pudiendo variar significativamente de una refinería a otra (en especial el gas de refinería¹³), se contrasta con las propias plantas los valores que se

¹³ Para este combustible, por ejemplo, la variabilidad de las características viene en algunos casos determinada por la medida en que se haga uso de un enriquecimiento con hidrógeno del combustible.

consideran atípicos con el fin de obtener la justificación del origen de dichos valores o, en su caso, corregir posibles errores en la información facilitada.

Por otra parte, se ha realizado el contraste de las emisiones de CO₂ de las refinerías con la información disponible de emisiones certificadas para las plantas que están bajo el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (EU ETS), permitiendo detectar valores anómalos en la información facilitada vía cuestionario, los cuales han sido objeto de análisis y modificación en los casos de confirmación de error.

Adicionalmente, se obtienen ratios de consumo y emisión por tonelada de crudo tratado, utilizables para realizar procedimientos de contraste de la información facilitada en cada refinería a lo largo del periodo inventariado, si bien cabe mencionar que en la comparación entre refinerías debe tenerse en cuenta la complejidad de las mismas. En la siguiente figura se representan estas ratios para el conjunto de todas las refinerías.

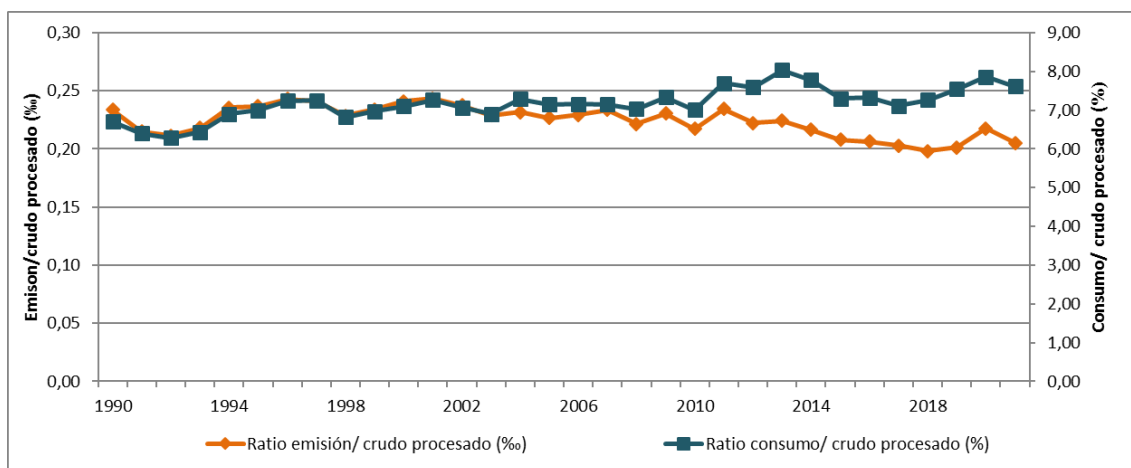


Figura 3.3.6. Ratios de consumo y emisiones por producción de crudo para el sector del refino

Todas las comprobaciones realizadas generan cuestiones a posteriori, que son consultadas a las refinerías que sean necesarias. Se genera un solo fichero, para cada una de dichas refinerías, con el objeto de mejorar la eficacia en la consecución de dicha información.

3.3.5 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición del Inventario Nacional se realiza un recálculo que afecta al sector del refino (CRF 1A1b) y está provocado por la doble contabilidad detectada entre este sector y la producción de etileno del sector químico.

Se comprueba que se estaba realizando una doble contabilidad de emisiones de CO₂ en dos refinerías, en las que los consumos de fuel gas (gas de refinería) en el horno sin contacto situado en la unidad de producción de etileno se estaban contabilizando dos veces, en la combustión de la refinería y en el proceso de fabricación del etileno. Tras la revisión y cotejo de los cuestionarios de refinerías y de producción en química orgánica, se cambian esos consumos a cero en las refinerías, pasando a reportarlos únicamente en el sector químico como consumos no energéticos.

En las figuras que siguen a continuación, se muestra el efecto de los nuevos cálculos (emisiones calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report)¹⁴.

https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

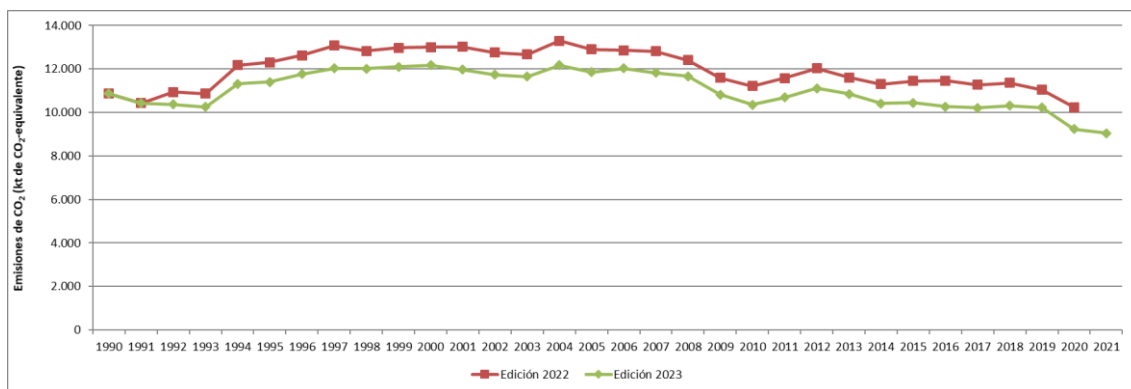


Figura 3.3.7. Emisiones de CO₂ en la categoría refinерías de petróleo (1A1b). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

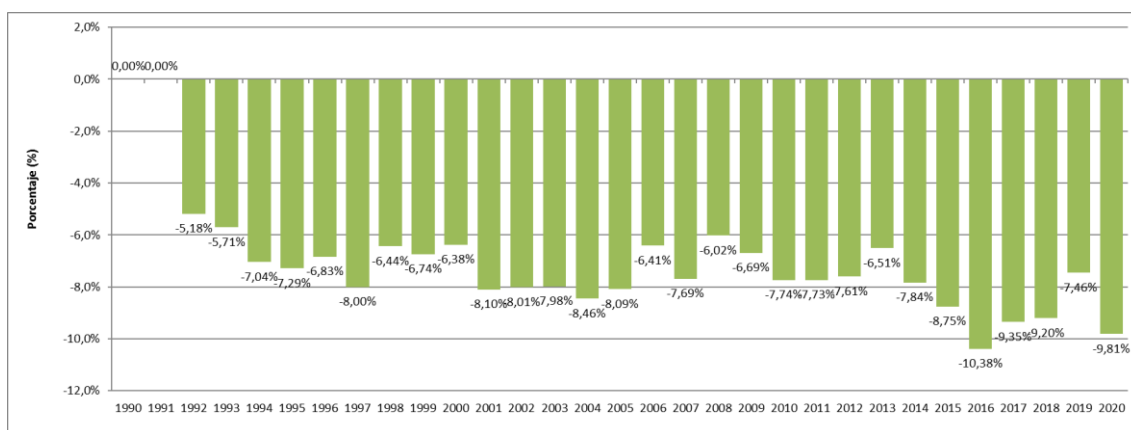


Figura 3.3.8. Diferencia porcentual de emisiones de CO₂ (1A1b). Edición 2023 vs. edición 2022

3.3.6 Planes de mejora

De cara al futuro, se seguirá enfatizando en la recogida de información vía cuestionario para mejorar la información relativa a las características de los combustibles utilizados, con el fin de recurrir cada vez menos a la utilización de factores de emisión por defecto y se continuará mejorando la comunicación existente con las refinерías.

Por otro lado, se continuará con el contraste de las emisiones de CO₂ de las refinерías con la información disponible de emisiones certificadas para las plantas que están bajo el régimen de Comercio de Derechos de Emisión (EU ETS), permitiendo detectar valores anómalos en la información facilitada vía cuestionario.

3.4 Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c)

3.4.1 Descripción de la actividad

En esta categoría se recogen las emisiones generadas en la transformación de combustibles sólidos (coquerías), así como las generadas en instalaciones de combustión inespecífica, tanto en la categoría de transformación de combustibles como en la de otras industrias energéticas (minería de carbón, producción de petróleo y gas natural). La principal fuente de emisiones a la atmósfera dentro de esta categoría es la combustión en los hornos de coque.

La categoría 1A1c es categoría clave del Inventario Nacional en relación con el CO₂ y los combustibles sólidos, según el análisis presentado en la tabla 3.1.4.

En la tabla 3.4.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible. Las emisiones de CO₂ originadas por la quema de biomasa no se computan en el Inventario Nacional, de acuerdo con la metodología IPCC. No obstante, sí han sido estimadas *pro memoria* y reflejadas como tales en las tablas de reporte CRF.

Tabla 3.4.1. Emisiones de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c) (cifras en kt)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂	2.089	1.026	4.471	1.138	945	749	892
Líquidos	191	5	2	38	42	8	10
Sólidos	1.809	889	728	275	220	207	294
Gaseosos	89	132	2.717	314	683	535	589
Biomasa (*)	-	-	1.024	511	-	-	-
CH₄	0,91	0,34	5,40	0,77	1,50	1,25	1,02
Líquidos	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sólidos	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
Gaseosos	0,88	0,33	5,12	0,63	1,50	1,25	1,01
Biomasa	-	-	0,27	0,14	-	-	-
N₂O	0,009	0,003	0,064	0,022	0,007	0,005	0,006
Líquidos	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sólidos	0,007	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001
Gaseosos	0,000	0,002	0,027	0,003	0,006	0,005	0,006
Biomasa	-	-	0,037	0,018	-	-	-

(*) CO₂ no computable, se estima *pro memoria*

En la tabla 3.4.2 se expresa el conjunto de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en términos de CO₂-eq. Así mismo, se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector Energía.

Tabla 3.4.2. Emisiones de CO₂-eq de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	2.117	1.036	3.615	655	989	786	923
Variación % vs. 1990	100,0 %	48,9 %	170,7 %	30,9 %	46,7 %	37,1 %	43,6 %
1A1c / INV (CO ₂ -eq)	0,7 %	0,2 %	1,0 %	0,2 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %
1A1c / Energía (CO ₂ -eq)	1,0 %	0,3 %	1,4 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %

En términos de CO₂-eq, los niveles de emisiones de GEI en la categoría 1A1c están actualmente por debajo de aquéllos de los primeros años de la serie. Los valores máximos se alcanzaron en los años 2006-2008 y están relacionados con el consumo de gas natural como fuente de energía, previo a la crisis económica (ver figura 3.4.1). El descenso en las emisiones de 2020, aunque poco marcado, está probablemente vinculado a la reducción general de la actividad económica española, motivada por la pandemia de COVID-19. No obstante, hay que señalar que los datos de consumos de combustibles aportados por las estadísticas energéticas son, en algún caso, incompletos hasta 2005, tal y como se explica en el apartado 3.4.2.1.

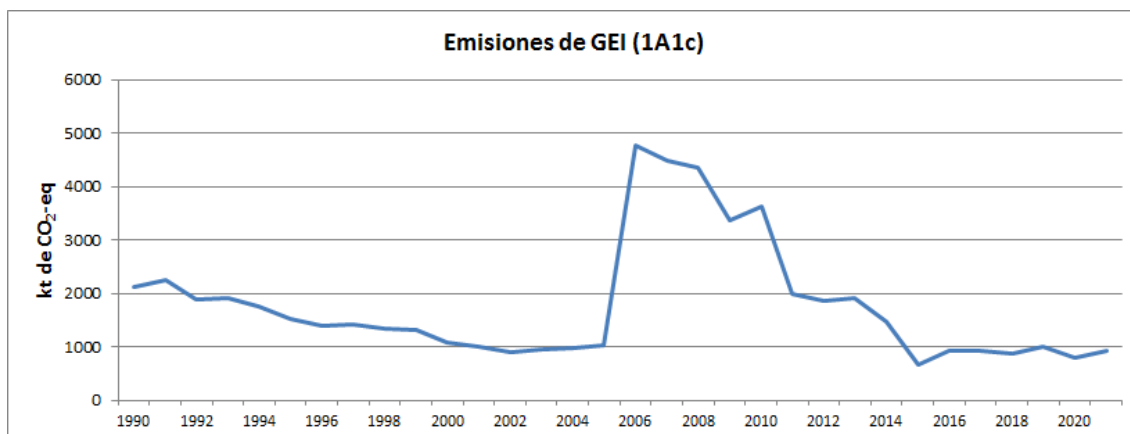


Figura 3.4.1. Emisiones de CO₂-eq de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c)

3.4.2 Metodología

El cálculo de las emisiones de los gases de efecto invernadero, se realiza según los siguientes niveles metodológicos:

- Niveles 1 y 2 para el CO₂ en la subcategoría 1A1ci.
- Nivel 1 para el CH₄ y el N₂O en la subcategoría 1A1ci.
- Nivel 2 para el CO₂, el CH₄ y el N₂O en las subcategorías 1A1cii, 1A1ciii y 1A1civ.

3.4.2.1 Variables de actividad

Como variable de actividad básica para realizar la estimación de las emisiones se utiliza el consumo de combustibles.

La información proviene de las siguientes fuentes:

- Coquerías: cuestionarios individualizados (IQ) con los datos solicitados a cada instalación, tanto de las coquerías emplazadas en siderurgias integrales como del resto¹⁵.
- Plantas de regasificación y de almacenamiento subterráneo de gas natural: los consumos de combustibles se recogen mediante IQ.
- Calderas de proceso de estaciones de compresión y de estaciones de regulación y medida (ERM) de la red de transporte de gas natural (gasoductos de alta presión): consumos de combustibles recopilados mediante IQ.
- Combustión inespecífica en coquerías, en la extracción de petróleo y gas, en minas de carbón, en la fabricación de gas y en otros sectores energéticos: información basada en las estadísticas y cuestionarios internacionales anuales (IntQ) elaborados por el punto focal (Subdirección General de Energía Eléctrica del MITECO) para su remisión a EUROSTAT y la AIE.

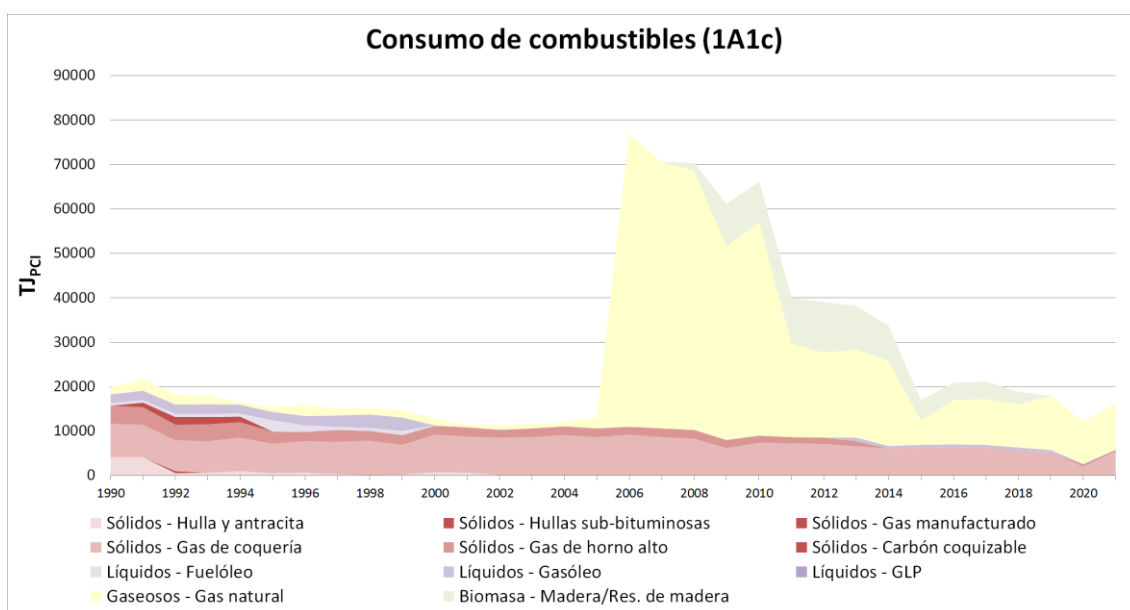
En la tabla 3.4.3 se muestran los consumos de combustibles expresados en términos de energía (TJ de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}).

¹⁵ De las coquerías no emplazadas en plantas siderúrgicas, se dispone de información individual desde 2008; en años anteriores, se emplean las estadísticas elaboradas por el MITECO.

Tabla 3.4.3. Consumo de combustibles de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c) (cifras en TJ_{PCI})

Combustible	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Líquidos	2.554	67	24	519	572	105	130
Gasóleo	1.950	1	24	519	572	105	130
Fuelóleo	603	57	-	-	-	-	-
GLP	-	9	-	-	-	-	-
Sólidos	15.776	10.621	8.976	6.384	5.172	2.481	5.762
Hulla y antracita	4.102	-	-	-	-	-	-
Hullas subbituminosas	13	-	-	-	-	-	-
Gas manufacturado	10	-	-	-	-	-	-
Gas de coquería	7.534	8.694	7.449	6.384	5.172	2.051	5.554
Gas de horno alto	4.116	1.927	1.527			431	208
Gaseosos	1.624	2.350	48.078	5.580	12.165	9.529	10.486
Gas natural	1.624	2.350	48.078	5.580	12.165	9.529	10.486
Biomasa	-	-	9.145	4.563	-	-	-
Madera / Residuos madera	-	-	9.145	4.563	-	-	-
TOTAL	19.954	13.039	66.222	17.045	17.910	12.116	16.378

Los principales combustibles utilizados en esta categoría son el gas natural, el gas de coquería y la madera/residuos de madera. En la figura 3.4.2, se muestra el patrón de consumo de combustibles seguido por la categoría 1A1c en su conjunto.

**Figura 3.4.2. Consumo de combustibles de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c) (cifras en TJ_{PCI})**

Para algunos combustibles (especialmente en el caso del gas natural), existen fluctuaciones y discontinuidades notables en la evolución de la serie, que están directamente relacionadas con la fuente de los datos de base.

En la siguiente figura se muestra, en porcentaje, el origen de la información utilizada para el cálculo de los consumos de combustibles dentro de las subcategorías que componen la categoría 1A1c, para toda la serie inventariada. Como se puede apreciar, la información procedente de los cuestionarios internacionales del MITECO, que se emplea para el “cuadro del balance energético” del Inventario Nacional, supera (excepto en el caso de los hornos de

coque -subcategoría 1A1ci-) a la “información registrada”, la que se obtiene directamente mediante los cuestionarios remitidos a los operadores.

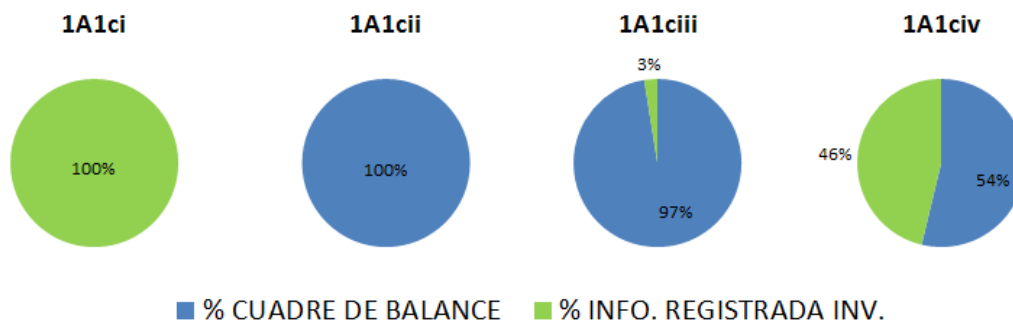


Figura 3.4.3. Origen de la información utilizada para el cálculo de consumos de combustibles de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c)

De media para el conjunto de la categoría 1A1c, la contribución de la información procedente de los cuestionarios internacionales del MITECO a los consumos supone un 63 %, frente al 37 % que representa la información registrada en el Inventario Nacional.

La mayor parte de los consumos energéticos de gas natural en la categoría 1A1c (subcategorías 1A1cii, 1A1ciii y 1A1civ) provienen del Cuestionario Energético de Gas, elaborado por el MITECO para su remisión a AIE-EUROSTAT. En concreto, la evolución del gas natural es consecuencia del perfil de consumo del apartado “*Energy Sector - Not elsewhere specified (Energy)*”. En esta serie temporal, no figura consumo alguno de gas natural para el periodo 1990-2005, pasando a reportar valores entre 65.000 y 83.000 TJ_{PCS} en el periodo 2006-2010, al que sigue un fuerte descenso (en torno al 75 %) entre 2011 y 2014.

La explicación al salto en el consumo de gas natural que se produce entre los años 2005 y 2006, se encuentra en que el MITECO comenzó a contabilizarlo en dicho apartado cuando la comunicación de esta clase de consumos a la Administración se hizo obligatoria en España. Por otro lado, esta fuente no completa la serie histórica hacia atrás, sino que recoge en los cuestionarios internacionales únicamente la información disponible, que es la que se emplea para el Inventario Nacional, por lo que se mantiene el vacío de información previo a 2006.

En el informe de revisión FCCC/ARR/2019/ESP¹⁶, se plantea la posibilidad de que dicho vacío de información se deba a que esos consumos energéticos de gas natural hubieran estado ubicados, antes del año 2006, en otros apartados del IntQ y que entonces pudieran haberse registrado en otros subsectores de la categoría 1A1, a lo largo del periodo 1990-2005. En este sentido, destaca que las mayores diferencias estadísticas del Cuestionario Energético de Gas (capítulo *Natural Gas Supply*) se dan precisamente en los años previos a 2006: 4.558 TJ_{PCS} en el año 2003, 23.271 en 2004 y 33.678 en 2005, por lo que resulta muy probable que el desfase en los mencionados consumos energéticos se encuentre registrado bajo este epígrafe de las estadísticas energéticas (y, por tanto, también en el cuadro del balance de combustibles del Inventario Nacional) y no integrado en otras categorías.

Por otro lado, se observa que la tendencia seguida por el consumo de gas natural en la categoría 1A1c, tanto si se le adjudican las diferencias estadísticas previas a 2006 (en ascenso desde 2003) como si no, coincide con los años de fuerte aumento del consumo de gas natural en el conjunto de la categoría 1A1 (ver figura 3.4.4).

¹⁶ El informe final de revisión puede consultarse en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2019_ESP.pdf

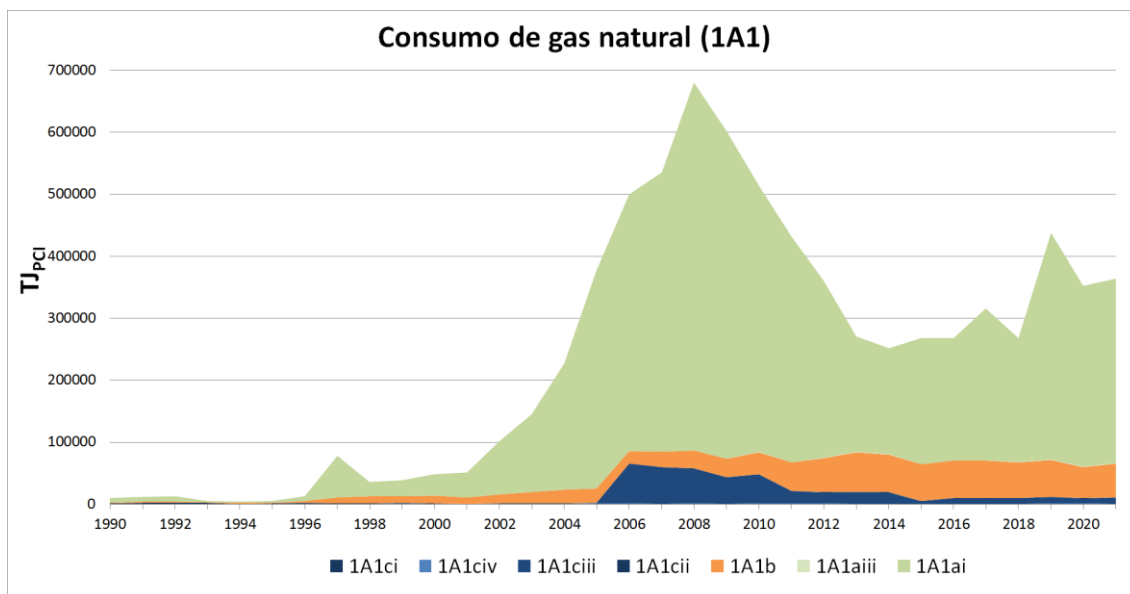


Figura 3.4.4. Consumo de gas natural en la categoría industrias de la producción y transformación de la energía (1A1) (cifras en Tj_{PCI})

Por todo lo expresado, desde el Inventario Nacional se entiende que, a pesar de los saltos en la serie, se ha venido manteniendo la consistencia temporal en los consumos de gas natural dentro de la categoría 1A1. No obstante, ese tema sigue sobre la mesa para aclarar con el MITECO las discontinuidades en la serie temporal.

Así mismo, se mantienen los esfuerzos para identificar y registrar distintos consumos de combustibles, como podrían ser los imputables al funcionamiento de la red de distribución de gas natural (ver apartado 3.4.6), permitiendo así desagregarlos de los consumos de gas natural no especificados que, procedentes de las estadísticas internacionales, se emplean para ajustar el balance de combustibles del Inventario Nacional.

El Inventario Nacional mantiene contactos con la Subdirección General de Energía Eléctrica del MITECO con el fin de asegurar la mayor coherencia posible entre la información facilitada por los cuestionarios internacionales (IntQ) y los datos de consumos registrados. En el Anexo 2 (Balance de consumo de combustibles del Inventario Nacional), se hace un análisis global de la consistencia entre los consumos registrados por el Inventario, los facilitados por las estadísticas energéticas y los ajustes debidos al balance de combustibles, al nivel de todo el sector Energía.

En general, la tendencia del consumo de combustibles en la categoría 1A1c, es descendente desde 2006. Destaca la fuerte caída en el año 2015, del orden del 40 % respecto a 2014, propiciada fundamentalmente por el acusado descenso en los consumos de gas natural y biomasa. En 2017 se invierte la tendencia de los últimos años, aumentando el consumo un 43 % respecto al año precedente. Este incremento se debe casi exclusivamente al gas natural, cuyo consumo se duplicó en relación a 2016. En 2020, el consumo total de combustibles en la categoría 1A1c volvió a caer de forma drástica un 32 % respecto a 2019, siendo una bajada generalizada para todos los tipos, pero especialmente significativa en el caso de los gaseosos (-22 %) y los sólidos (-52 %). En el año 2021 se aprecia una cierta recuperación de los consumos, especialmente debida al notable aumento del gas de coquería, que casi triplica la cifra del año precedente, debido a que la planta ha aumentado su producción.

El gas natural es el combustible más consumido en la categoría 1A1c desde el año 2006, cuando sustituye en importancia a los sólidos, si bien su consumo se ha reducido notablemente desde entonces, habiendo sufrido dos fuertes caídas en 2011 y 2015. Tras un significativo crecimiento en el año 2019, el acusado descenso sufrido en 2020 se ha debido a la caída generalizada de la actividad económica en distintos sectores energéticos.

Entre los combustibles sólidos, predomina el consumo de gas de coquería a lo largo del periodo inventariado, seguido de los gases siderúrgicos (gas de horno alto). De las dos coquerías emplazadas en plantas de siderurgia integral, una cesa su actividad en 2014. Dado que era la única coquería con consumo de gas de horno alto, a partir de entonces desaparece el registro de este gas en la categoría 1A1c. Esta planta, sin embargo, reanuda su actividad a partir de 2020, lo que implica que se vuelva a registrar consumo de gas de horno alto, que se verá progresivamente reemplazado por el gas de coquería a medida que la planta va aumentando su producción de coque. Por otro lado, en 2019 se produce el cierre definitivo de la otra coquería de siderurgia integral que estuvo activa en solitario desde 2014, lo que provoca un fuerte descenso del consumo de gas de coquería para ese año.

Los datos de consumo de biomasa en la categoría 1A1c provienen del Cuestionario Energético de Energías Renovables de AIE-EUROSTAT, elaborado por el MITECO. Esta amplia categoría agrupa actividades de combustión muy heterogéneas, donde la tendencia creciente en el consumo de biomasa, que comenzó en el año 2008, probablemente vinculada a las actuaciones desarrolladas por la Administración para la promoción de la biomasa en distintos sectores productivos, acabó en 2019 coincidiendo con el cese definitivo de la minería de carbón en España, donde se empleaba como combustible en calderas pequeñas (<50MWt).

En la figura 3.4.5 se muestra la distribución relativa de los consumos por tipo de combustible, a lo largo del periodo inventariado.

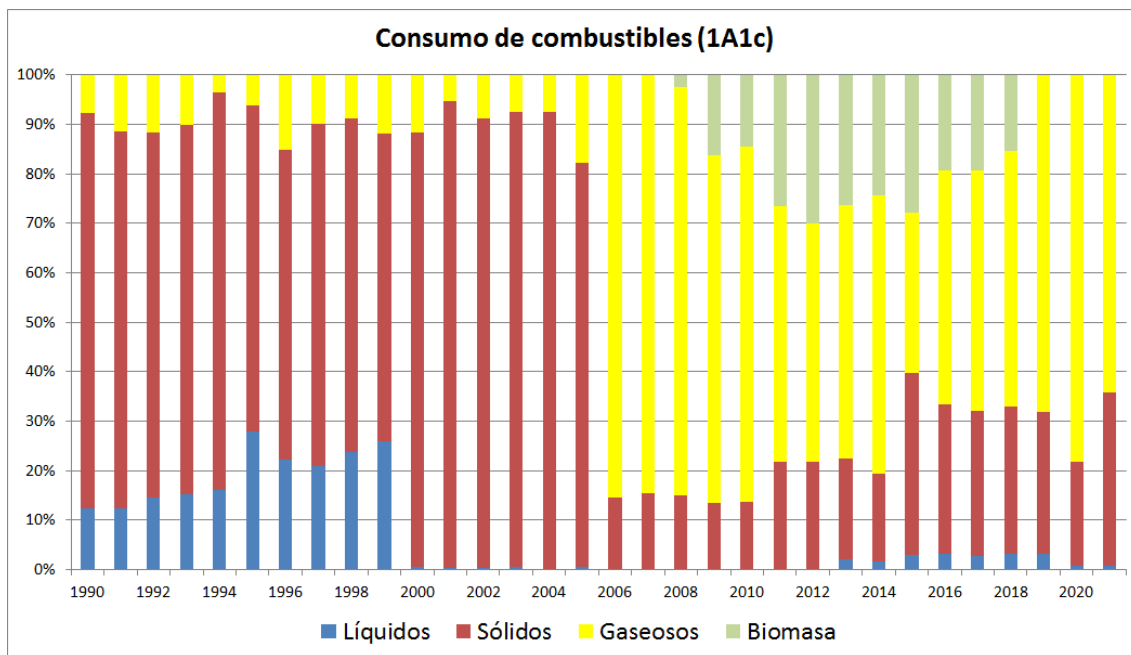


Figura 3.4.5. Distribución del consumo de combustibles, de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c), sobre base TJ_{PCI}

3.4.2.2 Factores de emisión

La estimación de las emisiones de CO₂ correspondiente a los hornos de coque se realiza, de forma preferente, mediante balance estequiométrico a partir del contenido de carbono de los combustibles consumidos. En el caso de las plantas siderúrgicas integrales, las características de los combustibles son variables, mientras que para el resto de las plantas se han utilizado unas características comunes en todos los años, con la excepción de los años 2008-2018, en los que se ha dispuesto de características específicas de los combustibles. Siguiendo la Guía IPCC 2006, se considera una fracción de carbono oxidado igual a 1 en el algoritmo de cálculo.

En cuanto al CH₄ y el N₂O, las emisiones han sido estimadas utilizando factores de emisión por defecto procedentes de la Guía IPCC 2006 (tabla 2.2, cap. 2, vol. 2).

Cabe mencionar que a partir del año 2003 se ha podido disponer de emisiones medidas de CH₄ en plantas siderúrgicas integrales. Sin embargo, la gran variabilidad de las emisiones obtenidas hace que por el momento estas medidas sigan siendo analizadas por el Inventario.

El abandono del consumo de gas de horno alto en coquerías, en el año 2014, afectó de forma muy significativa al factor de emisión implícito (FEI) del CO₂ del grupo de los combustibles sólidos, en la subcategoría 1A1ci (transformación de combustibles sólidos). Así, en 2014 el valor del FEI cae casi un 50 % respecto al de 2013 (ver figura 3.4.6). En 2020, se reanuda la actividad de los hornos de coque en la única factoría de siderurgia integral que empleaba este combustible, lo que supone un abrupto incremento del FEI del CO₂ de los combustibles sólidos para ese año, volviendo a los valores previos a 2014. Dado que esta instalación está aumentando progresivamente su producción de coque, se observa un aumento del consumo de gas de coquería en 2021, sustituyendo al gas de alto horno como combustible. Esto a su vez implica una nueva bajada del FEI en el último año.

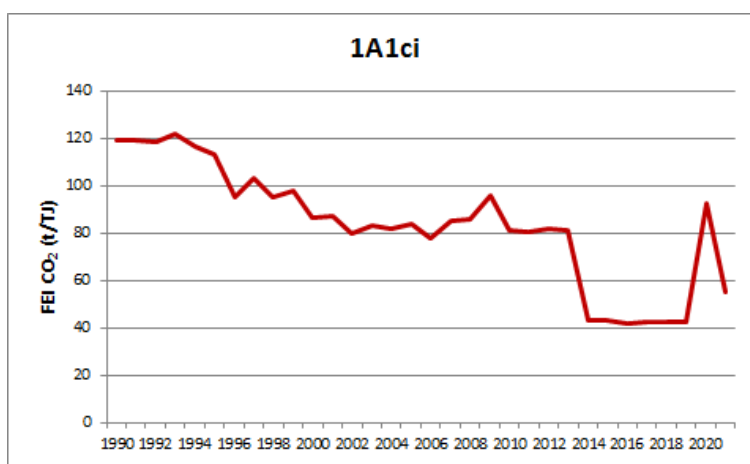


Figura 3.4.6. Evolución del factor de emisión implícito (FEI) del CO₂ en la subcategoría transformación de combustibles sólidos (1A1ci)

En la tabla 3.4.4 se presentan los factores de emisión utilizados en las estimaciones para los hornos de coque.

Tabla 3.4.4. Factores de emisión. Hornos de coque

Combustible	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
GLP	64	1	0,1
Gas de coquería	41,9 - 46,6	1	0,1
Gas de horno alto	258 - 276	1	0,1

Fuente: CH₄ y N₂O: Guía IPCC 2006; tabla 2.2, cap. 2, vol. 2.

CO₂: Factores obtenidos a partir de la información facilitada en los cuestionarios

Para el resto de las instalaciones de combustión de esta categoría, las emisiones se estiman utilizando factores de emisión por defecto de la Guía IPCC 2006 (tabla 2.2, cap. 2, vol. 2).

En el caso concreto del CO₂ del gas natural, siguiendo la recomendación E.14 de la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017¹⁷, se ha sustituido en la categoría 1A el valor por defecto por factores específicos de ámbito nacional calculados según las características elementales anuales (contenido de C, densidad del gas y PCI) facilitadas por el Gestor Técnico del Sistema Gasista en España (ENAGÁS), en la serie completa. En el año 2021, el FE de CO₂ aplicado al gas natural de forma genérica, ha sido de 56,1802 t/TJ.

¹⁷ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Combustión Inespecífica en la Minería de Carbón y en la Extracción de Petróleo y Gas](#).

3.4.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Respecto a las emisiones, la actividad dominante en la categoría 1A1c ha sido la combustión en las coquerías hasta el año 2005. Para estas plantas, se considera que la información obtenida mediante IQ tiene una incertidumbre reducida (en las plantas no emplazadas en siderurgia integral se tiene esta información solamente desde 2008). Por tanto, la mayor incertidumbre está asociada a las coquerías no emplazadas en siderurgia integral para el periodo 1990-2007 y a otras fuentes de combustión inespecífica (minería, extracción de petróleo y gas), en las que la información no procede directamente de las instalaciones. Estas actividades suponen un peso relativamente pequeño dentro de esta categoría, aunque ganan importancia a partir de 2006, cuando aumenta notablemente el gas natural registrado para otros sectores energéticos (subcategoría 1A1ciii).

En la tabla siguiente, se recogen las incertidumbres calculadas para esta categoría.

Tabla 3.4.5. Incertidumbres de la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c)

Gas	Combustible	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	Sólidos	5	5	En el caso del CO ₂ , las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1A1c. <u>Variable de actividad</u> : las incertidumbres de los consumos de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos (en unidades de masa), se estiman según la Guía IPCC 2006. <u>Factor de emisión</u> : la incertidumbre está determinada por las incertidumbres debidas al contenido de carbono en cada tipo de combustible (masa de carbono / masa de combustible) y al factor de oxidación de carbono (FOC) a CO ₂ ; mediante la combinación de estas incertidumbres se estiman las de los respectivos factores de emisión.
	Líquidos	20	2,2	
	Gaseosos	20	1,5	
CH ₄	-	2,5	233	Para el CH ₄ y el N ₂ O, las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1A1. <u>Variable de actividad</u> : el valor se calcula según la Guía IPCC 2006.
N ₂ O	-	2,5	275	<u>Factor de emisión</u> : se calcula con las incertidumbres propuestas en la Guía IPCC 2006 para cada una de las categorías que forman el nivel 1A1, tomando siempre la mayor.

En cuanto a la coherencia temporal, las series se consideran, salvo las excepciones referidas, temporalmente homogéneas, si bien los cambios en la variable de actividad y en las emisiones reflejan en buena medida la desaparición a mediados de la década de los noventa de una planta siderúrgica integral y el cierre de los hornos de coque en otra siderurgia integral, en 2014, así como su posterior reapertura en 2020.

La homogeneidad está condicionada por la información de los balances de consumo de combustible nacionales elaborados por el MITECO, que para esta categoría muestran fluctuaciones en algunos combustibles.

3.4.4 Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en esta categoría, debe destacarse el seguimiento que se realiza de las características de los gases siderúrgicos utilizados en los hornos de coque de las plantas siderúrgicas integrales, debido a la mayor variabilidad de las características de dichos combustibles entre plantas y años, lo que incide particularmente en las emisiones de CO₂.

A partir de la información facilitada por planta y año, se contrastan los valores correspondientes a la composición molar de cada gas y se derivan, a partir de los pesos moleculares y los

poderes caloríficos de los componentes (entalpías de combustión), las características de contenido de carbono, contenido de azufre, densidad y poder calorífico (inferior y superior) del gas siderúrgico en cuestión. En el caso de estos dos últimos parámetros, los valores deducidos se contrastan con los facilitados directamente por cada planta.

En caso de producirse carencias en dicha información o presentarse valores atípicos, se investiga con las propias plantas las causas de las anomalías, con el fin de obtener las necesarias correcciones o justificaciones de los valores correspondientes.

3.4.5 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición del Inventario Nacional, los principales cambios respecto a la anterior están relacionados con la actualización de la información procedente de los cuestionarios internacionales (IntQ), junto con los consiguientes ajustes en el balance de combustibles a lo largo de toda la serie temporal (1990-2020).

En particular, los consumos no específicos de gas natural en las coquerías (subcategoría 1A1civ) y los consumos de otros combustibles, como los de biomasa (madera/residuos de madera) en las minas de carbón (subcategoría 1A1ciii), han sido revisados para obtener una mejor aproximación hacia los datos proporcionados por las estadísticas energéticas internacionales. Su repercusión en los valores absolutos de las emisiones se hace particularmente notable a partir del año 2010.

Los cambios relacionados con el nuevo cálculo del balance de combustibles han afectado a los distintos repartos de consumos y, por extensión, han implicado nuevas estimaciones de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, si bien apenas suponen modificaciones perceptibles en el conjunto de la categoría 1A1c.

En las figuras que siguen a continuación, se muestra gráficamente el resultado de los nuevos cálculos (emisiones calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report)¹⁸.

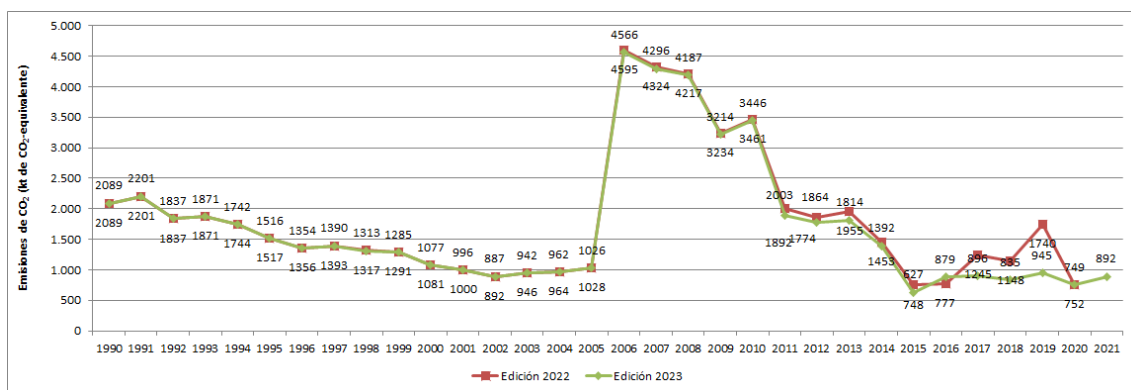


Figura 3.4.7. Emisiones de CO₂ en la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

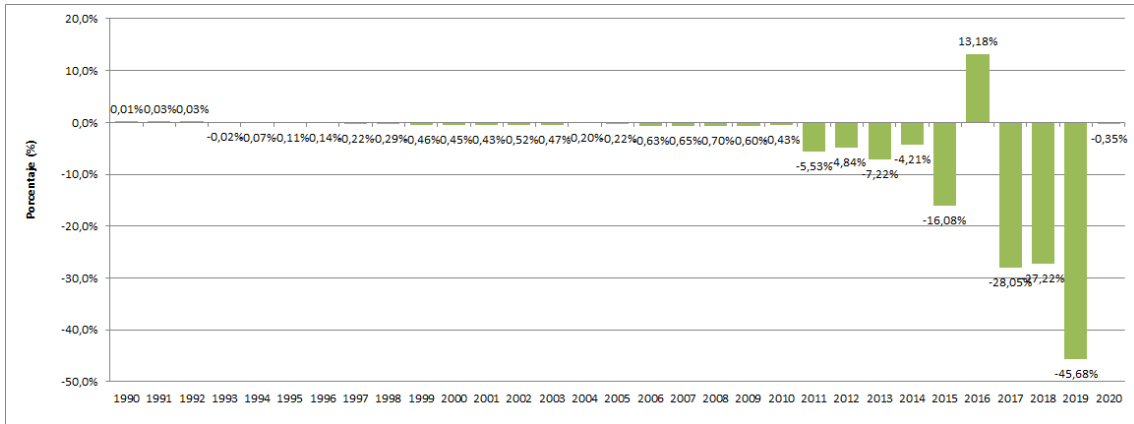


Figura 3.4.8. Diferencia porcentual de emisiones de CO₂ (1A1c). Edición 2023 vs. edición 2022

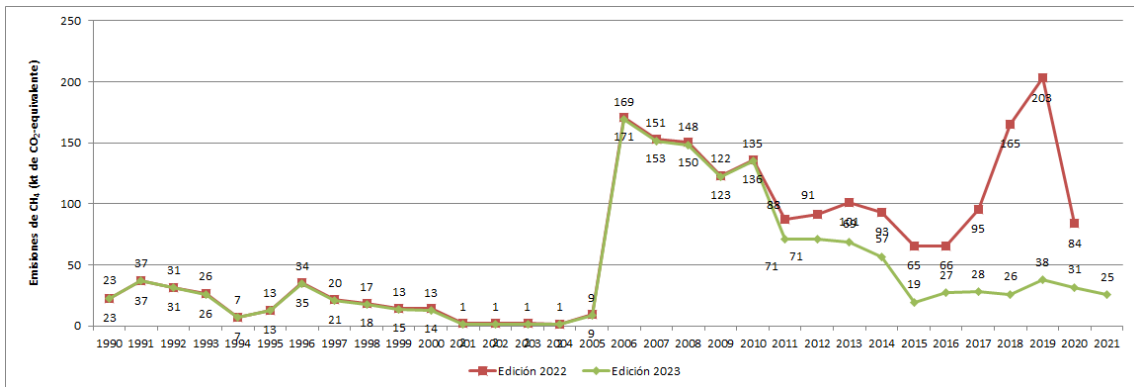


Figura 3.4.9. Emisiones de CH₄ en la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

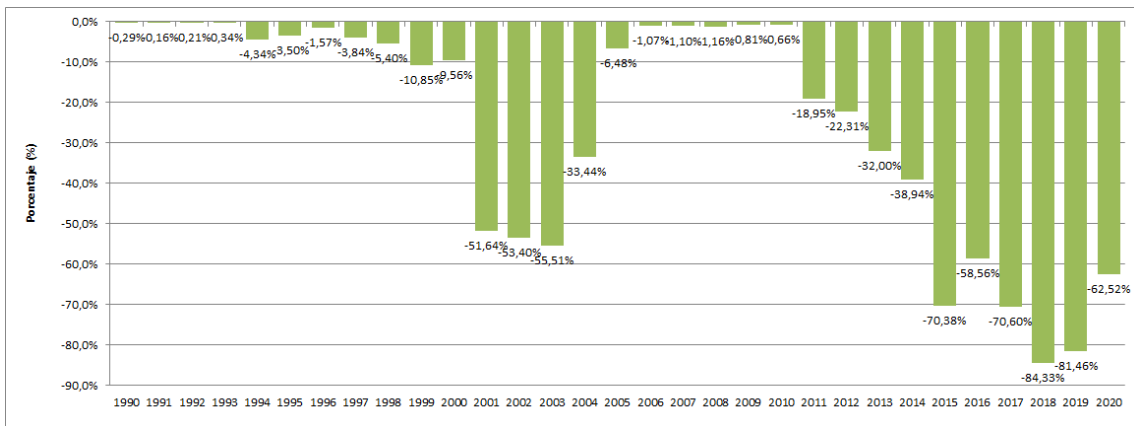


Figura 3.4.10. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (1A1c). Edición 2023 vs. Edición 2022

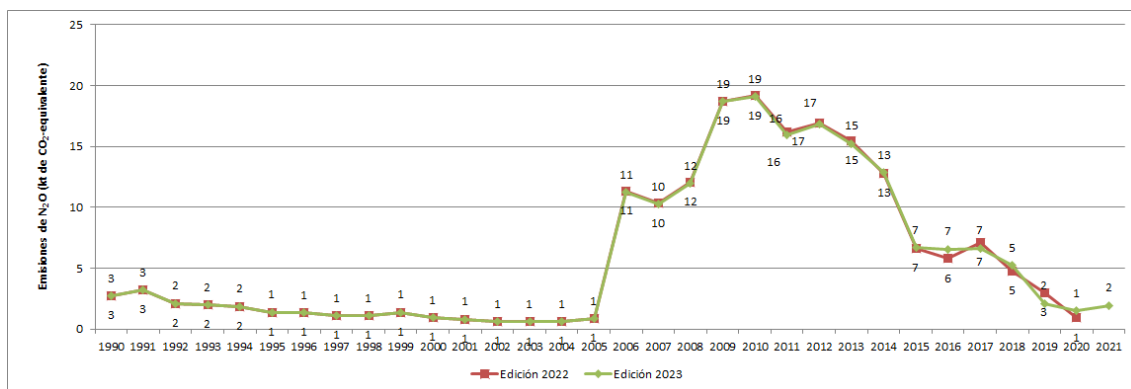


Figura 3.4.11. Emisiones de N₂O en la categoría transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)



Figura 3.4.12. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (1A1c). Edición 2023 vs. edición 2022

3.4.6 Planes de mejora

Está previsto identificar y recabar datos históricos sobre el gas natural consumido en el conjunto de Estaciones Regulación y Medida (ERM) pertenecientes a la red de distribución de gas natural (gasoductos de baja presión), con el fin de desagregarlos de los consumos de gas natural no especificados procedentes de los IntQ elaborados por el MITECO.

Se continuará con el proceso de colaboración con la Subdirección General de Energía Eléctrica del MITECO, para la mejora de la información proporcionada por esta fuente y su correcta adecuación al Inventario Nacional.

3.5 Industrias de la producción y transformación de la energía (1A1): CH₄, N₂O

3.5.1 Descripción de la actividad

La categoría 1A1 incluye las emisiones de los combustibles quemados por las industrias del sector energético: generación de electricidad y calor, refinado de petróleo, extracción de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas), transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas.

La categoría 1A1 es categoría clave del Inventario Nacional en relación con el N₂O, según el análisis presentado en la tabla 3.1.4.

En las tablas 3.5.1 y 3.5.2 se presentan las emisiones de CH₄ y N₂O, respectivamente, en términos de CO₂-eq. Así mismo, para cada gas se presentan el índice de evolución temporal

(base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector Energía.

Tabla 3.5.1. Emisiones de N₂O de la categoría industrias de la producción y transformación de la energía (1A1): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
N₂O (kt de CO₂-eq)	257	697	568	521	440	370	386
Variación % vs. 1990	100,0 %	270,7 %	220,9 %	202,4 %	171,0 %	143,7 %	150,0 %
1A1–N ₂ O / INV (CO ₂ -eq)	0,1 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %
1A1–N ₂ O / Energía (CO ₂ -eq)	0,1 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %

Tabla 3.5.2. Emisiones de CH₄ de la categoría industrias de la producción y transformación de la energía (1A1): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH₄ (kt de CO₂-eq)	53	61	186	97	95	72	75
Variación % vs. 1990	100,0 %	114,6 %	349,4 %	181,0 %	177,6 %	134,9 %	141,5 %
1A1–CH ₄ / INV (CO ₂ -eq)	0,02 %	0,01 %	0,05 %	0,03 %	0,03 %	0,03 %	0,03 %
1A1–CH ₄ / Energía (CO ₂ -eq)	0,03 %	0,02 %	0,07 %	0,04 %	0,04 %	0,04 %	0,03 %

3.5.2 Metodología

La variable de actividad utilizada en este conjunto de actividades es el consumo de combustibles.

Dado que en los apartados 3.2, 3.3 y 3.4 ya se han mostrado los consumos correspondientes a cada una de las categorías aquí contempladas (1A1a, 1A1b, 1A1c), y que igualmente ha sido ya tratada la información sobre los aspectos metodológicos de la estimación de las emisiones respectivas, se obvia aquí la presentación de los mismos.

3.5.3 Incertidumbre y coherencia temporal

En la tabla siguiente, se recogen las incertidumbres calculadas para esta categoría.

Tabla 3.5.3. Incertidumbres de la categoría industrias de la producción y transformación de la energía (1A1)

Gas	Combustible	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CH ₄	-	2,5	233	<u>Variable de actividad</u> : el valor se calcula según la Guía IPCC 2006.
N ₂ O	-	2,5	275	<u>Factor de emisión</u> : se calcula con las incertidumbres propuestas en la Guía IPCC 2006 para cada una de las categorías que forman el nivel 1A1, tomando siempre la mayor.

3.5.4 Control de calidad y verificación

Véase lo reseñado en los apartados 3.2, 3.3 y 3.4.

3.5.5 Realización de nuevos cálculos

Aunque en capítulos anteriores se han mostrado los nuevos cálculos realizados, en los gráficos que siguen a continuación se muestran los resultados de los mismos para el conjunto de la categoría 1A1, tanto para el N₂O como para el CH₄ y el CO₂ (emisiones calculadas en términos

de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report)¹⁹.

Un análisis pormenorizado de cada categoría se puede consultar en los respectivos apartados 3.2.5, 3.3.5 y 3.4.5.

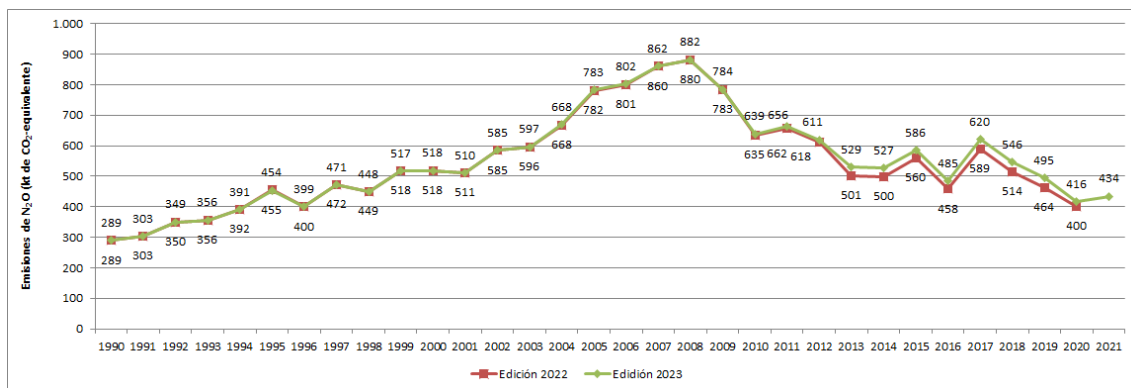


Figura 3.5.1. Emisiones de N₂O en la categoría industrias de la producción y transformación de energía (1A1). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

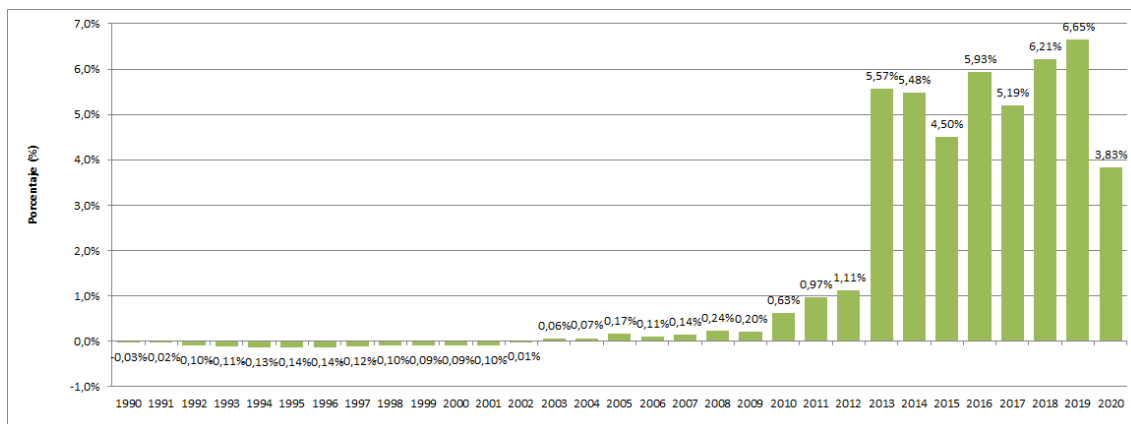


Figura 3.5.2. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (1A1). Edición 2023 vs. edición 2022

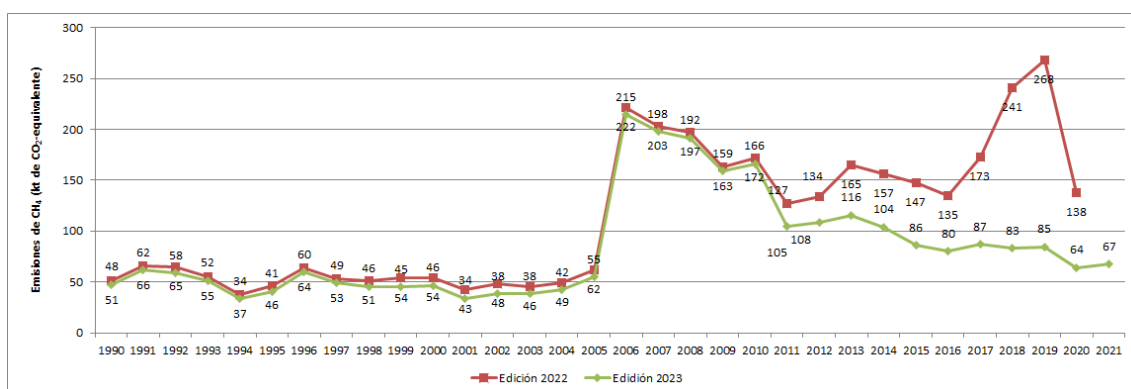


Figura 3.5.3. Emisiones de CH₄ en la categoría industrias de la producción y transformación de energía (1A1). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

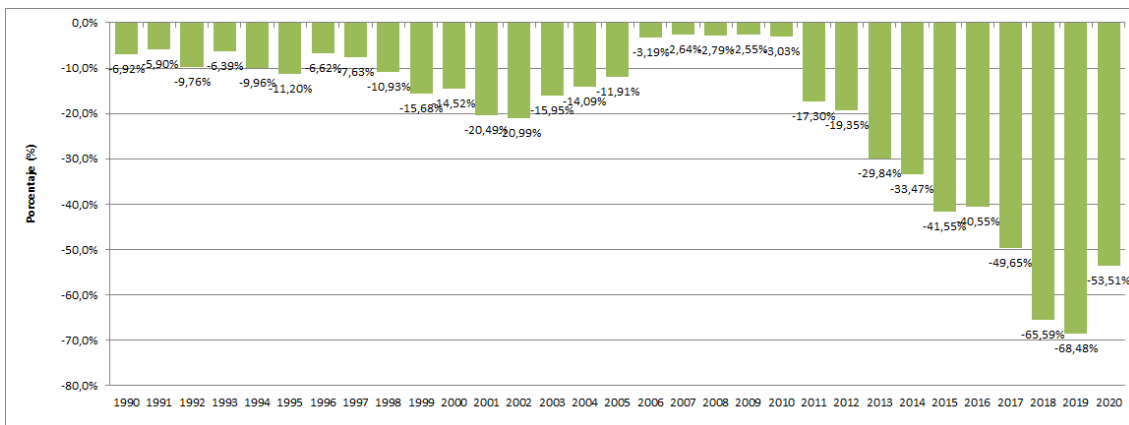


Figura 3.5.4. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (1A1). Edición 2023 vs. edición 2022

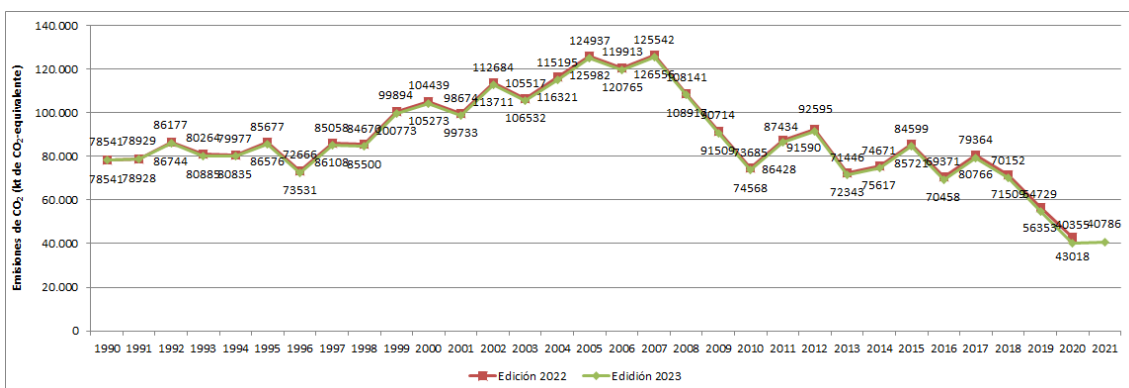


Figura 3.5.5. Emisiones de CO₂ en la categoría industrias de la producción y transformación de energía (1A1). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

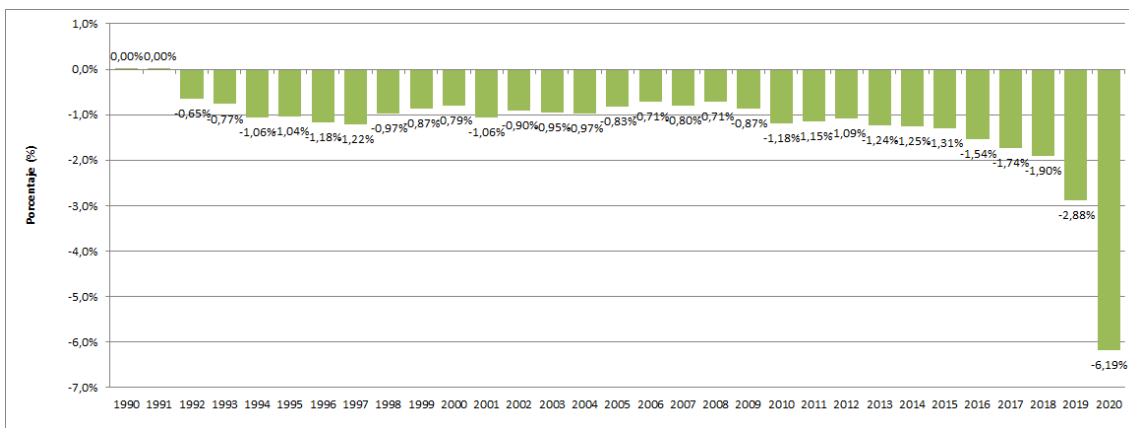


Figura 3.5.6. Diferencia porcentual de emisiones de CO₂ (1A1). Edición 2023 vs. edición 2022

3.5.6 Planes de mejora

Véanse los planes de mejora reseñados en los apartados 3.2, 3.3 y 3.4.

3.6 Combustión estacionaria en la industria (1A2)

3.6.1 Descripción de la actividad

La categoría 1A2 es categoría clave del Inventario Nacional en relación con el CO₂, el CH₄ y el N₂O según el análisis presentado en la tabla 3.1.4.

En esta categoría, se incluyen todas aquellas emisiones producidas por la combustión en la industria y en la construcción, agrupadas en las siguientes categorías:

Tabla 3.6.1. Actividades y gases cubiertos en la categoría 1A2

Actividad	Gases
Hierro y acero (1A2a)	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O
Metales no ferrosos (1A2b)	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O
Productos químicos (1A2c)	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O
Pasta de papel, papel e impresión (1A2d)	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O
Procesado de alimentos, bebidas y tabaco (1A2e)	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O
Minerales no metálicos (1A2f)	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O
Otros sectores manufactureros y de la construcción (1A2g)	CH ₄ , CO ₂ , N ₂ O

En la tabla 3.6.2 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible. En esta tabla, aunque figuran las emisiones de CO₂ originadas por la quema de biomasa, de acuerdo con la metodología IPCC no se computan en el Inventario. No obstante, sí han sido estimadas *pro memoria* y reflejadas como tales en las tablas de reporte CRF.

Tabla 3.6.2. Emisiones de la categoría de combustión estacionaria en la industria (1A2) (cifras en kt)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂	53.364,32	77.212,90	56.013,82	48.592,65	55.416,70	51.242,91	54.390,92
Sólidos	13.192,75	5.159,84	4.306,88	4.864,14	4.710,24	5.337,08	5.801,08
Líquidos	22.893,20	27.759,81	20.278,19	9.983,04	10.631,13	8.758,39	8.383,63
Gaseosos	8.652,02	35.052,03	23.529,26	25.677,86	29.619,10	27.636,58	30.517,94
Biomasa (*)	8.506,84	8.893,49	7.232,85	7.465,41	9.767,74	8.862,79	8.998,79
Otros (**)	119,51	347,73	666,65	602,20	688,49	648,07	689,49
CH₄	5,17	47,53	31,61	32,40	38,37	35,79	39,60
Sólidos	0,33	0,14	0,11	0,12	0,13	0,26	0,23
Líquidos	0,87	0,89	0,62	0,31	0,33	0,28	0,24
Gaseosos	2,08	44,71	29,36	30,34	35,38	32,97	36,88
Biomasa	1,86	1,66	1,23	1,28	2,12	1,89	1,80
Otros	0,03	0,13	0,28	0,35	0,41	0,39	0,45
N₂O	0,75	0,88	0,68	0,60	0,76	0,71	0,74
Sólidos	0,12	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,05
Líquidos	0,26	0,32	0,24	0,12	0,16	0,13	0,13
Gaseosos	0,09	0,24	0,15	0,18	0,20	0,20	0,21
Biomasa	0,28	0,27	0,21	0,22	0,32	0,29	0,28
Otros	0,00	0,02	0,04	0,05	0,05	0,05	0,06

(*) CO₂ no computable, se estima *pro memoria*

(**) CO₂ computable sólo en su parte fósil

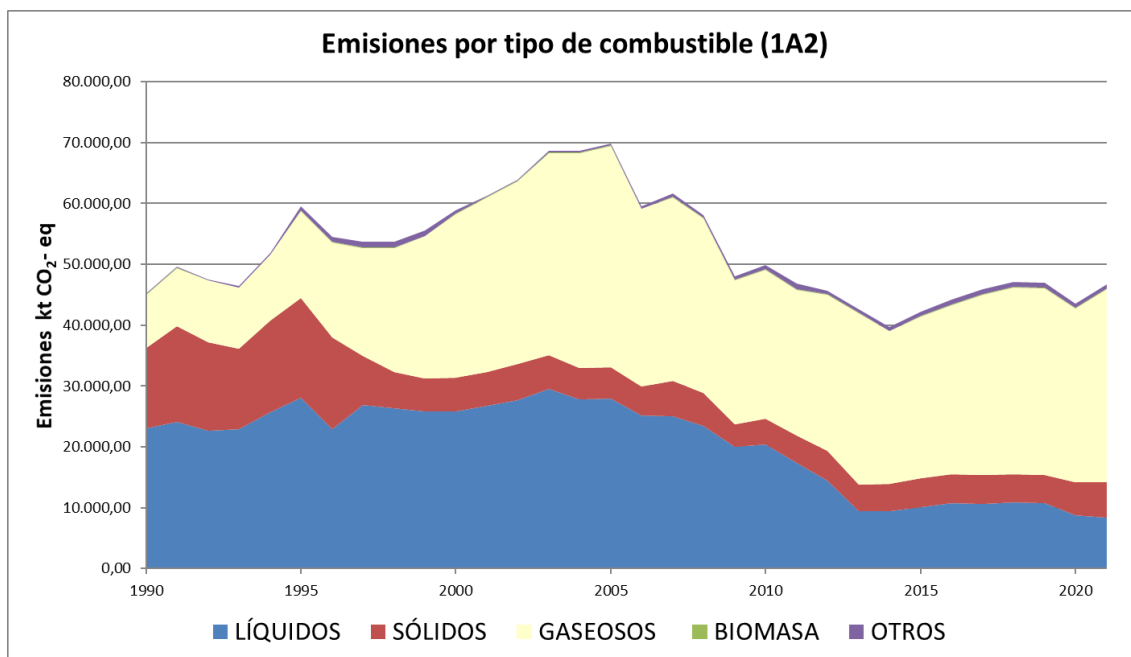


Figura 3.6.1. Distribución de las emisiones (por tipo de combustible de la categoría combustión en la industria (1A2) (kt CO₂-eq))

En la tabla 3.6.3 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq; las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario y del sector energía.

Tabla 3.6.3. Emisiones de CO₂-eq de la categoría de combustión estacionaria en la industria (1A2): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	45.201	69.884	49.845	42.194	46.925	43.572	46.697
Variación % vs. 1990	100 %	154,6 %	110,3 %	93,3 %	103,8 %	96,4 %	103,3 %
1A2 / INV (CO ₂ -eq)	15,7 %	15,9 %	14,1 %	12,6 %	15,1 %	16,0 %	16,2 %
1A2 / Energía (CO ₂ -eq)	21,2 %	20,3 %	18,8 %	16,6 %	19,9 %	21,8 %	21,6 %

3.6.2 Metodología

Siguiendo los árboles de decisión reflejados en el capítulo 2 de la Guía IPCC 2006, las emisiones producidas por la combustión en la industria se han estimado siguiendo un nivel 2 siempre que ha sido posible disponer de las características propias de los combustibles y variables de actividad de cuestionario. En caso contrario, se ha utilizado un nivel 1.

3.6.2.1 Variables de actividad

Para la combustión industrial, las fuentes básicas de información sobre las variables de actividad (consumos de combustibles) son la información directa de cuestionarios individualizados a las plantas y los cuestionarios internacionales elaborados por MITECO y enviados a la AIE y EUROSTAT, complementadas con información procedente de las principales asociaciones sectoriales entre las que cabe destacar las siguientes: Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID); Federación Española de Asociaciones de Fundidores (FEAF); Agrupación de Fabricantes de Cemento de España (OFICEMEN); Asociación Nacional de Fabricantes de Cales y Derivados de España (ANCADE); Vidrio España; Asociación Nacional de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colores Cerámicos (ANFFECC); Asociación Española de Fabricantes de Ladrillo y Tejas de Arcilla Cocida (HISPALYT); Asociación

Española de Fabricantes de Azulejos, Pavimentos y Baldosas Cerámicas (ASCER); Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón (ASPAPPEL).

En la presente edición del Inventario se ha llevado a cabo el recálculo del balance de consumo de combustibles (ver anexo 2) para toda la serie inventariada. Entre los recálculos más destacables se encuentra el debido a la corrección de un error en el año 2020, en los consumos registrados de coque de horno de coque, y un afinamiento en la sectorización del consumo de combustibles suministrada por el IDAE en relación con la cogeneración y que se utiliza para desagregar y complementar la información de las estadísticas oficiales (ver Anexo 2).

En la siguiente figura se muestra, en porcentaje, el origen de la información utilizada para el cálculo de los consumos de la categoría 1A2 para toda la serie inventariada. Como se puede apreciar, la información procedente de los cuestionarios internacionales de MITECO y que se emplea para el cuadro del balance energético del Inventario, en algunos casos, supera a la información registrada por el Inventario, obtenida directamente por cuestionarios individualizados.

De media, para el conjunto de la categoría 1A2, el aporte del cuadro del balance a los consumos, en el año 2021, supone un 48,6 %, frente al 51,4 % que representa la información registrada del Inventario.

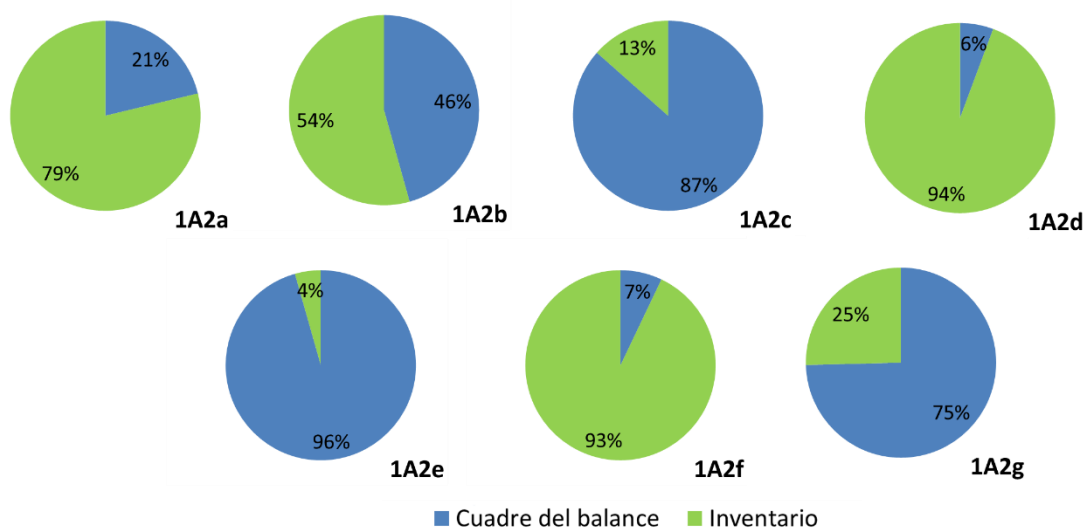


Figura 3.6.2. Origen de la información utilizada para el cálculo de consumos de la categoría de combustión estacionaria en la industria (1A2)

En los años anteriores a 2013, MITECO no contempla la corrección de los datos oficialmente comunicados a los organismos internacionales (AIE y EUROSTAT). El Inventario Nacional mantiene contacto con MITECO con el fin de asegurar la mayor coherencia entre los datos de consumo de los cuestionarios internacionales (IntQ) y los registrados por el Inventario²⁰.

Por lo que respecta a la maquinaria móvil industrial (1A2gvii), se ha determinado un consumo a partir de unos patrones de actividad y consumos específicos asignados a un parque de maquinaria estimado para un subperiodo limitado del Inventario. Esta información sobre los equipos existentes, que fue elaborada con la colaboración de expertos del sector sobre la base de documentación especializada sectorial (parque de maquinaria) y completada con juicios de expertos de sector (parámetros de actividad), ha estado disponible por el Inventario para los años 1993-1996, suspendiéndose posteriormente la publicación de estas referencias de base.

²⁰ Ver recomendaciones relacionadas en el informe final de revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017 en <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>

Para extender la serie de consumo a todo el periodo, el Inventario ha utilizado como indicador la evolución de variables representativas del sector: los trabajos de las empresas en edificación e ingeniería civil (para los años anteriores a 1993) y la formación bruta de capital fijo de la construcción (para los años posteriores a 1996).

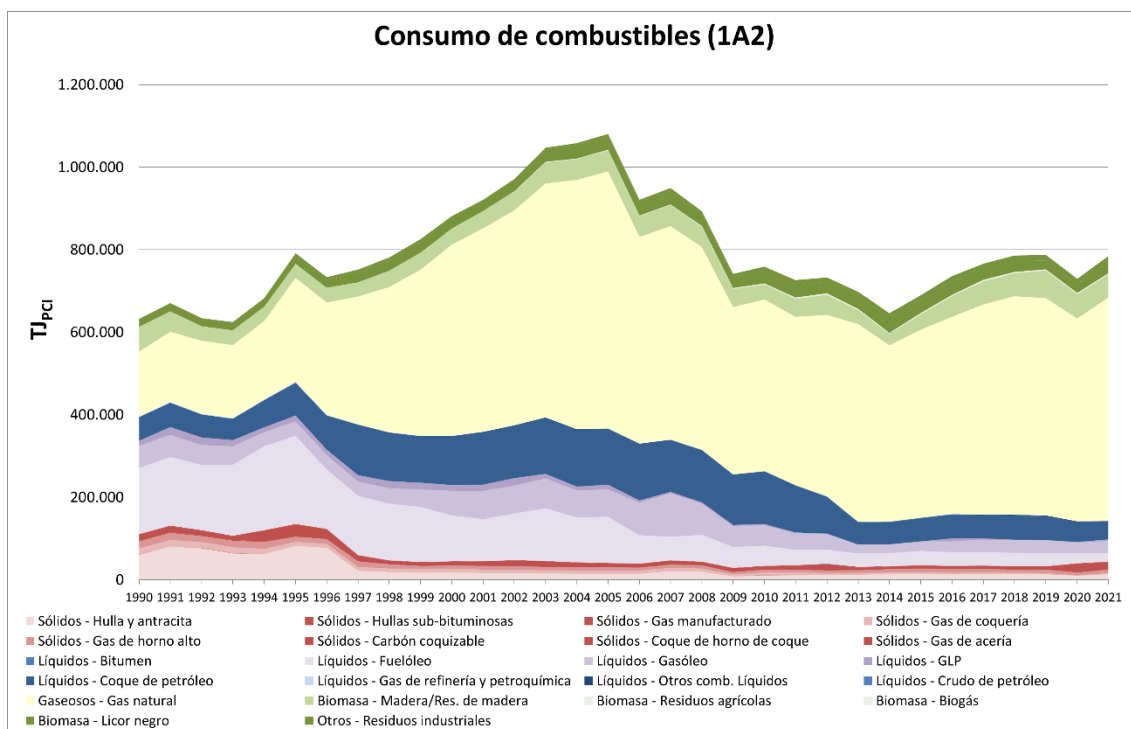


Figura 3.6.3. Consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en la industria (1A2), (cifras en TJ_{PCI})

Las figuras 3.6.3 y 3.6.4 muestran la distribución de los consumos por combustible a lo largo del periodo inventariado. En 2020, como consecuencia de la pandemia de COVID-19, se puede observar una reducción generalizada en todos los consumos, que en 2021 se recupera prácticamente a los valores previos. Analizando toda la serie, se advierte un incremento en el consumo del gas natural en detrimento de los combustibles sólidos y líquidos. La participación del gas natural alcanza uno de sus valores más altos en 2021, con una contribución del 69,1 %. Por el contrario, la participación de los combustibles líquidos mantiene un descenso marcado hasta 2013, año a partir del cual su participación se mantiene prácticamente constante, aunque desde 2019 muestra de nuevo una ligera tendencia bajista. En 2021, la participación de los combustibles líquidos es del 12,6 %. Con respecto a los combustibles sólidos pasa algo parecido, aunque en menor escala, se aprecia una reducción hasta 1998, a partir de ahí su participación es más o menos constante, de orden del 5 %, aunque en los últimos tres años se ha incrementado ligeramente.

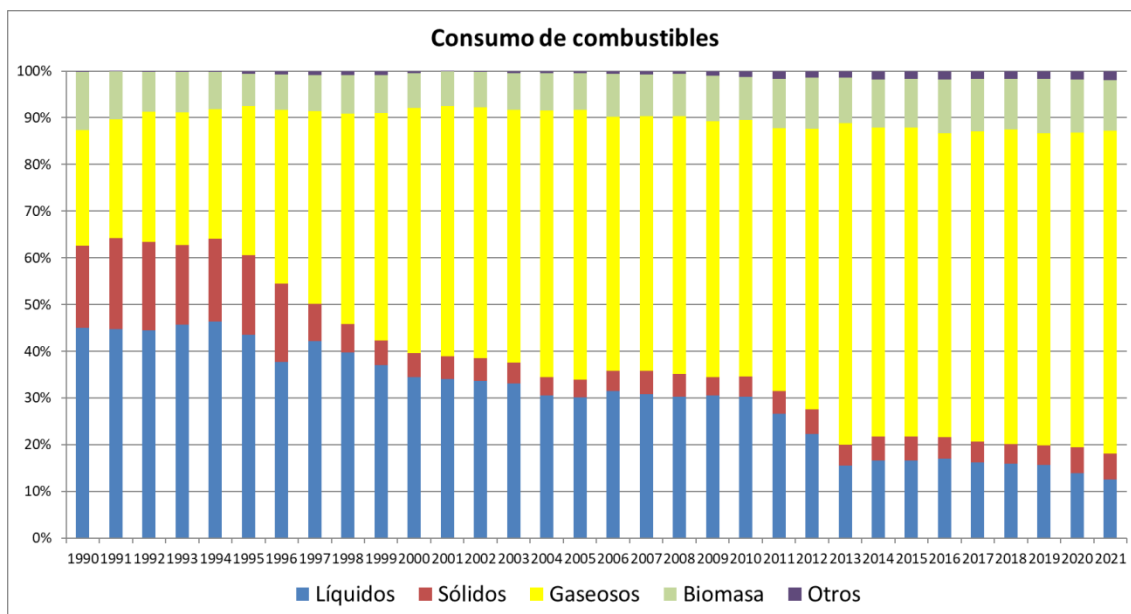


Figura 3.6.4. Distribución del consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en la industria (1A2), sobre base TJ_{PCI}

En 2020, el consumo convencional de gas natural (excluyendo la generación eléctrica) sufre una bajada notable, tal y como se puede ver en las estadísticas publicadas por CORES en su página web²¹, todo esto tiene su reflejo en los consumos de gas natural dentro de la combustión de la industria, en 2021 se recupera parcialmente el consumo de los valores previos a la pandemia.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI:

- [Combustión estacionaria industrial no específica](#)
- [Cowpers de hornos altos](#)
- [Plantas de sinterización \(combustión\)](#)
- [Hornos de recalentamiento de hierro y acero](#)
- [Combustión en otros hornos sin contacto](#)
- [Fundiciones de hierro](#)
- [Producción de metales no férricos \(alúmina, aluminio secundario, cobre, plomo, zinc\) Combustión](#)
- [Fabricación de cemento](#)

A continuación, se presenta un desglose de cada una de las subcategorías dentro de la 1A2, con el objeto de lograr una presentación más transparente y diferenciada de la evolución de cada uno de estos subsectores industriales.

a) Hierro y acero (1A2a)

En la figura 3.6.5 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en el sector del hierro y el acero (categoría 1A2a).

²¹ <https://www.cores.es/sites/default/files/archivos/estadisticas/consumos-gas.xlsx>

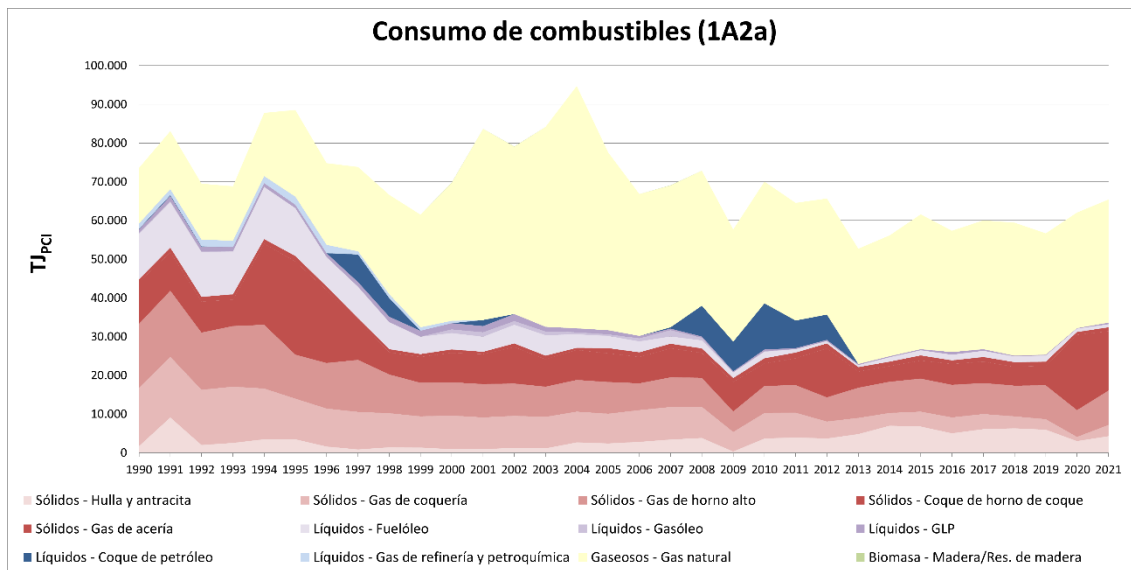


Figura 3.6.5. Consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en la industria del hierro y el acero (1A2a) (cifras en Tj_{PCI})

Según se observa en la figura 3.6.6, en el sector del hierro y el acero, el consumo de combustibles sólidos es el predominante hasta 1998, año a partir del cual pasa a ser el gas natural el combustible más utilizado. Esta tendencia es principalmente consecuencia del descenso en la fabricación de acero al oxígeno en planta siderúrgicas integrales (estufas de hornos altos, hornos de sinterización, etc.), frente al incremento de acero en hornos eléctricos que conlleva un menor consumo de combustibles sólidos (en especial, de gases siderúrgicos). Los combustibles sólidos más abundantes en la serie en orden de importancia son: gas de horno alto, coque y gas de coquería.

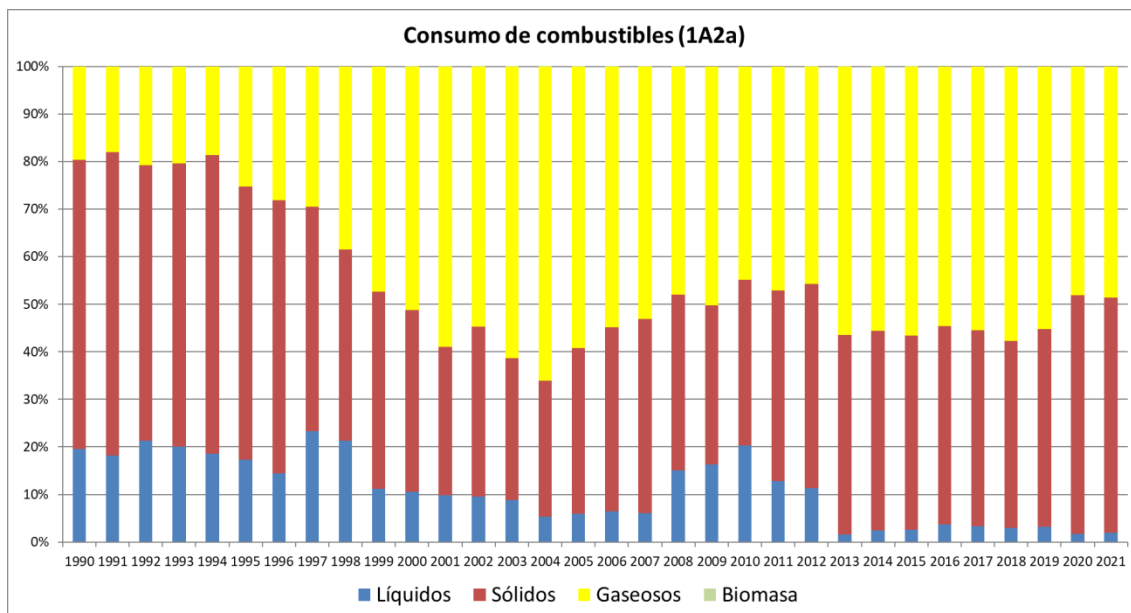


Figura 3.6.6. Categoría Hierro y acero (1A2a). Distribución del consumo de combustibles, sobre base Tj_{PCI}

b) Metales no ferrosos (1A2b)

En la figura 3.6.7 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, Tj_{PCI}), estimados para la combustión en la categoría de la metalurgia no férrea (categoría 1A2b).

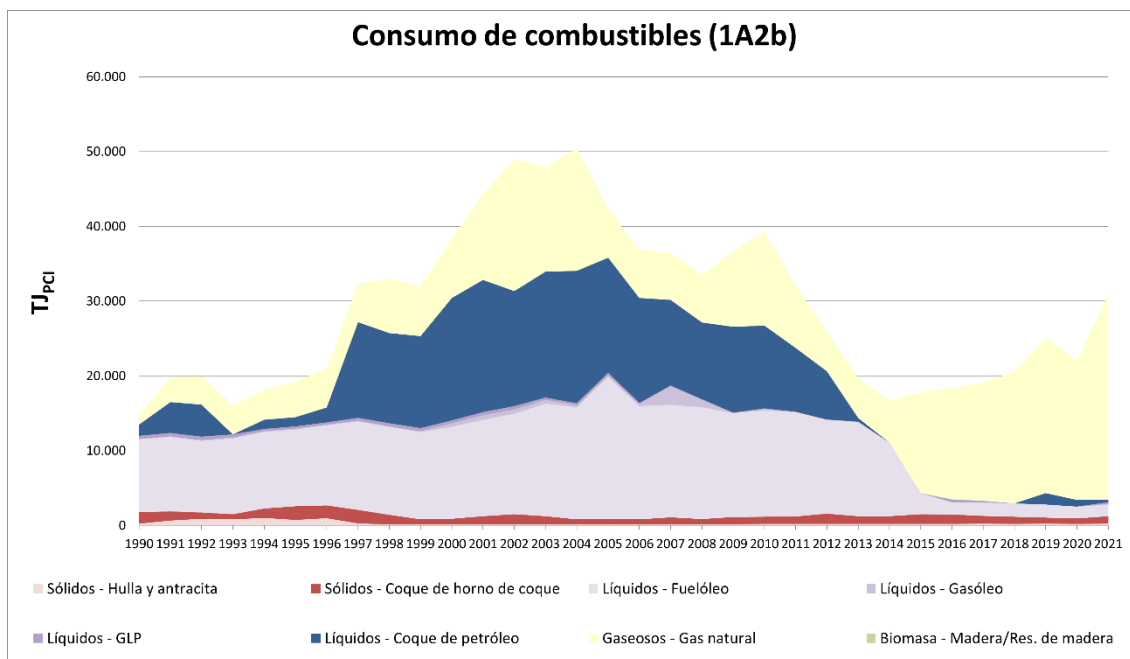


Figura 3.6.7. Consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en la industria de los metales no ferrosos (1A2b) (cifras en TJ_{PCI})

Dentro de la metalurgia no férrea, el consumo mayoritario corresponde a los combustibles líquidos, siendo a partir de 2015 sustituido por el consumo de combustibles gaseosos. Durante toda la serie estos combustibles suponen de media el 94 % de total de consumo en esta categoría.

En 2021, el gas natural supone el 89,0 % del consumo total de combustibles, seguido por los combustibles líquidos, con un 7 %.

Dentro de los combustibles sólidos, cabe destacar la singularidad del coque de petróleo. Parte del consumo declarado es en realidad un consumo no energético, que procede de información facilitada por el MITECO y que el Inventario Nacional no ha sido capaz de identificar. Siguiendo la recomendación *in-country* de la UNFCCC de 2011²², se reporta dentro de la categoría de los metales no ferrosos (1A2b).

²² El informe final de revisión puede consultarse en <http://unfccc.int/resource/docs/2012/arr/esp.pdf>

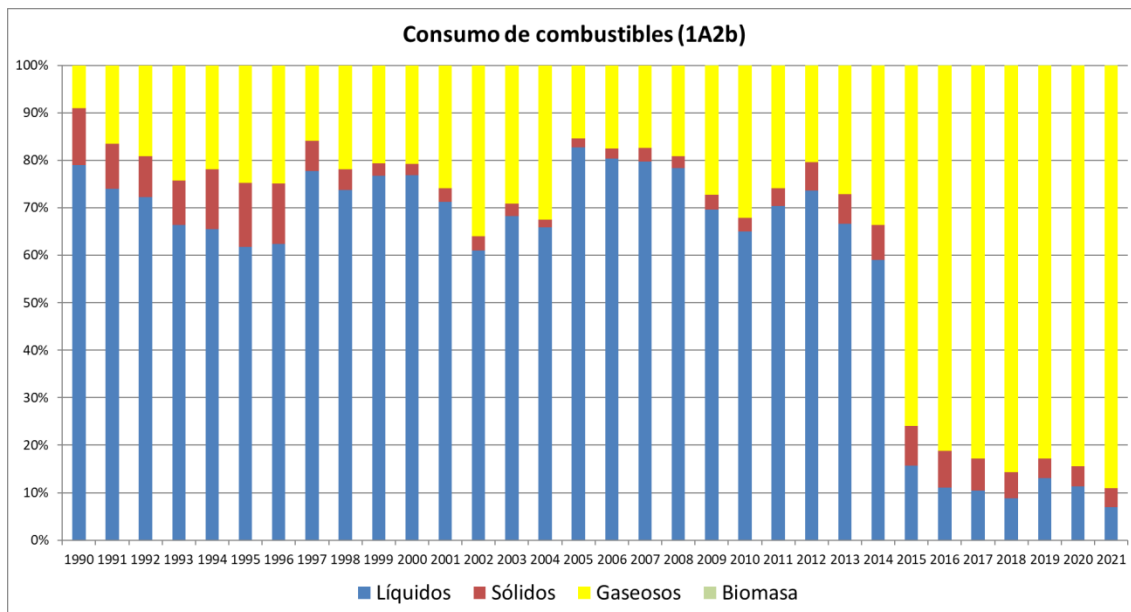


Figura 3.6.8. Categoría Metales no ferrosos (1A2b). Distribución del consumo de combustibles, sobre base T_{PCI}

c) Productos químicos (1A2c)

En la figura 3.6.9 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, T_{PCI}), estimados para la combustión en la industria de productos químicos (categoría 1A2c).

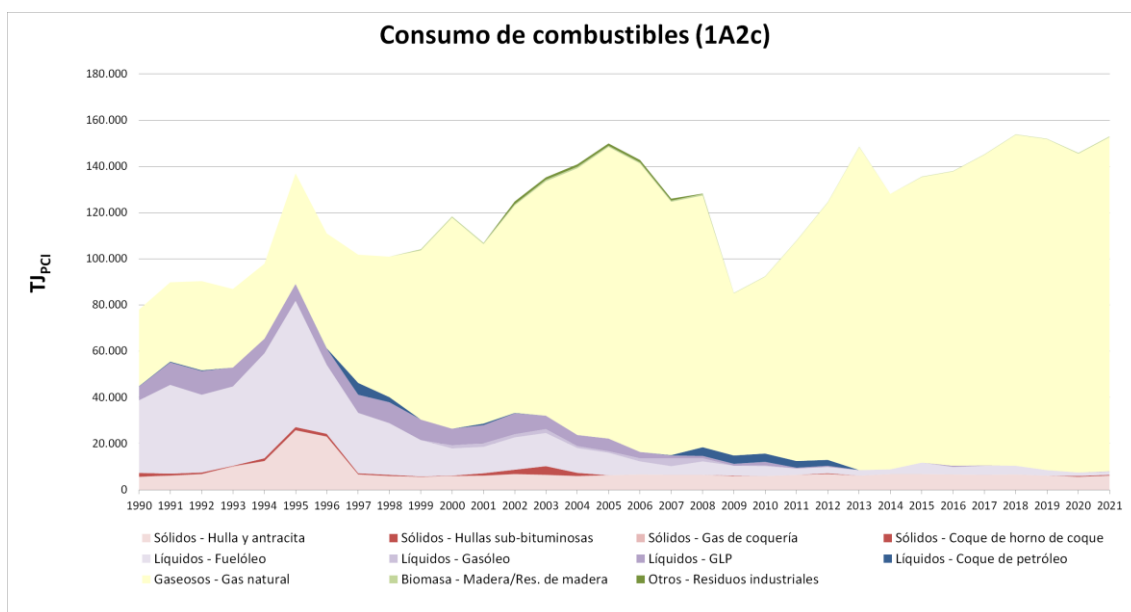


Figura 3.6.9. Consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en la industria química (1A2c) (cifras en T_{PCI})

Como se puede apreciar en la figura 3.6.10, el consumo de gas natural es el predominante, salvo en los primeros años: hasta 1995, los combustibles líquidos son los que tienen una mayor participación. De media, la participación del gas natural en todo el periodo es de un 73,29 %, si bien en los últimos años supera el 90 %. En 2021, alcanza el 94,5 %.

Con respecto a los combustibles líquidos, es el fuelóleo el que más se consume y, por lo tanto, el que más se va reduciendo a lo largo de toda la serie. En 1990 su contribución al total de los

combustibles dentro de la subcategoría 1A2c es del 40,3 %, mientras que en 2021 alcanza únicamente un 0,9 %.

La contribución de los combustibles sólidos es la tercera en importancia, siendo prácticamente testimonial la participación de la biomasa y otros combustibles. En promedio, la contribución de combustibles sólidos supone un 7,2 % en todo el periodo, aunque en los últimos años mantiene una contribución estable en torno al 4-5 %. Los sólidos más importantes son la hulla y antracita.

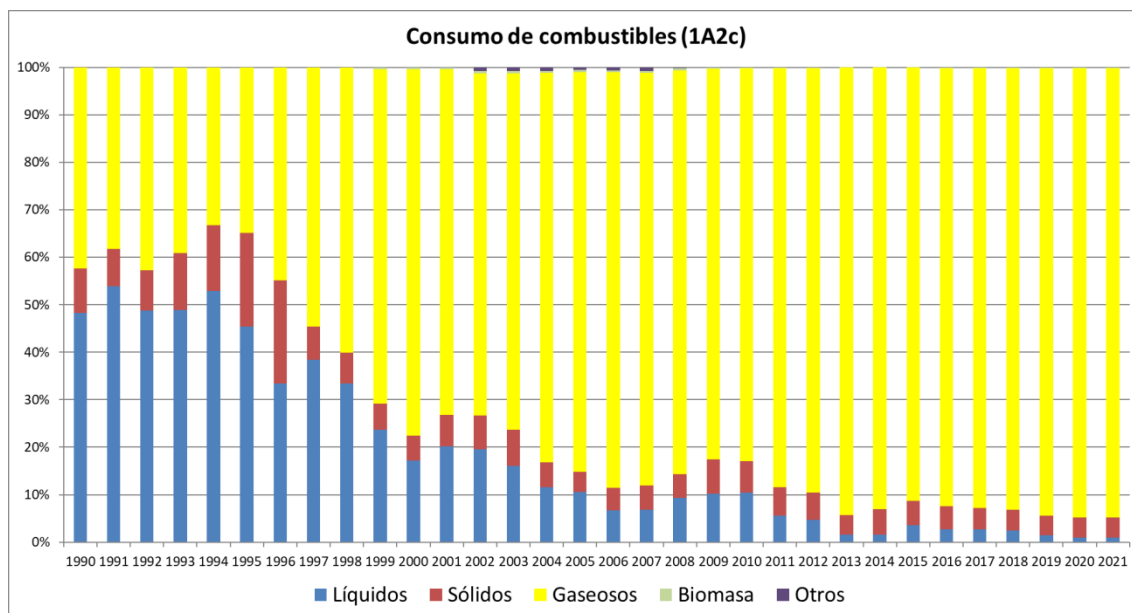


Figura 3.6.10. Categoría productos químicos (1A2c). Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}

d) Pasta de papel, papel e impresión (1A2d)

En la figura 3.6.11 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en el sector de la pasta de papel, papel e impresión (categoría 1A2d).

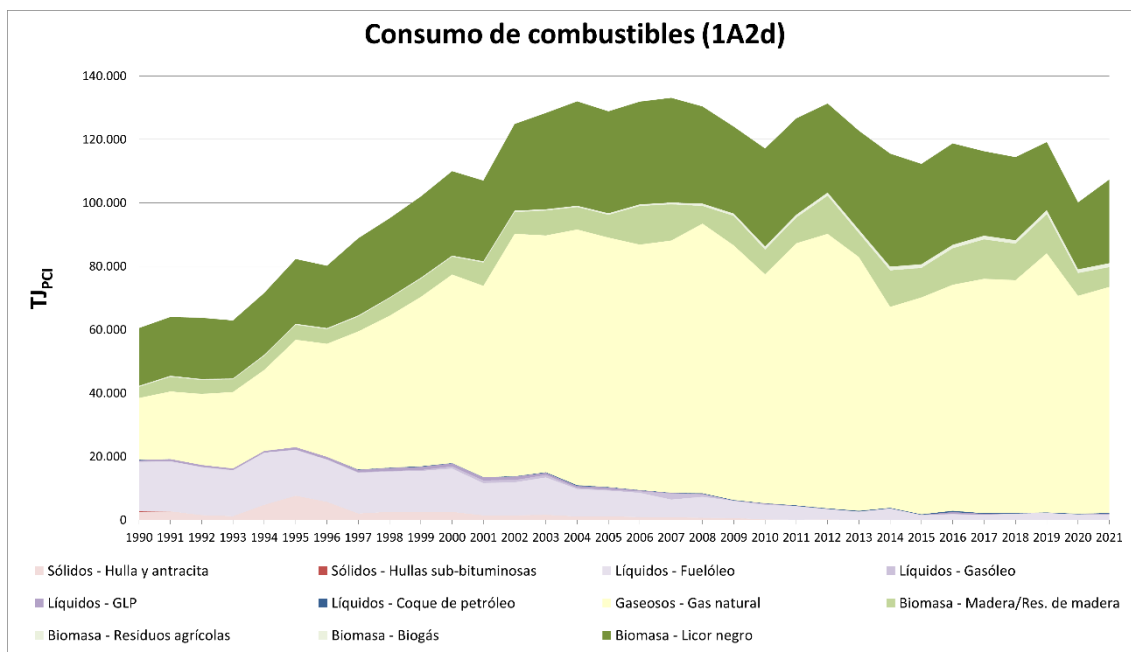


Figura 3.6.11. Consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en la industria de la pasta de papel, papel e impresión (1A2d) (cifras en TJ_{pc})

Dentro de esta categoría, tal y como se puede apreciar en la figura 3.6.12., los combustibles predominantes a lo largo de todo el periodo son el gas natural y la biomasa siendo su participación en promedio del 56 % y 33 % respectivamente. Su evolución ha sido creciente en el caso del gas natural, evolucionando del 32 % en 1990 al 66 % en 2021, como consecuencia del incremento del número de instalaciones de cogeneración dentro de esta categoría. Por el contrario, la biomasa ha mantenido su participación más o menos constante, en torno al 31,5 % que presenta en el año 2021. El combustible más importante dentro de la biomasa es el licor negro, que es producto que se genera en el proceso de fabricación de la pasta de papel.

En el caso de los combustibles líquidos, se observa cómo su participación se ha ido reduciendo paulatinamente, alcanzando en 2021 un 2,1 %. El combustible líquido predominante, y que más se ha reducido, es el fuelóleo, pasando de una participación sobre el total de la subactividad 1A2d del 26 % en 1990, a sólo un 1,6 % en 2021.

Los combustibles sólidos tienen un carácter testimonial en toda la serie, desapareciendo incluso en los últimos años.

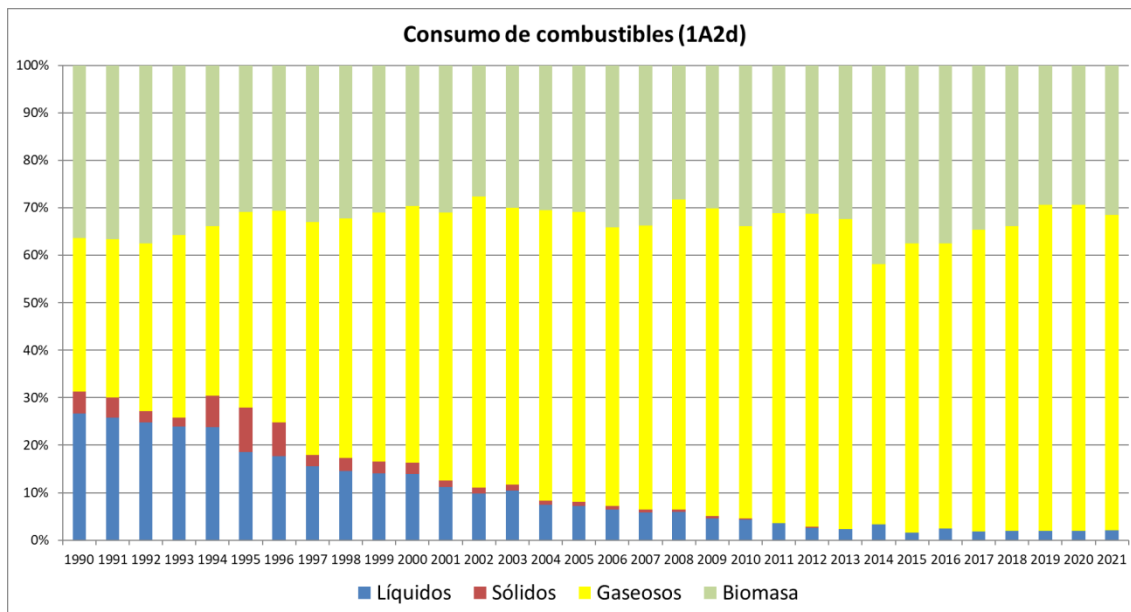


Figura 3.6.12. Categoría de la pasta de papel, papel e impresión (1A2d). Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}

e) Procesado de alimentos, bebidas y tabaco (1A2e)

En la figura 3.6.13 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en el sector de alimentación, bebidas y tabaco (categoría 1A2e).

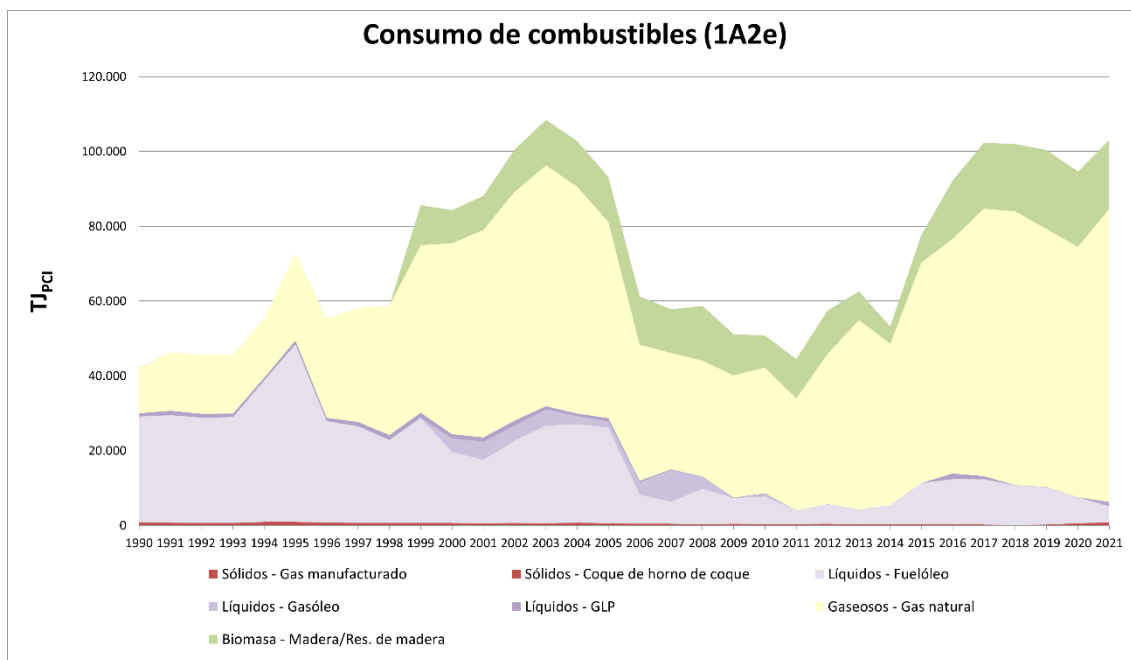


Figura 3.6.13. Consumo de combustibles en la categoría de combustión estacionaria en el procesado de alimentos, bebidas y tabaco (1A2e) (cifras en TJ_{PCI})

El consumo predominante en el sector alimentario es el de gas natural, con una participación promedio del 58 % en toda la serie; en 2021 presenta una contribución del 76 %. Le siguen en importancia los combustibles líquidos, que durante los primeros años de la serie (1990-1996) son mayoritarios. A partir de 1997, se inicia una reducción constante hasta llegar al año 2013, donde se observa un cambio de tendencia con un ligero crecimiento hasta 2016, año en que se

vuelve a invertir, reduciéndose su contribución en los últimos años. En 2021 presentan una participación del 5,4 %. El combustible líquido predominante, y que más se ha reducido, es el fuelóleo, que ha pasado de una participación del 67 % sobre el consumo total en la subcategoría 1A2e en 1990, al 4 % en 2021.

El consumo de combustibles sólidos es residual durante toda la serie. En 2021 tienen una participación del 0,8 %.

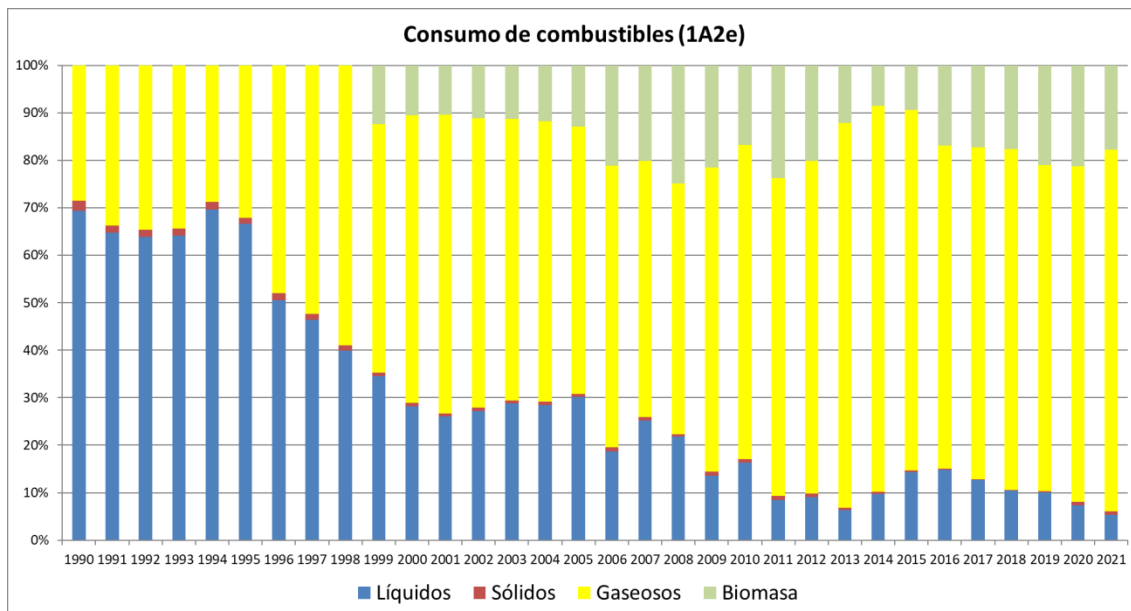


Figura 3.6.14. Categoría de alimentación, bebidas y tabaco (1A2e). Distribución del consumo de combustibles, sobre base T_{JPCI}

f) Minerales no metálicos (1A2f)

Esta es la subcategoría mayoritaria dentro de las emisiones de la combustión estacionaria en la industria (categoría 1A2).

En la figura 3.6.15 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, T_{JPCI}), estimados para la combustión industrial en el sector de minerales no metálicos (categoría 1A2f).

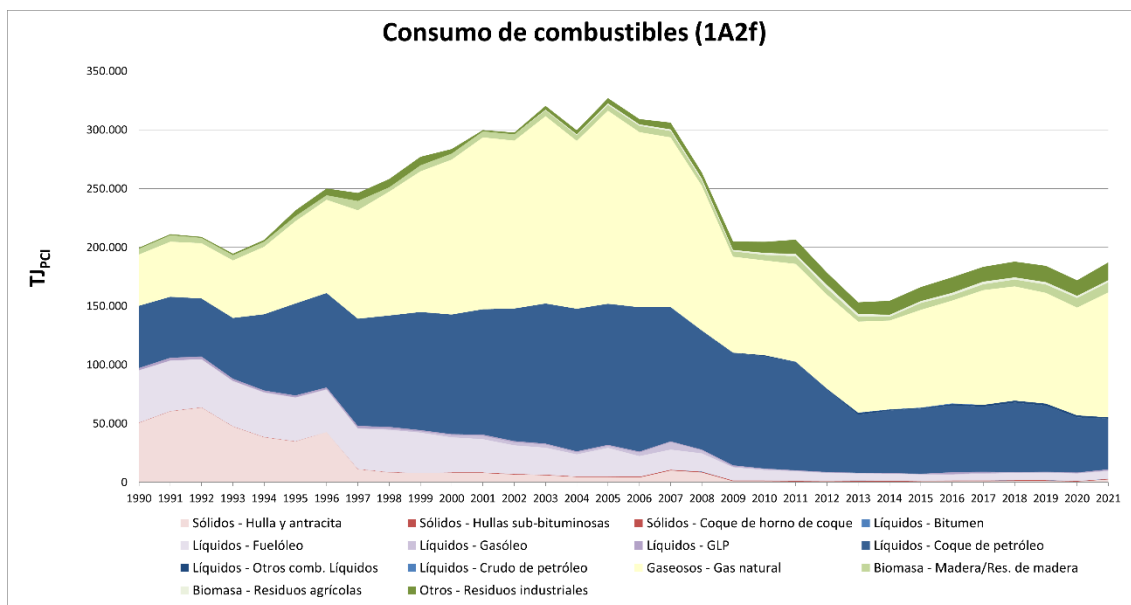


Figura 3.6.15. Consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en los minerales no metálicos (1A2f) (cifras en Tj_{PCI})

En cuanto a la distribución de combustibles, cuya representación gráfica se muestra en la figura 3.6.16, puede observarse el incremento de la cuota participativa del consumo de gas natural, que pasa de suponer el 22 % del total del consumo de esta categoría 1A2f en el año 1990 al 57 % en el año 2021. Esta evolución creciente del consumo del gas natural tiene un reflejo en la cuota participativa de los combustibles líquidos, los cuales pasan de suponer el 50 % en el año 1990 al 28 % del año 2021. Dentro de los combustibles líquidos, el más representativo es el coque de petróleo (principalmente consumido en las actividades de fabricación de cemento), que, aunque presenta un descenso significativo de 2009 a 2013, sigue siendo el combustible líquido que más participación tiene, con un 34 % en promedio sobre el consumo total de esta subcategoría durante toda la serie. Le sigue en importancia el fuelóleo, con una fuerte presencia hasta 1998, año en el que empieza a disminuir su consumo. En 2021 tiene una participación del 3,5 % sobre el consumo total dentro de la subcategoría 1A2f.

Con respecto a los combustibles sólidos, estos tienen una cuota promedio del 23 % en el periodo 1990-1996. A partir de ahí se observa un apreciable descenso, siendo su contribución en los últimos años de la serie de escasa incidencia dentro de la subcategoría (en torno al 1,5 % en 2021).

En cuanto al consumo de biomasa, este se mantiene más o menos estable para todo el periodo con una participación promedio del 3 %, a pesar de que en los últimos años se puede observar un incremento. En 2021 tiene una participación del 6 %.

El grupo de otros combustibles está compuesto casi en su totalidad por la valorización energética de residuos que se realiza en el sector cementero y que en los últimos años tiene una participación que se está incrementando. En 2021 suponen el 8 % sobre el total de la subcategoría.

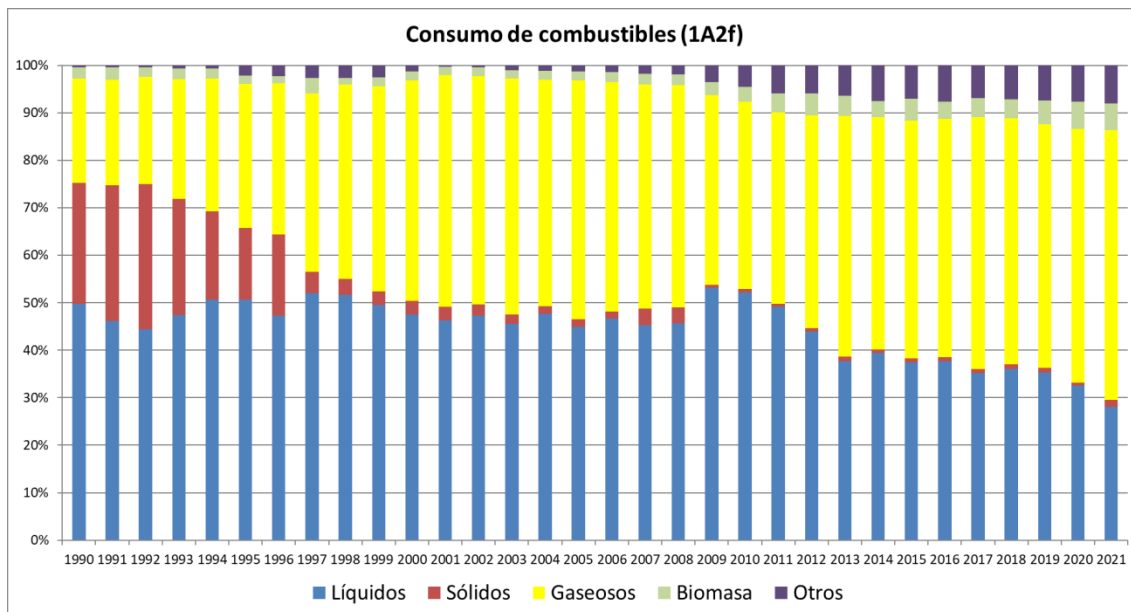


Figura 3.6.16. Categoría de minerales no metálicos (1A2f). Distribución del consumo de combustibles, sobre base TJ_{PCI}

g) Otros sectores manufactureros y de la construcción (1A2g)

En la figura 3.6.17 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en otros sectores manufactureros (industrias del automóvil, material de transporte, textil, cuero, madera, entre otras) y de la construcción (categoría 1A2g).

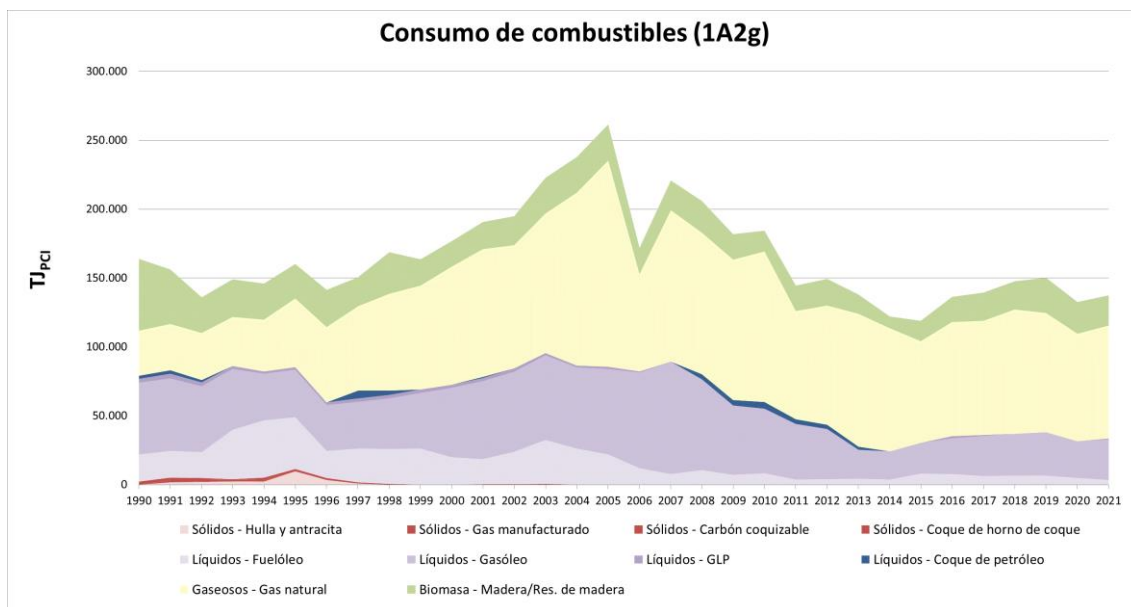


Figura 3.6.17. Consumo de combustibles de la categoría de combustión estacionaria en otros sectores manufactureros y de la construcción (1A2g) (cifras en TJ_{PCI})

En cuanto a la distribución de combustibles, cuya representación gráfica se muestra en la figura 3.6.18, puede observarse el incremento de la cuota participativa del consumo de gas natural, que pasa de suponer el 20 % del total del consumo de esta categoría 1A2g en el año 1990 al 60 % en el año 2021. Esta evolución creciente del gas natural se hace en detrimento de los combustibles líquidos, los cuales pasan de suponer el 47 % en el año 1990 al 24 % en 2021

Los combustibles sólidos tienen una participación meramente testimonial en toda la serie.

El consumo de biomasa presenta una tendencia decreciente pasando del 31 % del total en 1990 al 16 % en 2021, siendo la madera y los residuos de madera los combustibles utilizados.

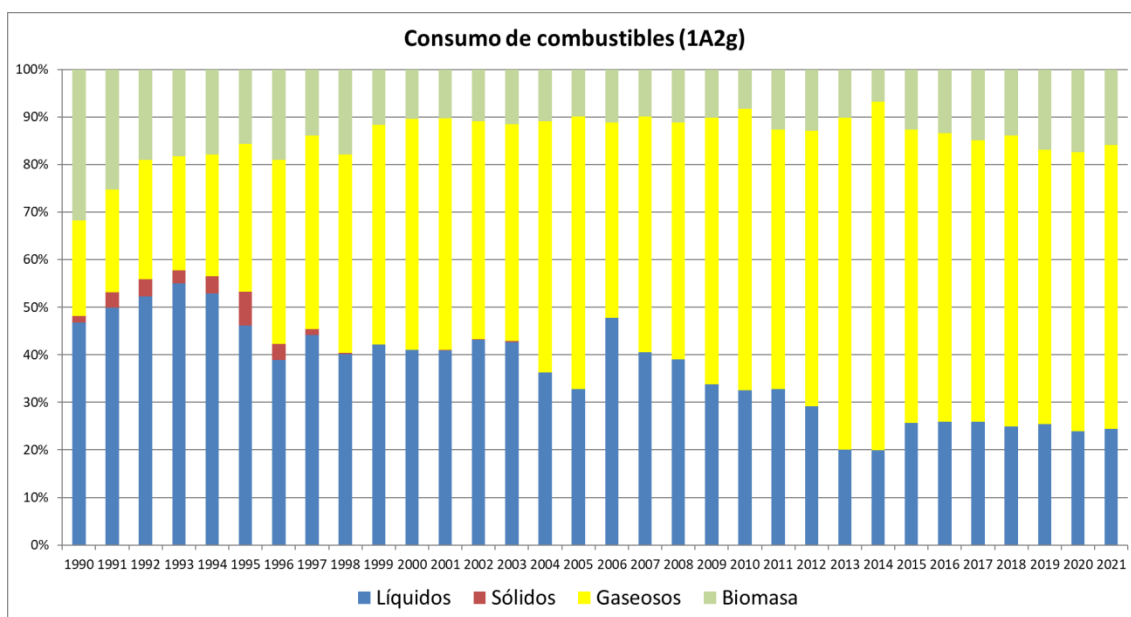


Figura 3.6.18. Categoría otros sectores manufactureros y de la construcción (1A2g). Distribución del consumo de combustibles, sobre base T_{JPCI}

3.6.2.2 Factores de emisión

Dada la gran variabilidad de subsectores dentro de la categoría 1A2 (Combustión estacionaria en la industria), de los combustibles consumidos, así como de las fuentes de información utilizadas (fuentes puntuales, fuentes de área y cuadro de balance) a continuación se presenta una tabla en la que se facilita información sobre las aproximaciones utilizadas para calcular las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O.

Tabla 3.6.4. Aproximaciones utilizadas para calcular las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O para la categoría de combustión estacionaria en la industria (1A2)

Categoría CRF		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1A2 - Combustión estacionaria en la industria				
1A2a	Hierro y acero	T1/ T2/ T3	T1/ T2/ T3	T1/ T3
1A2b	Metales no ferrosos	T1/ T2/ T3	T1/ T3	T1/ T3
1A2c	Productos químicos	T1/T2	T1/ T3	T1/ T3
1A2d	Pasta de papel, papel e impresión	T1/ T2/ T3	T1/ T3	T1/ T3
1A2e	Procesado de alimentos, bebidas y tabaco	T1/ T2	T1/ T3	T1/ T3
1A2f	Metales no metálicos	T1/ T2	T1/ T3	T1/ T3
1A2g	Otros sectores manufactureros y de la construcción	T1/ T2/ T3	T1/ T2/ T3	T1/ T2/ T3

Para la estimación de las emisiones de CO₂ se ha dado preferencia, siempre que se ha podido disponer de la información necesaria²³, a las mediciones facilitadas, en segundo lugar, al procedimiento de cálculo estequiométrico a partir del contenido de carbono de cada combustible utilizado y el factor de oxidación, con valor 1. En tercer lugar, cuando no se ha

²³ Este es el caso, entre otros, de los sectores industriales de la siderurgia integral, la fabricación de pasta de papel y la fabricación de aluminio, en los que se dispone de esta información vía cuestionario individualizado.

podido disponer de los datos indicados anteriormente, se han utilizado factores de emisión por defecto.

Para la estimación de las emisiones de CH₄, en general se aplican factores por defecto de las guías metodológicas IPCC 2006 (nivel 1), aunque para algunos combustibles, como el gas natural, también se ha utilizado el nivel 3.

En cuanto a las emisiones de N₂O, en general se aplican los factores de la Guía IPCC 2006 (nivel 1), y para algunos combustibles, como el gas natural, también se ha utilizado el nivel 3.

Los factores de emisión de CH₄ y N₂O de la maquinaria móvil industrial se han revisado según el enfoque metodológico de nivel 2 de la Guía EMEP/EEA 2019, que proporciona factores anuales por unidad de masa de combustible consumido para cada tipo de maquinaria basándose en la aproximación del parque anual (tecnología, edad) contemplada en dicha guía metodológica para cada año del inventario (véase la sección 3.12.2.2 de este capítulo).

A continuación, se presentan los factores de emisión para cada una de las categorías específicas. Los correspondientes a combustión inespecífica exclusivamente se pueden consultar en la página web del MITECO-SEI [Combustión estacionaria industrial no específica](#).

Tabla 3.6.5. Factores de emisión. Categoría 1A2a (Hierro y acero)

Combustible	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Coque	107 - 113,24	10	0,6
Coque de petróleo	99,3	3	0,6
Fuelóleo	74,1-81,82	3	0,3-0,6
G.L.P.	63,1-65	0,9-1	0,1
Gas de acería	181,3-198,79	1	0,1
Gas de coquería	41,08 - 45,01	1	0,1
Gas de horno alto	242,92 - 293,50	1	0,1
Gas de refinería	54,42	1	0,1
Gas natural	55,04-56,62	1-597	0,1-1
Gasóleo	74,1	3	0,6
Hulla y antracita	81,63- 114,35	10	1,5
Madera/Res. de madera	-	30	4

Fuente: Guía IPCC 2006, cap. 2, vol. 2

Nota: El rango de factores de CO₂ indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado

Tabla 3.6.6. Factores de emisión. Categoría 1A2b (Metales no ferrosos)

Combustible	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Coque	107	10	1,5
Coque de petróleo	99,3	3	0,6
Fuelóleo	75,3-79,83	3	0,3-0,6
Gasóleo	74,1	3	0,6
Gas natural	55,04-59,11	1 - 597	0,1
G.L.P.	64,2-65	0,9-1	0,1
Hulla y antracita	99,42-114,35	10	1,5
Madera/Res. de madera	-	30	4

Fuente: Guía IPCC 2006, cap. 2, vol. 2

Nota: El rango de factores de CO₂ indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado

Tabla 3.6.7. Factores de emisión. Categoría 1A2c (Productos químicos)

Combustible	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Coque	107-107,13	10	1,5
Coque de petróleo	99,3-106-88	3	0,6
Fuelóleo	76-77,4	3	0,3-0,6
Gasóleo	73-74,1	3	0,6
Gas natural	55,04-56,62	1 -597	0,1-1
Carbón sub-bituminoso	99,42	10	1,5
G.L.P.	65	0,9	0,1
Gas de coquería	45	1	0,1
Hulla y antracita	90,78 - 141,44	10	1,5
Madera/Res. de madera	-	30	4

Fuente: Guía IPCC 2006, cap. 2, vol. 2

Nota: El rango de factores de CO₂ indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado

Tabla 3.6.8. Factores de emisión. Categoría 1A2d (Pasta de papel, papel e impresión)

Combustible	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Biogás	-	1	0,1
Carbón sub-bituminoso	99,42	10	1,5
Coque de petróleo	97,98-99,42	3	0,6
Fuelóleo	76,19-80,36	3	0,6
Gas natural	50,07-72,27	1-1,1-597	0,1-1
Gasóleo	74,1	1-3	0,6
G.L.P.	63,1-65,05	0,9-1	0,1-4
Hulla y antracita	88,14-114,35	10	1,5
Madera/Res. de madera	-	30	4
Residuos agrícolas	-	30	4
Licor negro	-	3	2
Lodos de depuradora	-	30	4

Fuente: Guía IPCC 2006, cap. 2, vol. 2

Nota: El rango de factores de CO₂ indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado

Tabla 3.6.9. Factores de emisión. Categoría 1A2e (Procesado de alimentos, bebidas y tabaco)

Combustible	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Coque	107	1-10	1,5
Fuelóleo	77,4	3	0,3-0,6
Gasóleo	74,1	3	0,6
Gas natural	55,04-56,62	1-597	0,1-1
G.L.P.	63,1-65	0,9-1	0,1
Gas manufacturado	52	1	0,1
Madera/Res. de madera	-	30	4

Fuente: Guía IPCC 2006, cap. 2, vol. 2

Nota: El rango de factores de CO₂ indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado

Tabla 3.6.10. Factores de emisión. Categoría 1A2f (Minerales no metálicos)

Combustible	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Asfalto	94,49	3	0,6-1,75
Carbón sub-bituminoso	99,42-120,81	1-10	1,5
CDR-RU	31,14-91,88 ⁽¹⁾	30	4
Celulosa	-	30	4
Coque	103,07 - 107	1-30	1,5
Coque de petróleo	37,41-105,5	1-3	0,6
Crudo de petróleo	73,3	3	0,6
Disolventes residuales	85,08	30	4
Fuelóleo	73,3-83,99	1-3	0,3-1,75
Gas natural	54,95-58,17	1-1,1-597	0,1-1
Gasóleo	74,1-74,90	1-3	0,6
G.L.P.	63,1-73,3	0,9-1,1	0,1
Grasas animales	-	30	4
Harinas cárnicas	-	30	4
Hulla y antracita	92,31-114,35	1	1,5
Lodos de depuradora	-	30	4
Madera/Res. de madera	-	30	4
Otros comb. líquidos	73,6-80	30	0,6-4
Otros residuos líquidos	73,3	30	4
Residuos agrícolas	-	30	4
Residuos industriales	49,9-140,1	30	4

Fuente: Guía IPCC 2006, cap. 2, vol. 2

⁽¹⁾ Se parte del factor de emisión de CO₂ indicado por *World Business for Sustainable Development-Cement Sustainability Initiative*. The Cement CO₂ and Energy Protocol, version 3 y se aplica la ratio C fósil/C total deducida de la información facilitada por las plantas cementeras para el Comercio de Derechos de Emisión

Nota: El rango de factores de CO₂ indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado

Tabla 3.6.11. Factores de emisión. Categoría 1A2g (Otros sectores manufactureros y de la construcción)

Combustible	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
Biogás	-	1	0,1
Carbón coquizable	94	10	1,5
Coque	107	10	1,5
Coque de petróleo	99,3	3	0,6
Fuelóleo	76-77,4	3	0,3-0,6
Gas natural	55-56,62	1-597	0,1-1
Gasóleo	73-74,1	3	0,6
Gasóleo maquinaria móvil ⁽¹⁾	3.160	26,1-175,0	127,0-136,5
Gas manufacturado	52	1	0,1
G.L.P.	63,1-65	0,9	0,1
Hulla y antracita	114,35	10	1,5
Madera/Res. de madera	-	30	4

Fuente: Guía IPCC 2006, cap. 2, vol. 2

⁽¹⁾ Fuente: Guía EMEP/EEA 2019 (concretamente para el sector de maquinaria móvil 1A2gvii)

Nota: El rango de factores de CO₂ indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado

3.6.3 Incertidumbre y coherencia temporal

En la tabla siguiente, se recogen las incertidumbres calculadas para esta categoría.

Tabla 3.6.12. Incertidumbres de la categoría Combustión estacionaria en la industria (1A2)

Gas	Combustible	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	Sólidos	5	15,1	En el caso del CO ₂ , las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1A2.
	Líquidos	10	3,2	<u>Variable de actividad</u> : El valor se calcula según la Guía IPCC 2006.
	Gaseosos	5	1,5	<u>Factor de emisión</u> : Se calcula como combinación de las incertidumbres del factor de oxidación y del contenido de carbono.
CH ₄	-	5	233	En el caso del CH ₄ y N ₂ O, las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1A2.
N ₂ O	-	5	275	<u>Variable de actividad</u> : El valor se calcula según la Guía IPCC 2006.
				<u>Factor de emisión</u> : Se calcula con los intervalos de confianza de los factores de emisión de todos los combustibles que intervienen según la Guía IPCC 2006, Volumen 2: Energía, Capítulo 2 Combustión estacionaria, tabla 2.3 y se toma el valor mayor.

Respecto a la coherencia temporal de la variable de actividad, se asume que la parte dominante de la combustión industrial tiene asociada un aceptable grado de coherencia, al provenir la información sobre los consumos de combustibles de fuentes homogéneas con un alto grado de cobertura sectorial, incluso a nivel individualizado de planta en algunos casos.

3.6.4 Control de calidad y verificación

Dentro de las actividades de control de calidad se ha realizado el contraste de la información sobre variables de actividad, tanto en los sectores en que se obtiene la información vía cuestionario individualizado (siderurgia integral, fabricación de aluminio primario, producción de pasta de papel, fabricación de vidrio) como en aquellos en que la información facilitada por las asociaciones empresariales relevantes viene desglosada por provincia (como por ejemplo cemento, cal, ladrillos y tejas).

Para los primeros se analizan tanto los datos sobre cantidades de combustibles consumidas como las características específicas de los mismos para cada planta; mientras que, en los segundos, se hace especial hincapié en la coherencia de las series de consumos, estudiándose en su caso los posibles valores atípicos. Adicionalmente, para determinadas actividades, especialmente de la industria metalúrgica, se han cotejado los requerimientos energéticos por unidad de producto fabricado referidos en la literatura (BREF de IPPC y EMEP/EEA) con las ratios empíricas resultantes de la explotación de la información de base del Inventario, y en caso de existir discrepancias notables se han investigado las causas potenciales y, eventualmente, revisado las series de consumo energéticos.

En el sector de fabricación de cal se ha empleado la información de CO₂ certificado dentro del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (EU ETS), cuando ha estado disponible. La asociación empresarial (ANCADE) facilita la información agregada de las empresas no asociadas. Esta información ha sido contrastada y completada, en su caso, con la proveniente de EU ETS.

Para el sector de fabricación de clínker de cemento, se ha utilizado la información de CO₂ certificado para obtener características (poderes caloríficos y contenidos de carbono) de combustibles no estándar (principalmente residuos valorizados energéticamente) utilizados en esta actividad.

3.6.5 Realización de nuevos cálculos

Al tratarse de un sector tan amplio, son diversos los recálculos realizados y por distintos motivos. A continuación, se citan los que han tenido una mayor repercusión en el sector.

- El recálculo del balance para todo el periodo del Inventario produce un recálculo en el sector 1A2, en cuanto a consumo se refiere, debido al aporte de información que recibe del balance (ver figura 3.6.2). En esta edición destaca el recálculo debido a un afinamiento en la sectorización del consumo de combustibles suministrada por el IDAE en relación con la cogeneración y que se utiliza para desagregar y complementar la información de las estadísticas oficiales (ver Anexo 2)
- Dentro de la subcategoría 1A2a – Hierro y acero, destaca la corrección de un error en el año 2020 en los consumos registrados de coque de horno de coque.
- Dentro de la subcategoría 1A2f – Metales no metálicos, recálculos debidos a la corrección de pequeños errores y la reubicación de emisiones de cogeneración de cerámica, ladrillos y tejas que erróneamente estaban asignadas en la subcategoría 1A2gv.

Como se ha mencionado en la introducción y en el anexo 2, los totales de consumos convergen, si bien en los repartos por categorías éstos pueden divergir, por ajustes del balance. MITECO, como fuente de información, elabora sus datos anualmente y cuando existe un cambio de metodología no recalcula toda la serie, como sí se hace en el caso del Inventario Nacional. Sin embargo, en los últimos años de la serie la convergencia entre Inventario y MITECO es cada vez mayor.

Las emisiones están calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report²⁴.

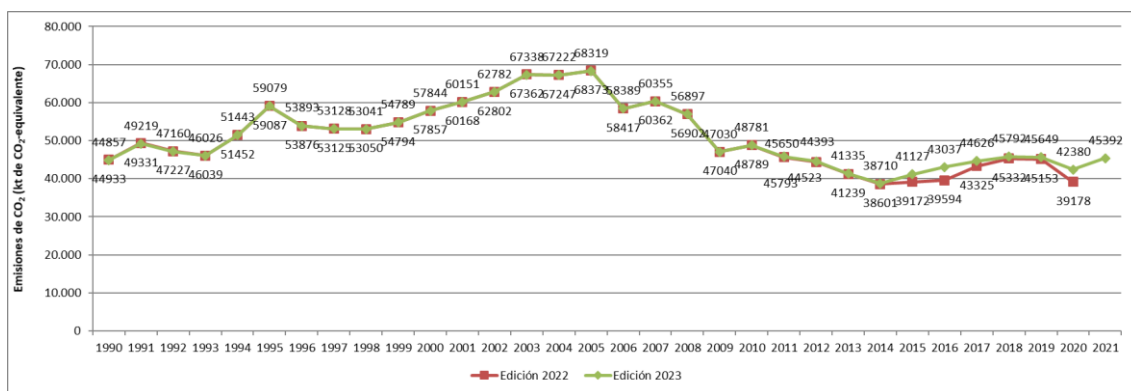


Figura 3.6.19. Emisiones de CO₂ en la categoría combustión estacionaria en la industria (1A2). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

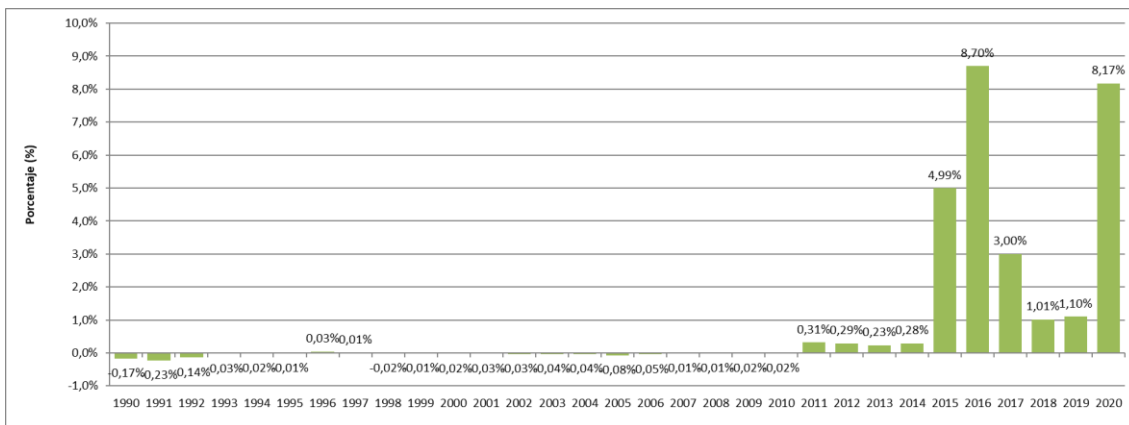


Figura 3.6.20. Diferencia porcentual de emisiones de CO₂ (1A2). Edición 2023 vs. edición 2022

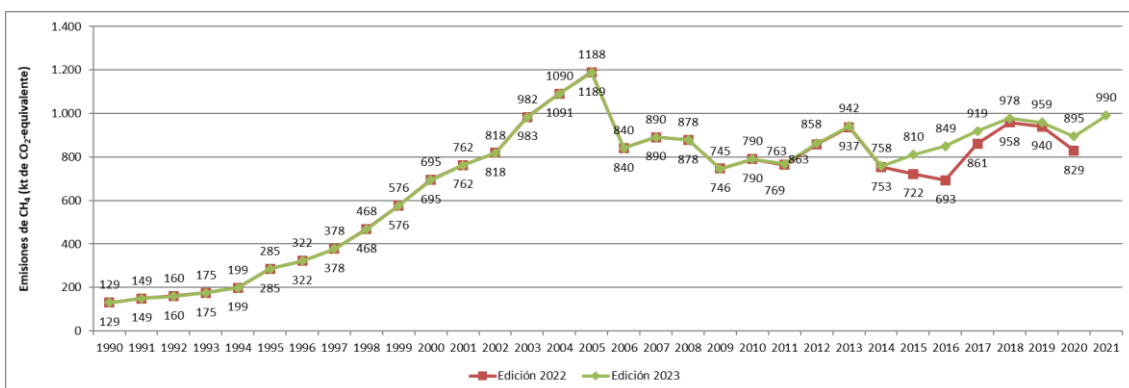


Figura 3.6.21. Emisiones de CH₄ en la categoría combustión estacionaria en la industria (1A2). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

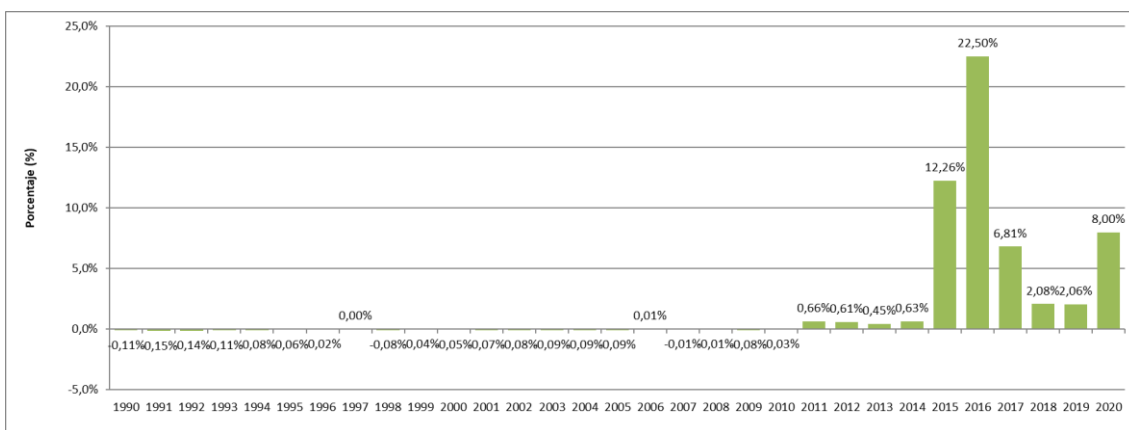


Figura 3.6.22. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (1A2). Edición 2023 vs. edición 2022

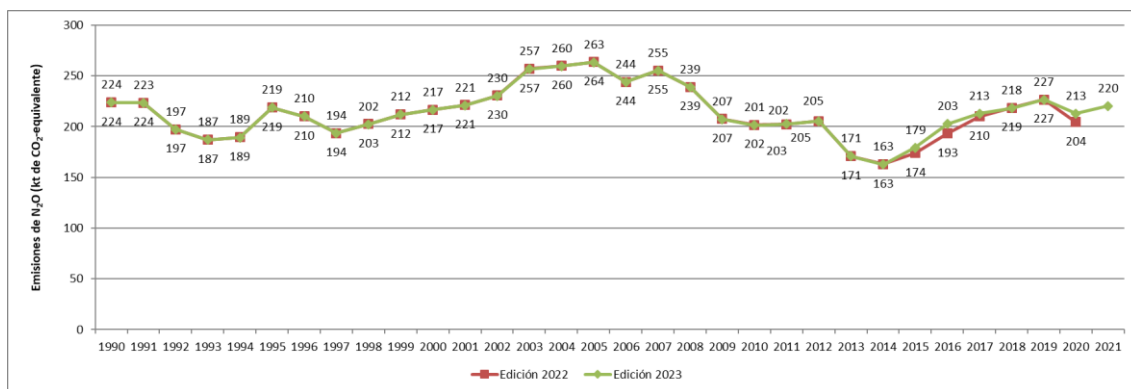


Figura 3.6.23. Emisiones de N₂O en la categoría combustión estacionaria en la industria (1A2). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

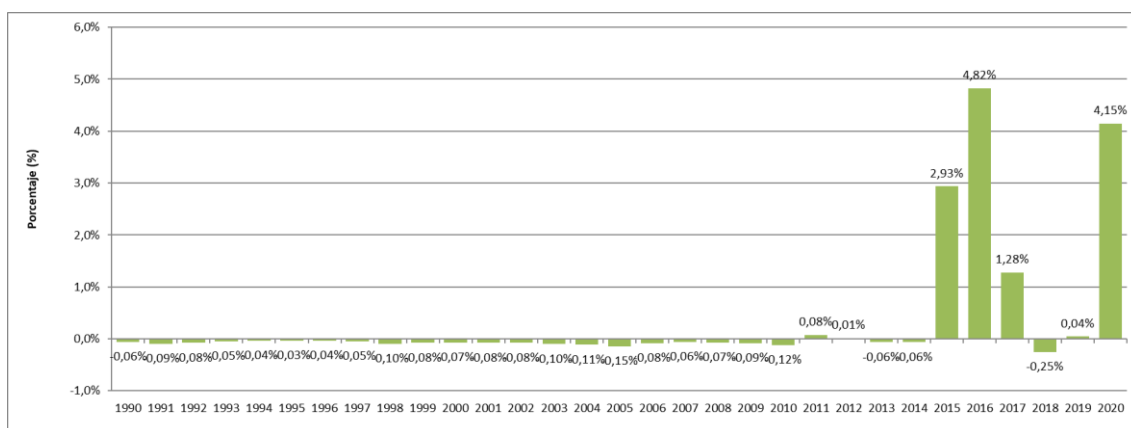


Figura 3.6.24. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (1A2). Edición 2023 vs. edición 2022

3.6.6 Planes de mejora

No se prevén planes de mejora.

3.7 Tráfico aéreo nacional (1A3a)

3.7.1 Descripción de la actividad

En esta categoría se recogen las actividades de transporte efectuadas por las aeronaves civiles en el ámbito nacional, incluyendo dos tipos de operaciones:

- Los ciclos de aterrizaje-despegue (CAD) realizados en los aeropuertos. Los CAD incluyen las operaciones de aterrizaje (por debajo de 1000 m de altura), las maniobras que realiza el avión hasta llegar al punto de desembarque, las maniobras que realiza el avión desde el punto de embarque hasta la cabecera de pista, y el despegue (de nuevo hasta alcanzar los 1000 m de altura).
- La navegación de crucero.

Las emisiones correspondientes a la aviación internacional se computan como *memo ítem* y no se incluyen en los totales nacionales.

Esta categoría es considerada como categoría clave del Inventario Nacional en relación con el CO₂, según el análisis de la tabla 3.1.4.

En la tabla 3.7.1 se muestran las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O correspondientes a esta categoría.

Tabla 3.7.1. Emisiones por gas de la categoría de tráfico aéreo nacional (1A3a) (cifras en kt)

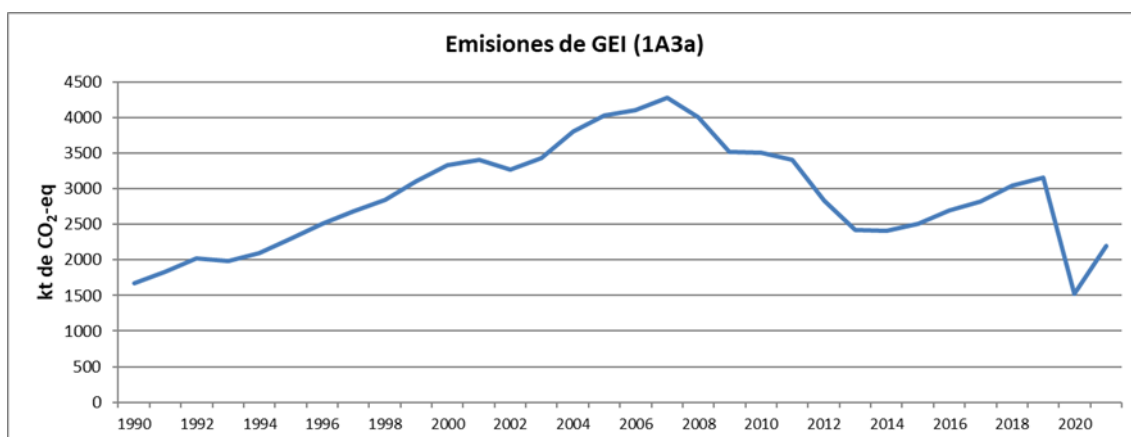
	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂	1.655	3.998	3.483	2.487	3.127	1.516	2.175
CH₄	0,03	0,06	0,05	0,04	0,05	0,02	0,03
N₂O	0,04	0,11	0,09	0,07	0,08	0,04	0,06

En la tabla 3.7.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones de los tres gases en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector Energía.

Tabla 3.7.2. Emisiones de CO₂-eq de la categoría de tráfico aéreo nacional (1A3a): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	1.667	4.029	3.509	2.506	3.151	1.527	2.191
Variación % vs. 1990	100 %	241,6 %	210,5 %	150,3 %	189,0 %	91,6 %	131,4 %
1A3a / INV (CO ₂ -eq)	0,6 %	0,9 %	1,0 %	0,8 %	1,0 %	0,6 %	0,8 %
1A3a / Energía (CO ₂ -eq)	0,8 %	1,2 %	1,3 %	1,0 %	1,3 %	0,8 %	1,0 %

En cuanto a la tendencia de las emisiones, destaca el incremento sostenido de la variable de actividad, alterada por ligeras bajadas los años 1993 y 2002 y un prolongado descenso desde 2007 hasta 2014. La crisis económica nacional en el año 1993 y desde 2007 es la causa principal de las bajadas en esos años. Sin embargo, en el caso del año 2002, el motivo es el impacto de los atentados terroristas en Estados Unidos de septiembre de 2001. A partir del año 2015 se aprecia un repunte de las emisiones totales de gases de efecto invernadero que supone un incremento interanual medio en torno al 5 % para los siguientes cuatro años. En el año 2020 se produce una caída en las emisiones del 51,5 %, debido a las fuertes restricciones de movilidad provocadas por la crisis sanitaria de la COVID-19. En 2021 las emisiones aumentan un 43,4 %, si bien se observa que claramente aún están lejos de alcanzar los niveles de 2019.

**Figura 3.7.1. Emisiones de CO₂-eq de la categoría transporte aéreo nacional (1A3a)**

3.7.2 Metodología

El cálculo de los consumos y emisiones se realiza mediante el modelo desarrollado por EUROCONTROL (Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea). El modelo FEIS (*Aviation Fuel Burn and Emissions Inventory System Procedure*) ha sido desarrollado por EUROCONTROL para la Agencia Europea de Medio Ambiente.

El modelo de estimación propuesto por EUROCONTROL proporciona las estimaciones de la cantidad total de combustible consumido por las aeronaves propulsadas por turborreactores o turbohélices que, durante cada año, realizan vuelos con salida o destino de un aeropuerto o aeródromo situado en el territorio cubierto por EUROCONTROL. Se considera que esta metodología se corresponde con un enfoque de nivel 3 según la Guía IPCC 2006 (apdo. 3.6.1.1, cap. 3, vol. 2).

Como la información sobre la trayectoria seguida por una aeronave cuando está por debajo de los 3.000 pies (1.000 m) generalmente no está disponible, el cálculo utilizado en el procedimiento FEIS se considera una mezcla de los enfoques de nivel 3A y 3B de acuerdo con la Guía EMEP/EEA 2019. De esta manera, es preciso distinguir entre los niveles y las fuentes que se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 3.7.3. Enfoque de cálculo del procedimiento FEIS

	Nivel	Base de datos	Descripción de la fuente
Crucero	T3B	PRISME	Segmentos de vuelo. Corrección del plan de vuelo para cada trayectoria.
CAD	T3A	ICAO CODA	Tiempos de taxi (entrada y salida). Análisis de retrasos.

El sistema desarrollado por EUROCONTROL recoge exclusivamente aquellos vuelos guiados por Reglas de Vuelo Instrumental²⁵ (no contabiliza los vuelos operados con Reglas de Vuelo Visual) y excluye además todos los vuelos operados como militares o los relativos a operaciones especiales.

La actualización a la metodología de EUROCONTROL, se ha realizado para las aeronaves cuyo combustible es el queroseno y, desde la edición de 2019, para las aeronaves que consumen gasolina de aviación (equipos de motor a pistón). Dado que gran parte de los vuelos realizados por este tipo de aeronaves se rige por reglas de vuelo visual, el modelo ha sido ampliado para alinear los consumos de gasolina de aviación con los obtenidos a partir de las estadísticas nacionales de energía proporcionadas por MITECO.

3.7.2.1 Variables de actividad

Las fuentes de información disponibles sobre tráfico aéreo son:

- Los datos proporcionados por EUROCONTROL relativos a vuelos con salida y entrada de aeropuertos españoles civiles para el periodo 2005-2021. Este registro proporciona los orígenes y destinos de los vuelos realizados con lo que es posible identificar en ellos los consumos y emisiones que son aplicables por aeropuerto en cada segmento de tráfico aéreo (nacional o internacional) y para cada etapa de vuelo definida (CAD y crucero).
- Los cuestionarios anuales elaborados por el punto focal (MITECO) para su remisión a EUROSTAT y la AIE, que proporcionan el consumo de combustible en el tráfico aéreo para los años 1990-2021.

²⁵ Las reglas de vuelo instrumental (IFR, por sus siglas en inglés) son el conjunto de normas y procedimientos contemplados en el Reglamento de Circulación Aérea que regulan el vuelo de aeronaves con base en el uso de instrumentos para la navegación. En el caso de las reglas de vuelo visual (VFR por sus siglas en inglés), el piloto dirige la aeronave, navega y mantiene la separación de seguridad de cualquier obstáculo con la única ayuda de la observación visual.

Consumo de combustible

El modelo FEIS de EUROCONTROL, empleado para las estimaciones de consumo y emisiones de combustibles de aviación, aporta directamente los datos estimados con origen y destino en territorio nacional (período 2005-2021). Para el cálculo de estas estimaciones, básicamente considera entre otros parámetros los siguientes:

- información sobre aeropuertos: la estimación de los tiempos de operación en cada fase del ciclo de aterrizaje-despegue (CAD, LTO en inglés) y la estimación de los tiempos de taxi, característicos de cada aeropuerto,
- la caracterización de aeronaves y su equipamiento de motores permitiendo la asociación entre cada modelo de aeronave y las clases de motores registradas en las diferentes bases de datos empleadas, entre otras, ICAO²⁶ y FOI²⁷,
- información relativa al vuelo, que se refiere a la identificación del mismo mediante el código de vuelo, los aeropuertos de origen y destino, y la trayectoria del vuelo segmento por segmento durante la fase de crucero, y
- datos atmosféricos (presión, temperatura y humedad relativa) que son dados a partir de funciones de altitud.

La estimación del combustible consumido para cada segmento de tráfico aéreo (nacional vs. internacional) se elabora mediante un procedimiento *bottom-up*, basado en los movimientos registrados y tipología de la flota de aeronaves.

El cálculo de los consumos (emisiones) imputables a los CAD en tráfico aéreo (nacional e internacional) se efectúa a partir de la cantidad de combustible consumido durante cada ciclo de aterrizaje o despegue (CAD) agregando los consumos (emisiones) estimados para cada fase del ciclo a partir de los consumos específicos (factores de emisión) por aeronave. Para asignar unas ratios de consumo por aeronave el modelo pondera los factores de la base de datos de ICAO y de FOI de motores, ajustados a los empujes y tiempo de ejecución estimados para cada fase, según la configuración de motores (número, modelos y representatividad) estimada para ese tipo de aeronave.

En la tabla 3.7.4 se proporciona el número de CAD anual asignados al segmento nacional²⁸.

Tabla 3.7.4. Número de CAD en tráfico aéreo nacional (1A3a)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Número de CAD	310.023	599.217	552.740	391.304	497.533	288.199	384.320

El consumo (y emisiones) atribuido a la navegación de crucero se calcula mediante el llamado AEM (*Advanced Emissions Model*) que, para cada vuelo y cada tipo de aeronave, utiliza los llamados segmentos de vuelo (distancia exacta entre dos puntos consecutivos del recorrido) que definen la trayectoria del vuelo en cuestión, para calcular así la masa de combustible consumido. El factor de consumo (emisión) aplicado para cada una de estas aeronaves viene determinado a partir de los factores para las distintas aeronaves tipo.

En lo que se refiere a las estimaciones de queroseno, los consumos obtenidos a partir del modelo de EUROCONTROL para 2005-2021, son muy similares a los que figuran en las estadísticas nacionales del sector de la aviación para ese período. Para el período 1990-2004 en el que no se dispone de estimaciones por parte de EUROCONTROL, se ha aplicado un ajuste de regresión entre los datos de consumo de EUROCONTROL y los datos estadísticos de los cuestionarios anuales elaborados por el punto focal (MITECO) para su remisión a

²⁶ ICAO: *International Civil Aviation Organization*

²⁷ FOI: Agencia sueca de investigación de la defensa

²⁸ En la estadística de movimientos de aeronaves no se recogen los movimientos correspondientes a aeronaves militares y de Estado.

EUROSTAT y la AIE. Este ajuste, basado en el promedio de la diferencia para los 12 años más cercanos al 2004, se ha realizado para el total de consumo de queroseno, mientras que los factores de consumo y emisión diferenciados para cada aeropuerto por fase de vuelo, provienen de los recogidos para el año más próximo con información detallada (2005), como año de referencia para la identificación de consumos y emisiones teniendo en consideración los años de entrada en servicio o baja de los diferentes aeropuertos españoles²⁹.

Las figuras a continuación reflejan, en el primer caso, la comparación entre consumo total (incluyendo tráfico aéreo nacional e internacional) de queroseno proporcionado por EUROCONTROL respecto al aportado por los cuestionarios internacionales y, en la gráfica contigua, el resultado del ajuste realizado para el consumo total de queroseno:

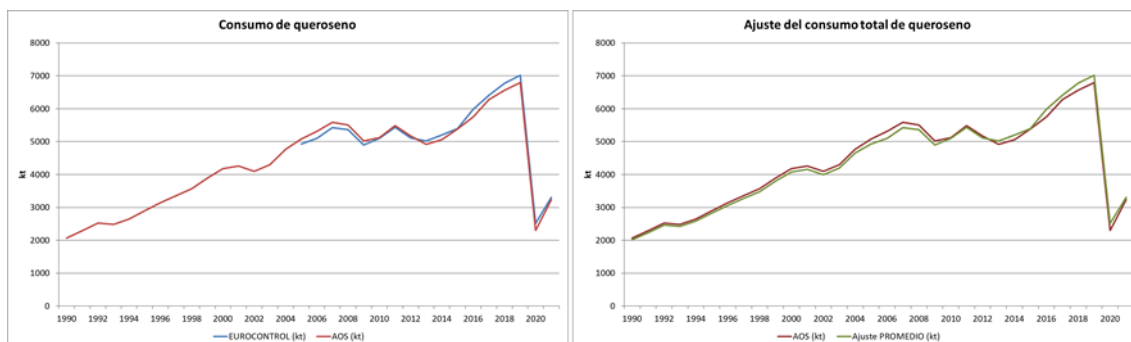


Figura 3.7.2. Ajuste del consumo total de queroseno de aviación para el periodo 1990-2004

En las estimaciones para los motores de pistón que consumen gasolina de aviación, como se ha comentado con anterioridad, este ajuste se ha realizado elevando los datos de consumo de gasolina de aviación de EUROCONTROL hasta los de la estadística nacional de energía proporcionada por MITECO, por las elevadas discrepancias encontradas, al tratarse de vuelos en gran parte regidos por VFR.

En la tabla 3.7.5 se presentan los consumos de combustibles finales para la categoría de tráfico aéreo civil nacional, expresados en términos de energía, con distinción por fase de vuelo (TJ de poder calorífico inferior).

Tabla 3.7.5. Consumo de combustibles de la categoría de tráfico aéreo nacional (1A3a) (cifras en TJ_{PCI})

Combustible	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Gasolina aviación, de la cual	379	296	229	133	170	141	177
CAD	37	29	27	14	17	14	18
Crucero	341	267	202	120	152	127	159
Queroseno aviación, del cual	22.326	54.548	47.542	33.978	42.721	20.652	29.651
CAD	5.140	12.561	10.670	7.455	9.318	4.433	6.256
Crucero	17.187	41.987	36.872	26.522	33.403	16.219	23.395
TOTAL	22.705	54.844	47.771	34.111	42.891	20.794	29.827

La evolución temporal de los movimientos de aeronaves tiene su claro reflejo en el consumo de combustible, aunque el paralelismo entre ambas series muestre distorsiones mínimas, básicamente debidas al cambio en la composición de la flota (mejoras tecnológicas) y en la matriz origen destino.

²⁹ Esta aclaración se realiza siguiendo la recomendación de la revisión anual de UNFCCC de 2019 (ID# E.17) cuyo informe final de revisión puede consultarse en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2019_ESP.pdf.

En la figura 3.7.3 se presenta la comparación entre la evolución de los consumos estimados de combustibles de aviación en unidades energéticas (TJ) de poder calorífico inferior y el número de CAD de aeronaves, para tráfico nacional.



Figura 3.7.3. Evolución del consumo de combustibles y número de CAD para tráfico aéreo nacional (1A3a)

3.7.2.2 Factores de emisión

La estimación de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O para el queroseno de aviación se lleva a cabo mediante el modelo de EUROCONTROL (periodo 2005-2021). Para el resto de los años de la serie en los que no se dispone de datos de EUROCONTROL, las estimaciones se realizan mediante un ajuste de regresión por fase de vuelo y gas.

Información adicional sobre la metodología aplicada (EUROCONTROL) puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Transporte aéreo](#).

3.7.3 Incertidumbre y coherencia temporal

En la tabla siguiente, se recogen las incertidumbres calculadas para esta categoría.

Tabla 3.7.6. Incertidumbres asociadas a la categoría de transporte aéreo (1A3a)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	15	5	Para todos los gases, las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1A3a. <u>Variable de actividad</u> : Según la clasificación de la Guía IPCC 2006, se considera que los consumos estimados de estos combustibles proceden de un "sistema desarrollado"; para el periodo 2005-2017 y menos desarrollado para el resto de la serie. Por tal motivo, se ha tomado un coeficiente de incertidumbre del 15%. <u>Factores de emisión</u> : se calcula con las incertidumbres propuestas en la Guía IPCC 2006.
CH ₄		100	
N ₂ O		150	

Con relación a la coherencia temporal de las series, se distinguen dos subperiodos bien diferenciados, desde el punto de vista de la metodología aplicada (periodos 1990-2004 y 2005-2021) dependiendo del grado de desagregación disponible en los datos de actividad. El procedimiento de determinación del consumo y emisiones para los primeros años inventariados proviene del ajuste comentado en el epígrafe 3.7.2.1 de este capítulo. Por lo tanto, la serie se considera coherente.

3.7.4 Control de calidad y verificación

Dentro de las actividades de control de calidad se ha realizado el contraste de la información sobre variables de actividad, especialmente entre los dos periodos diferenciados.

Para el periodo en el que se dispone de datos con mayor grado de segregación, se han analizado tanto los datos sobre cantidad de combustible consumido como su coherencia con las cifras de los cuestionarios internacionales.

3.7.5 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición del Inventario Nacional no se ha realizado ningún nuevo cálculo para esta categoría.

3.7.6 Planes de mejora

No se prevén planes específicos de mejora en esta actividad del Inventario Nacional, más allá de los cambios que permitan mantener la alineación con la metodología establecida por EUROCONTROL, aplicando todos los nuevos ajustes y mejoras propuestos en el modelo.

3.8 Transporte por carretera (1A3b)

3.8.1 Descripción de la actividad

En esta categoría se contemplan las emisiones de gases de efecto invernadero debidas al tráfico de vehículos automóviles cuya finalidad principal es el transporte por carretera de viajeros o mercancías. No se incluyen aquí los vehículos que, aunque realizan o pueden realizar un servicio de transporte, se clasifican y utilizan preferentemente como maquinaria de uso industrial o agroforestal (estos vehículos son objeto de tratamiento en las categorías 1A2gvii y 1A4cii respectivamente).

Esta categoría es clave en el Inventario Nacional en relación con el CO₂ y el consumo de gasóleo, gasolina y “otros combustibles fósiles”, según el análisis de la tabla 3.1.4. La fuente de emisión de gases de efecto invernadero de esta categoría es el consumo de combustibles: gasolina, gasóleo (incluyendo para ambos sus correspondientes biocarburantes), gas natural y gases licuados del petróleo. Las emisiones de CO₂ debidas al gasóleo en el transporte por carretera constituyen la categoría clave número 1 por su contribución al nivel (21,6% del total del Inventario), y las emisiones de CO₂ debidas a la gasolina en el transporte por carretera constituyen la categoría clave número 5 por su contribución al nivel (5,5% del total del Inventario).

En la tabla 3.8.1 se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero de esta categoría mientras que en la tabla 3.8.2 se complementa la información anterior expresando las emisiones en unidades de CO₂-eq. Asimismo, en esa tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq y las contribuciones de las emisiones de esta categoría sobre las del total del Inventario Nacional y del sector Energía.

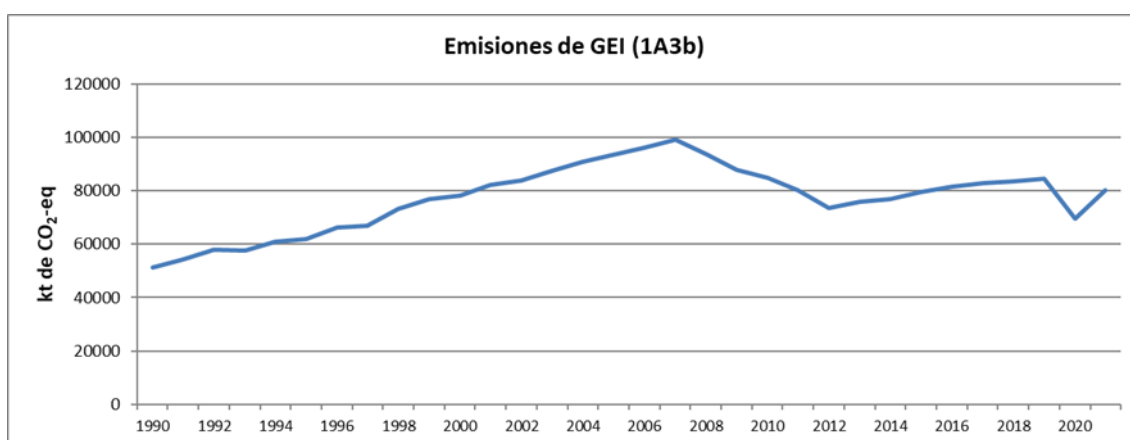
Tabla 3.8.1. Emisiones por gas de la categoría de transporte por carretera (1A3b) (cifras en kt)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂	50.429	92.419	83.796	78.689	83.615	68.797	79.283
CH₄	15,91	8,53	5,44	3,97	4,15	3,26	4,01
N₂O	1,56	2,88	2,77	2,74	3,08	2,60	2,95

Tabla 3.8.2. Emisiones de CO₂-eq de la categoría de transporte por carretera (1A3b): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	51.287	93.422	84.682	79.525	84.548	69.579	80.178
Variación % vs. 1990	100,0 %	182,2 %	161,5 %	155,1 %	164,9 %	135,7 %	156,3 %
1A3b / INV (CO ₂ -eq)	17,8 %	21,3 %	23,9%	23,8 %	27,3%	25,6 %	27,8 %
1A3b / Energía (CO ₂ -eq)	24,1 %	27,1 %	31,9%	31,3 %	35,8%	34,8 %	37,1 %

En la tabla 3.8.2 y en la gráfica siguiente, se observa un crecimiento sostenido de las emisiones de gases de efecto invernadero hasta 2007, máximo de la serie. A partir de ese momento las emisiones disminuyen hasta 2012, principalmente debido a la crisis económica española. Desde 2013 en adelante, nuevamente se observa un aumento sostenido de las emisiones. En 2020 las emisiones de gases de efecto invernadero descienden un 17 % debido a la pandemia de COVID-19. En 2021 las emisiones aumentan un 15 % con respecto a 2020.

**Figura 3.8.1. Emisiones de CO₂-eq de la categoría transporte por carretera (1A3b)**

Las emisiones de CO₂ asociadas al consumo de gasolina muestran una pauta de decrecimiento constante desde 1998 hasta 2014 a partir del cual se aprecia una ligera recuperación. Por el contrario, las del gasóleo han crecido ininterrumpidamente entre 1990 y 2007, año a partir del cual se produce un descenso del consumo hasta que comienza a repuntar de nuevo a partir de 2013 manteniéndose en valores muy similares durante los últimos años. En 2020 las emisiones debidas a ambos combustibles descienden debido a las restricciones a la movilidad impuestas a raíz de la pandemia de COVID-19. En 2021 aumentan de nuevo, si bien no alcanzan los niveles de 2019.

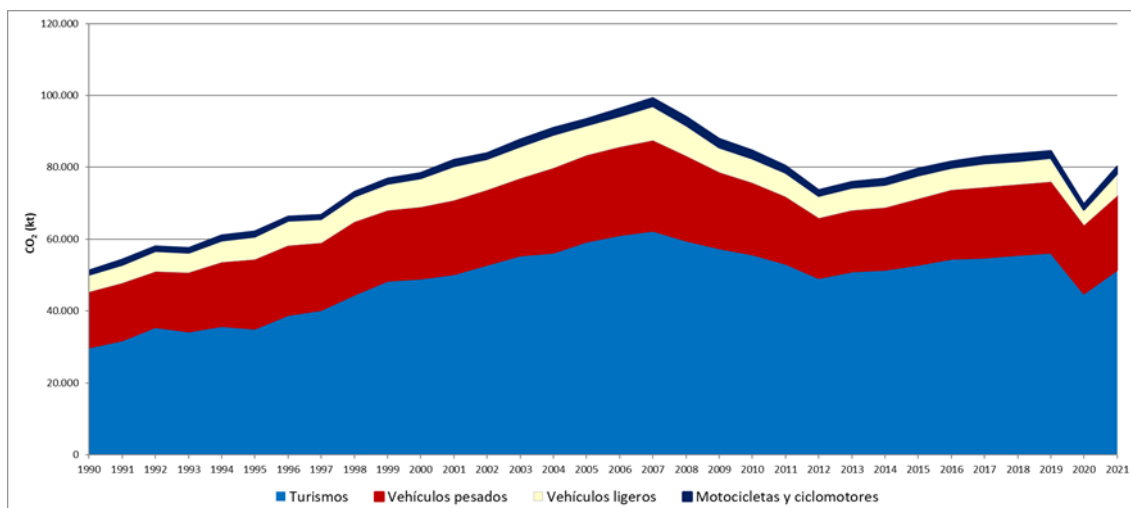
Tabla 3.8.3. Emisiones de CO₂ de la categoría de transporte por carretera (1A3b) para los combustibles mayoritarios (cifras en kt)

Combustible	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Gasóleo	24.706	69.340	66.648	64.597	66.592	55.174	62.525
Gasolina	25.639	22.854	16.727	13.650	16.170	12.823	15.791

Las emisiones de CO₂-eq desglosadas por categoría de vehículos según la Guía EMEP/EEA 2019 se presentan en la tabla 3.8.4 y en la figura 3.8.2.

Tabla 3.8.4. Emisiones de CO₂-eq de la categoría de transporte por carretera (1A3b) por categoría de vehículos (kt)

Año	Turismos	Vehículos pesados	Vehículos ligeros	Motocicletas y ciclomotores	Total
1990	29.860	15.385	4.923	1.119	51.287
2005	59.274	24.138	8.260	1.750	93.422
2010	55.812	19.880	6.841	2.149	84.682
2015	52.890	18.394	6.539	1.703	79.525
2019	56.296	19.710	6.657	1.885	84.548
2020	44.861	18.965	4.389	1.363	69.579
2021	51.557	20.380	6.459	1.783	80.178

**Figura 3.8.2. Emisiones de CO₂-eq de la categoría de transporte por carretera (1A3b) por categoría de vehículos (kt)**

3.8.2 Metodología

El cálculo de las emisiones de los gases de efecto invernadero en esta categoría se realiza basándose en la metodología presentada en la Guía EMEP/EEA 2019 (versión de octubre 2021), coherente con la utilizada en la estimación de emisiones de contaminantes atmosféricos que debe reportar el Inventario Nacional. El enfoque seguido para el CO₂, asumiendo que todo el contenido de carbono de los combustibles se oxida y se emite como CO₂, corresponde con un enfoque de nivel 2 según el árbol de decisión de la guía IPCC 2006 ya que se utilizan factores de emisión considerados como específicos del país. Para el CH₄ y el N₂O se sigue un enfoque de nivel 3 según la Guía EMEP/EEA 2019 (octubre 2021), dado que estas emisiones dependen de las distancias recorridas y de la tecnología del vehículo.

En la pasada edición del Inventario Nacional se actualizó la metodología de transporte por carretera. Por un lado, se modificaron las variables de actividad, actualizando la serie histórica del parque de vehículos, incorporando estudios de parque circulante más recientes, y actualizando la serie de recorridos totales considerados. Por otro lado, se desarrolló una herramienta propia de cálculo de emisiones que aplica la metodología descrita por la Guía EMEP/EEA 2019. Esta herramienta permite realizar el cálculo a nivel provincial, así como la integración de este sector en la herramienta de cálculo global de emisiones que emplea el equipo del Inventario para realizar todas las estimaciones tanto de consumos como de emisiones, elaborar los reportes, llevar a cabo los controles de calidad, etc.

En la presente edición del Inventario Nacional se ha actualizado la serie de consumo de gas natural en el periodo 2018-2020 debido a la disponibilidad de nueva información. Además, se ha actualizado el valor del PCI del GLP en toda la serie histórica, después de haber realizado un trabajo de revisión del dato utilizado en ediciones pasadas.

3.8.2.1 Variables de actividad

Las principales variables de actividad utilizadas en el cálculo de las emisiones del tráfico rodado se agrupan en cuatro categorías:

- El consumo de combustibles.
- El parque registrado de vehículos.
- Los recorridos realizados.
- La distribución de recorridos por clase de vehículo y pauta de conducción.
- Velocidades medias y otros parámetros.

3.8.2.1.1 Consumo de combustibles

El consumo de combustibles para el cálculo de las emisiones proviene de los cuestionarios anuales elaborados por el punto focal (MITECO) para su remisión a EUROSTAT y la AIE.

Cabe mencionar que, en dichos cuestionarios, hasta el año 2011, todo el consumo de gasóleo y gasolina de automoción (y sus respectivos componentes biogénicos) se adjudicaba a *Road*, coincidiendo por tanto con el *Total final energy consumption*. Sin embargo, ese consumo energético total final se desglosa en otros sectores además del de carretera a partir de 2012. De esta manera, hasta el año 2012 el Inventario asigna al transporte por carretera el *Total final energy consumption*, descontando el consumo de gasóleo de automoción necesario para la maquinaria móvil industrial, actividad encuadrada dentro de la categoría 1A2gvii, estimado según el procedimiento descrito en el apartado correspondiente de este capítulo, y que de no descontarse aquí se contabilizaría dos veces. A partir del año 2013, en el Inventario se toma el valor del consumo de gasóleo de automoción de la fila *Road*³⁰.

El consumo total de combustibles en el sector de carretera ha experimentado un crecimiento continuado hasta 2007, seguido de un descenso como consecuencia del impacto de la crisis económica, para empezar a repuntar desde el año 2012. En el año 2020 se observa un fuerte descenso del consumo, debido a las restricciones a la movilidad impuestas a raíz de la pandemia de COVID-19, mientras que en 2021 el consumo aumenta un 14 % con respecto a 2020. Esta evolución, que se muestra en la gráfica a continuación, es coherente con la tendencia de las emisiones comentada anteriormente.

En el mismo gráfico, se puede observar que, continuando con el seguimiento de las instrucciones recibidas en el marco del Grupo de Trabajo Europeo, se ha llevado a cabo el desglose de la fracción de carbono fósil del biodiésel (FAME), considerando esta fracción como un combustible independiente y reportándola en el epígrafe “Otros combustibles fósiles” en las tablas CRF.

³⁰ El informe final de la revisión de la UNFCCC (ARR por sus siglas en inglés) puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2015/arr/esp.pdf>

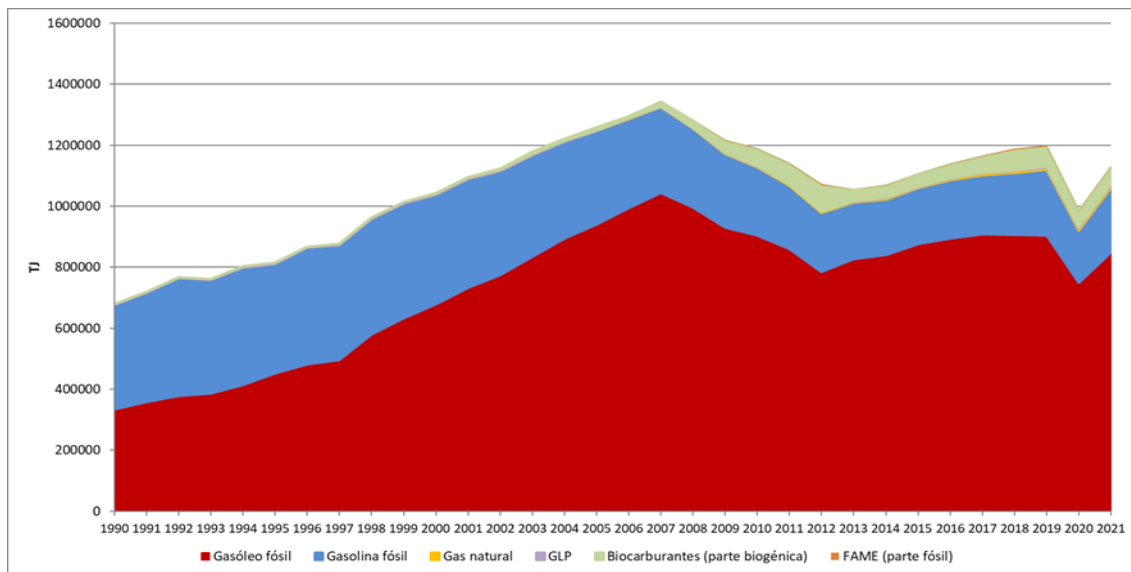


Figura 3.8.3. Consumo de combustibles de la categoría de transporte por carretera (1A3b) (cifras en TJ_{PCI})

A continuación, se presenta un análisis diferenciado según combustibles.

- **Gasolina y gasóleo fósiles**

Distinguiendo por tipo de combustible, destaca el crecimiento del consumo de gasóleo, que ha pasado de los 335 PJ en el año 1990 a 848 PJ en 2021. Por su parte, la gasolina muestra un descenso sostenido a partir de 1998 que se estabiliza en valores cercanos a los 200 PJ a partir del año 2010, recuperándose ligeramente a partir de 2015. En el año 1990 había un reparto prácticamente igualitario, mientras que, en los últimos años, el gasóleo representa las tres cuartas partes del consumo total, como puede verse en la figura 3.8.4.

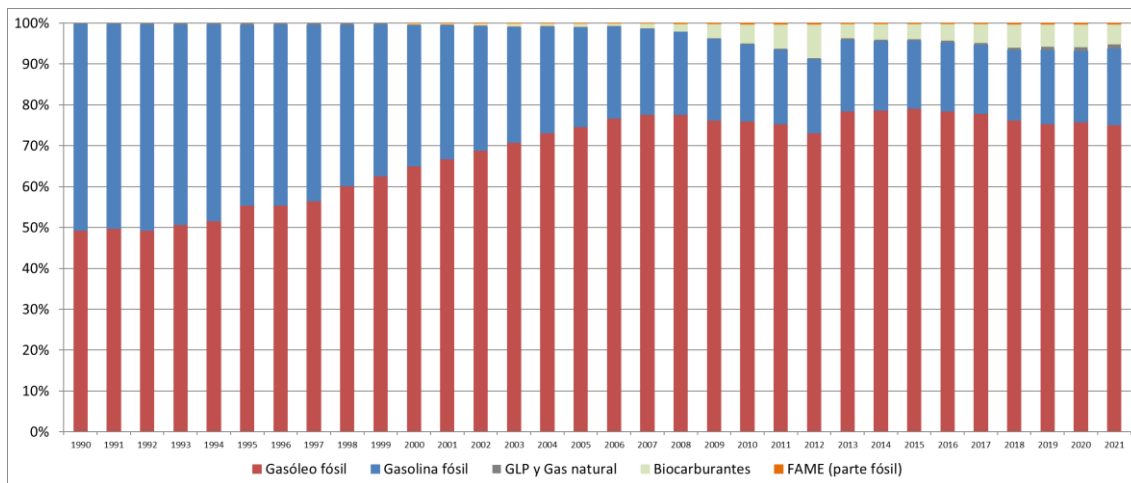


Figura 3.8.4. Consumo relativo de combustibles de la categoría de transporte por carretera (1A3b), sobre base TJ_{PCI}

Se puede apreciar que, a partir del año 2015 el consumo de gasóleo cede parte de su participación en el total a expensas, por una parte, del ligero aumento del consumo de gasolina, especialmente en los últimos años, y, por otra, del mínimo pero sostenido crecimiento de otros combustibles como el GLP y el gas natural.

- **Gas natural**

Siguiendo las recomendaciones de la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017³¹, el cálculo de la serie completa de consumo de gas natural se ha realizado a partir de la serie de consumos de gas natural para el periodo 2010--2021 en el transporte por carretera facilitada por GASNAM (Asociación Española de Gas Natural para la Movilidad). En la presente edición se ha actualizado el consumo de gas natural del periodo 2018-2020, procedente de los datos de venta de las distribuidoras de gas natural. El periodo 2010-2017 se estima a partir de la información histórica sobre flotas de vehículos propulsados con gas natural y del consumo medio aproximado por tipo de vehículo, lo que permite estimar la serie de consumos. El periodo anterior a 2009 se obtiene extrapolando la serie de consumos con la tendencia de la flota de vehículos de gas natural existente en ese periodo.

La figura 3.8.5 muestra la tendencia seguida por el consumo de gas natural en transporte por carretera. Claramente se observa una tendencia ascendente con un repunte en el último año en el que se alcanza un valor de 9.205 TJ.

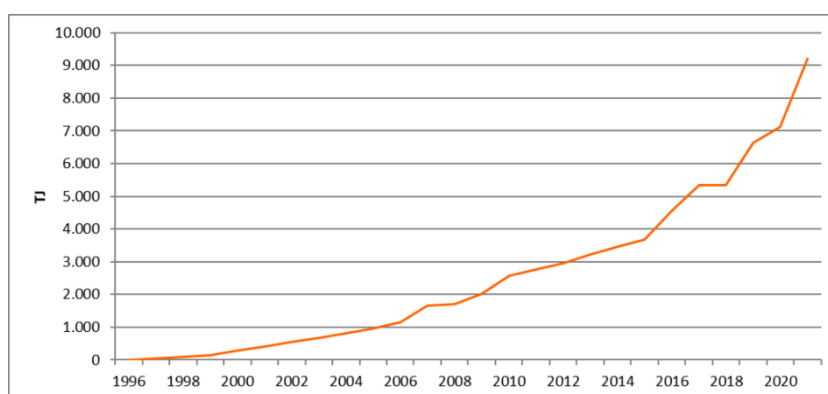


Figura 3.8.5. Consumo de gas natural de la categoría de transporte por carretera (1A3b) (cifras en Tj_{PCI})

- **GLP**

En España el consumo de gases licuados del petróleo continúa siendo marginal comparado con el de los otros combustibles, alcanzando solo un 0,3 % (3.824 TJ) del total de consumo de combustibles en 2021.

- **Biocarburantes**

Se incluyen bajo este apartado el bioetanol que se incorpora a la gasolina comercial y el biodiésel que se incorpora al gasóleo comercial. Sus consumos han crecido significativamente hasta 2012 y, luego de una pronunciada disminución en 2013, se observan consumos similares en 2014 y 2015 con aumentos significativos para los años 2016 - 2018, en el que el consumo aumenta hasta un 28 % respecto al año anterior. Desde 2019 el consumo presenta una tendencia descendente. En 2021 la proporción del consumo de biocarburantes respecto al de combustibles fósiles es 4,5 %

En el Inventario Nacional, según las instrucciones recibidas en el marco del Grupo de Trabajo Europeo, se ha tenido en cuenta el origen de los biocarburantes, para considerar por separado la fracción fósil de la fracción biogénica.

En el caso del bioetanol, el 100 % del carbono es de origen biogénico, y sus emisiones de CO₂ se reportan *pro memoria*, en el apartado de biomasa.

³¹ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>

En el caso del biodiésel, se han distinguido los aceites hidrogenados (HVO, por sus siglas en inglés) de los ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME, por sus siglas en inglés). Dado que en la producción de estos últimos se emplea metanol de origen fósil, parte de su contenido en carbono tiene este mismo origen, y esa misma proporción de las consiguientes emisiones de CO₂ se consideran de origen fósil. Por motivos de transparencia, en el Inventario dicha fracción fósil del FAME se reporta como un combustible diferenciado (“Parte fósil del biodiésel”) incluido bajo el epígrafe “*Other fossil fuels*”.

A partir de los datos nacionales de cantidades y tipo de materia prima de las sustancias grasas de las que proceden el FAME y HVO utilizados en España, proporcionados por la Dirección de Energía de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, y de los porcentajes de los diferentes ácidos grasos y sus contenidos de carbono³², el equipo de Inventario ha obtenido el contenido de carbono específico para el país del HVO y del FAME y, dentro de éste, de su parte de carbono biogénico y su parte carbono fósil. Los aceites hidrogenados y la parte del FAME de origen biogénico dan lugar a emisiones de CO₂ biogénico, que se presentan *pro memoria* en las tablas de reporte oficiales, en el apartado de biomasa.

Las emisiones, consumos y factores de emisión obtenidos a partir de estas estimaciones pueden consultarse en la sección 3.8.2.2.1 de este informe.

3.8.2.1.2 Parque de vehículos

El parque registrado de vehículos se clasifica por categoría, combustible, segmento (cilindrada o masa máxima autorizada) y año de matriculación. Desde el año 2007 la información se obtiene de cuestionarios específicos elaborados por la Dirección General de Tráfico (DGT) del Ministerio del Interior. En el periodo anterior a 2007 la información se obtiene igualmente de la DGT, pero del Anuario estadístico, en cuyo caso el parque se presenta agrupado por categorías, cilindradas y carga útil, tipo de combustible y edad.

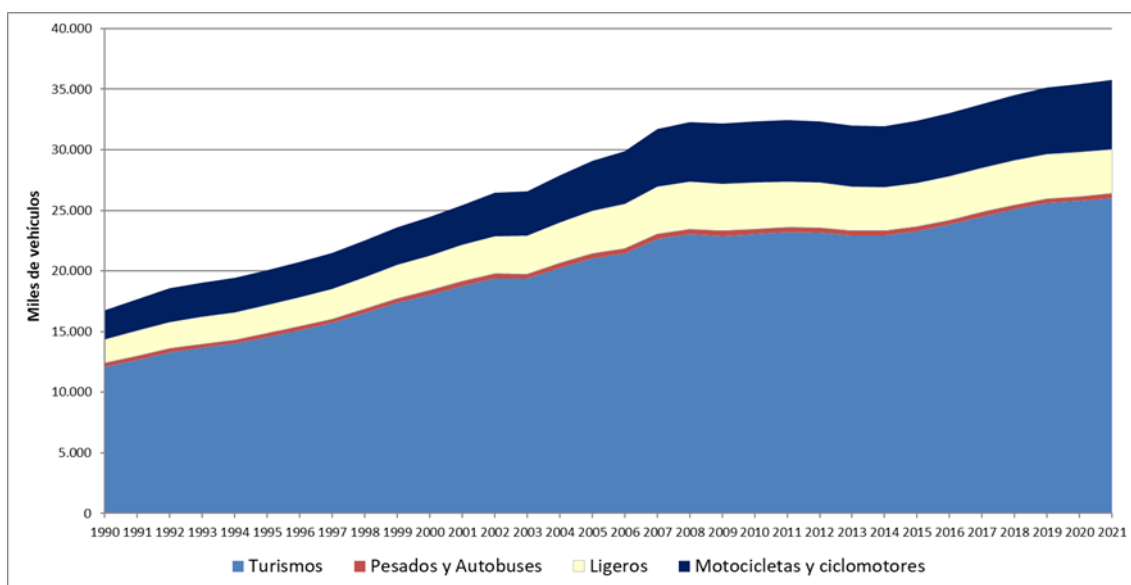


Figura 3.8.6. Parque de vehículos (1A3b)

El parque ha experimentado un crecimiento notable entre los años 1990 y 2008 (prácticamente se ha duplicado en ese período), con una estabilización posterior y nuevo crecimiento desde 2014 hasta el último año inventariado, como puede observarse en la figura 3.8.6.

³² EU, Note on fossil carbon content in biofuels, 2019

Atendiendo a la distribución por clase de combustible, los turismos y vehículos ligeros son los que muestran una mayor variación según el combustible empleado a lo largo de la serie histórica, como puede observarse en la figura 3.8.7.

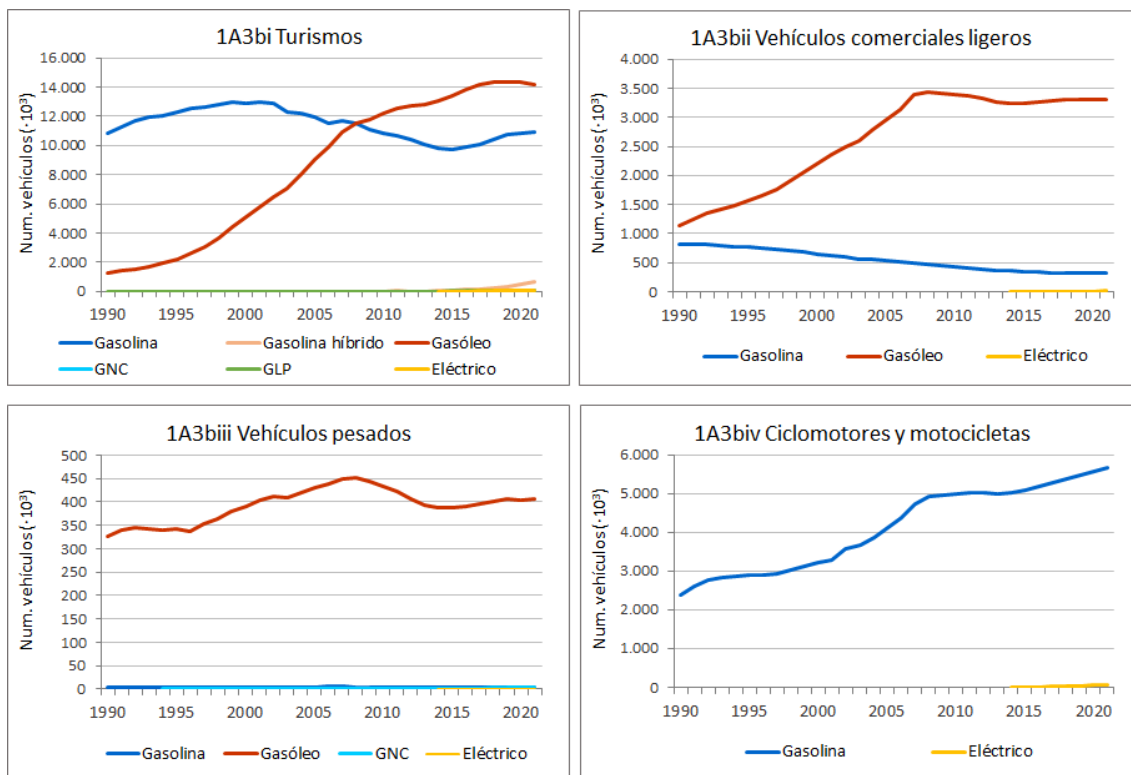


Figura 3.8.7. Evolución de los vehículos según clase de combustible utilizado (1A3b)

A partir de 2011 y hasta 2018, el parque de turismos de gasolina es menor que el de 1990, mientras que el de vehículos de gasóleo ha crecido de forma continuada, multiplicándose por 10 desde el inicio de la serie (figura 3.8.8). En los últimos años, se observa en las figuras el mayor incremento porcentual de los vehículos de gasolina, frente a la estabilización de los turismos de gasóleo, que incluso muestran un descenso ligero desde 2020 (-0,6 % en 2021).

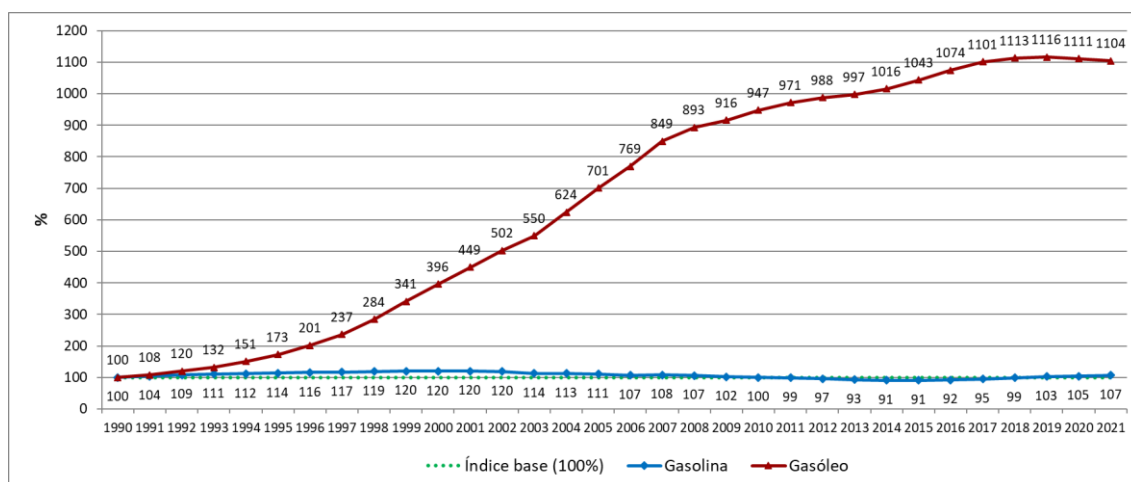


Figura 3.8.8. Evolución de los turismos según clase de combustible utilizado (1A3b)

En la Figura 3.8.9 se puede observar la evolución del parque de vehículos matriculados cada año por normativa Euro.

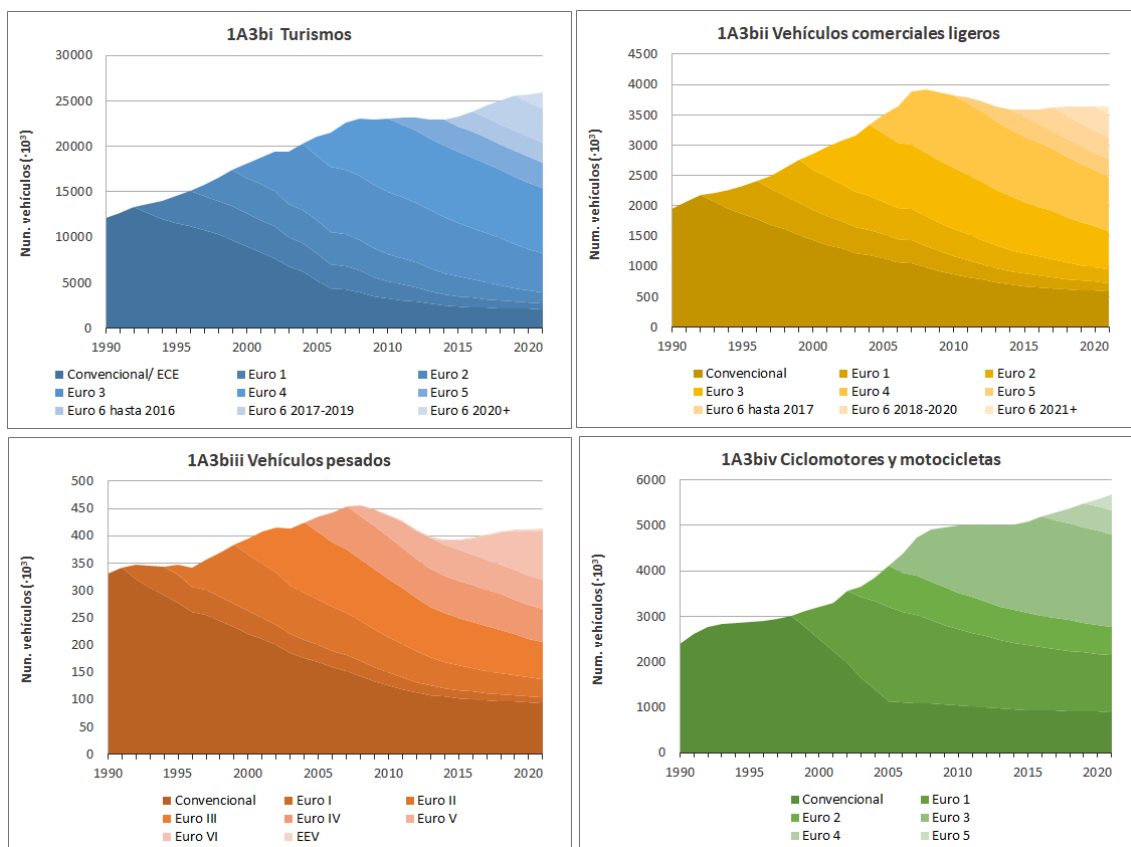


Figura 3.8.9. Evolución de los vehículos según la normativa Euro (1A3b)

3.8.2.1.3 Recorridos

Los kilómetros recorridos bajo lo que en el Inventario se denominan pautas interurbana y rural son los realizados en las redes de carreteras del Estado (RCE), de las comunidades autónomas y de las diputaciones, proporcionados por la Subdirección de Planificación de la Dirección General de Carreteras (DGC) del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA). Estas cifras de recorridos están desglosadas en el Inventario según categorías de vehículos.

Por su parte, los recorridos de la pauta de conducción urbana se estiman tomando como base un estudio del total de recorridos nacionales realizados por vehículos que realizaron la revisión de la Inspección Técnica de Vehículos (ITV) en el año 2017 (DGT, Ministerio del Interior). El resto de la serie histórica de recorridos se ajusta según la tendencia seguida por la serie de recorridos de la pauta interurbana.

Finalmente, se realiza un balance energético para ajustar los recorridos con los totales de consumo de combustible del transporte por carretera y así garantizar la coherencia y consistencia entre las variables de actividad.

Entre los años 1990 y 2019 se ha producido un crecimiento muy notable de los recorridos realizados en las tres pautas de conducción consideradas, pasando de 186.068×10^6 km en el año 1990 a 404.715×10^6 km en 2019, es decir, un incremento del 118 % en veintinueve años. La evolución de los kilómetros recorridos ha sido creciente hasta el año 2007, disminuyendo en los años posteriores debido a la recesión económica y volviendo a registrar incrementos a partir de 2013. Estos incrementos son mucho más suaves a partir del año 2017, manteniéndose prácticamente constante el valor para los dos últimos años. En el año 2020 los recorridos disminuyen un 20 %, debido a las fuertes restricciones de movilidad ocasionadas por la crisis sanitaria de COVID-19. En 2021 los recorridos aumentaron un 16 % respecto a 2020

Al comparar los recorridos y consumos totales de combustibles se observa la disminución paulatina de la ratio de consumos/recorridos, que pasa de unos 3,7 TJ/10⁶ km recorridos a 3 TJ/10⁶ km, por la implantación de nuevas tecnologías más eficientes (figura 3.8.9).

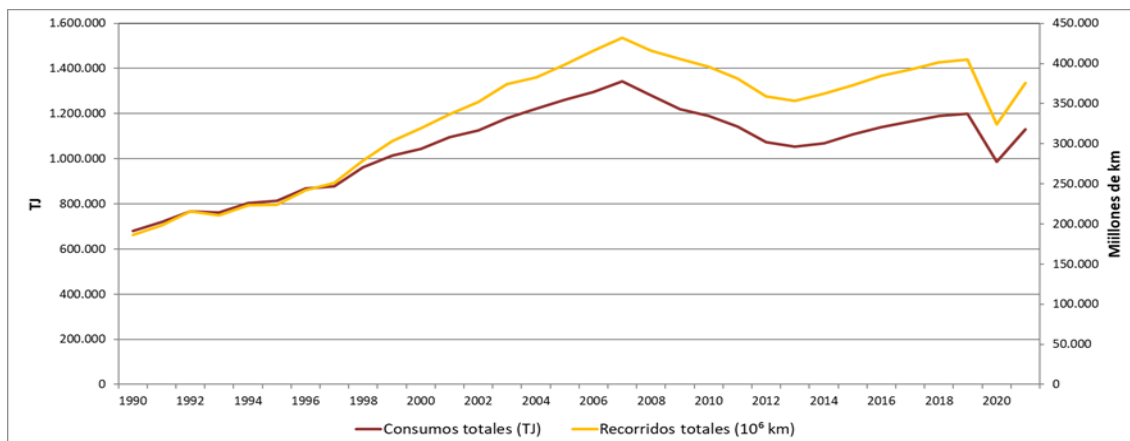


Figura 3.8.10. Evolución de recorridos y consumos (1A3b)

3.8.2.1.4 Distribución de recorridos

En este documento se denomina “parque circulante” a la participación relativa de cada clase de vehículos en los recorridos totales.

Una clase de vehículo se identifica por el cruce de las características siguientes: categoría (turismos, vehículos comerciales ligeros, vehículos pesados, autobuses / autocares, motocicletas y ciclomotores), propulsión del vehículo (gasolina, gasóleo, GLP, gas natural, eléctrico), segmento (cilindrada o masa máxima autorizada, dependiendo de la categoría) y año de matriculación, el cual determina la normativa de reducción de emisiones (convencional, pre-Euro, Euro 1 a Euro 6).

En cuanto a la distribución de recorridos por categoría de vehículo, se considera como representativa la distribución de la Red de Carreteras del Estado, proporcionada por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana (MITMA).

A su vez, la serie histórica de distribución de esos recorridos por clase de vehículo se ha construido a partir de varios estudios de parque circulante en la ciudad de Madrid (años 2008/2009, 2013 y 2017) elaborados por el Ayuntamiento de Madrid, considerando la estructura del parque de vehículos registrados por la DGT en cada provincia.

En el caso de la distribución de los recorridos de los vehículos pesados en las pautas interurbana y rural, la información procede de la “Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera” (EPTMC), elaborada por la Subdirección General de Estadística y Estudios de la Dirección General de Programación Económica y Presupuestos del MITMA.

A modo de ejemplo, el resumen a escala nacional de la distribución de recorridos resultante para el conjunto de las tres pautas de conducción para el año 2021, agrupada por categoría, combustible y segmento se presenta en la tabla 3.8.5. A su vez, la distinción para el año 2021 en la distribución de los recorridos de vehículos pesados entre las pautas urbana e interurbana y rural, se presenta en la tabla 3.8.6.

Tabla 3.8.5. Distribución de recorridos en el año 2021 (1A3b)

Categoría	Combustible	Segmento	%
Turismos	Gasóleo	Mini	0,33
		Pequeño	0,79
		Mediano	56,21
		Grande - SUV	2,68
	Total gasóleo		60,01

Categoría	Combustible	Segmento	%	
Turismos	Gasolina	Mini	0,15	
		Pequeño	11,47	
		Mediano	5,54	
		Grande - SUV	0,37	
	Total gasolina			17,54
	Gasolina híbrido	Mini	0,09	
		Pequeño	1,24	
		Mediano	0,10	
		Grande - SUV	0,03	
	Total gasolina híbrido			1,46
	GNC		0,14	
	Total GNC			0,14
	GLP		0,36	
Total GLP			0,36	
Eléctricos		0,18		
Total eléctricos			0,18	
Total turismos			79,69	
Vehículos comerciales ligeros	Gasóleo	N1-II	6,52	
	Total gasóleo			6,52
	Gasolina	N1-II	0,14	
	Total gasolina			0,14
	Eléctricos		0,00	
Total eléctricos			0,00	
Total vehículos comerciales ligeros			6,66	
Vehículos pesados	Gasóleo	Rígido <=7,5 t	0,91	
		Rígido 7,5 - 12 t	0,63	
		Rígido 12 - 14 t	0,09	
		Rígido 14 - 20 t	1,53	
		Rígido 20 - 26 t	1,33	
		Rígido 26 - 28 t	0,01	
		Rígido 28 - 32 t	0,18	
		Rígido >32 t	2,85	
		Articulado 14 - 20 t	0,33	
		Articulado 20 - 28 t	0,08	
	Articulado 28 - 34 t	0,15		
	Articulado 34 - 40 t	0,00		
	Total gasóleo			8,09
	Gasolina	> 3,5 t	0,00	
Total gasolina			0,00	
Eléctricos		0,00		
Total eléctricos			0,00	
Total vehículos pesados			8,09	
Autobuses y autocares	Gasóleo	Urbano <=15 t	0,09	
		Urbano 15 - 18 t	0,04	
		Urbano articulado >18 t	0,39	
		Autocar <=18 t	0,14	
		Autocar articulado >18 t	0,17	
	Total gasóleo			0,84
	GNC	Urbano	0,10	
Total GNC			0,10	
Eléctricos	Urbano	0,00		
Total eléctricos			0,00	
Total autobuses y autocares			0,94	
Ciclomotores	Gasolina	2-tiempos <50 cm ³	0,36	
	Total gasolina			0,36
	Eléctricos		0,00	
	Total eléctricos			0,00
Total ciclomotores			0,36	
Motocicletas	Gasolina	2-tiempos >50 cm ³	0,00	
		4-tiempos <250 cm ³	2,95	
		4-tiempos 250 - 750 cm ³	1,06	
		4-tiempos >750 cm ³	0,24	
	Total gasolina			4,24
Eléctricos		0,02		
Total eléctricos			0,02	
Total motocicletas			4,26	
Total			100,00	

Tabla 3.8.6. Distribución de los recorridos de vehículos pesados en el año 2021 (1A3b)

Categoría	Combustible	Segmento	Pauta interurbana y rural (%)	Pauta urbana (%)
Vehículos pesados	Gasóleo	Rígido <=7,5 t	1,00	83,20
		Rígido 7,5 - 12 t	7,90	7,01
		Rígido 12 - 14 t	1,22	0,29
		Rígido 14 - 20 t	20,66	6,79
		Rígido 20 - 26 t	18,46	1,82
		Rígido 26 - 28 t	0,16	0,01
		Rígido 28 - 32 t	2,54	0,09
		Rígido >32 t	40,23	0,11
		Articulado 14 - 20 t	4,55	0,47
		Articulado 20 - 28 t	1,15	0,08
		Articulado 28 - 34 t	2,13	0,01
	Articulado 34 - 40 t	0,00	0,00	
	Total gasóleo			100,00
Gasolina	> 3,5 t		0,00	0,13
Total gasolina			0,00	0,13
Total vehículos pesados			100,00	100,00

3.8.2.1.5 Velocidades medias

En la aplicación de la metodología se han considerado las velocidades presentadas en la tabla 3.8.7. Se ha optado por escoger valores de velocidades medias representativos de cada pauta de conducción.

Tabla 3.8.7. Velocidades medias (km/h) por pauta de conducción (1A3b)

Categoría	Interurbana (Rango 80 – 130 km/h)	Rural (Rango 40 – 80 km/h)	Urbana (Rango 10 – 40 km/h)
Turismos	105	65	25
Vehículos ligeros < 3,5t			
Motocicletas	-	-	25
Ciclomotores			
Camiones	94,5	65	20
Autobuses			

3.8.2.2 Factores de emisión

El cálculo de los factores de emisión para el transporte por carretera se ha basado en la metodología presentada en la Guía EMEP/EEA 2019 (versión de octubre 2021).

En los siguientes apartados se comentan en detalle los factores de emisión asociados a:

- las emisiones de CO₂ debidas al consumo de combustibles,
- las emisiones de CO₂ debidas al consumo de lubricantes,
- las emisiones de CO₂ debidas al consumo de aditivos, y
- las emisiones de N₂O.

3.8.2.2.1 Emisiones de CO₂ debidas al consumo de los combustibles

Los factores se han calculado a partir del contenido de carbono de los combustibles con el fin de obtener emisiones finales, es decir, bajo el supuesto de que todo el contenido de carbono del carburante terminará combinándose con oxígeno para formar CO₂. La fórmula de cálculo empleada ha sido la siguiente:

$$E_{f,CO_2}^F = Q_f \cdot \frac{\%C_{en\ masa}}{100} \cdot \frac{44,011}{12,011}$$

Donde:

E_{f,CO_2}^F son las emisiones finales de CO₂ (kilotoneladas) producidas por el consumo del carburante f

Q_f es el consumo total del carburante f (kilotoneladas)

$\%C_{en\ masa}$ para el carburante f dado, es el porcentaje de contenido de carbono en masa de combustible

A partir de la recomendación de la revisión anual de UNFCCC de 2019 (ID# E.20)³³, el equipo de Inventario realizó una investigación exhaustiva de las especificaciones de los combustibles empleados en el transporte por carretera con el fin de actualizar las propiedades de dichos combustibles y obtener factores de emisión más representativos para el país. Continuando con ese trabajo y el seguimiento de la recomendación de la revisión de UNFCCC de 2021 (ID# E.10)³⁴, en la edición 2022 del Inventario se actualizaron los valores de contenido de carbono y poder calorífico inferior del gasóleo y gasolina con información proporcionada por Exolum, el principal operador del sistema de transporte y almacenamiento de hidrocarburos líquidos en España. El sistema de distribución de combustibles en España está regulado según el Real Decreto 61/2006 por el que se determinan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo y se regula el uso de determinados biocarburantes, modificado por el Real Decreto 1088/2010. Exolum (anteriormente CLH-Compañía Logística de Hidrocarburos) es titular de la red de oleoductos del país y conecta 8 refinerías, 13 terminales portuarias y 39 instalaciones de almacenamiento. Al tratarse de un único sistema de logística, en el que el operador del sistema garantiza que los productos cumplen las especificaciones de la norma, se considera que todos los combustibles distribuidos a nivel nacional tienen una composición homogénea y constante y son, por tanto, representativos y apropiados a nivel nacional.

La siguiente tabla resume los factores de emisión calculados según la ecuación anterior, para los principales combustibles y sus componentes biogénicos, así como las fuentes de información empleadas:

Tabla 3.8.8. Especificaciones de combustibles en el transporte por carretera

Combustible (f)	% C en masa		FE CO ₂	PCI		% C fósil	
	%	Fuente	kg/kg fuel	GJ/t	Fuente	%	Fuente
Gasóleo	86,63	CS	3,174	43,08	CS	100	
Gasolina	85,98	CS	3,151	42,11	CS	100	
FAME	76,9	CNMC	2,816	36,1	CNMC	5,41 ¹	CNMC
HVO	85,0	CNMC	3,115	43,08	WG1	0	
Etanol	52,1	*	1,911	26,8	WTT	0	

CS: Country-specific. Valores proporcionados por el operador del sistema de distribución de productos petrolíferos líquidos en España

WTT: *Well to Tank, Appendix 1* (Datos europeos)

CNMC: Procesado de datos nacionales de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (Estadística de Biocarburantes).

WG1: *Note on fossil C content in biofuels*, p.4 (Working Group 1 under the UE Climate Change Committee)

*: Derivado de la fórmula química del etanol (C₂H₅OH)

¹: Dato para el año 2021, replicado del año 2020 por falta de actualización por parte de la fuente de información.

³³ El informe final de revisión puede consultarse en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2019_ESP.pdf

³⁴ Esta aclaración se realiza siguiendo la recomendación de la revisión anual de UNFCCC de 2021 (ID# E.10) cuyo informe definitivo de revisión (ARR en sus siglas en inglés) puede consultarse en https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2021_ESP.pdf

El factor de emisión del bioetanol se ha estimado basándose en la composición estequiométrica del etanol, que resulta en un 52,1 % de masa de carbono a masa de etanol y un factor de emisión final de CO₂ por tanto de 1,911 kg de CO₂/kg de combustible.

Los factores de emisión específicos calculados a partir de la información de la tabla 3.8.8 son de 3,151 kg de CO₂/kg (74,82 t CO₂/TJ) para la gasolina fósil y 3,174 kg de CO₂/kg (73,67 t CO₂/TJ) para el gasóleo fósil.

Como ya se ha comentado, en el caso del biodiésel, se han distinguido los aceites hidrogenados (HVO) de los ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME). Las especificaciones de composición de FAME y HVO (porcentaje de los diferentes ácidos grasos) son específicos del país y han sido publicados en la Estadística de Biocarburantes de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia desde el año 2015. Con esta información y a partir de los contenidos de carbono de los diferentes compuestos, el equipo de Inventario ha obtenido el contenido de carbono específico para el país del FAME y del HVO, así como el contenido de carbono fósil dentro del FAME, que en 2021 fue del 5,44 %. El factor de emisión final de CO₂ resulta por tanto ser variable según las propiedades de sus componentes y, para el año 2021, toma el valor de 2,816 kg de CO₂/kg para el FAME, y de 3,115 kg de CO₂/kg para el HVO. Para los años anteriores de la serie, se han replicado los valores estimados para el año 2015.

Por su parte, el factor de emisión del GLP es de 3,019 kg de CO₂/kg, calculado según su fórmula estequiométrica (C₃H₈ (35 %)-C₄H₁₀ (65 %)). A raíz de la pregunta de revisión ESD de 2022 (ES-1A3b-2022-0002)³⁵, en la presente edición del Inventario se ha revisado y actualizado el factor de emisión del GLP después de recopilar la información existente a nivel nacional y consultar una de las principales comercializadoras del combustible del país. Como resultado de ese trabajo, se han modificado los valores de PCI utilizados de butano y propano utilizados previamente y se ha revisado la proporción entre ambos que se utiliza para formular el GLP, considerándose el valor actual más aproximado y representativo a nivel nacional.

En el caso del factor de emisión de CO₂ del gas natural, la composición del gas natural y en particular su contenido de carbono es conocido a lo largo de los años de edición del Inventario Nacional (las características elementales anuales -contenido de C, densidad del gas y PCI-, son facilitadas por ENAGÁS, en la serie completa³⁶).

Los factores de emisión implícitos para cada año de los combustibles de automoción utilizados en España se presentan en la tabla 3.8.10. En el caso de gasóleo y gasolina, están calculados para las mezclas de combustibles fósiles con biocarburantes.

Tabla 3.8.9. Factores de emisión implícitos de CO₂ por combustible y año de la categoría de transporte por carretera (1A3b) (cifras en kg de CO₂/kg de combustible)

Año	Gasóleo	Gasolina	GLP	Gas Natural
1990	3,174	3,151	3,019	-
2005	3,151	3,075	3,019	2,749
2010	2,983	2,950	3,019	2,743
2015	3,041	2,948	3,019	2,705
2019	2,937	3,031	3,019	2,721
2020	2,930	3,050	3,019	2,723
2021	2,961	3,043	3,019	2,712

Los factores implícitos del gasóleo y la gasolina se mantienen constantes hasta la entrada de los biocarburantes. En este sentido, la influencia del biodiésel es mucho más notable que la del bioetanol, sobre todo por su mayor consumo, que alcanza un máximo importante en 2012 para

³⁵ El informe final de la revisión ESD está disponible en: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/effort-sharing-member-states-emission-targets/implementation-effort-sharing-decision_en

³⁶ Esta aclaración se realiza siguiendo la recomendación de la revisión anual de UNFCCC de 2019 (ID# E.19) cuyo informe final de revisión puede consultarse en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2019_ESP.pdf.

bajar en 2013 y volver a recuperarse en los últimos años. El salto es debido al efecto combinado en el año 2013 del final de las subvenciones a la producción de biocarburantes y a la revisión a la baja de los objetivos obligatorios sobre el empleo de biocombustibles en el conjunto de los carburantes de automoción. Esta variación en el uso de biocombustibles tiene un impacto en las tendencias de los factores de emisión implícitos, como se observa en la figura 3.8.10 que representa la tendencia del consumo de biodiésel junto con el factor de emisión implícito (FEI) del gasóleo comercial.

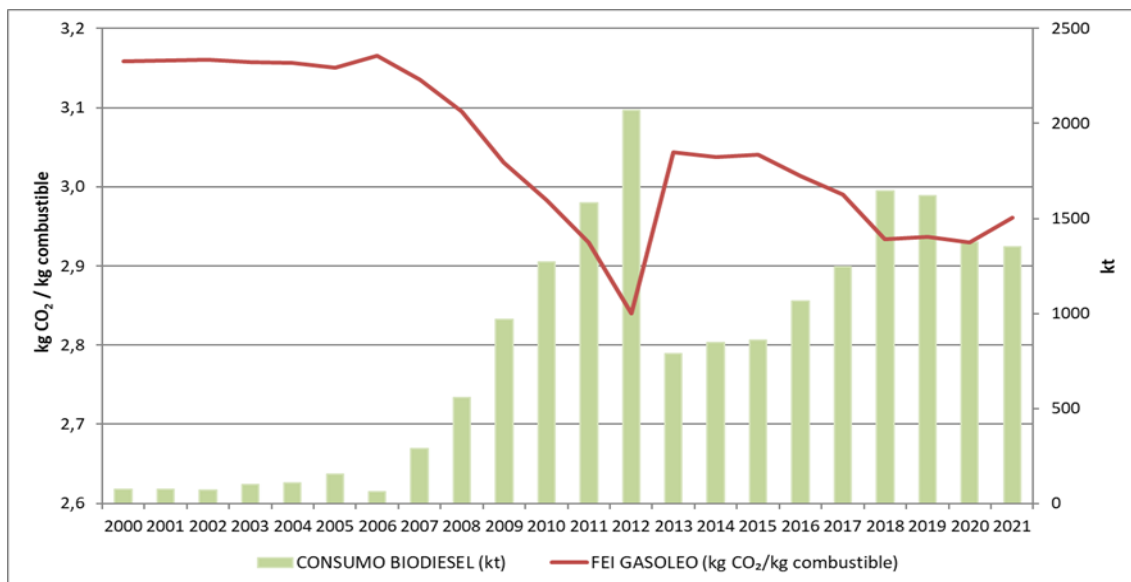


Figura 3.8.11. Evolución del FEI CO₂ del gasóleo respecto al consumo de biodiésel en transporte por carretera (1A3b)

En la tabla 3.8.11 se presentan las emisiones de CO₂ debidas al consumo de biocarburantes, separando el bioetanol del biodiésel y, dentro de este, las debidas al HVO y al FAME y a su contenido en carbono fósil (estas últimas contabilizadas para este reporte dentro de las emisiones correspondientes a “Other fossil fuels”). Se muestran además los consumos de cada combustible expresados en kt. Las emisiones de la fracción biogénica del biodiésel, del HVO y del bioetanol no se incluyen en las emisiones totales de CO₂ debidas al transporte por carretera al no ser imputables, pero se presentan aquí *pro memoria*.

Tabla 3.8.10. Emisiones de CO₂ y consumos de los biocarburantes de transporte por carretera (1A3b), diferenciando la fracción de carbono fósil de la biogénica (cifras en kt)

Año	FAME				HVO (C biogénico)		BIOETANOL (C biogénico)	
	Fracción C fósil		Fracción C biogénica		Emisión CO ₂ (kt)	Consumo (kt)	Emisión CO ₂ (kt)	Consumo (kt)
	Emisión CO ₂ (kt)	Consumo (kt)	Emisión CO ₂ (kt)	Consumo (kt)				
2000 ⁽¹⁾	12,3	4,4	212,1	75,6	0	0	0	0
2005	25,0	8,9	429,5	153,1	0	0	337,9	177
2010	207,3	73,9	3.563,0	1.270,1	0	0	687,2	360
2015	98,6	35,2	1.695,4	604,4	793,9	254,9	568,9	298,024
2019	216,5	77,0	3.762,9	1.337,7	876,5	281,4	385,9	202,169
2020	199,5	70,8	3.467,4	1.231,2	457,9	147,0	256,1	134,175
2021 ⁽²⁾	194,9	69,2	3.388,0	1.203,0	457,9	147,0	337,0	176,538

Nota: (1) Entrada de biocombustibles a partir del año 2000.

(2) Dato de HVO para el año 2021 replicado del año 2020 por falta de actualización por parte de la fuente de información

3.8.2.2.2 Emisiones de CO₂ debidas al consumo de lubricantes

Siguiendo las recomendaciones de la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017³⁷, las emisiones debidas al consumo de lubricantes en las categorías de motocicletas y ciclomotores de dos tiempos se reportan de forma separada en el apartado “*Other liquid fuels*” Para el cálculo de consumos y emisiones se ha seguido la metodología descrita en la Guía EMEP/EEA 2019.

Las emisiones debidas al consumo de lubricantes del resto de categorías de vehículos se reportan en el capítulo “Procesos industriales y uso de otros productos” (2D1) del Inventario y son estimadas con la misma metodología. Para más detalle consultar el apartado 4.21 del presente informe.

La siguiente tabla muestra el consumo de lubricante y emisión de CO₂ para motores de dos tiempos. El factor de emisión empleado corresponde a la metodología de nivel 1, a partir del contenido de carbono (considerando una ratio hidrógeno/carbono de 2,08 y una ratio oxígeno/carbono de 0):

Tabla 3.8.11. Consumo y emisión de CO₂ de lubricante en motores de 2 tiempos de la categoría de transporte por carretera (1A3b)

Año	Consumo de lubricante (kt)	Emisión de CO ₂ (kt)	FEI (kt/kt)
1990	1,97	6,14	3,12
2005	3,16	9,85	3,12
2010	3,84	11,97	3,12
2015	2,32	7,24	3,12
2019	1,46	4,57	3,12
2020	1,09	3,41	3,12
2021	1,35	4,22	3,12

El consumo de lubricante experimenta variaciones a lo largo de la serie, alcanzando sus valores máximos en los años centrales de la misma y claramente presentando una tendencia decreciente a partir del año 2008.

Esta disminución en el uso de lubricante en los últimos años es debida al aumento en la proporción de parque (y, en consecuencia, de recorridos y consumos) de motocicletas de cuatro tiempos respecto a los ciclomotores y motocicletas de dos tiempos. En la gráfica a continuación se observa cómo, para el caso del parque, esta ratio pasa de ser 0,7 en el año 2003, a 2,1 en el último año, mientras que en el caso de los recorridos esta ratio evoluciona desde un valor de 3,5 para el año 2003 hasta 11,8 en el 2021³⁸.

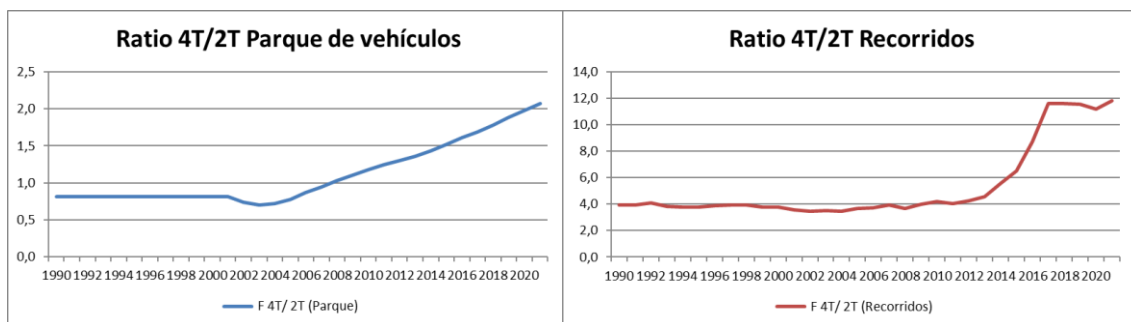


Figura 3.8.12. Evolución de la ratio entre vehículos de 4 y 2 tiempos para la subcategoría 1A3biv (Parque de vehículos y Recorridos)

³⁷ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>

³⁸ Esta aclaración se realiza siguiendo la recomendación de la revisión anual de UNFCCC de 2019 (ID# E.7) cuyo informe final de revisión puede consultarse en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2019_ESP.pdf.

3.8.2.2.3 Emisiones debidas al uso de aditivos

Se han estimado las emisiones de CO₂ por el uso de urea como aditivo al combustible de vehículos pesados con convertidores catalíticos, de acuerdo con las normas EURO IV, V y VI, además de los turismos y vehículos comerciales ligeros EURO 6. Se trata de emisiones no combustivas, que si bien son debidas al transporte por carretera (categoría 1A3b), su ubicación tiene más sentido dentro del uso no energético de combustibles y disolventes por lo que se reportan en el sector IPPU dentro de la categoría 2D3, siguiendo las indicaciones de la nota al pie número 11 de la tabla 1.A(a) s4 y número 6 de la tabla 2(I).A-Hs2 para el reporte a UNFCCC. Para más detalle acerca de la metodología de estimación, consultar el capítulo 4 “IPPU”, apartado 4.21 del presente informe.

3.8.2.2.4 Emisiones de N₂O

Los factores de emisión de N₂O por kilómetro recorrido dependen de las velocidades representativas de las pautas de conducción y de las clases de vehículos consideradas.

En las emisiones de N₂O de los vehículos de gasolina intervienen, además, la edad de los vehículos y el contenido de azufre del combustible, ya que influyen en el comportamiento del catalizador³⁹.

A partir de la recomendación de la revisión anual de UNFCCC de 2019 (ID# E.18)⁴⁰, se presenta en la figura 3.8.12 la evolución de los factores de emisión implícitos por kilómetro de N₂O comparada con los contenidos de azufre en los dos combustibles principales, gasóleo y gasolina (para esta última, el contenido de azufre se ha ponderado según el consumo diferenciado entre gasolina con y sin plomo).

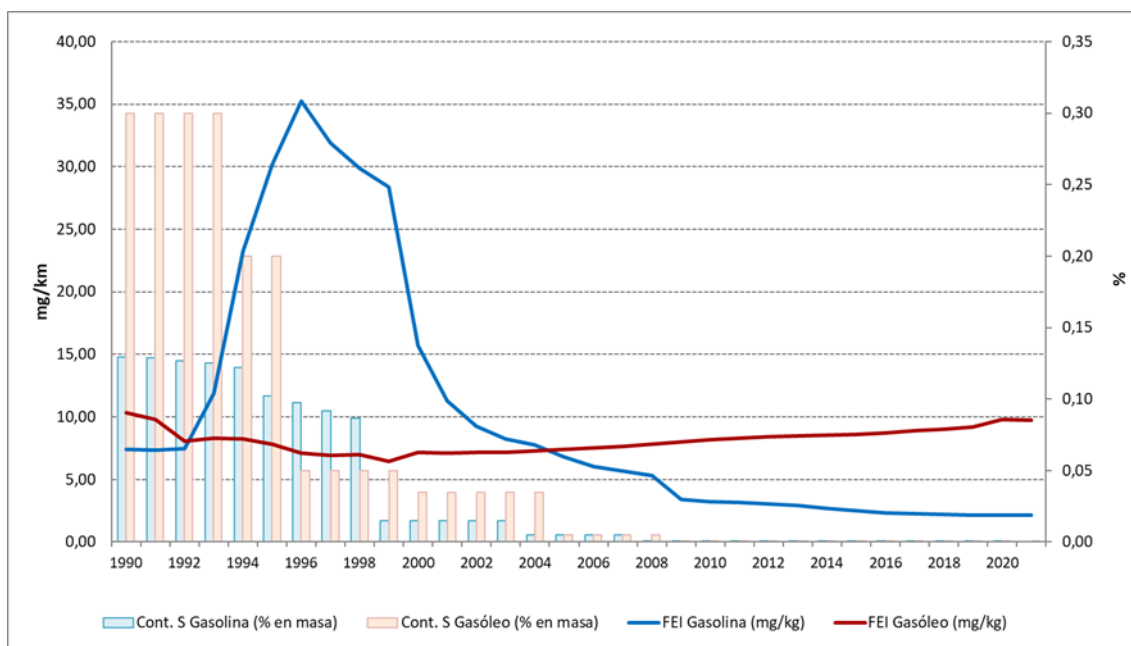


Figura 3.8.13. Factores de emisión implícitos de N₂O y contenido en azufre de los combustibles (1A3b)

Para el caso de la gasolina, la influencia del contenido de azufre en el combustible se muestra claramente en la gráfica: el factor de emisión de N₂O en mg/km aumenta progresivamente hasta el año 1996, y en el año 2000 comienza un abrupto descenso debido por un lado, a la prohibición de la gasolina con plomo (1.300 ppm de azufre frente a 150 ppm de la gasolina sin plomo) que desaparece completamente en el año 2002, y por otro, a la drástica reducción del

³⁹ Páginas 71 de la Guía EMEP/EEA 2019, 1.A.3.b.i-iv- Road transport

⁴⁰ El informe final de revisión puede consultarse en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2019_ESP.pdf.

contenido de azufre en la gasolina sin plomo. En 2009 se impone un nuevo máximo de 10 ppm en el contenido de azufre en la gasolina y, como consecuencia, se observa que vuelven a disminuir los factores de emisión de N₂O.

En la tabla 3.8.13 se muestran los contenidos máximos de azufre en los combustibles por normativa, y el año en que comienzan a ser obligatorios.

Tabla 3.8.12. Contenidos máximos autorizados de azufre en los combustibles (ppm)

Combustible	1987	1994	1996	2000	2005	2009
Gasolina con Pb	1.300			Prohibida		
Gasolina sin Pb	1.000		500	150	50	10
Gasóleo	3.000	2.000	500	350	50	10

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Transporte por carretera: combustión](#).

3.8.3 Incertidumbre y coherencia temporal

En la tabla siguiente, se recogen las incertidumbres calculadas para esta categoría.

Tabla 3.8.13. Incertidumbres asociadas a la categoría de transporte por carretera (1A3b)

Gas	Combustible	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	Gasóleo	5	2	En el caso del CO ₂ , las incertidumbres se calculan a nivel de NFR 1A3b. <u>Variable de actividad:</u> las incertidumbres de los consumos de gasóleo y gasolina difieren debido a la especificidad del uso de la gasolina exclusivamente para el transporte por carretera.
	Gasolina	3	2	<u>Factor de emisión:</u> la incertidumbre está determinada por las incertidumbres debidas al contenido de carbono en cada tipo de combustible (masa de carbono / masa de combustible) y al factor de oxidación de carbono a CO ₂ . Es el valor recomendado por la guía IPCC 2006 para factores de emisión específicos del país en el transporte por carretera.
CH ₄	-	10	34	Para el CH ₄ y el N ₂ O, las incertidumbres se calculan a nivel de NFR 1A3b. <u>Variable de actividad:</u> recorridos por clase de vehículo y velocidad representativa de los mismos.
N ₂ O	-	10	26	<u>Factores de emisión:</u> la incertidumbre viene dada por los valores propuestos por Guía EMEP/EEA 2019 (1A3bi - 1A3biv, Tabla 4-3) para los cálculos elaborados con buenas estadísticas y ajustados con un balance energético.

En cuanto a la homogeneidad de la serie temporal, se considera que el grado de coherencia es alto, tanto en lo referente a la información de base (consumo de combustibles y recorridos por categoría de vehículo según pauta de velocidad) como en la representatividad de los factores de emisión que recogen la penetración de las tecnologías que incorporan las sucesivas renovaciones en el parque de vehículos.

3.8.4 Control de calidad y verificación

A raíz de la actualización metodológica de cálculo de emisiones de transporte de carretera, durante todo el proceso de desarrollo de la herramienta de cálculo se realizó un trabajo de revisión y comparación de los resultados obtenidos. Por un lado, se utilizó el software COPERT 5.3.26 (mayo 2020) como referencia para validar de forma interna la implementación de las ecuaciones de cálculo y factores de emisión proporcionadas por la Guía EMEP/EEA 2019, comparando a nivel de clase de vehículo, y revisando las causas de las desviaciones detectadas. Por otro lado, se compararon los resultados de emisiones obtenidos con la nueva metodología de cálculo con los de la edición anterior, estudiando las causas de las desviaciones observadas. Estos trabajos de comparación y validación se han llevado a cabo para todos los gases de efecto invernadero, y todas las pautas de conducción, prestando

atención a todas las tendencias en la serie histórica. En la presente edición se ha realizado una actualización de la herramienta de cálculo de acuerdo a la última versión de la Guía EMEP/EEA 2019 (octubre 2021), además de utilizar la versión del software COPERT 5.5 (septiembre 2021) como referencia para verificar los resultados obtenidos.

Así mismo, como en cada edición, como actividades de control de calidad y verificación, se realizan análisis de las tendencias de los factores de emisión implícitos, tanto a nivel global de la categoría, como de forma individual para cada una de las subcategorías que la integran.

En lo que se refiere a la variable de actividad del gas natural (proporcionada por GASNAM) se hacen comprobaciones en toda la serie anual, de modo que sea coherente con los datos publicados por los cuestionarios internacionales de productos petrolíferos remitidos por MITECO a los organismos internacionales AIE y EUROSTAT.

En la estimación de los recorridos de los vehículos pesados de carga se ha contrastado la información de la EPTMC (Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera) con los datos facilitados por la DGT, integrando ambas informaciones para la realización de este Inventario Nacional.

3.8.5 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición del Inventario Nacional los recálculos en esta categoría se deben a una combinación de varios factores. Por un lado, a la actualización de las variables de actividad (inclusión de recorridos de vehículos eléctricos y automatización del proceso de carga del parque de vehículos a la base de datos), que ha generado pequeños recálculos en toda la serie histórica. Por otra parte, se ha actualizado la serie de consumo de gas natural en el periodo 2018-2020, siendo la principal causa de las variaciones observadas en las emisiones de CO₂ y CH₄. Se han corregido las especificaciones del GNC en el año 2020, y, por último, se ha actualizado el valor de PCI del GLP en toda la serie histórica.

En las figuras 3.8.14 a la 3.8.18, se muestra gráficamente el efecto de los nuevos cálculos efectuados (emisiones calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report)⁴¹.

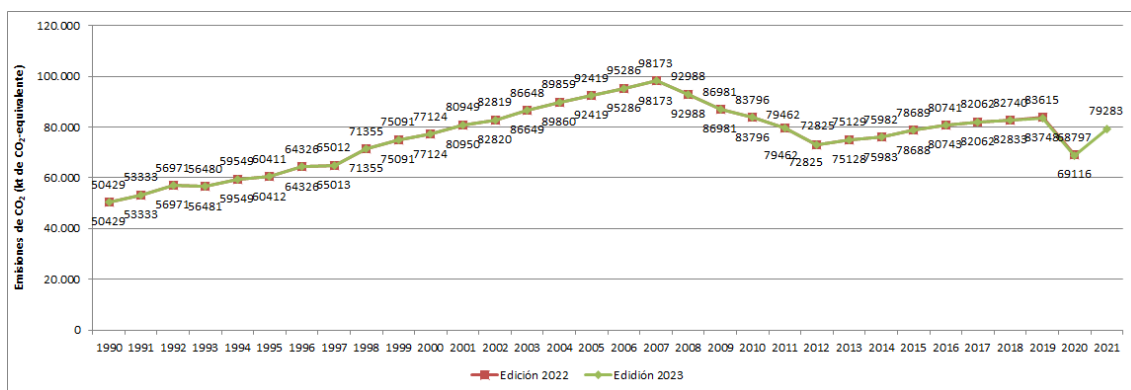


Figura 3.8.14. Emisiones de CO₂ en tráfico por carretera (1A3b). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/1a3b-2-5.html

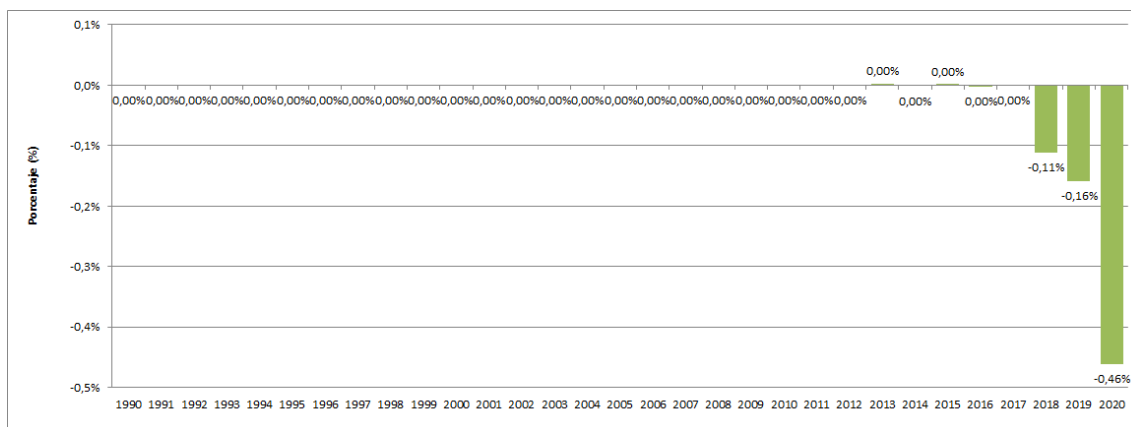


Figura 3.8.15. Diferencia porcentual de emisiones de CO₂ (1A3b). Edición 2023 vs. edición 2022

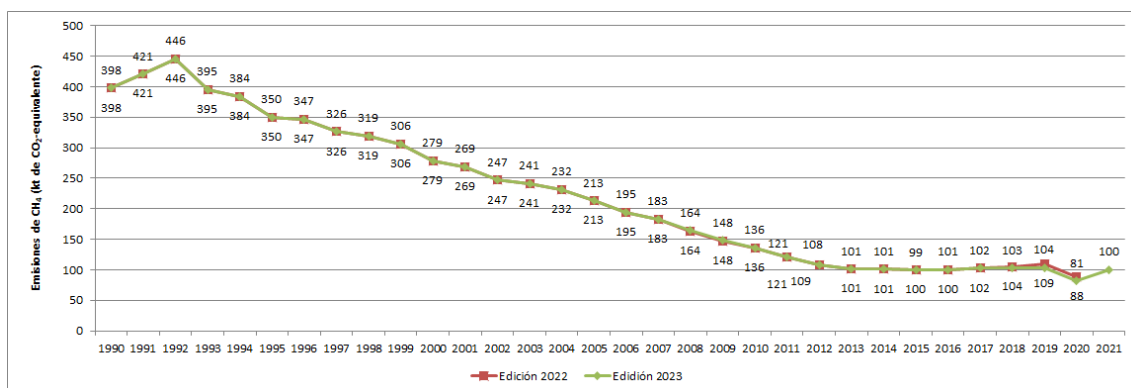


Figura 3.8.16. Emisiones de CH₄ en tráfico por carretera (1A3b). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

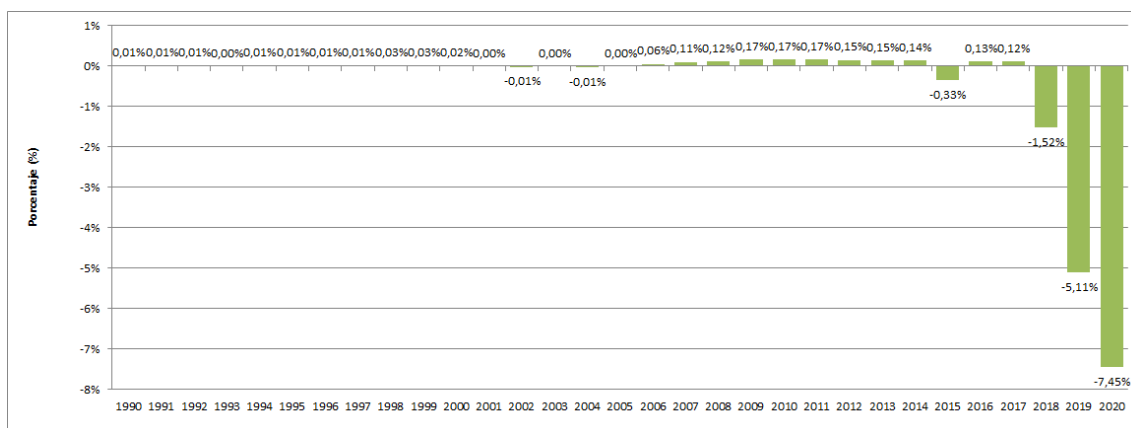


Figura 3.8.17. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (1A3b). Edición 2023 vs. edición 2022

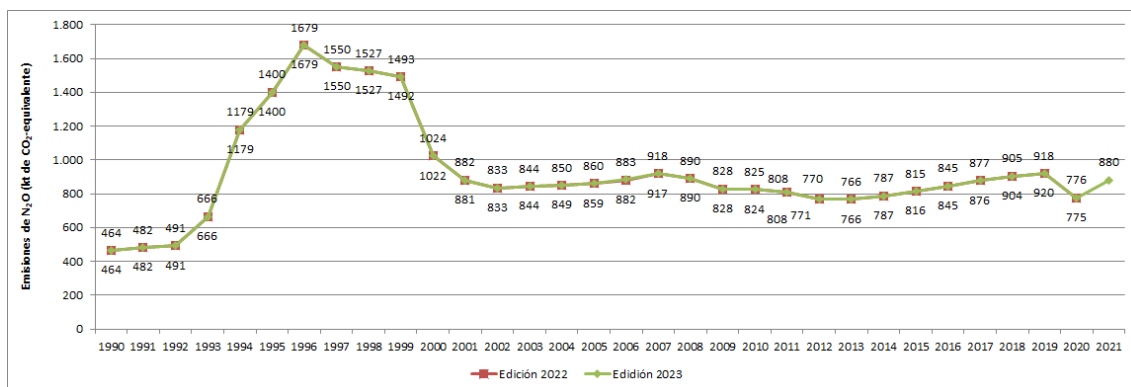


Figura 3.8.18. Emisiones de N₂O en tráfico por carretera (1A3b). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

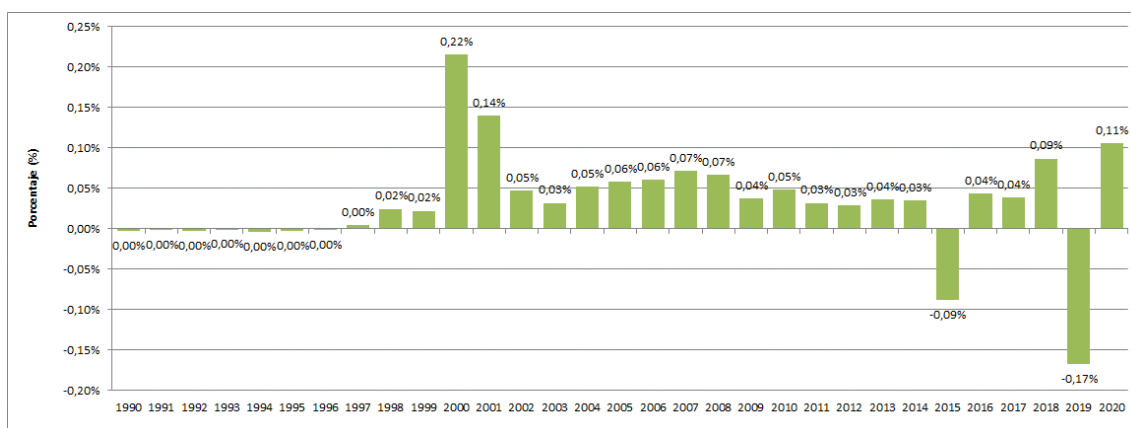


Figura 3.8.19. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (1A3b). Edición 2023 vs. edición 2022

3.8.6 Planes de mejora

En las próximas ediciones del Inventario Nacional se continuará con los trabajos de mejora continua de la metodología desarrollada, con el objetivo de estar alineados con las futuras versiones de la Guía EMEP/EEA, prestando especial atención a la estimación de emisiones de modos de propulsión alternativos y a nuevas normativas EURO. Los trabajos de mejora también estarán enfocados a mejorar las variables de actividad (parque de vehículos, recorridos o distribución entre pautas de conducción), en el caso de que hubiera nueva información disponible.

3.9 Transporte por ferrocarril (1A3c)

3.9.1 Descripción de la actividad

Esta categoría recoge las emisiones debidas al consumo de gasóleo en el tráfico ferroviario: locomotoras autopropulsadas, locomotoras de maniobras y calderines.

Esta no es una categoría clave del Inventario Nacional, según el análisis presentado en la tabla 3.1.4.

En la tabla 3.9.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero de esta categoría.

Tabla 3.9.1. Emisiones de la categoría de transporte por ferrocarril (1A3c) (cifras en kt)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO ₂	422	311	270	244	245	170	148
CH ₄	0,024	0,017	0,015	0,014	0,014	0,010	0,008
N ₂ O	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001

En la tabla 3.9.2 se muestra el conjunto de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector Energía.

Tabla 3.9.2. Emisiones de CO₂-eq de la categoría de transporte por ferrocarril (1A3c): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	423,2	311,8	270,5	245,1	246,2	170,7	148,6
Variación % vs. 1990	100,0 %	73,7 %	63,9 %	57,9 %	58,2 %	40,3 %	35,1 %
1A3c / INV (CO ₂ -eq)	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %
1A3c / Energía (CO ₂ -eq)	0,2 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %

La figura 3.9.1 muestra como a lo largo del período inventariado se produce un descenso continuado en las emisiones de CO₂-eq, que representan en el último año un 35 % respecto al año base. El brusco descenso en las emisiones en 2020 se debe a los efectos de la crisis sanitaria causada por la pandemia de COVID-19, si bien en 2021 también se produce un descenso del 12,9 % respecto a 2020, debido a la disminución del consumo por la progresiva electrificación de las líneas ferroviarias.

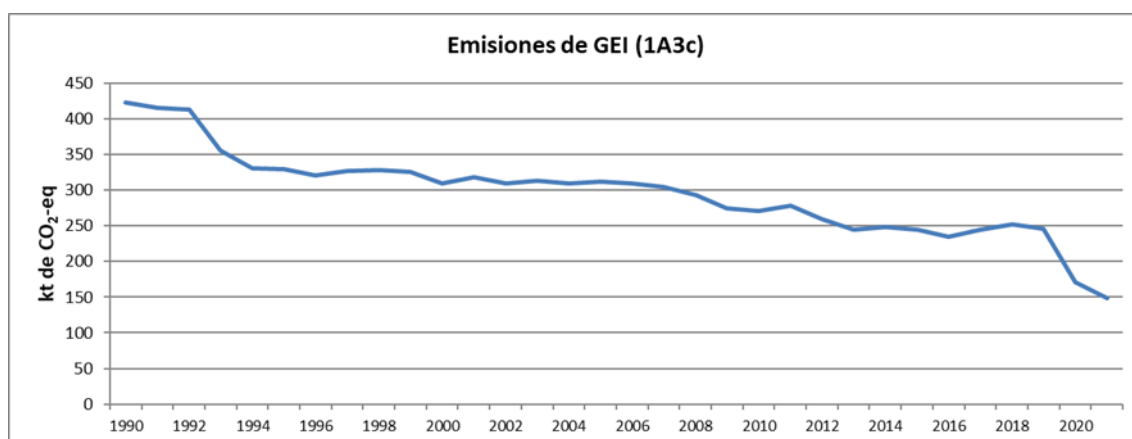


Figura 3.9.1. Emisiones de CO₂-eq de la categoría transporte ferroviario (1A3c)

3.9.2 Metodología

Las emisiones en esta categoría han sido estimadas con base en el enfoque metodológico de nivel 1 de la Guía IPCC 2006.

3.9.2.1 Variables de actividad

El volumen de combustible consumido (gasóleo) en el tráfico ferroviario empleado para el cálculo de las emisiones es proporcionado anualmente por las principales compañías del transporte ferroviario y gestores de la red ferroviaria a través de cuestionarios individualizados. Esta información constituye la variable de actividad empleada para el cálculo de las emisiones.

En la tabla 3.9.3 se presentan los datos estimados de consumo en unidades energéticas de poder calorífico inferior (TJ_{PCI}).

Tabla 3.9.3. Consumo de combustibles en transporte por ferrocarril (1A3c) (cifras en TJ_{PCI})

Combustible	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Gasóleo	5.691	4.192	3.638	3.295	3.311	2.295	1.998

En la tabla anterior se observa la tendencia también reflejada en las emisiones: a pesar del ligero repunte de los últimos años, el consumo total de gasóleo en los vehículos de tracción disminuye de manera global a lo largo del periodo inventariado. La acusada tendencia a la baja es debida principalmente al aumento en España de los kilómetros de red electrificada.

3.9.2.2 Factores de emisión

La tabla 3.9.4 recoge los factores de emisión por defecto que, en la presente edición, han sido utilizados para el transporte por ferrocarril. Para el caso de las emisiones de CO₂ y CH₄, los factores de emisión son los indicados en la Guía IPCC 2006 (tabla 3.4.1, cap. 3, vol. 2). Para el N₂O, se emplea el factor de emisión de la Guía EMEP/EEA 2019 para nivel 2 (Parte B, sección 3.3.).

Tabla 3.9.4. Factores de emisión de la categoría de transporte por ferrocarril (1A3c)

Combustible	CO ₂ (kg/t)	CH ₄ (g/t)	N ₂ O (g/t)
Gasóleo	3,194	0,179	0,024

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Transporte ferroviario](#).

3.9.3 Incertidumbre y coherencia temporal

En la tabla siguiente, se recogen las incertidumbres calculadas para esta categoría.

Tabla 3.9.5. Incertidumbres asociadas a la categoría de transporte por ferrocarril (1A3c)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	2	1	Para todos los gases, las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1A3c. <u>Variable de actividad</u> : Según la clasificación de la Guía IPCC 2006, se considera que los consumos estimados de estos combustibles proceden de un "sistema desarrollado"; por tal motivo, se ha tomado un coeficiente de incertidumbre del 2 % para los combustibles líquidos dentro del límite propuesto en la citada guía para este sistema de captura (<5 %). Factores de emisión: Guía IPCC 2006.
CH ₄		150	
N ₂ O		74,5	

Por lo que respecta a la homogeneidad temporal, cabe señalar que se ha respetado en su totalidad, y para la serie temporal completa, la información facilitada por los puntos focales en los cuestionarios individuales.

3.9.4 Control de calidad y verificación

El principal procedimiento de control de calidad interno de los datos es el chequeo cruzado con las series de datos de consumo en colaboración con el punto focal (ADIF) para confirmar la completitud y consistencia de los datos. Adicionalmente, el punto focal cuenta con su propio control de calidad y verificación de los datos que suministra.

El Inventario ha hecho el análisis comparativo entre las fuentes principales de información disponibles para asegurar la coherencia temporal de la serie.

3.9.5 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición de Inventario Nacional, no se han realizado nuevos cálculos.

3.9.6 Planes de mejora

No se prevén planes de mejora en esta actividad del Inventario Nacional.

3.10 Tráfico marítimo nacional (1A3d)

3.10.1 Descripción de la actividad

En esta categoría se recogen las emisiones procedentes del tráfico marítimo en trayectos cuyos puertos de origen y destino sean españoles, con independencia de que la bandera del buque o la nacionalidad de la compañía armadora sean nacionales o extranjeras. No se incluyen aquí las emisiones procedentes de la pesca marítima, las cuales quedan recogidas en la categoría 1A4c.

Esta categoría es considerada como categoría clave del Inventario Nacional en relación con el CO₂, según el análisis de la tabla 3.1.4.

En la tabla 3.10.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero de esta categoría, por tipo de combustible.

Tabla 3.10.1. Emisiones de la categoría de transporte marítimo nacional (1A3d) (cifras en kt)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂	5.203	4.790	3.278	1.349	3.318	2.475	2.809
Fuelóleo	1.242	271	415	356	1.868	1.140	1.280
Gasóleo	3.960	4.520	2.863	993	1.450	1.334	1.529
CH₄	0,49	0,45	0,31	0,13	0,30	0,23	0,26
Fuelóleo	0,11	0,02	0,04	0,03	0,17	0,10	0,11
Gasóleo	0,37	0,43	0,27	0,09	0,14	0,13	0,14
N₂O	0,14	0,13	0,09	0,04	0,09	0,07	0,07
Fuelóleo	0,03	0,01	0,01	0,01	0,05	0,03	0,03
Gasóleo	0,11	0,12	0,08	0,03	0,04	0,04	0,04

En la tabla 3.10.2 se muestra el conjunto de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector Energía.

Tabla 3.10.2. Emisiones de CO₂-eq de la categoría de transporte marítimo nacional (1A3d): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	5.253,07	4.837,28	3.309,78	1.361,72	3.349,44	2.498,20	2.835,98
Variación % vs. 1990	100,0 %	92,1 %	63,0 %	25,9 %	63,8 %	47,6 %	54,0 %
1A3d / INV (CO ₂ -eq)	1,8 %	1,1 %	0,9 %	0,4 %	1,1 %	0,9 %	1,0 %
1A3d / Energía (CO ₂ -eq)	2,5 %	1,4 %	1,2 %	0,5 %	1,4 %	1,2 %	1,3 %

A lo largo del período inventariado se observa un descenso continuado en las emisiones de CO₂-eq, que alcanza su mínimo para el año 2014, a partir del cual comienza un ascenso llamativo mantenido hasta 2017, presentando el mayor incremento interanual de toda la serie. Esto se debe al aumento del consumo de combustibles. En 2019 se observa cierta estabilización de esa tendencia ascendente. En el año 2020 las emisiones de CO₂-eq descienden un 25,4 % respecto al año anterior, debido a la disminución de la movilidad ocasionada por la pandemia de COVID-19. En 2021 se las emisiones aumentan un 13,7 % respecto a 2020.

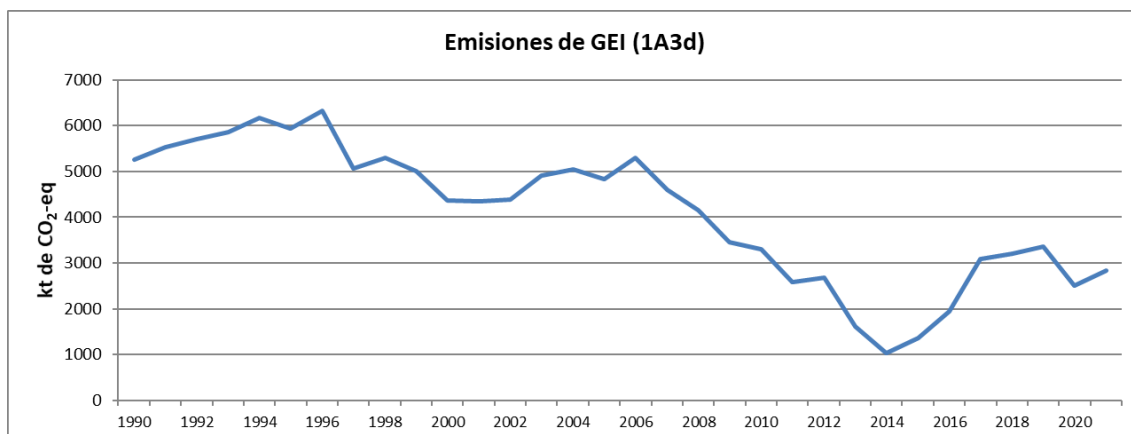


Figura 3.10.1. Emisiones de CO₂-eq de la categoría transporte marítimo nacional (1A3d)

3.10.2 Metodología

Siguiendo la recomendación de las revisiones ESD de 2021 y 2022⁴² en la presente edición las emisiones de CO₂ de fuelóleo marítimo han sido estimadas con base al enfoque metodológico nivel 2 de la Guía IPCC 2006, ya que los factores de emisión empleados se consideran específicos del país. Los valores anuales de PCI del fuelóleo proceden del promedio ponderado por consumo de los PCI de fuelóleo de las distintas centrales térmicas del país, al considerarse que las características de este combustible son comunes a nivel nacional. El resto de las emisiones de esta categoría se estiman en base a un enfoque nivel 1 de la Guía IPCC 2006.

3.10.2.1 Variables de actividad

El consumo de combustibles en el tráfico marítimo empleado para el cálculo de las emisiones proviene de los cuestionarios anuales elaborados por el punto focal (MITECO) para su remisión a EUROSTAT y la AIE.

En la tabla 3.10.3 se presentan los consumos de combustibles expresados en términos de energía (TJ de poder calorífico inferior).

Tabla 3.10.3. Consumo de combustibles de la categoría de transporte marítimo nacional (1A3d) (cifras en TJ_{PCI})

Combustible	1990	2000	2005	2010	2015	2020	2021
Fuelóleo	16.052	9.004	3.487	5.283	4.507	14.505	16.337
Gasóleo	53.444	48.948	60.994	38.637	13.397	18.008	20.635
TOTAL	69.496	57.953	64.481	43.921	17.904	32.513	36.973

La figura 3.10.2 muestra el consumo total de combustible a lo largo del periodo inventariado. La acusada tendencia a la baja desde el año 2006 con un mínimo en 2014, debida a una combinación de factores, geográficos y de mercado, junto con el impacto de la crisis económica en el sector del tráfico marítimo. Es importante tener en cuenta la ubicación geográfica de España en relación con el tráfico marítimo en el mar Mediterráneo y a través del estrecho de Gibraltar. Después se aprecia un repunte en el consumo a partir del año 2015, que vuelve a situar el consumo total de combustibles en cifras cercanas al consumo de 2010. El cambio de tendencia que se aprecia a partir de 2014 en el consumo de combustible marítimo es destacable, y mucho más llamativo en el caso del consumo de fuelóleo que aumenta

⁴² El informe final de la revisión ESD está disponible en: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/effort-sharing-member-states-emission-targets/implementation-effort-sharing-decision_en

progresivamente a partir de un incremento del 32 % en 2015 y llega a un 58 % de aumento para el año 2017. La tendencia sigue siendo ascendente hasta 2019.

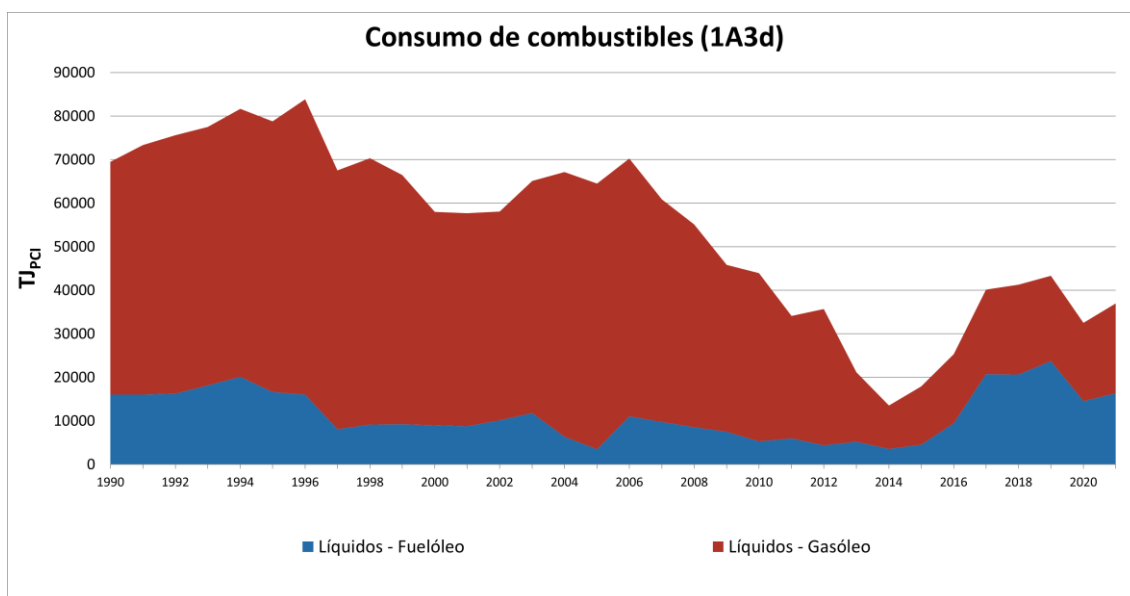


Figura 3.10.2. Consumo de combustibles de la categoría de transporte marítimo nacional (1A3d) (cifras en Tj_{PCI})

El aumento drástico en el suministro de combustible para las actividades de navegación doméstica se debe nuevamente a una combinación de factores: por un lado, se han llevado a cabo correcciones en las estadísticas nacionales de energía para el sector desde el año 2016 y, por otro lado, recientemente se han observado nuevas estrategias de mercado para uno de los principales operadores del sector. Además, el creciente número de buques registrados en los puertos españoles (datos de la Autoridad Nacional de Puertos del Estado), la situación actual del mercado en el Estrecho de Gibraltar y, finalmente, la nueva tecnología introducida en los buques de fuelóleo creada para adaptar los motores a la legislación relativa al contenido de azufre en los combustibles marinos, también podrían desempeñar un papel influyente en la tendencia observada⁴³. Sin embargo, en el año 2020 se observa de nuevo un cambio de tendencia donde el consumo decrece un 25 % como consecuencia de la pandemia de COVID-19. En 2021 aumenta un 14 % respecto al año anterior.

3.10.2.2 Factores de emisión

La tabla 3.10.4 recoge los factores de emisión por defecto que, en la presente edición, han sido utilizados para el transporte marítimo. En el caso del fuelóleo marítimo, los factores de emisión son variables cada año debido al PCI específico del combustible, por lo que en la tabla se muestran los valores mínimo y máximo utilizados a lo largo del periodo inventariado.

Tabla 3.10.4. Factores de emisión de la categoría de transporte marítimo nacional (1A3d)

Combustible	CO ₂ (t/t)	CH ₄ (kg/t)	N ₂ O (kg/t)
Gasóleo	3,194	0,302	0,086
Fuelóleo	3,078 - 3,209	0,280 - 0,288	0,080 - 0,082

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Transporte marítimo](#).

⁴³ Esta aclaración se realiza siguiendo la recomendación de la revisión anual de UNFCCC de 2019 (ID# E.21) cuyo informe final de revisión (ARR en sus siglas en inglés) puede consultarse en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2019_ESP.pdf.

3.10.3 Incertidumbre y coherencia temporal

En la tabla siguiente, se recogen las incertidumbres calculadas para esta categoría.

Tabla 3.10.5. Incertidumbres asociadas a la categoría de transporte marítimo nacional (1A3d)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	75	2,7	Para todos los gases, las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1A3d. Variable de actividad: Según la clasificación de la Guía IPCC 2006, se considera que los consumos estimados de estos combustibles proceden de un "sistema poco desarrollado"; por tal motivo, se ha tomado un coeficiente de incertidumbre del 75 % para los combustibles líquidos. Factores de emisión: Guía IPCC 2006.
CH ₄		50	
N ₂ O		140	

Por lo que respecta a la homogeneidad temporal, cabe señalar que se ha respetado en su totalidad la información facilitada por el punto focal responsable del área de Energía, la Secretaría de Estado de Energía de MITECO, en los cuestionarios internacionales, si bien ésta no ha podido ser contrastada con fuentes o indicadores alternativos.

3.10.4 Control de calidad y verificación

El Inventario Nacional ha hecho el análisis comparativo entre las fuentes principales disponibles y, ante la dificultad de obtener datos directos en el periodo más reciente que permitan analizar las variaciones interanuales en la serie estimada hasta la edición anterior, se ha optado por aplicar los datos publicados por los cuestionarios internacionales de productos petrolíferos remitidos por MITECO a los organismos internacionales AIE y EUROSTAT.

3.10.5 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición de Inventario Nacional se ha actualizado el factor de emisión de CO₂ del fuelóleo marítimo, siendo específico del país. Los factores de emisión de CH₄ y N₂O también se han actualizado como consecuencia de modificar el valor anual del PCI del fuelóleo.

En las figuras 3.10. 3 a la 3.10.8, se muestra gráficamente el efecto de los nuevos cálculos efectuados (emisiones calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report)⁴⁴.

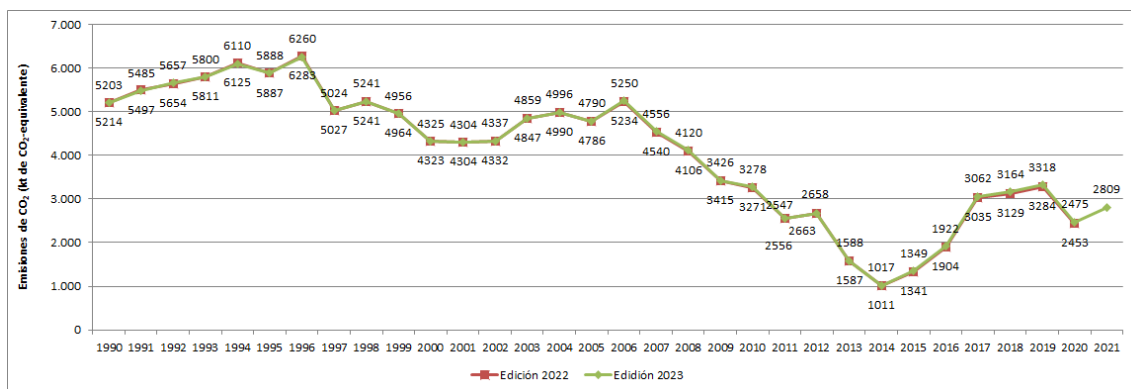


Figura 3.10.3. Emisiones de CO₂ en tráfico marítimo nacional (1A3d). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

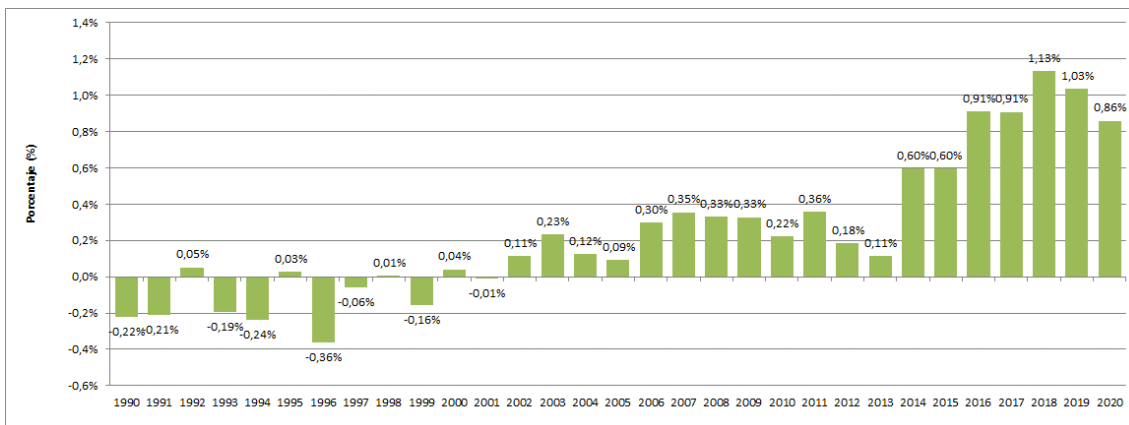


Figura 3.10.4. Diferencia porcentual de emisiones de CO₂ (1A3d). Edición 2023 vs. edición 2022

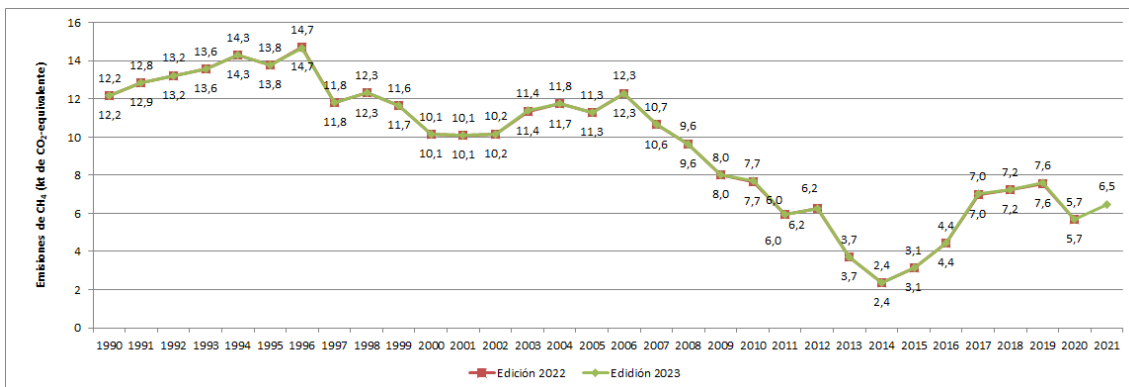


Figura 3.10.5. Emisiones de CH₄ en tráfico marítimo nacional (1A3d). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

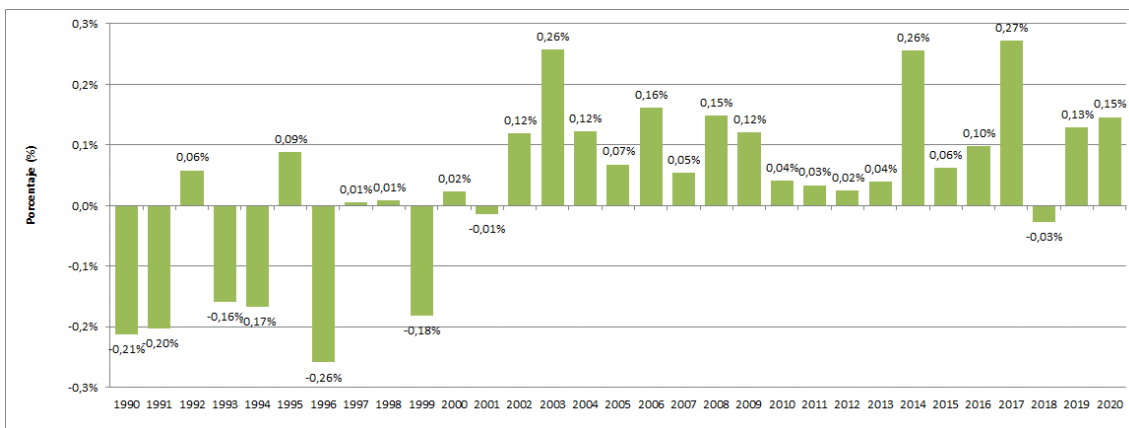


Figura 3.10.6. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (1A3d). Edición 2023 vs. edición 2022

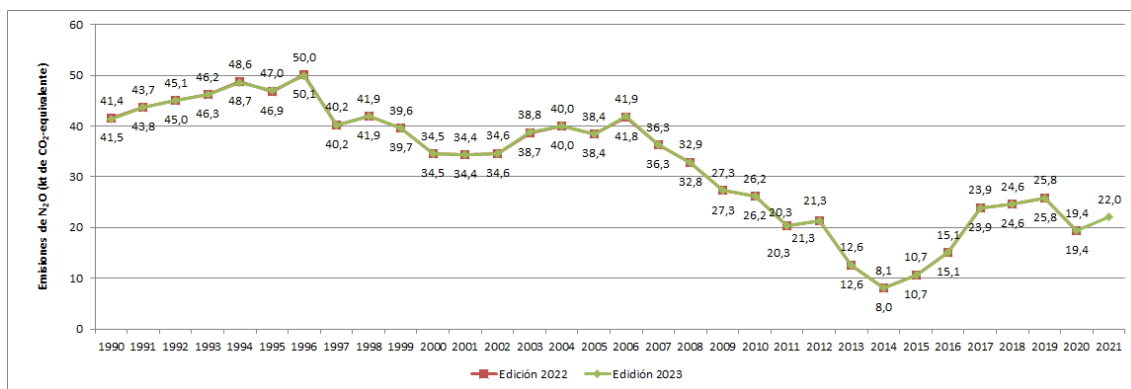


Figura 3.10.7. Emisiones de N₂O en tráfico marítimo nacional (1A3d). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

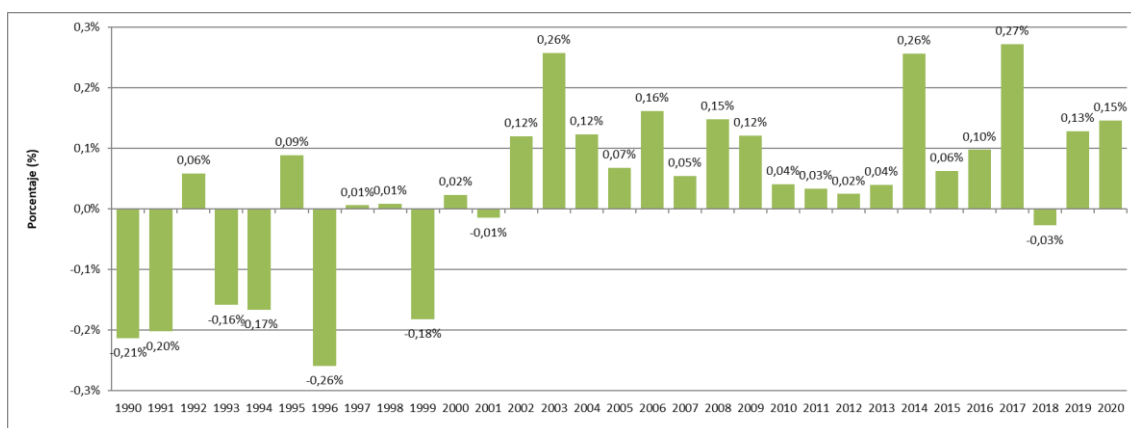


Figura 3.10.8. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (1A3d). Edición 2023 vs. edición 2022

3.10.6 Planes de mejora

No se prevén planes de mejora en esta actividad del Inventario Nacional.

3.11 Otros medios de transporte (1A3e)

3.11.1 Descripción de la actividad

La categoría 1A3e comprende de forma general las emisiones que, procedentes de la combustión, se dan en las actividades de transporte no incluidas en grupos anteriores. En España, las emisiones en esta categoría se deben, exclusivamente, a la actividad de transporte por tubería (estaciones de compresión de las redes de gasoductos y oleoductos).

La actividad se desarrolla fundamentalmente por dos operadores:

- ENAGÁS, principal empresa transportista de gas natural y Gestor Técnico del Sistema Gasista en España (véase figura en apartado 3.16, referida a las emisiones fugitivas de gas natural - categoría 1B2);
- Exolum (antes Compañía Logística de Hidrocarburos CLH), empresa líder en transporte y almacenamiento de productos petrolíferos en el mercado español.

La categoría 1A3e no es categoría clave del Inventario Nacional, según el análisis presentado en la tabla 3.1.4.

En la tabla 3.11.1 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible.

Tabla 3.11.1. Emisiones de la categoría otros medios de transporte (1A3e) (cifras en kt)

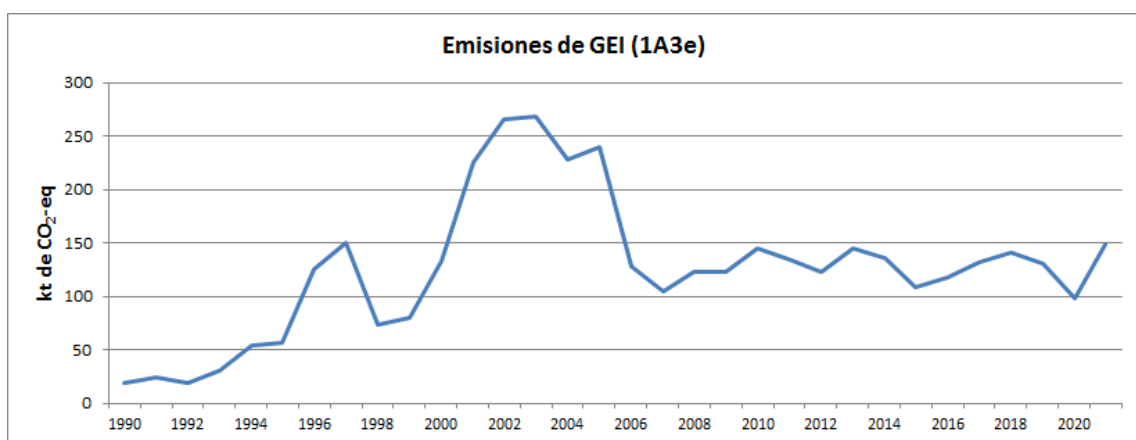
	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂	19	239	144	108	131	99	148
Líquidos	3	0,9	0,8	0,5	2,9	1,7	0,7
Gaseosos	16	238	143	108	128	96,8	147,4
CH₄	0,0004	0,0043	0,0026	0,0019	0,0024	0,0018	0,0027
Líquidos	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000
Gaseosos	0,0003	0,0042	0,0025	0,0019	0,0023	0,0017	0,0026
N₂O	0,0001	0,0004	0,0003	0,0002	0,0003	0,0002	0,0003
Líquidos	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Gaseosos	0,0000	0,0004	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0003

En la tabla 3.11.2 se expresa el conjunto de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en términos de CO₂-eq. Así mismo, se presentan el índice de evolución temporal de las emisiones de CO₂-eq (base 100 año 1990) y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector Energía.

Tabla 3.11.2. Emisiones de CO₂-eq de la categoría otros medios de transporte (1A3e): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	19	239	144	108	131	99	148
Variación % vs. 1990	100,0 %	1.250,2 %	753,1 %	565,5 %	684,7 %	514,9 %	774,1 %
1A3e / INV (CO ₂ -eq)	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %
1A3e / Energía (CO ₂ -eq)	0,0 %	0,1 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,1 %

En términos de CO₂-eq, las emisiones de GEI en la categoría 1A3e se han ido incrementando desde el comienzo de la serie histórica hasta un valor máximo en los años 2002 y 2003 (ver figura 3.11.1), debido a la generalización del uso de gas natural en procesos industriales, el crecimiento gradual del consumo de gas natural en los hogares y, desde 2002, la instalación de nuevos ciclos combinados para la generación eléctrica. La crisis económica iniciada en 2008 provocó una bajada de la demanda eléctrica, lo que supuso una importante reducción del transporte de gas por tubería para dar suministro a estas centrales. El descenso de las emisiones en 2020 está vinculado a la reducción de la actividad económica (y la consiguiente bajada en la demanda de energía) motivada por la pandemia de COVID-19. En el año 2021, se aprecia una recuperación de la tendencia general previa a la pandemia.

Figura 3.11.1. Emisiones de CO₂-eq de la categoría otros medios de transporte (1A3e)

3.11.2 Metodología

El cálculo de las emisiones de los gases de efecto invernadero en la categoría 1A3e, se realiza según métodos de nivel 1 para el CO₂, el CH₄ y el N₂O.

3.11.2.1 Variables de actividad

En la categoría 1A3e se utiliza como variable de actividad el consumo de combustibles en los compresores y estaciones de impulsión de las redes de transporte por tubería.

La información procede de las siguientes fuentes:

- Estaciones de compresión de la red de gasoductos: la variable de actividad se ha obtenido, hasta el año 2004, de la publicación anual *Los transportes y los servicios postales*⁴⁵ elaborada por el MITMA, que proporcionaba las cantidades de combustibles, en términos de masa, imputadas para el transporte por tubería. A partir de 2005, la información sobre dichos consumos, así como las características de los mismos, se ha recabado desde ENAGÁS mediante cuestionario.
- Estaciones de bombeo de la red de oleoductos: hasta 2007⁴⁶ se emplearon los datos sobre consumo de gasóleo contenidos en la publicación del MITMA *Los transportes y los servicios postales*. A partir del año 2008, la información se recoge vía cuestionario, dirigido al operador Exolum.

En la tabla 3.11.3 se muestran los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (TJ_{PCI}), utilizados como variable de actividad en la estimación de las emisiones.

Tabla 3.11.3. Consumo de combustibles de la categoría otros medios de transporte (1A3e)
(cifras en TJ_{PCI})

Combustible	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Líquidos	38	13	10	7	39	23	10
Gasóleo	38	13	10	7	39	23	10
Gaseosos	296	4.244	2.537	1.914	2.283	1.698	2.624
Gas natural	296	4.244	2.537	1.914	2.283	1.698	2.624
TOTAL	334	4.256	2.547	1.920	2.322	1.720	2.634

Para la conversión de unidades de masa a energía se ha aplicado un PCI de 42,4 GJ/ t para el gasóleo.

El principal combustible consumido en esta categoría es el gas natural, empleado en los compresores de la red de gasoductos de alta presión, con una extensión de más de 12.000 km. El otro combustible consumido en esta actividad, el gasóleo, se utiliza en las estaciones de bombeo de la red de oleoductos (más de 4.000 km de tuberías subterráneas).

A partir del año 2005, el apreciable descenso en el consumo de gasóleo se explica por la sustitución, en su operación habitual, de las motobombas diésel por otras eléctricas, dentro de la red de oleoductos.

En la figura 3.11.2 se muestra la distribución de los consumos por tipo de combustible a lo largo del periodo inventariado.

⁴⁵ Hasta el año 1998 esta publicación se denominaba "Los Transportes y las Comunicaciones".

⁴⁶ En esta serie de documentos, no figura información sobre este tipo de consumos desde el año 2008.

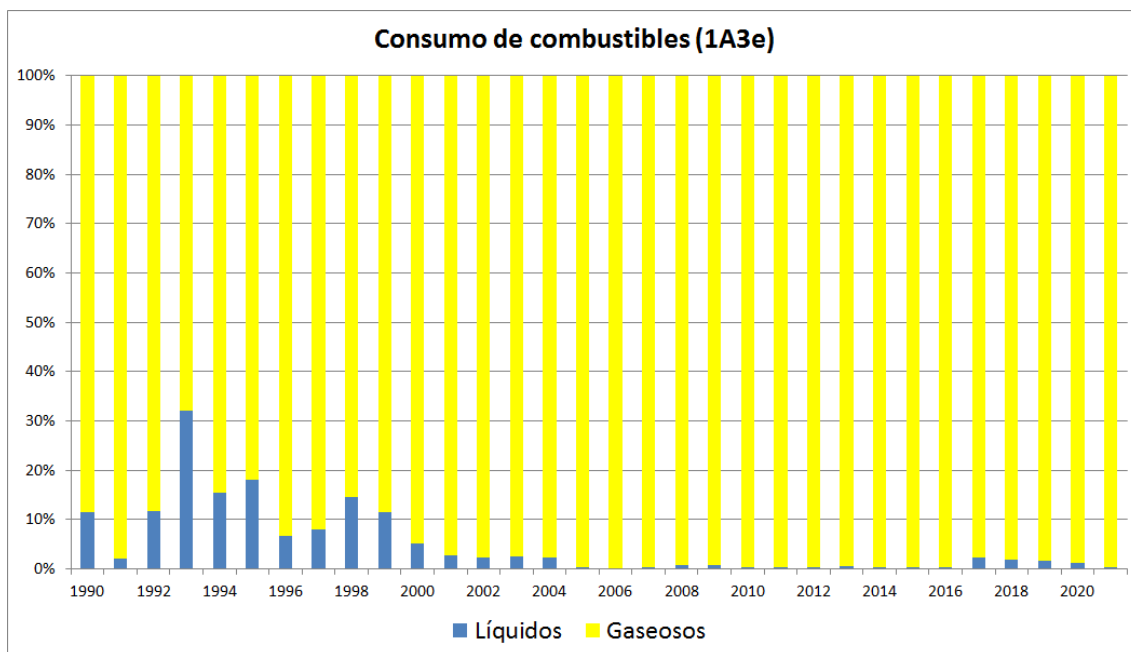


Figura 3.11.2. Distribución del consumo de combustibles de la categoría otros medios de transporte (1A3e), sobre base TJ_{PCI}

3.11.2.2 Factores de emisión

Para las estaciones de compresión y de bombeo, tanto en turbinas de gas como en motores estacionarios, las emisiones se estiman utilizando factores de emisión por defecto de la Guía IPCC 2006 (tabla 2.2, cap. 2, vol. 2).

En el caso del CO₂ del gas natural, siguiendo la recomendación E.14 de la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017⁴⁷, se ha sustituido en la categoría 1A el valor por defecto por factores específicos de ámbito nacional calculados según las características elementales anuales (contenido de C, densidad del gas y PCI) facilitadas por ENAGÁS, en la serie completa. En el año 2021, el FE de CO₂ aplicado al gas natural de forma genérica, ha sido de 56,1802 t/TJ.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Compresores de la Red de Transporte de Combustibles por Tubería](#).

3.11.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Las incertidumbres de esta actividad se calculan a nivel de CRF 1A3e. Se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 3.11.4. Incertidumbres de la categoría otros medios de transporte (1A3e)

Gas	Combustible	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	Todos	100	4	Variable de actividad: el valor se calcula según la Guía IPCC 2006. Factor de emisión: se calcula con las incertidumbres propuestas en la Guía IPCC 2006.
CH ₄	Todos	100	200	
N ₂ O	Todos	100	200	

Aunque ahora se emplea un FE del CO₂ específico nacional (anual) para el gas natural en toda la categoría 1A, la incertidumbre del FE para el CO₂ se ha dejado en valores por defecto de IPCC 2006 en la categoría 1A3e, debido a que incluye también el CO₂ del gasóleo, del que no hay características específicas nacionales. El FE específico nacional del CO₂ para el gas

⁴⁷ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>

natural, tendría por sí solo una incertidumbre del 1,5 %, atendiendo a las incertidumbres de su composición elemental.

Las series de datos se consideran temporalmente homogéneas. La continuidad de la serie queda garantizada porque los proveedores de la información primaria han sido siempre los principales operadores de las redes de gasoductos y oleoductos en España (en los años en que los datos empleados por el Inventario Nacional proceden de la publicación del MITMA, éstos fueron igualmente proporcionados a dicha fuente por ENAGÁS y Exolum).

3.11.4 Control de calidad y verificación

Esta categoría, debido al reducido número de actividades implicadas, se encuentra bien controlada, dado que la información proviene únicamente de dos fuentes (ENAGÁS y Exolum) y se hacen comprobaciones en toda la serie anual, de modo que sea coherente.

En los formularios remitidos a los operadores se presentan los datos del año anterior, lo que permite su cotejo y, si fuera necesario, su actualización.

3.11.5 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición del Inventario Nacional, no se han realizado nuevos cálculos en la categoría 1A3e.

3.11.6 Planes de mejora

No se prevén planes de mejora en esta actividad del Inventario Nacional.

3.12 Combustión en otros sectores (1A4)

3.12.1 Descripción de la actividad

Esta categoría recoge las emisiones generadas en las actividades de combustión de los sectores no industriales, entre los que se incluyen los sectores comercial, institucional y residencial, así como la combustión en agricultura, silvicultura y pesca.

La categoría 1A4 es categoría clave del Inventario Nacional en relación con el CO₂ y los combustibles líquidos, sólidos y gaseosos, y en relación con el CH₄ y N₂O, según el análisis de la tabla 3.1.4.

En la tabla 3.12.1 se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de combustible. Las emisiones de CO₂ originadas por la quema de biomasa no se computan en el Inventario Nacional, de acuerdo con la metodología IPCC. No obstante, sí han sido estimadas *pro memoria* y reflejadas como tales en las tablas de reporte CRF.

Tabla 3.12.1. Emisiones de la categoría de combustión en otros sectores (1A4) (cifras en kt)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂	35.031	50.805	56.477	49.364	46.061	45.777	46.726
Líquidos	21.791	29.130	24.165	22.792	21.570	21.394	21.889
Sólidos	2.218	1.263	1.154	576	678	629	552
Gaseosos	1.297	10.569	18.958	13.596	14.539	14.429	14.916
Biomasa (*)	9.725	9.843	12.200	12.400	9.274	9.324	9.369
CH₄	33,13	34,88	46,07	39,03	31,39	31,30	31,84
Líquidos	2,20	2,94	2,15	2,10	2,25	2,21	2,50
Sólidos	4,76	3,03	2,49	1,29	0,99	0,72	0,60
Gaseosos	0,12	2,69	9,15	2,41	3,21	3,28	3,51
Biomasa	26,05	26,22	32,28	33,24	24,94	25,09	25,24
N₂O	0,71	0,86	0,93	0,95	0,84	0,85	0,86
Líquidos	0,33	0,47	0,45	0,47	0,48	0,48	0,49

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Sólidos	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
Gaseosos	0,00	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
Biomasa	0,35	0,35	0,43	0,44	0,33	0,33	0,34

(*) CO₂ no computable, se estima *pro memoria*

En la tabla 3.12.2 se expresa el conjunto de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en términos de CO₂-eq. Asimismo, se presentan el índice de evolución temporal de las emisiones de CO₂-eq (base 100 año 1990) y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector Energía.

Tabla 3.12.2. Emisiones de CO₂-eq de la categoría de combustión en otros sectores (1A4): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	26.421	42.165	45.812	38.308	37.890	37.553	38.476
Variación % vs. 1990	100 %	159,6 %	173,4 %	145,0 %	143,4 %	142,1 %	145,6 %
1A4 / INV (CO ₂ -eq)	9,2 %	9,6 %	12,9 %	11,5 %	12,2 %	13,8 %	13,3 %
1A4 / Energía (CO ₂ -eq)	12,4 %	12,2 %	17,2 %	15,1 %	16,1 %	18,8 %	17,8 %

La evolución de las emisiones (figura 3.12.1) es paralela a la del consumo de combustible. Con carácter general, el desarrollo económico y poblacional experimentado a lo largo del periodo inventariado en España, es el principal responsable de la pauta global ascendente en los consumos dentro de esta categoría. Las oscilaciones puntuales se corresponden en general con años de meteorología invernal adversa.

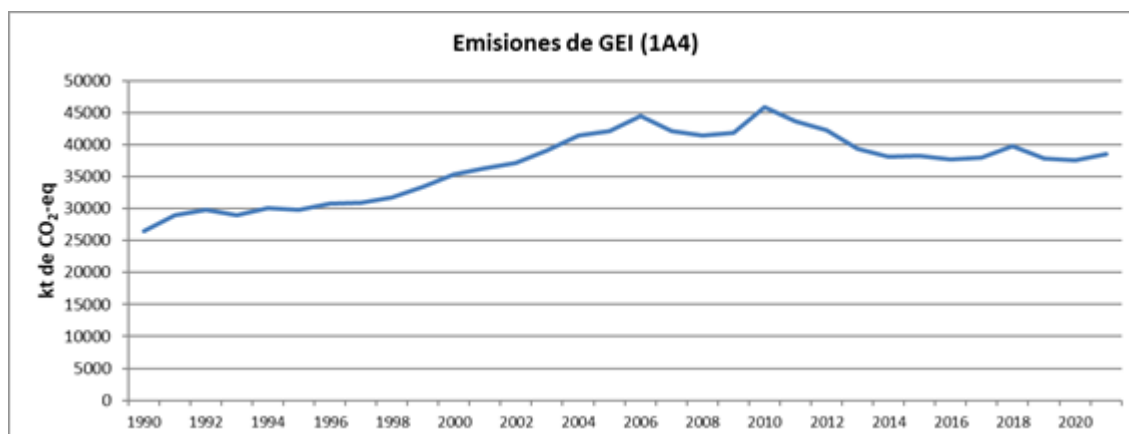


Figura 3.12.1. Emisiones de CO₂-eq de la categoría de combustión en otros sectores (1A4)

En la tabla 3.12.3 se presenta la información sobre las emisiones conjuntas de CO₂, CH₄ y N₂O (expresadas en CO₂-eq) diferenciadas por sectores, incluyendo el índice de evolución temporal y la contribución de las emisiones de cada subcategoría al total de la categoría 1A4.

Tabla 3.12.3. Emisiones de CO₂-eq de la categoría de combustión en otros sectores (1A4) por sector: valores absolutos, índices y ratios

1A4a Comercial e institucional

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	3.828	9.112	13.499	8.137	9.556	9.113	9.943
Variación % vs. 1990	100 %	238,0 %	352,6 %	212,6 %	249,6 %	238,1 %	259,7 %
1A4a / INV (CO ₂ -eq)	1,3 %	2,1 %	3,8 %	2,4 %	3,1 %	3,3 %	3,4 %
1A4a / 1A4 (CO ₂ -eq)	14,5 %	21,6 %	29,5 %	21,2 %	25,2 %	24,3 %	25,8 %

1A4b Residencial

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	13.801	21.814	21.682	17.980	16.033	16.180	16.113
Variación % vs. 1990	100 %	158,1 %	157,1 %	130,3 %	116,2 %	117,2 %	116,8 %
1A4b / INV (CO ₂ -eq)	4,8 %	5,0 %	6,1 %	5,4 %	5,2 %	5,9 %	5,6 %
1A4b / 1A4 (CO ₂ -eq)	52,2 %	51,7 %	47,3 %	46,9 %	42,3 %	43,1 %	41,9 %

1A4c Agricultura, selvicultura y pesca

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	8.792	11.239	10.631	12.191	12.301	12.260	12.420
Variación % vs. 1990	100 %	127,8 %	120,9 %	138,7 %	139,9 %	139,4 %	141,3 %
1A4c / INV (CO ₂ -eq)	3,1 %	2,6 %	3,0 %	3,7 %	4,0 %	4,5 %	4,3 %
1A4c / 1A4 (CO ₂ -eq)	33,3 %	26,7 %	23,2 %	31,8 %	32,5 %	32,6 %	32,3 %

Como puede verse, destacan las emisiones del sector residencial (41,9 % en 2021) dentro de la categoría 1A4, aunque han ido perdiendo peso progresivamente, especialmente a partir del año 2011.

El sector servicios (comercial e institucional) es el que ha experimentado un mayor crecimiento en sus emisiones a lo largo de los años (figura 3.12.2), tanto en relación al conjunto de la categoría como al total del Inventario Nacional.

Respecto al último año de reporte, se observa una recuperación de las emisiones en el sector Comercial e Institucional respecto al año 2020. Este hecho puede responder al aumento del consumo en edificios comerciales e institucionales tras el parón parcial en la actividad de comercios, negocios e instituciones que tuvo lugar debido a las circunstancias provocadas por la pandemia de COVID-19.

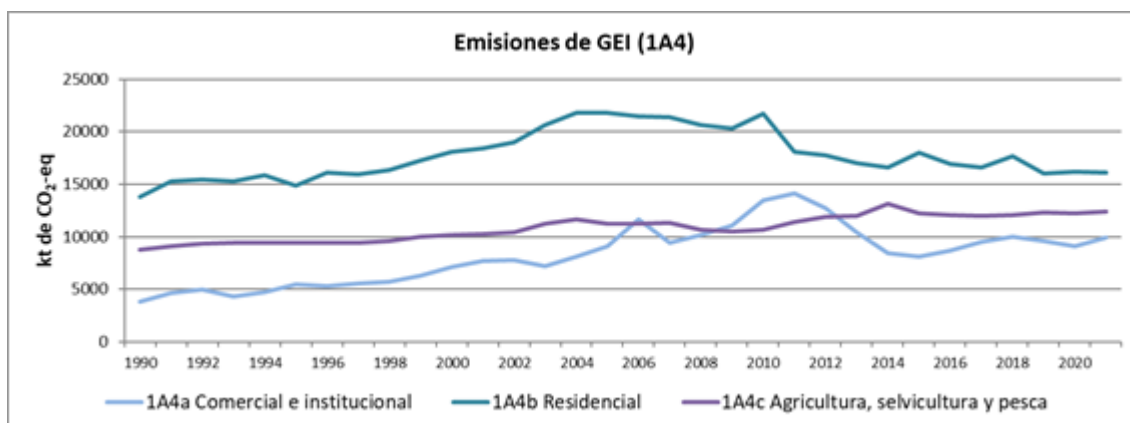


Figura 3.12.2. Emisiones de CO₂-eq de las subcategorías que componen la categoría 1A4

3.12.2 Metodología

Las emisiones en la categoría 1A4 se han estimado según los siguientes enfoques metodológicos:

- Enfoque metodológico de nivel 1 y 2 propuesto por la Guía IPCC 2006 para los gases de efecto invernadero, en las categorías de combustión estacionaria (1A4ai y 1A4bi).
- Enfoque metodológico de nivel 1 propuesto por la Guía EEA/EMEP 2019 para los gases de efecto invernadero, en la categoría de maquinaria móvil (1A4aii).

- Enfoque metodológico de nivel 2 para el cálculo de los motores estacionarios de riego y la maquinaria agrícola y forestal (subcategorías 1A4ci y 1A4cii) y de nivel 1 para la flota pesquera (subcategoría 1A4ciii), según la Guía IPCC 2006.

3.12.2.1 Variables de actividad

En la categoría 1A4 se utiliza el consumo de combustibles como variable de actividad principal. Las fuentes básicas de información son:

- Sectores comercial, institucional y residencial (categorías 1A4a y 1A4b), excluida cogeneración y consumo de pellets en el sector residencial: cuestionarios internacionales elaborados por MITECO para su remisión a la AIE y a EUROSTAT.
- Cogeneración y autoproducción de electricidad en el sector comercial: información suministrada por el MITECO, basada en cuestionarios dirigidos a los propios centros autoprodutores y cogeneradores de electricidad. La información sobre cogeneración, detallada a nivel de centro o de sector socioeconómico, corresponde al periodo cubierto por el registro de cogeneración y autoproducción eléctrica (años 2000 y 2002-2021). Respecto a la autoproducción, la información comprende el periodo 2002-2009. Con estos datos, se han construido distribuciones anuales por sectores de la energía demandada para producción eléctrica según modo de generación (autoproducción vs. cogeneración) y tipo de combustible, prorrogando para el periodo restante la estructura sectorial del año más próximo al año de interés no cubierto por el registro.
- Consumo de pellets de madera en el sector residencial: la información de consumos de pellets para calefacción en el sector residencial se obtiene del “Informe estadístico sobre producción y consumo de pellets”, publicado por la Asociación Española de la Biomasa (AVEBIOM).
- Consumo de biomasa para el sector residencial: la desagregación de consumos entre diferentes tecnologías y combustibles de biomasa para el sector residencial (categoría 1A4b) se ha realizado a partir de datos de consumo del “Estudio de estadísticas de biomasa, biogás y residuos para usos térmicos” (IDAE), completado con información proveniente de la herramienta TIMES-Sineriga desarrollada por la Secretaría de Estado de Energía de MITECO, para los análisis de energía y prospectiva usados en la elaboración de las proyecciones de emisiones (datos de 2016-2020) y de la guía EMEP/EEA 2019 para clasificación de tecnologías dentro del sector.
- Sector de agricultura, silvicultura y pesca (categoría 1A4c): la estimación realizada a partir de los patrones de actividad y los requerimientos energéticos asociados a la misma, asumiendo que la práctica totalidad del combustible es gasóleo. La información sobre los patrones de actividad de cada subcategoría (pesca marítima, maquinaria agrícola y forestal), se ha tratado de la siguiente manera:
 - Combustión estacionaria del sector agrícola (motores y otras instalaciones): información de los cuestionarios internacionales elaborados por MITECO, con la excepción del gasóleo, para el que se estima un consumo proporcional al efectuado en la maquinaria móvil agrícola. Cabe mencionar el tratamiento diferenciado que se hace para la combustión estacionaria en los motores de riego de la agricultura, basado en ratios de consumo de gasóleo por hectárea de regadío, tomados del documento “Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética – E4” del sector agrícola⁴⁸, y en la superficie de regadío que figura en el *Anuario Estadístico* del MAPA.
 - Maquinaria agrícola: para la maquinaria agrícola se ha partido de la información facilitada por la Dirección General de Producciones y Mercados Agrarios del MAPA

⁴⁸ Documento de trabajo para “Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética 2004-2012 del Sector Agricultura y Pesca”, edición de julio de 2003.

para evaluar la potencia instalada en el parque activo por tipo de maquinaria (tractores, cosechadoras o motocultores). Otros parámetros que intervienen en el cálculo del consumo de combustibles son el número de horas/año efectivas de cada tipo de maquinaria y los requerimientos energéticos por hora de operación estándar y unidad de potencia nominal.

- Para estimar los consumos correspondientes a la maquinaria forestal se ha seguido un tratamiento similar. En este caso, como información de base se han seleccionado datos socioeconómicos relativos a la silvicultura, tales como la superficie repoblada o el volumen de madera que ha sido talada, recopilados en el *Anuario Estadístico* del MAPA, completada por expertos del sector para otras variables base de actividad complementarias tales como la longitud de caminos forestales arreglados y la superficie de cortafuegos. Así mismo, dichos expertos han proporcionado información complementaria relativa a las características de la maquinaria por clase de operación, tales como el número de unidades, la potencia media instalada en cada unidad, el rendimiento de arrastre o carga y el consumo específico medio de combustible, a partir de las cuales se ha derivado la potencia total instalada y/o las horas de funcionamiento por clase de operación. Para el último año inventariado, en ausencia de datos actualizados por parte de la fuente de información, se ha optado por replicar el valor de consumo obtenido de los años 2019 o 2020, según la subactividad que se trate.
- Pesca marítima: la información recoge los datos facilitados por la Dirección General de Ordenación Pesquera y Acuicultura del MAPA, referentes a valores de consumo específico medio de combustible por caladero, potencia de la flota pesquera y número de días de marea. Para el último año inventariado, en ausencia de datos actualizados por parte de la fuente de información, se ha optado por replicar el valor de consumo obtenido para el año 2020.

En la figura 3.12.3 se presenta la distribución del consumo de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, T_{JPCI}), para el conjunto de la categoría 1A4.

El gráfico refleja la importancia del consumo de combustibles líquidos para toda la categoría, constituyendo la principal fuente de energía hasta 2010. Tras situarse como segunda fuente energética a partir de ese año, vuelven a ser los predominantes desde 2013, con una participación relativa del 46 % en 2021⁴⁹. No obstante, su participación se ha reducido a lo largo del periodo ante la notable expansión de la infraestructura gasista y del suministro de gas natural en el país. Por contra, cabe señalar la clara disminución del uso de combustibles sólidos respecto al año 1990, hasta los niveles casi insignificantes de la actualidad.

La biomasa se configura como la tercera fuente de energía para esta categoría, con una reducción progresiva de su representación y posterior recuperación parcial a partir del año 2006, favorecida por las actuaciones desarrolladas por la administración para la promoción de biomasa en los sectores residencial y servicios.

⁴⁹ Incluye los consumos de las actividades de la pesca y la maquinaria móvil agrícola y forestal.

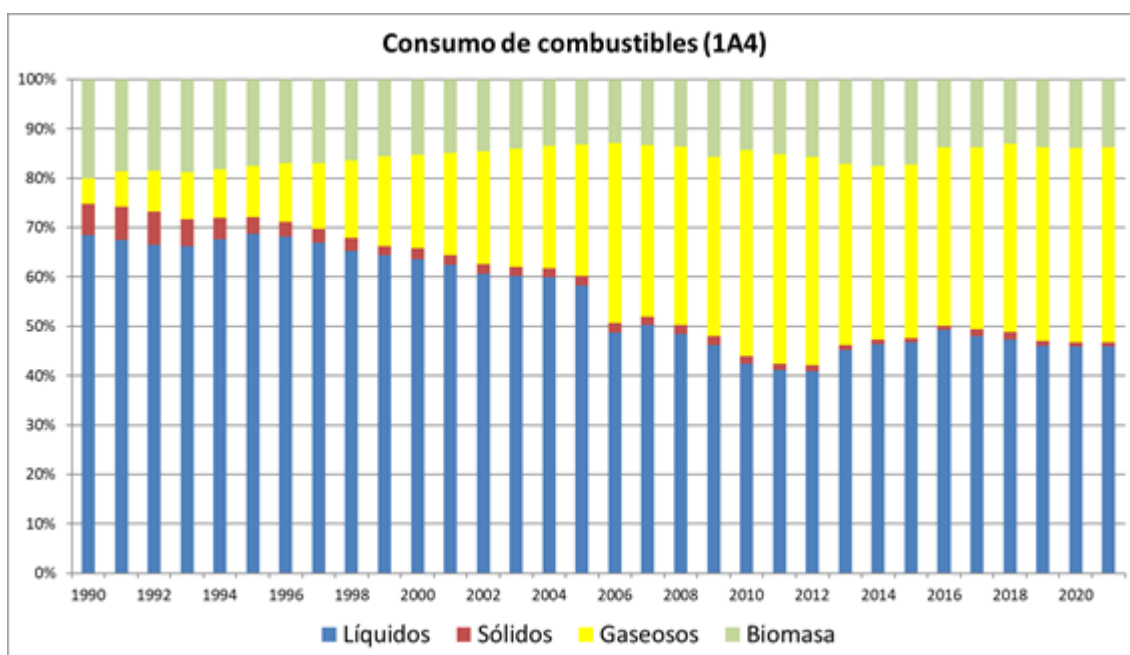


Figura 3.12.3. Distribución del consumo de combustibles de la categoría de combustión en otros sectores (1A4), sobre base TJ_{PCI}

A continuación, en las tablas 3.12.4 a 3.12.6 se presentan los consumos de combustibles, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), de cada sector comprendido dentro de la categoría 1A4.

Si se compara la distribución del consumo de combustibles de la categoría 1A4 en su conjunto (gráfico superior) con las distribuciones por sectores, puede verse que el sector residencial (1A4b) (figura 3.12.5) es el que marca la tendencia general de la categoría en cuanto a consumos.

Analizando la distribución del consumo energético de combustibles por sectores socioeconómicos, la importancia del sector comercial-institucional (1A4a) en el conjunto de la categoría ha ido aumentando, teniendo un peso similar en el mercado de demanda energética al del sector de agricultura, selvicultura y pesca (categoría 1A4c), ambos por detrás del sector residencial.

En la tabla 3.12.4, se observa la pauta general creciente en la demanda energética de la categoría 1A4a (triplicando el consumo total del año 1990), a pesar del descenso producido en el año 2020, que vuelve a recuperarse en el último año con un aumento del 9 % en el último año) El aumento de la demanda energética a lo largo del periodo inventariado está fundamentalmente satisfecho por la pronunciada penetración del gas natural en el sector, tanto para la generación de calor como para su uso en instalaciones de cogeneración (calor y electricidad), en combinación con el crecimiento, más moderado, experimentado hasta el año 2005 por el gasóleo para producción de calor.

Tabla 3.12.4. Consumo de combustibles: combustión en el sector comercial e institucional (1A4a) (cifras en TJ_{PCI})

Combustible	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Líquidos	44.894	89.663	59.564	41.453	49.210	43.892	49.113
Gasóleo	26.735	70.893	47.866	32.476	39.793	36.124	39.931
Fuelóleo	10.608	9.427	3.552	1.125	683	1.808	1.806
G.L.P.	7.389	9.180	8.016	7.389	7.344	4.612	5.390
Coque de petróleo	163	163	130	-	-	-	-
Gasolina	-	-	-	463	1.390	1.348	1.985

Combustible	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Sólidos	2.128	2.150	3.715	1.353	3.318	3.730	3.388
Hulla y antracita	880	1.517	2.427	1.062	1.062	910	850
Lignito negro	13	-	-	-	-	-	-
Coque	-	-	-	282	2256	2820	2.538
Gas manufacturado	1.234	633	1.287	9	-	-	-
Gaseosos	6.878	39.847	151.638	87.075	97.819	95.628	103.736
Gas natural	6.878	39.847	151.638	87.075	97.819	95.628	103.736
Biomasa	-	3.161	3.714	4.008	6.726	7.057	7.908
Madera / Residuos de madera	-	2.144	2.514	3.243	4.073	4.420	4.719
Biogás	-	1.017	1.200	765	2.653	2.638	3.189
TOTAL	53.899	134.821	218.631	133.889	157.073	150.308	164.143

En la figura 3.12.4 se muestra la distribución de los consumos en el sector comercial institucional por tipo de combustible a lo largo de todo el periodo inventariado.

Se manifiesta una pérdida progresiva de peso de los productos petrolíferos en la energía fósil consumida en este sector, motivada por la penetración del gas natural (sólo con un retraimiento del consumo en los años 2003-2005), que los ha ido sustituyendo paulatinamente.

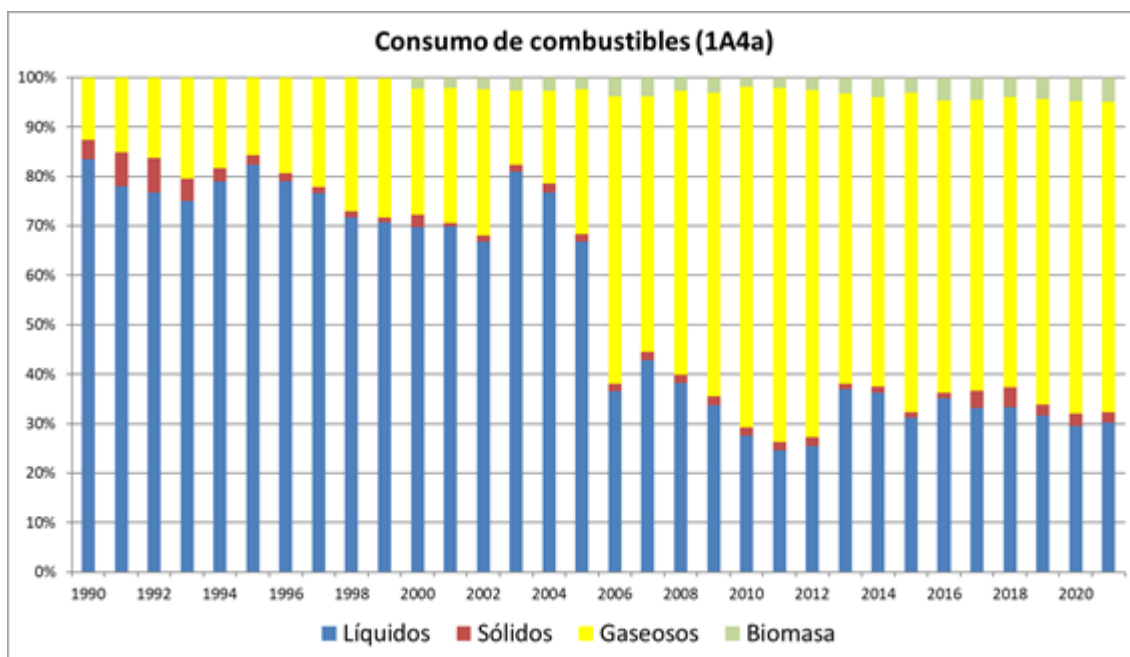


Figura 3.12.4. Distribución del consumo de combustible en el sector comercial e institucional (1A4a), sobre base TJ_{PCI}

El sector residencial (1A4b) representa el mayor consumidor dominante dentro de esta categoría, con un crecimiento moderado en la demanda de combustibles (17,1% en 2021 respecto a 1990), satisfecho mediante un suministro adicional de gas natural.

Cabe destacar la influencia de la climatología en los niveles de demanda en este sector; a pesar de esto, el sector residencial presenta en general mayor estabilidad relativa respecto a cambios en la actividad económica de los consumos, en comparación con el sector comercial-institucional. En la tabla 3.12.5 se presentan los consumos de combustibles desglosados, expresados en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}), estimados para la combustión en el sector residencial. En la presente edición del Inventario, se ha desagregado el consumo de biomasa en este sector a partir de las distintas tecnologías de

combustión y los diferentes combustibles empleados en las mismas; esta desagregación por combustibles se muestra en la misma tabla.

Tabla 3.12.5. Consumo de combustibles: combustión en el sector residencial (1A4b)
(cifras en TJ_{PCI})

Combustible	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Líquidos	146.554	176.377	138.416	122.801	97.031	99.626	99.750
Gasóleo	53.424	105.940	77.193	79.483	61.141	66.144	64.112
Fuelóleo	603	1.728	4.581	643	201	121	124
G.L.P.	92.202	68.513	56.512	42.675	35.690	33.361	35.514
Coque de petróleo	325	195	130	-	-	-	-
Sólidos	25.850	11.150	8.317	4.248	3.186	2.276	1.881
Hulla y antracita	14.563	10.012	8.192	4.248	3.186	2.276	1.881
Lignito negro	536	-	-	-	-	-	-
Coque	152	-	-	-	-	-	-
Gas manufacturado	10.600	1.138	126	-	-	-	-
Gaseosos	16.572	132.483	178.090	138.895	144.347	145.066	144.527
Gas natural	16.572	132.483	178.090	138.895	144.347	145.066	144.527
Biomasa	86.826	84.608	102.984	105.057	76.370	76.532	76.765
Madera / Residuos de madera	86.826	84.608	98.717	96.691	66.328	66.310	65.219
Pellets	-	-	181	4.340	7.595	7.776	9.132
Astillas	-	-	433	424	291	291	286
Serrines y virutas	-	-	297	290	199	199	196
Cáscaras de frutos secos	-	-	484	474	325	325	320
Huesos de aceituna	-	-	1.743	1.707	1.171	1.171	1.152
Carbón vegetal	-	-	1.130	1.130	461	461	461
TOTAL	275.802	404.617	427.808	371.001	320.935	323.500	322.923

En la figura 3.12.5 se muestra la distribución de los consumos en el sector residencial. La gráfica presenta una apreciable similitud con la ya comentada figura correspondiente al consumo del conjunto de la categoría 1A4, debido al peso relativo que representa el sector 1A4b dentro de esta categoría, si bien con unos niveles inferiores de participación de los combustibles líquidos, en favor de los demás tipos de combustibles.

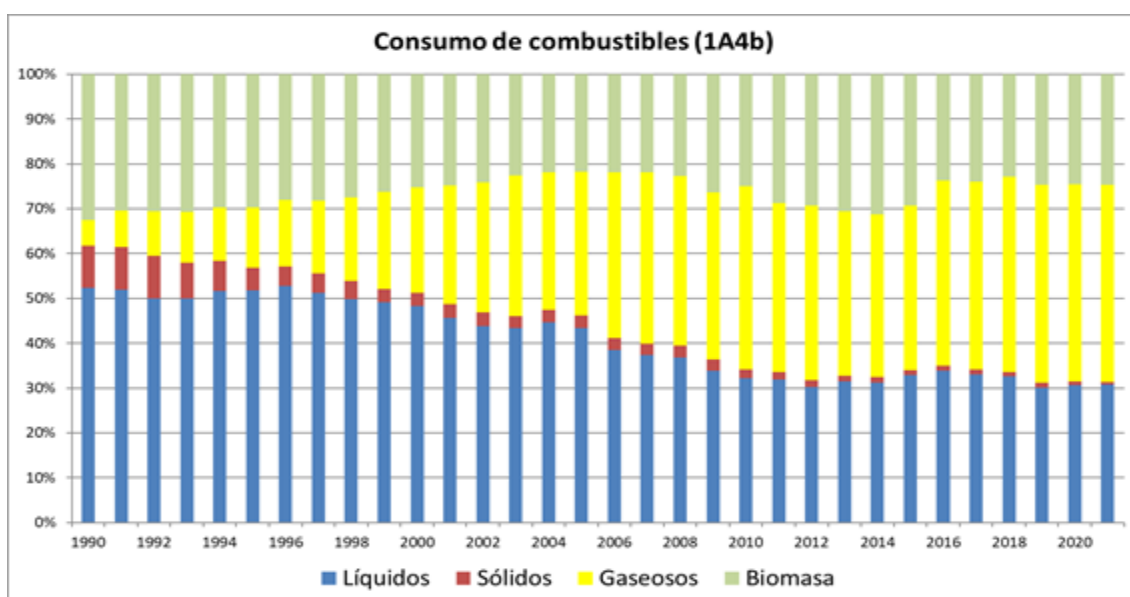


Figura 3.12.5. Distribución del consumo de combustible en el sector residencial (1A4b), sobre base TJ_{PCI}

El sector agroforestal y pesquero (1A4c) presenta hasta 2010 una pérdida suave y sostenida en la participación relativa, invirtiéndose la tendencia desde el año siguiente. Dentro de esta categoría, el combustible dominante es el gasóleo, que representa el principal combustible utilizado en el sector. La demanda total energética en este sector muestra una evolución general de crecimiento, tal y como se refleja en la tabla 3.12.6. Esta pauta creciente es resultado principalmente del aumento del parque de maquinaria móvil agrícola, principal actividad consumidora en este sector, y, con carácter más moderado, de la demanda en las instalaciones fijas en establecimientos agrícola-ganaderos, en contraposición a los descensos continuos de actividad y consumo experimentados por la flota pesquera.

Tabla 3.12.6. Consumo de combustibles: combustión en el sector agricultura, selvicultura y pesca (1A4c) (cifras en TJ_{PCI})

Combustible	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Líquidos	117.583	139.315	138.554	152.079	152.722	152.279	154.012
Gasolina	249	213	54	225	247	214	214
Queroseno	1.296	0	0	0	0	0	9
Gasóleo	114.450	135.907	136.116	149.732	149.901	149.831	151.760
Fuelóleo	603	643	683	241	201	40	62
G.L.P.	985	2.552	1.702	1.881	2.373	2.194	1.967
Sólidos	375	-	-	-	-	-	-
Lignito negro	375	-	-	-	-	-	-
Gaseosos	112	15.886	5.752	15.548	16.889	16.778	17.251
Gas natural	112	15.886	5.752	15.548	16.889	16.778	17.251
Biomasa	0	640	2.658	2.921	2.982	2.984	2.988
Madera / Residuos de madera	0	637	2.468	2.863	2.837	2.834	2.779
Biogás	-	3	190	58	145	150	209
TOTAL	118.070	155.842	146.964	170.548	172.594	172.042	174.250

El predominio de los combustibles líquidos, principalmente gasóleo, en este sector se evidencia en la figura 3.12.6, siendo muy secundario el consumo del resto de combustibles. Cabe distinguir dentro de estos otros combustibles el gas natural, cuya evolución a partir del año 2003 condiciona el perfil del consumo energético total de la categoría durante el periodo 2003-2014, y vuelve a disminuir ligeramente a partir del año 2015.

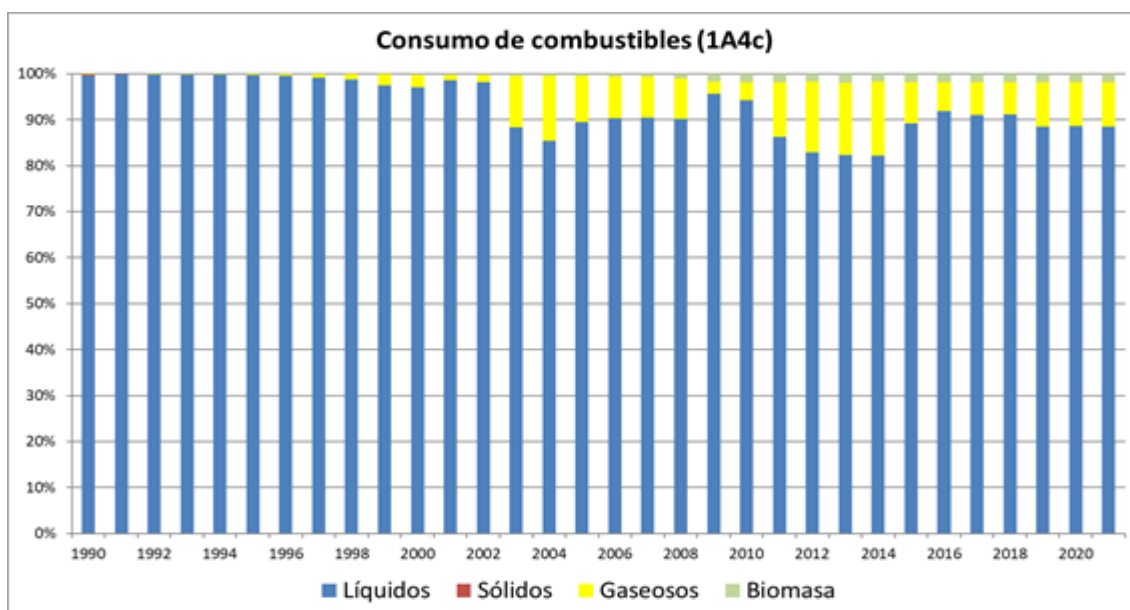


Figura 3.12.6. Distribución del consumo de combustible en el sector agricultura, selvicultura y pesca (1A4c), sobre base TJ_{PCI}

3.12.2.2 Factores de emisión

Para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en combustión estacionaria (1A4a, 1A4b y 1A4ci), se han utilizado los factores por defecto de la Guía IPCC 2006.

En el caso concreto del CO₂ del gas natural, siguiendo la recomendación E.14 de la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017⁵⁰, se ha sustituido en toda la categoría 1A, el valor por defecto por factores específicos de ámbito nacional calculados según las características elementales facilitadas por el Gestor Técnico del Sistema Gasista en España (ENAGÁS), en la serie histórica completa.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Combustión estacionaria no industrial](#) (actualizada en junio de 2020).

Los factores de emisión de la maquinaria móvil en el sector comercial e institucional (1A4aii), se han tomado de los descritos para nivel 1 en la Guía EMEP/EEA 2019 para motores de dos tiempos de gasolina. El equipo de Inventario ha llevado a cabo el cálculo de las emisiones mediante el enfoque propuesto en la Guía EMEP/EAA para mantener la coherencia con el resto de las metodologías empleadas para las estimaciones de emisiones en maquinaria móvil.

Los factores de emisión de la maquinaria móvil agrícola y forestal (1A4cii) se han actualizado con los factores de nivel 2 de la Guía EMEP/EEA 2019, que proporciona factores anuales por unidad de masa de combustible consumido para cada tipo de maquinaria basándose en la aproximación del parque anual (tecnología, edad) contemplada en dicha guía metodológica para cada año del Inventario⁵¹. El equipo de Inventario ha llevado a cabo el cálculo de las emisiones mediante el enfoque propuesto en la Guía EMEP/EAA, por considerar que, al desglosar el parque anual por tecnología y edad, presenta una aproximación más precisa que permite un mejor ajuste en la estimación de las emisiones.

En la tabla 3.12.7 se presentan los factores de emisión utilizados para el último año inventariado en la estimación de las emisiones distinguiendo por tipo de maquinaria.

Tabla 3.12.7. Factores de emisión de combustibles de la categoría de combustión en otros sectores (1A4). Maquinaria móvil

Combustible	CO ₂ (kg/kg)	CH ₄ (g/kg)	N ₂ O (g/kg)
Maquinaria móvil agrícola			
Gasóleo	3,160	0,030	0,139
Maquinaria móvil forestal			
Gasóleo	3,160	0,015	0,139
Gasolina	3,197	8,523	0,020
Maquinaria móvil comercial e institucional			
Gasolina	3,197	17,108	0,017

Fuente: Guía EMEP/EEA 2019, Parte B, capítulo 1.A.4, tablas 3-2, 3-3 y 3-5 (maquinaria móvil agrícola); tablas 3-2, 3-3, 3-4, 3-6 y 3-8 (maquinaria móvil forestal) y tabla 3-1 (maquinaria móvil comercial e institucional)

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Maquinaria móvil](#) (actualizada en mayo de 2019).

Para el cálculo de los factores de emisión de la pesca marítima (1A4ciii) se han utilizado los factores por defecto de la Guía IPCC 2006.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Pesca marítima](#) (actualizada en mayo de 2018).

⁵⁰ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>

⁵¹ Por coherencia con la metodología seguida para el cálculo de los factores de emisión de CH₄ y N₂O, la tabla recoge el factor de emisión de CO₂ propuesto para nivel 2 por la misma Guía EMEP/EEA 2019, a pesar de tratarse de un factor por defecto, no dependiente de la tecnología ni de la edad de los vehículos.

3.12.3 Incertidumbre y coherencia temporal

La disponibilidad de información respecto a la variable de actividad (consumos de combustibles), resulta heterogénea atendiendo a las distintas clases de combustibles, juzgándose muy limitada para el caso de los carbones y los productos petrolíferos y de mayor exhaustividad y fiabilidad con relación al gas natural.

Para los consumos de carbones y de productos petrolíferos, la información de base (estadísticas de almacenistas e importadores de carbón y de los datos facilitados por los operadores y distribuidores de productos petrolíferos), se complementa con estimaciones de requerimientos energéticos por cruce del tipo de instalación (combustión estacionaria en instalaciones de calefacción y motores, pesca marítima y maquinaria móvil) y del sector dentro de la categoría 1A4. Para el caso de los carbones, el procedimiento de estimación integra adicionalmente un análisis de la evolución de la mezcla de combustibles para cada sector.

Las incertidumbres de esta actividad se calculan a nivel de CRF 1A4. Se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 3.12.8. Incertidumbres de la categoría de combustión en otros sectores (1A4)

Gas	Combustible	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	Líquidos	15	2,2	<u>Variable de actividad:</u> según la clasificación de la Guía IPCC 2006, se considera que los consumos estimados de estas dos clases de combustibles proceden de un “sistema menos desarrollado” cruzado con “extrapolación”; así, se ha tomado un coeficiente de incertidumbre del 15 % para líquidos y un 20 % para sólidos, valor límite inferior y valor medio, respectivamente, del rango propuesto en la citada guía para este sistema de captura. <u>Factor de emisión:</u> la incertidumbre para combustibles líquidos resulta de tomar un valor del 2 % en el contenido de carbono y un 1 % en el factor de oxidación; en cuanto a sólidos, el coeficiente se cuantifica a partir de un 15 % en el contenido de carbono y un 1,5 % en el factor de oxidación.
CO ₂	Líquidos	15	2,2	<u>Variable de actividad:</u> según la clasificación de la Guía IPCC 2006, se considera que los consumos estimados de estas dos clases de combustibles proceden de un “sistema menos desarrollado” cruzado con “extrapolación”; así, se ha tomado un coeficiente de incertidumbre del 15 % para líquidos y un 20 % para sólidos, valor límite inferior y valor medio, respectivamente, del rango propuesto en la citada guía para este sistema de captura. <u>Factor de emisión:</u> la incertidumbre para combustibles líquidos resulta de tomar un valor del 2 % en el contenido de carbono y un 1 % en el factor de oxidación; en cuanto a sólidos, el coeficiente se cuantifica a partir de un 15 % en el contenido de carbono y un 1,5 % en el factor de oxidación.
	Sólidos	20	15,1	<u>Factor de emisión:</u> la incertidumbre para combustibles líquidos resulta de tomar un valor del 2 % en el contenido de carbono y un 1 % en el factor de oxidación; en cuanto a sólidos, el coeficiente se cuantifica a partir de un 15 % en el contenido de carbono y un 1,5 % en el factor de oxidación.
	Gaseosos	5	1,5	<u>Variable de actividad:</u> se asigna el valor del límite superior del rango reflejado en la Guía IPCC 2006 para este tipo de sistema cruzado con encuesta, debido a la indefinición en la combinación de consumo imputable a electricidad en cogeneración y resto de consumos por actividades sectoriales. <u>Factor de emisión:</u> se toma el valor resultante de la combinación del 1,4 % en el contenido de carbono, cifra deducida de la composición molar facilitada por la principal compañía gasista, y una incertidumbre del 0,5 % en el factor de oxidación.
CH ₄	-	20	150	Guía IPCC 2006.
N ₂ O	-	20	275	Guía IPCC 2006.

La fuente de referencia para los datos de consumos de combustibles asociados a combustión estacionaria son esencialmente los cuestionarios internacionales elaborados por MITECO para su remisión a la AIE y EUROSTAT, complementados con estadísticas nacionales de producción y consumos en cogeneración facilitados por el Instituto de Diversificación y Ahorro

Energético (IDAE) del MITECO. De esta forma, la homogeneidad temporal está condicionada fundamentalmente por la información de los balances y la necesidad de ajustar los consumos totales de los cuestionarios internacionales con los del Inventario.

3.12.4 Control de calidad y verificación

Los controles de calidad y verificación que se han aplicado en esta categoría a las actividades de maquinaria móvil agro-forestal y para la pesca marítima, en lo relativo a tasas de actividad (horas de operación en el año) y parámetros del algoritmo de estimación de consumos (coeficientes de paso de parque registrado a parque efectivo y ratios de consumo específico (por CVh)) están basados en juicios de experto, al no disponerse en general de estadísticas de contraste.

Para las restantes actividades (combustión estacionaria), las variables de actividad se han derivado de los balances de consumo de combustibles y de información complementaria de estadísticas sectoriales, para el caso de los motores de riego, y cogeneración y autoproducción de electricidad en el sector servicios. La disponibilidad de información detallada por planta, referente a cogeneración y autoproducción de electricidad para el último periodo, ha posibilitado un análisis más pormenorizado de las explotaciones estadísticas empleadas como fuente de información para estas actividades. El examen de dicha información ha permitido revisar las cifras agregadas disponibles e identificar duplicidades debidas a discrepancias en los criterios empleados por las distintas fuentes para la adscripción de las instalaciones a unos sectores socioeconómicos u otros.

3.12.5 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición del Inventario Nacional, y como continuación del trabajo comenzado en la anterior edición del Inventario, se ha actualizado la serie completa de consumo de combustibles para los sectores de combustión estacionaria: Comercial/Institucional (1A4ai), residencial (1A4bi) y Combustión estacionaria en agricultura, selvicultura y acuicultura (1A4ci) para logra la total alineación con los datos de variable de actividad proporcionados por la fuente de información (cuestionarios internacionales elaborados por MITECO para su remisión a la AIE y a EUROSTAT). Esta actualización afecta principalmente a los consumos de gas natural en donde además se han incluido nuevas estimaciones de emisiones de consumo de calderas de este combustible en instalaciones estacionarias de acuicultura.

Además, esta edición se ha llevado a cabo una mejora en las estimaciones de emisiones de combustión estacionaria de biomasa para el sector residencial (1A4bi) a partir de la desagregación de consumos según las diferentes tecnologías de combustión de biomasa existentes.

También en la presente edición destaca el recálculo debido a un afinamiento en la sectorización del consumo de combustibles suministrada por el IDAE en relación con la cogeneración que afecta a la combustión estacionaria comercial e institucional (1A4ai) y que se utiliza para desagregar y complementar la información de las estadísticas oficiales.

Por último, en esta edición del Inventario Nacional se han realizado recálculos debidos a la actualización de la variable de actividad:

- Para la categoría de combustión estacionaria del sector comercial e institucional (1A4ai), se ha realizado una actualización de los consumos para los años 2019 y 2020 de las plantas generadoras de calor para redes de calefacción urbana (1A1aiii) con los consiguientes recálculos de carácter menor en el sector 1A4ai.
- Para la maquinaria móvil (categoría 1A4cii), se han actualizado los datos de consumo para los años 2019 y 2020 en el caso de maquinaria móvil forestal.

Para la pesca marítima (categoría 1A4ciii) se han actualizado los datos de consumo para los años 2019 y 2020.

Las emisiones están calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report⁵².

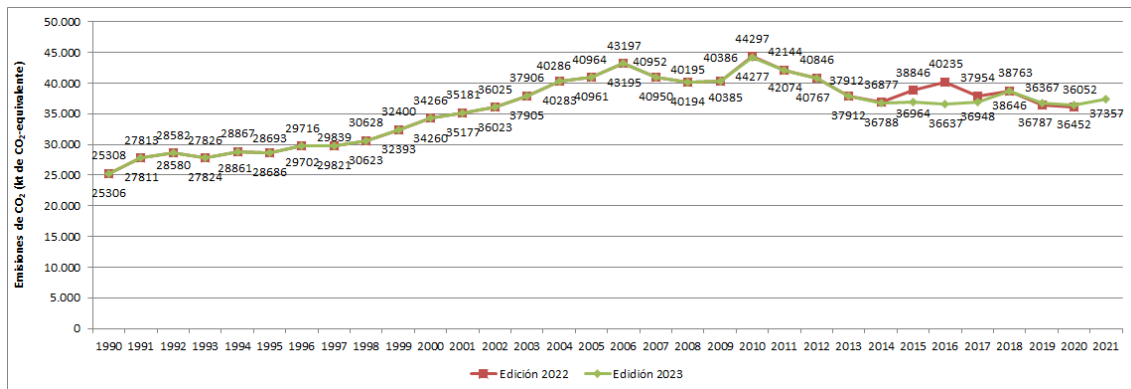


Figura 3.12.7. Emisiones de CO₂ en combustión en otros sectores (1A4). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

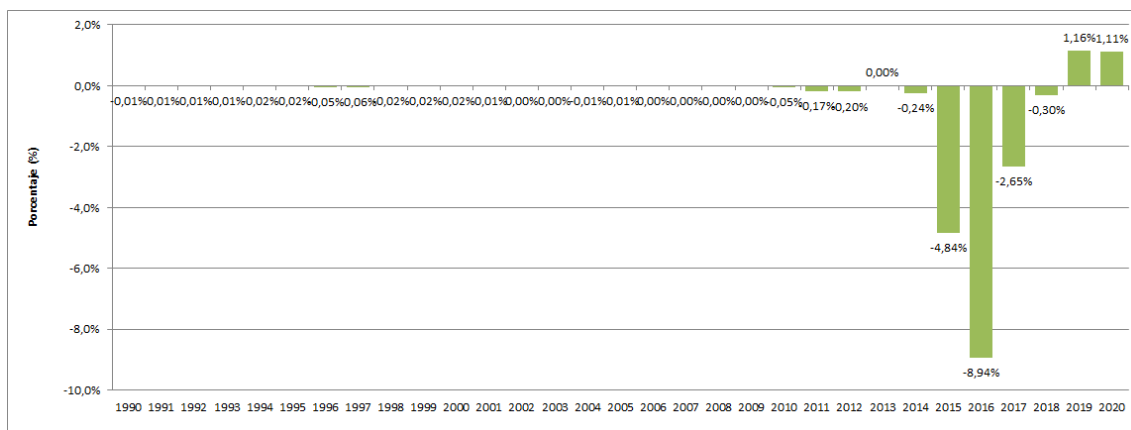


Figura 3.12.8. Diferencia porcentual de emisiones de CO₂ (1A4). Edición 2023 vs. edición 2022

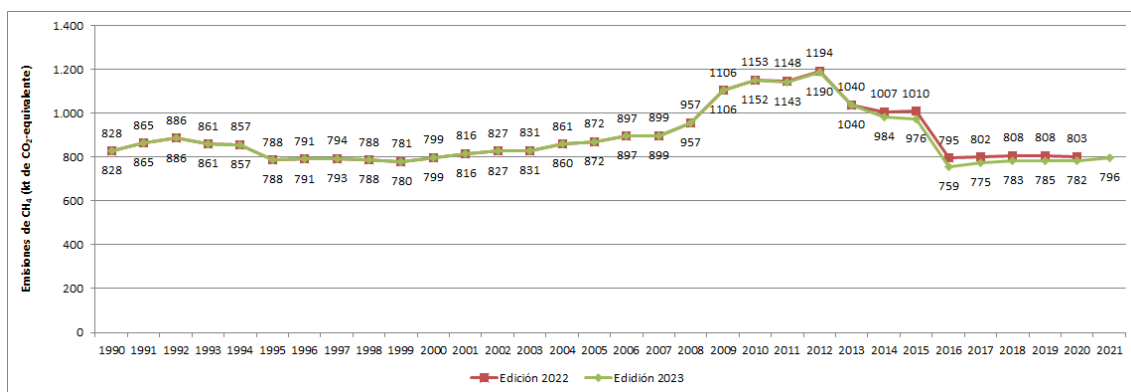


Figura 3.12.9. Emisiones de CH₄ en combustión en otros sectores (1A4). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

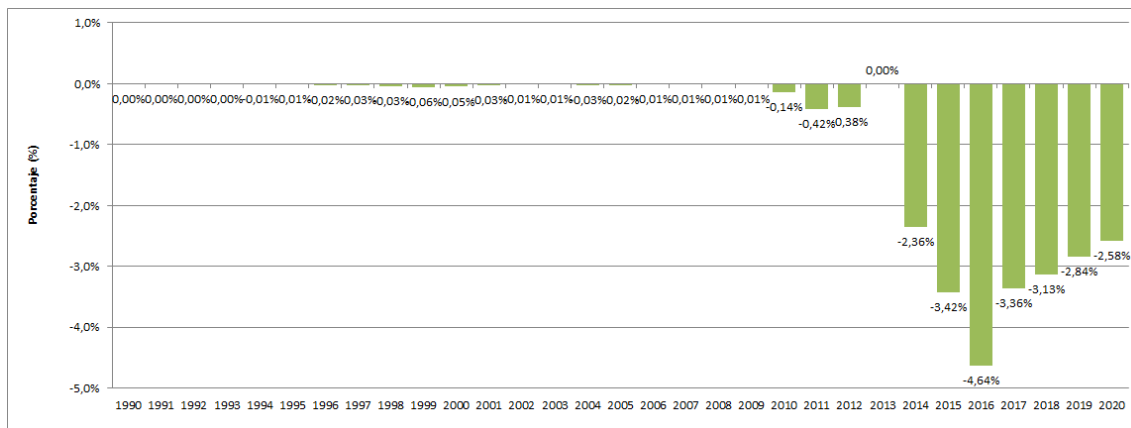


Figura 3.12.10. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (1A4). Edición 2023 vs. edición 2022

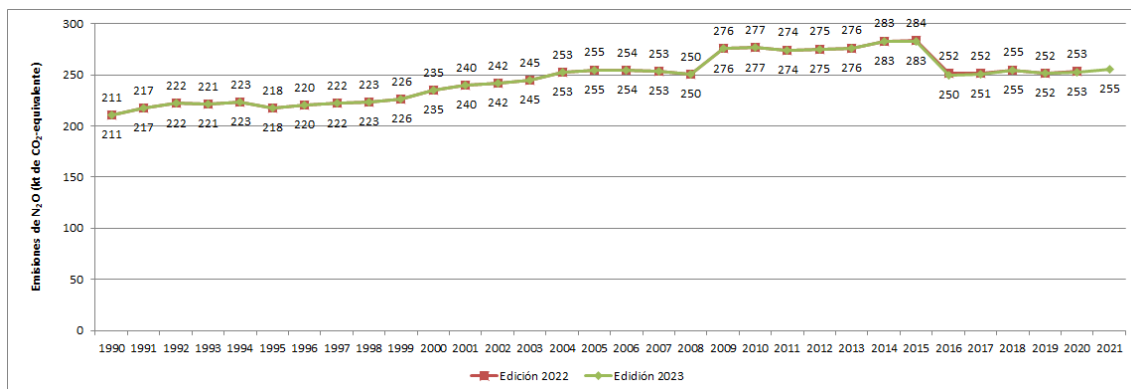


Figura 3.12.11. Emisiones de N₂O en combustión en otros sectores (1A4). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

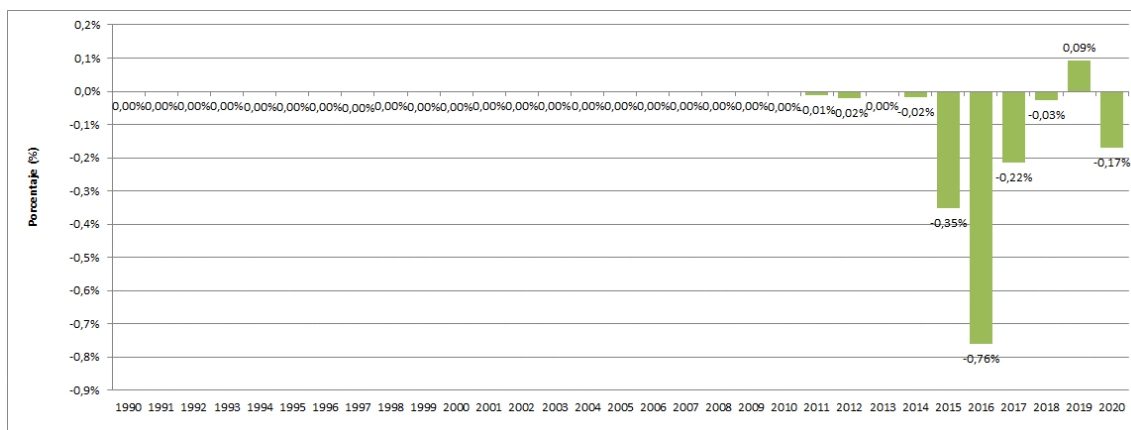


Figura 3.12.12. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (1A4). Edición 2023 vs. edición 2022

3.12.6 Planes de mejora

Se continuará con la búsqueda de fuentes de información que puedan aportar datos confiables y robustos de consumo para realizar estimaciones diferenciadas por tecnologías y combustibles para la categoría Combustión estacionaria en el sector Comercial/Institucional (1A4ai).

3.13 Emisiones de fuentes móviles no especificadas (1A5b)

3.13.1 Descripción de la actividad

En esta categoría se incluyen las emisiones debidas al tráfico militar (aéreo, terrestre y marítimo), que no se contabilizan en las categorías 1A3a, 1A3b y 1A3d, siguiendo las recomendaciones de las revisiones ESD y UNFCCC de 2016⁵³.

En la presente edición del Inventario se han reportado *pro memoria* las emisiones atribuidas a las operaciones multilaterales de conformidad con la Carta de las Naciones Unidas debidas al transporte militar de los años 2020 y 2021 (únicos años con información disponible) en la categoría 1D2.

La categoría 1A5b no es una categoría clave, según el análisis de la tabla 3.1.4.

3.13.2 Metodología

El Ministerio de Defensa comunica anualmente al Inventario Nacional los consumos de combustibles en sus actividades de transporte aéreo, marítimo y por carretera. Esta información está disponible para el período 2008-2021. Para proyectar la serie hasta 1990, el equipo de Inventario ha extrapolado la representatividad de los consumos de combustibles frente a los totales nacionales que figuran en los cuestionarios internacionales elaborados anualmente por el punto focal (MITECO).

Los consumos debidos al tráfico militar no figuran en el presente informe por razones de confidencialidad.

Las emisiones en la categoría se han estimado según los siguientes enfoques metodológicos:

- Enfoque metodológico de nivel 1 propuesto por la Guía IPCC 2006 para los gases de efecto invernadero, para la categoría de tráfico aéreo militar.
- Enfoque metodológico de nivel 1 y nivel 3 basados en la metodología presentada en la Guía EMEP/EEA 2019 para el cálculo de las emisiones de transporte militar por carretera. En esta categoría se han adecuado los consumos de tráfico militar conocidos a la metodología existente para tráfico por carretera.
- Enfoque metodológico de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 para el cálculo de las emisiones de tráfico marítimo militar (esta metodología puede consultarse en el apartado 1A3d – Tráfico marítimo– del presente informe).

3.13.3 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición del Inventario se han modificado ligeramente las emisiones de gases de efecto invernadero del tráfico militar por carretera, debido a los cambios detallados en el apartado 3.8 sobre la metodología de estimación del transporte por carretera.

3.13.4 Planes de mejora

No se prevén planes de mejora en esta actividad del Inventario Nacional.

⁵³ El informe final de la revisión bajo la Decisión 406/2009/EC puede consultarse en: https://ec.europa.eu/clima/policies/effort/implementation_en#tab-0-1. En cuanto a revisión de la UNFCCC, el informe final de la revisión (ARR por sus siglas en inglés) puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2017/arr/esp.pdf>

3.14 Emisiones fugitivas – combustibles sólidos (1B1)

3.14.1 Descripción de la actividad

Esta categoría integra las emisiones generadas en los procesos de extracción, almacenamiento y manipulación de combustibles sólidos (carbones). No se incluyen, sin embargo, las provenientes de actividades de combustión, aunque utilicen carbones, para la generación de energía destinada a estos procesos.

Esta categoría es considerada como categoría clave del Inventario, según el análisis presentado en la tabla 3.1.4, debido tanto a su contribución a la tendencia para el CH₄, al haber disminuido de forma significativa sus emisiones durante el período inventariado, como a la tendencia del CO₂. Las actividades identificadas y para las cuales se han estimado emisiones de CH₄, y/o CO₂, son las siguientes:

Tabla 3.14.1. Actividades y gases cubiertos en la categoría 1B1

Actividad	Gases
Minería de carbón (activa y abandonada) (1B1a)	CH ₄
Fugas en la apertura y extinción de hornos de coque (1B1b) ⁵⁴	CO ₂ , CH ₄

En la tabla 3.14.2 se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero en esta categoría.

Tabla 3.14.2. Emisiones por gas de la categoría emisiones fugitivas de los combustibles sólidos (1B1) (cifras en kt)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO ₂	17,6	89,9	37,1	28,6	19,0	23,3	97,8
CH ₄	64,8	24,1	14,0	4,2	0,9	1,1	0,9

En la tabla 3.14.3 se complementa la información anterior, expresando el conjunto de las emisiones de CO₂ y CH₄ en términos de CO₂-eq. Asimismo, se muestran el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq y las contribuciones de esta categoría sobre el total de Inventario y del sector Energía.

Tabla 3.14.3. Emisiones de CO₂-eq de la categoría emisiones fugitivas de los combustibles sólidos (1B1); valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	1.832	765	429	147	37	53	124
Variación % vs. 1990	100,0 %	41,8 %	23,4 %	8,0 %	2,0 %	2,9 %	6,8 %
1B1 / INV (CO ₂ -eq)	0,6 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
1B1 / Energía (CO ₂ -eq)	0,9 %	0,2 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %

La minería española del carbón ha experimentado un evidente retroceso a lo largo del periodo cubierto por el Inventario Nacional, reflejado en un descenso sostenido de la producción, que se acentuó en 2008 con la suspensión de actividad, cierre definitivo o interrupción, de unidades de producción y reducciones en las producciones de pozos y minas a cielo abierto operativos hasta la suspensión total de esta actividad en España en el año 2019 (figura 3.14.1).

⁵⁴ Entre las actividades de manipulación se distinguen los procesos de transformación del carbón en coque y semicoque sólido. Este último proceso no se contempla en la lista de actividades al no realizarse en España.

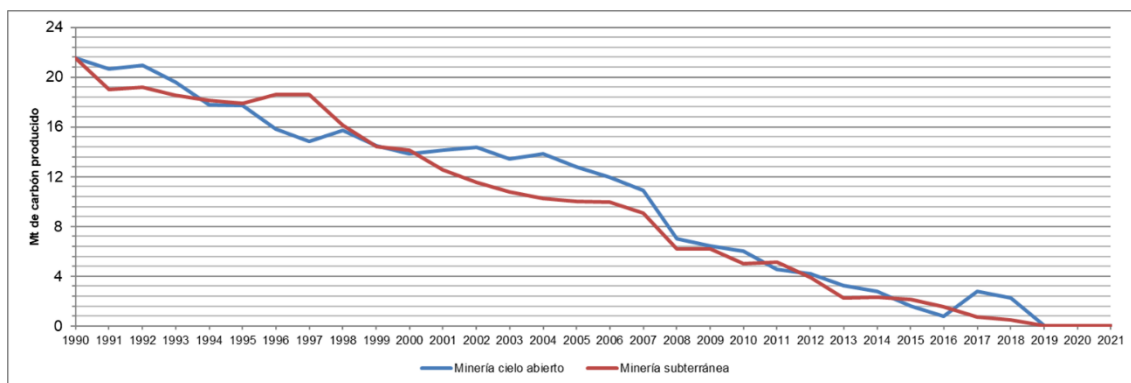


Figura 3.14.1. Evolución de la producción bruta de carbón en España (cifras en Mt de carbón)

Las estimaciones de emisiones de la minería se basan en el estudio llevado a cabo por AITEMIN (Asociación para la investigación y desarrollo de los recursos naturales) en el año 2015. El estudio considera únicamente las explotaciones mineras consideradas como gaseosas (figura 3.14.2). Asimismo, dicho estudio confirma que en España no se lleva a cabo ningún proceso de desgasificación en las explotaciones mineras, ni posterior quema en antorcha del CH₄ extraído.

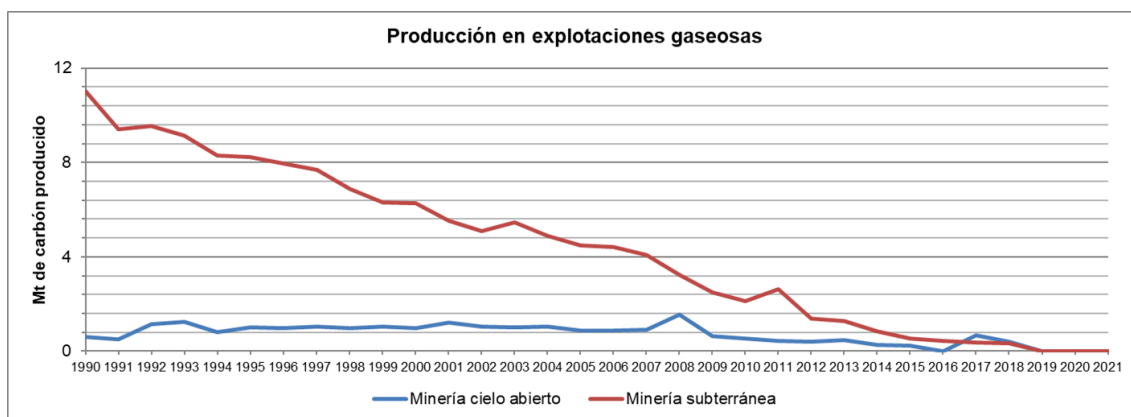


Figura 3.14.2. Evolución de la producción de carbón en las explotaciones mineras consideradas como gaseosas en España (cifras en Mt de carbón)

La minería del carbón es la fuente predominante de las emisiones de CH₄. Dado el cese de la producción en 2019, como se ha comentado, la principal fuente de emisiones de CH₄ es la procedente de las minas subterráneas abandonadas (1B1a1iii).

Por lo que respecta a la producción de coque de carbón, tuvo un máximo en 2006, tras lo cual sufrió un descenso que alcanzó el mínimo en 2019, con el cierre definitivo de una de las coquerías emplazadas en una planta de siderurgia integral (ver figura 3.14.3). Las emisiones de CO₂ corresponden exclusivamente a la apertura y extinción de hornos de coque.

Tabla 3.14.4. Emisiones de categoría emisiones fugitivas de los combustibles sólidos (1B1) (cifras en kt de CO₂-eq)

		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
1B1a1	Minería subterránea, de la cual	1.813,9	657,7	373,5	114,3	17,7	29,9	26,6
	1B1a1i Extracción	1.395,3	492,8	276,6	70,9	0,0	0,0	0,0
	1B1a1ii Primer tratamiento	418,6	147,8	83,0	21,3	0,0	0,0	0,0
	1B1a1iii Abandonadas	0,0	17,0	13,9	22,1	17,7	29,9	26,6

		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
1B1a2	Minería a cielo abierto, de la cual	0,9	17,9	18,2	3,7	0,0	0,0	0,0
	1B1a2i Extracción	0,7	13,7	14,0	2,9	0,0	0,0	0,0
	1B1a2ii Primer tratamiento	0,2	4,1	4,2	0,9	0,0	0,0	0,0
1B1b	Transformación combust. sólidos	17,6	89,9	37,1	28,7	19,0	23,3	97,8
1B1	Combustibles sólidos	1.832,4	765,4	428,8	146,7	36,8	53,2	124,4

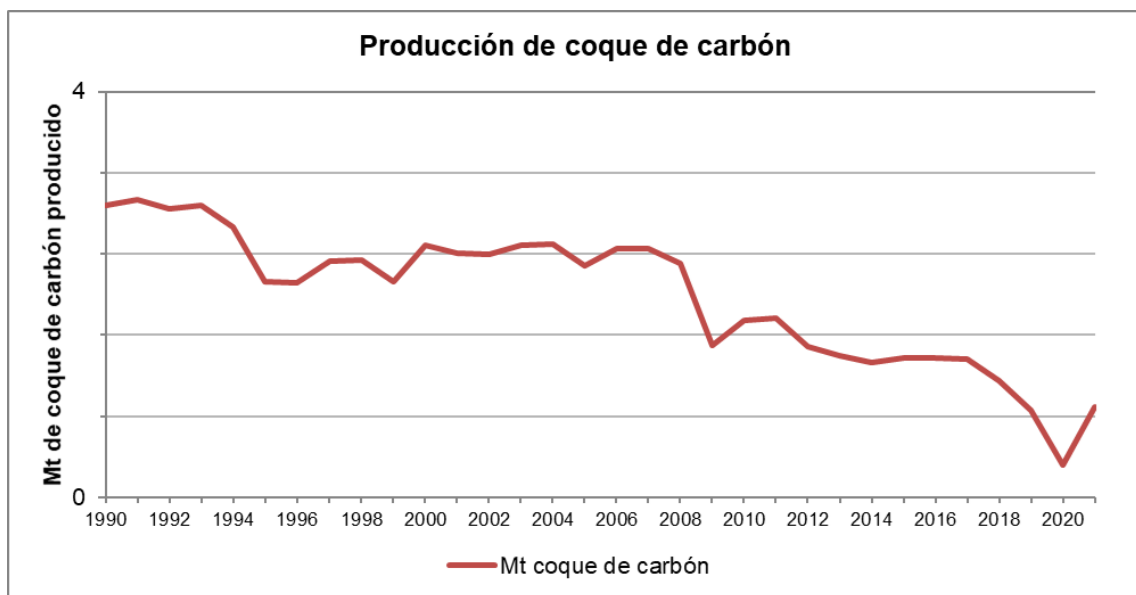


Figura 3.14.3. Producción de coque de carbón (Mt)

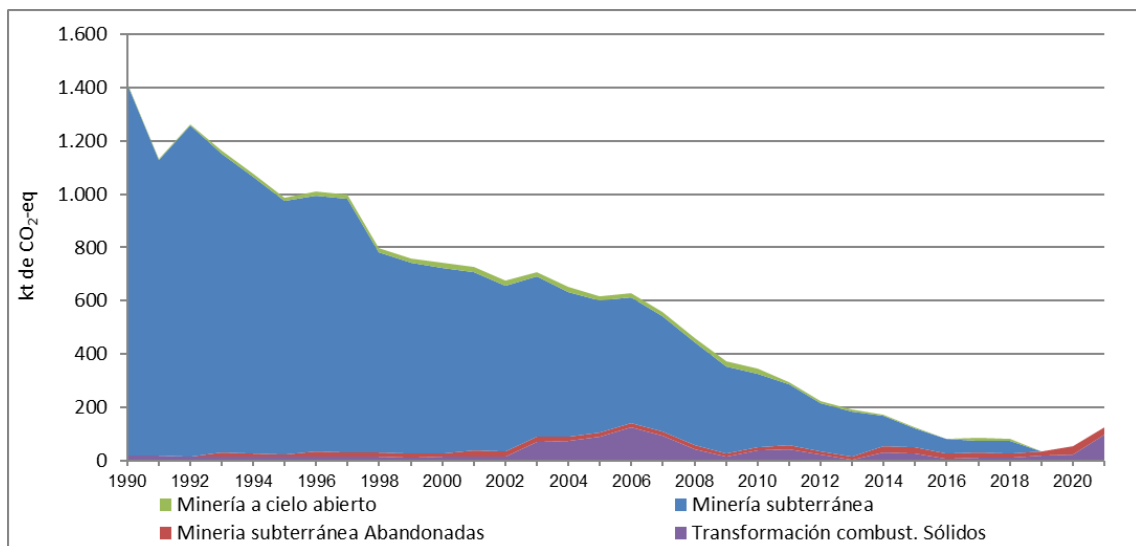


Figura 3.14.4. Principales actividades emisoras de CH₄ en la categoría emisiones fugitivas de los combustibles sólidos (1B1)

3.14.2 Metodología

La metodología empleada para el cálculo de las emisiones de la minería del carbón corresponde al nivel 2 de la Guía IPCC 2006 (apartados 4.1.3. a 4.1.5, capítulo 4, volumen 2), basada en un estudio realizado por AITEMIN⁵⁵.

En el caso de las fugas de los hornos de coque, la metodología empleada para el cálculo de las emisiones corresponde al nivel 1 de la Guía IPCC 2006 (apdo. 4.2.2.1, cap. 4, vol. 3).

La producción de coque se desarrolla fundamentalmente dentro de plantas siderúrgicas integrales⁵⁶, cuya información asociada se ha recogido mediante cuestionarios a plantas. Los datos de producción en otros sectores (coquerías independientes), han sido históricamente analizados al nivel de fuente de área, descontando de las cifras totales de producción reflejadas en los cuestionarios de carbones remitidos a la Agencia Internacional de la Energía y EUROSTAT, o en estadísticas nacionales (Estadística de Fabricación de Pasta Coquizable, de Coquerías y de Gas de Horno Alto del MITECO), la cantidad agregada obtenida de los cuestionarios de las plantas siderúrgicas integrales.

Como consecuencia de la revisión efectuada al Inventario por el equipo revisor de la UNFCCC en las ediciones 2010 y 2011, en la que se instaba a proporcionar mayor detalle de los procesos productivos (entradas-salidas) de estas instalaciones, el Inventario ha desarrollado un ejercicio de levantamiento de información individualizada a nivel de planta para este conjunto de instalaciones no emplazadas en siderurgia integral, solicitando a las mismas datos de actividad y características de los insumos y productos desde el año 2008.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI:

- [Emisiones fugitivas en la minería de carbón](#)
- [Apertura y extinción de los hornos de coque](#)

3.14.2.1 Variables de actividad

A continuación, se enumeran las variables de actividad empleadas en el cálculo de emisiones de cada una de las subcategorías del 1B1.

Tabla 3.14.5. Variables de actividad de la categoría 1B1

Actividad	Variable	Fuente
Minería activa (1B1a1i , 1B1a2i y 1B1a1ii)	Producción bruta de carbón	2015 AITEMIN-1 ⁵⁷ , MITECO
Minería abandonada (1B1a1iii)	Número de minas subterráneas gaseosas abandonadas	2015 AITEMIN-2 ⁵⁸ , MITECO
Transformación de combustibles sólidos (1B1b)	Producción de coque	IQ ⁵⁹

3.14.2.2 Factores de emisión

A continuación, se enumeran los factores de emisión empleados en el cálculo de emisiones de cada una de las subcategorías del 1B1.

⁵⁵ AITEMIN (Asociación para la investigación y desarrollo de los recursos naturales)

⁵⁶ En la actualidad en España existe 1 coquería en activo localizada en el sector siderúrgico integral

⁵⁷ [Revisión de las estimaciones de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las minas en España](#)

⁵⁸ [Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las minas abandonadas en España y desarrollo de una mejora metodológica en la estimación de las mismas en el inventario nacional de emisiones](#)

⁵⁹ IQ (Cuestionarios individualizados facilitados por las plantas)

Tabla 3.14.6. Factores de emisión de la categoría 1B1

Actividad	Gas	Fuente
Minería activa (1B1a1i, 1B1a2i y 1B1a1ii)	CH ₄	AITEMIN
Minería abandonada (1B1a1iii)	CH ₄	Guía IPCC 2006, vol. 2, cap. 4, apdo. 4.1.5. Ecuaciones 4.1.11 y 4.1.12. Tabla 4.1.9
Transformación de combustibles sólidos (1B1b)	CO ₂	IQ Balance de masas de carbono
	CH ₄	Guía IPCC 2006 (vol. 3, cap. 4, tabla 4.2)

En la siguiente figura se reflejan las emisiones calculadas de CH₄ de las minas abandonadas. Los picos que se observan en corresponden a las fechas de cierre de minas tenidas en cuenta en el Inventario.

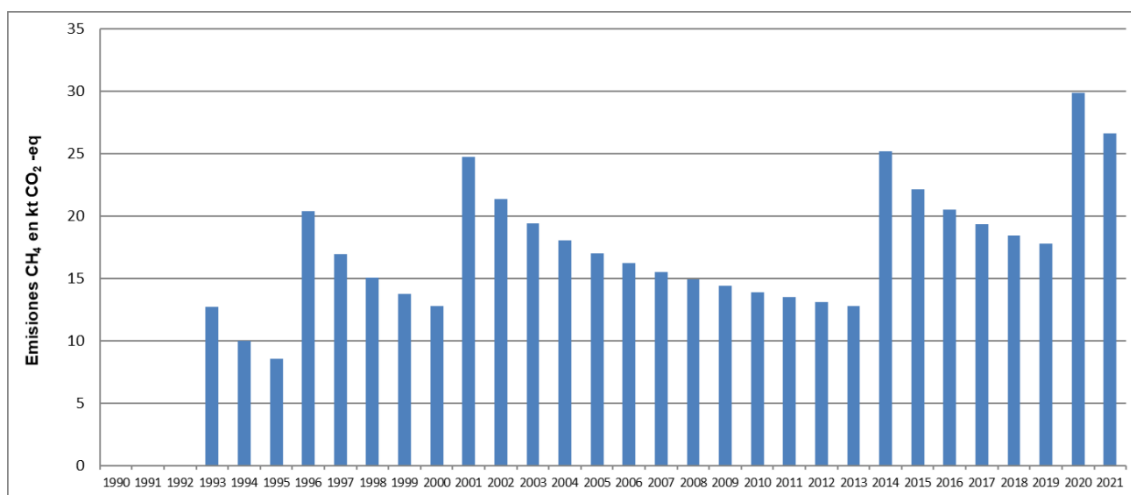
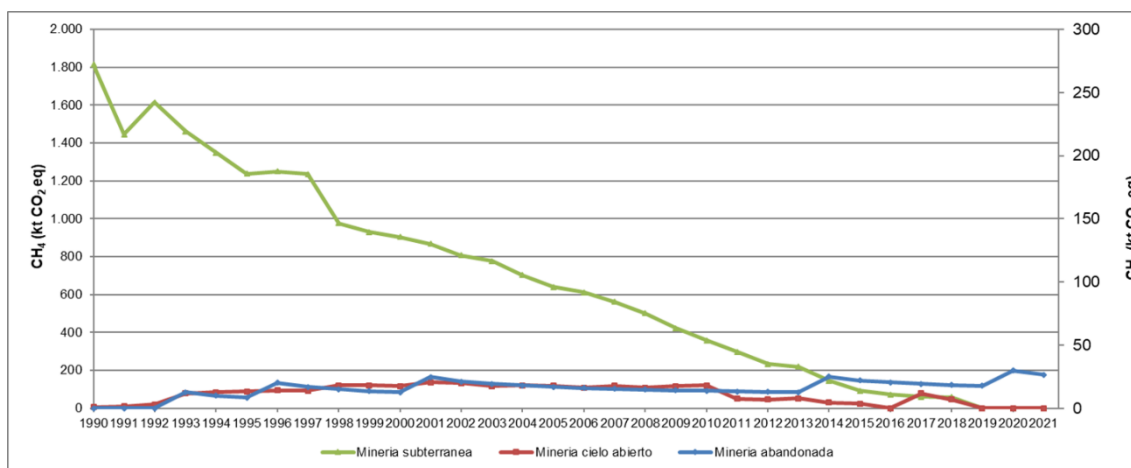


Figura 3.14.5. Emisiones de CH₄ las minas abandonadas en España



Nota: Gráfico con doble escala. Las emisiones de la minería subterránea están representadas con respecto al eje izquierdo. Las emisiones de la Minería a cielo abierto y abandonada están representadas con respecto al eje derecho.

Figura 3.14.6. Comparativa de las emisiones de CH₄ de las minas activas y las minas abandonadas en España

Como puede apreciarse en la figura 3.14.5 de más arriba, las emisiones de la minería activa en España predominan sobre las emisiones procedentes de las minas abandonadas en el periodo 1990-2013. La doble escala del eje permite comparar mejor las emisiones.

Las emisiones estimadas para la minería subterránea son muy superiores a los de la minería a cielo abierto, por una parte, debido a que los valores de emisión son 10 veces superiores y, por

otra parte, por la mayor producción de carbón en la minería subterránea frente a la de cielo abierto. La disminución observada en 1991 corresponde a una huelga prolongada que paralizó la extracción de carbón gran parte del año en España. El ligero aumento entre 1995 y 1997 se corresponde con una mayor producción de lignito negro.

3.14.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Tabla 3.14.7. Incertidumbres asociadas a la categoría 1B1

Gas	Actividad	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	1B1	2	200	<p><u>Variable de actividad:</u> Los expertos del sector han estimado que la incertidumbre correspondiente a la producción en el sector siderúrgico pudiera encontrarse en torno al 2 %, dado que se trata de una información conocida por las empresas y suministrada directamente por las plantas vía cuestionario.</p> <p><u>Factores de emisión:</u> de CO₂ asociado a la categoría 1B1b tiene asociada una incertidumbre del 200 %.</p>
CH ₄	1B1	1	50	<p><u>Variable de actividad:</u> de la minería del carbón se ha considerado del 1% por tratarse de información proveniente de las explotaciones mineras.</p> <p><u>Factores de emisión:</u> se considera un 50% de incertidumbre, según se recoge en el estudio de AITEMIN.</p>

3.14.4 Control de calidad y verificación

Cabe reseñar que, para la producción bruta de carbones, la información de base se solicita desglosada a nivel provincial, por tipo de minería y clase de carbón. Este desglose territorial de la información de base facilita la detección de valores anómalos e imputaciones incorrectas de cantidades a partir de un análisis individual de las series provinciales y de la tipificación de la minería de carbón y de las clases de carbón extraídas por provincia.

Asimismo, y por lo que se refiere a los datos de producción de coque, la información adicional solicitada a las coquerías referente a cantidades y características químicas-físicas de los insumos y productos resultantes del proceso ha permitido realizar controles de calidad a nivel de planta para evaluar la consistencia global de la información consignada para los años 2008-2021, entre ella la producción de coque, analizando balances entrada-salida en términos de masa o energía.

3.14.5 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición, se recalculado las emisiones de las subcategorías 1B1a1iii, por la inclusión de emisiones de nuevas minas abandonadas.

En los siguientes gráficos se muestran las variaciones en las emisiones de cada uno de los gases de efecto invernadero (CO₂ y CH₄) para el conjunto de la categoría 1B1 (emisiones calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report)⁶⁰.

https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

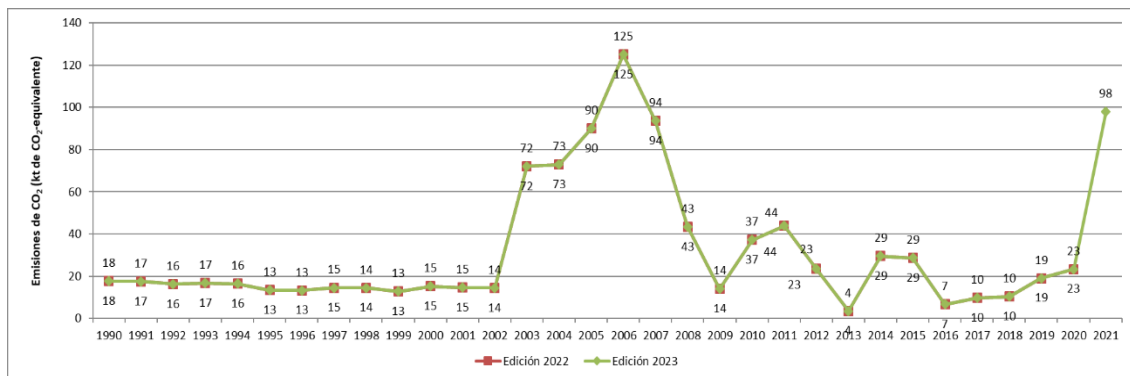


Figura 3.14.7. Emisiones de CO₂ en la categoría emisiones fugitivas de combustibles sólidos (1B1). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

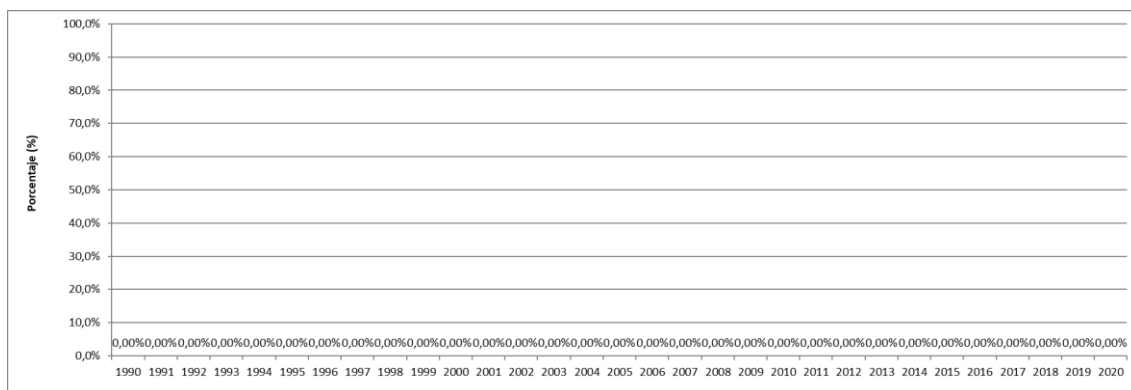


Figura 3.14.8. Diferencia porcentual de emisiones de CO₂ (1B1). Edición 2023 vs. edición 2022

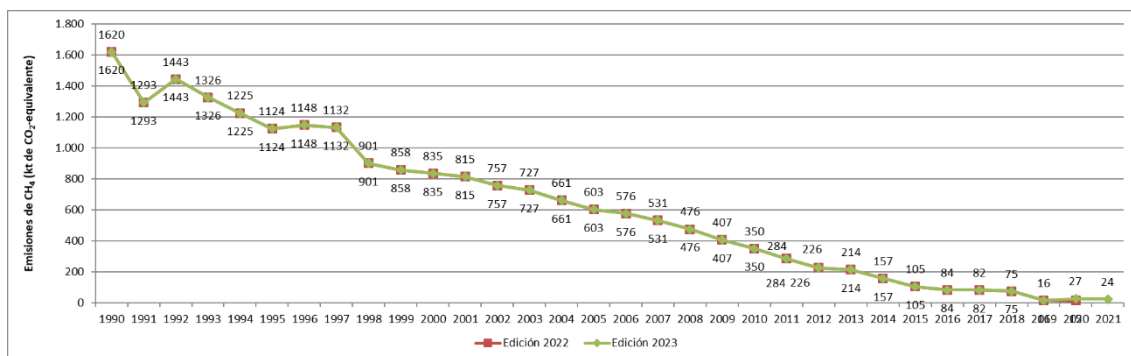


Figura 3.14.9. Emisiones de CH₄ en la categoría emisiones fugitivas de combustibles sólidos (1B1). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

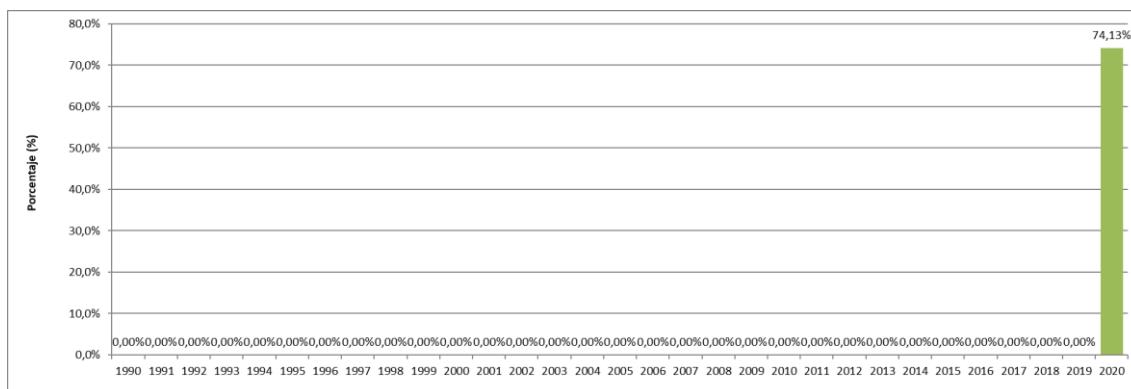


Figura 3.14.10. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (1B1). Edición 2023 vs. edición 2022

3.14.6 Planes de mejora

No hay planes de mejora para esta edición.

3.15 Emisiones fugitivas – petróleo y gas natural (1B2)

3.15.1 Descripción de la actividad

Esta categoría integra las emisiones fugitivas generadas en los procesos de exploración, extracción, almacenamiento, transporte, procesado o combustión de combustibles derivados del petróleo o gas natural en los que no se realiza un aprovechamiento energético del combustible. Así, se incluyen entre otras actividades la quema en antorchas de petróleo o gas natural, pero no las actividades de combustión destinadas a proporcionar energía en los procesos extractivos o de transformación⁶¹.

La categoría 1B2a (emisiones fugitivas en relación con los combustibles líquidos) se ha identificado como categoría clave tanto por su nivel como por su tendencia de emisiones de CO₂, según el análisis de la tabla 3.1.4.

En la tabla 3.15.1 se presentan las emisiones de gases de efecto invernadero de la categoría 1B2, por cada gas.

Tabla 3.15.1. Emisiones por gas de la categoría emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural (1B2) (cifras en kt)

Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO ₂	1.751,4	2.206,8	2.242,7	3.678,0	3.625,8	3.535,0	3.412,8
CH ₄	6,5	9,9	13,1	8,2	8,0	7,0	6,8
N ₂ O	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

La tabla 3.15.2 complementa la información anterior, expresando el conjunto de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en términos de CO₂-eq. Asimismo, se muestran el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq y las contribuciones de esta categoría sobre el total de Inventario y del sector Energía.

Tabla 3.15.2. Emisiones de CO₂-eq de la categoría emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural (1B2); valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO ₂ -eq (kt)	1.934	2.484	2.609	3.907	3.851	3.732	3.602

⁶¹ La quema en antorchas de petróleo se refiere a la actividad productiva de la cabecera de la industria petrolífera, pero no a la quema en las antorchas en la siderurgia, pues las emisiones de esta última se encuadran en la categoría 2C1.

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Variación % vs. 1990	100,0 %	128,4 %	134,9 %	202,0 %	199,1 %	192,9 %	186,2 %
1B2 / INV (CO ₂ -eq)	0,7 %	0,6 %	0,7 %	1,2 %	1,2 %	1,4 %	1,2 %
1B2 / Energía (CO ₂ -eq)	0,9 %	0,7 %	1,0 %	1,5 %	1,6 %	1,9 %	1,7 %

La fuente de emisiones de CO₂ predominante en la categoría 1B2 es la industria del refino de petróleo (1B2a4 Refino/Almacenamiento) que representa un 87 % del total de la categoría 1B2 en el año 2021. La quema en antorchas en las refinerías de petróleo (1B2c2i) supuso un 9 % de las emisiones de CO₂ de la categoría 1B2 en 2021.

El segundo gas en importancia, representando aproximadamente el 5,3 % de las emisiones de CO₂-eq estimadas para esta categoría es el CH₄. Las principales aportaciones tienen lugar en forma de gas natural fugado en las redes de distribución (1B2b5, Distribución de gas). La contribución estimada al CH₄ total del 1B2 para la categoría 1B2b5 es del 62,57 % en 2021. Las otras dos actividades que contribuyen a las emisiones de CH₄ son los venteos del gas natural (1B2c1ii) responsable de un 23,46 % en 2021 y el transporte y almacenamiento de gas natural (1B2b4) con una contribución del 10,41 % en 2021.

Las emisiones de CO₂ equivalente en esta categoría 1B2 registran una variación al alza del 86 % en 2021 respecto a 1990 (ver tabla 3.15.2.). Este aumento es coherente con el incremento experimentado por la fuente predominante ya mencionada (1B2a4 Refino/Almacenamiento) que eleva sus emisiones en un 113 % con respecto al año base. En esta misma línea, el procesado de crudo en las 9 refinerías existentes en España presenta una tendencia al alza para el conjunto del periodo inventariado, pasando de 53,6 Mt en 1990 a 68,6 Mt en 2021 (28 % de incremento).

En la figura 3.15.1 se representan las contribuciones de cada una de las fuentes sobre las emisiones totales de CO₂ equivalente en la categoría 1B2.

Tabla 3.15.3. Emisiones de CO₂-eq de la categoría emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural (1B2) (cifras en kt de CO₂-eq)

Categoría CRF		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
1B2a2	Producción de petróleo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1B2a3	Transporte de petróleo	1,2	1,3	1,0	1,0	1,1	0,9	0,8
1B2a4	Refino/Almac. petróleo	1.479,8	1.995,8	1.962,6	3.436,3	3.285,8	3.192,1	3.146,1
1B2b2	Producción de gas	16,3	3,4	1,3	3,9	9,0	3,0	2,5
1B2b3	Procesado de gas	5,3	0,7	0,3	0,3	0,6	0,2	0,2
1B2b4	Transporte y almacenamiento de gas	32,7	76,2	96,6	94,0	78,5	50,5	19,7
1B2b5	Distribución de gas	97,6	156,3	199,6	88,8	109,4	102,5	118,6
1B2c1i	Venteos de petróleo	20,4	3,8	2,8	5,3	0,9	0,6	0,1
1B2c1ii	Venteos gas	50,2	37,8	63,7	31,6	28,2	38,2	46,1
1B2c2i	Antorchas de petróleo	225,5	206,8	276,9	225,7	334,1	339,8	261,8
1B2c2ii	Antorchas de gas	5,4	1,4	3,7	20,0	3,4	3,9	6,2
1B2	Petróleo y gas natural	1.934,3	2.483,6	2.608,5	3.906,8	3.850,9	3.731,7	3.602,3

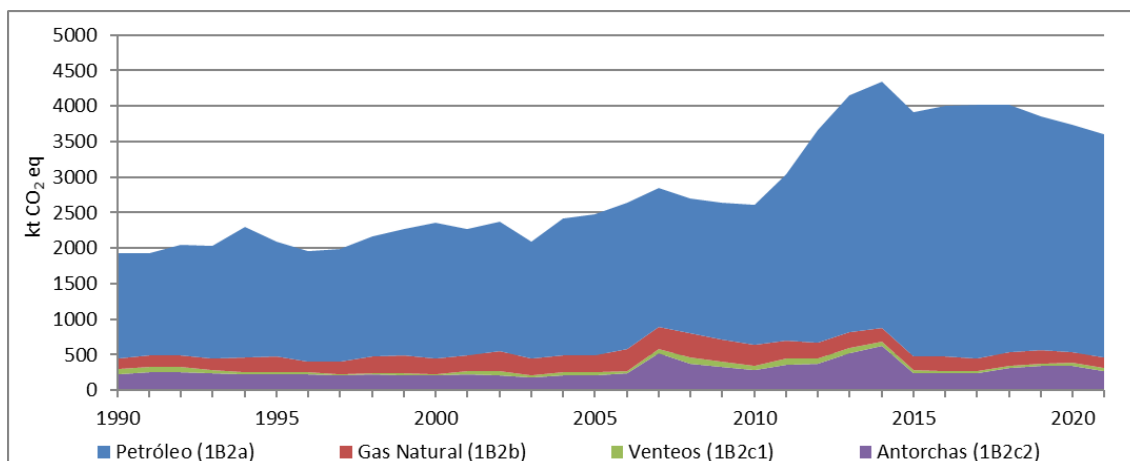


Figura 3.15.1. Principales actividades emisoras de CO₂-eq en la categoría emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural (1B2)

El fuerte incremento que se produce en las emisiones de la subcategoría 1B2a4 a partir de 2011, responde a la puesta en funcionamiento de dos nuevas plantas de hidrógeno con la ampliación de la refinería de Cartagena y el aumento de producción en otras importantes refinerías (las emisiones de CO₂ procedentes de la producción de hidrógeno en refinerías se reportan como fugitivas, de acuerdo con la Guía IPCC2006 y su Refinement de 2019). Esta aclaración se hace siguiendo la recomendación de la revisión anual de UNFCCC de 2019.

Además, la puesta en marcha de las nuevas unidades implicó el uso de combustibles de las propias refinerías, como el gas de refinería, que son gases de salida de unidades de destilación o conversión utilizadas como combustible. Por otro lado, se constata que no hay riesgo de doble recuento de las emisiones, ya que las cantidades de combustible utilizadas en las distintas unidades de la refinería se manejan de manera independiente y los administradores de las refinerías garantizan un equilibrio energético en los datos proporcionados.

3.15.2 Metodología

La tabla 3.15.4 resume las subcategorías CRF estimadas en el 1B2 y los niveles de emisión empleados en las correspondientes estimaciones de emisiones.

Tabla 3.15.4. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en 1B2 por categorías CRF

Categoría CRF		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1B2a Fugitivas del petróleo				
1B2a1	Exploración de petróleo	NA	NA	NA
1B2a2	Producción de petróleo	T1	T1	NA
1B2a3	Transporte de petróleo	T1	T1	NA
1B2a4	Refino y almacenamiento de petróleo	T2	T1	NA
1B2a5	Distribución de petróleo	NA	NA	NA
1B2a6	Otras	NO	NO	NO
1B2b Fugitivas del gas natural				
1B2b1	Exploración de gas	NA	NA	NA
1B2b2	Producción de gas	T1	T1	NA
1B2b3	Procesado de gas	T1	T1	NA
1B2b4	Transporte y almacenamiento de gas	CS	CS	NA
1B2b5	Distribución de gas	CS	CS	NA
1B2b6	Otras	NO	NO	NO
1B2c1 Venteos				
1B2c1i	Petróleo	T1	T1	NA
1B2c1ii	Gas natural	CS	CS	NA

Categoría CRF		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1B2c1iii	Combinada de petróleo y gas natural	NO	NO	NO
1B2c1 Quema en antorchas				
1B2c2i	Petróleo	T2	T1	ND
1B2c2ii	Gas natural	T2	T2	T2
1B2c2iii	Combinada de petróleo y gas natural	NO	NO	NO

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI:

- [Emisiones fugitivas de la exploración, extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles líquidos en instalaciones en tierra](#)
- [Emisiones fugitivas de la exploración, extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles líquidos en instalaciones marinas](#)
- [Emisiones fugitivas de la extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles gaseosos en instalaciones en tierra](#)
- [Emisiones fugitivas de la extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles gaseosos en instalaciones marinas](#)
- [Emisiones fugitivas de los terminales marinos \(carga-descarga de los petroleros, manipulación y almacenamiento de los crudos y productos petrolíferos\)](#)
- [Emisiones fugitivas de los procesos en la industria de refino de petróleo](#)
- [Antorchas en las plantas de refino de petróleo](#)
- [Emisiones fugitivas y venteos en las infraestructuras de distribución de gases](#)

3.15.2.1 Variables de actividad Variables de actividad

3.15.2.1.1 Emisiones Fugitivas del petróleo (1B2a)

A continuación, se enumeran las variables de actividad empleadas en el cálculo de emisiones de cada una de las subcategorías del 1B2a.

a) Exploración de petróleo (1B2a1)

La Guía IPCC 2006 no aporta factores de emisión para esta actividad, por lo que se reporta como NA.

b) Producción de petróleo (1B2a2)

La variable de actividad es la producción de crudo en plataformas marinas y en pozos en tierra. Ver fichas:

- Emisiones fugitivas de la exploración, extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles líquidos en instalaciones en tierra
- Emisiones fugitivas de la exploración, extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles líquidos en instalaciones marinas

c) Transporte de petróleo (1B2a3)

La variable de actividad es el crudo transportado por tubería (oleoducto).

Ver ficha: Emisiones fugitivas de los terminales marinos (carga-descarga de los petroleros, manipulación y almacenamiento de los crudos y productos petrolíferos)

d) Refino y almacenamiento de petróleo (1B2a4)

Dentro de esta actividad, se incluyen varias subactividades y en función de cada una de ellas, se utilizan distintas variables de actividad. En general, suele ser la alimentación al proceso del que se trate.

Ver ficha emisiones fugitivas de los procesos en la industria de refino de petróleo.

e) Distribución de petróleo (1B2a5)

La Guía IPCC 2006 no aporta factores de emisión para esta actividad, por lo que se reporta como NA.

3.15.2.1.2 Emisiones Fugitivas del Gas Natural (1B2b)

A continuación, se enumeran las variables de actividad empleadas en el cálculo de emisiones de cada una de las subcategorías del 1B2b.

f) Exploración (1B2b1)

La Guía IPCC 2006 no aporta factores de emisión para esta actividad, por lo que se reporta como NA.

g) Producción (1B2b2)

La variable de actividad de esta categoría es la producción de gas natural en plataformas marinas y en pozos en tierra. Ver fichas:

- Emisiones fugitivas de la extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles gaseosos en instalaciones en tierra
- Emisiones fugitivas de la extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles gaseosos en instalaciones marinas

h) Procesado (1B2b3)

La variable de actividad de esta categoría es la producción de gas natural en plataformas marinas y en pozos en tierra. Ver fichas:

- Emisiones fugitivas de la extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles gaseosos en instalaciones en tierra
- Emisiones fugitivas de la extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles gaseosos en instalaciones marinas

i) Transporte y almacenamiento de gas (1B2b4)

La variable de actividad es el gas fugado en almacenamientos subterráneos, estaciones de regulación y medida, estaciones compresoras, plantas de regasificación y gaseoductos de transporte. La principal empresa transportista de gas natural en España, ENAGÁS, y otros transportistas y plantas regasificadoras facilitan esta información anualmente a través de cuestionario individualizado. ENAGÁS proporciona datos de emisiones fugitivas recogidos en las actividades de detección y reparación (Campañas LDAR – *Leak Detection and Repair*), en las que las fugas son detectadas a través de cámaras con tecnología de ultrasonido y medidas con detectores de gas provistos de sensores semiconductores.



Figura 3.15.2. Mapa de infraestructuras del sistema gasista español (Fuente: SEDIGAS)

j) Distribución de gas (1B2b5)

Para la estimación de emisiones de estas actividades se aplica una metodología específica nacional⁶² desarrollada por la Asociación Española del Gas (SEDIGAS).

El citado método estima la cantidad total de gas emitido en todo el sistema de distribución (redes y acometidas de cualquier material y MOP (Máxima Presión de Operación) hasta 16 bares, Estaciones de Regulación y/o Medida (ERM), instalaciones auxiliares, Instalaciones Receptoras Comunes e Instalaciones Receptoras Individuales, incluido contador). Es un método *bottom-up*, que se basa en eventos (cualquier fenómeno propio de la actividad del sistema de distribución o producido por agentes externos que genera emisión de gas a la atmósfera). La metodología distingue eventos intrínsecos, incidentales y operacionales, en 13 tipologías para las que estima los correspondientes volúmenes de gas emitido, según datos actualizados anualmente, derivados de los planes de acción de seguridad y medioambiente llevados a cabo por las empresas.

Con relación a las emisiones de los activos operados por los distribuidores, con el método por eventos, las emisiones de CH₄ son independientes de la longitud de la red. Los resultados obtenidos con este método se basan en datos actualizados anualmente que reflejan las mejores prácticas aplicadas a la construcción y el mantenimiento de redes, derivados de los

⁶² <https://www.sedigas.es/pagina.php?p=469>

planes de acción de seguridad y medioambiente llevados a cabo. Por lo tanto, el método por eventos contribuye a cuantificar de forma más precisa las emisiones de CH₄ y su utilización permite diseñar y aplicar métodos de mejora que contribuyan en la reducción de emisiones de metano. En lo que se refiere al alcance 3 de huella de carbono, al que pertenecen las emisiones relativas a las instalaciones receptoras, la capacidad de actuación de los distribuidores sobre esas emisiones es nula, dado que son instalaciones operadas y mantenidas por los propietarios de las mismas.

Para el cálculo del CO₂ y del CH₄ emitido se ha aplicado la composición media anual del gas natural facilitada por ENAGÁS.

Ver ficha: Emisiones fugitivas y venteos en las infraestructuras de distribución de gases.

3.15.2.1.3 Emisiones venteos (1B2c1)

k) Venteos en el petróleo (1B2c1i)

En esta actividad están todos los venteos producidos en:

- **Exploración de petróleo.** No se reportan emisiones en esta actividad⁶³.
- **Producción de petróleo.** La variable de actividad de esta categoría es la producción de crudo en plataformas marinas y en pozos en tierra. Ver fichas:
 - Emisiones fugitivas de la exploración, extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles líquidos en instalaciones en tierra
 - Emisiones fugitivas de la exploración, extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles líquidos en instalaciones marinas

l) Venteos en el Gas Natural (1B2c1ii)

En esta actividad están todos los venteos producidos en:

- **Procesado de gas natural.** La variable de actividad de esta categoría es la producción de gas natural en plataformas marinas y en pozos en tierra. Ver fichas:
 - Emisiones fugitivas de la extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles gaseosos en instalaciones en tierra
 - Emisiones fugitivas de la extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles gaseosos en instalaciones marinas
- **Transporte de gas natural.** La variable de actividad de esta subactividad es la cantidad de gas venteado en gaseoductos, en estaciones compresoras, en plantas de regasificación, en almacenes subterráneos y en estaciones de regulación y medida (ERM). La principal empresa transportista de gas natural en España, ENAGÁS, y otros operadores y plantas regasificadoras facilitan esta información anualmente a través de cuestionario individualizado.
- **Distribución de gas natural:** La variable de actividad de esta subactividad es la cantidad de gas venteado en las redes de distribución e instalaciones receptoras. La Asociación Española del Gas (SEDIGAS) estima la cantidad total de gas emitido en el sistema de distribución, con una metodología basada en eventos, según datos anuales derivados de los planes de acción de seguridad y medioambiente llevados a cabo por las empresas. SEDIGAS facilita esta información al Inventario a través de cuestionario individualizado.

Ver ficha: Emisiones fugitivas y venteos en las infraestructuras de distribución de gases

⁶³ La Guía IPCC 2006 da un factor de emisión conjunto para el venteo y la quema en antorcha en la exploración de petróleo. El equipo de trabajo del Inventario ha decidido reportar dichas emisiones bajo la categoría 1B2c2i, quema en antorcha, petróleo.

3.15.2.1.4 Emisiones quema en antorcha (1B2c2)

m) Quema en antorcha en el petróleo (1B2c2i)

En esta actividad están las quemas en antorchas producidas en:

- **Exploración de petróleo.** La variable de actividad de esta categoría es la producción de crudo en plataformas marinas y en pozos en tierra. Ver fichas:
 - Emisiones fugitivas de la exploración, extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles líquidos en instalaciones en tierra
 - Emisiones fugitivas de la exploración, extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles líquidos en instalaciones marinas
- **Producción de petróleo.** La variable de actividad de esta categoría es la producción de crudo en plataformas marinas y en pozos en tierra. Ver fichas:
 - Emisiones fugitivas de la exploración, extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles líquidos en instalaciones en tierra
 - Emisiones fugitivas de la exploración, extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles líquidos en instalaciones marinas
- **Refino y almacenamiento de petróleo.** La variable de actividad para el cálculo de las emisiones es el crudo tratado. Ver ficha: Antorchas en las plantas de refino de petróleo

n) Quema en antorcha en el Gas Natural (1B2c2ii)

En esta actividad están las quemas en antorchas producidas en:

- **Producción.** La variable de actividad de esta categoría es la producción de gas natural en plataformas marinas y en pozos en tierra. Ver fichas:
 - Emisiones fugitivas de la extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles gaseosos en instalaciones en tierra
 - Emisiones fugitivas de la extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles gaseosos en instalaciones marinas
- **Procesado.** La variable de actividad de esta categoría es la producción de gas natural en plataformas marinas y en pozos en tierra. Ver fichas:
 - Emisiones fugitivas de la extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles gaseosos en instalaciones en tierra
 - Emisiones fugitivas de la extracción, primer tratamiento y carga de combustibles fósiles gaseosos en instalaciones marinas
- **Transporte.** La variable de actividad es la cantidad de gas quemado en antorcha en plantas de regasificación y en almacenes subterráneos. Esta información proviene de los cuestionarios individualizados recibidos de la principal empresa transportista de gas natural en España, ENAGÁS, y otras plantas regasificadoras.

Siguiendo la recomendación ID# E.19 de la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017⁶⁴, se incluyen a continuación dos gráficos que se representan la evolución de los factores de emisión implícitos (FEI) en las dos fuentes de emisión consideradas en esta categoría (1B2c2ii). Por un lado, las “antorchas en producción y procesado del gas natural” y por otro las “antorchas en plantas de regasificación y almacenamientos subterráneos” (en la leyenda: PR+Almac.). Se añade, además, un tercer gráfico que muestra el peso relativo de las emisiones de cada fuente, en el total de la categoría 1B2c2ii.

⁶⁴ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>

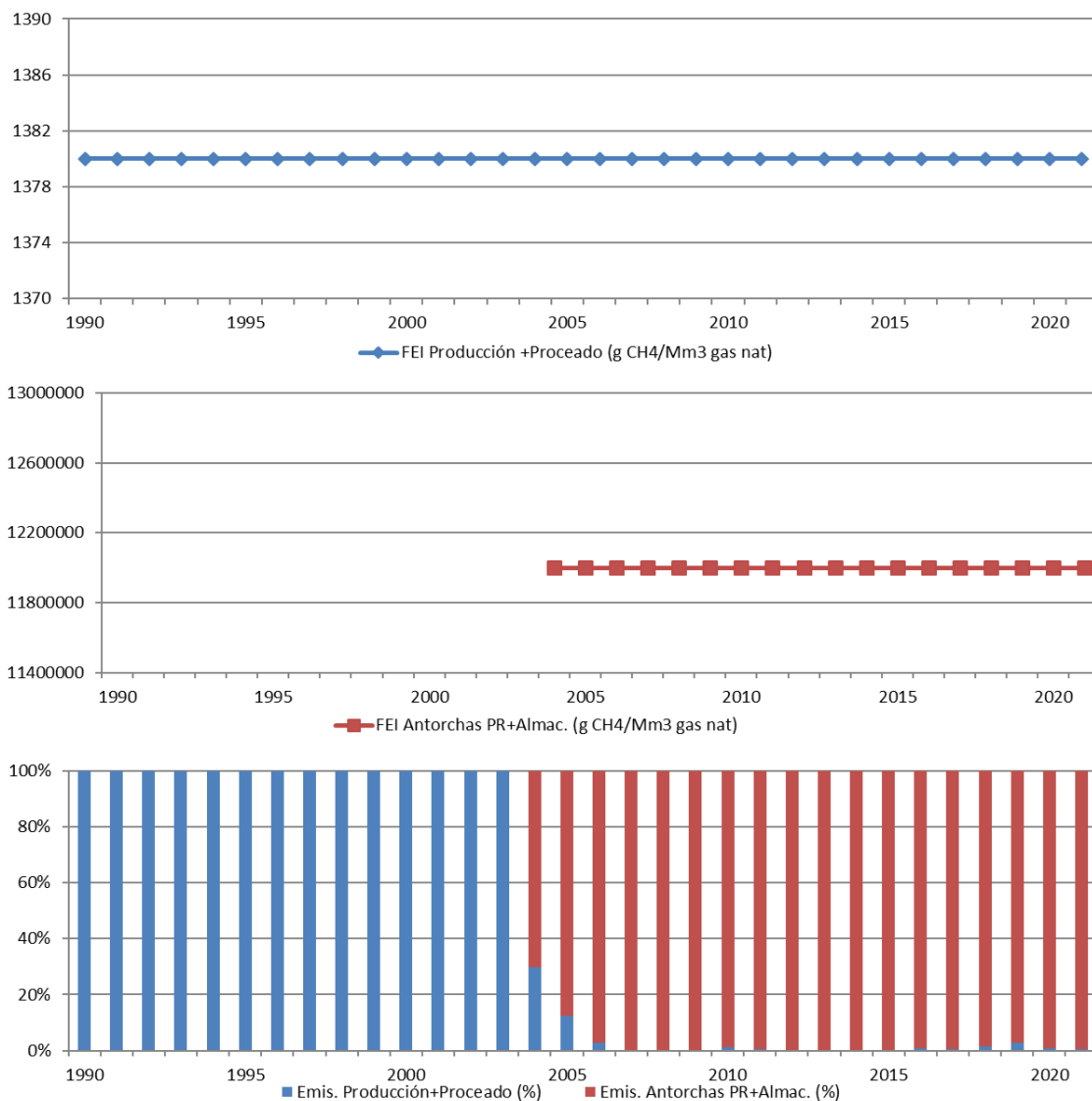


Figura 3.15.3. Factores de emisión implícitos y emisiones en porcentaje 1B2c2ii

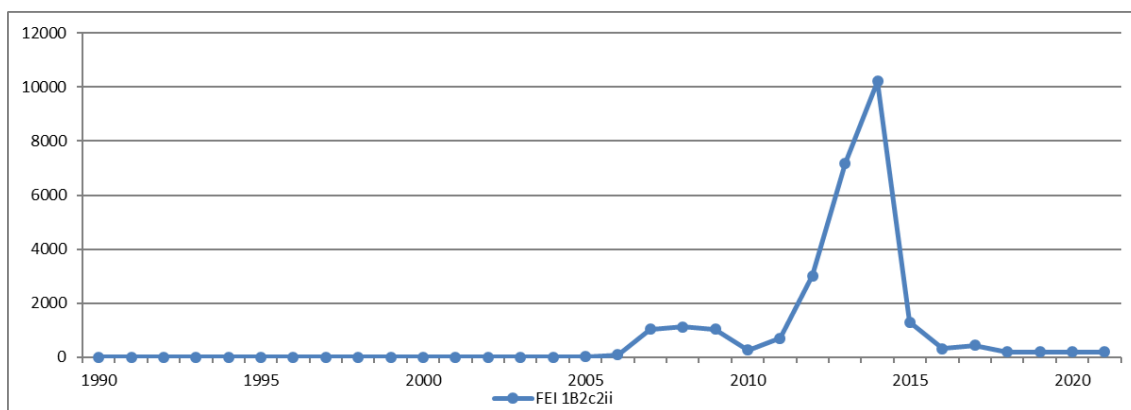


Figura 3.15.4. Factor de emisión implícito de la actividad 1B2c2ii

A partir de la observación de estas gráficas y de la evolución de las emisiones en esta categoría, se puede apreciar:

- La coherencia de la serie temporal de FEI para cada una de las fuentes de emisión está asegurada.
- La magnitud de los factores empleados en cada fuente es muy diferente, siendo mucho mayor en el caso de las antorchas en plantas de regasificación y almacenamiento subterráneo que en la producción y procesado de gas natural. Esto genera que, al agregar las emisiones de ambas fuentes, el implícito global de la categoría sufra fluctuaciones a lo largo de la serie debido a la participación relativa en el total de una y otra en cada año.

Por último, destacar que para los años 2012-2014 se aprecia una subida importante de las emisiones en la quema de gas natural en antorchas en plantas de regasificación. Tras consultar a ENAGÁS se constata que dichas emisiones son debidas por una serie de cambios operativos en los años 2012-2014. Por un lado, ha habido un descenso en el nivel de regasificación. Este bajo nivel de actividad ha supuesto desde el año 2012 un aumento en la generación de gas *Boil-off* que ha tenido que ser despresurizado y quemado por la antorcha como medida de seguridad. Por otro lado, cambios en el proceso de carga de buques, generó también un elevado volumen de gas *Boil-off* que fue quemado en antorcha como medida de seguridad. Por último, la drástica reducción de emisiones por antorcha en 2015 se debe a un plan de eficiencia energética.

3.15.2.2 Factores de emisión

Las emisiones de este sector se calculan aplicando los factores de emisión por defecto de la tabla 4.2.4 de la Guía IPCC 2006⁶⁵. Así se calculan la mayoría de las emisiones de la categoría 1B2. Aquellas que no se estiman de este modo, se explican a continuación.

3.15.2.2.1 Emisiones Fugitivas del petróleo (1B2a)

- Refino y almacenamiento de petróleo (1B2a4)

Ver ficha emisiones fugitivas de los procesos en la industria de refino de petróleo.

3.15.2.2.2 Emisiones Fugitivas del Gas Natural (1B2b)

- Transporte y almacenamiento de gas (1B2b4)

Los factores de emisión del CO₂ y CH₄ son calculados por balance de masa en función de la composición anual del gas natural, que proporciona el cuestionario recibido de ENAGÁS.

- Distribución de gas (1B2b5)

Los factores de emisión del CO₂ y CH₄ son calculados por balance de masa según metodología basada en eventos desarrollada por SEDIGAS, y en función de la composición anual del gas natural, que proporciona ENAGÁS.

3.15.2.2.3 Emisiones venteos (1B2c1)

- Venteos en el Gas Natural (1B2c1ii)

Dentro de esta subcategoría, las emisiones de la siguiente actividad no se estiman por métodos de nivel 1:

- **Transporte de gas natural.** Los factores de emisión son calculados por balance de masa en función de la composición anual del gas natural, que proporciona el cuestionario recibido de ENAGÁS.

⁶⁵ Véase capítulo 2, tabla 4.2.4, de la citada guía.

3.15.2.2.4 Emisiones quema en antorcha (1B2c2)

- **Quema en antorcha en refinerías (1B2c2i)⁶⁶**

Ver ficha emisiones fugitivas de los procesos en la industria de refino de petróleo.

- **Quema en antorcha en el Gas Natural (1B2c2ii)**

Dentro de esta subcategoría, las emisiones de la siguiente actividad no se estiman por métodos de nivel 1:

- **Transporte.** Los factores de emisión son calculados por balance de masa en función del contenido de carbono del gas natural, que nos proporciona el cuestionario recibido de ENAGÁS. Así pues, la estimación de las emisiones de CO₂ se realiza multiplicando dicho contenido de carbono por el coeficiente de elevación a masa molecular de CO₂ (44/12).

3.15.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Tabla 3.15.5. Incertidumbres asociadas a la subcategoría 1B2

Gas	Actividad	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	1B2a	10	2	Para el CH ₄ y el CO ₂ , las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1B2a, 1B2b y 1B2c. <u>Variable de actividad:</u> se estima en un 10 % para las relacionadas con los productos petrolíferos y un 20 % para las relacionadas con el gas natural.
	1B2b	20	2,01	
	1B2c	20	47,69	
CH ₄	1B2a	10	100	<u>Factores de emisión:</u> la incertidumbre se determina a partir de la Guía EMEP/EEA 2016.
	1B2b	20	23,99	
	1B2c	20	4,47	
N ₂ O	1B	20	46,32	Para el N ₂ O, las incertidumbres se calculan a nivel de CRF 1B.

Con relación a la consistencia de las series, se hace notar que los factores de emisión de CH₄ y de CO₂ por fugas y venteos de gas natural, o de CO₂ en antorchas de gas, se estiman a partir de la composición media anual del gas natural proporcionada por ENAGÁS. Los factores implícitos para otras fuentes emisoras reflejan las características particulares de cada planta, caso de las emisiones declaradas por las refinerías, o se han mantenido constantes a lo largo de todo el periodo inventariado. Por otra parte, para la determinación de las variables de actividad la información de base ha procedido de las mismas fuentes de referencia y el tratamiento de dicha información ha sido homogéneo en toda la serie. En el caso concreto de las antorchas en refinería, no debe olvidarse la mejora en la estimación que ha sido propiciada por la disponibilidad de información específica de volúmenes y composición de los gases quemados en antorchas.

Por lo que respecta a la completitud de Inventario, las estimaciones de CO₂ y de CH₄ en esta categoría contemplan las principales fuentes emisoras. Se asume que otras fuentes no tratadas no resultan relevantes en las emisiones totales de esta categoría para los referidos gases.

3.15.4 Control de calidad y verificación

Los contactos con SEDIGAS y ENAGÁS para el contraste de los factores de emisión de gas natural en las líneas de transporte y distribución son habituales durante el proceso de estimación de emisiones.

En cuanto a las fugitivas del refino (1B2a4 y 1B2c21), aplica lo recogido en el capítulo 3.1.4 para el sector 1A1b.

⁶⁶ Siguiendo las recomendaciones de la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017 (el informe final de revisión puede consultarse en <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>), se especifica en este apartado la metodología.

3.15.5 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición, se han realizado recálculos en la subcategoría 1B2b4 ya que se han añadido datos de nuevas empresas de transporte de gas

En los siguientes gráficos se muestran las variaciones en las emisiones de cada uno de los gases de efecto invernadero (CO₂ y CH₄ y N₂O) para el conjunto de la categoría 1B2 (emisiones calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report)⁶⁷.

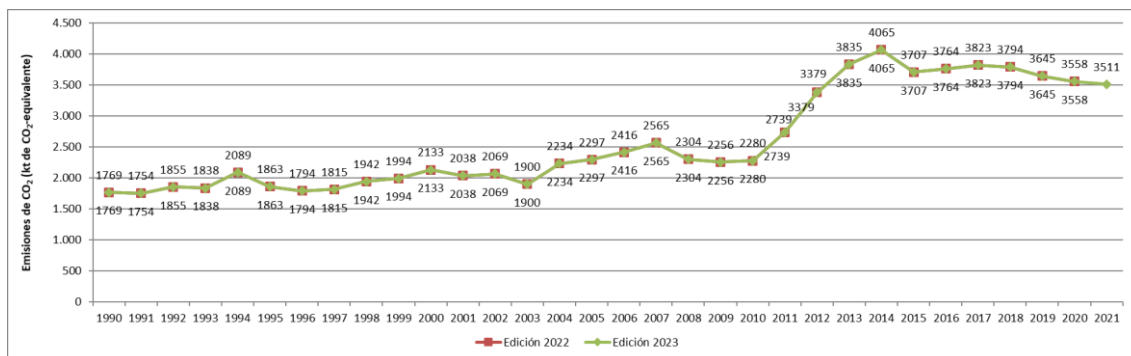


Figura 3.15.5. Emisiones de CO₂ en la categoría emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural (1B2). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

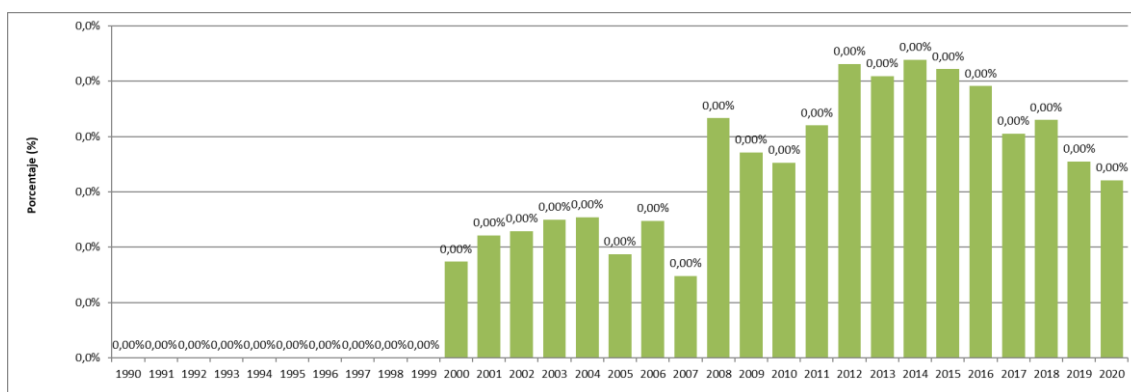


Figura 3.15.6. Diferencia porcentual de emisiones de CO₂ (1B2). Edición 2023 vs. edición 2022

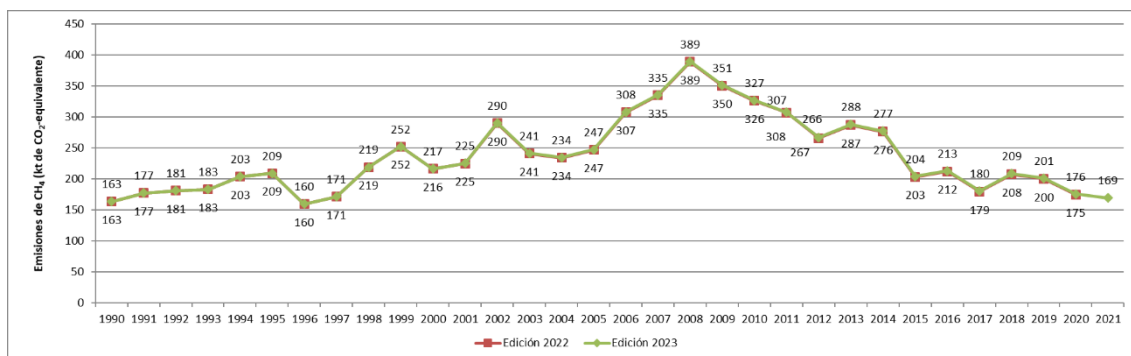


Figura 3.15.7. Emisiones de CH₄ en la categoría emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural (1B2). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

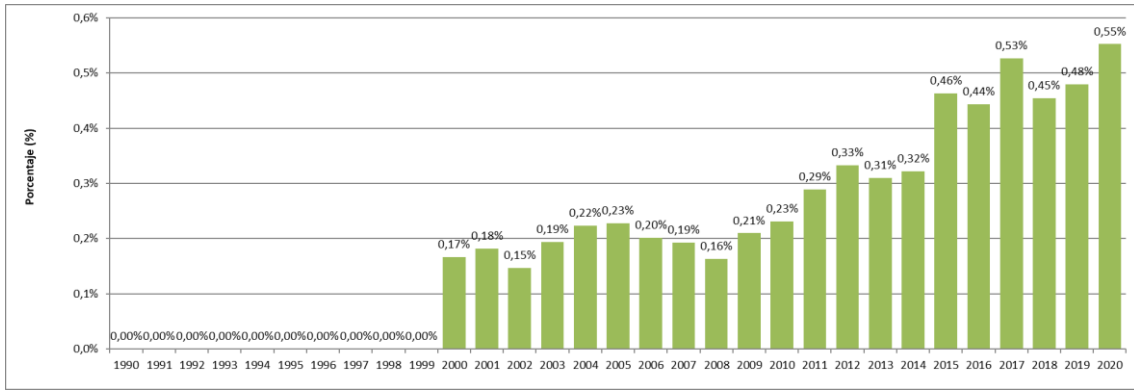


Figura 3.15.8. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (1B2). Edición 2023 vs. edición 2022

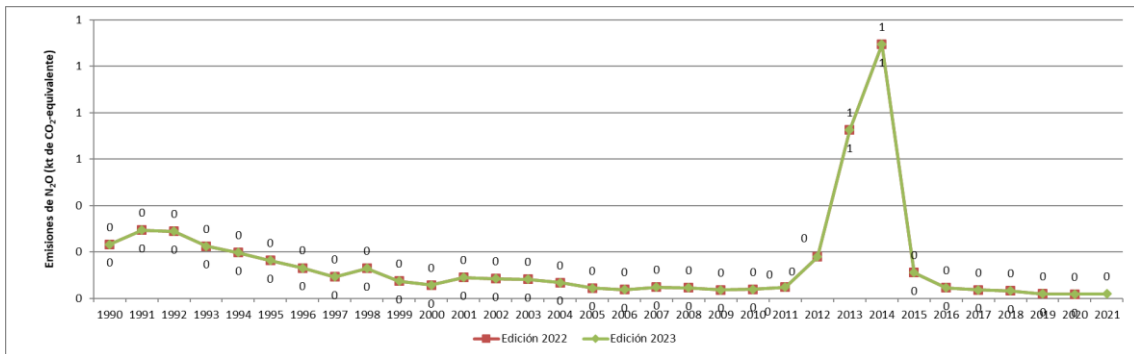


Figura 3.15.9. Emisiones de N₂O en la categoría emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural (1B2). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

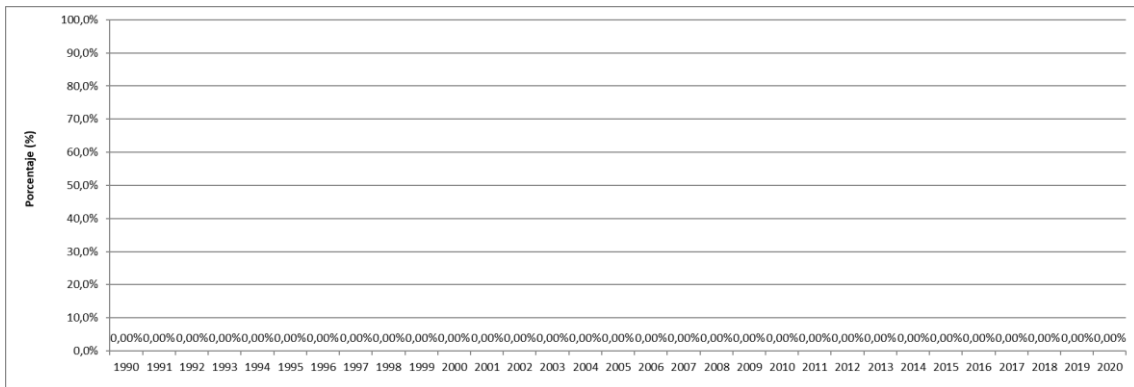


Figura 3.15.10. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (1B2). Edición 2023 vs. edición 2022

3.15.6 Planes de mejora

Se prevé contactar con las empresas de regasificación para ampliar la información relativa a la actividad de sus antorchas con objeto de cubrir la serie temporal al completo.

3.16 Almacenamiento y transporte de CO₂ (1C)

Esta actividad no se produce en España.



4. PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (CRF 2)

ÍNDICE

4	PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (CRF 2)	275
4.1	Panorámica del sector	275
4.2	Producción de cemento (2A1)	278
4.2.1	Descripción de la actividad	278
4.2.2	Metodología	279
4.2.3	Incertidumbre y coherencia temporal	281
4.2.4	Control de calidad y verificación	281
4.2.5	Realización de nuevos cálculos	281
4.2.6	Planes de mejora	281
4.3	Producción de cal (2A2)	281
4.3.1	Descripción de la actividad	281
4.3.2	Metodología	282
4.3.3	Incertidumbre y coherencia temporal	285
4.3.4	Control de calidad y verificación	285
4.3.5	Realización de nuevos cálculos	285
4.3.6	Planes de mejora	285
4.4	Producción de vidrio (2A3)	285
4.5	Otros procesos que emplean carbonatos (2A4)	287
4.5.1	Descripción de la actividad	287
4.5.2	Metodología	288
4.5.3	Incertidumbre y coherencia temporal	291
4.5.4	Control de calidad y verificación	291
4.5.5	Realización de nuevos cálculos	292
4.5.6	Planes de mejora	292
4.6	Producción de amoníaco (2B1)	292
4.7	Producción de ácido nítrico (2B2)	293
4.7.1	Descripción de la actividad	293
4.7.2	Metodología	294
4.7.3	Incertidumbre y coherencia temporal	295
4.7.4	Control de calidad y verificación	296
4.7.5	Realización de nuevos cálculos	296
4.7.6	Planes de mejora	296
4.8	Producción de caprolactama (2B4a)	296
4.9	Producción de carburos (2B5)	297
4.10	Producción de dióxido de titanio (2B6)	299
4.11	Producción de carbonato sódico (2B7)	299
4.12	Industria petroquímica y negro de humo (2B8)	299
4.12.1	Descripción de la actividad	299
4.12.2	Metodología	300
4.12.3	Incertidumbre y coherencia temporal	303
4.12.4	Control de calidad y verificación	304
4.12.5	Realización de nuevos cálculos	304
4.12.6	Planes de mejora	304
4.13	Producción de halocarburos (2B9)	304
4.13.1	Descripción de la actividad	304
4.13.2	Metodología	305

4.13.3	Incertidumbre y coherencia temporal	307
4.13.4	Control de calidad y verificación	307
4.13.5	Realización de nuevos cálculos	307
4.13.6	Planes de mejora	307
4.14	Producción de hidrógeno y ácido sulfúrico (2B10).....	307
4.14.1	Descripción de la actividad	307
4.14.2	Metodología	308
4.14.3	Incertidumbre y coherencia temporal	309
4.14.4	Control de calidad y verificación	309
4.14.5	Realización de nuevos cálculos	310
4.14.6	Planes de mejora	310
4.15	Producción de hierro y acero (2C1)	310
4.15.1	Descripción de la actividad	310
4.15.2	Metodología	312
4.15.3	Incertidumbre y coherencia temporal	318
4.15.4	Control de calidad y verificación	318
4.15.5	Realización de nuevos cálculos	318
4.15.6	Planes de mejora	319
4.16	Producción de ferroaleaciones (2C2).....	319
4.17	Producción de aluminio (2C3).....	322
4.17.1	Descripción de la actividad	322
4.17.2	Metodología	323
4.17.3	Incertidumbre y coherencia temporal	325
4.17.4	Control de calidad y verificación	325
4.17.5	Realización de nuevos cálculos	325
4.17.6	Planes de mejora	325
4.18	Producción de plomo (2C5)	325
4.19	Producción de cinc (2C6).....	326
4.20	Otros - Producción de silicio (2C7)	326
4.21	Uso de disolventes y otros (2D)	330
4.22	Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono (2F) ...	332
4.22.1	Descripción de la actividad	332
4.22.2	Metodología	334
4.22.3	Incertidumbre y coherencia temporal	339
4.22.4	Control de calidad y verificación	339
4.22.5	Realización de nuevos cálculos	340
4.22.6	Planes de mejora	341
4.23	Equipos eléctricos (2G1) y Fabricación y uso de otros productos (2G2)	341
4.23.1	Uso de SF ₆ en equipos eléctricos (2G1)	341
4.23.2	SF ₆ en Fabricación y uso de otros productos (2G2)	342
4.24	Emissiones de N ₂ O por el uso de productos (2G3)	342
4.24.1	Aplicaciones médicas del N ₂ O (2G3a)	342
4.24.2	Uso de N ₂ O como propelente en aerosoles (2G3b).....	342
4.25	Otros – Papel y pulpa de papel (2H1).....	343
4.26	Otros – Industria de la alimentación y bebidas (2H2)	343
4.27	Otros – Antorchas en la producción de hierro y acero (2H3)	343
4.28	Otros – Producción de dióxido de titanio (2H3).....	343
4.29	Otros – Uso de productos pirotécnicos (2H3)	343

4.30	Otros – Combustión de tabaco (2H3).....	343
4.31	Otros – Vidrio (2H3)	343
4.32	Otros – Carbonato sódico (2H3)	344

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1.1.	Emisiones de CO ₂ -eq del sector IPPU (CRF 2) (cifras en kt)	275
Tabla 4.1.2.	Contribución por categoría a las emisiones de CO ₂ -eq en el sector IPPU (CRF 2).....	276
Tabla 4.1.3.	Categorías clave: contribución al nivel y a la tendencia. Año 2021	278
Tabla 4.2.1.	Emisiones de CO ₂ -eq: valores absolutos, índices y ratios de la producción de cemento (2A1).....	279
Tabla 4.2.2.	Producción de clínker (cifras en kt).....	279
Tabla 4.2.3.	Factores de emisión de CO ₂ (t CO ₂ /t clínker).....	280
Tabla 4.2.4.	Incertidumbres de la categoría Producción de cemento (2A1)	281
Tabla 4.3.1.	Emisiones de CO ₂ -eq: valores absolutos, índices y ratios de la producción de cal (2A2).....	282
Tabla 4.3.2.	Variables de actividad y fuentes en la producción de cal (2A2)	282
Tabla 4.3.3.	Producción de cal. Factores de emisión de CO ₂ (t CO ₂ /t cal).....	285
Tabla 4.3.4.	Incertidumbres de la categoría Producción de cal (2A2)	285
Tabla 4.4.1.	Fabricación de vidrio. Descarboxiación. Factores de emisión	286
Tabla 4.5.1.	Emisiones de CO ₂ -eq Otros procesos que emplean carbonatos (2A4) (Cifras en kt).....	287
Tabla 4.5.2.	Emisiones de CO ₂ -eq: valores absolutos, índices y ratios de Otros procesos que emplean carbonatos (2A4).....	288
Tabla 4.5.3.	Fabricación de magnesita no metalúrgica. Calcinación. Factores de emisión.....	290
Tabla 4.5.4.	Incertidumbre de la categoría Otros usos de carbonatos	291
Tabla 4.7.1.	Emisiones de N ₂ O en la producción de ácido nítrico (2B2) (cifras en toneladas)	293
Tabla 4.7.2.	Emisiones de CO ₂ -eq: valores absolutos, índices y ratios de la producción de ácido nítrico (2B2)	293
Tabla 4.7.3.	Variable de actividad y fuente en la producción de ácido nítrico (2B2)	294
Tabla 4.7.4.	Incertidumbres de la categoría Producción de ácido nítrico (2B2)	295
Tabla 4.9.1.	Actividades y gases cubiertos en la categoría 2B5	297
Tabla 4.9.2.	Variable de actividad y fuente en la producción de carburos (2B5)	297
Tabla 4.12.1.	Actividades y gases cubiertos en la categoría 2B8	300
Tabla 4.12.2.	Emisiones de CO ₂ -eq en la Industria petroquímica y negro de humo (2B8) (cifras en kt)	300
Tabla 4.12.3.	Emisiones de CO ₂ -eq: valores absolutos, índices y ratios de la Industria petroquímica y negro de humo (2B8).....	300
Tabla 4.12.4.	Variable de actividad y fuente en la Industria petroquímica y negro de humo (2B8)	301
Tabla 4.12.5.	Incertidumbres de la categoría Producción de industria petroquímica y negro de humo (2B8)	303
Tabla 4.13.1.	Variable de actividad y fuente en la producción de halocarburos por subcategoría y gas (2B9).....	304
Tabla 4.13.2.	Emisiones de CO ₂ -eq: valores absolutos, índices y ratios de la producción de halocarburos (2B9)	305
Tabla 4.13.3.	Desglose de las fuentes para el factor de emisión/emisiones empleadas en la categoría 2B9a.....	305
Tabla 4.13.4.	Incertidumbres de la categoría Producción de halocarburos (2B9).....	307
Tabla 4.14.1.	Emisiones de CO ₂ -eq: valores absolutos y ratios de la producción de hidrógeno (2B10).....	308
Tabla 4.14.2.	Incertidumbres de la categoría Producción de hidrógeno (2B10)	309
Tabla 4.15.1.	Emisiones CO ₂ -eq por categoría y gas de la producción de hierro y acero.....	311
Tabla 4.15.2.	Emisiones de CO ₂ -eq: valores absolutos, índices y ratios de la producción de hierro y acero (2C1).....	312
Tabla 4.15.3.	Producción de acero, sinter y arrabio (cifras en kilotoneladas).....	312
Tabla 4.15.4.	Antorchas en siderurgia y en coquerías. Factores de emisión.....	317
Tabla 4.15.5.	Comparativa contenidos en C entre el Inventario Nacional y la Mejora 2019 de la Guía IPCC 2006 de los principales materiales implicados en la Producción de hierro y acero (2C1).....	317
Tabla 4.15.6.	Incertidumbres de la categoría Producción de hierro y acero (2C1)	318
Tabla 4.17.1.	Emisiones de gases de la producción de aluminio (2C3)	323
Tabla 4.17.2.	Emisiones de CO ₂ -eq: valores absolutos, índices y ratios de la producción de aluminio (2C3)	323
Tabla 4.17.3.	Incertidumbres de la categoría Producción de aluminio (2C3).....	325
Tabla 4.21.1.	Subcategorías comprendidas en la categoría 2D.....	330
Tabla 4.21.2.	Información adicional. Fichas metodológicas.....	331
Tabla 4.22.1.	Actividades y gases cubiertos en la categoría 2F	332
Tabla 4.22.2.	Emisiones de CO ₂ -eq en el Uso de productos como sustitutos de las SAO (2F) (cifras en kt)	333
Tabla 4.22.3.	Valores absolutos, índices y ratios de las emisiones en la categoría 2F (CO ₂ -eq).....	333
Tabla 4.22.4.	Factores de emisión utilizados en la subcategoría 2F2.....	337
Tabla 4.22.5.	Incertidumbres de la subcategoría 2F1.....	339
Tabla 4.22.6.	Comparativa reporte F-gases según Reglamento 517/2014 vs. Inventario Nacional	340
Tabla 4.23.1.	Emisiones de CO ₂ equivalente de las subcategorías 2G1 y 2G2 (cifras en kt)	342
Tabla 4.24.1.	Emisiones de CO ₂ equivalente de las subcategorías 2G3a y 2G3b (cifras en kt)	343

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1.1.	Evolución de las emisiones de CO ₂ -eq en el sector IPPU (categoría CRF 2)	275
Figura 4.1.2.	Porcentaje de las emisiones de CO ₂ -eq por categoría de IPPU respecto al total del inventario	276
Figura 4.2.1.	Evolución del requerimiento energético en la producción de clínker	280
Figura 4.3.1.	Producción de cal (índice 1990=100)	283
Figura 4.3.2.	Evolución temporal del factor de emisión implícito de la producción de cal	284
Figura 4.5.1.	Evolución del FEI en el sector cerámico (t CO ₂ /kt producto)	289
Figura 4.5.2.	Distribución de las distintas producciones en el sector cerámico 2A4a (%)	289
Figura 4.5.3.	Índice de evolución temporal del consumo de carbonatos en la producción de magnesitas (base 100 año 1990)	291
Figura 4.6.1.	Índice de evolución temporal de la producción de amoníaco (base 100 año 1990)	292
Figura 4.7.1.	Producción de ácido nítrico (kt) (2B2)	294
Figura 4.7.2.	Evolución temporal del FEI en la producción de ácido nítrico (2B2)	295
Figura 4.8.1.	Índice de evolución temporal de la producción de caprolactama (base 100 año 1990)	297
Figura 4.9.1.	Índice de evolución temporal de la producción de carburo de silicio y de carburo de calcio (base 100 año 1990)	298
Figura 4.12.1.	Índice de evolución temporal de la producción de etileno (2B8b), de CVM (2B8c) y de óxido de etileno (2B8d) (base 100 año 1990)	302
Figura 4.12.2.	Índice de evolución temporal de la producción de acrilonitrilo (2B8e), de negro de humo (2B8f) y de estireno (2B8g) (base 100 año 1990)	302
Figura 4.13.1.	Emisiones de CO ₂ -eq por categoría y gas de la Producción de halocarburos (2B9) (cifras en kt)	305
Figura 4.13.2.	Índice de evolución temporal de la producción de HCFC-22 (base 100 año 1990)	306
Figura 4.13.3.	Índice de evolución temporal de la producción de HFC-143a (base 100 año 1996), de HFC-227ea (base 100 año 1996) y de HFC-32 (base 100 año 2002)	307
Figura 4.14.1.	Índice de evolución temporal de la producción de hidrógeno (base 100 año 2002)	308
Figura 4.14.2.	Índice de evolución temporal del FEI en la producción de hidrógeno (total y por planta) (2B10)	309
Figura 4.15.1.	Esquema de las actividades de siderurgia integral y ubicación de sus emisiones	311
Figura 4.15.2.	Índices de evolución temporal de la producciones de acero (hornos de oxígeno básico y hornos eléctricos), arrabio y sinter (base 100 año 1990)	313
Figura 4.15.3.	Balance de carbono considerado actualmente en el Inventario Nacional para las acerías eléctricas (Fuente: UNESID)	315
Figura 4.15.4.	Emisiones de CO ₂ -eq en producción de hierro y acero (2C1). Edición 2023 vs. edición 2022	319
Figura 4.15.5.	Diferencia porcentual de emisiones de CO ₂ -eq (2C1). Edición 2023 vs. edición 2022	319
Figura 4.16.1.	Índices de evolución temporal de las producciones de ferroaleaciones y sus emisiones de CO ₂ (base 100 año 1990)	320
Figura 4.16.2.	Índices de evolución temporal de producciones por tipo de de ferroaleación (base 100 año 1990)	321
Figura 4.16.3.	Índices de evolución temporal de los factores de emisión implícitos de CO ₂ por tipo de ferroaleación (base 100 FEI ferrosilicio)	322
Figura 4.17.1.	Índice de evolución temporal de la producción de aluminio y de sus respectivas emisiones de CO ₂ y PFCs (C ₂ F ₆ y CF ₄) (base 100 año 1990)	324
Figura 4.20.1.	Índice de evolución temporal de la producción de silicio (base 100 año 1990)	327
Figura 4.20.2.	Evolución temporal del factor de emisión implícito de la producción de silicio metal (base 100 año 1990) (kg CO ₂ /t silicio)	327
Figura 4.20.3.	Evolución temporal del contenido de carbono de los agente reductores fósiles con respecto al FEI	328
Figura 4.20.4.	Evolución temporal de la ratio emisiones de origen biogénico/ emisiones de origen fósil vs. evolución del FEI	329
Figura 4.20.5.	Evolución de la proporción de producción de silicio con respecto al total de productos que se fabrican en el proceso	329
Figura 4.21.1.	Emisiones de CO ₂ en el uso de disolventes y otros (2D). (cifras en kt de CO ₂ -eq)	331
Figura 4.21.2.	Emisiones de CO ₂ en el uso de disolventes y otros (2D). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	332
Figura 4.21.3.	Diferencia porcentual de emisiones de CO ₂ (2D). Edición 2023 vs. edición 2022	332
Figura 4.22.1.	Emisiones de CO ₂ -eq por subcategorías de Usos de productos como sustitutos de las sustancias que agotan el ozono (2F)	333
Figura 4.22.2.	Esquema del impuesto sobre los gases fluorados de efecto invernadero	334
Figura 4.22.3.	Emisiones de CO ₂ -eq por subcategorías 2F1	337
Figura 4.22.4.	Emisiones de CO ₂ -eq en refrigeración y aire acondicionado (2F1). Edición 2023 vs. edición 2022	340
Figura 4.22.5.	Diferencia porcentual de emisiones de CO ₂ -eq (2F1). Edición 2023 vs. edición 2022	341

4 PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (CRF 2)

4.1 Panorámica del sector

El sector Procesos industriales y uso de productos (en adelante, *IPPU*, por sus siglas en inglés) es el tercer sector en importancia del Inventario Nacional, aportando en 2021 un 8,4 % de las emisiones totales en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq). Los gases más importantes por cuantía de emisión de este sector son CO₂, gases fluorados y N₂O. La contribución del sector IPPU al total del Inventario en 2021 representa un 8,9 %, 100 % y 6,9 % de dichos gases, respectivamente. Se ha reducido la contribución del sector IPPU al total del Inventario Nacional, ya que en el año 1990 representaba un 9,7 % del total.

El nivel de las emisiones en términos de CO₂-eq se ha reducido en un -13,72 % con respecto al año 1990. Respecto al año anterior (2020), las emisiones se han incrementado en un +5,18 %, debido a una recuperación parcial de la mayor parte de las categorías a niveles de actividad previos la pandemia del COVID-19.

En la siguiente tabla se presentan, en términos de CO₂-eq, las emisiones del sector IPPU con desglose por categorías CRF, mostrándose en la figura que aparece a continuación la evolución de dichas emisiones a lo largo del periodo 1990-2021.

Los datos detallados de emisiones del Inventario Nacional pueden consultarse en la web del MITECO-SEI [TablaWeb](#).

Tabla 4.1.1. Emisiones de CO₂-eq del sector IPPU (CRF 2) (cifras en kt)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
2A Productos minerales	15.120	21.428	14.209	12.143	11.980	10.784	11.294
2B Industria química	7.610	6.230	5.336	4.022	3.974	3.860	3.782
2C Producción metalúrgica	4.616	3.851	3.742	4.425	2.581	2.253	2.880
2D Consumo no energético de combustibles y uso de disolventes	193	391	374	365	411	357	396
2E Industria electrónica	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2F Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono	0	10.419	14.589	8.657	5.653	4.861	4.986
2G Manufactura y utilización de otros productos	426	785	845	504	743	824	787
Total	27.964	43.104	39.094	30.118	25.342	22.939	24.127

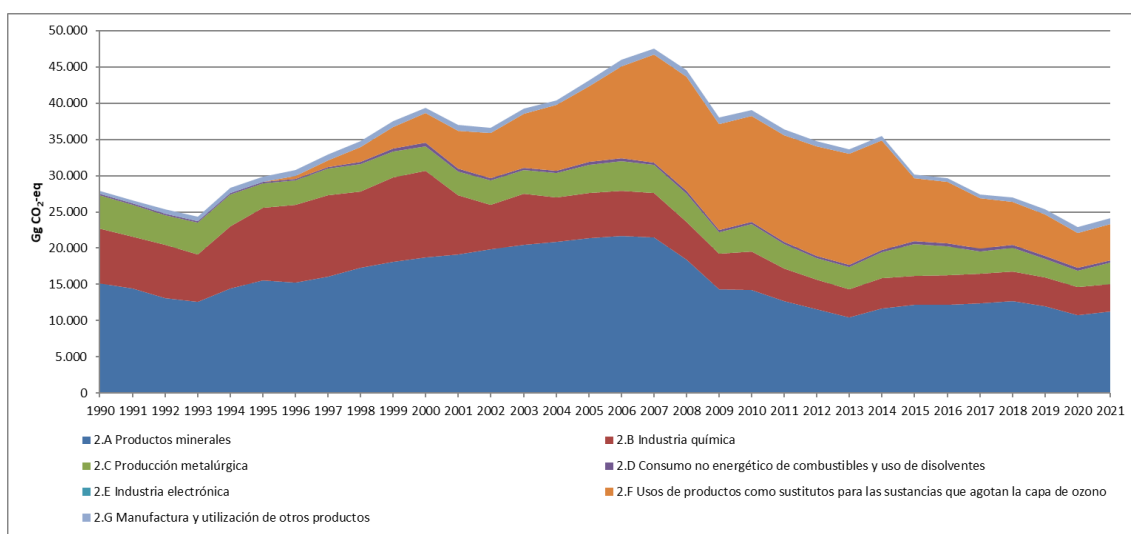


Figura 4.1.1. Evolución de las emisiones de CO₂-eq en el sector IPPU (categoría CRF 2)

Como puede observarse, la evolución de las emisiones de CO₂-eq hasta el año 1993 presenta una disminución liderada por la actividad de productos minerales, en concreto la fabricación del clinker (2A1). A partir de esa fecha, se mantiene una tendencia predominantemente creciente hasta 2007, explicada por la recuperación de la industria del cemento, unida a la aparición y desarrollo de la categoría 2F en ese periodo, en concreto la subcategoría de refrigeración y aire acondicionado (2F1), cuyas emisiones se incrementaron rápidamente a consecuencia de la prohibición de los CFCs en el protocolo de Montreal (por ser sustancias que agotan la capa de ozono) y su sustitución con HFCs. De 2007 en adelante, las emisiones cambian de tendencia, disminuyendo a consecuencia de la caída de la actividad del sector de la industria del cemento en el marco de la crisis económica sufrida por el país. Una mención especial merece la fuerte caída en las emisiones de 2015 en la subcategoría de refrigeración y aire acondicionado (2F1) como consecuencia de la aplicación en España de la Ley 16/2013, por la que se crea el impuesto a los gases fluorados de efecto invernadero, y del Reglamento (UE) 517/2014, sobre los gases fluorados de efecto invernadero. En los últimos años, se consolida la tendencia descendente de las emisiones en la subcategoría de refrigeración y aire acondicionado (2F1).

El sector IPPU supone, en promedio, el 10 % de las emisiones totales del Inventario Nacional, tal y como puede observarse en el gráfico situado a continuación. Las categorías de Productos minerales (2A) e Industria química (2B), son las que contribuyen en mayor medida, con una aportación promedio del 46 % y 20 %, respectivamente, durante toda la serie (1990-2021). Desde 2003, la categoría Industria química (2B) ha sido sustituida en importancia por la categoría 2F Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO), con una participación cada vez más relevante, llegando incluso en algunos años a ser la categoría que más aporta al Inventario dentro del sector IPPU. La gran mayoría de las emisiones de esta categoría (2F) está compuesta por HFCs. En cuanto a la categoría 2B (Industria química), en el año 2000 registra una fuerte bajada de emisiones (en términos de CO₂-eq) debida a la disminución de la producción de hidrocarburos halogenados (2B9) y ácido nítrico (2B2), que se mantiene en el tiempo y que hace que el CO₂ pase a ser el gas predominante en la categoría 2B, frente al HFC-23 y N₂O emitidos por las citadas industrias.

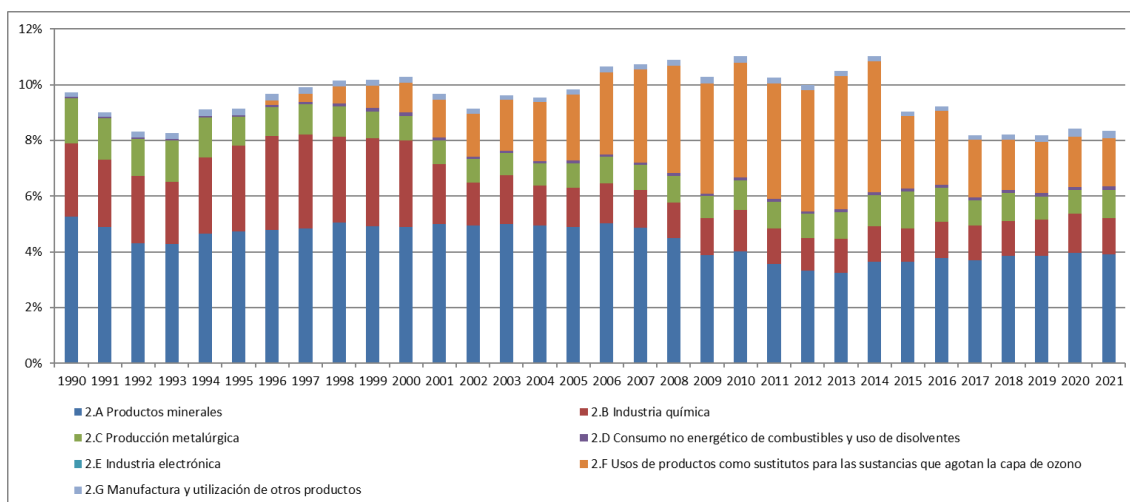


Figura 4.1.2. Porcentaje de las emisiones de CO₂-eq por categoría de IPPU respecto al total del inventario

Un análisis más en detalle de la contribución de las diferentes categorías en IPPU se muestra en la tabla siguiente; se excluyen las categorías 2D y 2G por su menor relevancia. Dentro de cada celda se indica la subcategoría principal responsable de ese aporte.

Tabla 4.1.2. Contribución por categoría a las emisiones de CO₂-eq en el sector IPPU (CRF 2)

Año	2A	2B	2C	2F
1990	2A1	2B9	2C1	
1995	2A1	2B9	2C3	

Año	2A	2B	2C	2F
2000	2A1	2B9		2F1
2005	2A1	2B8		2F1
2010	2A1	2B8		2F1
2015	2A1	2B8	2C1	2F1
2016	2A1	2B8	2C1	2F1
2017	2A1	2B8	2C1	2F1
2018	2A1	2B8	2C1	2F1
2019	2A1	2B8	2C1	2F1
2020	2A1	2B8		2F1
2021	2A1	2B8	2C1	2F1

	Categorías que proporcionan >40 % emisiones del sector
	Categorías que proporcionan 20 %-40 % emisiones del sector
	Categorías que proporcionan 10 %-20 % emisiones del sector

A continuación, se incluyen algunas breves explicaciones sobre la tendencia de cada una de las categorías principales:

2A. Productos minerales. La tendencia de sus emisiones está claramente marcada por la actividad de fabricación de clínker de cemento (2A1), la cual es paralela a la evolución socioeconómica que se produce durante todo el periodo, por la importancia de la construcción.

2B. Industria química. Durante el primer periodo 1990-2001, la producción de halocarburos (2B9) es claramente la responsable de la mayor parte de las emisiones en esta categoría, con una tendencia creciente hasta el año 2000. A partir de esa fecha, con motivo de la disminución de la producción, sumado al cierre de plantas y la instalación de medidas de reducción de emisiones de HFC-23 en la fabricación de HCFC-22, su representatividad disminuye, en favor de la Industria petroquímica y del negro de humo (2B8). En los últimos años (2019 – 2021) se observa una reducción en las emisiones provocada por una caída en la producción industrial.

2C. Producción metalúrgica. La producción de hierro y acero (2C1) es la categoría que más emisiones aporta, estando su tendencia claramente ligada a la actividad de la producción. A partir del año 2006, se ha ido sustituyendo progresivamente la materia prima del mineral de hierro por el consumo de material reciclado (chatarra), reduciendo así las emisiones por tonelada producida. En los últimos años, se observa una reducción en las emisiones como consecuencia de una disminución general de la producción, especialmente marcada en la producción de aluminio (2C3) y de ferroaleaciones (2C2), a pesar de que en 2021 se observa un ligero repunte en la producción de hierro y acero (2C1).

2F. Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono. El uso de HFCs y PFCs en la refrigeración y aire acondicionado (2F1) es el responsable de la mayor parte de las emisiones en esta categoría. Su tendencia es claramente creciente desde su inicio hasta 2014, cuando la entrada en vigor del impuesto sobre gases fluorados de efecto invernadero (creado por el artículo 5 de la Ley 16/2013) y del Reglamento (UE) 517/2014 sobre los gases fluorados de efecto invernadero, provocan una reducción en las emisiones, que en 2021 son una tercera parte de las registradas en 2014.

Para favorecer la transparencia y claridad del documento, el Inventario Nacional Español ha estructurado el capítulo del sector IPPU incluyendo todas las categorías en el mismo orden en el que aparecen las tablas de CRF, desarrollando con mayor o menor detalle cada categoría en función de su naturaleza de categoría clave o no.

En las tablas que se presentan a continuación, se recoge el análisis de categorías clave de este sector, por su contribución al nivel y a la tendencia en el año 2021, indicando el número de orden

de la categoría en la relación de categorías clave¹ del total del Inventario y los porcentajes en términos de CO₂-eq.

Todas las categorías clave por su contribución al nivel en el año base están consideradas también como categoría clave respecto al año 2021.

Tabla 4.1.3. Categorías clave: contribución al nivel y a la tendencia. Año 2021

Actividad IPCC	Gas	Análisis de categoría clave 2021 Posición (Contribución %)				Nueva KC 2021
		ENFOQUE 1		ENFOQUE 2		
		L	T	L	T	
2A1-Producción de cemento	CO ₂	9 (2,9 %)	14 (1,7 %)	21 (0,9 %)	22 (1,1 %)	
2A2-Producción de cal	CO ₂	28 (0,5 %)	-	-	-	
2A3-Producción de vidrio	CO ₂	-	-	-	-	
2A4-Otros usos de carbonatos	CO ₂	-	-	-	-	
2B1-Producción de amoníaco	CO ₂	-	-	-	-	
2B2-Producción de ácido nítrico	N ₂ O	-	17 (1 %)	-	25 (0,8 %)	
2B4-Caprolactama	N ₂ O	-	-	-	-	
2B5-Producción de carburos	CO ₂	-	-	-	-	
2B5-Producción de carburos	CH ₄	-	-	-	-	
2B7-Producción de carbonato sódico	CO ₂	-	-	-	-	
2B8-Industria petroquímica y negro de humo	CO ₂	22 (0,7 %)	-	14 (1,6 %)	-	
2B8-Industria petroquímica y negro de humo	CH ₄	-	-	-	-	
2B9-Producción de halocarburos	HFC&PFC	-	9 (2,51 %)	-	-	
2B10-Producción de hidrógeno	CO ₂	-	-	-	-	
2C1-Producción de hierro y acero	CO ₂	23 (0,6 %)	-	-	-	
2C1-Producción de hierro y acero	CH ₄	-	-	-	-	
2C1-Producción de hierro y acero	N ₂ O	-	-	-	-	
2C2-Producción de ferroaleaciones	CO ₂	-	-	-	-	
2C2-Producción de ferroaleaciones	CH ₄	-	-	-	-	
2C3-Producción de aluminio	CO ₂	-	-	-	-	
2C3-Producción de aluminio	PFC	-	25 (0,4 %)	-	-	
2C5-Producción de plomo	CO ₂	-	-	-	-	
2C6-Producción de zinc	CO ₂	-	-	-	-	
2C7-Otros / Producción de silicio	CO ₂	-	-	-	-	
2D-Uso de disolventes y otros	CO ₂	-	-	-	-	
2F1-Refrigeración y aire acondicionado	HFC&PFC	17 (1,6 %)	11 (2,1 %)	-	24 (0,9 %)	
2F2-Agentes espumantes	HFC&PFC	-	-	-	-	
2F3-Protección contra incendios	HFC&PFC	-	-	-	-	
2F4-Aerosoles	HFC&PFC	-	-	-	-	
2G-Uso y fabricación de otros productos	N ₂ O	-	-	-	-	
2G-Uso y fabricación de otros productos	SF ₆	-	-	-	-	

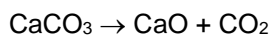
Nota: Categorías clave marcadas en negrita y sombreadas

4.2 Producción de cemento (2A1)

4.2.1 Descripción de la actividad

Esta categoría es clave en relación con el CO₂ según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3 y contempla las emisiones que se producen durante el proceso de fabricación de clínker como consecuencia de la disociación térmica de las moléculas de carbonato cálcico y carbonato magnésico presentes en el crudo de acuerdo con las siguientes reacciones químicas:

¹ Orden determinado por la contribución de las emisiones de la categoría al nivel o a la tendencia.



Estas reacciones tienen lugar en el proceso de cocción del crudo, previo a la formación de los compuestos hidráulicos del clínker. La emisión de CO₂ es inherente al proceso de fabricación de clínker, dependiendo, esencialmente, su cuantía del contenido de carbonatos de la materia prima introducida al horno de clínker².

Las emisiones correspondientes a la combustión en este proceso se encuadran dentro de la categoría 1A2 (sector Energía, capítulo 3 del presente informe).

En la siguiente tabla se muestran las emisiones de CO₂ para esta actividad, siendo este gas el único contaminante emitido en el proceso. Se presentan las emisiones tanto en términos absolutos (kilotoneladas de CO₂-eq) como en términos de variación temporal, considerando el año 1990 como año base y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y sobre el sector IPPU.

Tabla 4.2.1. Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios de la producción de cemento (2A1)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	12.279,0	16.791,8	11.197,4	9.216,0	9.064,2	8.191,8	8.471,6
Variación % vs. 1990	100,0 %	136,8 %	91,2 %	75,1 %	73,8 %	66,7 %	69,0 %
2A1 / INV (CO ₂ -eq)	4,3 %	3,8 %	3,2 %	2,8 %	2,9 %	3,0 %	2,9 %
2A1 / IPPU (CO ₂ -eq)	43,9 %	39,0 %	28,6 %	30,6 %	35,8 %	35,7 %	35,1 %

4.2.2 Metodología

La estimación de las emisiones de CO₂ correspondientes a esta actividad se ha realizado utilizando el método de nivel 2 de la Guía IPCC 2006, mediante la aplicación de un factor de emisión específico del país a las cantidades de clínker producido.

La información sobre la producción de clínker se ha obtenido a través de la publicación *Industrias del Cemento*³ para el periodo 1990-1998 y mediante información facilitada por la propia asociación empresarial del sector de fabricación de cemento (OFICEMEN) para el periodo 1999-2021. La disponibilidad de esta información ha determinado la elección del método de estimación de las emisiones. En la tabla que se presenta a continuación figura la producción de clínker expresada en kilotoneladas.

Tabla 4.2.2. Producción de clínker (cifras en kt)

1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
23.212	31.742	21.207	17.650	17.501	15.653	16.732

Al poner en relación la producción de clínker con el consumo energético realizado en las fábricas de cemento, cuya evolución se muestra en la figura que se presenta a continuación, puede observarse que el requerimiento energético (GJ/t de clínker producido) a lo largo del periodo analizado mantiene una tendencia bastante estable, oscilando dicho requerimiento entre 3,74 GJ/t (año 2011) y 3,16 GJ/t (año 1991) (máximo y mínimo respectivamente).

² Las emisiones varían entre plantas en función de la procedencia (yacimientos) de las que se aprovisionan de materias primas.

³ Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Industrias del cemento [1990-1998]. Madrid: Centro de Publicaciones, 1991-2000.

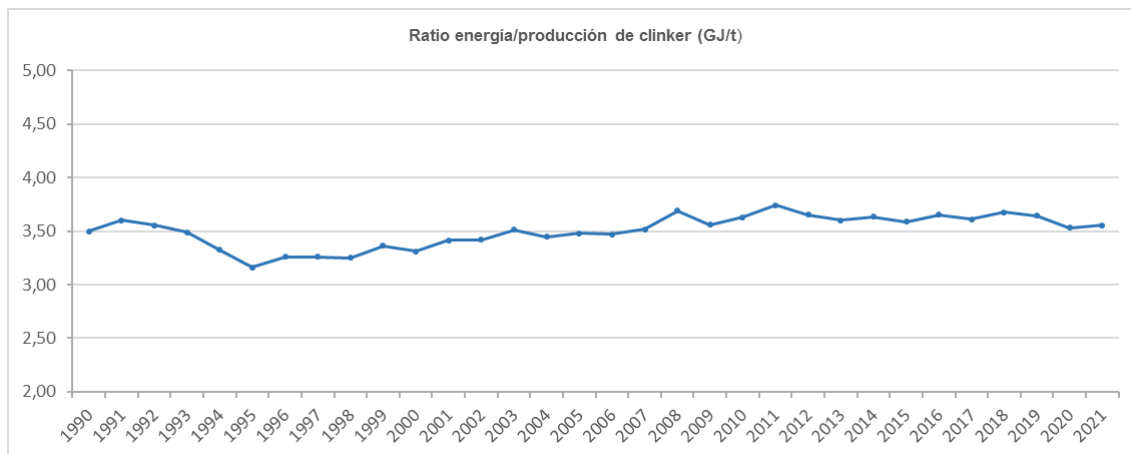


Figura 4.2.1. Evolución del requerimiento energético en la producción de clínker

Para la estimación de las emisiones de CO₂ existen diversas referencias que proponen distintos factores de emisión (EMEP/CORINAIR, IPCC). En el Inventario español se han utilizado, para el periodo 2005-2020, factores de emisión de CO₂ anuales por tonelada de clínker producido facilitados a nivel nacional por OFICEMEN, información cuya fuente original se encuentra en los datos facilitados por las propias plantas cementeras para las emisiones de CO₂ declaradas y verificadas al Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (EU-ETS, por sus siglas en inglés). En el cálculo de estos factores de emisión se ha tenido en cuenta el CKD (Cement Kiln Dust). En el periodo 1990-2004, para el cual no estaba operativo el régimen de comercio de derechos de emisión, se ha utilizado el factor de emisión nacional promedio correspondiente al año 2005.

El documento *Guía de Métodos de Medición y Factores de Emisión del sector cementero en España*, que se encuentra en la página web http://www.prtr.es/Data/images/GuiaMetodosdeMedicionyFactoresdeEmisionparaelsectordelcementoenEspaana_noviembre2019.pdf proporciona información acerca de los factores de emisión del sector. El documento *Guía de monitorización de emisiones GEI del sector cementero español (2013-2020)*, disponible en <https://www.oficemen.com/wp-content/uploads/2017/05/20140122-GUIA-MONITORIZACION-GEI-Enero-2014.pdf>, ofrece una descripción detallada sobre la metodología para las emisiones de GEI, incluyendo el tratamiento de la corrección para el CKD.

En la siguiente tabla se presentan los factores de emisión implícitos para cada uno de los años del periodo inventariado.

Tabla 4.2.3. Factores de emisión de CO₂ (t CO₂/t clínker)

1990-2005	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
0,529	0,527	0,528	0,528	0,522	0,524	0,522	0,525	0,522	0,523	0,527	0,524	0,518	0,523	0,511

La estabilidad del factor de emisión indica la utilización de insumos similares en cuanto a su composición durante toda la serie temporal. Como precisión adicional, cabe mencionar que las calizas utilizadas en las cementeras españolas son de una calidad notable, con bajo contenido en arcilla (que descarbonata menos).

4.2.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Tabla 4.2.4. Incertidumbres de la categoría Producción de cemento (2A1)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	10	2	<p><u>Variable de actividad</u>: se cifra en torno al 10 % al proceder de una asociación empresarial de amplia cobertura nacional.</p> <p><u>Factor de emisión</u>: se estima en un 2 %, de acuerdo con la tabla 2.5, vol. 3, cap. 2, de la Guía IPCC 2006. Se tiene en cuenta que no existe producción de cal hidráulica y se asume que la dolomía sinterizada tiene la misma incertidumbre que la dolomía calcinada. Este valor se considera también representativo para la fabricación de cal en la industria azucarera.</p> <ul style="list-style-type: none"> - hipótesis de que el 100 % del CaO proviene del CaCO₃ (1-3 %; valor central 2 %); - análisis químico del clínker para determinar el CaO (1-2 %; valor central 1,5 %); - hipótesis de un 65 % de CaO en el clínker (3-8 %; valor central 5,5 %); - hipótesis de un 100 % de calcinación del carbonato destinado a formar el clínker (1 %); - pesaje del CKD capturado por las torres lavadoras de gases (5 %).

Por lo que respecta a la pauta temporal, la serie se considera coherente al cubrir el conjunto de plantas del sector en el periodo inventariado y provenir la información directamente de las plantas, habiendo sido gestionada por la asociación empresarial del sector.

4.2.4 Control de calidad y verificación

Entre las actividades de control de calidad, se realiza la revisión de la homogeneidad de la serie de producción de clínker, dado que la información provisional facilitada para el último año en la edición previa del Inventario Nacional es revisada en la edición corriente. También se realiza una evaluación de los factores de emisión implícitos y sus tendencias, asegurando la consistencia y coherencia de la serie temporal.

Por otro lado, dado que la fuente de información primaria es el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (EU-ETS, por sus siglas en inglés), el cual es anualmente verificado por organizaciones externas acreditadas, el Inventario Nacional considera al propio EU-ETS como una herramienta más para el de control de calidad en esta categoría clave.

4.2.5 Realización de nuevos cálculos

No se han realizado recálculos en esta categoría en la presente edición.

4.2.6 Planes de mejora

No se prevén planes de mejora a corto plazo en esta actividad.

4.3 Producción de cal (2A2)

4.3.1 Descripción de la actividad

Esta categoría es clave en relación con el CO₂ según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3.

La categoría 2A2 recoge las emisiones de CO₂ producidas en los procesos de descarbonación durante la fabricación de cal y dolomía calcinada. Adicionalmente, se han incorporado a esta categoría las emisiones procedentes de la producción de dolomía sinterizada (a partir del año 2005). La dolomía sinterizada se obtiene a partir de la dolomía calcinada, tras un proceso de sinterización en el que la descarbonación es mínima (pérdida de calcinación de la materia prima, dolomía calcinada) y solamente se producen emisiones de CO₂ debidas a la combustión. La dolomía calcinada a muerte o sinterizada (*dead-burned dolomite* o *sinter dolomite*) se produce

por calcinación a temperatura de 1.600 °C a 1.700 °C durante el tiempo suficiente para que se formen cristales grandes de óxido de magnesio (periclasa) y de óxido de calcio. Tiene unas especificaciones bastante estrictas, sobre todo respecto a densidad de los granos, tamaño de cristal, composición química y porosidad. La mayoría de la producción se destina a la fabricación de diversos tipos de refractarios básicos: a granel, en soleras de hornos eléctricos; en forma de ladrillos refractarios (alquitranados, aglomerados, cerámicos...), para acerías, cementeras, metalurgia del cobre y otros metales y otras industrias.

En esta categoría se incluyen también las emisiones procedentes de aquellos procesos en los que la cal es un producto intermedio que se utiliza en la propia planta, tal es el caso en la fabricación del azúcar, del carburo de calcio y/o la siderurgia.

De forma general, cabe mencionar que las emisiones correspondientes a las actividades de combustión relacionadas se encuadran dentro de la categoría 1A2 (sector Energía, capítulo 3 del presente informe).

A continuación, se muestran las emisiones de la producción de cal (2A2), tanto en términos absolutos (kilotoneladas de CO₂-eq) como en términos de variación temporal, considerando el año 1990 como año base y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del inventario y sobre el sector IPPU.

Tabla 4.3.1. Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios de la producción de cal (2A2)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	1.108,9	1.495,2	1.511,4	1.380,3	1.439,9	1.333,8	1.514,6
Variación % vs. 1990	100,0 %	134,8 %	136,3 %	124,5 %	134,7 %	120,3 %	136,6 %
2A2 / INV (CO ₂ -eq)	0,4 %	0,3 %	0,4 %	0,4 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %
2A2 / IPPU (CO ₂ -eq)	4,0 %	3,5 %	3,9 %	4,6 %	5,9 %	5,8 %	6,3 %

4.3.2 Metodología

La estimación de las emisiones para la cal viva y la dolomía calcinada se corresponden con el método de nivel 2 y/o 3 de la Guía IPCC 2006 (ecuación 2.6, capítulo 2, volumen 3).

La estimación del CO₂, se realiza utilizando los datos de las emisiones declaradas y verificadas por las plantas al Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (EU-ETS, por sus siglas en inglés) desde el año 2005. Para los años anteriores, se ha aplicado un factor de emisión implícito (FEI), estimado para cada planta a partir de las emisiones verificadas y la producción de cal declarada (t CO₂/ t cal) al Inventario Nacional.

Dada la cantidad de variables de actividad y fuentes existentes en esta categoría, se presenta una tabla resumen para facilitar su comprensión.

Tabla 4.3.2. Variables de actividad y fuentes en la producción de cal (2A2)

Variable de actividad	Periodo	Fuente	Observaciones
Producción de cal	1990-2021	- Asociación Nacional de Fabricantes de Cales y Derivados de España (ANCADE)	- 17 plantas (2021)
Producción de dolomía			
Producción de dolomía sinterizada	2005-2021	- Cuestionario individualizado por planta	
Fabricación de acero	1990-1992	- Cuestionario individualizado por planta	- 1 planta. - No existe fuera de este periodo
Producción de azúcar	1990-2007	- Estimación vía extrapolación	
	2008-2021	- Cuestionario individualizado por planta	- 5 plantas (2021)
Producción de carburo de calcio	1990-2004	- Estimación vía extrapolación	
	2005-2021	- Cuestionario individualizado por planta	- 1 planta (2021)

El Inventario tiene como principal proveedor de información a ANCADE que es la asociación nacional de fabricantes de cales y sus derivados, de forma que con ello se asegura la cobertura total del sector. Dicha asociación proporciona información a nivel de planta.

Para el periodo 1990-2007, ANCADE estimó la información de aquellas instalaciones que no formaban parte de sus asociados, y que suponen de media un 5 % del total nacional (1 % en los años 2006 y 2007). A partir de 2007 en adelante, aquellas instalaciones que no forman parte de los asociados de ANCADE, reportan directamente sus datos al Inventario Nacional mediante cuestionarios individualizados, por lo que deja de ser necesario realizar estimaciones desde ese año.

A continuación, se presenta en un gráfico la producción de cal en los diferentes sectores de actividad, referenciada en porcentaje al año 1990.

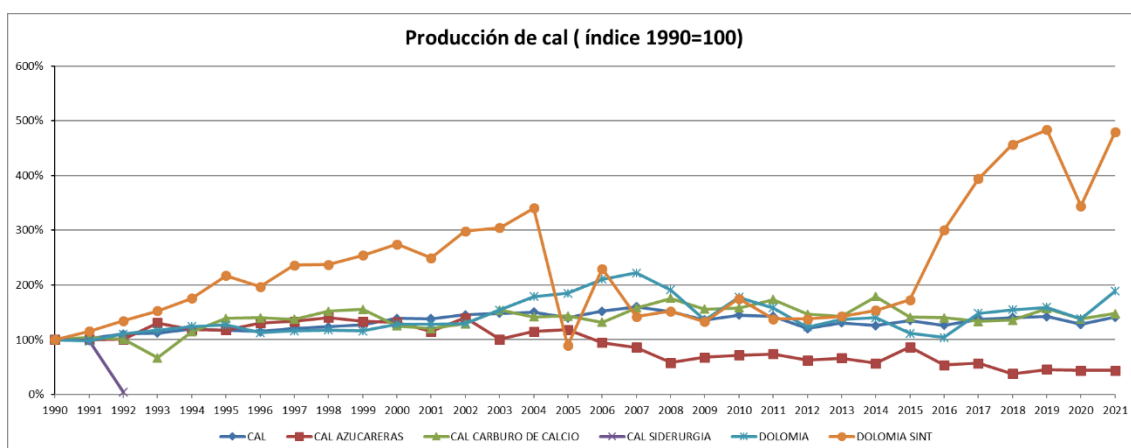


Figura 4.3.1. Producción de cal (índice 1990=100)

Los factores de emisión empleados son el resultado del estudio realizado de forma individualizada en cada planta, calculando un FEI para cada año a partir de las emisiones verificadas en EU-ETS y la producción declarada al Inventario Nacional. Para aquellos años en los que no hay dato de EU-ETS, se ha aplicado sobre la producción dada por planta el FEI promedio para cada una de ellas.

Respecto al factor de corrección para el LKD (*Lime Kiln Dust*), en España la mayor parte de LKD generado es recirculado en el proceso, tal y como se verifica a través de los datos de EU-ETS, por lo que las emisiones estimadas actualmente ya lo tendrían en cuenta.

En la siguiente figura se presenta la evolución del factor de emisión implícito para la categoría 2A2. Pueden observarse picos y valles que se explican por las variaciones en la producción de los distintos tipos de cal (cal viva, dolomía y dolomía sinterizada) y en el origen del proceso de descarbonatación (fabricación de cal, fabricación de azúcar, carburo de calcio, etc.), al tener cada uno de ellos FEI muy dispares, siendo algunos de ellos muy bajos.

Por ejemplo, como se puede observar en la Figura 4.3.1, en los últimos años se ha producido un incremento en la producción de dolomía sinterizada, cuyo factor de emisión implícito es del orden de un 90 % inferior, esto provoca una bajada en el FEI para la cal (ver tabla 4.3.3).

En estas variaciones interanuales del FEI global de la actividad 2A2 también tiene influencia, aunque en menor medida, la cantidad de cal proveniente de la producción de azúcar. Su FEI es del orden del 80 % menor que el de la fabricación de cal (ver tabla 4.3.3.), de forma que una reducción de su producción, puede provocar un incremento en el FEI global o a la inversa, un incremento de producción puede provocar una bajada del FEI global, esto último es lo que ocurre en 2019.

En las disminuciones observadas en los años 2002, 2006 y 2011, se puede ver más claramente estos efectos descritos. En el año 2002, se observa un incremento en la producción dolomía

sinterizada y de cal proveniente de la fabricación del azúcar. Mientras que en 2006 y 2011, se producen dos efectos que se contrarrestan, aunque se reduce la producción de cal proveniente de la fabricación del azúcar, hecho que hace subir el FEI, por otro lado sube la producción de dolomía sinterizada, lo que provoca una bajada del FEI, compensado el efecto anterior.

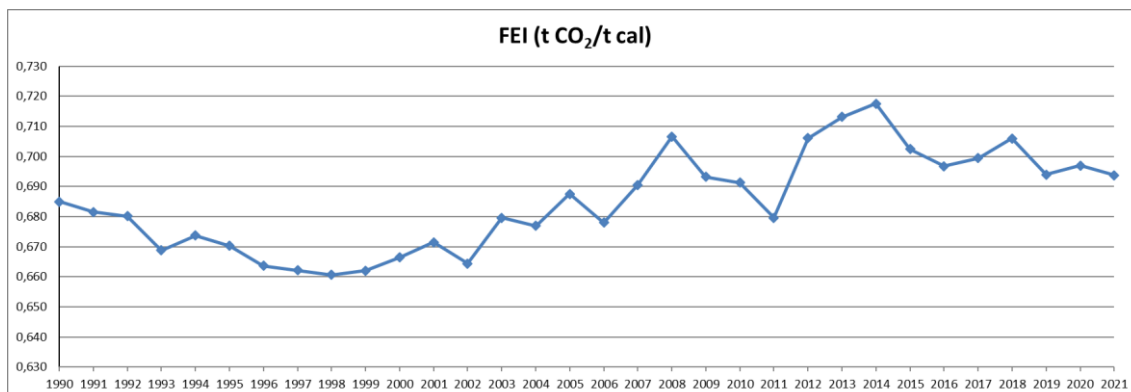


Figura 4.3.2. Evolución temporal del factor de emisión implícito de la producción de cal

En las plantas de producción de azúcar procedente de remolacha, los carbonatos contenidos en la materia prima introducida en el horno de cal (caliza) quedan retenidos parcialmente en un subproducto del proceso de producción, las espumas de carbonatación. Con base en la información proporcionada por las plantas productoras sobre la cantidad de espumas generadas y su composición, se ha calculado que aproximadamente el 80 % de los carbonatos contenidos en la materia prima, pasan a formar parte de la composición de la espuma de carbonatación, de modo que no resultan en emisiones de CO₂ en esta actividad⁴. Este hecho, provoca que el factor de emisión en términos de t CO₂/t cal en las plantas de producción de azúcar sea más bajo que el del resto de sectores de producción de cal, como se ilustra más abajo en la tabla 4.3.3.

Así, considerando la retención de carbonatos en las espumas de carbonatación, la estimación de las emisiones se ha realizado a través de un balance de masas de carbonatos, mediante el cual se obtiene el diferencial entre carbonatos introducidos en horno de cal (caliza) y carbonatos retenidos en las espumas de carbonatación. Una vez obtenida esta cantidad de carbonatos, las emisiones se calculan aplicando sobre dicha cantidad el factor de emisión de CO₂ estequiométrico (el ratio kg CO₂/CaCO₃ es específico por planta y año). Debido a la especificidad del proceso y, en particular, a la gran absorción de CO₂ en las espumas de carbonatación, se ha considerado la actividad de producción de cal en la industria azucarera como una rúbrica separada de la producción de cal en las plantas comerciales, con el objeto de no distorsionar el cálculo del factor de emisión implícito de CO₂ de estas últimas.

La cantidad de espumas producidas en cada anualidad e instalación es variable, hecho que confiere una alta variabilidad a su factor de emisión, de forma que, una menor producción de espumas supone un incremento en sus emisiones y por tanto en su factor de emisión.

En el caso de la cal producida en el sector de fabricación de carburo de calcio, la estimación de las emisiones se ha realizado utilizando la cantidad de materia prima (piedra caliza) y el grado de pureza en carbonato (CaCO₃) de la piedra caliza. Una vez obtenido el contenido de carbonato, se aplica el factor de emisión de CO₂ estequiométrico por masa de carbonato (439,93 kg CO₂/t CaCO₃), es decir:

$$\text{Emisión CO}_2 = \text{Piedra caliza (t)} \times \% \text{ Pureza CaCO}_3 \times \text{Factor de emisión (t CO}_2\text{/t CaCO}_3\text{)}$$

⁴ Con objeto de cerrar el ciclo de carbonatos que parte de la utilización de caliza en el horno de cal para la producción de azúcar, las emisiones producidas por disociación de carbonatos en la aplicación de espumas de carbonatación en la agricultura se estiman en la actividad 3G (capítulo 5 del presente informe).

Por último, para la fabricación de cal en la fabricación de acero, se ha optado por utilizar el factor de emisión (790 kg CO₂/t cal) obtenido a partir de la tabla 2.4, capítulo 2, volumen 3, de la Guía IPCC 2006.

En la siguiente tabla se presentan los factores de emisión medios anuales obtenidos aplicando la metodología antes citada y utilizados en cada caso.

Tabla 4.3.3. Producción de cal. Factores de emisión de CO₂ (t CO₂/t cal)

	1990	2000	2005	2010	2011	2015	2019	2020	2021
Cal (cal viva+dolomía+dolomía sinterizada)	0,723	0,707	0,724	0,713	0,701	0,732	0,707	0,711	0,706
Fabricación de azúcar	0,101	0,101	0,101	0,097	0,134	0,119	0,140	0,153	0,151
Fabricación de carburo de calcio	0,744	0,744	0,744	0,744	0,744	0,710	0,678	0,678	0,668
Fabricación de acero	0,790	-	-	-	-	-	-	-	-

4.3.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Tabla 4.3.4. Incertidumbres de la categoría Producción de cal (2A2)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	10	2	<p><u>Variable de actividad</u>: se cifra en torno al 10 % al proceder de una asociación empresarial de amplia cobertura nacional.</p> <p><u>Factor de emisión</u>: se estima en un 2 %, de acuerdo con la tabla 2.5, cap. 2, vol. 3, de la Guía IPCC 2006. Se tiene en cuenta que no existe producción de cal hidráulica y se asume que la dolomía sinterizada tiene la misma incertidumbre que la dolomía calcinada. Este valor se considera también representativo para la fabricación de cal en la industria azucarera.</p>

Por lo que respecta a la pauta temporal, la serie se considera coherente dado que la información facilitada por ANCADE y EU-ETS cubre todo el periodo inventariado. Asimismo, la serie de producción de cal en la producción de azúcar se considera homogénea, pues para el periodo 2008-2021, se dispone de información a nivel de planta sobre uso de caliza y producción de azúcar, habiéndose estimado la producción de cal para el periodo 1990-2007 mediante procedimientos de extrapolación en función de la producción de azúcar en dichos años.

4.3.4 Control de calidad y verificación

Entre las actuaciones de control de calidad que se realizan en esta categoría, destaca el control que se ha realizado sobre toda la serie de la variable de actividad y el FEI a nivel de planta, revisando la coherencia de los datos y justificando los casos extremos detectados. Adicionalmente, al emplear directamente los datos de EU-ETS, el Inventario Nacional considera que el propio sistema de emisiones verificadas de GEI de las instalaciones cubiertas bajo el régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea es una operación más para el control de calidad.

4.3.5 Realización de nuevos cálculos

No se ha realizado ningún recálculo de las emisiones entre ediciones.

4.3.6 Planes de mejora

No hay planes de mejora.

4.4 Producción de vidrio (2A3)

Esta categoría no es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3.

En esta actividad se contemplan las emisiones de CO₂ producidas en el proceso de descarbonatación en la fabricación de vidrio, incluyendo las emisiones debidas al uso de carbonato cálcico y dolomía y las debidas al uso de carbonato sódico. La compilación del Inventario Nacional se realiza utilizando tres variables de actividad específicas, con base en la diferente naturaleza de los carbonatos (y agentes reductores) que originan las emisiones, como se describe a continuación:

Producción de vidrio (descarbonatación): la variable de actividad consiste en los diferentes consumos de carbonatos y otros agentes reductores (carbón, bloques aglomerados⁵, escoria, urea). La información sobre estos consumos ha sido facilitada por la asociación empresarial Vidrio España, habiéndose realizado estimaciones mediante procedimientos de interpolación en aquellos años y subsectores de fabricación de vidrio para los que no se disponía de información al respecto.

Consumo de piedra caliza y dolomita en la producción de vidrio: la variable de actividad consiste en cantidades de piedra caliza y dolomita utilizadas en el proceso de producción del vidrio. La información es facilitada por la asociación empresarial Vidrio España, habiéndose realizado estimaciones mediante procedimientos de interpolación en aquellos años y subsectores de fabricación de vidrio para los que no se disponía de información al respecto. Para la fabricación de fritas de vidrio, se estima la variable de actividad a partir de la información facilitada por la Asociación Nacional de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colores Cerámicos (ANFFECC) sobre emisiones de CO₂ debidas a la descarbonatación, bajo el supuesto de que dichas emisiones proceden en un 50 % del uso de carbonato cálcico y en otro 50 % del uso de carbonato sódico.

Consumo de carbonato sódico en el sector del vidrio: la variable de actividad utilizada ha sido estimada basándose, por un lado, en información facilitada por la asociación empresarial Vidrio España, habiéndose realizado estimaciones mediante procedimientos de interpolación en aquellos años y subsectores de fabricación de vidrio para los que no se disponía de información al respecto; y por otro, en información facilitada por la Asociación Nacional de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colores Cerámicos (ANFFECC) relativa a emisiones de CO₂ debidas a la descarbonatación.

Para cada uno de los tipos de productos utilizados se obtiene, a partir de su composición molecular, el factor de emisión de CO₂ correspondiente. En la tabla siguiente se presentan los factores de emisión utilizados:

Tabla 4.4.1. Fabricación de vidrio. Descarbonatación. Factores de emisión

	Peso molecular	Factor de emisión CO ₂ (kg/t)
Carbonato de bario (BaCO ₃)	197,339	223,016
Carbonato de potasio (K ₂ CO ₃)	138,206	318,437
Carbonato de magnesio (MgCO ₃)	84,316	521,974
Carbonato de litio (Li ₂ CO ₃)	73,891	595,603
Carbón (agente reductor)	-	3.023 - 3.664
Bloques aglomerados	-	115
Escoria	-	11
Urea	60,055	733,333
Carbonato cálcico (CaCO ₃)	100,091	439,930
Dolomita (CaMg(CO ₃) ₂)	184,407	477,563
Carbonato sódico (Na ₂ CO ₃)	106,068	414,920

En resumen, las emisiones de esta subcategoría se han calculado aplicando el método de nivel 3 de la Guía IPCC 2006 con factores de emisión propios del país o de la planta, así como factores

⁵ Los bloques aglomerados son aglomerados sólidos formados fundamentalmente por vidrio reciclado, lana de roca y cemento, que dan consistencia a la mezcla.

de emisión por defecto que figuran en la tabla 2.1, capítulo 2, volumen 3, de la Guía IPCC 2006, cuando no hay información disponible.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Fabricación de vidrio \(emisiones de proceso\)](#).

No se ha realizado ningún recálculo de las emisiones entre ediciones.

4.5 Otros procesos que emplean carbonatos (2A4)

4.5.1 Descripción de la actividad

Esta categoría se trata de forma agregada (siguiendo las recomendaciones de la revisión “in -country” de la UNFCCC de 2017⁶), y aunque no es clave en la presente edición, sí lo es para el año base. En ella se recogen las emisiones producidas por la descomposición de los carbonatos en diferentes actividades, que se dividen en las siguientes subcategorías:

- Cerámica (2A4a): incluye la fabricación de:
 - Baldosas porosas
 - Baldosas no porosas
 - Ladrillos y tejas
- Otros usos de carbonato sódico (2A4b)
- Fabricación de magnesitas no metalúrgica (2A4c)
- Otros usos de carbonatos (2A4d)

En la siguiente tabla se muestran las emisiones de CO₂-eq para cada una de las actividades que componen esta categoría.

Tabla 4.5.1. Emisiones de CO₂-eq Otros procesos que emplean carbonatos (2A4) (Cifras en kt)

Actividad	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Cerámica (2A4a)	1.088,1	1.977,5	527,0	380,8	441,4	396,8	417,3
Otros usos de carbonato sódico (2A4b)	83,9	129,0	68,1	97,1	75,6	58,9	91,6
Fabricación de magnesitas no metalúrgicas (2A4c)	185,5	273,3	333,1	286,0	313,5	330,4	309,6
Otros usos de carbonatos (2A4d)	0,0	200,4	101,3	310,1	89	32,3	25,6

Dentro de esta categoría, destaca como principal responsable de las emisiones de CO₂, la subcategoría 2A4a, que acumula, de media, el 64 % de las emisiones (más del 75 % de las emisiones hasta el año 2008 y aproximadamente un 40 % a partir de 2009). Le siguen, por orden de contribución de emisiones de CO₂, las subcategorías 2A4c, 2A4d y 2A4b, con un 20%, un 10 % y un 7 %, respectivamente, como porcentaje promedio de toda la serie temporal.

En la tabla siguiente se presenta, asimismo, el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de dichas emisiones y las contribuciones de las emisiones de esta categoría sobre el total de emisiones de CO₂-eq del inventario y del sector IPPU respectivamente.

⁶ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>

Tabla 4.5.2. Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios de Otros procesos que emplean carbonatos (2A4)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)⁷	1357,6	2.580,2	1029,4	1074,1	919,5	818,4	844,1
Variación % vs. 1990	100,0 %	190,1 %	75,8 %	79,1 %	67,7 %	60,3 %	62,2 %
2A4 / INV (CO ₂ -eq)	0,5 %	0,6 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %
2A4 / IPPU (CO ₂ -eq)	4,9 %	6 %	2,6 %	3,6 %	3,6 %	3,6 %	3,5 %

4.5.2 Metodología

4.5.2.1 Cerámica (2A4a)

Esta subcategoría engloba las emisiones producidas por la descarbonatación de las arcillas, tanto en la fabricación de azulejos y pavimentos cerámicos, como en la producción de ladrillos y tejas.

En la fabricación de azulejos y pavimentos cerámicos se producen emisiones de CO₂ por la descomposición de los carbonatos de las arcillas utilizadas como materia prima básica de las baldosas cerámicas. Las composiciones de arcilla se formulan según el producto:

- Las baldosas porosas (azulejos y una cantidad marginal de baldosas rústicas) representan, variando según los años, entre el 26 % y el 46 % de la producción. Es necesario el uso de arcillas con mayor proporción de carbonatos para lograr la porosidad del soporte.
- Las baldosas no porosas (gres, gres porcelánico y gres rústico) representan, variando según los años, entre el 54 % y el 73 % de la producción. La baja porosidad resulta del uso de arcillas con la más baja proporción de carbonatos obtenible.

Las emisiones de esta subcategoría se han calculado aplicando, para el caso de baldosas porosas y no porosas el método de nivel 2 de la Guía IPCC 2006, con datos sobre producción y factores de emisión facilitados por la Asociación Española de Fabricantes de Azulejos, Pavimentos y Baldosas Cerámicas (ASCER). Los factores de emisión empleados son: 735 kg CO₂/miles de m₂ de baldosa porosa y 87,5 kg CO₂/miles de m² de baldosa no porosa.

En cuanto a las emisiones de CO₂ producidas por la descarbonatación de los carbonatos contenidos en las arcillas empleadas en la producción de ladrillos y tejas, el consumo de carbonatos es proporcionado por la Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida (HISPALYT), a partir del contenido de carbonatos en las arcillas utilizadas en el proceso. Las emisiones se han calculado aplicando el método de nivel 3, empleando un factor de emisión obtenido a partir de la composición molecular del carbonato cálcico.

El principal responsable de las emisiones de CO₂ en esta subcategoría es la producción de ladrillos y tejas, que aglutina de media más del 60 % a lo largo de la serie inventariada. Su importancia reside, por un lado, en su mayor producción en términos de masa respecto a las baldosas, y por otro, en su mayor factor de emisión. Se presenta a continuación la evolución temporal del factor de emisión en las baldosas porosas, baldosas no porosas, ladrillos y tejas y el global del sector cerámico.

⁷ Se incluyen las emisiones de N₂O de las antorchas reportadas en la aplicación CRF bajo la categoría 2H3 por no ser posible hacerlo en la categoría 2C1f, donde le correspondería. Ver nota al pie anterior.

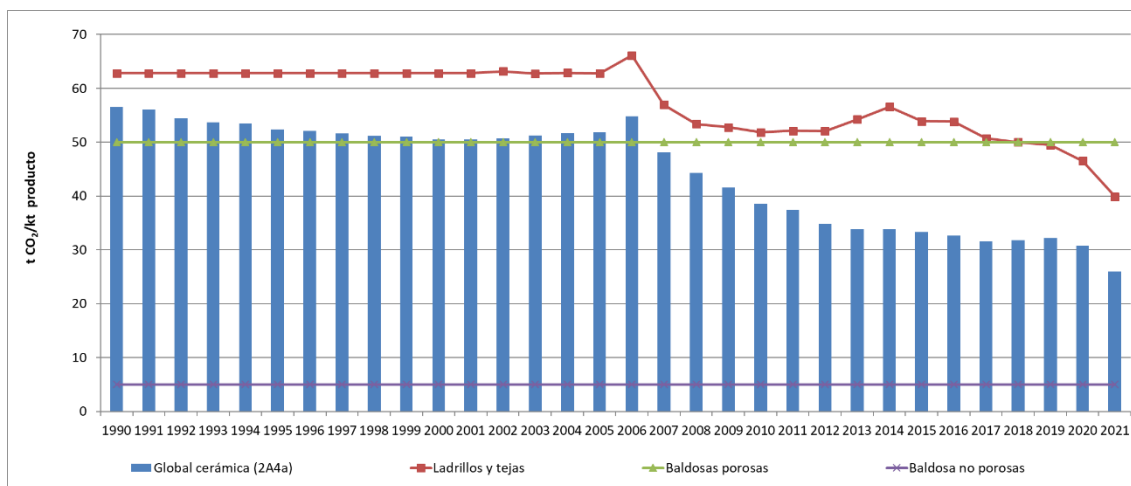


Figura 4.5.1. Evolución del FEI en el sector cerámico (t CO₂/kt producto)

Se observa como el factor de emisión implícito global (FEI) de la cerámica desciende un 54 % entre 1990 y 2020. Este descenso se debe a las variaciones en el *mix* de producción que compone la variable de actividad, produciéndose un descenso en la participación de los ladrillos y las tejas en favor de un aumento en las baldosas, con un FEI más bajo. Además, este cambio en el *mix* se produce también dentro de los dos tipos de baldosas, aumentando la participación de las no porosas cuyo FEI es muy inferior al resto.

En la siguiente figura se observan las variaciones en el *mix* de producciones consideradas en el sector cerámico.

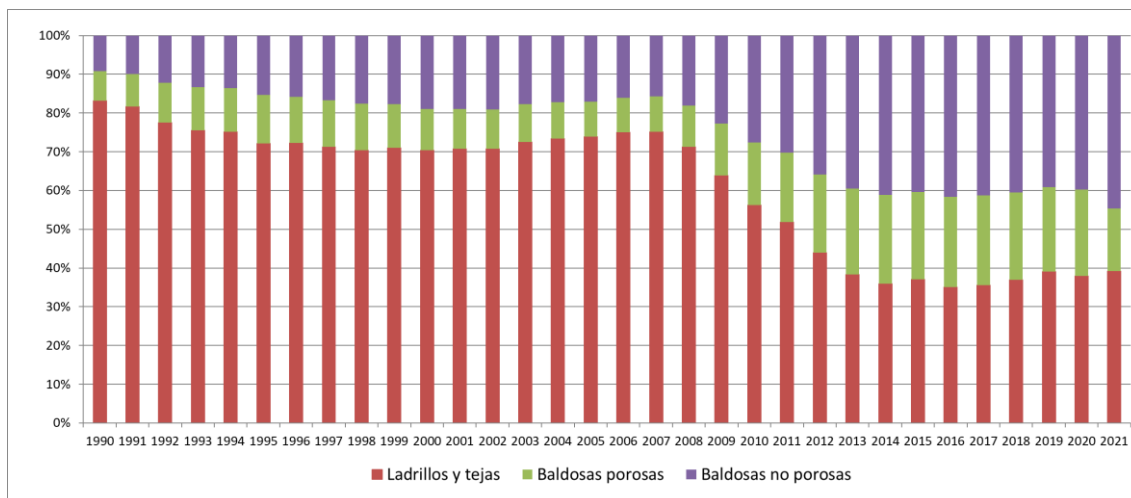


Figura 4.5.2. Distribución de las distintas producciones en el sector cerámico 2A4a (%)

Asimismo, siguiendo las recomendaciones de la revisión ESD 2016⁸ (Decisión 406/2009/EC), el equipo del Inventario español ha contactado con la asociación HISPALYT, para consultar el motivo de la bajada del factor de emisión implícito de la actividad de Producción de ladrillos y tejas a lo largo del periodo inventariado y, de forma más acentuada, a partir de 2007.

Desde dicha asociación destacan que las emisiones de proceso de las instalaciones del sector procedentes de la descarbonatación de las arcillas son propias de cada instalación, variando considerablemente en función de la ubicación de la instalación (existiendo gran variabilidad de presencia de carbonatos entre zonas, algunas con presencia nula de carbonatos y otras que

⁸ El informe final de la revisión bajo la Decisión 406/2009/EC puede consultarse en: https://ec.europa.eu/clima/policies/effort/implementation_en#tab-0-1

pueden llegar al 20 %) así como del producto a fabricar. Las plantas están situadas en las proximidades de las canteras de las que proceden las arcillas por lo que no pueden modificarse. La variación de las emisiones por tanto puede deberse a una menor utilización de productos con mayor presencia de carbonatos.

4.5.2.2 Otros usos de carbonato sódico (2A4b)

En esta subcategoría se contemplan las emisiones de CO₂ por el uso de carbonato sódico en sector químico y de los detergentes. El consumo mayoritario de carbonato sódico se realiza en el sector de fabricación de vidrio (2A3).

La variable de actividad para el cálculo de las emisiones (consumo aparente) se obtiene de restar a la producción de carbonato sódico facilitada por la propia planta fabricante de este producto en España, las cantidades utilizadas en el sector del vidrio. El reparto de consumo aparente entre el sector químico y de los detergentes se ha realizado a partir de porcentajes de consumo facilitados por la propia planta fabricante de carbonato sódico.

Las emisiones de esta subcategoría se han calculado aplicando el método de nivel 2 de la Guía IPCC 2006 con factores de emisión por defecto que figuran en la tabla 2.1, capítulo 2, volumen 3, de la Guía IPCC 2006 (415 kg CO₂/tonelada de carbonato sódico).

4.5.2.3 Fabricación de magnesita no metalúrgica (2A4c)

La fabricación de magnesita consiste en una calcinación o sinterización del mineral, constituido fundamentalmente por carbonato magnésico, en hornos rotativos a altas temperaturas, que producen la descomposición de dicho mineral dando lugar al óxido de magnesio, conocido vulgarmente como magnesita. Si la reacción se lleva a cabo a 1.200 °C-1.300 °C se obtiene la magnesita cáustica y si la temperatura llega a 1.800 °C-1.900 °C lo que se obtendrá es la magnesita sinterizada.

La información sobre esta actividad ha sido recabada mediante cuestionario a las dos plantas productoras existentes en España. Las emisiones se han calculado aplicando el método de nivel 3, empleando un factor de emisión obtenido a partir de la composición molecular de cada uno de los tipos de carbonato utilizados.

Tabla 4.5.3. Fabricación de magnesita no metalúrgica. Calcinación. Factores de emisión

	Peso molecular	Factor de emisión CO ₂ (kg/t)
Carbonato de magnesio- MgCO ₃	84,316	522,238
Carbonato férrico- Fe ₂ (CO ₃) ₃	291,727	452,817
Dolomía- CaMg (CO ₃) ₂	184,401	477,563

Dado que los datos de variable de actividad han sido reportados como confidenciales, se presenta a continuación el índice de evolución temporal del consumo de carbonatos en esta categoría (base 100 año 1990).

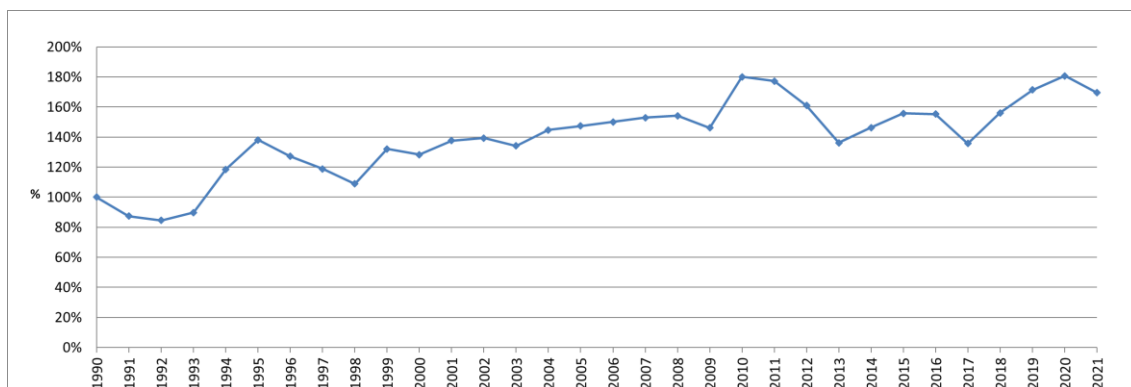


Figura 4.5.3. Índice de evolución temporal del consumo de carbonatos en la producción de magnesitas (base 100 año 1990)

4.5.2.4 Otros usos de carbonatos (2A4d)

Esta actividad recoge las emisiones de CO₂ producidas por el uso de carbonatos que no se contemplan en las otras tres subcategorías de la categoría CRF 2A4. Así, se recogen aquí las emisiones provenientes de la descarbonatación de la piedra caliza y dolomita utilizada para desulfuración de los gases emitidos por chimeneas en las centrales térmicas (único tipo de instalaciones de las que se tiene constancia de que utilicen esta técnica de desulfuración), así como la utilizada para la fabricación de lana de roca.

Como variable de actividad para la estimación de las emisiones se toma el consumo de piedra caliza y dolomita obtenida mediante cuestionario remitido a las centrales térmicas y plantas de fabricación de lana de roca.

Las emisiones se han calculado aplicando el método de nivel 2, según el capítulo 2, volumen 3, de la Guía IPCC 2006, empleando un factor de emisión obtenido a partir de la composición molecular de cada uno de los tipos de carbonato utilizados.

4.5.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Tabla 4.5.4. Incertidumbre de la categoría Otros usos de carbonatos

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	5	5	<p><u>Variable de actividad:</u> se cifra en torno al 5 % al proceder de las propias plantas productoras o asociaciones empresariales de amplia cobertura nacional.</p> <p><u>Factor de emisión:</u> Según el apartado 2.5.2 de la Guía IPCC 2006, la incertidumbre es pequeña. Adoptando una posición conservadora, se establece un valor del 5 %</p>

Por lo que respecta a la pauta temporal, la serie se considera coherente dado que la información facilitada por las distintas plantas y asociaciones productoras cubre todo el periodo inventariado.

4.5.4 Control de calidad y verificación

Como actividades de control de calidad y verificación, se realizan análisis de las tendencias de los factores de emisión implícitos, tanto a nivel global de la categoría, como de forma individual para cada una de las subcategorías que la integran. Asimismo, se analizan las tendencias de las variables de actividad y se obtienen ratios entre los consumos de materiales de entrada y la cantidad de productos de salida.

4.5.5 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición del Inventario no se han llevado a cabo recálculos en esta categoría.

4.5.6 Planes de mejora

No hay planes de mejora.

4.6 Producción de amoníaco (2B1)

Esta categoría no es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3.

Las emisiones de esta subcategoría se calculan aplicando el método de nivel 3 de la Guía IPCC 2006 con factores de emisión propios de planta.

Se dispone de la producción de amoníaco en las plantas existentes en España, cuyos datos se representan en la siguiente figura como índice en base a 1990 por motivos de confidencialidad. En el año 1990 existían cuatro plantas de fabricación de amoníaco, quedando únicamente dos plantas en activo en el año 2021.

Por razones de confidencialidad no se muestran datos de variable de actividad ni factor de emisión, en su defecto se presenta el índice de evolución temporal de la producción en la siguiente figura:

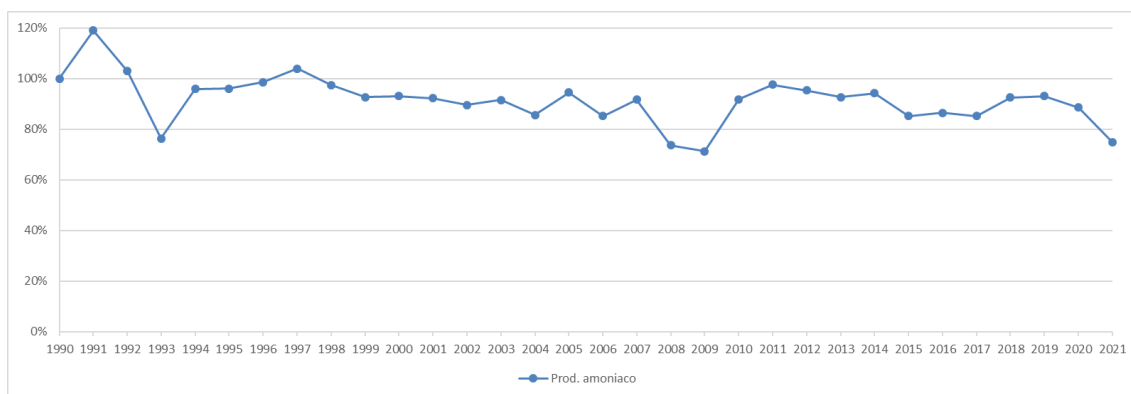


Figura 4.6.1. Índice de evolución temporal de la producción de amoníaco (base 100 año 1990)

En una de las plantas, el proceso de fabricación es por síntesis directa del amoníaco, realizándose dicha síntesis en circuito cerrado sin reformado, con hidrógeno puro y nitrógeno puro por destilación fraccionada del aire. Es por ello por lo que en dicha planta no se producen emisiones de CO₂.

Para las restantes plantas actualmente en funcionamiento que producen amoníaco por reformado de combustibles, se dispone de información individualizada mediante cuestionario sobre datos de producción de amoníaco y urea, consumos de combustibles como materia prima, así como estimaciones del CO₂ producido, consumido y vendido.

No se ha podido disponer sin embargo de los consumos de gas natural, nafta o gas de refinería utilizados como materia prima en el proceso de fabricación hasta el año 2004, por lo que la elección del método de estimación está determinada por esta circunstancia. Por ello, para los años 1990-2003 se ha aplicado a las toneladas de amoníaco producidas en cada planta, los factores de emisión facilitados por las propias plantas en cada año de dicho periodo, mientras que a partir de 2004, la emisión de CO₂ se ha estimado a partir del gas natural utilizado como materia prima en el proceso de fabricación de amoníaco.

Para estimar los consumos de gas natural utilizados como materia prima para ese periodo 1990-2003 que no hay información, se ha estimado para cada planta, un ratio de consumo de gas natural por producción de amoníaco que se ha aplicado a las toneladas de amoníaco producidas.

A las emisiones estimadas por la producción de amoníaco, se ha sustraído el CO₂ empleado en la producción de urea (campo "CO₂ consumido" del cuestionario), siguiendo las recomendaciones de la revisión ESD⁹ (Decisión 406/2009/EC) de 2016. El CO₂ excluido de las emisiones de la actividad 2B1 ha sido incluido en el campo "recovery" de la tabla de reporte 2(l).A-Hs1.

Los factores de emisión se sitúan en el rango de 524-886 kg CO₂/tonelada de amoníaco si se utiliza gas natural y en el rango 634-715 kg CO₂/tonelada de amoníaco si se utiliza nafta/gas de refinería. Las variaciones en el rango dependen de la cantidad de CO₂ consumido en la producción de urea.

No se ha realizado ningún recálculo de las emisiones entre ediciones.

4.7 Producción de ácido nítrico (2B2)

4.7.1 Descripción de la actividad

Esta categoría es clave en relación con el N₂O según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3, por su contribución a la tendencia.

La categoría 2B2 recoge las emisiones producidas en los procesos fabricación del ácido nítrico. El método más utilizado de obtención de ácido nítrico es el de la oxidación catalítica del amoníaco con oxígeno o aire. Se forma óxido nítrico (NO), que es oxidado a dióxido de nitrógeno (NO₂), y este se combina con agua y oxígeno para dar ácido nítrico con una concentración que oscila entre el 50 % y el 70 % en peso ("ácido débil").

Existen tres tipos de proceso en función de la presión de trabajo: baja (<1,7 bares), media (1,7-6,5 bares) y alta presión (>8 bares). En España había en 1990 trece plantas de fabricación de ácido nítrico (cuatro de baja presión, cinco de media presión, dos de alta presión y dos plantas que utilizaban los procesos de baja y media presión). Los procesos de alta presión, existieron hasta el año 2002. En 2021, todavía quedan tres plantas de fabricación de ácido nítrico (dos de media presión y una planta que utiliza los procesos de baja y de media presión).

En la siguiente tabla se muestran las emisiones de N₂O en toneladas para esta categoría, siendo este gas el que le confiere su naturaleza de categoría clave.

Tabla 4.7.1. Emisiones de N₂O en la producción de ácido nítrico (2B2) (cifras en toneladas)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
N ₂ O (t)	9.161	5.968	1.627	573	499	458	437

En la tabla siguiente se presentan las emisiones, tanto en términos absolutos (kilotoneladas de CO₂-eq) como en términos de variación temporal, considerando el año 1990 como año base y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector IPPU.

Tabla 4.7.2. Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios de la producción de ácido nítrico (2B2)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO ₂ -eq (kt)	2.427,7	1.581,4	431,2	151,8	132,3	121,4	115,7
Variación % vs. 1990	100,0 %	65,1 %	17,8 %	6,3 %	5,5 %	5,0 %	4,8 %
2B2 / INV (CO ₂ -eq)	0,8 %	0,4 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
2B2 / IPPU (CO ₂ -eq)	8,7 %	3,7 %	1,1 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %	0,5 %

⁹ El informe final de la revisión bajo la Decisión 406/2009/EC puede consultarse en: https://ec.europa.eu/clima/policies/effort/implementation_en#tab-0-1

4.7.2 Metodología

La producción de ácido nítrico es la variable de actividad utilizada en la estimación de las emisiones desglosada por planta y tipo de proceso, su fuente de información para toda la serie se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.7.3. Variable de actividad y fuente en la producción de ácido nítrico (2B2)

Variable de actividad	Periodo	Fuente	Observaciones
Producción de ácido nítrico (2B2)	1990	- Cuestionario individualizado por planta - Federación Empresarial de la Industria Química en España (FEIQUE)	- 3 plantas (2021)
	1991-2000	- Antigua Subdirección General de Industrias Básicas y de Proceso (SGIBP) del antiguo Ministerio de Industria y Energía (MINER), complementada con información facilitada por la Federación Empresarial de la Industria Química en España (FEIQUE)	
	2001-2007	- FEIQUE	
	2008-2021	- Cuestionario individualizado por planta	

A continuación, se muestra la producción de ácido nítrico, como puede apreciarse se ha producido un descenso significativo en la producción a lo largo del periodo inventariado como consecuencia del progresivo cierre de plantas a lo largo del mismo, si bien a partir del año 2007 se observa una cierta estabilidad en los niveles de producción.

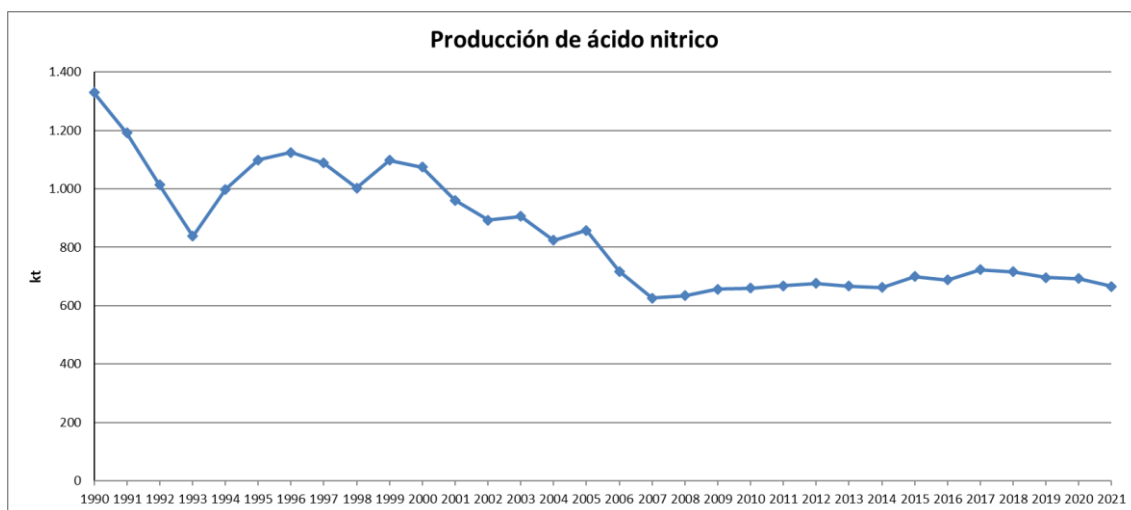


Figura 4.7.1. Producción de ácido nítrico (kt) (2B2)

Para realizar la estimación de las emisiones de N₂O se ha tomado la información sobre mediciones de este gas y sobre las técnicas de reducción de las emisiones (incluyendo el año de puesta en marcha de cada una de las técnicas implantadas) facilitadas desde el año 2001, vía cuestionario individualizado, por las plantas de fabricación de ácido nítrico actualmente en funcionamiento. A partir de la información recibida, se ha obtenido para cada una de estas plantas un factor de emisión, el cual ha sido aplicado a la producción de ácido nítrico de cada planta en el periodo 1990-2000. Por lo que respecta a las plantas ya desaparecidas, para las que no se ha dispuesto de una información similar, se ha realizado la estimación de las emisiones de N₂O tomando el factor de emisión correspondiente según el tipo de proceso productivo empleado, indicado en la tabla 3.3 de la Guía IPCC 2006 (apartado 3.3.2.2, capítulo 3, volumen 3).

En resumen, las emisiones de esta subcategoría se han calculado aplicando el método de nivel 2 y/o 3 de la Guía IPCC 2006 con factores de emisión por defecto y/o propios de la planta, según el periodo y la planta productora.

Cabe mencionar que la reducción en las emisiones de N_2O que se observa a partir del año 2009 se debe a la implantación de técnicas de reducción secundarias en las tres plantas productoras de ácido nítrico, las tres con producción a media presión. La implementación de las técnicas de reducción de emisiones se ha producido durante el año 2010 en dos de las plantas y durante los años 2009, 2010 y 2011 en la tercera (nótese que el ratio emisión/producción (FEI) disminuye durante los años en los que se implementan la técnicas de reducción, 2009, 2010 y 2011, alcanzando en 2012 el ratio más bajo, y manteniéndose en niveles parecidos durante el resto del periodo, ver figura más abajo).

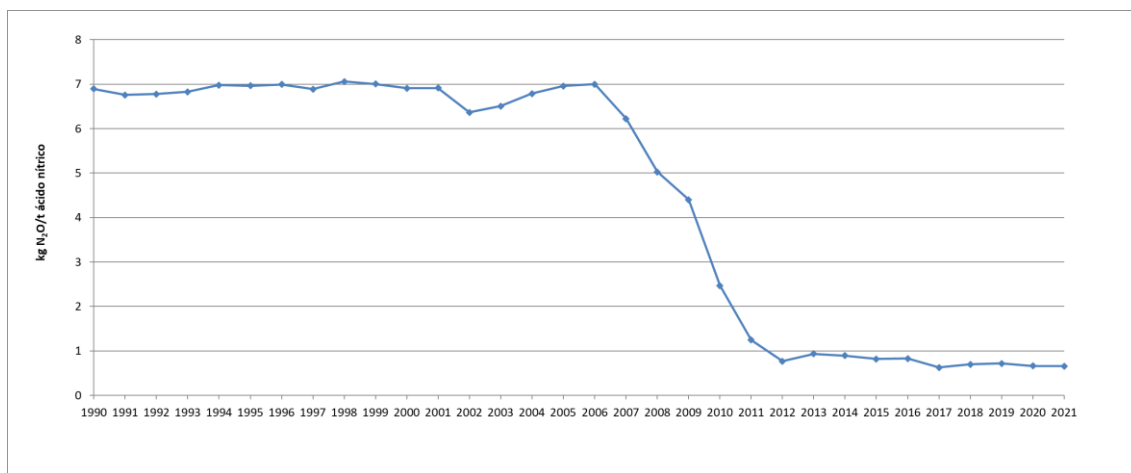


Figura 4.7.2. Evolución temporal del FEI en la producción de ácido nítrico (2B2)

La implementación de estas tecnologías se ha llevado a cabo mediante *Proyectos de Aplicación Conjunta*, y se encuentran disponibles en la página web de la UNFCCC¹⁰.

Dichas técnicas consisten en la instalación de catalizadores adicionales dentro de los reactores de oxidación de amoníaco, lo que permite la destrucción catalítica de N_2O , reduciendo significativamente los niveles de N_2O en la mezcla de gas resultante de la reacción de oxidación de amoníaco primaria. No es necesario calor adicional ni otro aporte de energía, ya que los niveles de temperatura dentro del reactor de oxidación de amoníaco son suficientes para asegurar la eficiencia óptima del abatimiento catalítico.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Producción de ácido nítrico \(Emisiones de proceso\)](#).

4.7.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Tabla 4.7.4. Incertidumbres de la categoría Producción de ácido nítrico (2B2)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
N_2O	2	10	<i>Variable de actividad:</i> se cifra en torno al 2 % al proceder de las propias plantas productoras, de acuerdo con el apartado 3.3.3.2 de la Guía IPCC 2006 <i>Factor de emisión:</i> se estima en un 10 %, según la información facilitada por la principal empresa del sector, y que es similar en magnitud a los valores que figuran en la tabla 3.3 de la Guía IPCC 2006

¹⁰ Información disponible en <https://ji.unfccc.int>. Proyectos: *Fertiberia Aviles abatement project in Spain* (ID ES1000160), *Fertiberia Puertollano II abatement project in Spain* (ID ES1000161) y *Fertiberia Sagunto abatement project in Spain* (ID ES1000162).

Con respecto a la pauta temporal, la serie se considera coherente al cubrir el conjunto de plantas del sector en el periodo inventariado y provenir la información directamente de las plantas. En el análisis de la coherencia temporal queda contrastada la disminución a lo largo del periodo inventariado del número de plantas, pasando de trece plantas en 1990 a tres en 2021, descenso que queda reflejado en la evolución de la producción.

4.7.4 Control de calidad y verificación

Como control de calidad se ha realizado el contraste de los datos facilitados por las plantas con respecto a los que figuran en estadísticas sectoriales tales como la publicación *La Industria Química en España* editada por el antiguo MINETAD¹¹ o la *Encuesta industrial anual de productos* del INE, con el fin de detectar posibles discrepancias en los datos facilitados.

Además, para los años en los que se dispone de medidas directas de las plantas, se realiza una comparación del factor de emisión implícito resultante con los valores por defecto propuestos por la Guía IPCC 2006, así como el análisis de la serie temporal de factores implícitos planta a planta. Asimismo, se realiza la comparación entre las emisiones reportadas por el Inventario Nacional y las declaradas por las plantas a EU-ETS.

4.7.5 Realización de nuevos cálculos

No se ha realizado ningún recálculo de las emisiones entre ediciones.

4.7.6 Planes de mejora

No se prevén planes de mejora en esta actividad pues se considera que el acceso y tratamiento de la información específica de planta, con desglose por tipo de proceso y técnica de control de las emisiones, es el más adecuado para la estimación de las emisiones.

4.8 Producción de caprolactama (2B4a)

Esta categoría no es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3.

La producción de caprolactama puede generar emisiones de óxido nitroso (N₂O) provenientes de la etapa de oxidación del amoníaco y emisiones de CO₂ de la etapa del carbonato de amonio. Es poco probable que las emisiones de CO₂ a partir del proceso convencional sean significativas en las plantas bien controladas. El principal gas de efecto de invernadero de la producción de caprolactama que se debe contabilizar es el N₂O.

La información sobre producción de caprolactama de la única planta productora en España ha sido suministrada por FEIQUE para toda la serie temporal.

Las emisiones de esta subcategoría se calculan aplicando el método de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 con factores de emisión por defecto que figuran en la tabla 3.5, cap. 3, vol. 3, de la Guía IPCC 2006.

Por razones de confidencialidad no se muestran datos de variable de actividad ni factor de emisión, en su defecto se presenta el índice de evolución temporal de la producción en la siguiente figura:

¹¹ Esta publicación está disponible hasta el año 2002.

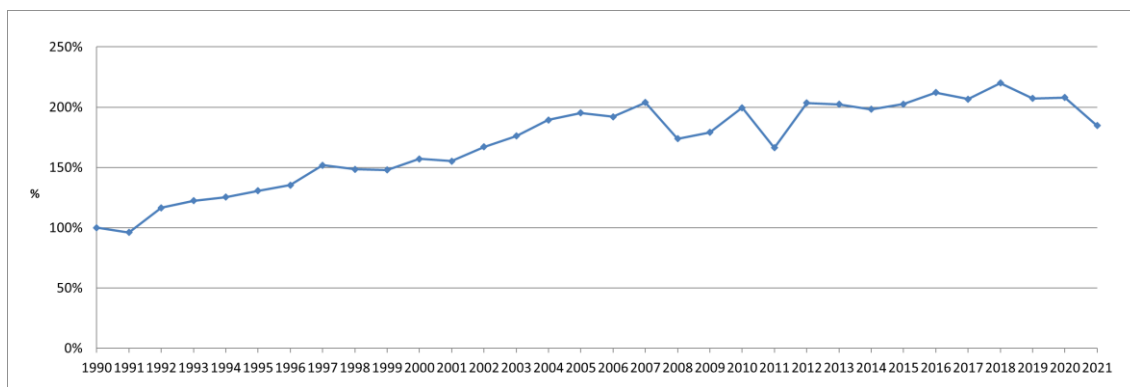


Figura 4.8.1. Índice de evolución temporal de la producción de caprolactama (base 100 año 1990)

No se ha realizado ningún recálculo de las emisiones entre ediciones.

4.9 Producción de carburos (2B5)

Esta categoría no es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3.

Las emisiones consideradas en esta categoría son las que se indican a continuación en la tabla.

Tabla 4.9.1. Actividades y gases cubiertos en la categoría 2B5

Actividad	Gas/ Nivel	Metodología
Producción de carburo de silicio (2B5a)	CH ₄ (T3) CO ₂ (T3)	IPPC tabla 3.7 FE CS
Producción de carburo de calcio (2B5b)	CO ₂ (T3)	FE CS

IPCC: Guía IPCC 2006, vol. 3, cap. 3.

FE CS : Factor de emisión *country specific*, en este caso por balance de masas

Siendo sus variables de actividad y fuentes de información las detalladas en la siguiente tabla.

Tabla 4.9.2. Variable de actividad y fuente en la producción de carburos (2B5)

Variable de actividad	Periodo	Fuente	Observaciones
Producción de carburo de silicio (2B5a)	1990-2021	- Cuestionario individualizado por planta	- 2 plantas (2021)
Producción de carburo de calcio (2B5b)	1990-2002	- Publicación <i>La Industria Química en España</i>	- 1 planta (2021)
	2003-2004	- Publicación <i>Anuario de Ingeniería Química</i>	
	2005-2021	- Cuestionario individualizado por planta	

Debido a restricciones de confidencialidad, no se muestran datos sobre la variable de actividad, sin embargo sí se presenta el índice de evolución temporal de las producciones de carburo de silicio y calcio respectivamente. En 2020, se observó una reducción notable de la producción, especialmente marcada en el caso del carburo de silicio que en 2021 se recupera a los niveles previos a la pandemia, estos hechos tienen su reflejo en la variación de las emisiones.

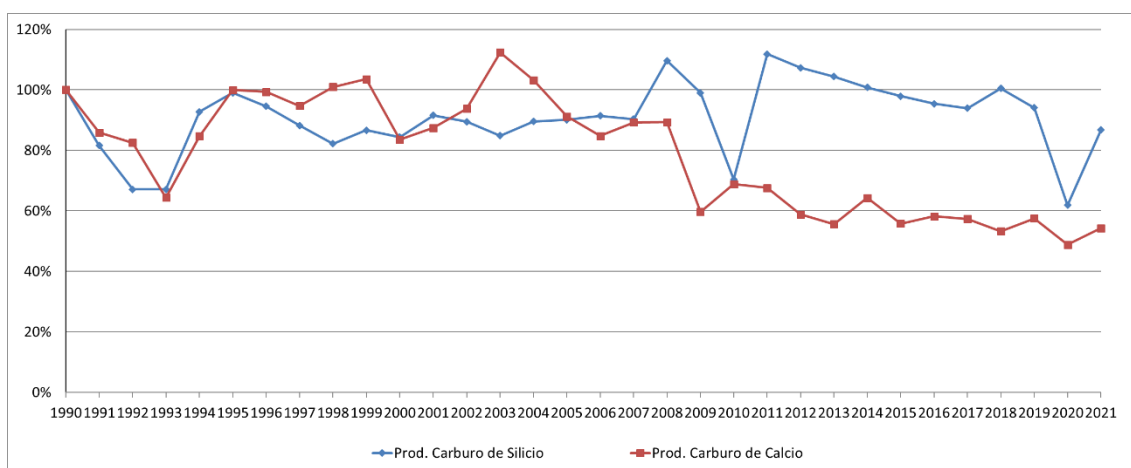


Figura 4.9.1. Índice de evolución temporal de la producción de carburo de silicio y de carburo de calcio (base 100 año 1990)

La metodología empleada para la estimación de las emisiones de CO₂, sigue las indicaciones de la Guía IPCC 2006:

- Para el carburo de silicio se ha podido disponer a partir del año 2008, en cada una de las plantas, de la información sobre el consumo de coque de petróleo, el contenido de carbono de dicho coque de petróleo y el porcentaje de carbono retenido en el producto. Con esta información, se ha obtenido la emisión de CO₂ correspondiente a los años mencionados mediante balance masas. Para el periodo 1990-2007, en el que la información se limita a la producción de carburo de silicio, las emisiones se han estimado mediante la aplicación del factor de emisión implícito de CO₂ obtenido para el año 2008.
- En cuanto al carburo de calcio, se ha utilizado un balance de masa de carbono entre las entradas y las salidas al proceso de fabricación, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas (agentes reductores tales como coque siderúrgico y coque de petróleo) la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas (carburo de calcio, lodos). Esta masa de carbono diferencial por el ratio 44/12 es la que desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO₂ en cada uno de los centros. Asimismo, se han incorporado las emisiones de CO₂ por el consumo de electrodos en una de las plantas. La información necesaria para la realización de este balance de carbono ha sido facilitada para el periodo 2005-2021 vía cuestionario por cada una de las plantas existentes en dicho periodo, habiéndose homogeneizado la estimación de las emisiones para el periodo 1990--2004 mediante la aplicación en dichos años de factores de emisión implícitos en cada planta a partir de la información facilitada para el año 2005¹².

En resumen, las emisiones de esta subcategoría se han calculado aplicando el método de nivel 3 de la Guía IPCC 2006 con factores de emisión propios de la planta para toda la serie, a excepción del año 1990, en el que para una planta de la cual no se tenía información se aplicó un factor de emisión por defecto, según el Manual de Referencia 1996 IPCC, apartado 2.11.2.

No se ha realizado ningún recálculo de las emisiones entre ediciones.

¹² Para la tercera planta existente en el año 1990 la estimación de las emisiones de CO₂ se ha realizado mediante la aplicación del factor de emisión propuesto en la sección 2.11.2 del Manual de Referencia 1996 IPCC de 1,8 t CO₂/tonelada de carburo cálcico, dado que no se dispone de información sobre consumo de agentes reductores en dicha planta.

4.10 Producción de dióxido de titanio (2B6)

Esta categoría no da lugar a emisiones de GEI, consignándose como “NA” en las tablas de reporte.

El dióxido de titanio (TiO₂) es un pigmento muy usado en pinturas, plásticos, papel, caucho, vidrio, etc. Industrialmente se obtiene a partir de los minerales ilmenita o rutilo. El Inventario Nacional tiene acceso al tipo de proceso empleado por la única planta productora en España. Dicha planta emplea la vía del sulfato, por lo que según lo indicado en el apartado 3.7.2, capítulo 3, volumen 3, de la Guía IPCC 2006, se ha considerado que no da lugar a emisiones de GEI relevantes (“NA”). A título informativo, se mantiene el desglose de fuentes para la variable de actividad empleada para la estimación de otros contaminantes no GEI. El dato socioeconómico empleado es la producción de dióxido de titanio, información obtenida de la publicación *La Industria Química en España* hasta el año 2002; para el periodo 2003-2007 la información ha sido facilitada por la Dirección General de Industria del antiguo MITYC; y para los años 2008-2021 la información ha sido facilitada por la Federación Empresarial de la Industria Química en España (FEIQUE).

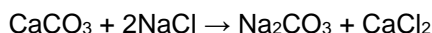
Se indica además, que con el objetivo de mantener la coherencia con otras obligaciones de información del Inventario Nacional para contaminantes no GEI, se han incluido las emisiones de NO_x y SO₂ producidas en esta categoría. Estas emisiones han sido incluidas en las tablas de reporte de la categoría 2H3 (Otros), al no disponer la categoría 2B6 de una casilla específica para estos contaminantes.

4.11 Producción de carbonato sódico (2B7)

Esta categoría no es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3.

En España existe tan sólo una planta de fabricación de carbonato sódico, la cual usa el proceso Solvay. Las cifras de producción han sido facilitadas directamente por la propia planta.

De acuerdo con la Guía IPCC 2006 (apdo. 3.8.3, cap. 3, vol. 3), las emisiones de CO₂ asociadas al proceso de fabricación Solvay son nulas si se realizan bajo condiciones estequiométricas, como se desprende de la reacción neta global del proceso:



Sin embargo, el proceso real no se efectúa en estas condiciones, sino en condiciones de exceso de producción de CO₂, que según la citada referencia procede de la calcinación de la piedra caliza con coque metalúrgico (uso no energético).

Así pues, las emisiones de CO₂ de esta categoría se han calculado aplicando el método de nivel 3 de la Guía IPCC 2006. Los datos de emisiones de CO₂ son proporcionados por la propia instalación y son verificados con los valores declarados por la planta a EU-ETS; dado que la planta también proporciona información referente a la producción, se dispone un factor de emisión implícito propio de la planta para toda la serie.

Se indica además, que con el objetivo de mantener la coherencia con otras obligaciones de información del Inventario Nacional para contaminantes no GEI, las emisiones de CO producidas en esta categoría han sido incluidas en las tablas de reporte de la categoría 2H3 (Otros), al no disponer la categoría 2B7 de una casilla específica para este contaminante.

No se ha realizado ningún recálculo de las emisiones entre ediciones.

4.12 Industria petroquímica y negro de humo (2B8)

4.12.1 Descripción de la actividad

Esta categoría es clave en relación con el CO₂ según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3.

Dentro de la producción petroquímica y del negro de humo se contempla la estimación de las emisiones para las siguientes actividades productivas y gases de efecto invernadero, con las metodologías y niveles expuestos en la siguiente tabla:

Tabla 4.12.1. Actividades y gases cubiertos en la categoría 2B8

Actividad	Gas/ Nivel		Metodología	
	Etileno (2B8b)	CH ₄ (T1)	CO ₂ (T3)	IPCC tabla 3.16
Dicloruro de etileno y cloruro de vinilo monómero (2B8c)	CO ₂ (T1)		IPCC tabla 3.17	
Óxido de etileno (2B8d)	CH ₄ (T1)	CO ₂ (T1)	IPCC tabla 3.20	IPCC tabla 3.21
Acrilonitrilo (2B8e)	CH ₄ (T1)	CO ₂ (T1)	IPCC pág. 3.79	IPCC tabla 3.22
Negro de humo (2B8f)	CH ₄ (T1)	CO ₂ (T1/T3)	IPCC tabla 3.24	Tabla 3.23/ FE PS
Estireno (2B8g) ¹³	NA		-	

IPCC: Guía IPCC 2006, vol. 3, cap. 3.

FE CS : Factor de emisión *country specific*

FE PS : Factor de emisión *plant specific*

En las siguientes tablas se muestran las emisiones de CO₂-eq para cada una de las actividades que componen esta categoría, tanto en términos absolutos (kilotoneladas de CO₂-eq) como en términos de variación temporal, considerando el año 1990 como año base junto con las contribuciones de las emisiones de la categoría sobre el total de emisiones de CO₂-eq del Inventario Nacional y del sector IPPU respectivamente. Se puede apreciar que la actividad predominante es la producción de etileno.

Tabla 4.12.2. Emisiones de CO₂-eq en la Industria petroquímica y negro de humo (2B8) (cifras en kt)

Actividad	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Metanol (2B8a)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Etileno (2B8b)	1.490,46	1.977,14	1.913,58	1.940,84	1.843,25	1.964,13	1.869,22
Dicloruro de etileno y cloruro de vinilo monómero (2B8c)	2,74	3,58	3,32	3,74	3,43	3,42	3,91
Óxido de etileno (2B8d)	23,41	39,44	36,10	51,84	46,85	15,15	35,25
Acrilonitrilo (2B8e)	84,53	120,74	NO	NO	NO	NO	NO
Negro de humo (2B8f)	171,08	135,60	130,77	92,72	108,83	100,15	120,55
Estireno (2B8g)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA

Tabla 4.12.3. Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios de la Industria petroquímica y negro de humo (2B8)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	1.772,2	2.276,5	2.083,8	2.089,9	2.002,4	2.082,9	2.028,9
Variación % vs. 1990	100,0 %	128,5 %	117,6 %	117,9 %	113,0 %	117,5 %	114,5 %
2B8 / INV (CO ₂ -eq)	0,6 %	0,5 %	0,6 %	0,6 %	0,6 %	0,8 %	0,7 %
2B8 / IPPU (CO ₂ -eq)	6,3 %	5,3 %	6,9 %	6,9 %	7,9 %	9,1 %	8,4 %

4.12.2 Metodología

Siguiendo los árboles de decisión reflejados en el capítulo 3 de la Guía IPCC 2006, las emisiones de la Industria petroquímica y el negro de humo se han estimado con base en la ecuación 3.15 de las mencionadas guías, como se muestra a continuación:

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \text{PP}_i * \text{FE}_i * \text{FAG}/100$$

¹³ Esta actividad no emite GEIs pero sí otros contaminantes atmosféricos

donde:

PP _i	=	producción anual de la sustancia petroquímica primaria
FE _i	=	factor de emisión por defecto proporcionado por la Guía IPCC 2006
FAG	=	factor de ajuste geográfico

De este modo, las actividades de la Industria petroquímica y el negro de humo, con excepción del etileno y el negro de humo, se han estimado siguiendo la metodología nivel 1 propuesta por la guía, empleando factores de emisión por defecto (ver tabla 4.12.1.) y asumiendo un factor de ajuste geográfico del 100 % correspondiente a Europa occidental.

Con objeto de facilitar la comprensión, a continuación se resumen las variables de actividad y fuentes de información para cada una de las subcategorías.

Tabla 4.12.4. Variable de actividad y fuente en la Industria petroquímica y negro de humo (2B8)

Variable de actividad	Periodo	Fuente	Observaciones
Producción de etileno (2B8b)	1990-2002	- Publicación <i>La Industria Química en España</i>	- 3 plantas (2021)
	2003-2021	- Federación Empresarial de la Industria Química en España (FEIQUE) - Cuestionario individualizado por planta	
Producción de cloruro de vinilo monómero (2B8c)	1990-2002	- Publicación <i>La Industria Química en España</i>	- 2 plantas (2021)
	2003-2008	- FEIQUE	
	2009-2021	- FEIQUE - Cuestionario individualizado por planta	
Producción de óxido de etileno (2B8d)	1990-2002	- Publicación <i>La Industria Química en España</i>	- 1 planta (2021)
	2003-2012	- FEIQUE	
	2013-2021	- Cuestionario individualizado por planta	
Producción de acrilonitrilo (2B8e)	1990-2002	- Publicación <i>La Industria Química en España</i>	- 1 planta (cesó su actividad en 2010)
	2003-2005	- FEIQUE	
	2006-2009	- Cuestionario individualizado por planta	
Producción de negro de humo (2B8f)	1990-2003	- Publicación <i>La Industria Química en España</i>	- 1 planta (2021). En 2003 cesaron su actividad las otras 2 plantas existentes
	2004-2021	- Cuestionario individualizado por planta	
Producción de estireno (2B8g)	1990-2002	- Publicación <i>La Industria Química en España</i>	- 1 planta (2021)
	2003-2007	- Informes anuales de actividad publicados por la empresa productora	
	2008-2021	- Cuestionario individualizado por planta	

Debido a restricciones de confidencialidad sobre las variables de actividad y al reducido número de empresas productoras, se ha limitado la presentación de la información de esta categoría a los índices de evolución temporal de la variable de actividad (base 100 año 1990) y a la estimación de las emisiones (ver gráficos de índices de evolución temporal de producción que se muestran más adelante). En el caso del óxido de etileno (2B8d), se observa una brusca bajada de producción en 2020, provocada por un incendio que obligó al cierre temporal de la única planta productora en España.

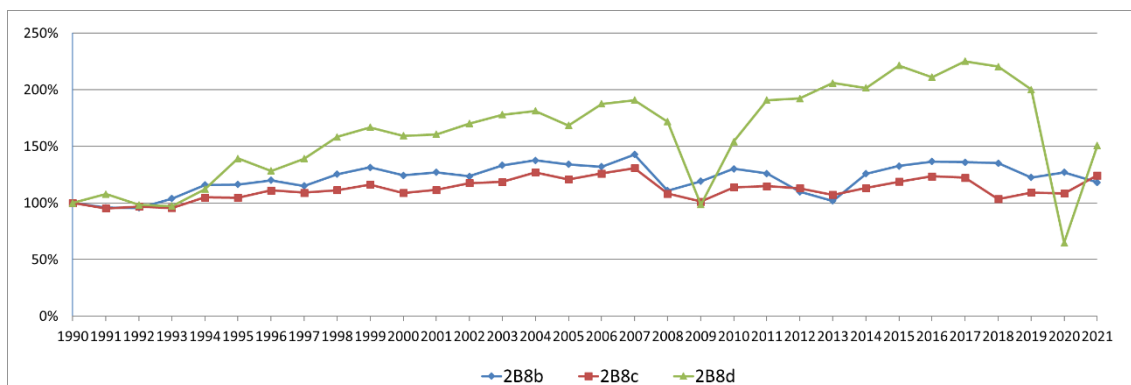


Figura 4.12.1. Índice de evolución temporal de la producción de etileno (2B8b), de CVM (2B8c) y de óxido de etileno (2B8d) (base 100 año 1990)

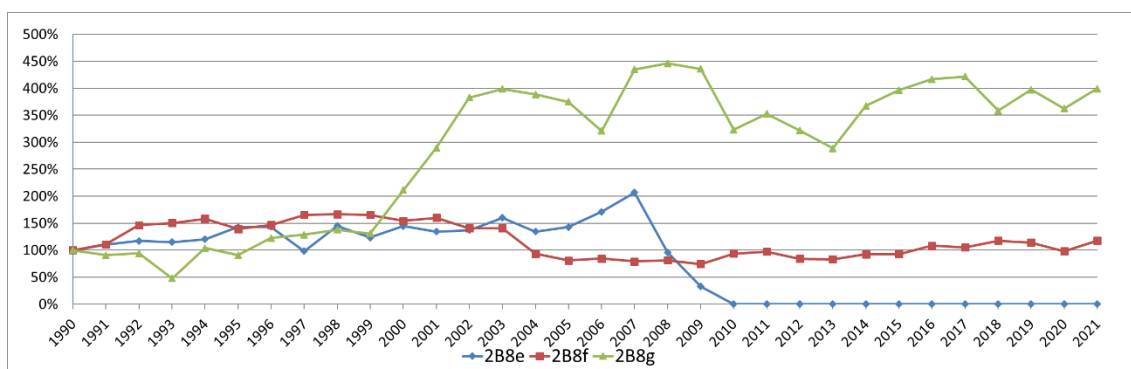


Figura 4.12.2. Índice de evolución temporal de la producción de acrilonitrilo (2B8e), de negro de humo (2B8f) y de estireno (2B8g) (base 100 año 1990)

A continuación, se detalla la metodología de algunas subcategorías en las que procede matizar la información.

4.12.2.1 Etileno (2B8b)

El etileno es un gas incoloro, que se obtiene principalmente mediante craqueo térmico en mezcla con vapor de agua. Según el tipo de alimentación existen dos tipos: líquido (nafta) o gaseoso (etano). En España, las tres plantas existentes, utilizan como base la nafta (alimentación líquida), que aunque proporcionan un rendimiento menor en la producción de etileno y contaminan más, permiten la obtención de otros productos químicos altamente valorados como el propileno, butadieno y otros compuestos aromáticos (productos primarios). Adicionalmente, en el proceso de fabricación del etileno se generan cantidades significativas de otros productos (productos secundarios) tales como hidrógeno, metano y fracciones C4 entre otros, que suelen ser quemados como recuperación de energía dentro del proceso, aunque también pueden ser utilizados en otra ubicación como por ejemplo refinerías.

En general, el etileno se utiliza en la fabricación de polietileno de alta y baja densidad, cloruro de vinilo, óxido de etileno, acetaldehído, estireno, copolímeros con propileno, acetato de vinilo y otros monómeros; en la producción de etanol, etilbenceno, tricloroetileno y percloroetileno. También se usa para tratamiento de frutas y como anestésico.

Desde la edición de 2020, se aplica una metodología de nivel 3, que se implantó mediante la aplicación de un factor de emisión implícito (FEI) calculado con la colaboración del principal operación nacional. Se utilizaron datos específicos de planta: emisiones declaradas y verificadas al Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea (EU-ETS, por sus siglas en inglés) y su producción de etileno asociada. Dado que únicamente se disponía de datos para dos anualidades (2016 y 2017), se empleó como método de validación del nivel 3, la estimación de FEI a través de un balance de carbono (nivel 2) para su posterior comparación. El resultado

fueron valores coherente y homogéneos. Desde 2018 se cuenta con las emisiones declaradas y verificadas a EU-ETS de las tres instalaciones y sus datos de producción.

4.12.2.2 Dicloruro de etileno y cloruro de vinilo monómero (2B8c)

El dicloruro de etileno (1,2-dicloroetano, en adelante DCE) se utiliza principalmente para obtener el monómero de cloruro de vinilo (en adelante CVM), el principal precursor para la producción del polímero PVC.

Tal y como se ha comentado previamente, las emisiones de esta subcategoría se han calculado aplicando el método de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 con factores de emisión por defecto de la misma guía. Según se describe en el apartado 3.9.2.2 (elección de los factores de emisión), los factores propuestos en la tabla 3.17 corresponden a la producción integrada de DCE/CVM, por lo que no son factores aditivos, sino alternativos, debiéndose elegir entre uno u otro en función de la variable de actividad disponible (producción de DCE o producción de CVM). Por tanto, se ha tomado únicamente la producción de CVM como variable de actividad y su factor de emisión correspondiente, por ser una información de la que se tienen datos más precisos y coherentes para toda la serie temporal (ver gráfico del índice de evolución temporal de la producción). Además, se ha podido disponer de información acerca de la configuración del proceso para una de las plantas productoras, especificándose el reparto entre proceso de cloración directa y proceso de oxiclорación para los años 1995, 2000, 2005 y 2010-2021, subrogándose los datos para 1990-1994 y aplicando una interpolación lineal para los años 1996-2004 y 2006-2009. Para la otra planta, al no disponerse de dicha información, se le asume como proceso equilibrado, considerado por defecto por las guías metodológicas.

4.12.2.3 Negro de humo (2B8f)

El negro de humo es un carbón elemental muy utilizado en la industria de los neumáticos y en casi todos los artículos de caucho. Existen tres tipos, según su proceso de producción: negro de acetileno, negro térmico y negro de horno. Los dos primeros existen en España hasta 2003. Desde 2004 sólo está operativa una instalación que fabrica negro de horno.

Según se indica en la tabla 4.12.1., se aplica el método de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 con factores de emisión por defecto, en los casos de negro de acetileno y negro térmico. Para el negro de horno, se dispone de información directa de la planta, aplicando por tanto un nivel 3, en toda la serie.

4.12.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Tabla 4.12.5. Incertidumbres de la categoría Producción de industria petroquímica y negro de humo (2B8)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	10	60	<u>Variable de actividad</u> : se cifra en torno al 10 % al proceder de las propias plantas productoras o asociaciones empresariales de amplia cobertura nacional. <u>Factor de emisión</u> : se estima en un 60 %, adoptando la posición más conservadora (producción de acrilonitrilo), según los valores que figuran en la tabla 3.27 de la Guía IPCC 2006.
CH ₄	10	85	<u>Variable de actividad</u> : se cifra en torno al 10 % al proceder de las propias plantas productoras o asociaciones empresariales de amplia cobertura nacional. <u>Factor de emisión</u> : se estima en un 85 %, adoptando la posición más conservadora (negro de humo), según los valores que figuran en la tabla 3.27 de la Guía IPCC 2006.

En general, se considera que las series de variables de actividad presentan un alto grado de coherencia temporal por provenir la información de fuentes de referencia estables con un nivel de cobertura contrastado a nivel nacional.

4.12.4 Control de calidad y verificación

Entre los controles de calidad realizados se analiza la coherencia temporal, especialmente, en aquellas categorías cuya contribución es más significativa en términos de emisiones (producción de etileno (2B8b) y producción de negro de humo (2B8f)). Adicionalmente, en la producción de etileno, tal y como está descrito en el apartado de metodología, se realiza una verificación de la misma mediante el cálculo del factor de emisión a través de un segundo método de control para comprobar que los valores de los FEI obtenidos son coherentes.

4.12.5 Realización de nuevos cálculos

No se ha realizado ningún recálculo de las emisiones entre ediciones

4.12.6 Planes de mejora

No hay planes de mejora.

4.13 Producción de halocarburos (2B9)

4.13.1 Descripción de la actividad

Esta categoría es clave en relación a los HFCs según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3 por su contribución a la tendencia (la actividad es inexistente desde 2015).

En esta categoría se recogen las emisiones de hidrofluorcarburos derivadas de la producción de hidroclorofluorcarburos (HCFCs) o hidrofluorcarburos (HFCs). Dentro de esta categoría, se consideran a su vez las siguientes subcategorías, según sus emisiones:

Tabla 4.13.1. Variable de actividad y fuente en la producción de halocarburos por subcategoría y gas (2B9)

Subcategorías	Gas/ Nivel	Periodo	Fuente	Observaciones
2B9a - Emisiones de subproductos en la fabricación de :				
HCFC-22	HFC-23 (T1/T3)	1990-2011	- Cuestionario individualizado por planta	- 3 plantas (en 2012 cesó la producción)
2B9b - Emisiones fugitivas en la fabricación de otros HFC:				
HFC-143a	HFC-143a (T1/T3)	1996-2014	- Cuestionario individualizado por planta	- 1 planta, en 2002 incorpora la producción de HFC-32 (en 2014 cesó su actividad)
HFC-32	HFC-32 (T1/T3) HFC-23 (T1/T3)	2002-2014		
HFC-227ea	HFC-227ea (T1/T3)	1996-2008		- 1 planta (en 2008 cesó la producción)

Durante la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017¹⁴, al equipo del Inventario Nacional español, se le solicitó que contactase con la compañía dueña de las plantas de producción de HCFC-22 para pedir una autorización de cara a la publicación de sus datos de producción, de lo cual quedó constancia en las recomendaciones de la revisión. La empresa contestó denegando dicha autorización.

En la siguiente figura se muestran las emisiones fugitivas (2B9b) y de subproductos (2B9a) en la fabricación de HCFC-22 y HFC (nótese que cada una de las subcategorías está representada en un eje distinto).

¹⁴ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>

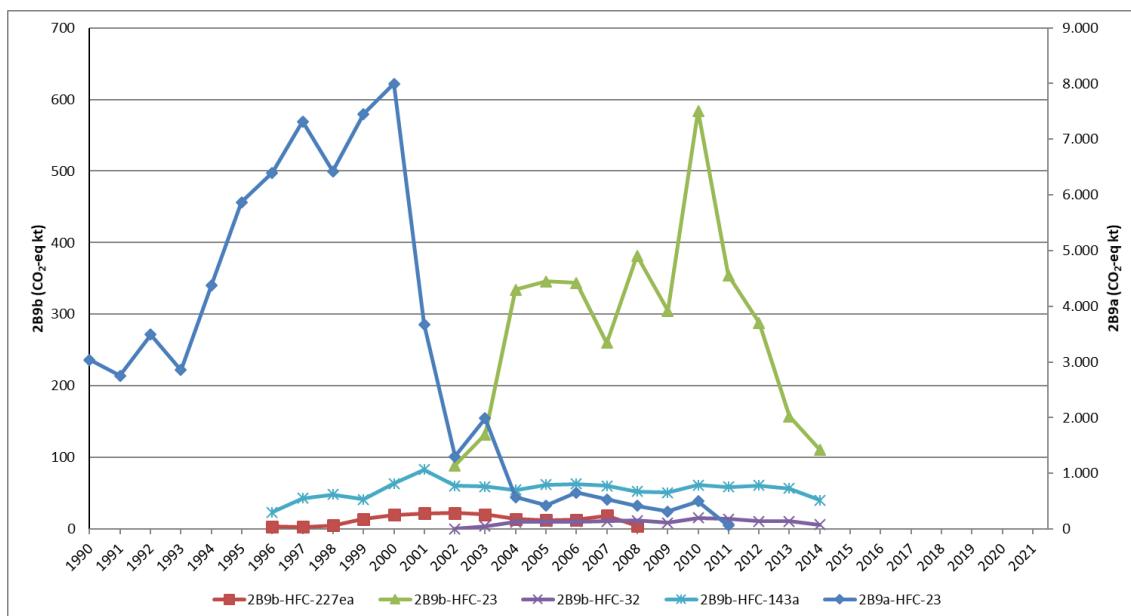


Figura 4.13.1. Emisiones de CO₂-eq por categoría y gas de la Producción de halocarburos (2B9) (cifras en kt)

En la tabla se muestran dichas emisiones tanto en términos absolutos (kilotoneladas de CO₂-eq) como en términos de variación temporal, considerando el año 1990 como año base y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector IPPU.

Tabla 4.13.2. Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios de la producción de halocarburos (2B9)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	2.547,0	733,3	989,7	-	-	-	-
Variación % vs. 1990	100,0 %	28,8 %	38,9 %	-	-	-	-
2B9 / INV (CO ₂ -eq)	0,9 %	0,2 %	0,3 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
2B9 / IPPU (CO ₂ -eq)	9,1 %	1,7 %	2,5 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

4.13.2 Metodología

4.13.2.1 Emisiones de subproductos en la producción de HCFC-22 (2B9a)

La información sobre emisiones de HFC-23 como subproducto de la fabricación de HCFC-22 procede de tres plantas: una tuvo actividad entre 1990 y 2007, otra en 1990-1992 y 1994- 2011, y la tercera en 1990-1991. Los factores de emisión específicos de planta están basados en las estimaciones realizadas por dos centros, complementadas para los años 1990-1998 con un factor de emisión por defecto propuesto por la Guía IPCC 2006 cuando no se ha dispuesto de la estimación propia de las plantas. Por tanto, la metodología de estimación aplicada es, en este caso, una combinación de los métodos de nivel 1 y nivel 3 descritos en la Guía IPCC 2006. El desglose por tipo de fuente para el factor de emisión/estimaciones empleados por las plantas productoras hasta el año 2012 es el siguiente:

Tabla 4.13.3. Desglose de las fuentes para el factor de emisión/emisiones empleadas en la categoría 2B9a

Planta	1990	1991	1992	1993	1994-1998	1999-2007	2008-2011	2012-2021
Planta 1	PS	PS	PS	PS	PS	PS	-	-
Planta 2	D	D	-	-	-	-	-	-
Planta 3	D	D	D	-	D	PS	PS	-

D = Por defecto; PS = Específico de planta; - = Sin actividad

Durante la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017¹⁵, se cuestionó la consistencia del factor de emisión empleado en la planta 3, dado que según el periodo, se utilizan bien valores por defecto o bien valores específicos de la planta. A la luz de los datos utilizados, se observa que los factores de emisión específicos de la planta utilizados en el periodo 1999-2011, son consistentes con los valores por defecto empleados entre 1990 y 1998, al presentar una variación muy pequeña: 1,7 % valor promedio para los FE propios de la planta, frente al 2 % del valor por defecto (Guía IPCC 2006, vol. 3., tabla 3.28).

Para el periodo de 1999 a 2011, las emisiones reportadas están basadas en mediciones diarias realizadas por la propia planta. El factor de emisión específico se obtiene a partir de estos datos y su valor únicamente excede el 2 % del valor por defecto en dos años (2002 y 2007).

No se presentan datos acerca de las variables de actividad y parámetros de proceso por ser de carácter confidencial, al corresponder la propiedad de las plantas únicamente a una empresa. Sí se presenta el índice de evolución temporal de la producción de HCFC-22 (base 100 año 1990), a continuación.

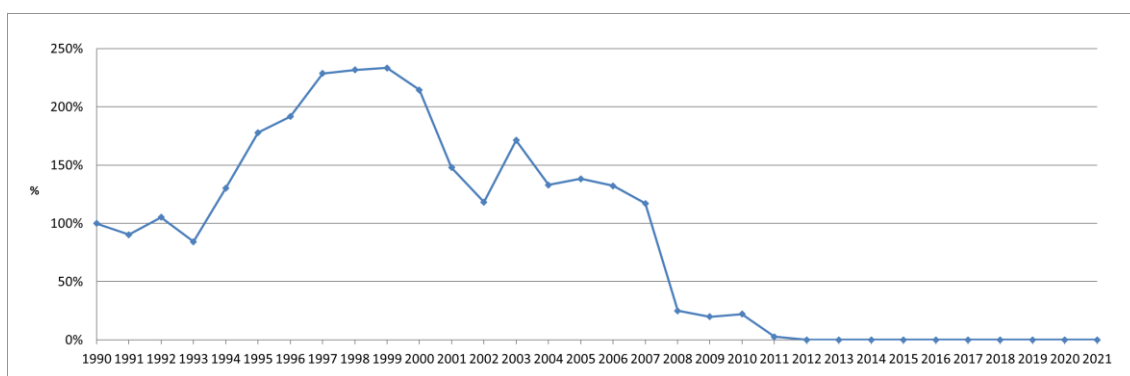


Figura 4.13.2. Índice de evolución temporal de la producción de HCFC-22 (base 100 año 1990)

Cabe mencionar que en una de las plantas existe un descenso de la emisión a partir del año 2001 debido a la construcción y puesta en servicio de una instalación para disminuir la emisión de HFC-23 mediante su compresión, condensación, licuefacción y almacenamiento. El HFC-23 licuado se cargaba en cisternas y se enviaba a un gestor exterior para su tratamiento.

Por último, el descenso que se observa en las emisiones en el año 2011 tiene su origen en el correspondiente descenso de la producción de HCFC-22 en la única planta de fabricación existente en este año, mientras que a partir de 2012 no ha habido producción de HCFC-22, como se mencionó anteriormente.

4.13.2.2 Emisiones fugitivas en la producción de HFC (2B9b)

La estimación de las emisiones se ha realizado utilizando el factor de emisión por defecto propuesto por la Guía IPCC 2006 (apdo. 3.10.2, cap. 3, vol. 3) sobre la producción del compuesto HFC considerado, salvo en aquellos casos en los que las propias plantas han facilitado emisiones calculadas con factores de emisión obtenidos a partir de mediciones analíticas y datos del diseño real de la instalación. Se trata, por tanto, de una combinación de los métodos de nivel 1 y nivel 3 descritos en la Guía IPCC 2006. Como se ha mencionado anteriormente, en 2015, deja de haber emisiones por cese de la producción de halocarburos. A continuación, se presentan los índices de evolución temporal de la producción de los diferentes HFCs considerados en las estimaciones de emisiones (base 100 año inicio producción).

¹⁵ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>

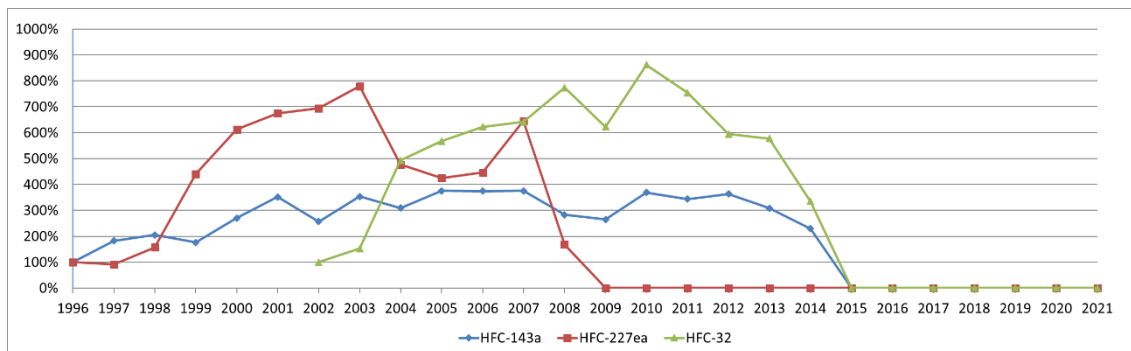


Figura 4.13.3. Índice de evolución temporal de la producción de HFC-143a (base 100 año 1996), de HFC-227ea (base 100 año 1996) y de HFC-32 (base 100 año 2002)

4.13.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Tabla 4.13.4. Incertidumbres de la categoría Producción de halocarburos (2B9)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
HFC	1	100	<p><u>Variable de actividad:</u> se cifra en torno al 1 % atendiendo a la Guía IPCC 2006, vol. 3, apdo. 3.10.2.3.</p> <p><u>Factor de emisión:</u> se estima en un 100 %, adoptando la posición más conservadora, según los valores que figuran en la Guía IPCC 2006, vol. 3, apdo. 3.10.2.3.</p>

En cuanto a la pauta temporal, la variable de actividad se considera coherente dado que la información de la misma procede siempre de las propias plantas productoras. Para la coherencia temporal de los factores de emisión ver el apartado anterior de metodología.

4.13.4 Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en esta categoría destaca el contraste que se realiza de la estimación de las emisiones facilitadas por las plantas con las emisiones que se obtendrían utilizando factores de emisión por defecto, con el fin de detectar posibles anomalías en la información facilitada de emisiones.

4.13.5 Realización de nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos en esta categoría.

4.13.6 Planes de mejora

No hay planes de mejora.

4.14 Producción de hidrógeno y ácido sulfúrico (2B10)

4.14.1 Descripción de la actividad

Esta categoría no es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3.

Su producción comenzó en el año 2002, en España hay tres plantas de producción de hidrógeno (fuera de las refinerías) y cuatro de ácido sulfúrico.

La actividad considerada en esta categoría que da lugar a emisiones de gases de efecto invernadero es la producción de hidrógeno, que se realiza mediante la técnica de reformado con vapor. A efectos de completitud, también se reportan bajo esta categoría las emisiones de SO₂ correspondientes a la producción de ácido sulfúrico. Dada la falta de orientación respecto a la producción de hidrógeno en la Guía IPCC 2006, se ha decidido incluir esta fuente de emisión

bajo esta categoría, siguiendo como referencia el documento de *Umweltbundesamt*¹⁶. Las mejoras de 2019 de la Guía IPCC 2006¹⁷, indican que la producción de hidrógeno tendrá una categoría propia y un apartado específico para abordar las cuestiones metodológicas.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Producción de hidrógeno](#)

A continuación, se presentan las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría tanto en términos absolutos como kt de CO₂-eq, como en porcentaje sobre el total del Inventario Nacional y del sector IPPU.

Tabla 4.14.1. Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos y ratios de la producción de hidrógeno (2B10)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO ₂ -eq (kt)	-	631,0	891,4	837,2	884,4	772,5	795,9
2B10 / INV (CO ₂ -eq)	-	0,1 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %	0,3 %
2B10 / IPPU (CO ₂ -eq)	-	1,5 %	2,3 %	2,6 %	3,5 %	3,4 %	3,3 %

4.14.2 Metodología

Las emisiones de esta subcategoría se han calculado aplicando el método de nivel 3 de la Guía IPCC 2006 con factores de propios de la planta, según el periodo y la planta productora.

La producción de hidrógeno reportada como variable de actividad se ha obtenido a partir de información de las plantas facilitada por la Federación Empresarial de la Industria Química en España (FEIQUE), para el periodo 2002-2021.

Por razones de confidencialidad, no se muestran datos de variable de actividad, si bien se presenta el índice de evolución temporal de la producción en la figura siguiente:

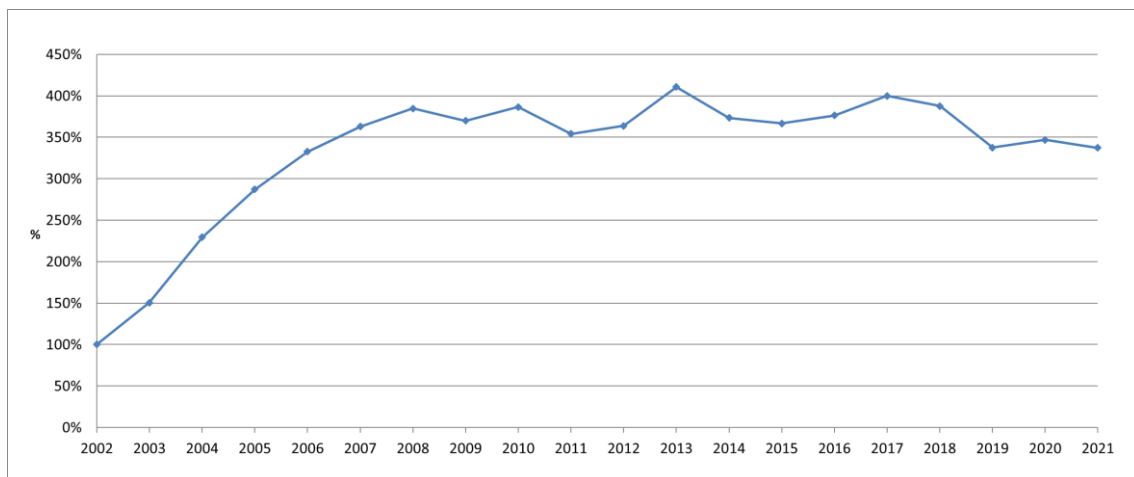


Figura 4.14.1. Índice de evolución temporal de la producción de hidrógeno (base 100 año 2002)

Para cada una de las plantas de producción, las emisiones se han calculado mediante un balance de masas a partir del consumo de combustibles y su contenido en carbono. Para aquellos años

¹⁶ *Implications of the changed reporting requirements of the Effort Sharing Decision for the EU-ETS and the national GHG inventory. Work package 1: Comparison of ETS and IPCC emission calculation methodologies.* Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau, March 2016.

¹⁷ *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.* Volume 3. Industrial Processes and Product Use: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/3_Volume3/19R_V3_Ch03_Chemical_Industry.pdf

en los que no se disponía de información de los consumos, se aplicaron promedios de consumo por unidad de masa de producto y planta.

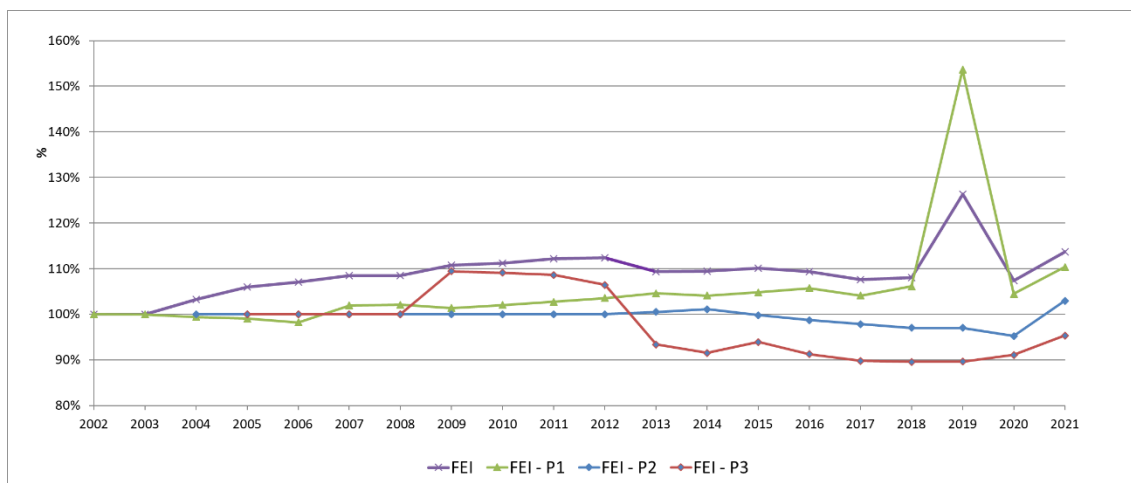


Figura 4.14.2. Índice de evolución temporal del FEI en la producción de hidrógeno (total y por planta) (2B10)

Como se puede observar en la evolución temporal del factor de emisión implícito para la subcategoría, este presenta una variabilidad debida fundamentalmente a las distintas características de funcionamiento que tienen cada una de las plantas.

Se aprecia que el factor de emisión implícito para cada una de las plantas presenta un comportamiento individual más homogéneo, aunque sigue dependiendo directamente del distinto *mix* de combustibles de alimentación al proceso utilizado para cada año.

En el año 2019, una de las plantas presenta un incremento considerable en su factor de emisión implícito al reducirse su producción en un 26 %, debido a problemas técnicos. Los datos fueron confirmados con la instalación y EU-ETS. En 2020 y 2021 la instalación retoma sus niveles de funcionamiento normales, normalizándose el valor de su FEI.

4.14.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Tabla 4.14.2. Incertidumbres de la categoría Producción de hidrógeno (2B10)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	5	5	<p><u>Variable de actividad:</u> se cifra en torno al 5 % al proceder de las propias plantas productoras, de acuerdo con la tabla 3.27, cap. 3, vol. 3, de la Guía IPCC 2006 (nivel 3).</p> <p><u>Factor de emisión:</u> se estima en un 5 %, según la información facilitada por las empresas del sector, de acuerdo con la tabla 3.27, cap. 3, vol. 3, de la Guía IPCC 2006 (nivel 3).</p>

La serie se considera coherente al cubrir el conjunto de plantas del sector en el periodo inventariado y provenir la información directamente de las plantas. Además, los métodos empleados para la inferencia de datos de actividad para los años en los que no se disponía de información son los recomendados en el capítulo 5, volumen 1, de la Guía IPCC 2006. Como se menciona en el apartado de metodología, la serie de factores de emisión implícitos es coherente, y las fluctuaciones están justificadas por la contribución de las plantas en el total de la producción, así como por el *mix* de combustibles empleados.

4.14.4 Control de calidad y verificación

Como control de calidad se realiza una comparación entre las emisiones declaradas por las plantas a EU-ETS con respecto a las reportadas por el Inventario.

4.14.5 Realización de nuevos cálculos

No se han realizado nuevos cálculos en esta categoría.

4.14.6 Planes de mejora

No se prevén planes de mejora en esta actividad pues se considera que el acceso y tratamiento de la información específica de planta, con desglose por tipo de proceso, es el más adecuado para la estimación de las emisiones.

4.15 Producción de hierro y acero (2C1)

4.15.1 Descripción de la actividad

Esta categoría es clave en relación con el CO₂ según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3 y recoge las emisiones producidas en la industria siderúrgica relativas a los procesos de fabricación de sinter, arrabio (hornos altos) y acero (hornos de oxígeno básico y hornos eléctricos).

Se incluyen también, siguiendo las indicaciones del equipo revisor de la UNFCCC¹⁸, las emisiones procedentes de la quema de gases en antorchas sin aprovechamiento energético en las plantas siderúrgicas integrales, así como las emisiones de la quema de gases en antorchas en las coquerías, igualmente sin aprovechamiento energético. Las emisiones procedentes de las antorchas han sido reportadas bajo la categoría 2C1f, a excepción de las de N₂O que ha sido necesario incluirlas en la categoría 2H3 (otros) por sugerencia del servicio de soporte del CRF Reporter, al no contemplar la aplicación la posibilidad de hacerlo en la categoría 2C1f.

No se incluyen en esta categoría las emisiones correspondientes a los procesos de combustión con aprovechamiento energético asociados a las fabricaciones mencionadas e incluidas en la categoría 1A2 (sector Energía, capítulo 3 del presente informe). Tampoco se incluyen las emisiones procedentes del proceso de fabricación de coque, al haberse recogido en las categorías 1A1c (combustión en los hornos de coque) y 1B1b (emisiones fugitivas en la apertura y extinción de los hornos de coque) (sector Energía, capítulo 3 del presente informe).

A continuación, se presenta una figura que ilustra, de manera esquemática, las actividades implicadas en la siderurgia integral, así como la ubicación de sus emisiones dentro de las diferentes categorías CRF.

¹⁸ Revisión en el país (*in-country review*) realizada (17-22 de octubre de 2011) para la edición 2011 del inventario Nacional.

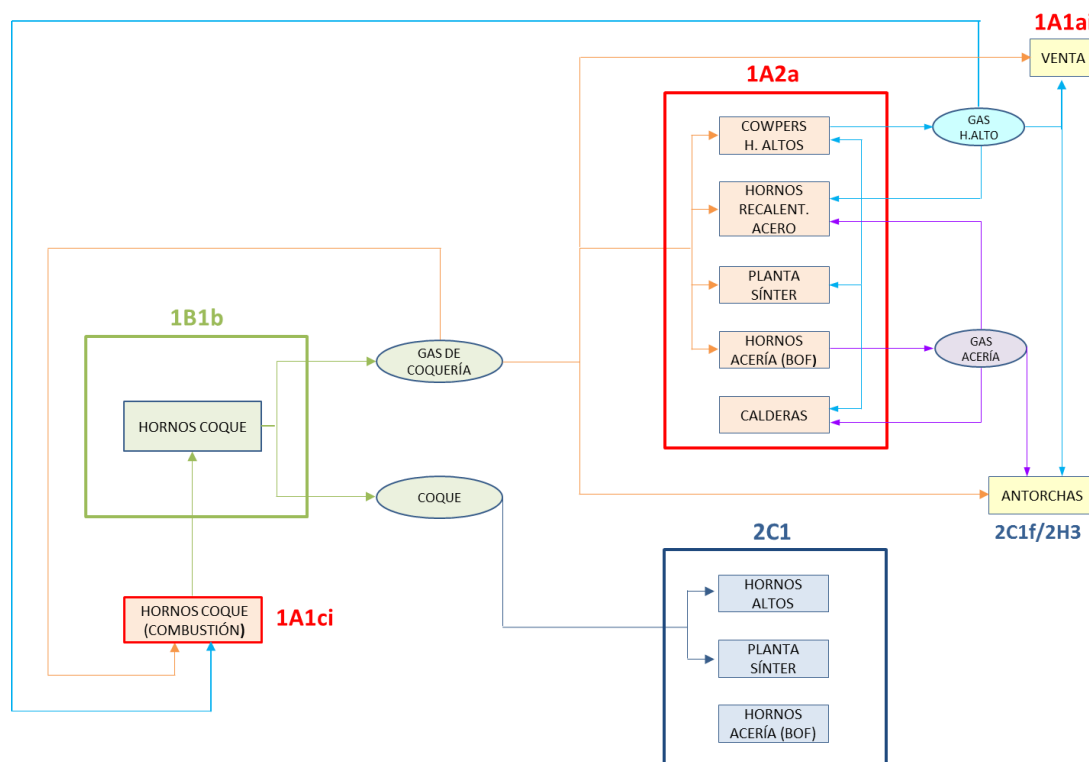


Figura 4.15.1. Esquema de las actividades de siderurgia integral y ubicación de sus emisiones

En el año 1990, existían en España tres plantas siderúrgicas integrales. Cada una de estas plantas disponía de hornos de sinterización, hornos altos y acerías de oxígeno básico, siendo la producción de acero en dichas plantas, para ese año, el 44 % del total nacional (el 56 % restante correspondía a acerías eléctricas, dado que en España no existen hornos de solera). En el año 2021, sólo quedan dos de las citadas plantas integrales, careciendo una de ellas de las instalaciones de sinterización y horno alto. El arrabio necesario para la fabricación del acero se lo suministra la otra planta integral, perteneciente a la misma empresa y próxima en su ubicación geográfica. La producción de acero al oxígeno en las citadas plantas integrales en el año 2020 supone aproximadamente el 32 % de la producción total y la producción de acero en hornos eléctricos el 68 % restante.

En la siguiente tabla se muestran las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel de actividad en CO₂ equivalente.

Tabla 4.15.1. Emisiones CO₂-eq por categoría y gas de la producción de hierro y acero

Categoría/Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
2C1a Producción de acero (CO ₂)	1.044,69	1.174,95	985,27	774,88	666,93	532,16	654,49
2C1b Arrabio (CO ₂)	246,00	453,31	461,81	336,19	346,18	400,33	620,47
2C1d Sínter (CH ₄)	31,04	23,99	21,94	24,17	22,23	13,48	20,91
2C1d Sínter (CO ₂)	537,63	333,84	348,13	224,00	206,03	124,92	193,71
2C1f Otros procesos* (CH ₄)	0,08	0,03	0,05	0,19	0,03	0,07	0,07
2C1f Otros procesos* (CO ₂)	672,41	122,60	322,48	1539,29	205,70	288,16	395,88
2H3 Otros procesos* (N ₂ O)	0,07	0,03	0,04	0,18	0,03	0,07	0,07

* Esta categoría incluye las emisiones de la quema de gases en antorchas sin aprovechamiento energético

En la tabla a continuación, se complementa la información anterior, expresando el agregado de las emisiones en términos absolutos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan la variación temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector IPPU.

Tabla 4.15.2. Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios de la producción de hierro y acero (2C1)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)¹⁹	2.531,9	2.108,8	2.139,7	2.898,9	1.447,1	1.359,2	1.885,6
Variación % vs. 1990	100,0 %	83,3 %	84,5 %	114,5 %	57,2 %	53,7 %	74,5 %
2C1 / INV (CO ₂ -eq)	0,9 %	0,5 %	0,6 %	0,9 %	0,5 %	0,5 %	0,7 %
2C1 / IPPU (CO ₂ -eq)	9,1 %	4,9 %	5,5 %	9,6 %	5,7 %	5,9 %	7,8 %

Entre los años 2014 y 2016 se produce un ascenso importante en las emisiones de CO₂-eq. Este incremento se debe fundamentalmente al mayor consumo en antorchas de gas de horno alto en una de las plantas siderúrgicas integrales, consecuencia a su vez de la parada de sus baterías de coque, que reaprovechaban para su calentamiento este gas producido en el horno alto, y cuyas emisiones se reportan bajo las categorías 2C1f para CH₄ y CO₂ y 2H3 para el N₂O, como se comentó anteriormente. A partir de 2017, sin embargo, se produce un marcado descenso del CO₂-eq, debido a que el excedente de gas de horno alto se destina a la venta para la producción de electricidad fuera de la planta de siderurgia integral. En el año 2020, la crisis causada por la pandemia de COVID-19 provocó una reducción en la producciones del sector, observándose un descenso en las emisiones de CO₂-eq. En 2021, sin embargo, se recuperan los valores de producción previos a la pandemia, con un consecuente aumento de las emisiones.

4.15.2 Metodología

La estimación de las emisiones de CO₂ en esta categoría (fabricación de sinter, arrabio y acero) se ha realizado utilizando el método de nivel 2 de la Guía IPCC 2006 (siguiendo el árbol de decisión de la figura 4.7, capítulo 4, volumen 3), según el cual se realiza un balance de carbono a través del proceso de producción, evitándose de esta manera la contabilidad por partida doble de las emisiones. La elección de este método ha sido posible al disponer de balances de masa de carbono en las materias de entrada y salida correspondientes para cada uno de los procesos encuadrados dentro de esta categoría, con distinción entre las tecnologías utilizadas en la fabricación de acero (acerías eléctricas vs. acerías de oxígeno básico), dadas las diferencias sustanciales en cuanto a la tecnología y las materias primas utilizadas en ambos tipos de plantas.

La estimación de las emisiones de CH₄ y N₂O dentro de esta categoría se ha realizado utilizando el método de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 (cap. 4, vol. 3), excepto para la subcategoría 2C1d, para la que se ha empleado el método de nivel 3 de la Guía IPCC 2006.

Por último, las emisiones de N₂O que figuran en esta categoría corresponden exclusivamente a las producidas en las antorchas.

Como variables de actividad para la estimación de las emisiones se toman las producciones de acero, sinter y arrabio, las cuales se muestran en la tabla que se presenta a continuación²⁰. Para la estimación de las emisiones de las antorchas, las variables de actividad son las cantidades de gases incinerados expresadas en términos de energía (terajulios de poder calorífico inferior, TJ_{PCI}).

Tabla 4.15.3. Producción de acero, sinter y arrabio (cifras en kilotoneladas)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Acero	13.163	17.238	16.218	14.977	13.642	11.077	14.151
Sinter	C	C	C	C	C	C	C
Arrabio	C	C	C	C	C	C	C

C = Confidencial

¹⁹ Se incluyen las emisiones de N₂O de las antorchas reportadas en la aplicación CRF bajo la categoría 2H3 por no ser posible hacerlo en la categoría 2C1f, donde le correspondería.

²⁰ Las producciones de sinter y arrabio no se presentan en la tabla 4.15.3 *Producción de acero, sinter y arrabio*, por ser confidencial esta información, al estar concentrada toda la producción en una única empresa.

Las producciones de sinter, arrabio y acero en hornos de oxígeno básico, así como los combustibles incinerados en las antorchas, han sido facilitadas directamente por cada una de las plantas siderúrgicas integrales (y por las coquerías en el caso de las antorchas ubicadas en dichas plantas). En cuanto a la producción de acero en hornos eléctricos, la información sobre producciones ha sido obtenida para los años 1990-1994 a través del antiguo Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (MINETAD); y para los años 1994-2021 a partir de información facilitada por la asociación empresarial Unión de Empresas Siderúrgicas (UNESID).

Con objeto de completar esta información, se muestra un gráfico del índice de evolución temporal de las producciones consideradas como confidenciales (base 100 año 1990), así como el desglose entre acero en horno de oxígeno básico y de horno eléctrico. En 2021 se recuperan en el sector los valores de producciones previos a la pandemia de COVID-19, que provocó un descenso en las producciones en el año 2020.

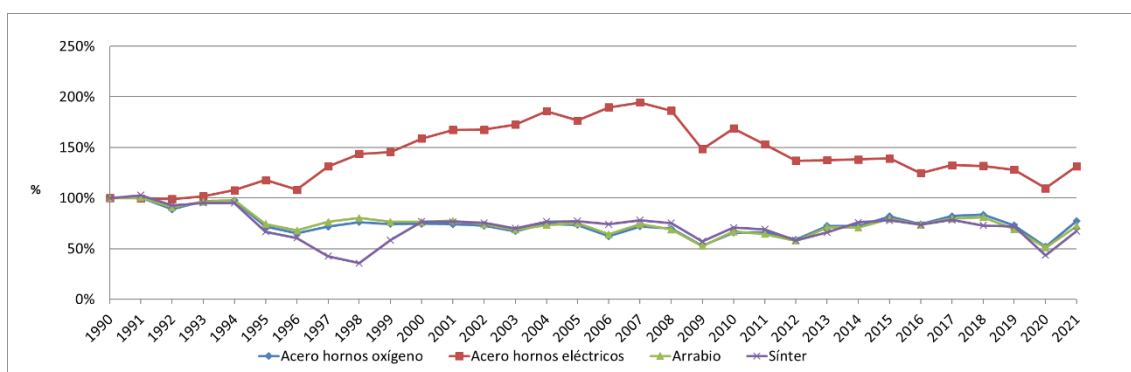


Figura 4.15.2. Índices de evolución temporal de la producciones de acero (hornos de oxígeno básico y hornos eléctricos), arrabio y sinter (base 100 año 1990)

A continuación se detalla, para cada uno de estos procesos, la metodología seguida para estimar las emisiones.

4.15.2.1 Producción de acero en hornos de oxígeno básico (2C1a)

Las emisiones de CO₂ en los hornos de oxígeno básico han sido estimadas utilizando el balance de masa de carbono, descontando la masa de carbono de las entradas y la masa de carbono contenida en los productos inventariados en las salidas (esta masa de carbono diferencial por la ratio 44/12 da la cifra de emisiones estimadas de CO₂ en esta actividad para cada centro).

La información necesaria para realizar el balance de carbono ha sido facilitada vía cuestionario por las dos plantas siderúrgicas integrales existentes en la actualidad a partir del año 2000²¹, mientras que para el periodo 1990-1999, al no disponer de esta información, se han obtenido las emisiones totales de CO₂ en el proceso para cada planta aplicando a las toneladas de acero producidas el factor de emisión medio resultante del periodo 2000-2002.

Por último, para la tercera planta siderúrgica integral existente en el periodo 1990-1994, se han estimado las emisiones de CO₂ aplicando el factor de emisión implícito resultante del balance de carbono en el periodo 2000-2002 de una de las dos factorías que, actualmente, están en funcionamiento con instalaciones similares a las de la planta desaparecida.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Hornos de oxígeno básico de las acerías](#).

²¹ Para los años 2005-2012 la información de ambas plantas ha sido presentada, por lo que respecta al balance de carbono de los distintos procesos realizados, de forma agregada (como una sola planta y sumando los contenidos de carbono de distintos materiales de entrada y salida, sin distinguir por tipo de proceso realizado).

4.15.2.2 Producción de acero en hornos eléctricos (2C1a)

La metodología empleada para calcular las emisiones de CO₂ de proceso en los hornos eléctricos ha sido desarrollada por la asociación UNESID. Se basa en la realización de un balance de masa de carbono entre las entradas y las salidas a dichos hornos, para lo que se dispone de información, por planta, de los consumos (materiales y combustibles) y de su contenido en carbono.

Debe tenerse en consideración la variabilidad existente a lo largo del periodo inventariado en cuanto a los tipos y calidades de los aceros producidos, que determinan los materiales utilizados en el proceso de fabricación, por lo que las ratios de emisión de CO₂ por tonelada de acero producido son muy variables entre plantas y años.

La metodología de UNESID asume que el carbono aportado por algunos compuestos de entrada (chatarra de acero, recarburantes de ajuste final²² y las ferroaleaciones, aleantes, aditivos e inoculantes de baño de baja representatividad (en carbono o en materialidad)) es equivalente al carbono que sale en forma de productos y subproductos de acero, escorias y polvos de acería (materiales representados en color naranja en la figura 4.15.3). De esta forma, las emisiones de CO₂ se derivan del consumo de: arrabio, prerreducidos de hierro, otras chatarras férricas²³, carbones como insumos de proceso, electrodos de grafito, calizas y dolomías, determinadas ferroaleaciones (FeCr, FeNi, FeNiMo, FeMo, FeMn), carburos de silicio y calcio, así como aquellos materiales que no cumplen las condiciones de baja representatividad.

La siguiente figura representa el balance de carbono considerado en las acerías eléctricas:

²² Grafitos y antracitas u otros compuestos de muy elevado carbono, generalmente molido, usados durante la metalurgia secundaria para ajustar en centésimas el contenido en carbono requerido por cada acero. Si se usaran los propios electrodos para dicho ajuste (sumergiéndolos en el baño), entonces si sería contabilizadas sus emisiones.

²³ La chatarra de acero NO incluye chatarras férricas de fundición, arrabio, escarpas de las anteriores, lingotillos de fundición y similares que deben calcular las emisiones que llevan asociadas. Todos estos materiales tienen contenidos carbonos a partir del 2 %.

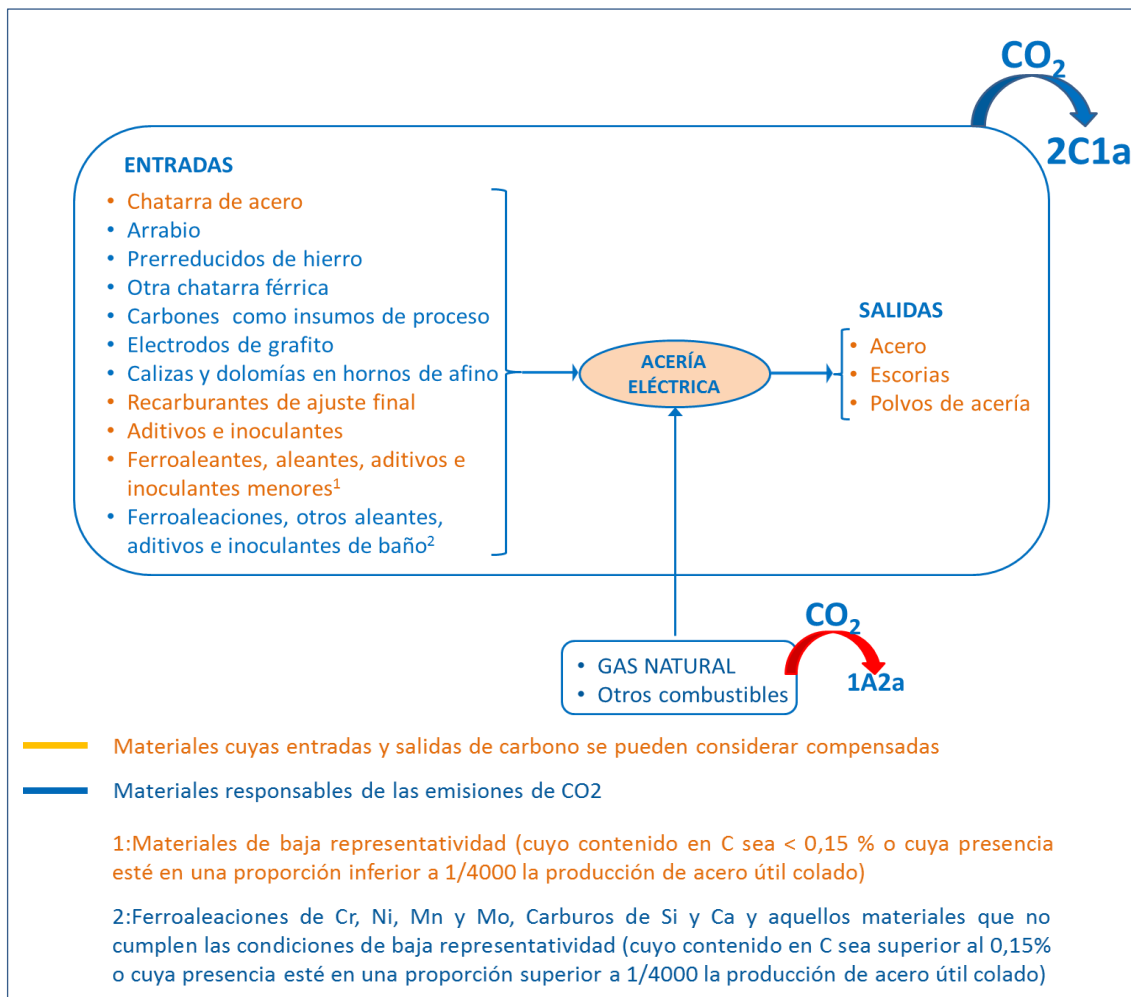


Figura 4.15.3. Balance de carbono considerado actualmente en el Inventario Nacional para las acerías eléctricas (Fuente: UNESID)

Cabe destacar que se dispone de datos por planta desde 2005. Para los años anteriores (1990-2004) se ha aplicado un factor de emisión implícito (FEI) obtenido como media de los datos disponibles. Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Hornos eléctricos de las acerías](#)

4.15.2.3 Producción de arrabio (hornos altos) (2C1b)

Para las coladas de arrabio se han estimado las emisiones de CO₂ utilizando el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas a los hornos altos, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas (esta masa de carbono diferencial elevada por la ratio 44/12 da la cifra de emisiones estimadas de CO₂ en esta actividad).

La información relativa al balance de carbono ha podido realizarse a partir del año 2000²⁴ con la información facilitada por la única planta que realiza este proceso en estos años. Para el periodo 1990-1999, al no disponer de esta información, se han obtenido las emisiones totales de CO₂ en el proceso para cada planta existente en dichos años aplicando a las toneladas de arrabio producidas el factor de emisión medio resultante del periodo 2000-2002.

²⁴ Para los años 2005-2012 la información de ambas plantas ha sido presentada, por lo que respecta al balance de carbono de los distintos procesos realizados, de forma agregada (como una sola planta y sumando los contenidos de carbono de distintos materiales de entrada y salida, sin distinguir por tipo de proceso realizado).

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Carga de hornos altos y coladas de arrabio](#)

4.15.2.4 Producción de sinter (2C1d)

Para estimar las emisiones totales de CO₂ en la fabricación de sinter se ha utilizado el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas al proceso de sinterización, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las materias entrantes la masa de carbono de los productos inventariados en las salidas, obteniéndose una emisión de CO₂ como la masa de este carbono diferencial elevada por la ratio 44/12. De estas emisiones totales, se descuentan las imputables al consumo de combustibles (combustión) en los hornos de sinterización, imputándose a esta categoría 2C1 las emisiones restantes, evitando de esta manera la doble contabilización de emisiones.

Este balance de carbono se ha podido realizar a partir del año 2000 con información facilitada por la única planta que produce sinter en estos años²⁵. Para el periodo 1990-1999, al no disponer de esta información, se han obtenido las emisiones totales de CO₂, en el proceso para cada planta, aplicando a las toneladas de sinter producidas el factor de emisión medio resultante del periodo 2000-2002, y descontando en cada planta las emisiones correspondientes a los consumos de combustibles (combustión).

Para calcular las emisiones de CH₄, se emplea un método nivel 3 de la Guía IPCC 2006, ya que se dispone de emisiones medidas en la única planta que actualmente realiza esta actividad.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Plantas de sinterización \(emisiones de proceso\)](#)

4.15.2.5 Antorchas (2C1f)

Las antorchas en las plantas siderúrgicas integrales constituyen un tipo de proceso diferenciado. Su objetivo principal es el control de los posibles desequilibrios entre los flujos de entradas/salidas de las principales unidades de producción, esencialmente hornos altos y hornos de producción de acero.

En cuanto a las coquerías, la finalidad de las antorchas es la quema del gas de coquería en el caso de eventuales averías en el circuito de dicho gas.

La información de los gases quemados en antorchas (volumen y composición) se recibe a través de cuestionarios individualizados facilitados por las propias plantas, las cuales obtienen dicha información mediante una combinación de mediciones y balances de masas.

Para la estimación de las emisiones de CO₂ de las antorchas de las plantas siderúrgicas integrales y en las coquerías, se da preferencia al procedimiento de cálculo que parte del contenido de carbono de cada gas incinerado, y se complementa el cálculo estequiométrico elevado a masa de CO₂ con la inclusión de los factores de oxidación. En aquellos casos en los que no se ha podido disponer de los datos necesarios para aplicar este algoritmo se han utilizado factores de emisión por defecto a partir de características estándar de los combustibles.

En cuanto a las emisiones de CH₄ y N₂O²⁶, se emplean los factores de emisión por defecto de la Guía IPCC 2006 sobre la variable de actividad energía (GJ) en términos de PCI de cada uno de los gases incinerados.

²⁵ Para los años 2005-2020 la información de ambas plantas ha sido presentada, por lo que respecta al balance de carbono de los distintos procesos realizados, de forma agregada (como una sola planta y sumando los contenidos de carbono de distintos materiales de entrada y salida, sin distinguir por tipo de proceso realizado).

²⁶ Se incluyen las emisiones de N₂O de las antorchas reportadas en la aplicación CRF bajo la categoría 2H3 por no ser posible hacerlo en la categoría 2C1f, donde le correspondería. Ver nota al pie número 18.

Tabla 4.15.4. Antorchas en siderurgia y en coquerías. Factores de emisión

	CO ₂ (t/TJ)	CH ₄ (kg/TJ)	N ₂ O (kg/TJ)
G.L.P.	63,4-65,7 ⁽¹⁾	1	0,1
Gas de coquería	41,5-65 ⁽¹⁾	1	0,1
Gas de horno alto	259,7-287,3 ⁽¹⁾	1	0,1
Gas de acería	183,1-205,3 ⁽¹⁾	1	0,1
Gas natural	56,1	1	0,1

Fuente: Guía IPCC 2006, vol. 2, cap. 2, tabla 2.3.

⁽¹⁾ El rango de factores de CO₂ indicado se ha obtenido por balance de masas a partir de las características facilitadas de los combustibles en cuestión en el periodo inventariado.

Siguiendo las recomendaciones de la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017²⁷ (I.17 e I.25) y con el objetivo de ofrecer la mayor transparencia posible en esta categoría, se muestra, a continuación, una tabla que ofrece una comparativa entre los contenidos en carbono de los principales materiales que participan en los procesos de la siderurgia y los valores por defecto que para estos mismos materiales proporciona la “Mejora 2019 de la Guía IPCC 2006”²⁸. Nótese que en esta mejora de la Guía, el contenido en carbono de los electrodos se ha actualizado, aproximándose considerablemente al valor que se venía manejando en el Inventario.

Tabla 4.15.5. Comparativa contenidos en C entre el Inventario Nacional y la Mejora 2019 de la Guía IPCC 2006 de los principales materiales implicados en la Producción de hierro y acero (2C1)

	Inventario (kgC/kg)	Mejora 2019 de la Guía IPCC 2006 (kgC/kg)
Coque ⁽¹⁾	0,87	0,83
Gas de coquería ⁽¹⁾	0,47	0,47
Gas de horno alto ⁽¹⁾	0,17	0,17
Gas de acería ⁽¹⁾	0,32	0,35
Direct Reduced Iron (DRI) ⁽²⁾	0,02	0,02
Hot Briquetted Iron (HBI) ⁽²⁾	0,015	0,02
Coque de petróleo ⁽²⁾	0,87	0,87
Chatarra férrea ⁽²⁾	0,04	0,04
Arrabio comprado ⁽²⁾	0,04	0,04
Electrodos ⁽²⁾	0,98	1,00

Fuente: Mejora 2019 de la Guía IPCC 2006, vol. 3, cap. 4, tabla 4.3.

⁽¹⁾ Materiales empleados en siderurgia integral.

⁽²⁾ Materiales empleados en acerías eléctricas.

Los valores de los contenidos en carbono referentes al Inventario Nacional se han obtenido:

Para los materiales implicados en siderurgia integral: realizando la media aritmética, para cada uno de los productos considerados, de toda la serie temporal (1990-2021), excepto para el coque, del que solamente se tiene información disponible para la serie (2008-2021).

Para los materiales implicados en las acerías eléctricas: realizando la media aritmética, para cada uno de los productos considerados, de la serie temporal (2005-2021).

²⁷ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>

²⁸ Mejora 2019 de Guía IPCC 2006 puede consultarse en: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>

4.15.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Tabla 4.15.6. Incertidumbres de la categoría Producción de hierro y acero (2C1)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	5	4,9	<u>Variable de actividad</u> : se sitúa en un 5 %, al tratarse de información directa de plantas o de la asociación sectorial UNESID <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre obtenida a partir de los límites superior e inferior del intervalo de confianza del 95 % establecido por la Guía IPCC 2006 en la tabla 4.4, capítulo 4, volumen 3
CH ₄	5	4,9	<u>Variable de actividad</u> : se sitúa en un 5 %, al tratarse de información directa de plantas o de la asociación sectorial UNESID. <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre obtenida a partir de los límites superior e inferior del intervalo de confianza del 95 % establecido por la Guía IPCC 2006 en la tabla 4.4, capítulo 4, volumen 3.
N ₂ O	5	275	<u>Variable de actividad</u> : se sitúa en un 5 %, al tratarse de información directa de plantas o de la asociación sectorial UNESID. <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre obtenida a partir de los límites superior e inferior del intervalo de confianza del 95 % establecido por la Guía IPCC 2006 en la tabla 4.4, capítulo 4, volumen 3.

Relacionando la incertidumbre con la coherencia temporal, debe mencionarse que el grado de incertidumbre de la información se considera mayor en el periodo 1990-1999, por la dificultad de recopilar retrospectivamente los datos relativos a estos años. Adicionalmente, y para el caso particular de las acerías eléctricas, debe tenerse en consideración la variabilidad existente a lo largo del periodo inventariado en cuanto a los tipos y calidades de los aceros producidos, cuyas características determinan las de los materiales utilizados en el proceso de fabricación, por lo que las ratios de emisión de CO₂ por tonelada de acero producido son variables entre plantas y años.

4.15.4 Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en esta categoría debe destacarse el seguimiento que se realiza del margen de oscilación interanual del contenido de carbono emitido como CO₂ con respecto al carbono de entradas y salidas. Ante la presencia eventual de valores atípicos en un año se investiga, con las plantas del sector o con la propia asociación, las causas de su aparición y sus posibles justificaciones, efectuando en su caso las correcciones oportunas.

4.15.5 Realización de nuevos cálculos

En el periodo 2017-2020 se han actualizado los factores de emisión de CO₂ de algunas acerías eléctricas que han proporcionado datos corregidos. En las figuras que siguen, se muestra el efecto de los nuevos cálculos (emisiones calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report)²⁹.

https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

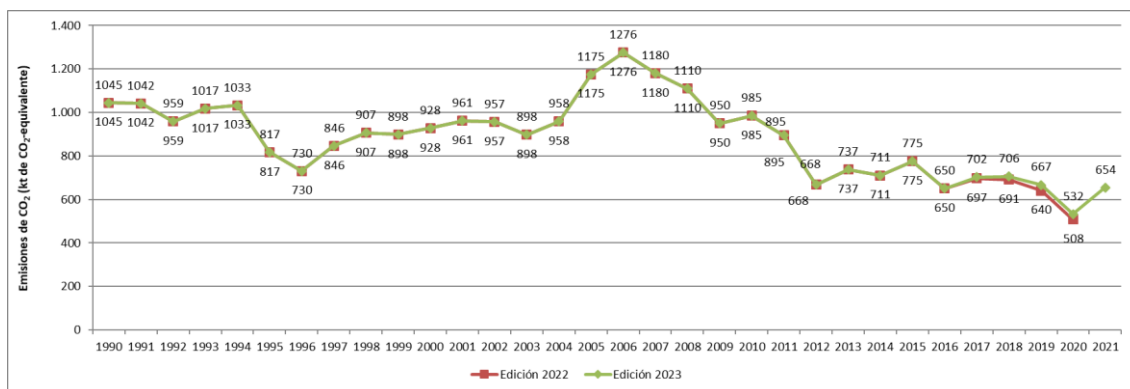


Figura 4.15.4. Emisiones de CO₂-eq en producción de hierro y acero (2C1). Edición 2023 vs. edición 2022

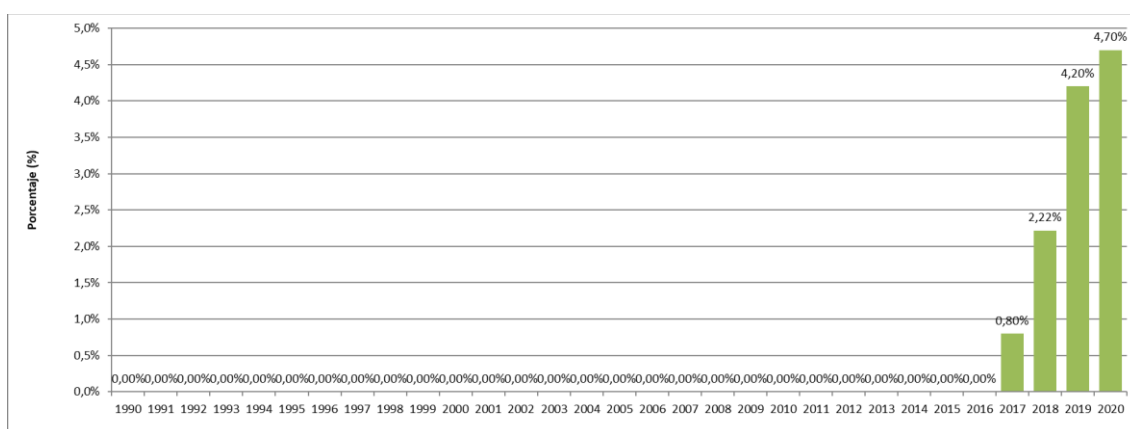


Figura 4.15.5. Diferencia porcentual de emisiones de CO₂-eq (2C1). Edición 2023 vs. edición 2022

4.15.6 Planes de mejora

No se prevén acciones de mejora en esta actividad.

4.16 Producción de ferroaleaciones (2C2)

Esta categoría no es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3.

La estimación de las emisiones de CO₂ se ha realizado utilizando el método de nivel 2 de la Guía IPCC 2006 (siguiendo el árbol de decisión de la figura 4.9, capítulo 4, volumen 3) según el cual se realiza un balance de carbono a través del proceso de producción. Para ello se ha dispuesto, para el periodo 2005-2021, de balances de masa de carbono entre las entradas y salidas a cada uno de los procesos, computando el carbono diferencial que quedaría tras descontar de la masa de carbono de las entradas la masa de carbono de los productos inventariados en la salida (esta masa de carbono diferencial por el ratio 44/12 desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO₂ en esta actividad). Se pueden distinguir en dichos balances entre las emisiones de CO₂ de origen fósil y las de origen biogénico. La información relativa a estos balances ha sido facilitada vía cuestionario por las propias plantas para cada uno de los procesos de fabricación de ferroaleaciones realizados, dada la variabilidad de las materias primas utilizadas y de los productos obtenidos. Para el periodo 1990-2005, en el que no se ha podido disponer de dichos balances, se han obtenido factores de emisión específicos para cada planta y producto mediante procedimientos de extrapolación a partir de la información de los balances de carbono del año 2005.

Siguiendo las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2019³⁰ (19) y con el objetivo de explicar la tendencia de emisiones de CO₂ en esta categoría de la forma más transparente posible, se presenta en la figura 4.16.1 la evolución de las emisiones de CO₂ con respecto a la producción del conjunto de ferroaleaciones, observándose una estrecha correspondencia entre ambas.

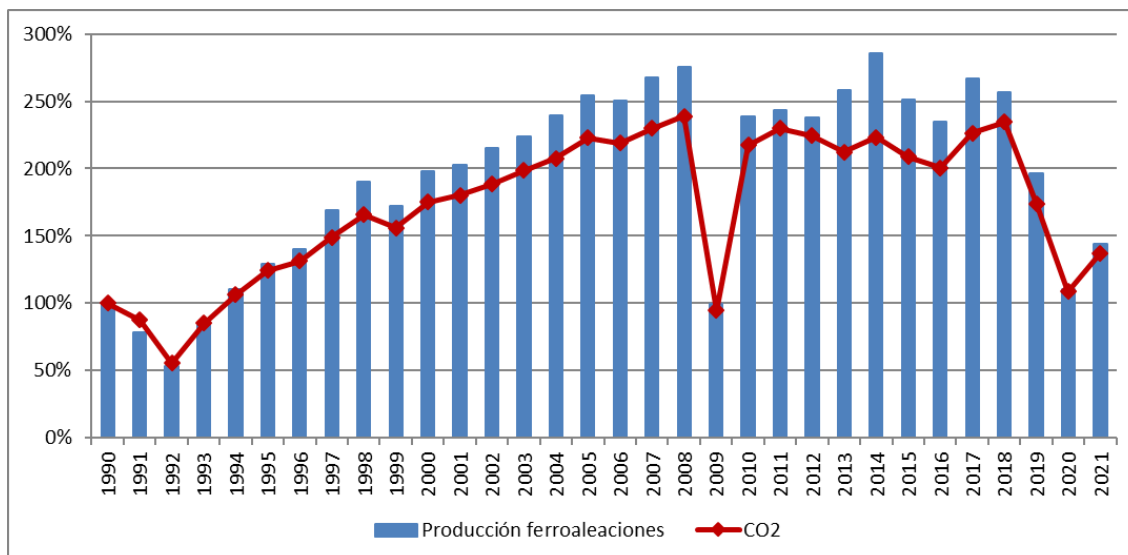


Figura 4.16.1. Índices de evolución temporal de las producciones de ferroaleaciones y sus emisiones de CO₂ (base 100 año 1990)

Cabe destacar que la producción del conjunto de ferroaleaciones experimenta un fuerte crecimiento en el periodo 1992-2008, coincidiendo con el auge económico e industrial del país. Desglosando la información por tipo de ferroaleación (figura 4.16.2), se observa que el ferromanganeso es el que experimenta un crecimiento más acusado. En 2009, sin embargo, en el contexto de la crisis económica, se produce un fuerte descenso en las producciones debido a la paralización de dos de las factorías más importantes. En 2010, dichas plantas retoman su actividad habitual, recuperándose en consecuencia los niveles de producción previos. A partir de 2019, se produce un nuevo descenso, que se agudiza en 2020; la causa principal es la crisis que atraviesan las empresas electrointensivas por el aumento del precio de la energía, a la que se suman el incremento de coste de las materias primas y los efectos provocados por la pandemia de COVID-19. En 2021, se aprecia una leve recuperación en la producción que va ligada a la mejoría de la crisis pandémica.

³⁰ El informe final de revisión puede consultarse en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2019_ESP.pdf

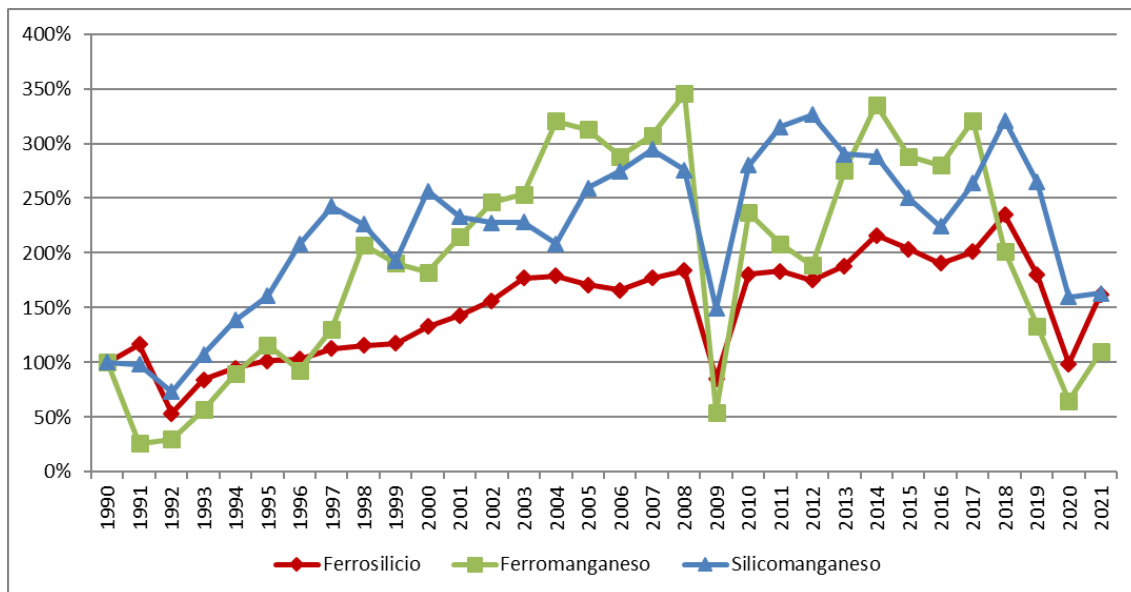


Figura 4.16.2. Índices de evolución temporal de producciones por tipo de de ferroaleación (base 100 año 1990)

Analizando la categoría según la evolución del factor de emisión implícito de CO₂ para el conjunto de ferroaleaciones, se observa un descenso gradual en la serie (figura 4.16.3) hasta el año 2014. Esto se debe a que, entre las ferroaleaciones, las de ferromanganeso son las que tienen el menor factor de emisión implícito. Teniendo en cuenta que su producción es a su vez la que más aumenta durante dicho periodo, el resultado es un descenso del factor de emisión implícito global. Sin embargo, esta tendencia se invierte a partir de 2015, momento en el que la producción de ferromanganeso comienza a disminuir, provocando un aumento del factor de emisión para el conjunto de las ferroaleaciones que se mantiene hasta 2018, cuando la reducción en la producción de ferrosilicio conlleva un nuevo descenso. A partir de 2019, la evolución del factor de emisión implícito global sigue una tendencia paralela a la de los factores de emisión implícitos de cada ferroaleación individual.

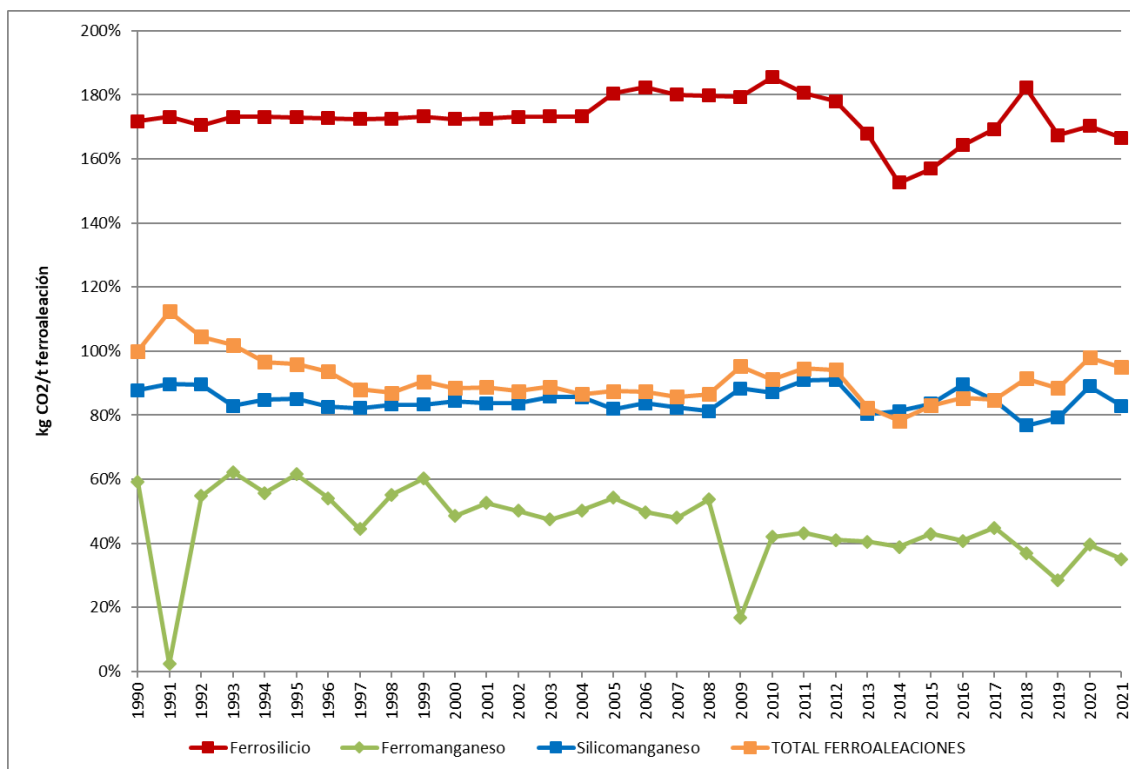


Figura 4.16.3. Índices de evolución temporal de los factores de emisión implícitos de CO₂ por tipo de ferroaleación (base 100 FEI ferrosilicio)

Adicionalmente, hay que tener en cuenta que las fluctuaciones en los factores de emisión implícitos de cada ferroaleación se ven influidas por el origen del carbono empleado, ya que si este es de origen biogénico (madera, por ejemplo) sus emisiones no son contabilizadas.

Dentro de esta categoría también se producen emisiones de CH₄, derivadas de la producción de ferrosilicio. Para su estimación se aplica una metodología de nivel 2 de la Guía IPCC 2006 (volumen 3, capítulo 4, tabla 4.8, FeSi 75) teniendo en cuenta, a la hora de seleccionar el factor de emisión, que la carga se produce por lotes.

4.17 Producción de aluminio (2C3)

4.17.1 Descripción de la actividad

Esta categoría es clave en relación con la tendencia de los perfluorocarburos (PFCs), según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3 e incluye las emisiones relativas a los procesos de fabricación de aluminio primario mediante electrólisis.

No se recogen en esta categoría las emisiones correspondientes a los procesos de combustión con aprovechamiento energético asociados a las fabricación de aluminio primario ni secundario, que se incluyen en la categoría 1A2 (sector Energía, capítulo 3 del presente informe)

La información sobre variables de actividad y parámetros del algoritmo de estimación de las emisiones se ha obtenido mediante cuestionario individualizado a cada una de las tres plantas productoras. De las tecnologías de fabricación mencionadas en el apartado 4.4.2 de la Guía IPCC 2006, dos de las plantas utilizan el sistema de ánodos Söderberg con agujas verticales, mientras que la tercera utiliza el sistema de ánodos precocidos (tanto de picado central como de picado lateral). Cabe destacar que desde el año 2020, sólo tiene producción la planta con el sistema de ánodos precocidos de picado central.

En la siguiente tabla se muestran las emisiones de CO₂ y PFC para esta categoría.

Tabla 4.17.1. Emisiones de gases de la producción de aluminio (2C3)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO ₂ (kt)	610,3	661,7	617,8	596,9	392,6	354,2	334,1
CF ₄ (t)	140,0	25,6	12,7	10,2	4,7	2,7	3,6
C ₂ F ₆ (t)	10,6	1,7	0,8	0,9	0,5	0,3	0,4

En la tabla 4.17.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO₂-eq. Asimismo, se presentan la variación temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector IPPU.

Tabla 4.17.2. Emisiones de CO₂-eq: valores absolutos, índices y ratios de la producción de aluminio (2C3)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	1.656,6	850,4	711,6	674,3	429,3	376,3	362,4
Variación % vs. 1990	100,0 %	51,3 %	43,0 %	40,7 %	25,9 %	22,7 %	21,9 %
2C3 / INV (CO ₂ -eq)	0,6 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %
2C3 / IPPU (CO ₂ -eq)	5,9 %	2,0 %	1,8 %	2,2 %	1,7 %	1,6 %	1,5 %

Se observa que en los años 2020 y 2021, se produce un fuerte descenso en las emisiones de CO₂ y PFC. A este respecto cabe destacar que, de las tres plantas productoras de aluminio primario que existen en España y que pertenecen a una única empresa, dos de ellas reducen de forma drástica su producción en 2019 hasta interrumpirla completamente en 2020. Se debe tener en cuenta además, que la única planta que ha estado funcionando con normalidad es la que dispone de la tecnología más avanzada, con un “número de minutos de efecto ánodo” (variable responsable de las emisiones de C₂F₆ y CF₄) menor, lo que explica que el descenso en las emisiones de PFCs sea más acusado que en el caso del CO₂.

4.17.2 Metodología

Para el cálculo de las emisiones de PFCs se emplea el método de nivel 2 referido en la Guía IPCC 2006 en el apartado 4.4.2.3 (ecuación 4.26). El desglose de fuentes de información de los diferentes componentes de la fórmula anterior se especifica a continuación:

- Coeficientes de pendiente: se emplean los propuestos por la Guía IPCC 2006 (apartado 4.4.2.4, tabla 4.16) en función de la tecnología empleada por cada planta productora, información que es suministrada a través de un cuestionario individualizado.
- Minutos de efecto ánodos y producción de aluminio: es proporcionada por las propias plantas productoras a través de cuestionario individualizado con desglose por tecnología.

En lo que respecta a la estimación de las emisiones de CO₂, se ha utilizado un método híbrido nivel 2/3 según lo propuesto por la Guía IPCC 2006 en el apartado 4.4.2.1 (ecuaciones 4.21, 4.22, 4.23 y 4.24), diferenciando por la tecnología de fabricación empleada (ánodos precocidos o celdas Söderberg). Esta metodología utiliza procedimientos de estimación basados en balance de masas, los cuales asumen que el contenido de carbono del consumo neto de ánodos o de pasta Söderberg se emite en última instancia como CO₂.

A continuación, se detallan los métodos de estimación de CO₂ empleados, dependiendo de la tecnología empleada en las fábricas españolas:

- Ánodos precocidos: las fuentes de emisión de CO₂ en la producción de aluminio mediante ánodos precocidos son, por un lado, la propia cocción de los ánodos en el horno (ecuación 4.21), y por otro, el consumo del ánodo durante la electrolisis. En lo que respecta a los hornos de precocido, existen a su vez dos fuentes de emisiones de CO₂ asociadas: la combustión de materias volátiles liberadas durante la operación de cocido (ecuación 4.22),

y la combustión del material de empaquetamiento (coque) en el horno de precocido (ecuación 4.23).

- **Celdas Söderberg:** el empleo de esta tecnología implica emisiones de CO₂ exclusivamente, debido al consumo de pasta de ánodos en la electrolisis para la obtención del aluminio (ecuación 4.24).

Al igual que para el cálculo de las emisiones de PFCs, los valores de los parámetros incluidos en las fórmulas anteriores han sido suministrados mediante cuestionario por las propias plantas productoras, diferenciados por tipo de tecnología empleada. Para el proceso de ánodos precocidos ha podido disponerse solamente de los valores de los parámetros correspondientes a partir del año 2003 (salvo alguna excepción), habiéndose asumido los valores del año 2003 para el periodo 1990-2002.

Pese a que la mayor parte de los parámetros suministrados son datos específicos de las plantas productoras (nivel 3), alguno se trata de valores por defecto correspondientes al nivel 2 incluidos en las tablas 4.11 a 4.14 de la Guía IPCC 2006. De ahí que se haya decidido establecer el nivel metodológico en un híbrido nivel 2/3 como opción más conservadora.

Siguiendo las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2019³¹ (I.17) y con el objetivo de ofrecer la mayor transparencia posible en esta categoría, se presenta a continuación un gráfico que muestra la evolución temporal tanto de la producción de aluminio como de sus emisiones de CO₂ y de PFCs (C₂F₆ y CF₄):

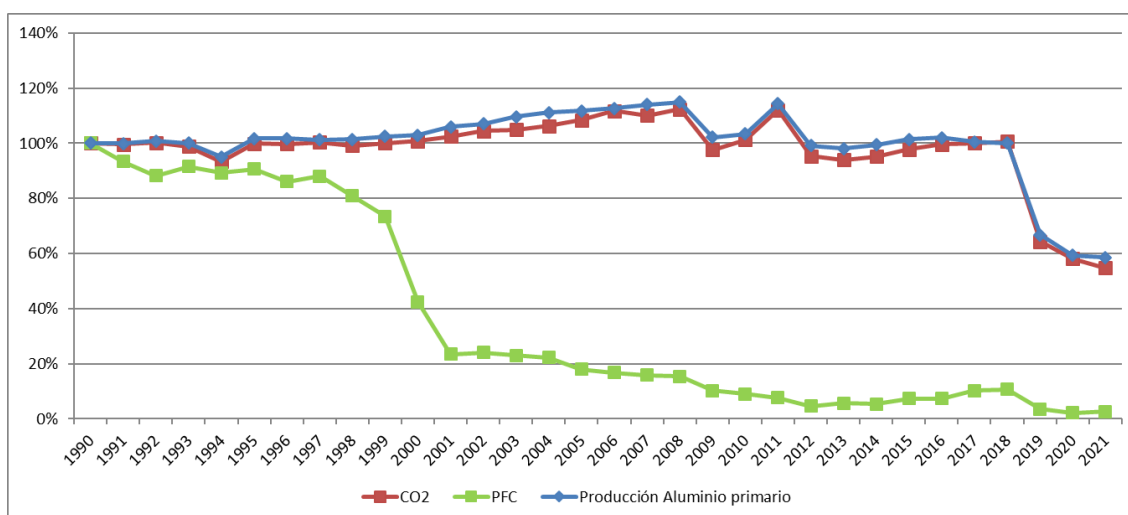


Figura 4.17.1. Índice de evolución temporal de la producción de aluminio y de sus respectivas emisiones de CO₂ y PFCs (C₂F₆ y CF₄) (base 100 año 1990)

Como se comentó en el apartado 4.17.1, en España existen tres plantas productoras de aluminio primario pertenecientes a una única empresa. Dicha empresa ha realizado importantes inversiones para optimizar los procesos y disminuir sus emisiones. Así, en el año 2001, reemplazó en una de sus plantas la serie de ánodos precocidos de picado lateral por una serie de ánodos precocidos de picado central, con un número de minutos de efecto ánodo por cuba y día (parámetro AEM de la ecuación 4.26) bastante inferior, lo que supuso un fuerte descenso de las emisiones de C₂F₆ y CF₄ con respecto a los años anteriores. En la misma línea, en el año 2008, la compañía firmó un acuerdo voluntario³² con el Ministerio de Medio Ambiente comprometiéndose a reducir las emisiones de gases fluorados en sus instalaciones, con el fin de contribuir a la consecución de los objetivos en materia de cambio climático adquiridos por España

³¹ El informe final de revisión puede consultarse en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2019_ESP.pdf

³² El acuerdo puede consultarse en: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2008-4325

tras la ratificación del Protocolo de Kioto. Cabe destacar asimismo que, desde el año 2020, sólo tiene producción la planta con el sistema de ánodos precocidos de picado central.

En cuanto a la evolución temporal de la ratio que se obtiene entre las emisiones de C_2F_6 y las de CF_4 ³³, las fluctuaciones interanuales que se observan están motivadas por las variaciones en las contribución relativa de cada tipo de proceso a la producción total, dado que los ratios C_2F_6/CF_4 de la variable *pendiente* difieren entre procesos (como se desprende de la observación de la tabla 4.16 de la Guía IPCC 2006, volumen 3, capítulo 4, sobre coeficientes de pendientes).

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Fabricación de aluminio \(emisiones de proceso\)](#)

4.17.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Tabla 4.17.3. Incertidumbres de la categoría Producción de aluminio (2C3)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CO ₂	2	5	<u>Variable de actividad</u> : se sitúa en un 2 %, al tratarse de información directa de plantas con desglose por tecnología utilizada <u>Factor de emisión</u> : se sitúa en el 5 %
PFC	1	9	<u>Variable de actividad</u> : se sitúa en un 1 %, al tratarse de información directa de plantas <u>Factor de emisión</u> : se sitúa en el 9 %. Estimación deducida al ponderar las incertidumbres que por tecnología y gas aparecen indicadas en la tabla 4.15 de la Guía IPCC 2006

Por lo que respecta a la pauta temporal, la serie se considera coherente al cubrir el conjunto de plantas del sector nacional en el periodo inventariado y provenir la información directamente de las plantas, tanto en lo referente a la variable de actividad como a los valores de los parámetros utilizados en los algoritmos de estimación de las emisiones.

4.17.4 Control de calidad y verificación

Entre las tareas de control de calidad en esta categoría destaca el seguimiento que se realiza de los factores implícitos de CO₂ por tonelada de aluminio producida y su comparación con los rangos de factores de emisión para el método de nivel 1 incluidos en la tabla 4.10, capítulo 4, volumen 3 de la Guía IPCC 2006. Respecto a las emisiones de PFCs, se analiza la serie de factores de emisión implícitos por tipo de tecnología para comprobar su coherencia.

Ante la presencia eventual de valores atípicos o variaciones bruscas en un año se investigan, con las plantas del sector, las causas de su aparición y sus posibles justificaciones, efectuando en su caso las correcciones oportunas. Asimismo, se realiza la comparación de las estimaciones realizadas con las emisiones certificadas bajo el comercio de derechos de emisión para este sector.

4.17.5 Realización de nuevos cálculos

No se han llevado a cabo recálculos en esta categoría para la presente edición.

4.17.6 Planes de mejora

No se prevén acciones de mejora en esta actividad.

4.18 Producción de plomo (2C5)

Esta categoría no es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3.

³³ Esta cuestión fue planteada por el equipo revisor de la UNFCCC que efectuó la revisión en el país (*in-country review*) realizada (17-22 de octubre de 2011).

En la industria secundaria del plomo se procesa una serie de desechos y residuos de plomo para producir lingotes y aleaciones de plomo, pigmentos de plomo y monóxido de plomo para baterías. La chatarra de baterías constituye una proporción alta de los materiales de entrada en este proceso. Previamente, a la fusión de los materiales de entrada es necesario eliminar de ellos algunos de los componentes orgánicos que contienen, especialmente en el caso de las baterías de plomo, proceso que se realiza utilizando diferentes técnicas. Los tipos de hornos utilizados son rotatorios (para materiales que contienen un porcentaje de plomo bajo) o de reverbero (en el caso de materiales con un alto contenido en plomo).

Las emisiones de CO₂ debidas a la producción de plomo se han estimado según un método de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 (siguiendo el árbol de decisión de la figura 4.15, cap. 4, vol. 3).

Con respecto a la variable de actividad, el Inventario Nacional ha venido utilizando en ediciones pasadas la serie de producción de plomo secundario para la estimación de emisiones de la combustión industrial. En concreto, la serie de producción de plomo se utiliza para contrastar la evolución de consumos de combustibles con la producción declarada por el sector. La serie se ha estimado a partir de información facilitada por la Unión de Industrias del Plomo (UNIPLOM) directamente o través de la página web de esta asociación empresarial (<http://www.uniplom.es/>), con la excepción de las cifras correspondientes a los años 2000, 2004, 2006 y 2007 que han sido facilitadas por la Dirección General de Desarrollo Industrial del antiguo MITYC, y de los años 2008-2013, para los que las producciones se han tomado de la publicación *World mineral production*. El dato para el año 2014 ha sido subrogado al del año 2013 al no disponerse de información. Desde 2017 se dispone de información directa de las plantas, recabada mediante cuestionario individualizado. Con respecto al factor de emisión, se ha seleccionado el factor 0,2 toneladas de CO₂/tonelada de producto, proporcionado en la tabla 4.21 de la Guía IPCC 2006.

Asimismo, se estiman las emisiones de CO₂ correspondientes a la producción de plomo primario, que sólo ha tenido lugar en nuestro país en los años 1990 y 1991.

4.19 Producción de cinc (2C6)

Esta categoría no es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3 y contempla las emisiones de proceso de la fabricación de cinc.

En España, existe una empresa que produce cinc primario mediante un proceso electrolítico que, según establece la Guía IPCC 2006, no da lugar a emisiones no energéticas de CO₂. Al tratarse de una única empresa, los datos de la variable de actividad se consideran confidenciales ("C") y las emisiones energéticas de CO₂ de esta planta se reportan en la categoría 1A2.

Asimismo, existe una planta de cinc secundario que sí produce emisiones no energéticas de CO₂. Estas emisiones han sido estimadas utilizando el balance de masa de carbono entre las entradas y salidas a la planta.

La información necesaria para realizar el balance de carbono ha sido facilitada vía cuestionario por la única planta productora de cinc secundario para la serie 2002-2021, mientras que para el periodo 1990-2001, al no disponer de esta información, se han obtenido las emisiones totales de CO₂ en el proceso aplicando a las toneladas de cinc secundario producidas el factor de emisión medio resultante del periodo 2002-2017.

4.20 Otros - Producción de silicio (2C7)

La actividad considerada en esta categoría que da lugar a emisiones de gases de efecto invernadero es la producción de silicio. Esta categoría no es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3.

El silicio se obtiene por reducción del cuarzo con carbón en horno eléctrico. Se utiliza, entre otras aplicaciones, en la fabricación de ferrosilicio y otras aleaciones y en la fabricación de carburo de silicio.

No se muestran cifras de producción al tratarse de una única planta. Se muestra en su lugar el índice de evolución temporal de la producción (base 100 año 1990).

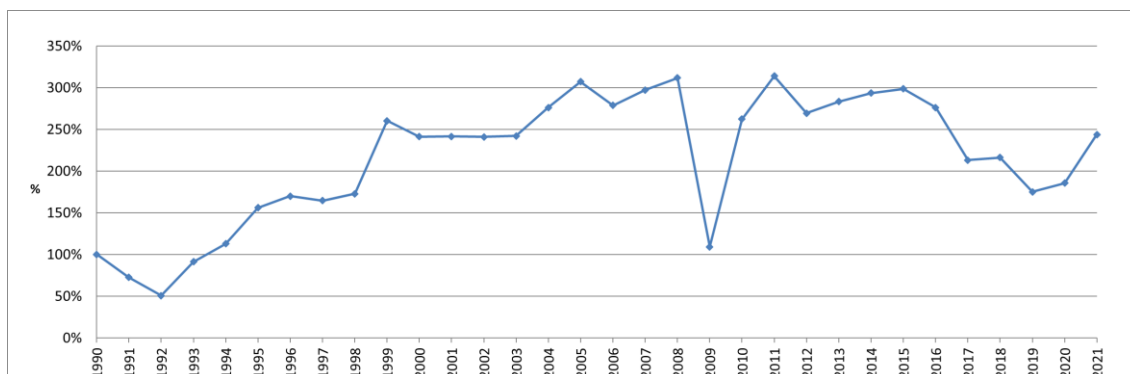


Figura 4.20.1. Índice de evolución temporal de la producción de silicio (base 100 año 1990)

Para realizar la estimación de las emisiones de CO₂ se ha empleado el método de nivel 3 propuesto por la Guía IPCC 2006. Se realiza un balance de masa de carbono entre las entradas y salidas al proceso (esta masa de carbono diferencial por la ratio 44/12 desemboca en la cifra de emisiones estimadas de CO₂ en esta actividad). La información necesaria para realizar el balance de carbono ha sido facilitada vía cuestionario para el periodo 2005-2021 por la única planta fabricante de silicio, habiéndose realizado una extrapolación de dicho balance para los restantes años del periodo inventariado en los que no se disponía de esta información.

A partir de esta información, se tiene acceso al uso no energético de combustibles fósiles como agentes reductores, lo que permite descontar dicho consumo del realizado en el sector energético, evitando así la doble contabilización de las emisiones asociados al uso de dichos combustibles.

En la siguiente figura se representa la evolución temporal del factor de emisión implícito en la producción de silicio metal³⁴ (base 100 año 1990).

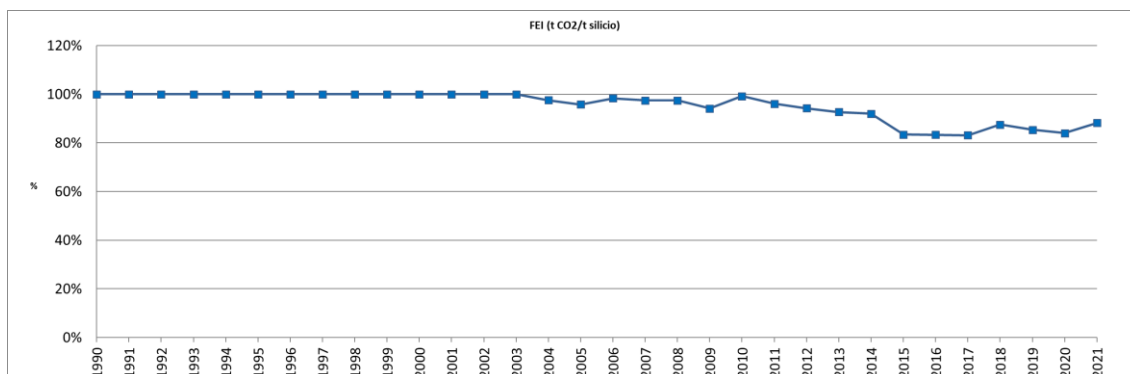


Figura 4.20.2. Evolución temporal del factor de emisión implícito de la producción de silicio metal (base 100 año 1990) (kg CO₂/t silicio)

Seguindo las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2019³⁵ (I18), se incluye a continuación una explicación acerca de la evolución del FEI de CO₂ para esta categoría.

Las emisiones estimadas de CO₂ dependen de diferentes parámetros, como el contenido de carbono o la humedad de las entradas y salidas que intervienen en el proceso, así como de la tasa de agentes reductores biogénicos utilizados (cuyas emisiones de CO₂ no se tienen en

³⁴ El factor de emisión por defecto propuesto por IPCC es de 5 t CO₂/t de silicio metal (tabla 4.5, sección 4.3.2.2, de la Guía IPCC 2006)

³⁵ El informe final de revisión puede consultarse en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2019_ESP.pdf

cuenta). Pequeños cambios en cualquiera de estos parámetros provocan variaciones en el factor de emisión implícito pero los que mayor influencia tienen son:

- El contenido en carbono de los agentes reductores de origen fósil.
- La tasa de agentes reductores biogénicos empleados.
- La tasa de silicio con respecto al total de productos originados en el proceso de producción: Hay que tener en cuenta que, aunque la planta produce otros productos como humo de sílice y silicio de baja ley, se toma como variable de actividad únicamente la producción de silicio.

A continuación, se presentan una serie de gráficos para mostrar la influencia de estas variables en el FEI total. Nótese que la serie comienza en el año 2011 debido a que es el primero para el que se tiene la información de la planta de forma desglosada:

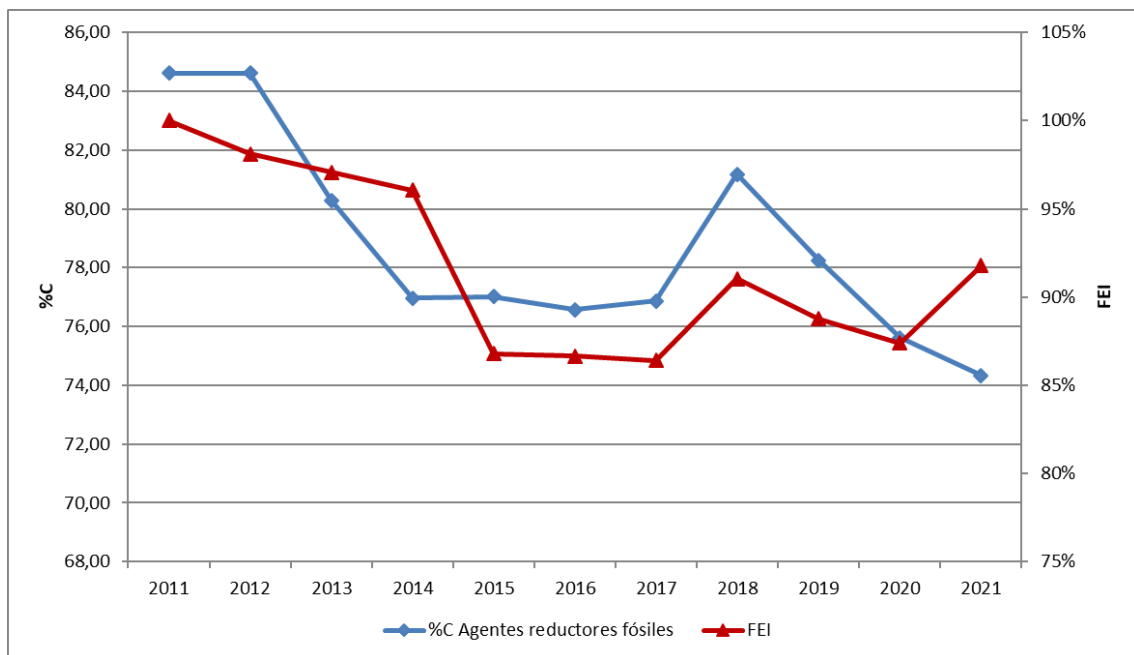


Figura 4.20.3. Evolución temporal del contenido de carbono de los agente reductores fósiles con respecto al FEI

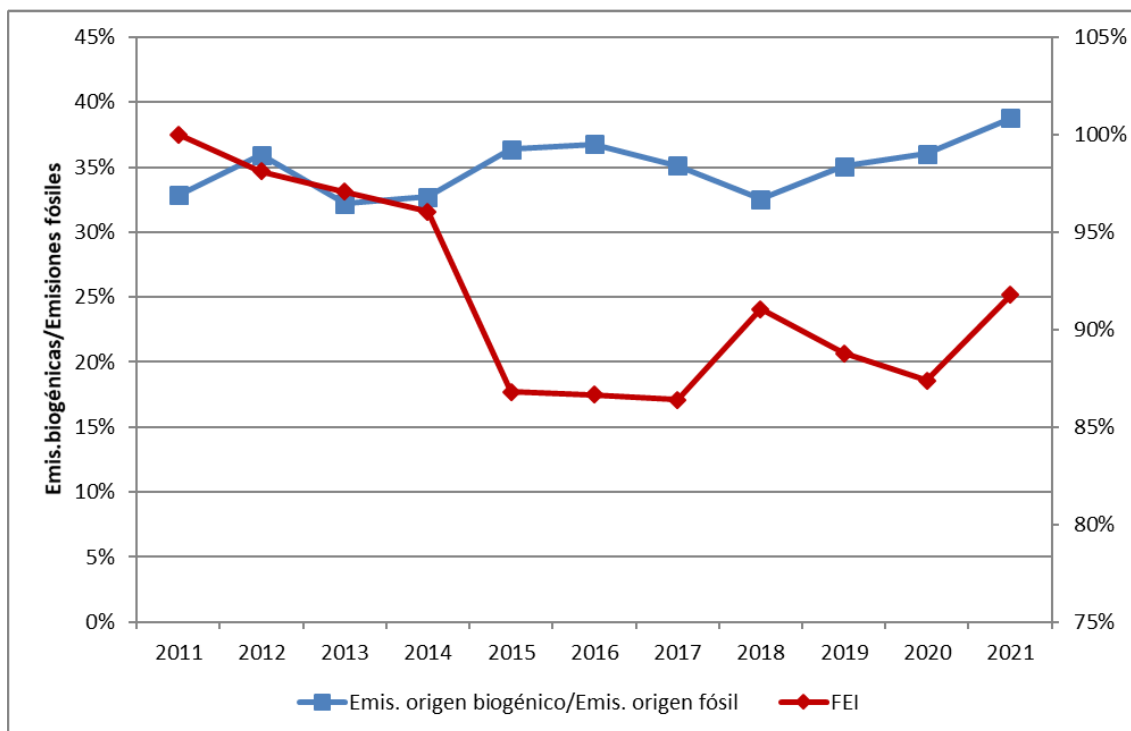


Figura 4.20.4. Evolución temporal de la ratio emisiones de origen biogénico/ emisiones de origen fósil vs. evolución del FEI

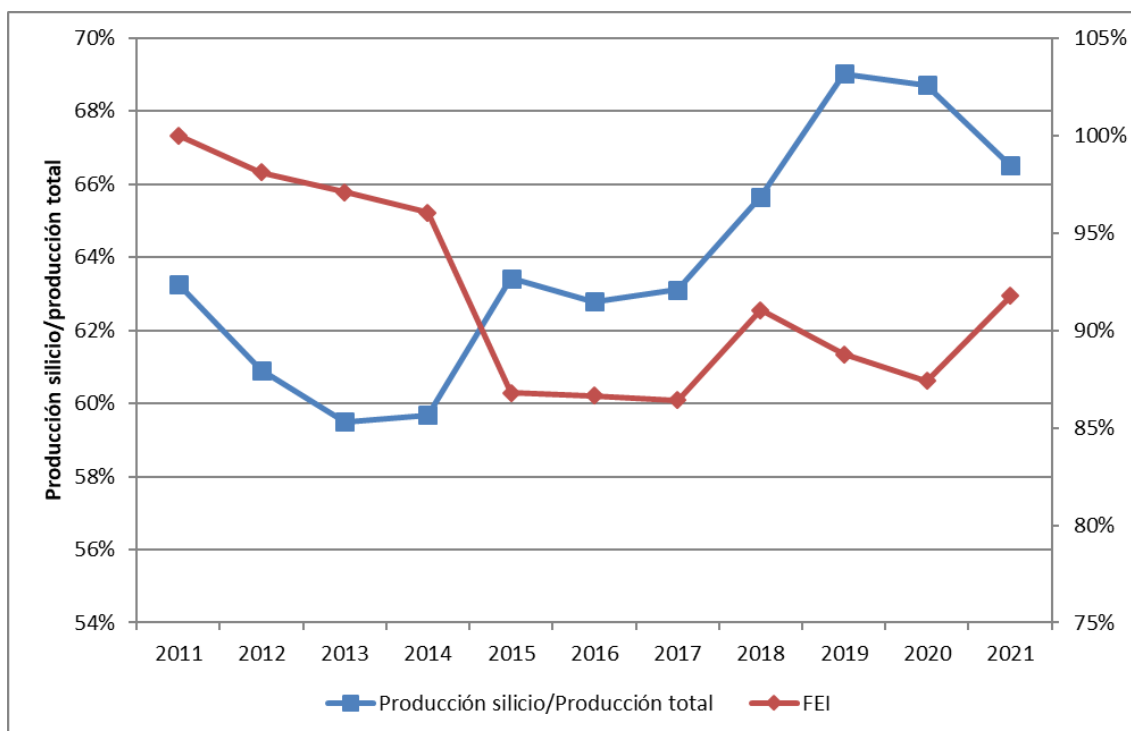


Figura 4.20.5. Evolución de la proporción de producción de silicio con respecto al total de productos que se fabrican en el proceso

A la vista de los gráficos se puede concluir lo siguiente:

- El contenido en carbono de los agentes reductores fósiles es el que marca la tendencia general del FEI, un descenso en el contenido en carbono lleva aparejado un descenso del FEI (figura 4.20.3) y viceversa.

- En aquellos años en los que el contenido en carbono se mantiene estable (2011-2012, 2014-2017), las variaciones en el FEI se deben a:
 - 2011-2012, 2014-2016: la tasa de agentes reductores biogénicos empleados, a mayor consumo de estos, menor valor del FEI (figura 4.20.4).
 - 2014-2015, 2016-2017: la tasa de producción de silicio con respecto al total de productos. En estos años, aunque la producción total en la planta disminuye, la producción individual de silicio aumenta, con lo cual el FEI disminuye.

Cabe señalar que el año 2015, al que se hizo referencia durante la revisión de la UNFCCC de 2019³⁶, registra el mayor descenso del FEI, en torno al 10 %. La razón es que a un aumento en la tasa de agentes reductores de origen biogénico, se suma un aumento individual de la producción de silicio.

En el año 2021, el FEI aumenta a pesar de que la tasa de agentes reductores fósiles disminuye y la tasa de agentes reductores de origen biogénico aumenta. Lo que provoca en este caso el aumento del FEI es que la tasa de producción individual de silicio con respecto a la producción total de la planta disminuye notablemente.

4.21 Uso de disolventes y otros (2D)

Esta categoría no es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3 del presente capítulo.

Esta categoría está compuesta por las siguientes subcategorías:

- Uso de lubricantes en aplicaciones industriales y transporte (2D1).
- Uso de ceras parafínicas (2D2)
- Otros usos de disolvente (2D3)

A continuación, se adjunta una tabla resumen explicativa de cada una de las subcategorías

Tabla 4.21.1. Subcategorías comprendidas en la categoría 2D

Categoría CRF	GEI	Actividades	Metodología	Nivel	Observaciones
2D1	CO ₂	Uso de lubricantes industriales	Ecuación 5.1 del capítulo 5, volumen 3 de la Guía IPCC 2006 ³⁷	T1	La variable de actividad se obtiene de los cuestionarios estadísticos internacionales (Qint). A la cantidad total de lubricante consumido en uso no energético se le resta la cantidad asignada a uso de transporte en carretera ya que estas emisiones se estiman a través de la metodología descrita en EMEP/EEA 2019
	CO ₂	Uso de lubricantes en transporte	Enfoque metodológico basado en EMEP/EEA 2019 y descrito en el apartado 3.8 del capítulo "Energía" de este informe	T1	Se excluyen el consumo de lubricantes en vehículos de motores de 2 tiempos, en los cuales el lubricante se mezcla con el combustible siendo estas emisiones estimadas en el sector de combustión del transporte por carretera

³⁶ Durante la revisión, por error, se señaló el año 2010 como el de mayor descenso del FEI, siendo en realidad el año 2015.

³⁷ Para la ecuación se emplea un contenido en carbono y un factor ODU (*Oxidized during use*) por defecto de 20 kg C/GJ y 0,2 kg C/GJ respectivamente.

Categoría CRF	GEI	Actividades	Metodología	Nivel	Observaciones
2D2	CO ₂	Uso de ceras parafínicas	Ecuación 5.4 del capítulo 5, volumen 3 de la Guía IPCC 2006	T1	Las ceras de parafina se separan del petróleo crudo durante la producción de aceites lubricantes (destilado) livianos
2D3	CO ₂	Catalizadores con base en urea (2D3d)	Aplicación al consumo de combustible de los porcentajes de urea que propone la guía EMEP/EEA 2019 ³⁸	T1	La metodología EMEP/EEA 2019 aporta referencias del porcentaje de urea consumido según la clasificación EURO del vehículo si no se dispone de este dato.

Tabla 4.21.2. Información adicional. Fichas metodológicas

Código CRF	Nombre de la actividad en NFR	Descripción	Código NFR
2D3d		Uso de urea en catalizadores de vehículos	

Como se puede apreciar en la figura 4.21.1, la principal contribución a la categoría 2D proviene de la subcategoría 2D1 (Uso de lubricantes).

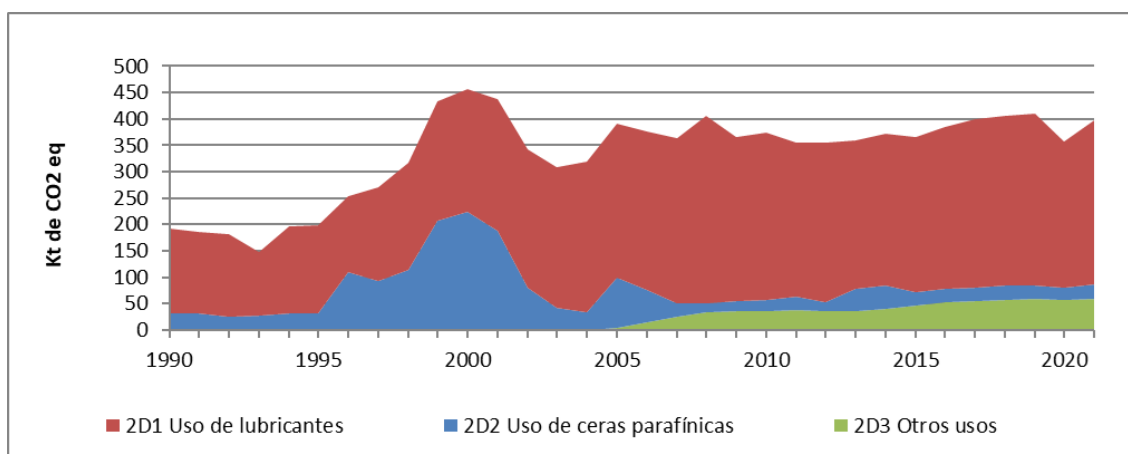


Figura 4.21.1. Emisiones de CO₂ en el uso de disolventes y otros (2D). (cifras en kt de CO₂-eq)

Respecto a la actividad 2D3c, como resultado de la revisión UNFCCC 2022 (pregunta 2022ESPQA106), se indicó que el reporte de emisiones de CO₂ debidas a la la oxidación en la atmósfera de COVNM procedentes de algunas actividades de uso de disolventes se había mantenido en ediciones anteriores por consistencia con reportes previos bajo el Protocolo de Kioto. Dado que la consideración de estas emisiones como directas y su reporte en la tabla 2 (I).A-Hs2 no está en línea con las Guías de reporte de UNFCCC, se ha decidido corregir este error en las estimaciones. Esta decisión ha supuesto un recálculo de calado en el Inventario, tal y como se aprecia en las siguientes gráficas. Cabe señalar que estos recálculos vienen expresados en kt de CO₂-eq y que para su realización se han empleado los Potenciales de Calentamiento Atmosférico del 4th Assessment Report de IPCC³⁹.

³⁸ La urea tiene la composición (NH₂)₂CO y cuando es inyectada en los sistemas de reducción catalítica selectiva de los gases de escape en vehículos diésel, para reducir las emisiones de NO_x, tiene lugar la siguiente reacción: 2 NO + (NH₂)₂CO + ½ O₂ = 2 H₂O + CO₂

Las emisiones de CO₂ a partir de la urea se pueden calcular con la siguiente ecuación: E (t CO₂) = 0,238 x t urea https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

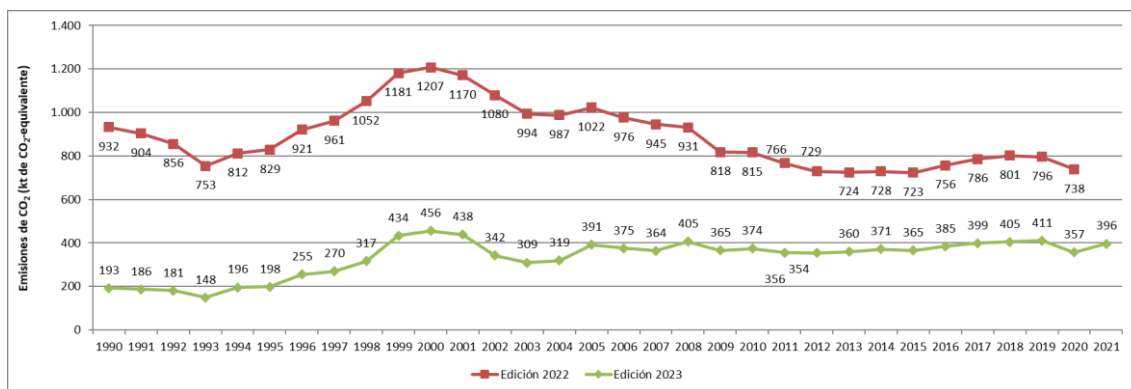


Figura 4.21.2. Emisiones de CO₂ en el uso de disolventes y otros (2D). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

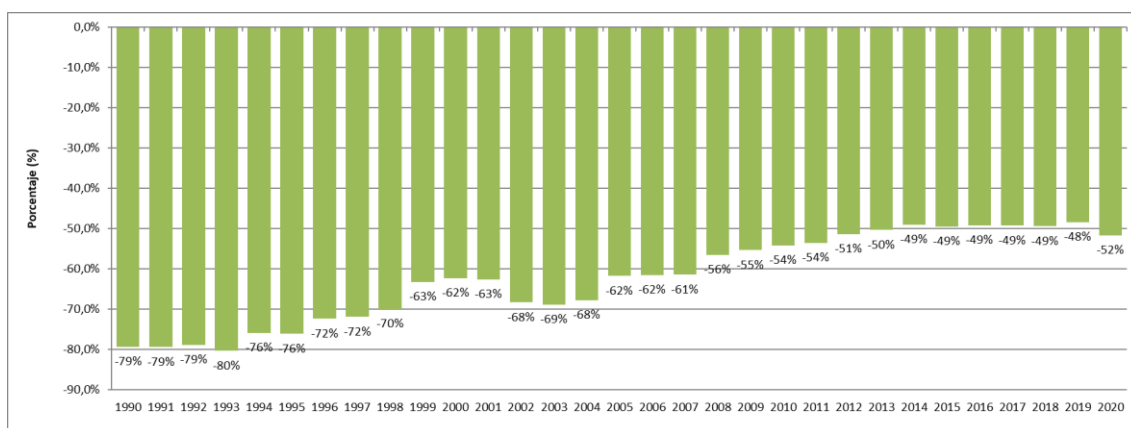


Figura 4.21.3. Diferencia porcentual de emisiones de CO₂ (2D). Edición 2023 vs. edición 2022

4.22 Usos de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono (2F)

4.22.1 Descripción de la actividad

Dentro de la categoría 2F se contempla la estimación de las emisiones para las siguientes actividades y gases de efecto invernadero:

Tabla 4.22.1. Actividades y gases cubiertos en la categoría 2F

Actividad	Gases
Refrigeración y aire acondicionado (2F1)	HFC, PFC
Agentes espumantes (2F2)	HFC
Protección contra incendios (2F3)	HFC, PFC
Aerosoles (2F4)	HFC

Los hidrofluorocarburos (HFCs) y perfluorocarburos (PFCs) son gases fluorados que comenzaron a utilizarse en los años 90 para sustituir a las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO). Los HFCs y PFCs contribuyen al efecto invernadero por su potencial de calentamiento atmosférico (PCA o GWP, *Global Warming Power*) y su permanencia en la atmósfera.

Se distinguen cuatro subcategorías, cuyas emisiones expresadas en CO₂ equivalente se recogen en la siguiente tabla. Sólo resulta clave en el Inventario la subcategoría 2F1, como se refleja en la tabla 4.1.3 de este capítulo.

Tabla 4.22.2. Emisiones de CO₂-eq en el Uso de productos como sustitutos de las SAO (2F)
(cifras en kt)

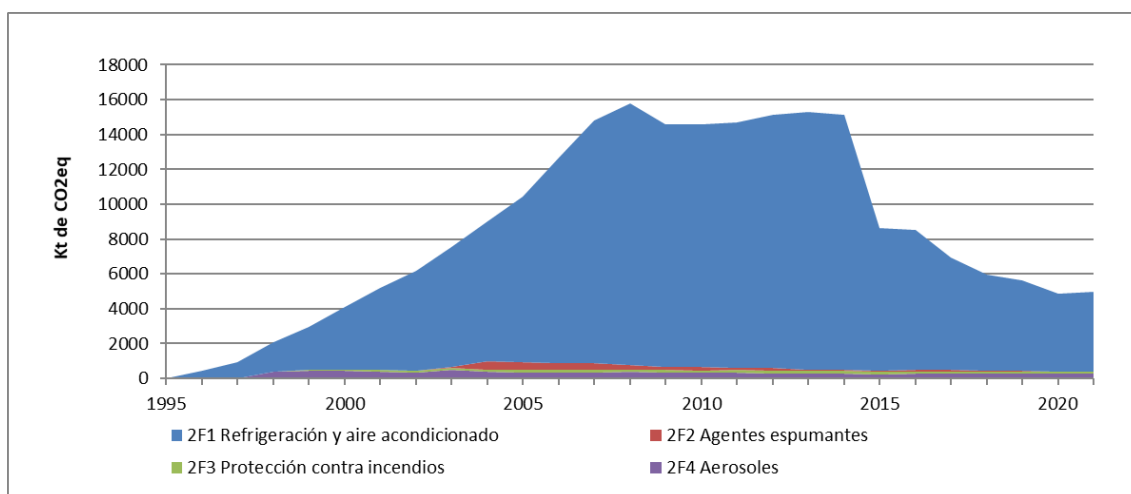
	1995	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Refrigeración y aire acondicionado (2F1)	0	9.506,2	13.956,9	8.200,1	5.214,4	4.451,4	4.577,4
Agentes espumantes (2F2)	0	444,4	166,9	85,2	44,8	42,2	40,1
Protección contra incendios (2F3)	0,9	122,4	154,2	146,0	97,7	89,2	81,2
Aerosoles (2F4)	0	346,0	310,6	225,9	296,3	277,9	287,6

A continuación, se reflejan las emisiones totales de la categoría 2F expresadas en CO₂ equivalente, la variación temporal de las emisiones (base 100 año 1995), así como las contribuciones relativas de las emisiones de la categoría 2F respecto al total del Inventario y respecto al conjunto del sector IPPU.

Tabla 4.22.3. Valores absolutos, índices y ratios de las emisiones en la categoría 2F (CO₂-eq)

	1995	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	0,91	10.418,9	14.588,76	8.657,2	5.653,33	4.860,7	4.986,3
Variación % vs. 1995	100 %	1.146.484 %	1.605.326 %	952.631 %	622.084 %	534.865 %	548.690 %
2F / INV (CO ₂ -eq)	0 %	2,37 %	4,11 %	2,59 %	1,82 %	1,79 %	1,73 %
2F / IPPU (CO ₂ -eq)	0 %	24,17 %	37,32 %	28,74 %	22,31 %	21,19 %	20,67 %

La siguiente figura muestra la evolución de las emisiones en CO₂ equivalente para las cuatro subcategorías de la categoría 2F, entre las que domina Refrigeración y aire acondicionado, 2F1.

**Figura 4.22.1. Emisiones de CO₂-eq por subcategorías de Usos de productos como sustitutos de las sustancias que agotan el ozono (2F)**

Se observa una tendencia a la estabilización en el uso de gases fluorados una vez asimilado el descenso debido a la implantación de la Ley 16/2013, por la que se aprobó en España un impuesto a los gases fluorados de efecto invernadero (HFCs, PFCs y también SF₆). Dicho impuesto pretende desincentivar el uso de gases fluorados con alto PCA, y mejorar el mantenimiento y recuperación de los gases en los equipos e instalaciones existentes.

Para ello, el impuesto grava la cantidad de gases fluorados (F-gases) vendidos en España para su uso, en territorio nacional, destinadas a recargar a equipos e instalaciones existentes que han sufrido fugas de gases (cuota +), con un tipo impositivo para cada gas o mezcla, en función de su PCA. Las ventas de F-gases para su incorporación por primera vez a equipos o aparatos nuevos están exentas de este gravamen (cuota 0). El funcionamiento del impuesto sobre los

gases fluorados de efecto invernadero para el sector de refrigeración y aire acondicionado se muestra en la siguiente figura.

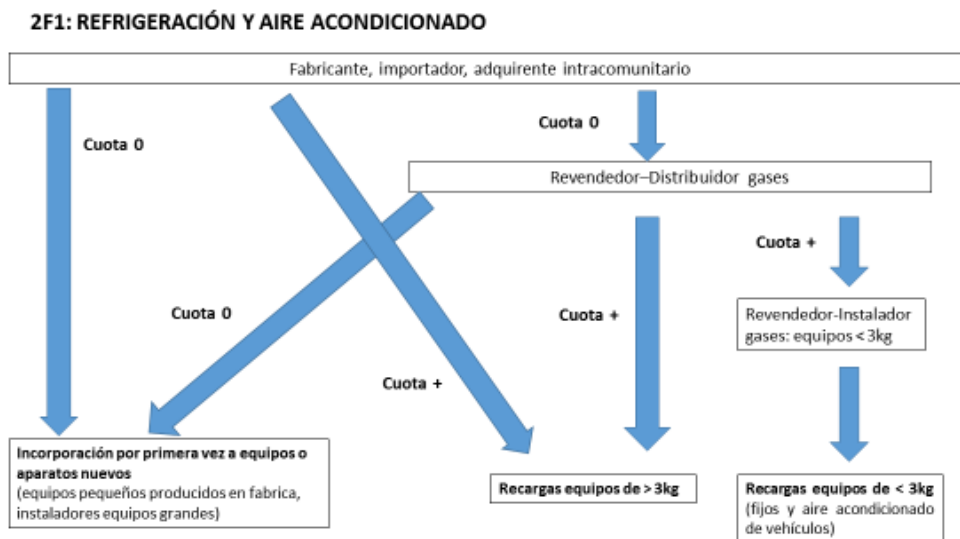


Figura 4.22.2. Esquema del impuesto sobre los gases fluorados de efecto invernadero

La Agencia Tributaria española, como encargada de la facturación del impuesto, recopila las cantidades de gases fluorados vendidas en España; y la Oficina Española de Cambio Climático, como punto focal en la materia, facilita la información al Inventario Nacional.

El Reglamento (UE) 517/2014, sobre los gases fluorados de efecto invernadero, establece restricciones de comercialización de hidrofluorocarburos (HFCs) así como de productos y aparatos que contienen gases fluorados de efecto invernadero, de manera progresiva según su uso y potencial de calentamiento atmosférico, y establece cantidades máximas anuales para los hidrofluorocarburos comercializados.

En 2022, la disposición final primera de la ley 14/2022, que modifica el impuesto nacional a los gases fluorados de efecto invernadero incluye nuevos códigos para el pago del impuesto nacional para los gases que ahora se reportan como "mezcla no especificada de HFCs y PFCs". Dado que la nueva Ley entró en vigor el 1 de septiembre de 2022, el primer conjunto completo de datos bajo el nuevo esquema serán datos de 2023, y permitirán dar respuesta a la observación ES-2F1-2020-0006 de la revisión ESD de 2020⁴⁰ en próximas ediciones del Inventario.

El peso de las emisiones debidas a la categoría 2F respecto al total de emisiones del Inventario, alcanza su máximo en 2013 con un 4,77 % del total de emisiones de CO₂ equivalente, a partir de ahí se va reduciendo progresivamente su importancia. En 2021 supone un 1,73 % del total de emisiones de CO₂ equivalente.

4.22.2 Metodología

A continuación se presentan los principales aspectos de las metodologías utilizadas en la estimación de las emisiones, para cada una de las subcategorías.

4.22.2.1 Refrigeración y aire acondicionado (2F1)

Esta subcategoría resulta clave en relación a los HFCs-PFCs, por su contribución tanto al nivel como a la tendencia y se desagrega en los siguientes apartados dentro de CRF:

- a. refrigeración comercial,

⁴⁰ https://ec.europa.eu/clima/policies/effort/implementation_en#tab-0-1

- b. refrigeración doméstica (neveras y congeladores),
- c. refrigeración industrial,
- d. transporte refrigerado,
- e. aire acondicionado de vehículos,
- f. aire acondicionado estacionario (en residencias y edificios).

La metodología para la estimación de las emisiones es de nivel 2a/b híbrido, de acuerdo con los apartados 7.1.2 y 7.5.2, capítulo 7, volumen 3, de la Guía IPCC 2006, combinando diferentes aproximaciones:

- las emisiones de HFC-134a procedentes de los equipos de aire acondicionado de vehículos (subcategoría CRF 2F1e) se estiman aplicando los factores de emisión de la tabla 7.9, capítulo 7, volumen 3, de la Guía IPCC 2006 a los datos de las fases de fabricación, funcionamiento y final de vida útil de los vehículos, a partir de cuestionarios individualizados y del parque de vehículos considerado en el Inventario. La información sobre HFC-134a incorporado a vehículos fabricados en España en 1996-2020 procede de cuestionarios rellenos por las plantas de fabricación de vehículos radicadas en España. En aplicación de la Directiva 2006/40/CE relativa a las emisiones procedentes de sistemas de aire acondicionado en vehículos de motor, desde 2017 las plantas no incorporan HFC-134a en vehículos nuevos con destino al mercado de la Unión Europea (reportan carga de productos sustitutivos como el HFO-1234yf). El *stock* de HFC-134a en el parque móvil circulante se calcula a partir de datos de la DGT (Dirección General de Tráfico) y del porcentaje de turismos con aire acondicionado, obtenido a partir de datos del INE (Instituto Nacional de Estadística). La cantidad de HFC-134a retirado al final de la vida útil se obtiene a partir del porcentaje de bajas de vehículos aplicado al *stock* de HFC-134a en el parque móvil español. Se ha estimado que en el fin de vida de los vehículos queda un 40% de la carga inicial en los sistemas de aire acondicionado, y que el porcentaje de recuperación de gas en la etapa de fin de vida es del 25%, porcentajes tomados del rango que se muestra en las Directrices del IPCC de 2006 (vol. 3, cap. 7, Tabla 7.9), y que se consideran representativos de la situación en España. La fluctuación observada en la cantidad de HFC-134a recuperado entre los años 2016-2018 está asociada a la fluctuación en el parque de vehículos eliminados durante dicho periodo.
- para los sistemas de refrigeración comercial e industrial, transporte refrigerado y aire acondicionado estacionario (subcategorías CRF 2F1a, 2F1c, 2F1d y 2F1f), el enfoque es por balance de masas para la fase de funcionamiento y por factor de emisión para la fase de fabricación, partiendo de los datos del impuesto sobre los gases fluorados de efecto invernadero, una vez descontadas las emisiones debidas al funcionamiento y fabricación de los sistemas de aire acondicionado de vehículos. Los datos del impuesto sobre los gases fluorados que corresponden a recargas para compensar fugas (cuota +) se consideran equivalentes a las emisiones durante el año en cuestión, en la fase de funcionamiento de los equipos. La información de cantidades exentas del impuesto (cuota 0) permite estimar las emisiones durante la carga inicial de refrigerante en los equipos nuevos (fase de fabricación), aplicando los factores de emisión de la tabla 7.9, capítulo 7, volumen 3, de la Guía IPCC 2006.
- para los sistemas de refrigeración doméstica (2F1b) se ha considerado la legislación vigente (Reglamento (UE) nº 517/2014⁴¹), la cual prohíbe la comercialización de frigoríficos y congeladores domésticos que contienen HFC con un PCA igual o superior a 150, a partir del 1 de enero de 2015. A partir de 2015 esta subactividad se deja de estimar según el esquema del párrafo anterior, para considerar un proceso decreciente de emisiones de HFC-134a procedentes del *stock* y del fin de vida en estos aparatos (considerando una vida

⁴¹ REGLAMENTO (UE) No 517/2014 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 16 de abril de 2014, sobre los gases fluorados de efecto invernadero y por el que se deroga el Reglamento (CE) no 842/2006.

útil de 16 años⁴²), partiendo de las cantidades de gases fluorados estimadas en 2014 a través del Impuesto. A tenor de dicha legislación, el Inventario no calcula emisiones de dicho gas en la fabricación de equipos. El uso de isobutano (que no es un gas fluorado) en equipos de refrigeración doméstica es conocido desde los años 2000.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en las correspondientes fichas sectoriales publicadas en la página web de MITECO-SEI: [Uso de HFC en los equipos de aire acondicionado de vehículos](#) y [Uso de HFC y PFC en refrigeración doméstica, comercial e industrial, transporte refrigerado y aire acondicionado estacionario](#).

Dado que el impuesto sobre los gases fluorados no registra la cantidad de gas refrigerante contenido en equipos importados ya precargados, los datos de operación de dicha mezcla refrigerante, obtenidos del impuesto, se incrementan con el porcentaje del preparado R-410A y del gas HFC-32 contenido en equipos importados precargados respecto al total de HFCs.

Para los años anteriores a la aplicación del impuesto (1995-2013), los datos se han proyectado según la variación del Producto Interior Bruto y las fechas de introducción en el mercado de las mezclas o preparados de gases refrigerantes. Las mezclas refrigerantes emergentes para las que no existe un apartado en la declaración del impuesto se registran bajo la denominación de “otros preparados”. Estas mezclas se reportan como “mezcla sin especificar de HFC y PFC” en CRF. Dado que es necesario especificar su composición en el formulario de Hacienda, es posible establecer un PCA anual genérico para dichas mezclas. A este respecto, y con el objetivo de evitar FEI anómalos que generen equívocos en las tablas de reporte, las emisiones correspondientes a estos contaminantes se han reportado directamente como toneladas de CO₂ equivalente. Se ha establecido este criterio como respuesta a la observación I.40 de la revisión de la UNFCCC de 2018⁴³ realizada para el total de países de la UE.

La estimación de las emisiones de fin de vida se ha determinado a partir de los datos de gas recuperado (datos confidenciales reportados al registro europeo de F-gases), cantidad de residuo exportado (proporcionado por la Subdirección General de Economía Circular de MITECO) y gas reciclado internamente. Este último se determina como el doble de la suma de los dos datos anteriores, según el criterio de experto aplicado por el punto focal de información (OECC) y validado por el equipo de técnicos expertos (TERT) de revisión de UNFCCC. Una vez obtenida la cantidad total de gas en la etapa de fin de vida agregada para todas las subcategorías, se ha aplicado un factor de emisión de un 11 %, que fue proporcionado por el TERT y empleado para obtener el “revised estimate” de la revisión ESD de 2020⁴⁴. Esta metodología se ha empleado en los años 2016-2021, que es el periodo con disponibilidad de datos sobre cantidad exportada de residuo. Para la estimación de las emisiones de fin de vida del resto de la serie temporal, se ha aplicado a las emisiones de fase de operación la relación entre las emisiones en fase de operación y las calculadas para la fase de fin de vida de 2016. El reparto de las emisiones anuales agregadas de la etapa fin de vida entre las distintas subcategorías se ha realizado en función del porcentaje de emisiones en fase de operación de cada subcategoría en cada año.

El gas recuperado es la diferencia entre el gas remanente en productos en desmantelamiento y las emisiones de fin de vida.

Cabe decir que en esta edición, los datos recopilados por el impuesto han incluido el gas HFC-32 puro para la serie 2019-2021, para recoger su uso en los equipos de aerotermia y bombas de calor.

En la figura siguiente se muestra la evolución de las emisiones de las distintas subcategorías CRF dentro de refrigeración, apreciándose que alcanzan un máximo en 2008, con una posterior disminución debida a la crisis económica, un aumento moderado durante la subsiguiente

⁴² Tabla 7.9 del capítulo 7, volumen 3, de la Guía IPCC 2006: rango de vida útil de estos electrodomésticos de 12 a 20 años

⁴³ El informe centralizado de revisión puede consultarse en:

https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2018_EU.pdf

⁴⁴ https://ec.europa.eu/clima/policies/effort/implementation_en#tab-0-1

recuperación, seguido de una caída a partir de 2014, efecto de la aplicación del impuesto del Reglamento (UE) 517/2014. El año 2021, es la primera vez que se puede apreciar un ligero repunte de las emisiones de gases fluorados desde la aplicación de dicho impuesto. Esto también se debe a las emisiones especialmente bajas de 2020 debido a la restricción de actividad económica que supuso la pandemia de COVID-19. El sector predominante en toda la serie es el de la refrigeración industrial (2F1c).

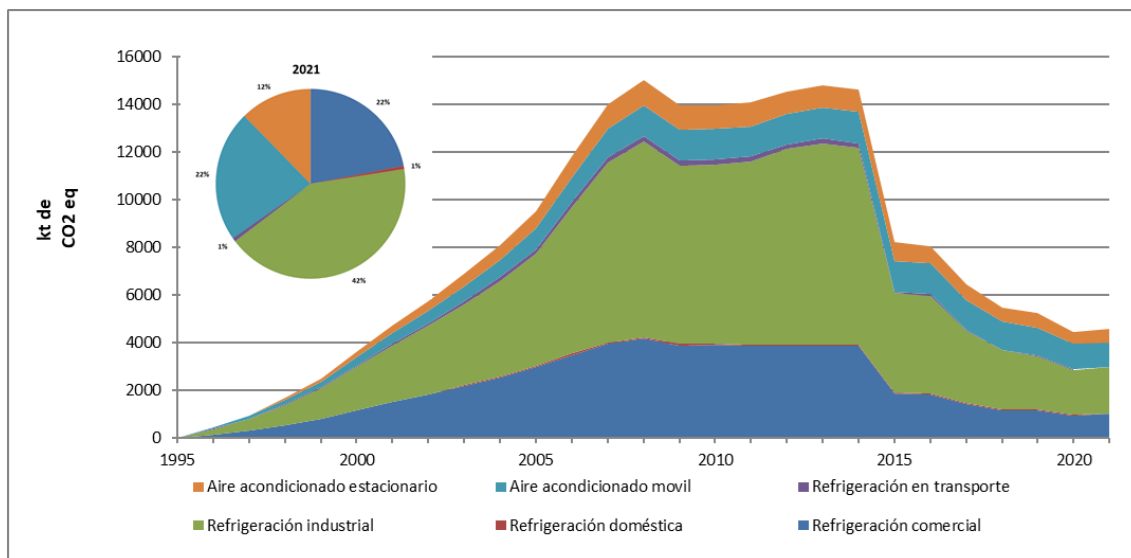


Figura 4.22.3. Emisiones de CO₂-eq por subcategorías 2F1

4.22.2.2 Agentes espumantes (2F2)

Esta subcategoría no es clave, como se aprecia en la tabla 4.1.3 del presente capítulo.

El uso de HFCs en el espumado de plásticos comenzó a implantarse en el año 2003 como sustitutos de otros hidrocarburos halogenados que son sustancias que agotan la capa de ozono. Sin embargo, se produce un cambio de tendencia en esta actividad, con la entrada en vigor del Reglamento (UE) 517/2014 sobre los gases fluorados de efecto invernadero. Esta normativa prohíbe la comercialización de espumas que contengan un HFCs con un PCA mayor de 150 a partir del 1 de enero de 2020 para el poliestireno extruido y para el resto de espumas a partir del 1 de enero de 2023.

La información sobre los consumos de HFCs es facilitada al Inventario Nacional por la Asociación de la Industria del Poliuretano Rígido (IPUR), las empresas fabricantes de poliestireno extruido y datos del registro europeo de F-gases aportados por la OECC que no pueden ser mostrados por razones de confidencialidad. A partir de esta información se ha calculado el *stock* existente en cada año de cada tipo de gas para cada una de estas aplicaciones, considerando las cantidades exportadas⁴⁵. Según dicha información, las espumas que se utilizan son espumas rígidas de células cerradas.

Las emisiones de esta subcategoría se calculan según metodología de nivel 2a de IPCC, con los factores de emisión por defecto de la tabla 7.6, volumen 3, capítulo 7, de la Guía IPCC 2006.

Tabla 4.22.4. Factores de emisión utilizados en la subcategoría 2F2

PRODUCTO ESPUMADO	GAS	FE(pérdidas del 1º año)	FE(pérdidas anuales)
Poliuretano (panel discontinuo)	HFC-134a	0,125	0,025 ⁽¹⁾
	HFC-245fa		
	HFC-365mfc		

⁴⁵ A partir de información proporcionada por IPUR para la serie 2004-2013, con porcentajes de exportación que van desde el 10 % en 2004 al 25 % en 2015.

PRODUCTO ESPUMADO	GAS	FE(pérdidas del 1º año)	FE(pérdidas anuales)
Poliestireno extruido (XPS)	HFC-134a	0,25	0,0075
	HFC-152a	0,50	0,25

(1) Para el factor de pérdida anual del poliuretano proyectado el valor ha sido facilitado por expertos del sector.

4.22.2.3 Protección contra incendios (2F3)

Esta subcategoría no es clave, según el análisis presentado en la tabla 4.1.3

Las emisiones de esta subcategoría se calculan con un nivel de metodología 1b, según la figura 7.9, capítulo 7, volumen 3, de la Guía IPCC 2006.

Para la estimación de las emisiones se han considerado las fases de fabricación y funcionamiento de los equipos. Para cada una de ellas se ha aplicado un factor de emisión específico:

- emisiones en la fase de fabricación: calculadas a partir de los datos totales de cantidades cargadas en equipos nuevos (tanto destinado al mercado nacional como a exportaciones), aplicando un factor de emisión de 0,05 %
- emisiones en la fase de funcionamiento debidas al retimbrado de los equipos: proceso que se realiza cada diez años, en el que se pierde como máximo el 5 % del gas, según los expertos, por lo que el factor de emisión por retimbrado es $5\%/10 = 0,5\%$
- emisiones en la fase de funcionamiento debidas a disparos de los equipos (uso contra fuegos reales, disparos accidentales o por otros motivos), en los que se emite la totalidad del gas contenido en el equipo. Los equipos tienen una vida útil de 30 años y se estima que 5 % de ellos se disparan en su vida útil, por lo que el factor de emisión por disparos es $5\%/30 = 0,16\%$

El *stock* existente cada año considera que el 10 % de los gases se destina al retimbrado (dado que se realiza cada 10 años), aplicándose al *stock* un factor de emisión en operación de $0,5\% + 0,16\% = 0,66\%$.

Según este esquema, las emisiones del fin de vida de los equipos están incluidas en el funcionamiento: en el retimbrado se verifican los contenedores para que estén en buen estado; si no lo están, se desecha la bombona pero el gas se sigue reutilizando. Por ello, las emisiones debidas al fin de vida se reportan como "IE".

4.22.2.4 Aerosoles (2F4)

Esta subcategoría no es clave, como se aprecia en la tabla 4.1.3 del presente capítulo.

Las estimaciones de emisiones de la subcategoría 2F4 se realizan según el enfoque de nivel 2a de la figura 7.3, capítulo 7, volumen 3, de la Guía IPCC 2006.

La información sobre gas incorporado como propelente en los dispositivos para aseo personal, aplicaciones domésticas e industriales y aerosoles de uso general ha sido facilitada por la Asociación Española de Aerosoles (AEDA) hasta el año 2012. Para los años posteriores, se aplica una proyección teniendo en cuenta la entrada en vigor del Reglamento (UE) 517/2014 sobre los gases fluorados de efecto invernadero, al prohibir la comercialización de aerosoles técnicos que contengan un HFCs con un PCA ≥ 150 a partir del 1 de enero de 2018. En este tipo de aerosoles, se observa la sustitución del HFC-134a por el HFC-152a, con un PCA menor.

Los datos de propelente en aerosoles farmacéuticos (inhaladores de dosis medida, MDI, *Metered-Dose Inhalers*) en España provienen directamente de las empresas farmacéuticas fabricantes y distribuidoras. Estos datos se recopilan mediante cuestionarios de dos compañías, donde una proporciona información sobre pérdidas en la fase de fabricación y datos de ventas, y la otra información sobre cantidades de propulsor incorporadas a los productos durante el proceso de fabricación y datos de ventas.

En la estimación se utilizan los siguientes factores de emisión:

- Fase de fabricación: 1,5 % de las cantidades incorporadas en la fabricación (recomendación de juicio de experto) o 100 % (en el caso de la empresa que reporta directamente las pérdidas),
- Fase de funcionamiento: se considera que el propelente de los aerosoles se libera en un 100 % en el año de comercialización (todo el contenido del envase se emite, sin que existan tecnologías de reducción de estas emisiones)
- Fase de fin de vida útil: según lo indicado arriba, las emisiones están incluidas en la fase de funcionamiento y se reportan como “IE”.

El único gas fluorado de efecto invernadero utilizado en inhaladores médicos vendidos en España es el HFC-134a, si bien los datos de consumo no pueden ser mostrados por razones de confidencialidad. Los datos de los cuestionarios recibidos de las compañías son coherentes con los de la AEMPS, Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios, del Ministerio de Sanidad, que sólo refleja el uso de HFC-134a.

4.22.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Tabla 4.22.5. Incertidumbres de la subcategoría 2F1

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
HFC y PFC	5	2	<p><u>Variable de actividad</u>: dado que los datos se han obtenido de un impuesto nacional, de estadísticas oficiales (INE, Agencia Europea de Medio Ambiente, Dirección General de Tráfico) y de cuestionarios individualizados, se considera que la incertidumbre tiene un valor bajo.</p> <p><u>Factor de emisión</u>: al haberse empleado un enfoque híbrido en el que la mayor contribución se debe al enfoque por balance de masas, se considera que la incertidumbre es baja.</p>

Las series temporales se consideran coherentes, al haberse mantenido las fuentes de información (cuestionarios individualizados) a lo largo del tiempo. En el caso de la subcategoría 2F1, a la que corresponde la mayor parte de las emisiones, la información procede principalmente de datos oficiales de un impuesto nacional, en su caso extrapolados de acuerdo con datos oficiales (Instituto Nacional de Estadística, Agencia Europea de Medio Ambiente), por lo que igualmente se considera coherente.

4.22.4 Control de calidad y verificación

Dentro de las actividades de control de calidad del Inventario Nacional, se han revisado los datos facilitados por las fuentes de información en las distintas subcategorías, y en su caso se ha contactado con ellas o con las asociaciones sectoriales para contrastar posibles discrepancias respecto a los datos facilitados en años anteriores.

Conforme al Reglamento (UE) 517/2014 sobre los gases fluorados de efecto invernadero y su Reglamento de Ejecución 1191/2014, el Portal de F-gases recopila datos reportados por las compañías españolas que operan con gases fluorados, en relación con la producción, importación, exportación, uso como materia prima y destrucción. El Inventario utiliza datos procedentes de cuestionarios individualizados y, en la categoría 2F1, que supone la mayor parte de las emisiones de gases fluorados, utiliza datos del impuesto sobre los gases fluorados de efecto invernadero para estimar las emisiones. Este impuesto grava el consumo de estos gases realizado en España, y se considera una variable de actividad mucho más precisa y directa para la estimación de las emisiones que utilizar los datos del Portal de F-gases, cuyo ámbito es europeo.

Con el fin de analizar la coherencia entre los datos registrados en el Portal de F-gases con los estimados por el Inventario Nacional, a continuación se comparan los datos de cuota de operadores españoles de gases fluorados puestos en el mercado europeo, comparados con los de emisiones de todos los gases fluorados reportados por el Inventario Nacional dentro de la categoría 2F.

Tabla 4.22.6. Comparativa reporte F-gases según Reglamento 517/2014 vs. Inventario Nacional

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Portal F-gases (t, cuota comercialización)	3.142	3.224	2.703	3.191	3.002	2.411
Total Inventario de Emisiones: 2F (t gas emitido)	5.202	4.454	3.414	3.629	3.149	3.485

Los datos del Portal F-Gases corresponden a un balance entre lo importado y lo exportado fuera de la UE, por lo que no tienen en cuenta transacciones intracomunitarias posteriores, y no reflejan el *stock* existente en España ni son directamente traducibles en consumo o en emisiones a nivel nacional. Aunque los datos muestran tendencias similares con los del Inventario, el Portal de F-gases no se considera una fuente de información adecuada para la elaboración del Inventario Nacional de emisiones.

Sin embargo, según el análisis realizado, ambos sistemas registran un descenso en los gases fluorados durante el período de aplicación, indicando que tanto el Reglamento (UE) 517/2014 como el impuesto sobre los gases fluorados de efecto invernadero empiezan a mostrar sus efectos.

4.22.5 Realización de nuevos cálculos

Se ha producido un recálculo en la actividad 2F1 debido a la incorporación de datos del gas HFC-32 del Impuesto para los años 2019 y 2020. También se ha producido recálculo para esos mismo años por la actualización del porcentaje de equipos precargados utilizados en el mercado ya que por falta de información se replicó el porcentaje de 2018.

Además de los recalculos mencionados, se ha realizado un recálculo de poco calado en la subactividad 2F1e debido a una corrección en los datos de producción de una de las empresas fabricantes de automóviles.

Cabe señalar que estos recalculos vienen expresados en kt de CO₂-eq y que para su realización se han empleado los Potenciales de Calentamiento Atmosférico del 4th Assessment Report de IPCC⁴⁶.

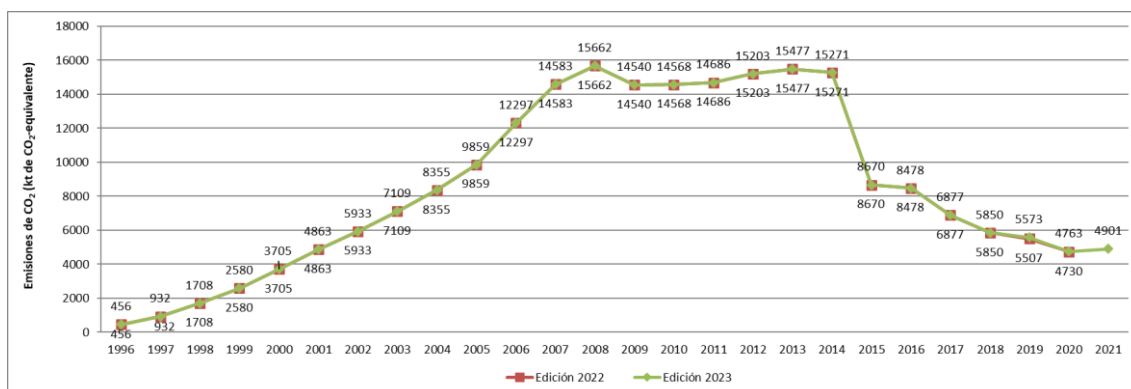


Figura 4.22.4. Emisiones de CO₂-eq en refrigeración y aire acondicionado (2F1). Edición 2023 vs. edición 2022

https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

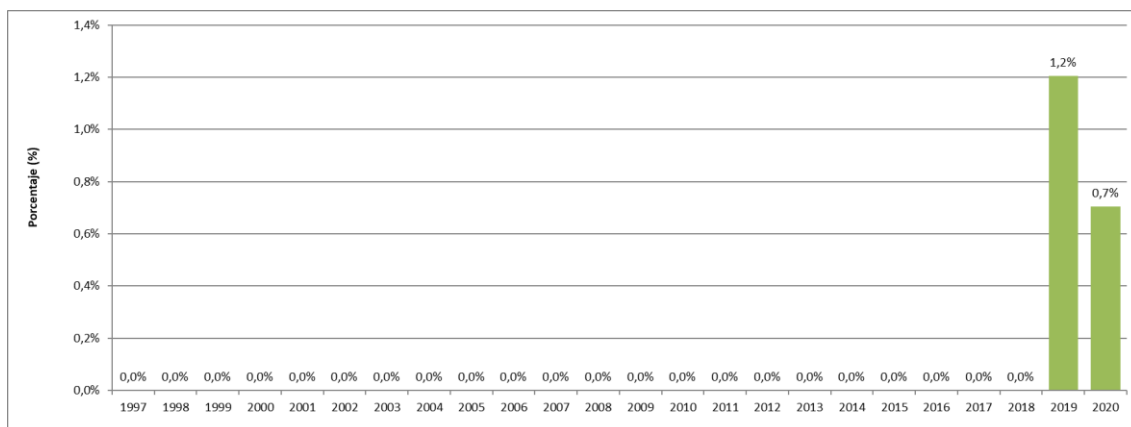


Figura 4.22.5. Diferencia porcentual de emisiones de CO₂-eq (2F1). Edición 2023 vs. edición 2022

4.22.6 Planes de mejora

No hay mejoras previstas en este sector.

4.23 Equipos eléctricos (2G1) y Fabricación y uso de otros productos (2G2)

Estas categorías no son clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 4.1.3.

4.23.1 Uso de SF₆ en equipos eléctricos (2G1)

En los equipos eléctricos, el SF₆ se utiliza como aislante en equipos que trabajan con muy altas tensiones (por encima de los 52 kV), aunque también se usa en equipos a tensiones inferiores. Este gas, no combustible y químicamente muy estable, es un excelente aislante eléctrico y puede apagar un arco eléctrico en forma efectiva.

La metodología empleada para el cálculo de las emisiones de la subcategoría 2G1 sigue los principios descritos en la Guía IPCC 2006 para el nivel 3 “Emisiones por etapa del ciclo de vida útil de los equipos”, apartado 8.2.2.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la ficha sectorial publicada en la página web de MITECO-SEI: [Uso de SF₆ en los equipos eléctricos](#), que está soportada por el juicio de experto del Inventario Nacional “Metodología para la elaboración de las estimaciones de las emisiones de SF₆ en España”, coordinado por la Asociación Española de Fabricantes de Bienes de Equipo Eléctricos (AFBEL), que agrupa a los fabricantes y proveedores de equipos eléctricos que emplean SF₆. En el Anexo 8 de este documento puede verse información complementaria sobre este juicio de experto.

En la metodología utilizada se diferencian las siguientes etapas del ciclo de vida del gas:

- Emisiones durante la fabricación de los equipos
- Emisiones durante la instalación de los equipos y uso de los mismos (este incluye: fugas en el *stock* en servicio, emisión en el rellenado de los equipos para compensación de fugas, y fallos con pérdida total del gas)
- Emisiones en el final de la vida útil de los equipos (incluye retirada del servicio y evacuación y recuperación del gas).

Los factores de emisión utilizados son específicos para cada etapa del ciclo de vida y para cada tipo de equipo eléctrico (diferenciando entre equipos de alta y media tensión, y las distintas generaciones de los equipos). Estos factores de emisión fueron acordados en el marco del Acuerdo Voluntario firmado en 2008 entre el Ministerio de Medio Ambiente y los fabricantes y proveedores de equipos eléctricos que emplean SF₆. <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/Gases-fluorados-Acuerdo-gestion-integral.aspx>

En 2015 se firmó un nuevo Acuerdo Voluntario entre el entonces MAPAMA, AFBEL, las compañías de transporte y distribución de energía eléctrica (representadas por REE y UNESA) y los gestores autorizados de residuos de gas SF₆ y de equipos que lo contienen, para una gestión integral de su uso en la industria eléctrica más respetuosa con el medio ambiente. En virtud de este acuerdo, que ha sido prorrogado, se espera mejorar las emisiones de la etapa de fin de vida del SF₆.

4.23.2 SF₆ en Fabricación y uso de otros productos (2G2)

La subcategoría 2G2 contempla la utilización de SF₆ en equipos médicos. La Federación española de empresas de tecnología sanitaria (FENIN) recoge anualmente información entre sus asociados sobre el consumo de SF₆ (en aceleradores de uso médico -radioterapia- y cirugía ocular) y la facilita al Inventario Nacional de forma agregada, para garantizar la confidencialidad. La estimación de las emisiones ha sido realizada según el nivel 2, enfoque por factor de emisión de la sección 8.3, cap. 8, vol. 3, de la Guía IPCC 2006.

El factor de emisión por defecto empleado es el recogido en la tabla 8.10 para el uso médico. Para el caso de los consumos asociados a la cirugía ocular, se ha empleado la ecuación 8.23, teniendo en cuenta que para estas aplicaciones las emisiones se considera que se reparten entre el año de venta y el año posterior, tal y como establece la metodología.

A continuación se recogen las emisiones de SF₆ de ambas subcategorías.

Tabla 4.23.1. Emisiones de CO₂ equivalente de las subcategorías 2G1 y 2G2 (cifras en kt)

	1995	2005	2010	2015	2019	2020	2021
SF ₆ en equipos eléctricos (2G1)	102,5	217,0	239,2	225,7	231,8	234,4	239,1
SF ₆ en equipos médicos (2G2)	0,3	2,1	2,2	2,6	3,3	3,3	1,0
Total	102,8	219,1	241,4	228,3	235,1	237,7	240,1

4.24 Emisiones de N₂O por el uso de productos (2G3)

Esta subcategoría contempla las aplicaciones médicas del N₂O (2G3a) y el uso de N₂O como propelente en aerosoles (2G3b), ambas estimadas con un enfoque metodológico de nivel 1.

4.24.1 Aplicaciones médicas del N₂O (2G3a)

Aquí se contemplan las emisiones de N₂O por su uso en anestesia. Como muchos otros productos anestésicos volátiles, el N₂O es expulsado del organismo humano sin ser metabolizado, por lo que la emisión de N₂O se considera equivalente al consumo de dicho gas para este uso (100 % de emisión, de acuerdo con la sección 8.4.2.2, cap. 8, vol. 3, de la Guía IPCC 2006).

La información sobre consumo de N₂O en usos anestésicos en España se ha estimado a partir de la información facilitada por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad para los años 2000-2020, habiéndose estimado los consumos correspondientes a los años 1990-1999 mediante procedimientos de extrapolación, utilizando como información complementaria los datos suministrados para dicho periodo por una de las grandes empresas del sector.

4.24.2 Uso de N₂O como propelente en aerosoles (2G3b)

Considera las emisiones debidas al uso de N₂O en la industria alimentaria como propelente para los envases a presión, principalmente de nata montada, según la metodología descrita en la Guía IPCC 2006 (apdo. 8.4, cap. 8, vol. 3). La variable de actividad empleada ha sido la producción de N₂O con fines alimentarios en España incluidas las importaciones y excluidas las exportaciones. Este dato es suministrado por FEIQUE.

Se asimila el dato de producción al de consumo en el mismo año (100 % de emisión, de acuerdo con la sección 8.4.2.2, cap. 8, vol. 3, de la Guía IPCC 2006).

Tabla 4.24.1. Emisiones de CO₂ equivalente de las subcategorías 2G3a y 2G3b (cifras en kt)

	1995	2005	2010	2015	2019	2020	2021
N ₂ O en aplicaciones médicas (2G3a)	648,4	565,4	601,8	274,4	506,4	585,5	545,9
N ₂ O en aerosoles (2G3b)	1,0	0,6	0,9	1,1	1,2	0,9	1,1
Total	649,4	566,1	602,8	275,5	507,6	586,4	547,1

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en las correspondientes fichas sectoriales publicadas en la página web de MITECO-SEI: [Uso de N₂O para anestesia](#) y [Uso de N₂O como propelente en aerosoles alimentarios](#).

4.25 Otros – Papel y pulpa de papel (2H1)

Bajo estas categorías solo se reportan emisiones de NO_x, COVNM y SO₂, a título informativo, generadas en la industria del papel.

4.26 Otros – Industria de la alimentación y bebidas (2H2)

Bajo estas categorías solo se reportan emisiones de COVNM, a título informativo, generadas en la industria de la alimentación y bebidas.

4.27 Otros – Antorchas en la producción de hierro y acero (2H3)

Se trata de una categoría definida con el objetivo de reportar las emisiones de N₂O generadas en las antorchas en la producción de hierro y acero. Dado que las tablas de reporte no incluyen este gas bajo la categoría 2C1, y tras consultar a la Secretaría de la UNFCCC, se decide informar de estas emisiones en la categoría 2H3. Esto es coherente con lo descrito en el apartado 4.15.1.

Por tanto, pese a que en el presente documento las emisiones de N₂O se muestren en la categoría 2C1f, han sido reportadas en la categoría 2H3.

4.28 Otros – Producción de dióxido de titanio (2H3)

Se trata de una categoría definida con el objetivo de reportar, a título informativo, las emisiones de NO_x y SO₂ generadas en la producción de dióxido de titanio. Dado que las tablas de reporte no incluyen estos gases bajo la categoría 2B6 y tras consultar a UNFCCC, estas emisiones se reportan en la categoría 2H3.

4.29 Otros – Uso de productos pirotécnicos (2H3)

Se trata de una categoría definida con el objetivo de reportar, a título informativo, las emisiones de NO_x, CO y SO₂ generadas en la producción de fuegos artificiales. Dado que las tablas de reporte no incluyen estos gases bajo ninguna otra categoría y tras consultar a UNFCCC, estas emisiones se reportan en la categoría 2H3.

4.30 Otros – Combustión de tabaco (2H3)

Se trata de una categoría definida con el objetivo de reportar, a título informativo, las emisiones de NO_x, CO y COVNM generadas en la producción de tabaco. Dado que las tablas de reporte no incluyen estos gases bajo ninguna otra categoría y tras consultar a UNFCCC, estas emisiones se reportan en la categoría 2H3.

4.31 Otros – Vidrio (2H3)

Se trata de una categoría definida con el objetivo de reportar, a título informativo, las emisiones de COVNM generadas en la producción de vidrio. Dado que las tablas de reporte no incluyen estos gases bajo ninguna otra categoría y tras consultar a UNFCCC, estas emisiones se reportan en la categoría 2H3.

4.32 Otros – Carbonato sódico (2H3)

Se trata de una categoría definida con el objetivo de reportar, a título informativo, las emisiones de CO generadas en la producción de carbonato sódico. Dado que las tablas de reporte no incluyen estos gases bajo ninguna otra categoría y tras consultar a UNFCCC, estas emisiones se reportan en la categoría 2H3



5. AGRICULTURA (CRF 3)

ÍNDICE

5	AGRICULTURA (CRF 3)	351
5.1	Panorámica del sector	351
5.2	Fermentación entérica en ganado (3A)	353
5.2.1	Descripción de la actividad	353
5.2.2	Metodología	354
5.2.3	Incertidumbre y coherencia temporal	361
5.2.4	Control de calidad y verificación	361
5.2.5	Realización de nuevos cálculos	361
5.2.6	Planes de mejora	364
5.3	Emisiones de CH ₄ en la gestión de estiércoles (3B1)	365
5.3.1	Descripción de la actividad	365
5.3.2	Metodología	366
5.3.3	Incertidumbre y coherencia temporal	370
5.3.4	Control de calidad y verificación	371
5.3.5	Realización de nuevos cálculos	371
5.3.6	Planes de mejora	379
5.4	Emisiones de N ₂ O en la gestión de estiércoles (3B2)	379
5.4.1	Descripción de la actividad	379
5.4.2	Metodología	383
5.4.3	Incertidumbre y coherencia temporal	389
5.4.4	Control de calidad y verificación	389
5.4.5	Realización de nuevos cálculos	389
5.4.6	Planes de mejora	398
5.5	Cultivo de arroz (3C)	398
5.5.1	Descripción de la actividad	398
5.5.2	Metodología	399
5.5.3	Incertidumbre y coherencia temporal	400
5.5.4	Control de calidad y verificación	400
5.5.5	Realización de nuevos cálculos	401
5.5.6	Planes de mejora	401
5.6	Suelos agrícolas (3D)	402
5.6.1	Descripción de la actividad	402
5.6.2	Metodología	404
5.6.3	Incertidumbre y coherencia temporal	409
5.6.4	Control de calidad y verificación	410
5.6.5	Realización de nuevos cálculos	410
5.6.6	Planes de mejora	417
5.7	Quema en campo de residuos agrícolas (3F)	417
5.7.1	Descripción de la actividad	417
5.7.2	Metodología	420
5.7.3	Incertidumbre y coherencia temporal	423
5.7.4	Control de calidad y verificación	423
5.7.5	Realización de nuevos cálculos	423
5.7.6	Planes de mejora	424
5.8	Otras categorías	424
5.8.1	Aplicación de enmiendas calizas (3G)	424
5.8.2	Aplicación de urea (3H)	426
5.8.3	Aplicación de otros fertilizantes con carbono (3I)	427

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.1.1.	Emisiones de CO ₂ -eq del sector de Agricultura (CRF 3) (cifras en kt)	351
Tabla 5.1.2.	Categorías clave: contribución al nivel y a la tendencia. Año 2021	352
Tabla 5.2.1.	Emisiones de CH ₄ de la Fermentación entérica en ganado (3A) según las diferentes especies emisoras (cifras en kt de CO ₂ -eq)	353
Tabla 5.2.2.	Emisiones de CH ₄ en CO ₂ -eq de la Fermentación entérica en ganado (3A): valores absolutos, índices y ratios	354
Tabla 5.2.3.	Población promedio por especie (cifras en miles de efectivos)	356
Tabla 5.2.4.	Datos metodológicos de la Fermentación entérica en ganado (3A)	359
Tabla 5.2.5.	Energía Bruta (EB en MJ/cab/día), Ratio de conversión de metano (Y _m en %) y Factor de Emisión entérico implícito (Fent en kg CH ₄ /cab/año)	360
Tabla 5.3.1.	Emisiones de CH ₄ de la Gestión de estiércoles (3B1) (cifras en kt de CO ₂ -eq)	365
Tabla 5.3.2.	Emisiones de CH ₄ de la Gestión de estiércoles (3B1) por actividad / animal IPCC y régimen estabulado/pastoreo (cifras en kt de CO ₂ -eq)	366
Tabla 5.3.3.	Emisiones de CH ₄ en CO ₂ -eq de la Gestión de Estiércoles (3B1): valores absolutos, índices y ratios	366
Tabla 5.3.4.	Datos metodológicos de la Gestión de estiércoles – CH ₄ (3B1)	368
Tabla 5.3.5.	Excreción de sólidos volátiles (VS en kg de materia seca/cab/día), Capacidad máxima de producción de metano del estiércol (Bo en m ³ /kgVS) y Factor de emisión implícito (FEI en kg CH ₄ /cab/año)	369
Tabla 5.3.6.	Efectivos ganaderos (en miles) por actividad / animal IPCC y régimen estabulado/pastoreo	369
Tabla 5.4.1.	Emisiones de N ₂ O directas e indirectas por animal en la Gestión de estiércoles (3B2) (cifras en kt de CO ₂ -eq)	380
Tabla 5.4.2.	Emisiones de N ₂ O en CO ₂ -eq de la Gestión de Estiércoles (3B2): valores absolutos, índices y ratios	381
Tabla 5.4.3.	Emisiones directas de N ₂ O por agrupación CRF de sistema de gestión de estiércol (3B2) (cifras en kt de CO ₂ -eq)	382
Tabla 5.4.4.	Equivalencia de sistemas de gestión de estiércoles: CRF vs. Guía IPCC 2006	382
Tabla 5.4.5.	Datos metodológicos de la Gestión de estiércoles – N ₂ O (3B2)	384
Tabla 5.4.6.	Población (cabezas), Nitrógeno excretado (N _{ex} en kg N/cab/año), Peso del animal (kg) y Factor de Emisión implícito (FEI en kg N ₂ O/cab/año) separando entre estabulado y pastoreo	384
Tabla 5.4.7.	Nitrógeno excretado total (N _{ex} en t de N/año), Población (Pob en cabezas) y Nitrógeno excretado en los diferentes grupos de sistemas de gestión (en t de N/año)	387
Tabla 5.5.1.	Emisiones de CH ₄ en CO ₂ -eq de Cultivo del arroz (3C): valores absolutos, índices y ratios	398
Tabla 5.5.2.	Superficie cultivada de arroz en España	399
Tabla 5.5.3.	Parametrización de ecuaciones para la estimación de las emisiones de CH ₄ en el cultivo del arroz	400
Tabla 5.5.4.	Rangos de incertidumbre de los factores de emisión y corrección (Guía IPCC 2006)	400
Tabla 5.6.1.	Emisiones de N ₂ O de Suelos agrícolas (3D) (cifras en kt de CO ₂ -eq)	402
Tabla 5.6.2.	Emisiones de N ₂ O en CO ₂ -eq de Suelos agrícolas (3D): valores absolutos, índices y ratios	403
Tabla 5.6.3.	Emisiones de N ₂ O en toneladas de CO ₂ -eq por animal bajo las categorías 3D12a (estiércol aplicado al campo), 3D13 (pastoreo) e indirectas parciales de origen ganadero	403
Tabla 5.6.4.	Nitrógeno aplicado como variable de actividad para estimar las emisiones de N ₂ O (kt de N) por fuente de aporte de Suelos agrícolas (3D)	404
Tabla 5.6.5.	Nitrógeno aplicado al campo (kt de N)	407
Tabla 5.6.6.	Factores de emisión (Guía IPCC 2019 Refinement)	408
Tabla 5.6.7.	Factores de emisión por defecto y fracciones de volatilización y lixiviación (Guía IPCC 2006)	408
Tabla 5.6.8.	Fracción de nitrógeno perdido por lixiviación y escorrentía (% respecto al total aplicado)	409
Tabla 5.7.1.	Emisiones de CH ₄ y N ₂ O debido a Quemados en campo de residuos agrícolas (3F) (cifras en kt de CO ₂ -eq)	417
Tabla 5.7.2.	Emisiones de CO ₂ -eq de Quemados en campo de residuos agrícolas (3F): valores absolutos, índices y ratios	418
Tabla 5.7.3.	Recopilación de legislación aplicable en España sobre regulaciones en materia de quema de restos agrícolas	418
Tabla 5.7.4.	Fracción de nitrógeno por cultivo no leñoso	421
Tabla 5.7.5.	Evolución de la biomasa quemada por cultivo en kilotoneladas	422
Tabla 5.8.1.	Emisiones de CO ₂ de Enmienda caliza (3G) por subcategorías (cifras en kt de CO ₂ -eq)	425
Tabla 5.8.2.	Emisiones de CO ₂ -eq de Enmienda caliza (3G): valores absolutos, índices y ratios	425
Tabla 5.8.3.	Emisiones de CO ₂ -eq de Aplicación de urea (3H): valores absolutos, índices y ratios	426
Tabla 5.8.4.	Emisiones de CO ₂ -eq de Aplicación de otros fertilizantes con carbono (3I); valores absolutos, índices y ratios	427

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5.1.1.	Evolución de las emisiones de CO ₂ -eq del sector Agricultura (CRF 3)	351
Figura 5.1.2.	Porcentaje de las emisiones de CO ₂ -eq del sector Agricultura (CRF 3) por categoría respecto al total del Inventario Nacional	352
Figura 5.2.1.	Distribución porcentual de las emisiones de CH ₄ de la Fermentación entérica en ganado (3A) por especie	354

Figura 5.2.2.	Variación de la población promedio por categoría animal respecto al año base	356
Figura 5.2.3.	Variación de la emisión de metano por cantidad de leche producida para vacuno lechero	357
Figura 5.2.4.	Emisiones de CH ₄ en la Fermentación entérica de ganado (3A). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	362
Figura 5.2.5.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (3A). Edición 2023 vs. edición 2022	362
Figura 5.2.6.	Emisiones de CH ₄ en la Fermentación entérica de vacuno lechero (3A11). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	363
Figura 5.2.7.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (3A11). Edición 2023 vs. edición 2022	363
Figura 5.2.8.	Emisiones de CH ₄ en la Fermentación entérica de vacuno no lechero (3A12). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	363
Figura 5.2.9.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (3A12). Edición 2023 vs. edición 2022	364
Figura 5.2.10.	Emisiones de CH ₄ en la Fermentación entérica de conejos (3A46). Edición 2023 vs. edición 2022 (NE) (cifras en kt de CO ₂ -eq)	364
Figura 5.3.1.	Distribución porcentual de las emisiones de CH ₄ de la Gestión de estiércoles en ganado (3B1) por especie	365
Figura 5.3.2.	Emisiones de CH ₄ en la Gestión de estiércoles (3B1). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	371
Figura 5.3.3.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (3B1). Edición 2023 vs. edición 2022	371
Figura 5.3.4.	Emisiones de CH ₄ en la Gestión de estiércoles en vacuno lechero (3B111). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	372
Figura 5.3.5.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (3B111). Edición 2023 vs. edición 2022	373
Figura 5.3.6.	Emisiones de CH ₄ en la Gestión de estiércoles en vacuno no lechero (3B112). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	373
Figura 5.3.7.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (3B112). Edición 2023 vs. edición 2022	373
Figura 5.3.8.	Emisiones de CH ₄ en la Gestión de estiércoles en ovino (3B12). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	374
Figura 5.3.9.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (3B12). Edición 2023 vs. edición 2022	374
Figura 5.3.10.	Emisiones de CH ₄ en la Gestión de estiércoles en porcino blanco (3B131). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	374
Figura 5.3.11.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (3B131). Edición 2023 vs. edición 2022	375
Figura 5.3.12.	Emisiones de CH ₄ en la Gestión de estiércoles en otras aves (3B141). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	375
Figura 5.3.13.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (3B141). Edición 2023 vs. edición 2022	375
Figura 5.3.14.	Emisiones de CH ₄ en la Gestión de estiércoles en caprino (3B142). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	376
Figura 5.3.15.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (3B142). Edición 2023 vs. edición 2022	376
Figura 5.3.16.	Emisiones de CH ₄ en la Gestión de estiércoles en equino (3B143). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	376
Figura 5.3.17.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (3B143). Edición 2023 vs. edición 2022	377
Figura 5.3.18.	Emisiones de CH ₄ en la Gestión de estiércoles en mulas y asnos (3B144). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	377
Figura 5.3.19.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (3B144). Edición 2023 vs. edición 2022	377
Figura 5.3.20.	Emisiones de CH ₄ en la Gestión de estiércoles en aves de puesta y carne (3B145). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	378
Figura 5.3.21.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (3B145). Edición 2023 vs. edición 2022	378
Figura 5.3.22.	Emisiones de CH ₄ en la Gestión de estiércoles en conejos (3B146). Edición 2023 vs. edición 2022 (NE) (cifras en kt de CO ₂ -eq)	378
Figura 5.4.1.	Emisiones de N ₂ O directas (por especie) e indirectas en la gestión de estiércoles	381
Figura 5.4.2.	Distribución porcentual de las emisiones de CH ₄ de la Gestión de estiércoles en ganado (3B1) por especie	381
Figura 5.4.3.	Emisiones de N ₂ O en la Gestión de estiércoles (3B2). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	390
Figura 5.4.4.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3B2). Edición 2023 vs. edición 2022	390
Figura 5.4.5.	Emisiones de N ₂ O en la Gestión de estiércoles en vacuno lechero (3B211). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	391
Figura 5.4.6.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3B211). Edición 2023 vs. edición 2022	391
Figura 5.4.7.	Emisiones de N ₂ O en la Gestión de estiércoles en vacuno no lechero (3B212). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	391
Figura 5.4.8.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3B212). Edición 2023 vs. edición 2022	392
Figura 5.4.9.	Emisiones de N ₂ O en la Gestión de estiércoles en ovino (3B22). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	392
Figura 5.4.10.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3B22). Edición 2023 vs. edición 2022	392
Figura 5.4.11.	Emisiones de N ₂ O en la Gestión de estiércoles en otras aves (3B241). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	393
Figura 5.4.12.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3B241). Edición 2023 vs. edición 2022	393
Figura 5.4.13.	Emisiones de N ₂ O en la Gestión de estiércoles en caprino (3B242). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	393

Figura 5.4.14.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3B242). Edición 2023 vs. edición 2022	394
Figura 5.4.15.	Emisiones de N ₂ O en la Gestión de estiércoles en equino (3B243). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	394
Figura 5.4.16.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3B243). Edición 2023 vs. edición 2022	394
Figura 5.4.17.	Emisiones de N ₂ O en la Gestión de estiércoles en mulas y asnos (3B244). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	395
Figura 5.4.18.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3B244). Edición 2023 vs. edición 2022	395
Figura 5.4.19.	Emisiones de N ₂ O en la Gestión de estiércoles en aves de puesta y carne (3B245). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	395
Figura 5.4.20.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3B245). Edición 2023 vs. edición 2022	396
Figura 5.4.21.	Emisiones de N ₂ O en la Gestión de estiércoles en conejos (3B246). Edición 2023 vs. edición 2022 (NE) (cifras en kt de CO ₂ -eq)	396
Figura 5.4.22.	Emisiones indirectas de N ₂ O por volatilización y deposición atmosférica durante la gestión de estiércoles (3B251). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	396
Figura 5.4.23.	Diferencia porcentual de emisiones indirectas de N ₂ O por volatilización y deposición atmosférica (3B251). Edición 2023 vs. edición 2022	397
Figura 5.4.24.	Emisiones indirectas de N ₂ O por lixiviación y escorrentía durante la gestión de estiércoles (3B252). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	397
Figura 5.4.25.	Diferencia porcentual de emisiones indirectas de N ₂ O por lixiviación y escorrentía (3B252). Edición 2023 vs. edición 2022	397
Figura 5.5.1.	Evolución de las emisiones de CO ₂ -eq del Cultivo del arroz (3C)	399
Figura 5.5.2.	Emisiones de CH ₄ en el Cultivo de arroz (3C). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	401
Figura 5.5.3.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (3C). Edición 2023 vs. edición 2022	401
Figura 5.6.1.	Nitrógeno aplicado como variable de actividad para estimar las emisiones de N ₂ O (kt de N) por fuente de aporte de Suelos agrícolas (3D)	405
Figura 5.6.2.	Nitrógeno aplicado como lodos para estimar las emisiones de N ₂ O (kt de N) por fuente de aporte de Suelos agrícolas (3D)	406
Figura 5.6.3.	Distribución porcentual del nitrógeno aplicado que genera emisiones directas e indirectas como N ₂ O (%), por tipo de aporte de Suelos agrícolas (3D)	407
Figura 5.6.4.	Emisiones de N ₂ O en Suelos agrícolas (3D). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	410
Figura 5.6.5.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3D). Edición 2023 vs. edición 2022	410
Figura 5.6.6.	Emisiones de N ₂ O debidas a Fertilizante inorgánico nitrogenado aplicado al suelo (3D11). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	412
Figura 5.6.7.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3D11). Edición 2023 vs. edición 2022	412
Figura 5.6.8.	Emisiones de N ₂ O debidas a Estiércol aplicado al suelo como fertilizante (3D12a). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	412
Figura 5.6.9.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3D12a). Edición 2023 vs. edición 2022	413
Figura 5.6.10.	Emisiones de N ₂ O debidas a lodos aplicados al suelo como fertilizante (3D12b). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	413
Figura 5.6.11.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3D12b). Edición 2023 vs. edición 2022	413
Figura 5.6.12.	Emisiones de N ₂ O debidas a Compost aplicado al suelo como fertilizante (3D12c). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	414
Figura 5.6.13.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3D12c). Edición 2023 vs. edición 2022	414
Figura 5.6.14.	Emisiones de N ₂ O debidas a Pastoreo (3D13). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	414
Figura 5.6.15.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3D13). Edición 2023 vs. edición 2022	415
Figura 5.6.16.	Emisiones de N ₂ O debidas a Restos de cultivos aplicados al suelo (3D14). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	415
Figura 5.6.17.	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (3D14). Edición 2023 vs. edición 2022	415
Figura 5.6.18.	Emisiones indirectas de N ₂ O por volatilización y deposición atmosférica en suelos agrícolas (3D21). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	416
Figura 5.6.19.	Diferencia porcentual de emisiones indirectas de N ₂ O por volatilización y deposición atmosférica (3D21). Edición 2023 vs. edición 2022	416
Figura 5.6.20.	Emisiones indirectas de N ₂ O por lixiviación y escorrentía en suelos agrícolas (3D22). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	416
Figura 5.6.21.	Diferencia porcentual de emisiones indirectas de N ₂ O por lixiviación y escorrentía (3D22). Edición 2023 vs. edición 2022	417
Figura 5.7.1.	Evolución de las emisiones de CO ₂ -eq de las Quemadas en campo de residuos agrícolas (3F)	418
Figura 5.7.2.	Emisiones de CH ₄ y N ₂ O en la categoría de quema en campo de residuos agrícolas (3F). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	424
Figura 5.7.3.	Diferencia porcentual de emisiones (3F). Edición 2023 vs. edición 2022	424
Figura 5.8.1.	Emisiones de CO ₂ -eq (kt) de la Enmienda caliza (3G)	425
Figura 5.8.2.	Emisiones de CO ₂ -eq (kt) de la Aplicación de urea (3H)	426
Figura 5.8.3.	Emisiones de CO ₂ -eq (kt) de la Aplicación de otros fertilizantes con carbono (3I)	428

5 AGRICULTURA (CRF 3)

5.1 Panorámica del sector

Las emisiones de Agricultura en el año 2021 representaron 34.326 kt de CO₂ equivalente (CO₂-eq), lo que supone un 11,9 % de las emisiones totales del Inventario Nacional. Las emisiones en 2021 son un -0,9 % respecto a 2020 y aumentaron un +4,1 % respecto al año 1990, aunque con distintas tendencias entre las categorías del sector.

En la tabla 5.1.1 se presentan, en términos de CO₂-eq, las emisiones del sector Agricultura con desglose por categorías según la nomenclatura CRF para los principales años de la serie 1990-2021 y para los que se han utilizado los potenciales de calentamiento AR5.

Los datos detallados de emisiones del Inventario Nacional pueden consultarse en la página web del MITECO-SEI [TablaWeb](#).

Tabla 5.1.1. Emisiones de CO₂-eq del sector de Agricultura (CRF 3) (cifras en kt)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
3A Fermentación entérica	15.787	18.514	17.460	16.606	16.972	17.075	17.222
3B Gestión de estiércoles	9.622	10.548	8.847	9.325	9.813	10.188	10.144
3C Cultivo de arroz	416	544	557	493	469	463	463
3D Suelos agrícolas	5.727	5.711	5.721	6.155	6.057	6.286	6.120
3F Quema de residuos	873	44	14	32	28	26	26
3G Enmienda caliza	83	98	54	39	32	30	31
3H Fertilización con Urea	438	350	473	511	455	545	316
3I Fertilización con otros fertilizantes con C	77	88	82	75	72	62	47
Total	33.023	35.897	33.208	33.236	33.898	34.675	34.369

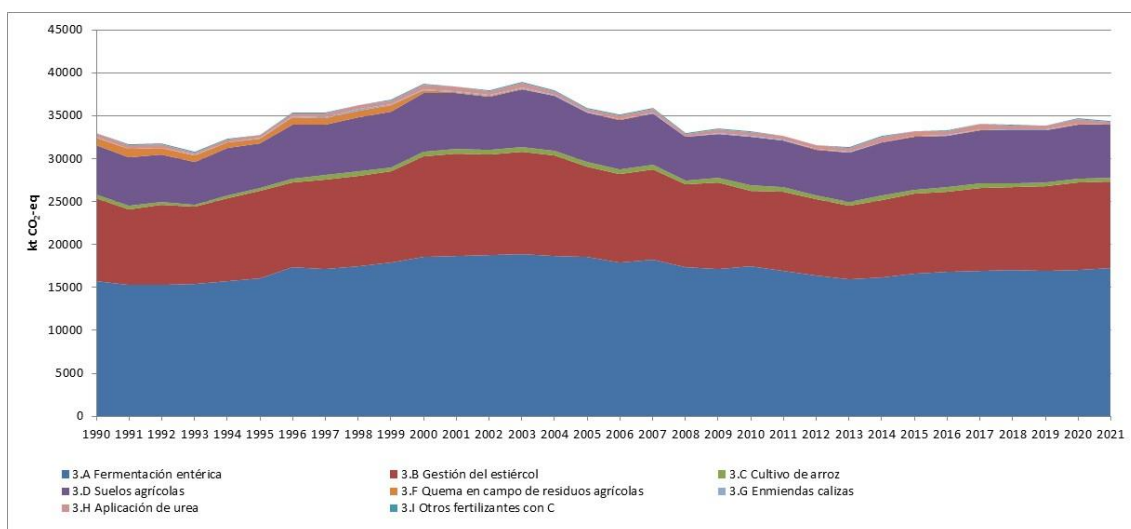


Figura 5.1.1. Evolución de las emisiones de CO₂-eq del sector Agricultura (CRF 3)

A lo largo de la serie, las emisiones de las actividades agrícolas disminuyen desde 1990 hasta 1993, le sigue una etapa de un incremento en las emisiones entre 1993-2003, y luego se da otro periodo de descenso de las emisiones hasta el año 2013, a partir del cual las emisiones siguen una tendencia al alza sin llegar a recuperar los niveles máximos de los años 2000 y 2003. Las fluctuaciones son fruto de la variación de los principales motores de este sector: el número de efectivos de la cabaña ganadera y su rendimiento productivo (3A), la evolución en la gestión de estiércoles (3B) y la cantidad de fertilizantes inorgánicos y orgánicos aplicados al suelo (3D).

Es remarcable la reducción de las emisiones de la categoría 3F ligada a las restricciones de quema de restos de cultivos como medida de prevención de incendios y la incentivación de prácticas conservadoras de suelo. Con la entrada en vigor de los compromisos y normas agroambientales a cumplir por los receptores de ayudas directas (condicionalidad) en el marco de la Política Agrícola Común (PAC), la práctica de quema de residuos agrícolas ha sido reducida notoriamente, aunque aún puede llevarse a cabo por motivos fitosanitarios, medioambientales o de prevención de incendios, y siempre bajo autorización de la autoridad competente autonómica. Con base en estas restricciones, el Inventario Nacional solo contabiliza las emisiones de la única quema de la que tiene constancia, procedente de los residuos de los cultivos de algodón principalmente, tal y como se explica más adelante en los apartados correspondientes a esta actividad.

En la siguiente figura se muestra la contribución relativa de las distintas categorías del sector de la agricultura a las emisiones totales de CO₂-eq del Inventario Nacional a lo largo del periodo 1990-2021. La contribución conjunta del sector había sido siempre inferior al 12 % del total de emisiones, correspondiendo su cuota más alta al año 1990, sin embargo, en el año 2020 la incidencia de la pandemia en otros sectores, pero sin afección al sector de la agricultura, ha hecho elevar este índice por encima del 12 % de manera excepcional.

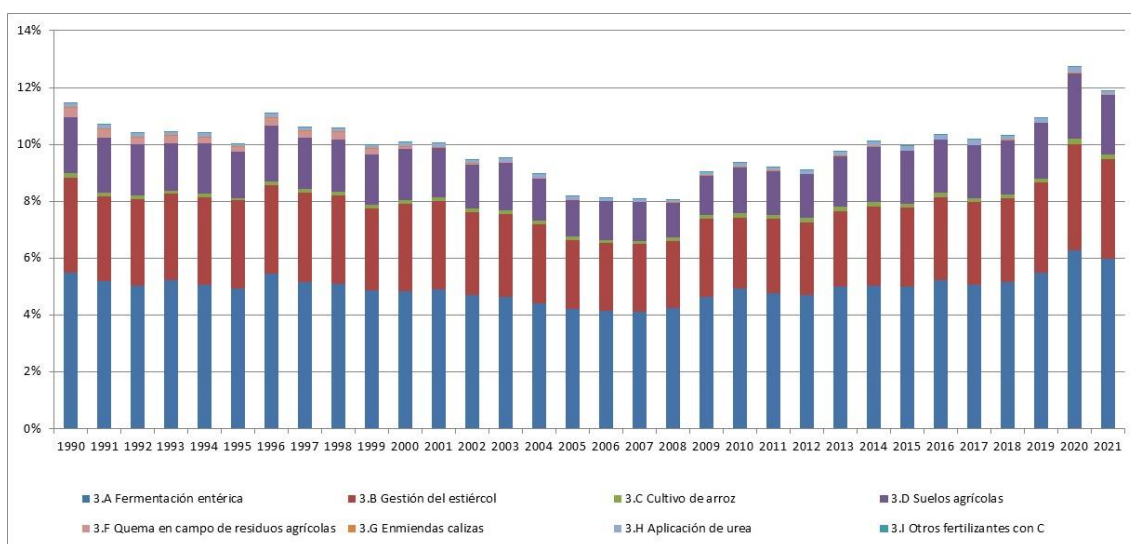


Figura 5.1.2. Porcentaje de las emisiones de CO₂-eq del sector Agricultura (CRF 3) por categoría respecto al total del Inventario Nacional

Las categorías clave identificadas para el periodo 1990-2021 (combinación “actividad-gas”), se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 5.1.2. Categorías clave: contribución al nivel y a la tendencia. Año 2021

Actividad IPCC	Gas	Análisis de categoría clave 2021 Posición (Contribución %)				Nueva KC 2021
		ENFOQUE 1		ENFOQUE 2		
		L	T	L	T	
3A-Fermentación entérica	CH₄	4 (6 %)	23 (0,6 %)	3 (7,1 %)	18 (1,5 %)	
3B1-Gestión de estiércoles	CH₄	11 (2,9 %)	-	5 (6,6 %)	30 (0,6 %)	
3B2-Gestión de estiércoles	N₂O	24 (0,6 %)	-	11 (3 %)	26 (0,8 %)	
3C1-Cultivo de arroz	CH ₄	-	-	-	-	
3D1-Suelos agrícolas - Emisiones directas	N₂O	16 (1,6 %)	-	2 (12,6 %)	14 (1,9 %)	
3D2-Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N₂O	27 (0,5 %)	-	8 (4,4 %)	27 (0,8 %)	
3F-Quema de residuos agrícolas	CH₄	-	-	-	15 (1,8 %)	
3F-Quema de residuos agrícolas	N ₂ O	-	-	-	-	

Actividad IPCC	Gas	Análisis de categoría clave 2021 Posición (Contribución %)				Nueva KC 2021
		ENFOQUE 1		ENFOQUE 2		
		L	T	L	T	
3G-Enmienda caliza	CO ₂	-	-	-	-	
3H-Urea	CO ₂	-	-	-	-	
3I-Otros fertilizantes con C	CO ₂	-	-	-	-	

Nota: Categorías clave marcadas en negrita y sombreadas

5.2 Fermentación entérica en ganado (3A)

5.2.1 Descripción de la actividad

Esta categoría es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 5.1.2. Recoge las emisiones de metano (CH₄) generadas en los procesos de fermentación entérica que ocurren en el sistema digestivo de ciertas especies animales.

Los microorganismos residentes en el tracto digestivo descomponen mediante procesos de fermentación anaeróbica los carbohidratos de los alimentos ingeridos, transformándolos en moléculas simples y solubles que pueden ser utilizadas por el animal. Uno de los subproductos de esta fermentación anaeróbica es el CH₄, que puede ser exhalado o expulsado por el extremo terminal del tracto digestivo. La cantidad de CH₄ producida y emitida por los animales depende básicamente de la constitución de su aparato digestivo y de su dieta alimentaria.

Las especies rumiantes (principalmente, vacuno y ovino) presentan las mayores tasas de emisión de CH₄, a diferencia de las aves en las que la liberación de este gas es prácticamente despreciable. Los animales monogástricos, como el cerdo blanco, ocupan una posición intermedia entre estos dos extremos, ya que la densidad microbiana en el estómago y el intestino delgado de estos animales es limitada.

Además, en algunas especies, como en el cerdo blanco, la cría intensiva está altamente tecnificada en España y se ha adecuado su dieta para maximizar su aprovechamiento energético y nutritivo. En régimen de explotación intensivo, la dieta se ajusta al máximo para obtener la menor ratio ingesta/producción.

En términos de emisiones netas, la fermentación entérica en ganado (categoría 3A) contabiliza en 2021 17.222 kt de CO₂-eq, que suponen un aumento del +9,1 % respecto al año 1990 y un aumento del +0,9 % respecto a 2020. La evolución de las emisiones a lo largo del periodo se muestra en la siguiente tabla, distinguiendo las categorías de mayor contribución: bovino de leche y de carne, y ovino.

Tabla 5.2.1. Emisiones de CH₄ de la Fermentación entérica en ganado (3A) según las diferentes especies emisoras (cifras en kt de CO₂-eq)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Vacuno de leche	3.687,7	3.026,5	2.597,5	2.785,2	2.679,7	2.666,9	2.694,0
Vacuno no lechero	5.891,4	8.647,0	8.818,7	8.586,7	9.239,2	9.316,4	9.491,9
Ovino	4.246,0	4.838,6	4.220,2	3.434,9	3.289,1	3.301,6	3.224,4
Otros	1.961,5	2.002,2	1.823,8	1.798,9	1.764,1	1.789,8	1.812,0
Total	15.786,6	18.514,3	17.460,2	16.605,7	16.972,1	17.074,7	17.222,3

A lo largo de la serie, el vacuno no lechero ha ganado importancia en el total de la categoría, pasando del 37 % en el año 1990 al 55 % en 2021, a expensas de las emisiones de ovino (del 27 % en 1990 al 19 % en 2021) y vacuno de leche (del 23 % al 16 %). Estas tres cabañas contabilizan alrededor del 90 % de las emisiones totales de la categoría 3A.

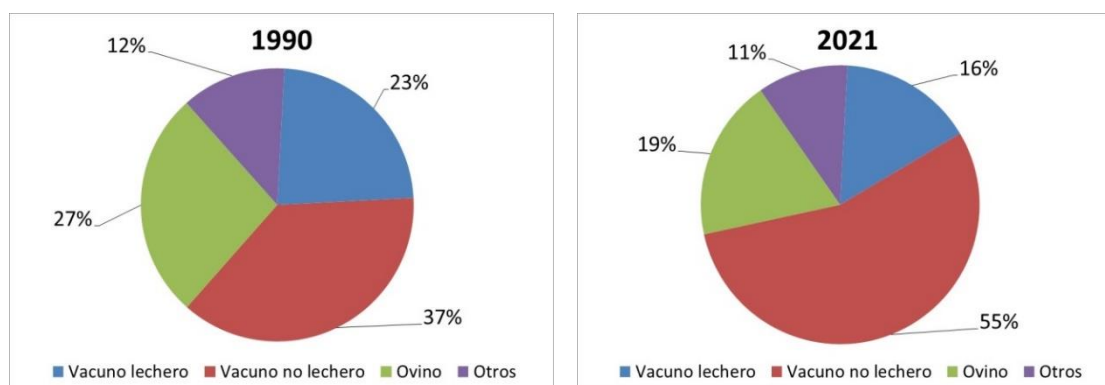


Figura 5.2.1. Distribución porcentual de las emisiones de CH₄ de la Fermentación entérica en ganado (3A) por especie

Las contribuciones de esta categoría al sector Agricultura y al total del Inventario Nacional y su índice de evolución temporal (base 100 año 1990) se pueden ver en la siguiente tabla.

Tabla 5.2.2. Emisiones de CH₄ en CO₂-eq de la Fermentación entérica en ganado (3A): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	15.786,6	18.514,3	17.460,2	16.605,7	16.972,0	17.074,7	17.222,3
Variación % vs. 1990	100,0	117,3	110,6	105,2	107,5	108,2	109,1
3A (CH ₄) / INV (CO ₂ -eq)	5,5 %	4,2 %	4,9 %	5,0 %	5,5 %	6,3 %	6,0 %
3A (CH ₄) / Agri. (CO ₂ -eq)	47,8 %	51,6 %	52,6 %	50,0 %	50,1 %	49,2 %	50,1 %

5.2.2 Metodología

Se han usado diferentes enfoques metodológicos, de acuerdo con la disponibilidad de información y el peso de las emisiones de cada especie ganadera en la categoría 3A (Fermentación entérica), siguiendo los árboles de decisión de las figuras 10.1 y 10.2 del capítulo 10, volumen 4, de la Guía IPCC 2006.

Información adicional sobre la variable de actividad puede consultarse en la página web del MITECO-SEI en el apartado correspondiente a metodología de estimación de emisiones¹.

5.2.2.1 Variables de actividad

La variable de actividad (VA) “número de efectivos ganaderos de las especies que componen la cabaña ganadera española”, y que se utiliza en todas la categorías CRF en las que esta VA es básica, se estima de diferente forma según la especie de que se trate. En todos los casos, los efectivos se asignan a nivel provincial.

Para el ganado bovino, porcino, ovino y caprino el MAPA publica las encuestas ganaderas de censo de efectivos efectuadas según directrices europeas. Para estas especies existe normativa de identificación individual, el censo es de animales vivos y proporciona la población promedio anual².

¹ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/SEI-Metodologias.aspx>

² Las encuestas se encuentran disponibles en: <http://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/ganaderia/encuestas-ganaderas/>. En la actualidad se realizan en mayo y en noviembre (solo noviembre para ovino y caprino); anteriormente se llevaban a cabo en junio y diciembre para el vacuno; y en abril, agosto y diciembre para el porcino.

Para las aves de carne se dispone de un censo de canales de sacrificio en matadero³, obtenido también mediante encuestas que siguen directrices europeas. El ciclo de vida promedio de un pollo para carne (*broiler*) se considera de 42 días. Con el número de aves sacrificadas y la duración del ciclo de vida se estima la población promedio anual. Las plazas de las aves de puesta se obtienen del Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA)⁴. Este censo de aves vivas se asume como población promedio anual, suponiendo que el periodo de no ocupación está implícito en el resultado de las encuestas oficiales que recogen ocupación puntual. Tanto en el caso de aves para carne como en el de aves de puesta se tiene en cuenta la mortalidad durante el crecimiento. No existe normativa de identificación individual de las aves, de ahí que el recuento se realice en función de canales de sacrificio o de plazas de las explotaciones. Para “otras aves”, grupo que engloba principalmente pavos, aunque también patos, ocas, perdices, codornices, etc., la información parte de manera básica, del mismo modo que para las aves de carne, del censo de canales de sacrificio en matadero.

Para el número de cabezas de équidos se ha utilizado el censo del REGA equino desde 2014 en adelante. Para proyectar la serie hacia atrás, se ha interpolado:

- entre los únicos dos puntos temporales en los que el *Anuario de Estadística* del MAPA⁵ proporciona censo equino: 1986 y 1999; y
- entre 1999 y 2014, el primer año que REGA equino proporciona datos consolidados.

Para todas las especies ganaderas, la clasificación en categorías homogéneas en término de emisiones y, por tanto, de cada una de las variables que tienen influencia sobre ellas, la descripción del metabolismo y la gestión de explotación de cada especie ganadera se pueden consultar en la colección de documentos *Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y de fósforo* que son elaborados y revisados periódicamente por la SG de Medios de Producción Ganadera (DG de Producciones y Mercados Agrarios) del MAPA. La utilización por vez primera de dichos documentos zootécnicos supone siempre un recálculo de las emisiones de toda la serie; la revisión de los mismos, en los casos en los que hubiera acontecido alguna variación en algún coeficiente zootécnico que participase en los cálculos en algún año o en toda la serie temporal, también supondría un recálculo en todas las categorías CRF relacionadas con dicha variación.

En esta edición del Inventario Nacional se ha empleado la información proporcionada por estos documentos zootécnicos, como el número de cabezas (interpretado como población promedio anual o ppa), clasificación en categorías productivas, distribución de pastoreo, nitrógeno total excretado, nitrógeno en heces y en orina, sólidos volátiles, energía bruta ingerida, factor de emisión entérica, digestibilidad de la ingesta u otros parámetros zootécnicos.

Esta información de documentos zootécnicos se ha utilizado en el caso de équidos (implementado en la edición 2016), porcino blanco (edición 2017), gallinas de carne y puesta (edición 2018), ovino (edición 2018), bovino (edición 2019), porcino ibérico (edición 2020), caprino (edición 2021) y otras aves (edición 2022).

Los documentos de la colección correspondientes a équidos (caballos, mulas y asnos), porcino blanco e ibérico, aves de puesta y aves de carne, caprino, ovino y bovino se encuentran publicados en la web oficial del MAPA⁶. El documento de pavos y patos (“otras aves”) se encuentra en fase de publicación, y de él se han extraído los valores de las variables metabólicas al considerarse muy próximos a su valor final.

³ Este documento está disponible digitalmente en:

<http://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/ganaderia/encuestas-sacrificio-ganado/>

⁴ REGA (Registro General de Explotaciones Ganaderas) <http://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/trazabilidad-animal/registro/>

⁵ <http://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/>

⁶ <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/ganaderia-y-medio-ambiente/balance-de-nitrogeno-e-inventario-de-emisiones-de-gases/default.aspx>

Como novedad en esta edición se incorpora la estimación de las emisiones de la cría de conejos siguiendo la recomendación realizada por el equipo de expertos de acuerdo con las directrices para la revisión bajo el artículo 8 del Protocolo de Kioto.

En cuanto a la producción ganadera de otras especies como visones y avestruces, se trata de producciones ganaderas irrelevantes, marcadas por una evolución muy decreciente debido al cambio de tendencia del mercado y, en el caso de los visones, a las limitaciones legales derivadas de su condición de especie exótica invasora que impide nuevas autorizaciones o ampliaciones de fincas existentes.

La tabla siguiente muestra el número absoluto de la población promedio anual por especie y año, y la figura posterior su evolución relativa respecto al año base (1990).

Tabla 5.2.3. Población promedio por especie (cifras en miles de efectivos)

Especie	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Vacuno lechero	1.588	1.045	841	849	814	810	818
Vacuno no lechero	3.538	5.379	5.336	5.360	5.847	5.865	5.931
Porcino blanco	15.625	23.101	23.014	24.852	27.508	28.788	30.007
Porcino ibérico	715	2.143	2.407	2.610	3.346	3.297	3.431
Ovino	24.037	22.749	18.552	16.026	15.479	15.439	15.081
Caprino	3.663	2.905	2.904	2.801	2.659	2.651	2.590
Equino	245	269	627	669	590	592	608
Mulas y asnos	203	28	43	46	41	41	41
Gallinas puesta y carne	114.492	127.733	127.029	127.143	136.965	134.733	131.577
Pavos y otras aves	19.497	24.598	19.675	20.038	20.972	21.007	22.926
Conejos	10.604	11.447	9.869	9.728	7.689	7.636	7.636

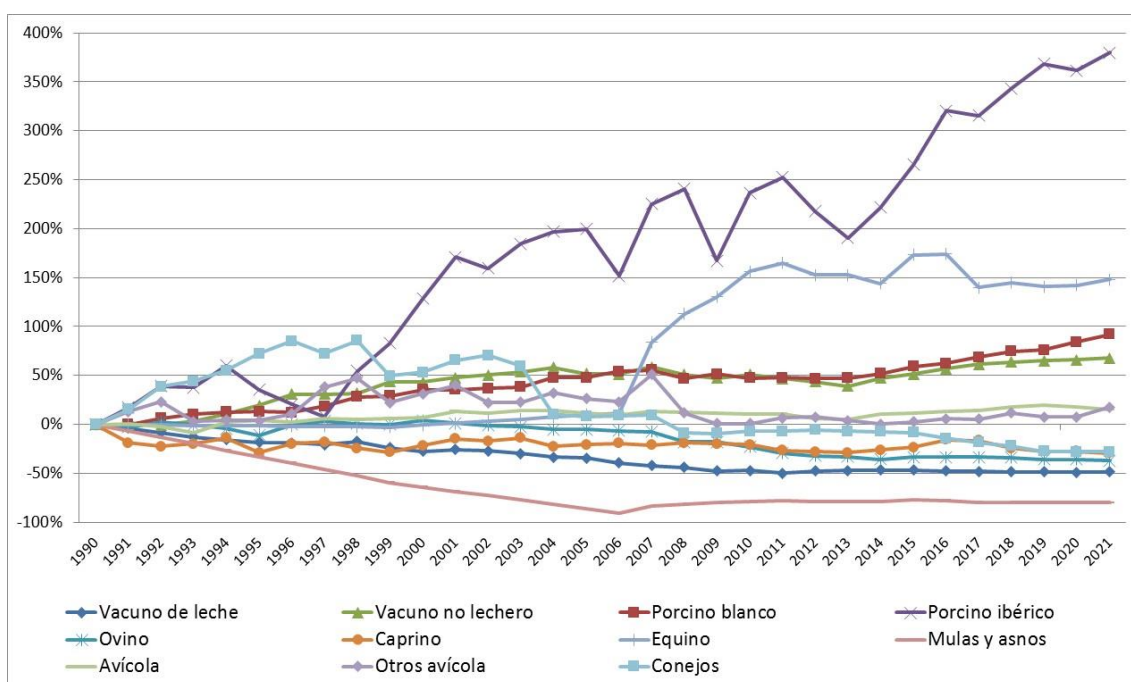


Figura 5.2.2. Variación de la población promedio por categoría animal respecto al año base

En el periodo 1990-2005 se registra un incremento significativo de vacuno no lechero y de porcino, aumentando el número de efectivos el +52 % y +54 % respectivamente, en relación a 1990. A partir de 2005, el número de efectivos de ambas especies se mantiene al alza, aunque con un menor crecimiento. El último año de la serie (2021), y respecto al año base, la población promedio de vacuno no lechero alcanza un incremento del +68 %, las del porcino blanco del

+92 % y las de porcino ibérico del +380 %. El censo de vacuno de leche, ovino y caprino disminuyen regularmente a lo largo de la serie, alcanzando en 2021 una reducción final del -48 %, -37 % y -29 %, respectivamente, en el número de plazas contabilizadas en 1990. En el caso de los équidos, los caballos han aumentado en 2021 respecto a 1990 un +148 %, pero las mulas y asnos han disminuido un -80 %. Los efectivos de gallinas de puesta y pollos de engorde para carne han aumentado un +15 % respecto al año base y también ha aumentado un +18 % el tipificado en el CRF como "otro avícola", categoría en la que se incluyen pavos, patos y otras aves; es necesaria la mención de las especies que componen esta categoría CRF porque no ha sido posible incorporarla en las opciones que proporciona la aplicación informática CRF-Reporter. Finalmente, los efectivos de conejos han disminuido en un -28 % en 2021 respecto a 1990, con un pico de crecimiento entre los años 1996 y 1998 en los que casi se duplicaron.

5.2.2.2 Factor de emisión

El factor de emisión de la fermentación entérica es fuertemente dependiente de la alimentación y esta ha evolucionado especialmente en los sectores ganaderos más competitivos. En régimen de explotación intensivo, la dieta se ajusta para obtener la menor ratio ingesta/producción.

Un caso destacable es el porcino blanco, especie en la que la energía bruta ingerida disminuye a lo largo de la serie, conllevando por tanto una reducción de las emisiones de CH₄ y del factor de emisión implícito de este, lo cual es muy patente a partir de 2005. Esta reducción ha sido debida al desarrollo de unas pautas de ingesta muy ajustadas, impulsado tanto por la competitividad de este mercado como por la prohibición del uso de antibióticos promotores del crecimiento en los piensos a partir del 1 de enero de 2006. Tendencias que se han implantado progresivamente incluyen la sustitución de ingredientes ricos en fibra y de baja digestibilidad por cereales, y el aumento de la cantidad y calidad de proteína (sustitución de la variedad de soja 47 por la soja 44 y la incorporación de aminoácidos sintéticos y enzimas digestivas). El resultado ha sido el aumento de la digestibilidad de la dieta.

Las especies bovina láctea y ovina evolucionan en diferente sentido, ya que su gestión productiva ha provocado un aumento de sus factores de emisión implícitos. El factor de emisión implícito por cabeza se incrementa en ambas especies, pero también ha aumentado el rendimiento lácteo per cápita, por lo cual ha disminuido la tasa de emisión por unidad de producto obtenido. A continuación se presenta una gráfica con este efecto para la especie bovina láctea.



Figura 5.2.3. Variación de la emisión de metano por cantidad de leche producida para vacuno lechero

Los factores de emisión considerados para cada especie animal se estiman como se explica a continuación.

Cabaña bovina, porcina, equina, ovina, caprina y cunícola.

Los documentos *Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y de fósforo* de la cabaña de bovino, porcino, ovino, caprino y équidos tienen en cuenta las directrices del capítulo 10, volumen 4, de la Guía IPCC 2006 para definir las categorías productivas y los parámetros metabólicos necesarios para estimar las emisiones teniendo en cuenta los factores para alcanzar los niveles 2 y 3 (variaciones por raza, sistema de producción, composición en ingredientes, materia seca y digestibilidad de la dieta y su evolución en la serie temporal...).

El factor de emisión de fermentación entérica se calcula mediante los métodos de:

- Jaurena *et al.* (2015) para el bovino⁷ (mediante una ecuación de relación de Ym (factor de conversión de metano) con la materia seca ingerida, la fibra neutro detergente y la digestibilidad de la ración para finalmente calcular el factor de emisión de fermentación entérica mediante la ecuación 10.21 de la Guía IPCC 2006). Si bien, aunque este método es el desarrollado en el documento zootécnico antes mencionado, debido a una corrección técnica establecida durante la revisión ESD_2020 (pregunta ES-3A-2020-0002⁸), se consideró en ediciones 2021 y 2022 del inventario el valor de 6,5 % por defecto de la Guía IPCC 2006 para el parámetro Ym de vacuno; en la edición actual se ha implantado el valor desagregado disponible en la tabla 10.12 de la Guía IPCC 2019 Refinement, que tiene en cuenta la variación de la Ym en relación a cambios en la formulación y digestibilidad de la dieta a lo largo de la serie histórica, así como su nivel productivo.
- Dammgen *et al.* (2012) para el porcino blanco e ibérico⁹ (mediante una ecuación de relación del factor de emisión de fermentación entérica con el contenido de la ración en materias fermentables por las bacterias y la materia seca ingerida). En el caso del porcino blanco, la avanzada tecnificación y homogeneización de la producción hace que no exista variación intraanual de la dieta, por lo que se puede considerar un Nivel 3 metodológico.
- Vermorel *et al.* (1997) para los équidos¹⁰ (mediante una ecuación de relación del factor de emisión de fermentación entérica con la energía digestible ingerida).
- Cambra-López *et al.* (2008) para el ovino y el caprino¹¹ (mediante una ecuación de relación de Ym (factor de conversión de metano) con la digestibilidad de la energía para finalmente calcular el factor de emisión de fermentación entérica mediante la ecuación 10.21 de la Guía IPCC 2006).
- Méda, Lamothe y Hassouna (2014) para los conejos¹², novedad en la presente edición, mediante un enfoque IPCC aplicado a un estudio realizado en una granja de 605 efectivos. No hay disponible documento zootécnico.

Cabañas avícolas

Los documentos de la misma colección dedicados a las diferentes cabañas avícolas no proporcionan ningún valor para esta variable, ya que consideran que “las pérdidas gaseosas debidas a las fermentaciones intestinales son despreciables en aves”. La Guía IPCC 2006 tampoco proporciona ningún factor de emisión para esta especie. Ante la ausencia de

⁷ Jaurena, G., Cantet, J.M., Arroquy, J.I., Palladino, R.A., Wawrzkievicz, M. y Colombatto, D. (2015). *Prediction of the Ym factor for livestock from on-farm accessible data*. *Livestock Science*, 177, 52-62.

⁸ https://ec.europa.eu/clima/document/download/ac4ed936-c5de-4f9d-9f27-396311f97dcf_en

⁹ Dammgen, U., Schultz, H., Klausung K., Hutchings, N.J., Haenel, H.D. y Rösemann, C. (2012). *Enteric methane emissions from German pigs*. *Agriculture and Forestry Research* 3(62): 83- 96. https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/dn050632.pdf

¹⁰ Vermorel, M., Martin-Rosset, W. y Vernet, J. 1997. *Energy utilisation of twelve forage or mixed diets for maintenance by sport horses*. *Livest. Prod. Sci.* 47: 157-167.

¹¹ Cambra-López, M., García-Rebollar, P., Estelles, F. y Torres, A. (2008). *Estimación de las emisiones de los rumiantes en España: El factor de conversión de metano*. *Arch. Zootec.* 75 (R): 89-101.

¹² Méda, B., Lamothe, L. y Hassouna, M. (2014). *Prediction of nutrient flows with potential impacts on the environment in a rabbit farm: a modelling approach*. *Animal Production Science*, 54 (11-12), pp.2042-2051. 10.1071/an14530. hal-01209230.

información, no se ha verificado la contribución de estas especies al total de la Fermentación entérica en ganado (3A), reportando “No Estimado” (NE).

La información anterior para todos los tipos de ganado se resume en la tabla expuesta a continuación:

Tabla 5.2.4. Datos metodológicos de la Fermentación entérica en ganado (3A)

Actividad ^(*)	Animal	Nivel metodológico	Documento zootécnico	Fuente de los parámetros utilizados
3A11 <i>Dairy cattle</i> 3A1 ^(**)	Vacuno de leche	Nivel 2	<i>Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en bovino</i> ¹³ .	FE Fent ^{***} , EB ^{***} de datos específicos del país. Ym ^{***} de IPCC-2019Ref
3A12 <i>Non-dairy cattle</i> 3A1 ^(**)	Vacuno no lechero	Nivel 2	<i>Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en bovino</i> ¹³ .	FE ^{***} fermentación entérica y EB ^{***} de datos específicos del país. Ym ^{***} de IPCC-2019Ref
3A2 <i>Sheep</i> 3A2 ^(**)	Ovino	Nivel 2	<i>Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en ovino</i> ¹³ .	FE Fent, Ym y EB de datos específicos del país
3A31 <i>White swine</i> 3A3 ^(**)	Porcino blanco	Nivel 3	<i>Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en porcino blanco</i> ¹³ .	FE Fent, Ym y EB de datos específicos del país
3A33 <i>Iberian swine</i> 3A3 ^(**)	Porcino ibérico	Nivel 2	<i>Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en porcino ibérico</i> ¹³ .	FE Fent, Ym y EB de datos específicos del país
3A41 <i>Other (Turkeys and Other poultry)</i> 3A4 ^(**)	Pavos, patos y otras aves	NE	Documento finalizado. Publicación prevista para el 2º semestre de 2023. <i>Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en pavos y patos.</i>	Emisiones no relevantes según el nuevo documento zootécnico elaborado
3A42 <i>Goats</i> 3A4 ^(**)	Caprino	Nivel 2	<i>Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en caprino</i> ¹³ .	FE Fent, Ym y EB de datos específicos del país
3A43 <i>Horses</i> 3A4 ^(**)	Equino	Nivel 2	<i>Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en équidos</i> ¹³ .	FE Fent, Ym y EB de datos específicos del país
3A44 <i>Mules and asses</i> 3A4 ^(**)	Mulas y Asnos	Nivel 2	<i>Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en équidos</i> ¹³ .	FE Fent, Ym y EB de datos específicos del país
3A45 <i>Poultry</i> 3A4 ^(**)	Gallinas y pollos de engorde	NE	<i>Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo en aves de puesta y aves de carne</i> ¹³ .	Emisiones no relevantes según el nuevo documento zootécnico elaborado
3A46 <i>Rabbits</i> 3A4 ^(**)	Conejos	Nivel 1	Información técnica disponible sobre cunicultura en el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación ¹⁴ .	FE de fermentación entérica de estudio técnico europeo ¹⁵

(*) Nomenclatura utilizada en las hojas de carga de la aplicación CRF.

(**) Nomenclatura utilizada en las “Reporting tables” de la aplicación CRF¹⁶.

(***) FE Fent: Factor de Emisión de fermentación entérica

EB: Ingesta de energía bruta

Ym: Factor de conversión de CH₄

¹³ [Documentos zootécnicos MAPA](#)

¹⁴ <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/sistemas-prodnut-animal/cunicultura.aspx>

¹⁵ Méda, B., Lamothe, L. y Hassouna, M. (2014) *Prediction of nutrient flows with potential impacts on the environment in a rabbit farm: a modelling approach*. Animal Production Science, 54 (11-12), pp.2042-2051. 10.1071/an14530.

¹⁶ Indicación de acuerdo con la Revisión UNFCCC-2022ESQA67 - CRF codes comparability.

La información de datos metodológicos y de parámetros utilizados se resume en la tabla siguiente:

Tabla 5.2.5. Energía Bruta (EB en MJ/cab/día), Ratio de conversión de metano (Ym en %) y Factor de Emisión entérico implícito (Fent en kg CH₄/cab/año)

Especie		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Vacuno lechero	EB	200,74	250,31	274,81	292,16	292,78	292,70	292,81
	Ym	6,30	6,30	6,12	6,12	6,12	6,12	6,12
	Fent	82,95	103,43	110,25	117,21	117,56	117,52	117,56
Vacuno no lechero	EB	148,00	145,51	148,26	146,20	145,51	145,91	147,08
	Ym	6,13	6,02	6,07	5,97	5,91	5,93	5,92
	Fent	59,46	57,42	59,02	57,22	56,43	56,73	57,15
Ovino	EB	15,23	18,03	19,27	18,47	18,34	18,43	18,42
	Ym	6,32	6,42	6,43	6,32	6,31	6,32	6,32
	Fent	6,31	7,60	8,12	7,65	7,59	7,64	7,64
Porcino blanco	EB	31,13	31,46	28,61	28,80	28,67	29,07	29,02
	Ym	0,55	0,59	0,42	0,41	0,41	0,41	0,41
	Fent	1,13	1,22	0,78	0,78	0,77	0,78	0,78
Porcino ibérico	EB	30,63	30,19	29,17	31,12	32,33	31,61	32,00
	Ym	0,53	0,52	0,52	0,51	0,50	0,50	0,50
	Fent	1,07	1,03	1,00	1,03	1,06	1,03	1,04
Caprino	EB	25,70	24,87	24,36	23,33	23,17	23,16	23,19
	Ym	6,47	6,36	6,28	6,13	6,08	6,06	6,06
	Fent	10,91	10,38	10,04	9,38	9,24	9,20	9,21
Equino	EB	124,16	125,46	124,33	121,42	123,35	123,63	124,57
	Ym	1,86	1,86	1,85	1,86	1,86	1,86	1,86
	Fent	15,13	15,30	15,06	14,79	15,06	15,08	15,20
Mulas y asnos	EB	81,20	74,54	73,93	73,93	74,95	74,85	74,69
	Ym	1,70	1,70	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69
	Fent	9,07	8,29	8,22	8,20	8,32	8,31	8,29
Conejos	EB	-	-	-	-	-	-	-
	Ym	-	-	-	-	-	-	-
	Fent	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
Avícola/Otro avícola	EB	-	-	-	-	-	-	-
	Ym	-	-	-	-	-	-	-
	Fent	-	-	-	-	-	-	-

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en el sitio web del MITECO-SEI¹⁷ en la que está disponible una colección de fichas metodológicas que se elaboran y actualizan al ritmo de implantación de los nuevos documentos zootécnicos y donde se explican de manera pormenorizada los cálculos y se desarrollan algunos ejemplos de los mismos, las determinaciones de las variables de actividad y las relaciones con los documentos zootécnicos del MAPA.

Los cambios en las variables zootécnicas para la categoría de cerdos entre 2004 y 2006 se deben a las dietas combinadas de los animales y los cambios legislativos relevantes en 2005, que llevaron a un cambio drástico en el uso de las materias primas utilizadas en la alimentación animal, con tasas de emisiones de metano claramente menores. Esta tendencia se ha mantenido

¹⁷ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-SEI-Metodologias.aspx>

durante todo el periodo en adelante. El detalle completo de los criterios y fórmulas utilizados se puede consultar en los documentos zootécnicos (vease tabla 5.2.4).

Entre estos cambios significativos en la alimentación animal a partir de estos años está la prohibición total del uso de antibióticos promotores del crecimiento en la alimentación animal, lo que supuso un cambio radical en las condiciones de alimentación. Se eliminaron las materias primas de menor digestibilidad y se modificaron las tendencias, principalmente los carbohidratos (se eliminaron de las dietas productos de difícil digestión como la yuca y se los reemplazó por cereales). En cuanto al aporte proteico, la soja 47 sustituyó a la soja 44 de forma sistemática, buscando un aporte proteico de mayor digestibilidad y calidad. Además, se introdujeron sistemáticamente aminoácidos sintéticos asequibles y enzimas digestivas. También se publicó la normativa sobre aditivos utilizados en la alimentación animal, obligando así a la retirada de productos que se venían utilizando hasta la fecha, con el fin de facilitar la digestión de otros componentes de la dieta, de ahí los cambios tan acentuados en esta etapa de grandes ajustes.

5.2.3 Incertidumbre y coherencia temporal

Las encuestas ganaderas para bovino, ovino, caprino, porcino y aves y conejos de matadero se realizan bajo las directrices del Reglamento (CE) n.º 1165/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, relativo a las estadísticas ganaderas y de producción de carne. La precisión objetivo se encuentra en el 3 % (intervalo de 1 %-5 %) del número total de cabezas. La estimación del número de aves de puesta y de otro avícola se considera de similar precisión a los anteriores. La población equina, asnal y mular es censal, y la precisión se considera máxima.

La incertidumbre aplicada a los factores de emisión empleados es del ± 30 %, según el apartado 10.3.4, capítulo 10, volumen 4 de la Guía IPCC 2006. Las emisiones procedentes de aves no se han estimado por no disponer de factor de emisión.

La serie se considera coherente en el tiempo y la cobertura geográfica es nacional desagregada provincialmente.

5.2.4 Control de calidad y verificación

El *Anuario de Estadística* del MAPA, la colección de documentos zootécnicos y las guías internacionales de las que se extrae información están sometidos a controles de revisión específicos propios.

Las modificaciones observadas en la tendencia de las emisiones y los recálculos efectuados se consideran justificados.

5.2.5 Realización de nuevos cálculos

Las figuras siguientes comparan las variaciones de emisiones en valor absoluto y en porcentaje relativo de la "Fermentación entérica de ganado" (CH₄) (3A) entre las ediciones actual y previa del Inventario Nacional. Para poder comparar los datos de la edición pasada con la actual se han utilizado los potenciales de calentamiento AR4¹⁸.

Las diferencias porcentuales en la categoría 3A completa para toda la serie temporal representan disminuciones globales con rangos entre un -1,8 % y un -5,3 %.

¹⁸ https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts25.html

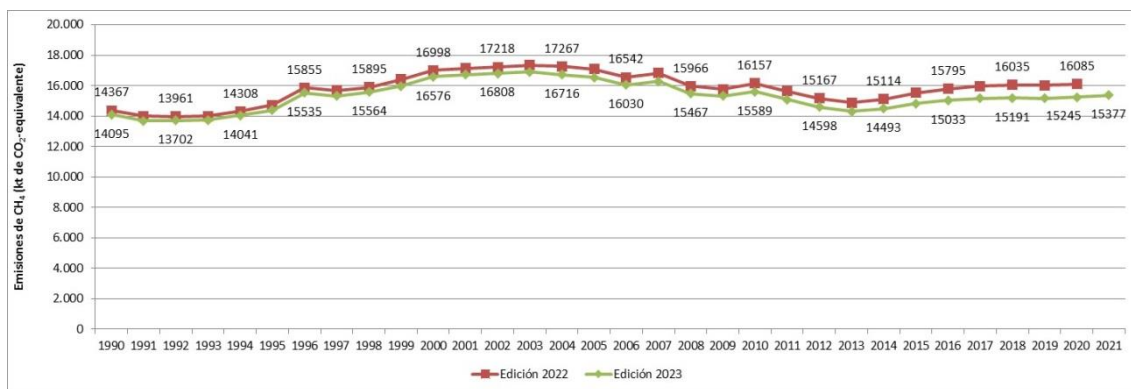


Figura 5.2.4. Emisiones de CH₄ en la Fermentación entérica de ganado (3A). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

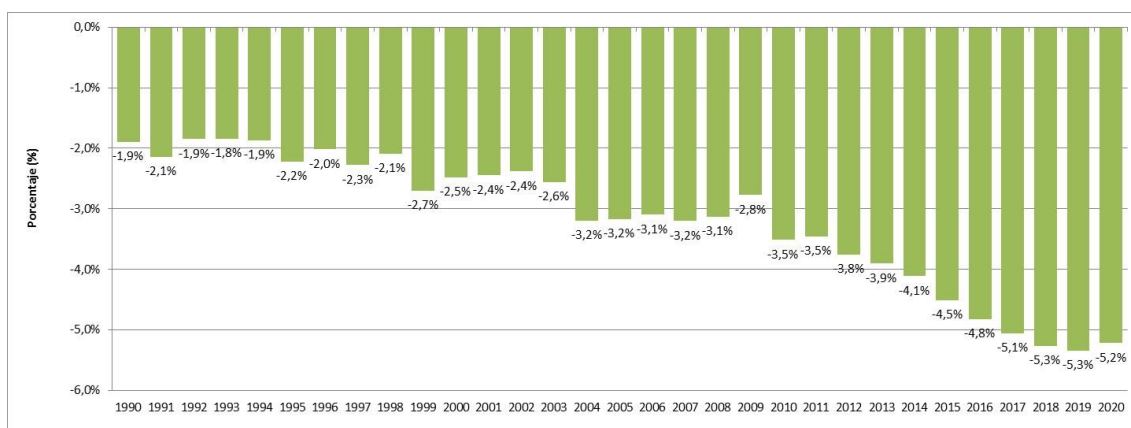


Figura 5.2.5. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (3A). Edición 2023 vs. edición 2022

Los cambios introducidos han sido los siguientes:

- Incorporación de los valores de %Ym de la Guía IPCC 2019 Refinement de la tabla 10.12 para vacuno lechero (3A11) y vacuno no lechero (3A12), desagregados según la productividad y la digestibilidad de la ingesta en sustitución de los valores anteriores por defecto y no desagregados de la Guía IPCC 2006.
- Nueva estimación de emisiones por fermentación entérica para la categoría animal de conejos (3A46)¹⁹.

A continuación se presentan las mismas figuras para cada una de las subcategorías recalculadas.

¹⁹ Revision UNFCCC-2022ESPQA64 - Other animal productions.

3A11 – Vacuno lechero

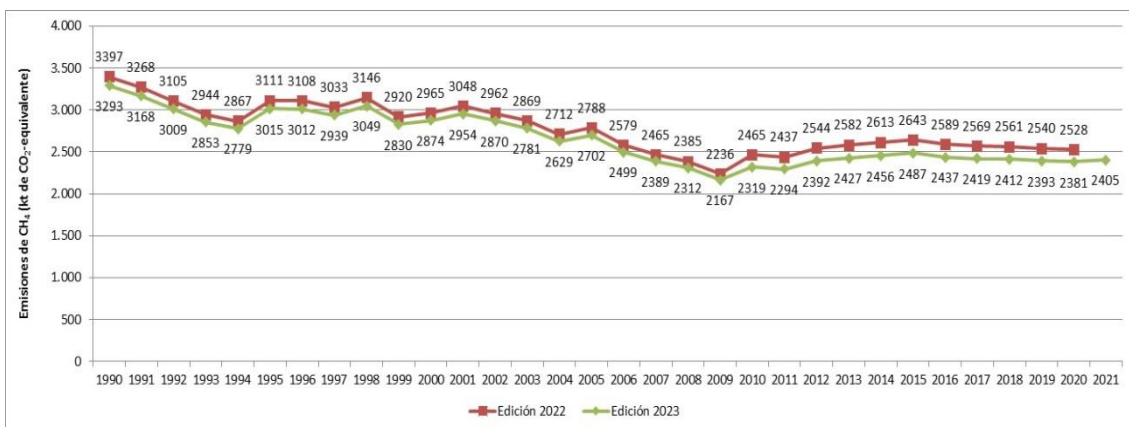


Figura 5.2.6. Emisiones de CH₄ en la Fermentación entérica de vacuno lechero (3A11). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

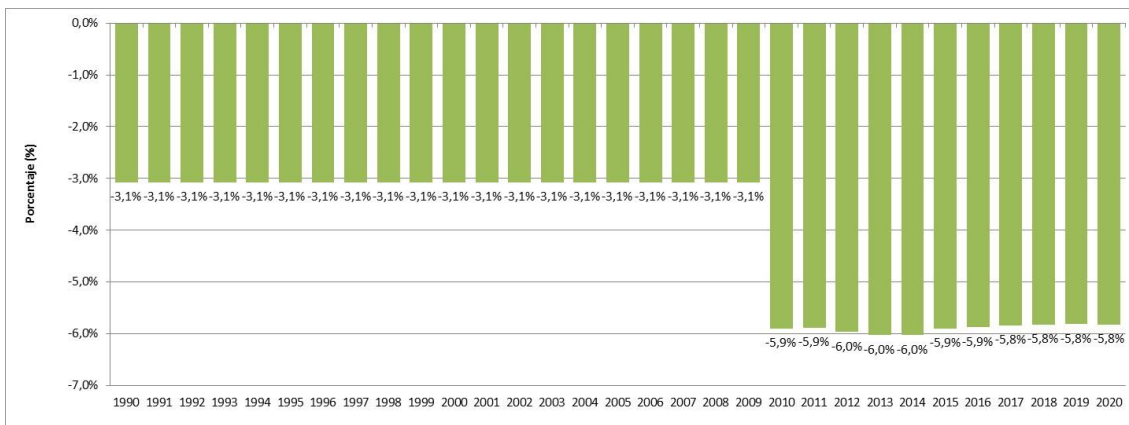


Figura 5.2.7. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (3A11). Edición 2023 vs. edición 2022

3A12 – Vacuno no lechero

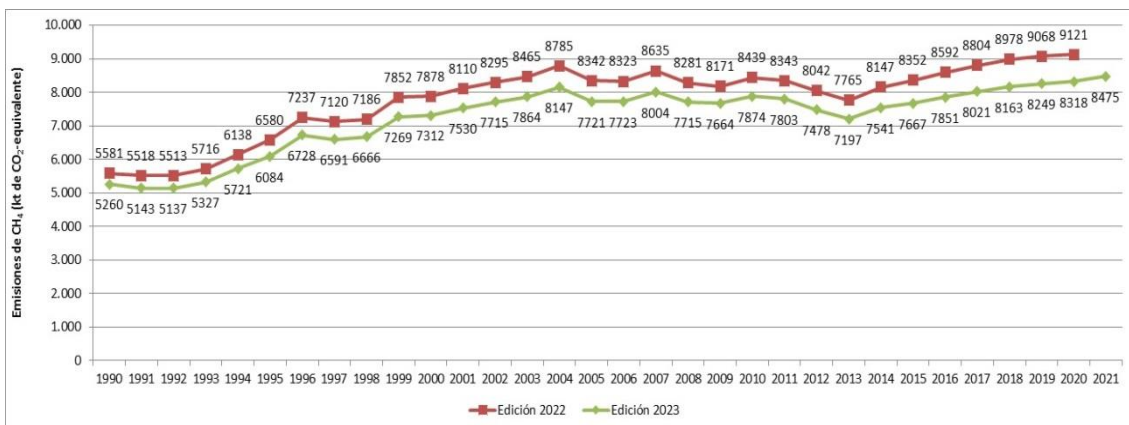


Figura 5.2.8. Emisiones de CH₄ en la Fermentación entérica de vacuno no lechero (3A12). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

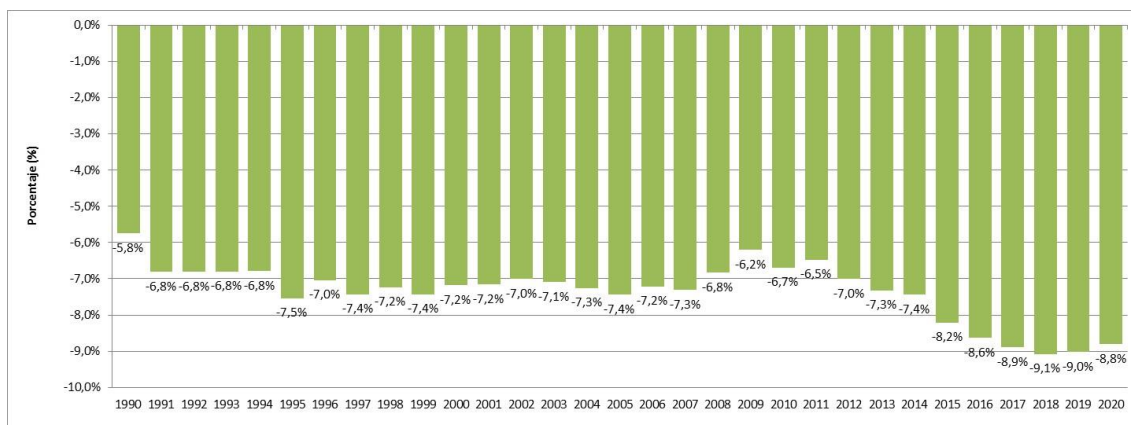


Figura 5.2.9. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (3A12). Edición 2023 vs. edición 2022

3A46 – Conejos

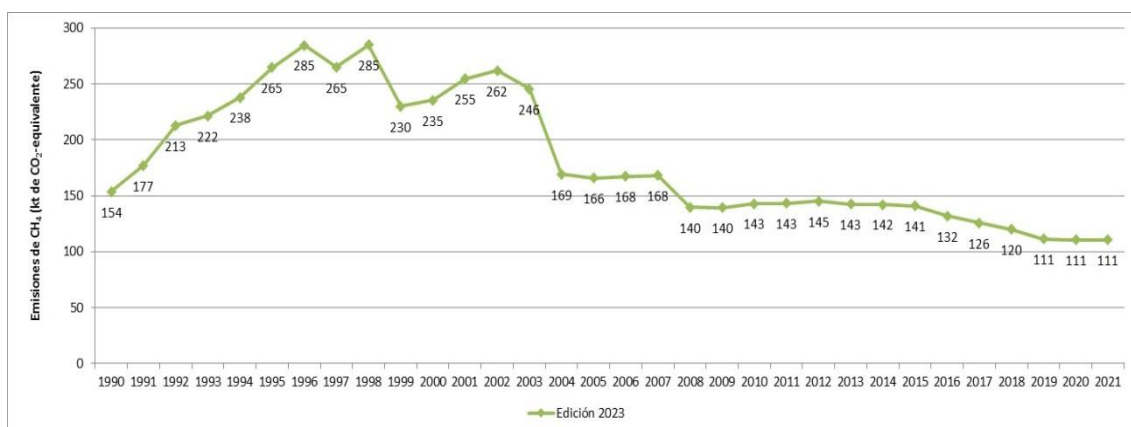


Figura 5.2.10. Emisiones de CH₄ en la Fermentación entérica de conejos (3A46). Edición 2023 vs. edición 2022 (NE) (cifras en kt de CO₂-eq)

5.2.6 Planes de mejora

Continuación de la implantación de los nuevos parámetros zootécnicos de los documentos de la colección *Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo* para las especies ganaderas en España a medida que vayan siendo revisados (véase tabla 5.2.4).

A este respecto, el equipo del Inventario, junto al equipo de expertos encargado de revisar los documentos zootécnicos, continuará trabajando en la metodología de estimación de los coeficientes zootécnicos, profundizando en particular en el caso de variaciones observadas en los valores de estos coeficientes que puntualmente han sido sensibles en algún año de la serie y que pudieran ser debidos a diferentes causas como cambios en la dieta, en la legislación sobre el uso de antibióticos o a otras razones que podrían justificar las tendencias o las variaciones acentuadas de estos coeficientes, como el tipo de gestión de las cabañas, el pastoreo o los procesos de intensificación. También se promoverá el cálculo de incertidumbres de los coeficientes zootécnicos bajo nivel 2 por parte de los equipos expertos en la revisión de los documentos zootécnicos.

5.3 Emisiones de CH₄ en la gestión de estiércoles (3B1)

5.3.1 Descripción de la actividad

Esta categoría es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 5.1.2. Recoge las emisiones de CH₄ producidas por el manejo del estiércol hasta su destino final. El valor de las emisiones depende de la cantidad de excreta (sólidos volátiles) y de su tipo de gestión.

En términos de emisiones netas, la categoría 3B1 (gestión de estiércoles-CH₄) contabiliza 8.324,2 kt de CO₂-eq en 2021, que supone un aumento del +4,0 % respecto al año base (1990) y una disminución del -0,5 % respecto a 2020. Con respecto al año base, la variación de las contribuciones por especies son del +12,9 %, -21,8 % y -3,1 % para el porcino, vacuno y otros; en el caso de las aves, estas aumentan un +24,5 %, aunque en términos absolutos su efecto es muy limitado sobre el total de CO₂ equivalente. La evolución de las emisiones de CH₄ a lo largo del periodo se muestra en la siguiente tabla, distinguiendo las especies más relevantes.

Tabla 5.3.1. Emisiones de CH₄ de la Gestión de estiércoles (3B1) (cifras en kt de CO₂-eq)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Porcino	5.536,3	6.474,4	5.072,6	5.454,4	5.929,5	6.248,5	6.251,1
Vacuno	1.842,5	1.507,4	1.344,0	1.465,8	1.444,3	1.461,4	1.441,1
Avícola	104,0	120,1	120,9	122,4	131,2	130,7	129,5
Otros	518,5	527,1	575,6	538,3	512,2	525,6	502,6
Total	8.001,3	8.629,0	7.113,2	7.581,0	8.017,2	8.366,2	8.324,2

Como se puede observar en los datos anteriores y en la siguiente figura y tabla, a lo largo de la serie el porcino ha mantenido su relevancia en el total de la categoría (69 % en el año 1990 y 75 % en 2021) debido a la importancia de sus poblaciones y a que los sistemas de gestión de estiércol empleados en la cría de estos animales son más proclives a la producción de CH₄. Por otro lado, el vacuno presenta una disminución ligada al aumento poblacional del vacuno no lechero, el cual tiene una importante proporción de su gestión en pastoreo, siendo el estiércol en régimen de pastoreo menos propenso a la producción de CH₄, y a la disminución de los efectivos de vacuno lechero, que es el que está ligado a los regímenes intensivos.

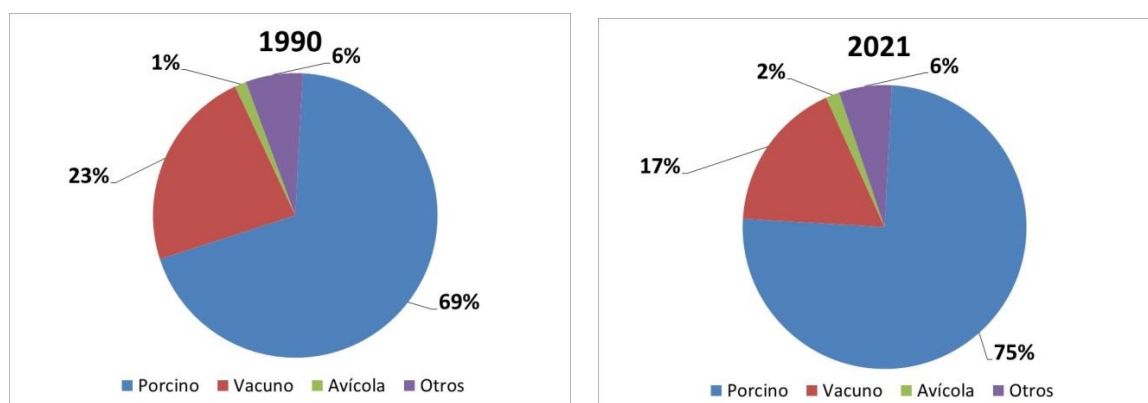


Figura 5.3.1. Distribución porcentual de las emisiones de CH₄ de la Gestión de estiércoles en ganado (3B1) por especie

Tabla 5.3.2. Emisiones de CH₄ de la Gestión de estiércoles (3B1) por actividad / animal IPCC y régimen estabulado/pastoreo (cifras en kt de CO₂-eq)

ACTIVIDAD IPCC	ANIMAL IPCC	REGIMEN	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
3B111	VACUNO LECHERO	ESTABULADO	1.273,9	1.023,5	936,2	1.066,1	1.013,1	1.028,2	1.006,0
3B112	VACUNO NO LECHERO	ESTABULADO	452,9	309,7	222,6	222,3	241,8	240,3	238,5
		PASTOREO	115,7	174,2	185,2	177,5	189,5	192,9	196,5
3B12	OVINO	ESTABULADO	192,2	179,7	201,8	189,1	173,0	178,0	164,8
		PASTOREO	113,4	130,6	108,4	89,6	86,9	87,7	84,6
3B131	PORCINO BLANCO	ESTABULADO	5.495,3	6.433,8	4.785,7	5.149,7	5.529,8	5.854,8	5.849,9
3B132	PORCINO IBERICO	ESTABULADO	30,6	9,6	275,4	290,8	381,5	376,1	382,7
		PASTOREO	10,4	30,9	11,5	14,0	18,3	17,6	18,4
3B141	PAVOS Y OTRAS AVES	ESTABULADO	24,3	30,1	28,4	27,3	28,5	27,0	29,4
3B142	CAPRINO	ESTABULADO	52,0	102,6	135,5	110,1	122,8	131,2	126,5
		PASTOREO	24,1	13,8	10,1	11,1	8,0	7,3	7,0
3B143	CABALLOS	ESTABULADO	17,2	18,5	37,4	43,1	45,8	45,9	48,2
		PASTOREO	10,6	10,7	27,4	29,8	23,1	23,1	22,4
3B144	MULAS Y ASNOS	ESTABULADO	19,0	1,8	2,5	3,1	3,0	3,0	2,9
		PASTOREO	8,2	1,2	2,0	2,2	1,9	1,9	1,9
3B145	GALLINAS Y POLLOS	ESTABULADO	79,7	90,1	92,6	95,1	102,6	103,7	100,1
3B146	CONEJOS	ESTABULADO	81,8	68,3	50,4	60,4	47,7	47,5	44,3
Total ESTABULADO			7.718,9	8.267,7	6.768,6	7.256,9	7.689,5	8.035,7	7.993,5
Total PASTOREO			282,3	361,4	344,6	324,1	327,7	330,5	330,7
TOTAL			8.001,3	8.629,0	7.113,2	7.581,0	8.017,2	8.366,2	8.324,2

La siguiente tabla muestra la contribución de esta categoría al sector Agricultura y al total del Inventario Nacional y el índice de evolución temporal (base 100 año 1990).

Tabla 5.3.3. Emisiones de CH₄ en CO₂-eq de la Gestión de Estiércoles (3B1): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	8.001,3	8.629,0	7.113,2	7.581,0	8.017,2	8.366,2	8.324,2
Variación % vs. 1990	100,0	107,8	88,9	94,7	100,2	104,6	104,0
3B1 (CH ₄) / INV (CO ₂ -eq)	2,8 %	2,0 %	2,0 %	2,3 %	2,6 %	3,1 %	2,9 %
3B1 (CH ₄) / Agri. (CO ₂ -eq)	24,2 %	24,0 %	21,4 %	22,8 %	23,7 %	24,1 %	24,2 %

5.3.2 Metodología

La metodología aplicada sigue las directrices del apartado 10.4, capítulo 10, volumen 4 de la Guía IPCC 2006, a la que pertenecen las referencias que aparecerán en este apartado del informe, a menos que se indique lo contrario.

Los documentos *Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo* proporcionan el contenido de sólidos volátiles excretados por especie animal y categoría productiva y de inventario (valores específicos del país). Para bovino (lechero y no lechero), ovino, caprino, porcino blanco e ibérico, équidos (caballos, mulas y asnos) y aves (de puesta, de carne y “otro avícola” (grupo que engloba principalmente pavos, aunque también patos y otras aves)), se utilizan los valores proporcionados por los documentos zootécnicos disponibles. La metodología aplicada para todos ellos es de nivel 2; para el caso de porcino blanco se considera un nivel 2 muy avanzado y próximo a un nivel 3. Para el caso de los conejos, novedad en esta edición siguiendo las recomendaciones de la revisión²⁰, el valor de los sólidos volátiles ha sido

²⁰ Revisión UNFCCC-2022ESPQA64 - Other animal productions.

obtenido de la Guía IPCC 2019 Refinement, por lo que la metodología se considera de nivel 1 aunque muy próximo a 2 por la desagregación en el cálculo de nivel 2 del factor de emisión mediante distribución provincial y temperaturas medias.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en el sitio web del MITECO-SEI²¹.

5.3.2.1 Variables de actividad

La variable de actividad básica es el censo de animales de las especies que constituyen la cabaña ganadera española. En el apartado 5.2.2 se detallan las fuentes de información utilizadas. En todos los casos, los efectivos se asignan a nivel provincial.

5.3.2.2 Factor de emisión

El factor de emisión de CH₄ de metodología de nivel 2 se estima según la ecuación 10.23, Guía IPCC 2006.

$$EF = (VS * 365) * \left(B_0 * 0.67 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \sum \frac{\text{MCF}}{100} * MS \right)$$

Los valores de los sólidos volátiles excretados (VS) son los facilitados por los documentos zootécnicos (bovino, porcino blanco e ibérico, ovino, caprino, équidos, gallinas de puesta, pollos de carne, pavos y patos), que han utilizado para su estimación la ecuación 10.24 de la Guía IPCC 2006, teniendo en cuenta la dieta suministrada a lo largo de la serie histórica y la orientación productiva específica de cada categoría animal.

$$VS = \left[EB * \left(1 - \frac{DE \%}{100} \right) + (E_U * EB) \right] * \left[\frac{1 - \text{CENIZA}}{18.45} \right]$$

Para el caso de conejos, el valor de VS se ha obtenido de la tabla 10.15 de la Guía IPCC 2019 Refinement.

Para todas las especies y sus categorías productivas se han adoptado los valores de B₀ (capacidad máxima de conversión de CH₄) de las tablas 10.15 (conejos) y 10.16 (resto de especies para el caso desagregado de alta productividad) de la Guía IPCC 2019 Refinement.

Los valores de MCF (fracción de conversión de CH₄) se han obtenido de la tabla 10.17 de la Guía IPCC 2006. Las temperaturas promedio de las provincias son proporcionadas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Las pautas de reparto de los sistemas de gestión del estiércol (MS) por especie que se han utilizado en el Inventario Nacional, son las que se describen a continuación:

- Para vacuno lechero y no lechero se incorporan al año 2010 los resultados de las encuestas llevadas a cabo por el MAPA²², manteniéndose constante desde ese año en adelante; para 1990 se adopta la distribución proporcionada por la tabla 10A-4 y 10A-5 de la Guía IPCC 2006, pero aplicada solamente a los efectivos correspondientes a categorías que no son de pastoreo, cuya distribución se obtiene a partir de sus correspondientes documentos zootécnicos; los valores de ambos (1990 y 2010) se interpolan linealmente para los años intermedios de la serie.
- Para el porcino blanco se incorporan al año 2015 los resultados de encuestas a explotaciones intensivas llevadas a cabo en 2016. Se asigna la distribución proporcionada por los cuadros 10A-7 y 10A-8 de la Guía IPCC 2006 al año 1990, y se

²¹ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/-SEI-Metodologias.aspx>

²² https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/Bovino%20cebo_tcm30-105325.pdf
https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/Bovino%20leche_tcm30-105326.pdf
https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/AVES%20DE%20PUESTA_tcm30-105324.pdf

interpola linealmente para los años intermedios de la serie. El sistema de gestión de estiércoles de 2015 se ha replicado en adelante hasta el final de la serie. Hasta la obtención de nuevos datos, se ha optado por mantener constantes los valores de 2015 en lugar de prolongar la interpolación en el tiempo debido a que dicha prolongación originaría valores negativos en las fracciones de reparto (como por ejemplo en “laguna anaerobia”), lo que haría que se distorsionaran los datos. Para porcino ibérico se adoptan los mismos valores de gestión de estiércoles que en el caso de porcino blanco, pero aplicados solamente a los efectivos correspondientes a categorías que no son de pastoreo, cuya distribución se obtiene de su documento zootécnico.

- Para ovino, caprino y équidos la información se obtiene de informes técnicos²³.
- Para aves de puesta se utilizan para toda la serie los resultados de las encuestas mencionadas, llevadas a cabo por el MAPA en 2010.
- Para aves de carne y otras aves, se asume el sistema de yacija sólida para toda la serie a partir de la información obtenida de los documentos zootécnicos de estas especies.
- Para conejos, novedad en la presente edición, se asume el sistema de estiércol sólido para toda la serie a partir de la información obtenida del MAPA²⁴.

La información de datos metodológicos y de parámetros utilizados se resume en las tablas siguientes:

Tabla 5.3.4. Datos metodológicos de la Gestión de estiércoles – CH₄ (3B1)

Actividad ^(*)	Animal	Nivel metodológico	Fuente de los parámetros utilizados
3B111 <i>Dairy cattle</i> 3B(a)1 ^(**)	Vacuno de leche	Nivel 2	MCF y B0 de Guía IPCC 2006 MS y VS, de datos específicos del país
3B112 <i>Non-dairy cattle</i> 3B(a)1 ^(**)	Vacuno no lechero (otro vacuno)	Nivel 2	MCF y B0 de Guía IPCC 2006 MS, VS y distribución de pastoreo, de datos específicos del país
3B12 <i>Sheep</i> 3B(a)2 ^(**)	Ovino	Nivel 2	MCF y B0 de Guía IPCC 2006 MS, VS y distribución de pastoreo, de datos específicos del país
3B131 <i>White swine</i> 3B(a)3 ^(**)	Porcino blanco	Nivel 2+	MCF y B0 de Guía IPCC 2006 MS y VS de datos específicos del país
3B132 <i>Iberian swine</i> 3B(a)3 ^(**)	Porcino ibérico	Nivel 2	MCF y B0 de Guía IPCC 2006 MS, VS y distribución de pastoreo, de datos específicos del país
3B141 <i>Turkeys and Other poultry</i> 3B(a)4 ^(**)	Otro avícola	Nivel 2	MCF y B0 de Guía IPCC 2006 MS y VS de datos específicos del país
3B142 <i>Goats</i> 3B(a)4 ^(**)	Caprino	Nivel 2	MCF y B0 de Guía IPCC 2006 MS, VS y distribución de pastoreo, de datos específicos del país
3B143 <i>Horses</i> 3B(a)4 ^(**)	Equino	Nivel 2	MCF y B0 de Guía IPCC 2006 MS, VS y distribución de pastoreo, de datos específicos del país
3B144 <i>Mules and asses</i> 3B(a)4 ^(**)	Mulas y Asnos	Nivel 2	MCF y B0 de Guía IPCC 2006 MS, VS y distribución de pastoreo, de datos específicos del país
3B145 <i>Poultry</i> 3B(a)4 ^(**)	Aves de carne y puesta	Nivel 2	MCF y B0 de Guía IPCC 2006 MS y VS de datos específicos del país
3B146 <i>Rabbits</i> 3B(a)4 ^(**)	Conejos	Nivel 1	MCF y B0 de Guía IPCC 2006, VS de IPCC 2019Ref y MS de datos específicos del país

(*) Nomenclatura utilizada en las hojas de carga de la aplicación CRF.

²³ Yáñez, D., García Ramos, F.J., Daza Andrada, A., Alberdi, O., Vega García, S. y Alcalde Aldea, M.J. (2013). *Sistemas de gestión de deyecciones en ovino, caprino y equino*.

²⁴ <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/sistemas-prodnut-animal/cunicultura.aspx>

(**) Nomenclatura utilizada en las "Reporting tables" de la aplicación CRF²⁵.

MCF: Factor de conversión de CH₄

MS: Fracciones del estiércol manejadas en los diferentes sistemas de gestión de estiércol

BO: Capacidad máxima de producción de CH₄ del estiércol

VS: Excreción de sólidos volátiles

Tabla 5.3.5. Excreción de sólidos volátiles (VS en kg de materia seca/cab/día), Capacidad máxima de producción de metano del estiércol (Bo en m³/kgVS) y Factor de emisión implícito (FEI en kg CH₄/cab/año)

Especie		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Vacuno lechero	VS	3,87	4,54	4,84	5,17	5,18	5,18	5,18
	Bo	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
	FEI	28,65	34,98	39,74	44,86	44,44	45,31	43,90
Vacuno no lechero	VS	3,23	3,03	3,12	2,98	2,93	2,95	2,98
	Bo	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
	FEI	5,74	3,21	2,73	2,66	2,63	2,64	2,62
Ovino	VS	0,32	0,38	0,40	0,38	0,38	0,38	0,38
	Bo	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
	FEI	0,45	0,49	0,60	0,62	0,60	0,61	0,59
Porcino blanco	VS	0,44	0,45	0,37	0,37	0,36	0,37	0,37
	Bo	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
	FEI	12,56	9,95	7,43	7,40	7,18	7,26	6,96
Porcino ibérico	VS	0,37	0,33	0,29	0,30	0,31	0,30	0,31
	Bo	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
	FEI	2,05	0,68	4,26	4,17	4,27	4,26	4,18
Caprino	VS	0,43	0,42	0,40	0,39	0,37	0,37	0,37
	Bo	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
	FEI	0,74	1,43	1,79	1,54	1,76	1,87	1,84
Equino	VS	2,79	2,82	2,72	2,71	2,75	2,75	2,76
	Bo	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	FEI	4,05	3,89	3,70	3,89	4,17	4,16	4,15
Mulas y asnos	VS	2,63	2,48	2,37	2,45	2,51	2,51	2,51
	Bo	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	FEI	4,78	3,86	3,80	4,09	4,30	4,25	4,16
Aves de puesta y pollos de carne	VS	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	Bo	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37
	FEI	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Pavos y otras aves	VS	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
	Bo	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
	FEI	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05
Conejos	VS	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Bo	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
	FEI	0,28	0,21	0,18	0,22	0,22	0,22	0,21

Tabla 5.3.6. Efectivos ganaderos (en miles) por actividad / animal IPCC y régimen estabulado/pastoreo

ACTIVIDAD	ANIMAL	RÉGIMEN	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
3B111	VACUNO LECHERO	ESTABULADO	1.587,783	1.045,073	841,447	848,686	814,101	810,485	818,438
3B112	VACUNO NO LECHERO	ESTABULADO	1.518,696	1.949,649	1.758,646	1.863,778	2.073,631	2.041,710	2.066,324
		PASTOREO	2.019,662	3.428,864	3.577,729	3.496,011	3.773,488	3.823,698	3.864,995

²⁵ Indicación de acuerdo con la Revisión UNFCCC-2022ESPQA67 - CRF codes comparability.

ACTIVIDAD	ANIMAL	RÉGIMEN	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
3B12	OVINO	ESTABULADO	6.512,339	5.058,194	4.880,078	4.600,262	4.324,119	4.269,875	4.147,598
		PASTOREO	17.524,678	17.691,288	13.671,570	11.426,116	11.154,497	11.169,343	10.933,751
3B131	PORCINO BLANCO	ESTABULADO	15.625,274	23.101,010	23.014,328	24.852,315	27.508,441	28.788,051	30.006,536
3B132	PORCINO IBÉRICO	ESTABULADO	77,722	52,991	1.721,088	1.686,016	2.170,854	2.138,871	2.225,482
		PASTOREO	637,109	2.090,025	686,124	924,150	1.175,503	1.158,545	1.205,028
3B141	OTRAS AVES	ESTABULADO	19.496,670	24.598,312	19.675,327	20.038,291	20.971,946	21.007,434	22.926,255
3B142	CAPRINO	ESTABULADO	937,064	1.386,073	1.757,718	1.530,424	1.736,944	1.810,429	1.775,082
		PASTOREO	2.726,245	1.518,614	1.146,061	1.270,642	922,177	840,622	814,676
3B143	CABALLOS	ESTABULADO	91,321	104,821	206,601	229,789	244,640	246,160	267,283
		PASTOREO	153,547	163,685	420,348	439,365	345,080	346,194	340,413
3B144	MULAS Y ASNOS	ESTABULADO	73,188	7,862	10,019	12,033	11,956	11,793	11,584
		PASTOREO	129,909	19,844	32,808	33,902	28,872	29,119	29,379
3B145	GALLINAS Y POLLOS	ESTABULADO	114.492,235	127.732,785	127.028,879	127.143,147	136.964,545	134.732,707	131.577,338
3B146	CONEJOS	ESTABULADO	10.603,859	11.446,659	9.868,742	9.727,553	7.688,609	7.635,572	7.635,572

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en el sitio web del MITECO-SEI²⁶ en la que está disponible una colección de fichas metodológicas que se elaboran y actualizan al ritmo de implantación de los nuevos documentos zootécnicos y donde se explican de manera pormenorizada los cálculos y se desarrollan algunos ejemplos de los mismos, las determinaciones de las variables de actividad y las relaciones con los documentos zootécnicos del MAPA.

Los cambios en las variables zootécnicas para la categoría de cerdos entre 2004 y 2006 se deben a las dietas combinadas de los animales y los cambios legislativos relevantes en 2005, que llevaron a un cambio drástico en el uso de las materias primas utilizadas en la alimentación animal (véase comentario a la tabla 5.2.5), de ahí los cambios tan acentuados en esta etapa de grandes ajustes. Esta tendencia se ha mantenido durante todo el periodo en adelante. El detalle completo de los criterios y fórmulas utilizados se pueden consultar los documentos zootécnicos (vease tabla 5.2.4).

Por otro lado, es importante señalar en relación con el cerdo ibérico que su cría en España viene desarrollando desde 2005 un proceso de intensificación que manifiesta una clara disminución del sistema de pastoreo frente a un aumento de los sistemas de gestión del estiércol con almacenamiento, propios de las instalaciones intensivas, como el almacenamiento de purines o el almacenamiento en fosas debajo del animal con su consecuente tendencia en las emisiones. Un efecto parecido debido a la tendencia de abandono del pastoreo ocurre con el ganado caprino.

5.3.3 Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre asociada al censo se sitúa en torno al 3 % según se documenta en el apartado anterior 5.2.3. La incertidumbre de la distribución del estiércol tratado según sistema de gestión se estima en torno al 50 % según el apartado 10.4.4, capítulo 10, volumen 4, de la Guía IPCC 2006. La incertidumbre combinada final para la variable de actividad es del 50,1 %.

La incertidumbre aplicada a los factores de emisión empleados es del ± 30 %, según el apartado 10.4.4, capítulo 10, volumen 4, de la Guía IPCC 2006.

La variable de actividad es coherente a lo largo del tiempo y la cobertura geográfica es nacional, desagregada provincialmente.

²⁶ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/SEI-Metodologias.aspx>

5.3.4 Control de calidad y verificación

El *Anuario de Estadística*, la colección de documentos zootécnicos y las guías internacionales IPCC de las que se extrae información están sometidos a controles de revisión específicos propios.

Las modificaciones observadas en la tendencia de las emisiones y los recálculos efectuados se consideran justificados.

5.3.5 Realización de nuevos cálculos

Las figuras siguientes comparan las variaciones de emisiones en valor absoluto y en porcentaje relativo de la Gestión de estiércoles (CH₄) (3B1) entre las ediciones actual y previa del Inventario Nacional. Para poder comparar los datos de la edición pasada con la actual se han utilizado los potenciales de calentamiento AR4²⁷.

Las diferencias porcentuales en la categoría 3B1 completa para toda la serie temporal representan disminuciones globales con rangos entre un +1,3 % y un +4,3 %.

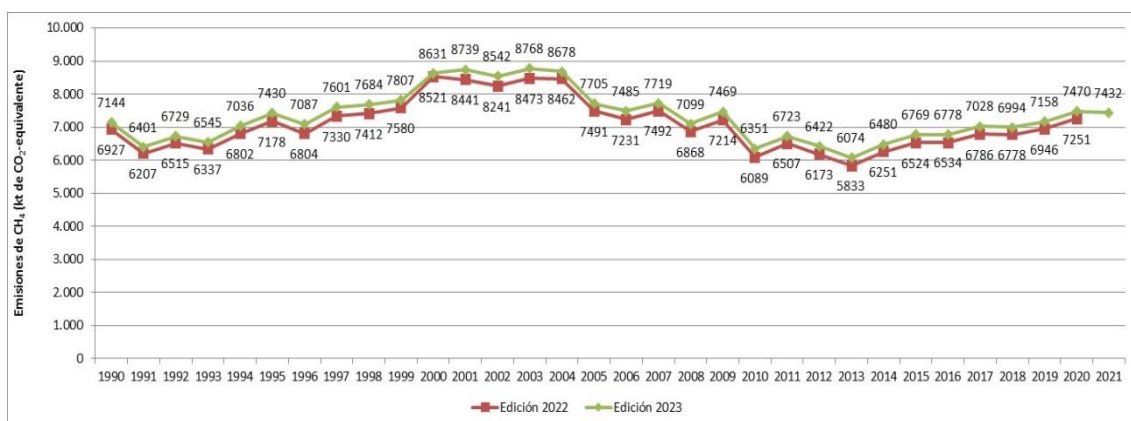


Figura 5.3.2. Emisiones de CH₄ en la Gestión de estiércoles (3B1). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

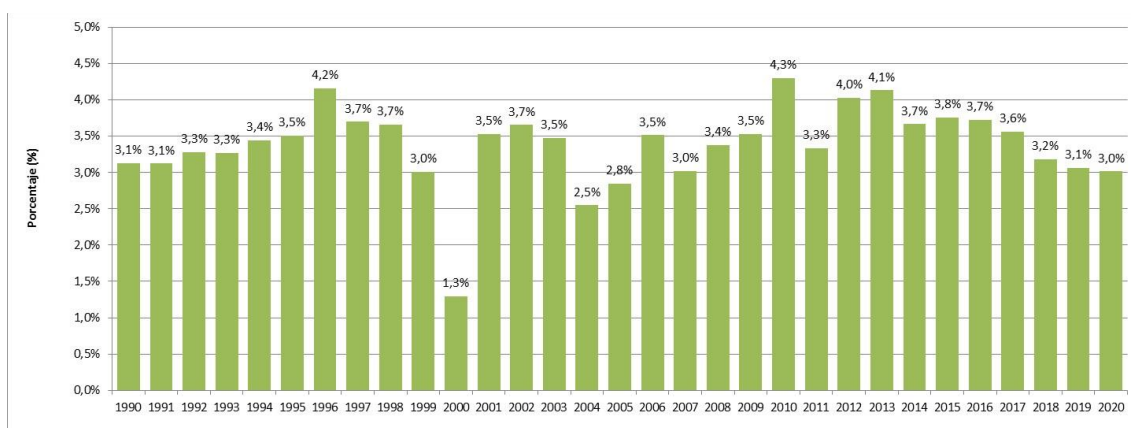


Figura 5.3.3. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (3B1). Edición 2023 vs. edición 2022

Los cambios introducidos han sido los siguientes:

²⁷ https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts25.html

- La incorporación de los datos de formas de manejo de los estiércoles para vacuno lechero, vacuno no lechero y aves de puesta procedentes de las encuestas realizadas en 2010 por el MAPA,²⁸ así como de informes técnicos realizados para ovino, caprino y equino²⁹.
- Nueva estimación de emisiones de CH₄ debidas a la gestión de estiércoles para la categoría animal de conejos (3B146)³⁰.
- Ligeros cambios en la distribución provincial de efectivos de porcino blanco (3B131) entre 1990 y 2007 con pequeñas fluctuaciones en las emisiones por la variación de la Temperatura media provincial.
- Alineamiento con el nuevo zootécnico de pavos y patos con la asignación de subcategorías internas dentro de la categoría de “Otras aves” (3B141) de pavos y patos más una subcategoría de “resto de especies”, con pequeñas variaciones en la asignación de sus coeficientes zootécnicos como los sólidos volátiles excretados.

A continuación se presentan las figuras para cada una de las subcategorías recalculadas.

3B111 – Vacuno lechero

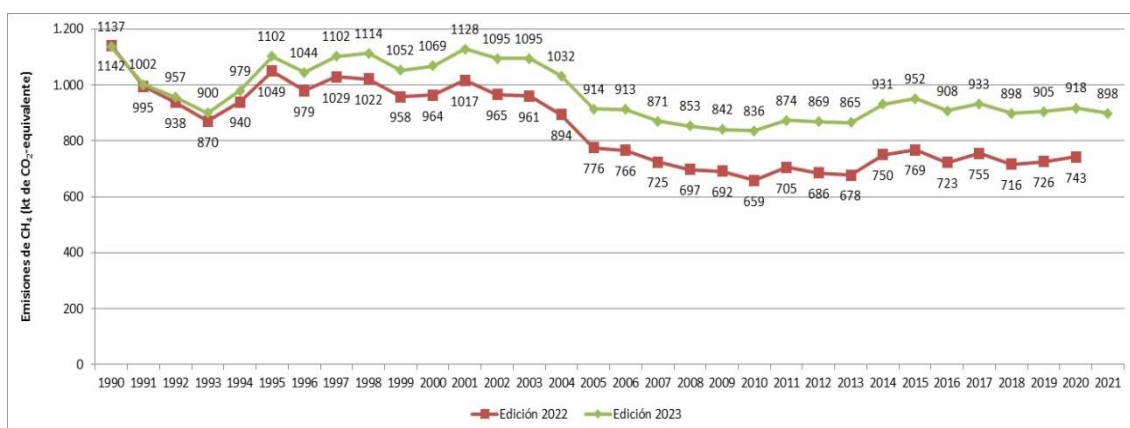


Figura 5.3.4. Emisiones de CH₄ en la Gestión de estiércoles en vacuno lechero (3B111). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

²⁸ https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/Bovino%20cebo_tcm30-105325.pdf
https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/Bovino%20leche_tcm30-105326.pdf
https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/AVES%20DE%20PUESTA_tcm30-105324.pdf

²⁹ Yáñez, D., García Ramos, F.J., Daza Andrada, A., Alberdi, O., Vega García, S. y Alcalde Aldea, M.J. (2013). *Sistemas de gestión de deyecciones en ovino, caprino y equino*.

³⁰ Revisión UNFCCC-2022ESPQA64 - Other animal productions.

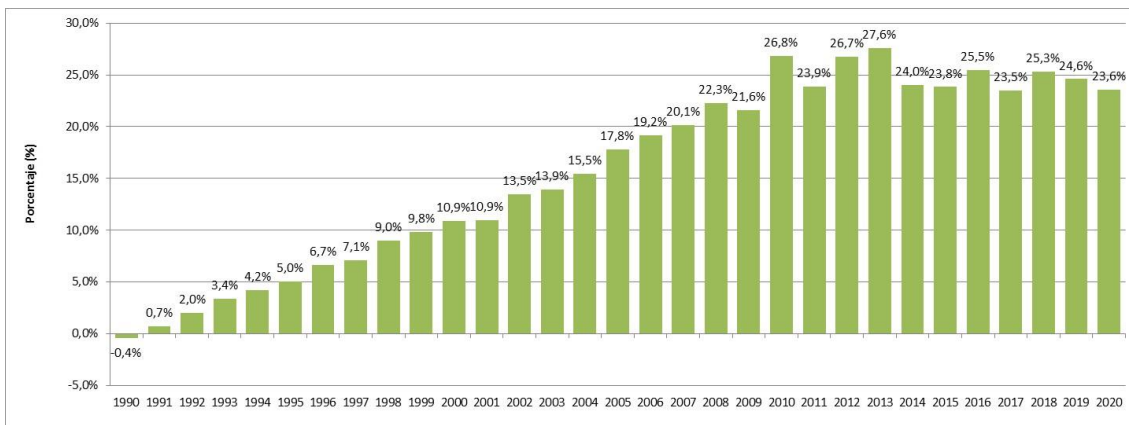


Figura 5.3.5. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (3B111). Edición 2023 vs. edición 2022

3B112 – Vacuno no lechero

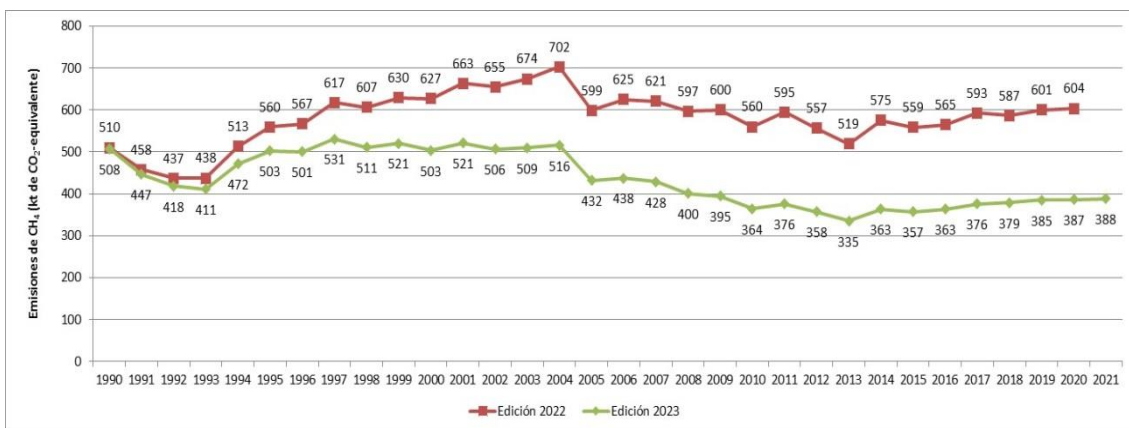


Figura 5.3.6. Emisiones de CH₄ en la Gestión de estiércoles en vacuno no lechero (3B112). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

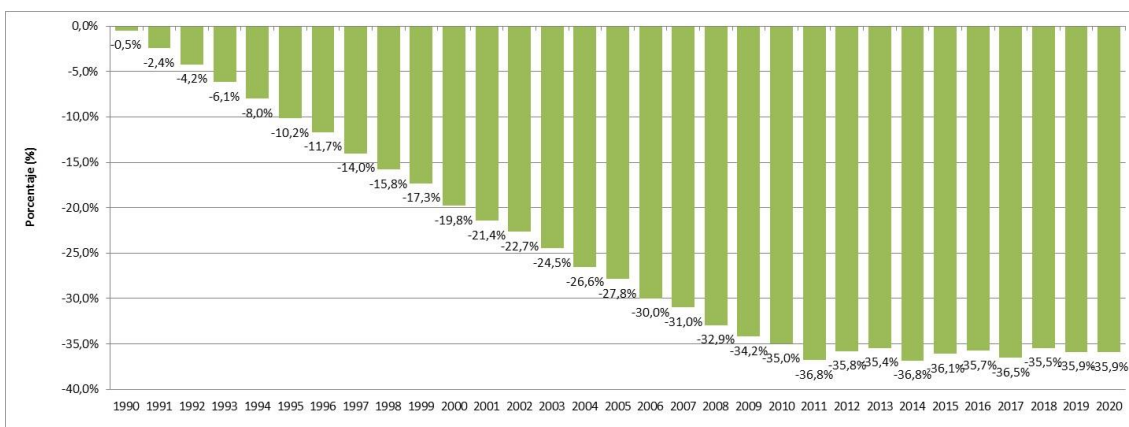


Figura 5.3.7. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (3B112). Edición 2023 vs. edición 2022

3B12 – Ovino

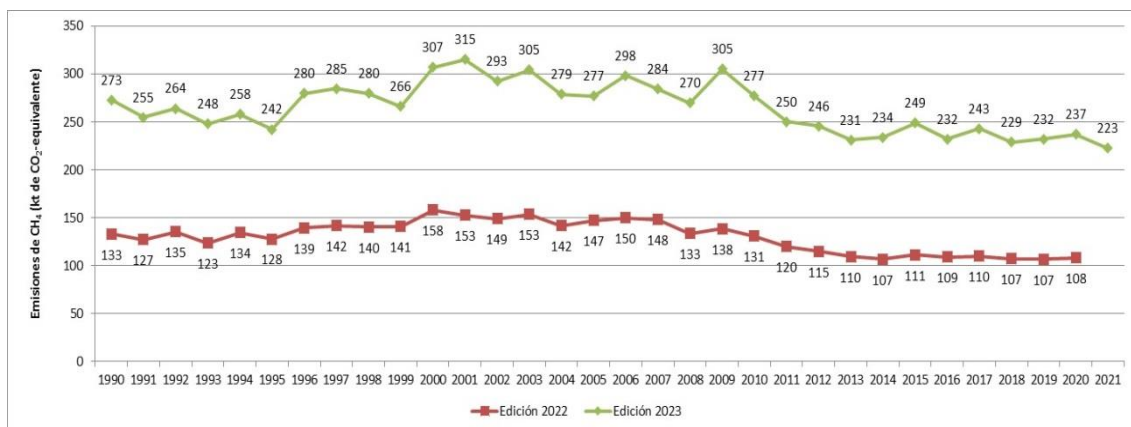


Figura 5.3.8. Emisiones de CH₄ en la Gestión de estiércoles en ovino (3B12). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

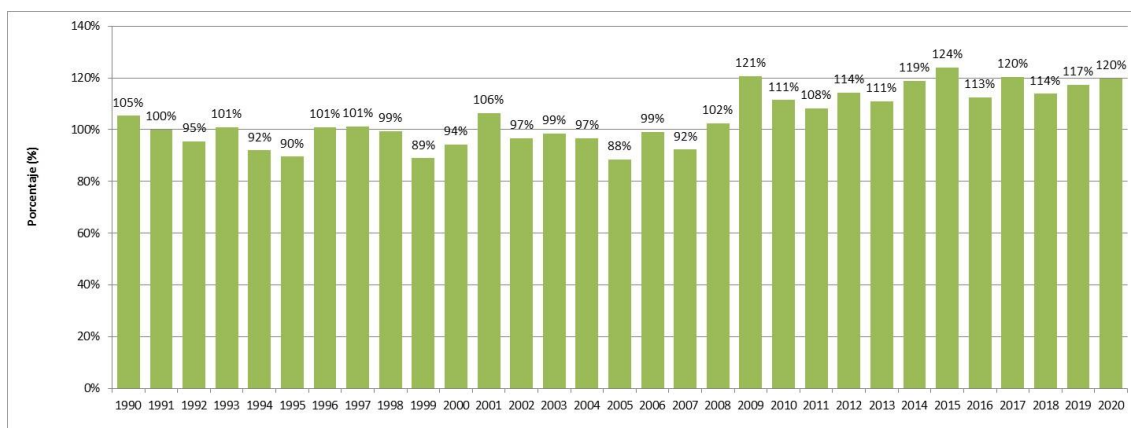


Figura 5.3.9. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (3B12). Edición 2023 vs. edición 2022

3B131 – Porcino blanco

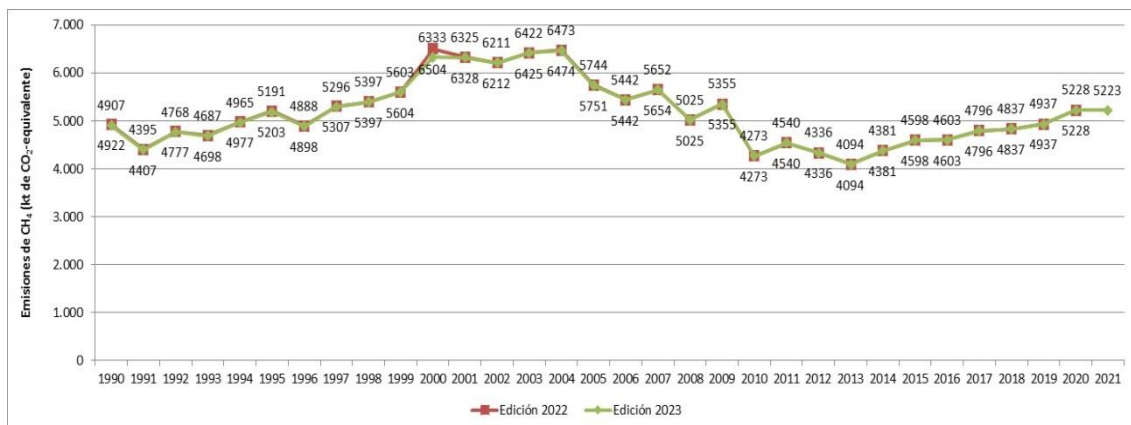


Figura 5.3.10. Emisiones de CH₄ en la Gestión de estiércoles en porcino blanco (3B131). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

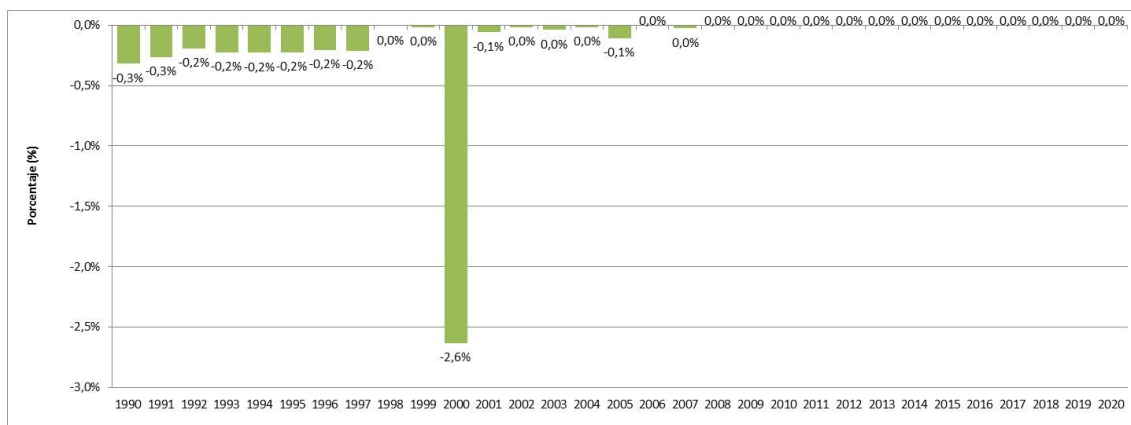


Figura 5.3.11. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (3B131). Edición 2023 vs. edición 2022

3B141 – Otras aves

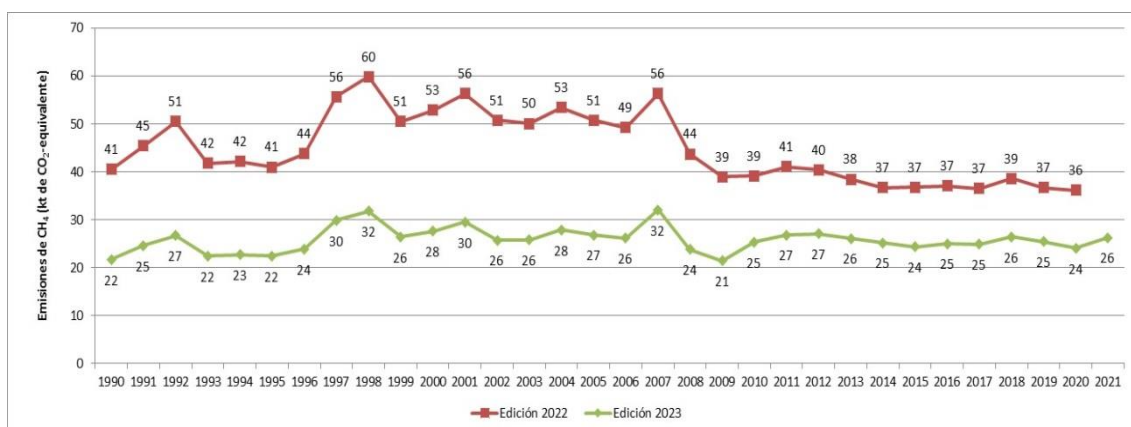


Figura 5.3.12. Emisiones de CH₄ en la Gestión de estiércoles en otras aves (3B141). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

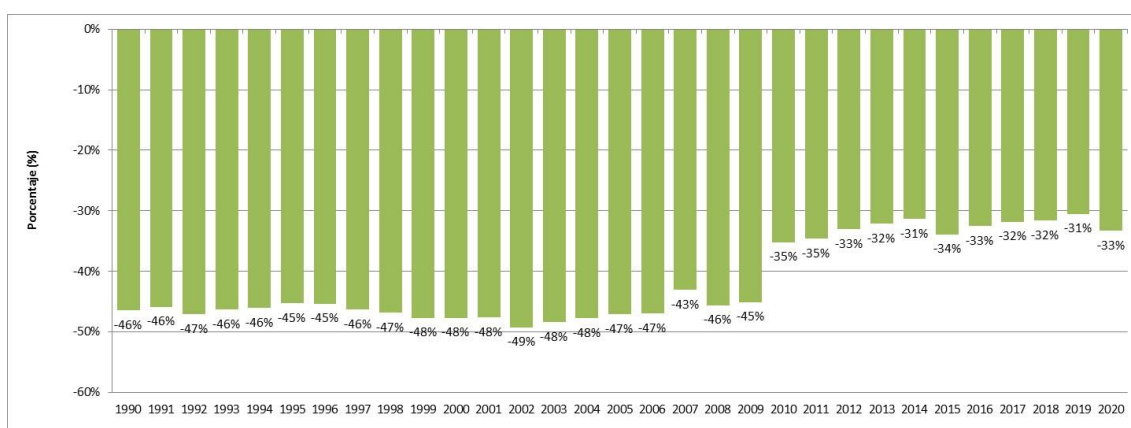


Figura 5.3.13. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (3B141). Edición 2023 vs. edición 2022

3B142 – Caprino

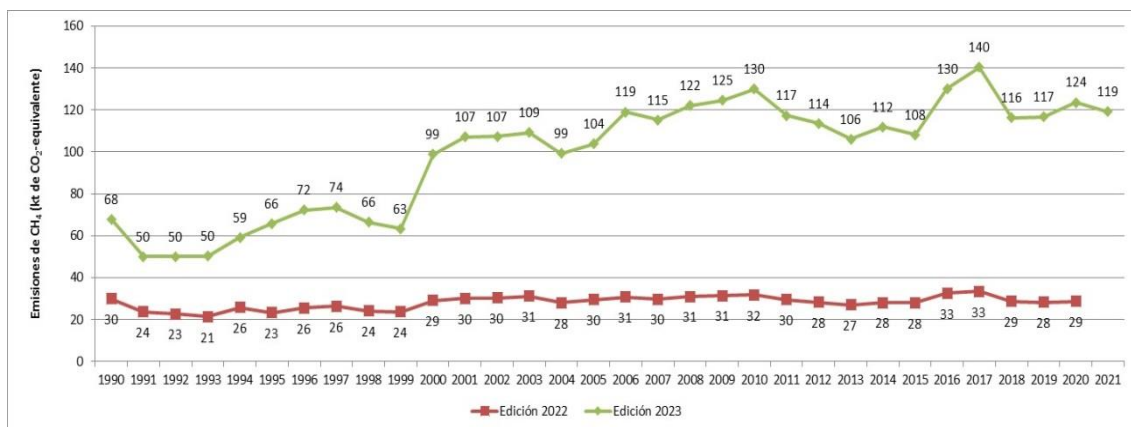


Figura 5.3.14. Emisiones de CH₄ en la Gestión de estiércoles en caprino (3B142). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

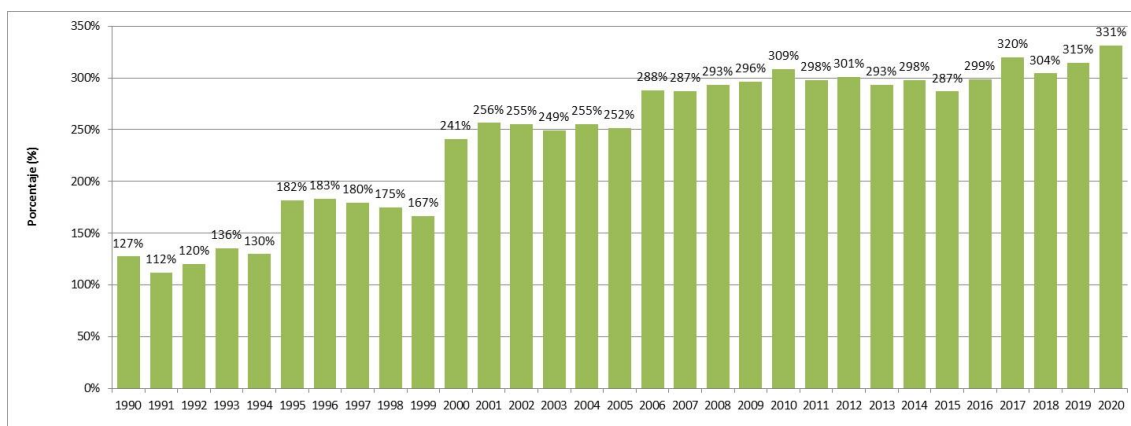


Figura 5.3.15. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (3B142). Edición 2023 vs. edición 2022

3B143 – Equino

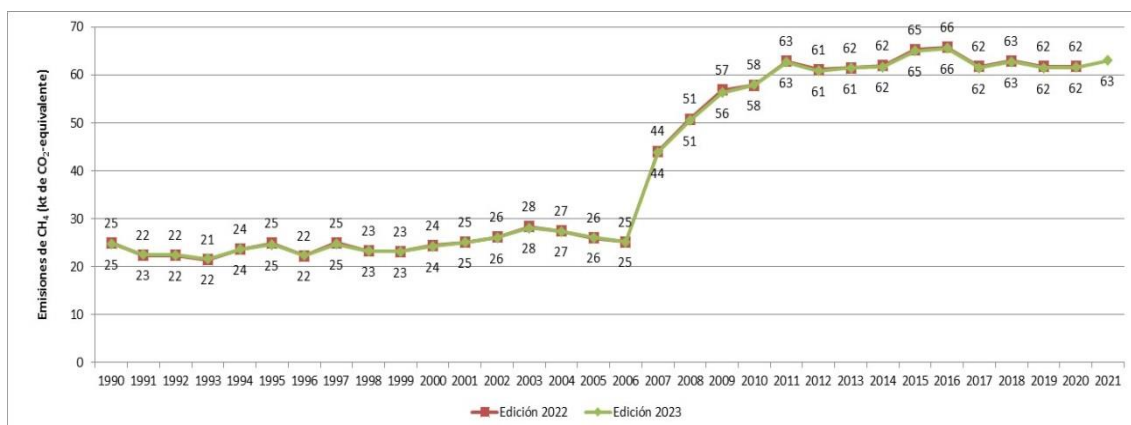


Figura 5.3.16. Emisiones de CH₄ en la Gestión de estiércoles en equino (3B143). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

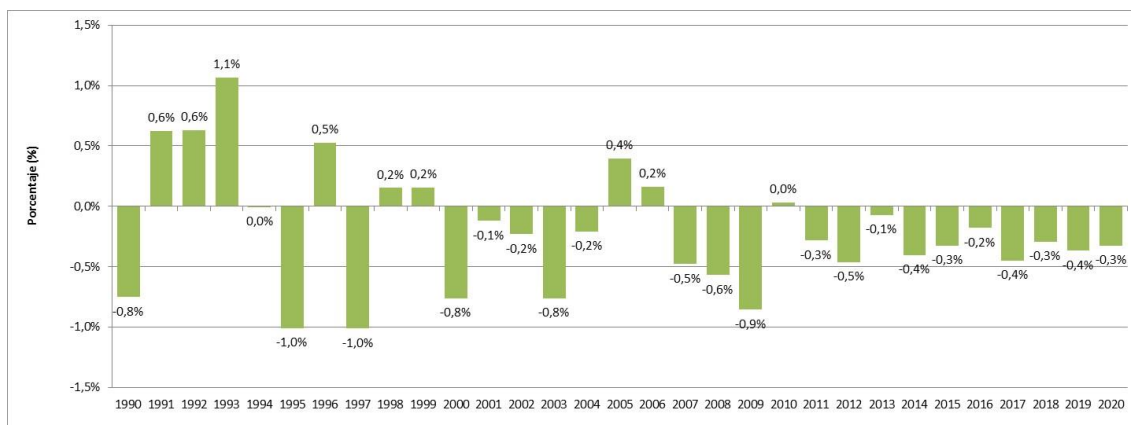


Figura 5.3.17. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (3B143). Edición 2023 vs. edición 2022

3B144 – Mulas y asnos

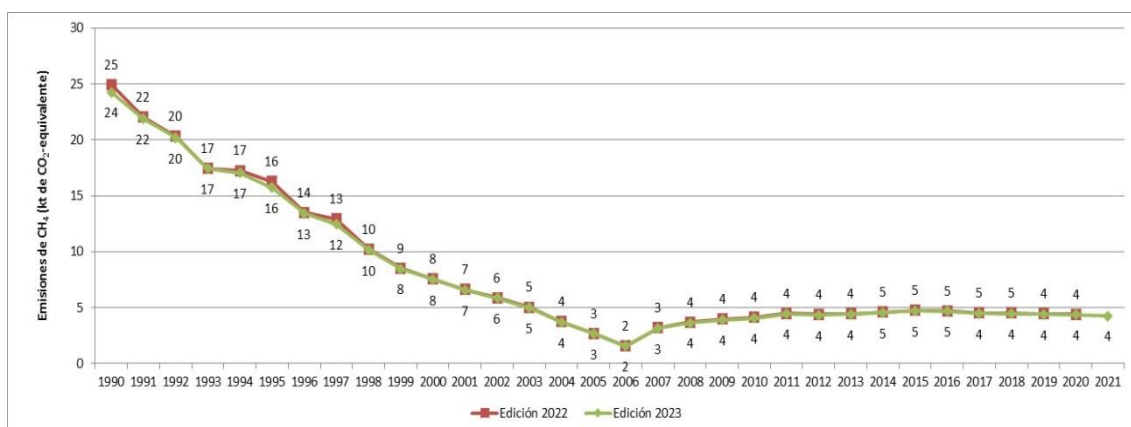


Figura 5.3.18. Emisiones de CH₄ en la Gestión de estiércoles en mulas y asnos (3B144). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

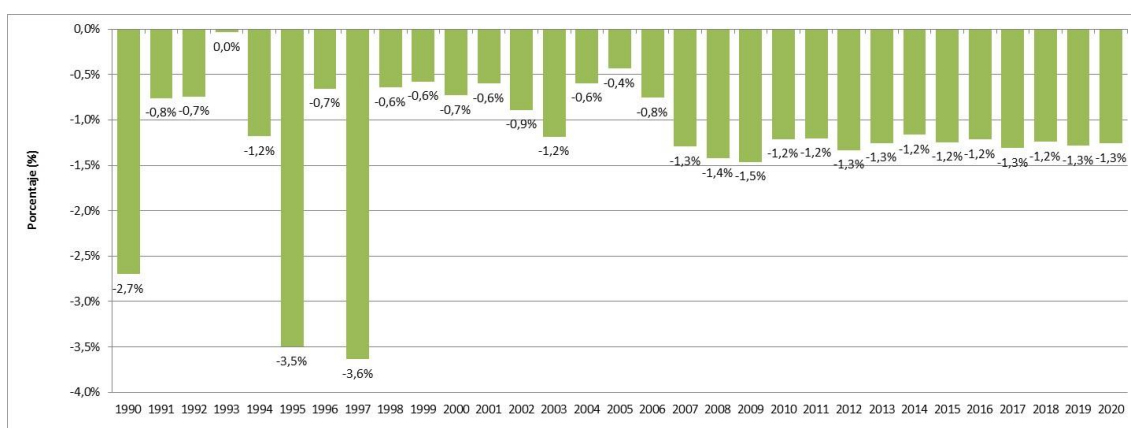


Figura 5.3.19. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (3B144). Edición 2023 vs. edición 2022

3B145 – Aves de puesta y carne

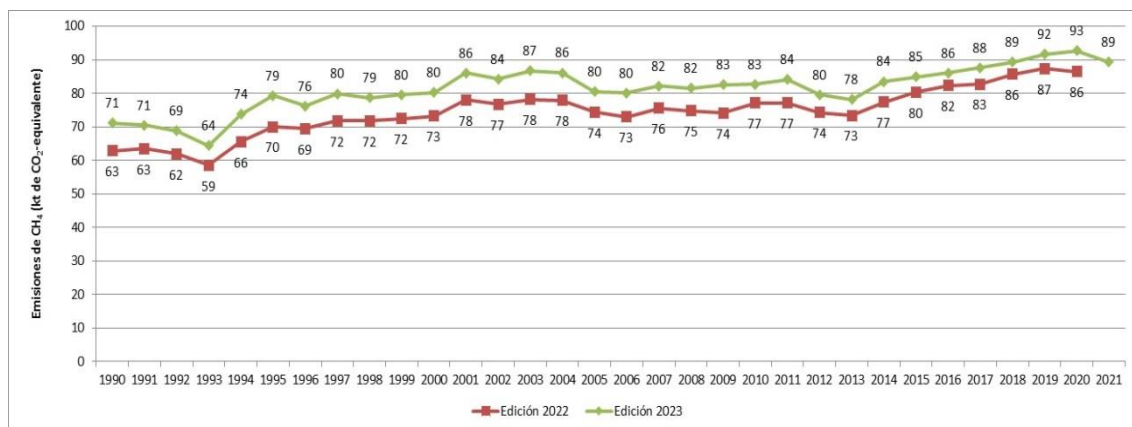


Figura 5.3.20. Emisiones de CH₄ en la Gestión de estiércoles en aves de puesta y carne (3B145). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

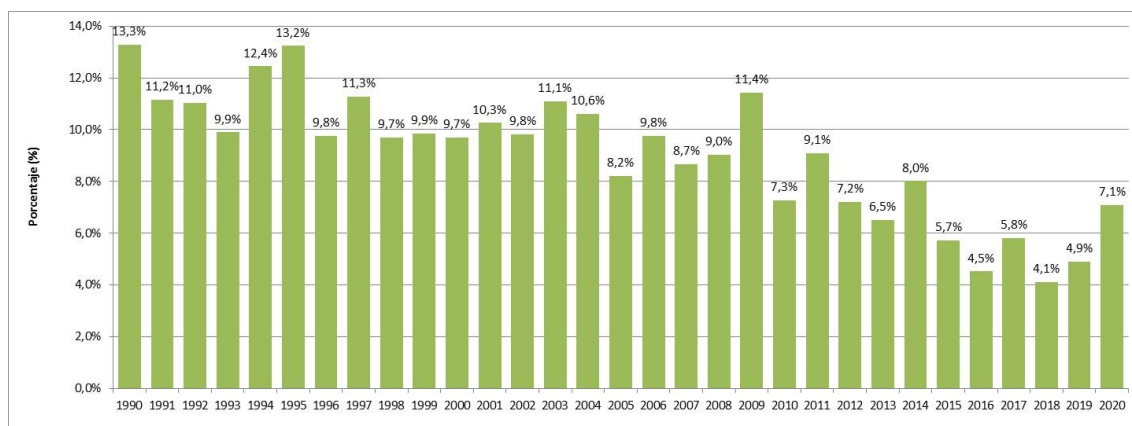


Figura 5.3.21. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (3B145). Edición 2023 vs. edición 2022

3B146 – Conejos

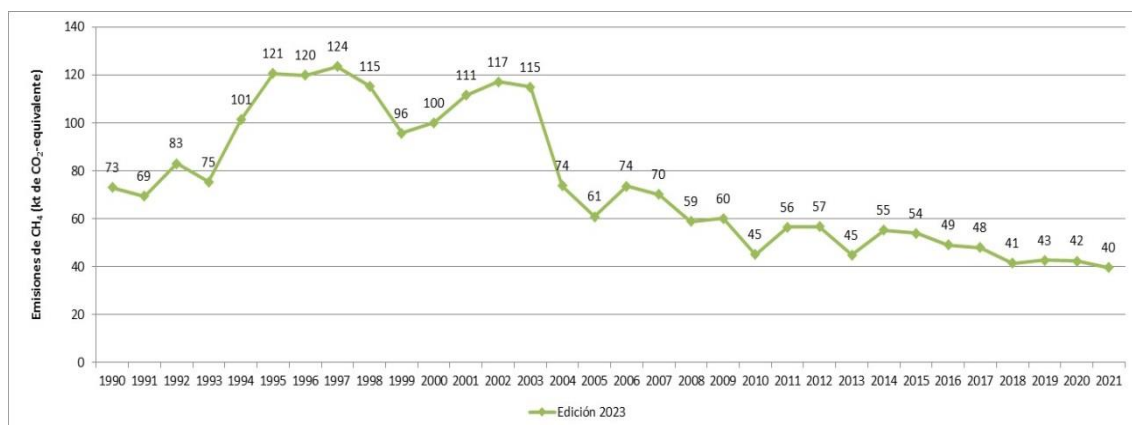


Figura 5.3.22. Emisiones de CH₄ en la Gestión de estiércoles en conejos (3B146). Edición 2023 vs. edición 2022 (NE) (cifras en kt de CO₂-eq)

5.3.6 Planes de mejora

Continuación con la revisión de los nuevos parámetros zootécnicos de los documentos de la colección *Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo* para las especies ganaderas en España a medida que vayan siendo revisados (véase tabla 5.2.4), así como con el análisis de la posible implantación de los datos que se puedan ir extrayendo de la aplicación ECOGAN³¹ según ésta vaya implantándose para las diferentes categorías ganaderas.

El equipo del Inventario, junto al equipo de expertos encargado de revisar los documentos zootécnicos, continuará trabajando en la metodología de estimación de los coeficientes zootécnicos, profundizando en particular en el caso de variaciones observadas en los valores de estos coeficientes que puntualmente han sido sensibles en algún año de la serie y que pudieran ser debidos a diferentes causas como cambios en la dieta, en la legislación sobre el uso de antibióticos o a otras razones que podrían justificar las tendencias o las variaciones acentuadas de estos coeficientes, como el tipo de gestión de las cabañas, el pastoreo o los procesos de intensificación. También se promoverá el cálculo de incertidumbres de los coeficientes zootécnicos bajo nivel 2 por parte de los equipos expertos en la revisión de los documentos zootécnicos.

Por otra parte, se continuará con la implantación de las guías IPCC 2019 Refinement en diferentes categorías.

5.4 Emisiones de N₂O en la gestión de estiércoles (3B2)

5.4.1 Descripción de la actividad

Esta categoría es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 5.1.2. Está constituida por las emisiones directas e indirectas de óxido nitroso (N₂O) a partir del contenido de nitrógeno en el estiércol (considerando heces y orina), mientras es gestionado dentro de la explotación ganadera y antes de su aplicación al suelo.

En términos de emisiones netas, la categoría 3B2 contabiliza 1.820 kt de CO₂-eq en 2021, que supone un aumento del +12,3 % respecto al año base (1990) y una disminución del -0,1 % respecto a 2020. Las emisiones directas han sumado 1.018 kt de CO₂-eq, y las indirectas 802 kt de CO₂-eq, que suponen un +14,2 % y +10,0 % respecto a 1990, y -0,3 % y +0,2 % respecto a 2020.

Por especie ganadera, la variación con respecto al año base ha sido debida al aumento de contribución de ganado vacuno no lechero (+51,6 %), porcino (+40,7 %), y de las emisiones indirectas citadas (+10,0 %). Las emisiones de vacuno de leche y ovino se reducen un -2,8 % y un -16,6 % cada una. Las emisiones del ganado caprino aumentan un +149,5 % respecto a 1990 debido al cada vez más abandono del pastoreo en la gestión de estos animales. Las emisiones de las especies de équidos aumentan cerca de un +83,7 % con respecto a 1990, pero en términos absolutos no produce un efecto importante en el total de la categoría. Las emisiones de las especies avícolas y de los conejos disminuyen un -3,1 % y -28,0 % respectivamente.

La evolución de las emisiones de N₂O por especie animal (categorías CRF) a lo largo del periodo se muestra en la siguiente tabla y en la figura posterior.

³¹ ECOGAN - Soporte electrónico nacional que facilita el cálculo, seguimiento y notificación de las emisiones de cada explotación, así como la notificación al Registro General de MTD disponibles en la web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Actualmente está disponible para porcino, el resto de especies ganaderas se irán incorporando a medida que se vayan implantando las normas de manejo correspondientes.
<https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/ganaderia-y-medio-ambiente/calculo-emisiones/default.aspx>

Tabla 5.4.1. Emisiones de N₂O directas e indirectas por animal en la Gestión de estiércoles (3B2)
(cifras en kt de CO₂-eq)

Fuente de emisiones		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Directas	Vacuno lechero (3B211)	132,05	134,06	130,24	132,89	127,61	127,02	128,30
	Vacuno no lechero (3B212)	149,52	228,93	186,81	202,26	223,23	219,68	226,73
	Ovino (3B22)	100,44	99,78	109,63	96,78	87,10	87,06	83,74
	Porcino blanco (3B231)	188,01	259,83	205,65	216,92	238,33	252,13	242,56
	Porcino ibérico (3B232)	1,01	0,52	17,02	17,39	23,16	22,35	23,37
	Pavos y otras aves (3B241)	11,74	12,29	11,97	10,97	11,48	10,92	11,92
	Caprino (3B242)	22,11	43,12	57,32	46,33	53,34	56,12	55,16
	Equino (3B243)	9,97	11,50	22,92	24,54	26,06	26,26	28,45
	Mulas y asnos (3B244)	5,98	0,57	0,74	0,89	0,88	0,87	0,85
	Gallinas y pollos (3B245)	91,91	92,57	88,57	82,61	85,63	90,69	88,55
	Conejos (3B246)	178,84	193,05	166,44	164,06	129,67	128,78	128,78
	Suma directas	891,59	1.076,22	997,33	995,64	1.006,49	1.021,86	1.018,41
Indirect volatiliz deposit (3B251)	Vacuno lechero	132,78	113,22	109,53	111,88	107,47	106,98	108,05
	Vacuno no lechero	95,71	139,23	100,76	112,01	123,70	121,66	125,94
	Ovino	32,34	34,27	37,22	32,77	29,45	29,48	28,32
	Porcino blanco	206,01	275,52	197,12	209,55	239,46	255,30	249,54
	Porcino ibérico	1,15	0,61	20,37	20,65	26,72	25,55	26,57
	Pavos y otras aves	46,08	47,67	47,33	42,87	44,86	43,03	46,96
	Caprino	7,88	14,67	19,43	16,02	18,42	19,37	19,03
	Equino	6,61	7,62	15,26	16,20	17,18	17,32	18,74
	Mulas y asnos	1,74	0,15	0,21	0,23	0,23	0,23	0,22
	Gallinas y pollos	104,62	107,06	99,90	96,88	105,84	105,27	102,86
	Conejos	73,61	79,46	68,51	67,53	53,37	53,00	53,00
	Suma Indirectas 3B251	708,55	819,49	715,64	726,59	766,71	777,18	779,24
Indirect lixiviac escorren (3B252)	Vacuno lechero	4,19	3,26	2,94	3,00	2,88	2,87	2,90
	Vacuno no lechero	2,74	3,93	3,14	3,40	3,76	3,70	3,82
	Ovino	0,96	0,95	1,04	0,92	0,83	0,83	0,80
	Porcino blanco	5,79	8,26	6,61	7,05	7,74	8,19	7,88
	Porcino ibérico	0,03	0,02	0,55	0,56	0,75	0,73	0,76
	Pavos y otras aves	0,88	0,92	0,90	0,82	0,86	0,82	0,89
	Caprino	0,21	0,41	0,55	0,44	0,51	0,53	0,53
	Equino	0,17	0,20	0,39	0,42	0,44	0,45	0,48
	Mulas y asnos	0,10	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01
	Gallinas y pollos	2,59	2,65	2,54	2,45	2,65	2,68	2,62
	Conejos	2,68	2,90	2,50	2,46	1,95	1,93	1,93
Suma Indirectas 3B252	20,35	23,50	21,16	21,54	22,38	22,74	22,62	
TOTAL 3B2	1.620,49	1.919,22	1.734,13	1.743,77	1.795,58	1.821,77	1.820,27	

En este caso, los análisis expuestos para 3B1 (emisiones de CH₄ por Gestión de estiércoles) manifiestan consecuencias diferentes en esta categoría de emisiones de N₂O debido a que la propensión a la emisión de este gas está más ligada a los sistemas sólidos de gestión de estiércol (predominantes en vacuno), por lo que es más equitativa la emisión de las especies de vacuno respecto a las de porcino, las cuales tienen muchísimo peso en la categoría 3B1 al tener poblaciones muy altas respecto al vacuno. Este mayor peso del ganado vacuno en 3B2 sería aún más importante de no ser porque las emisiones del estiércol en régimen de pastoreo (muy proclives a la emisión de este gas) no se reportan en esta categoría, sino dentro de la categoría de Suelos agrícolas (3D).

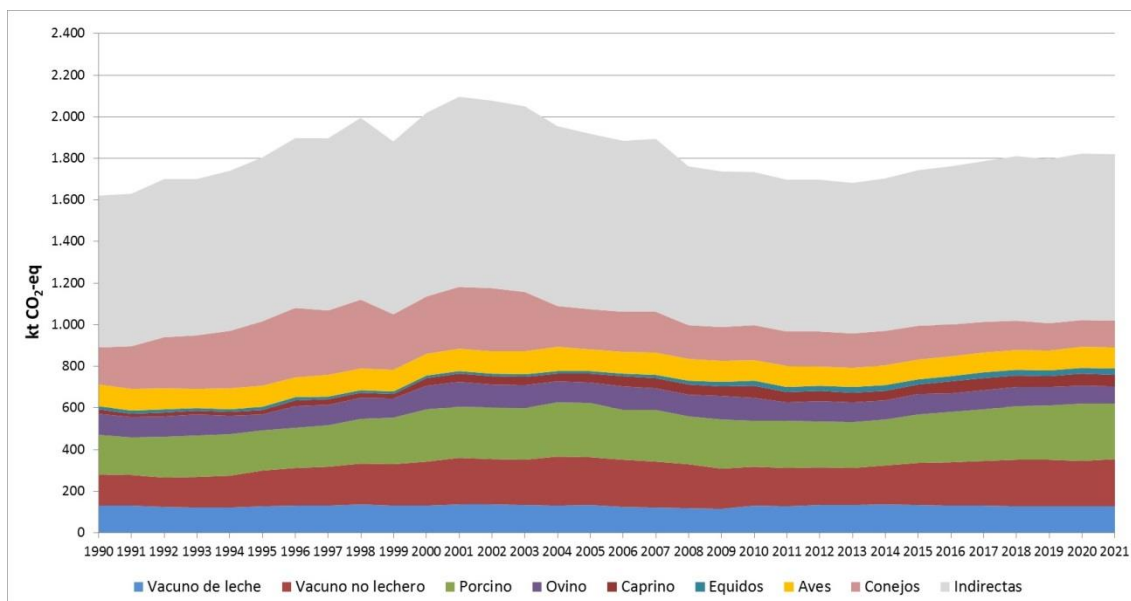


Figura 5.4.1. Emisiones de N₂O directas (por especie) e indirectas en la gestión de estiércoles

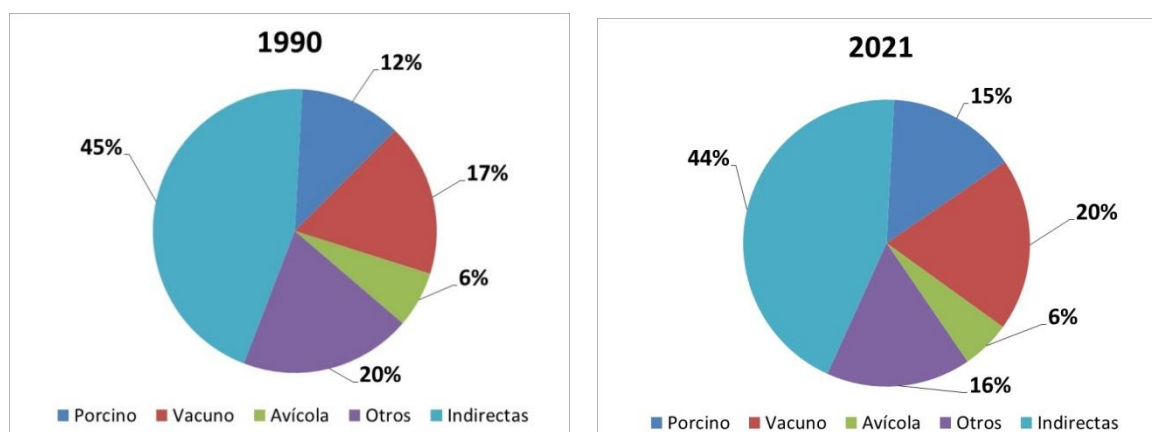


Figura 5.4.2. Distribución porcentual de las emisiones de CH₄ de la Gestión de estiércoles en ganado (3B1) por especie

En la siguiente tabla se muestra la contribución de esta categoría al sector Agricultura y al total del Inventario Nacional, junto con el índice de evolución temporal (base 100 año 1990).

Tabla 5.4.2. Emisiones de N₂O en CO₂-eq de la Gestión de Estiércoles (3B2): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO ₂ -eq (kt)	1.620,5	1.919,2	1.734,1	1.743,8	1.795,6	1.821,8	1.820,3
Variación % vs. 1990	100,0	118,4	107,0	107,6	110,8	112,4	112,3
3B2 (N ₂ O) / INV (CO ₂ -eq)	0,6 %	0,4 %	0,5 %	0,5 %	0,6 %	0,7 %	0,6 %
3B2 (N ₂ O) / Agri. (CO ₂ -eq)	4,9 %	5,3 %	5,2 %	5,2 %	5,3 %	5,3 %	5,3 %

La evolución de las emisiones de N₂O por sistema de gestión de estiércoles a lo largo del periodo se muestra en la siguiente tabla. La clasificación del sistema de gestión de estiércoles utilizado obedece a las reglas de cumplimentación del CRF, que ofrece las categorías *anaerobic lagoon*, *liquid system*, *daily spread*, *solid storage and dry lot*, *pasture*, *range and paddock*, *composting*, *digesters* y *other* para describir la gestión de estiércol de las cabañas nacionales. Esta

clasificación es la causa de que la contribución de “otros” sea tan relevante en el total de esta categoría. A “otros” se asignan los sistemas de “estiércol de aves de corral con y sin hojarasca”, “almacenamiento en pozos por debajo de lugares de confinamiento animal”, “camas profundas” y el resto de los sistemas de gestión a los que la Guía IPCC 2006 adjudica un factor de emisión, y cuyo esquema se ha adoptado con el fin de utilizar dichos factores de emisión.

Tabla 5.4.3. Emisiones directas de N₂O por agrupación CRF de sistema de gestión de estiércol (3B2) (cifras en kt de CO₂-eq)

Sistema de gestión de estiércol	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Laguna anaeróbica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Líquido/Fango	33,9	72,6	71,0	82,1	85,6	87,7	86,7
Distribución diaria	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Almacenaje Sólido/Corral de engorde	514,4	570,8	508,5	508,9	492,5	490,4	497,5
Compost	68,8	68,7	65,7	60,0	60,4	66,0	64,4
Digestión anaeróbica	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Quemado (combustible o deshecho)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Otros *	274,5	364,1	352,1	344,6	367,9	377,8	369,9
Total emisiones directas N₂O	891,6	1.076,2	997,3	995,6	1.006,5	1.021,9	1.018,4

* Almacenamiento en pozos debajo del animal, camas profundas, estiércoles de aves y tratamiento aeróbico.

En la siguiente tabla, se establece la equivalencia entre las categorías de sistema de gestión de estiércoles de CRF y las categorías de la Guía IPCC 2006 adoptadas por el Inventario Nacional.

Tabla 5.4.4. Equivalencia de sistemas de gestión de estiércoles: CRF vs. Guía IPCC 2006

CRF-REPORTER	Cuadro 10.21 (Guía IPCC 2006)
<i>Pasture, range and paddoc</i>	Pastura/Prado/Pradera
<i>Daily spread</i>	Distribución diaria
<i>Solid storage and dry lot</i>	Almacenaje de sólidos
	Corral de engorde
<i>Liquid system</i>	Líquido/Fango con cobertura de costra natural
	Líquido/Fango sin cobertura de costra natural
<i>Anaerobic lagoon</i>	Laguna anaeróbica no cubierta
<i>Digesters</i>	Digestor anaeróbico
<i>Burned for fuel and waste</i>	Quemado para combustible
<i>Composting</i>	Fabricación de abono orgánico (compost) – en tambor
	Fabricación de abono orgánico (compost) – pila estática
	Fabricación de abono orgánico (compost) – intensivo en filas
	Fabricación de abono orgánico (compost) – pasivo en filas
<i>Other</i>	Almacenamiento: pozos debajo de lugares de confinamiento animal <1 mes
	Almacenamiento: pozos debajo de lugares de confinamiento animal >1 mes
	Camas profundas para vacunos y porcinos <1 mes
	Camas profundas para vacunos y porcinos >1 mes, sin mezclado
	Camas profundas para vacunos y porcinos >1 mes, con mezclado
	Estiércol de aves de corral con hojarasca
	Estiércol de aves de corral sin hojarasca
	Tratamiento aeróbico con sistema de aireación forzado
Tratamiento aeróbico con sistema de aireación natural	

5.4.2 Metodología

El cálculo de las emisiones de esta categoría sigue las directrices de la Guía IPCC 2006, apartado 10.5, capítulo 10, volumen 4, a la que pertenecerán todas las referencias que se citen en este apartado, a menos que se indique lo contrario. Para todas las especies, ya que actualmente se dispone de información zootécnica detallada (vacuno lechero y no lechero, ovino, caprino, porcino (blanco e ibérico), équidos (caballos, mulas y asnos) y avícola (gallina de puesta, de carne y otro avícola (grupo que engloba principalmente pavos, aunque también patos y otras aves))), se aplica metodología de nivel 2; para conejos, novedad en la presente edición, se aplica metodología de nivel 1.

La estimación de las emisiones se hace a nivel provincial (50 provincias) y por subcategoría animal (95 subcategorías en total) teniendo en cuenta las variaciones de los parámetros a través de todos los años de la serie temporal, lo cual describe la dimensión de los cálculos realizados.

Una descripción detallada de la metodología de estimación de las emisiones y envergadura de estos cálculos se encuentra en las fichas metodológicas que pueden consultarse en el sitio web del MITECO-SEI³².

5.4.2.1 Variables de actividad

La variable de actividad básica es el censo de animales de las especies que constituyen la cabaña ganadera española. En el apartado 5.2.2.1 de este documento se detallan las fuentes de información utilizadas.

El nitrógeno excretado por la población promedio animal se extrae de los documentos ya mencionados *Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo*³³.

5.4.2.2 Factor de emisión

Para la estimación de las emisiones directas de esta categoría se ha utilizado la ecuación 10.25 de la Guía IPCC 2006. Los factores de emisión adoptados por sistema de gestión de estiércol (EF3) son los propuestos en el cuadro 10.21 de la misma guía.

Las pautas de reparto del nitrógeno excretado en los diferentes sistemas de gestión del estiércol (MS) se obtienen a partir de diferentes fuentes según la especie animal. Estas pautas de MS se explican con detalle en el apartado 5.3.2.2 de la categoría 3B1.

Las emisiones indirectas de N₂O originadas a consecuencia de la pérdida del nitrógeno volátil de los estiércoles y tras su deposición atmosférica se estiman utilizando la cantidad de nitrógeno volatilizado como NH₃ y NO_x calculada en el balance de masas mediante el cual se estiman estas emisiones, que son reportadas siguiendo la metodología de la Guía EMEP/EEA 2019.

Las emisiones indirectas debidas al nitrógeno perdido por escorrentía y lixiviación se calculan aplicando el 1 % de fracción de escorrentía y lixiviación (dentro del rango indicado en la ecuación 10.28 de la Guía IPCC 2006) para el estiércol gestionado (no pastoreo), valor que está en coherencia con los valores orientativos de la Guía IPCC 2019 Refinement.

Para los factores de emisión EF4 (emisiones indirectas por volatilización) y EF5 (emisiones indirectas por lixiviación) se han considerado los valores de 0,01 y 0,0075 según indica el cuadro 11.3 del apartado 11.2.2, capítulo 11, volumen 4, de la Guía IPCC 2006.

La información anterior se resume en la siguiente tabla:

³² <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/SEI-Metodologias.aspx>

³³ <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/ganaderia-y-medio-ambiente/balance-de-nitrogeno-e-inventario-de-emisiones-de-gases/default.aspx>

Tabla 5.4.5. Datos metodológicos de la Gestión de estiércoles – N₂O (3B2)

Actividad ^(*)	Animal	Nivel metodológico	Fuente de los parámetros utilizados
3B211 Dairy cattle 3B(b)1 ^(**)	Vacuno de leche	Nivel 2	FE de la Guía IPCC 2006 Nex y MS de datos específicos del país
3B212 Non-dairy cattle 3B(b)1 ^(**)	Vacuno no lechero	Nivel 2	FE de la Guía IPCC 2006 Nex, MS y distribución de pastoreo, de datos específicos del país
3B22 Sheep 3B(b)2 ^(**)	Ovino	Nivel 2	FE de la Guía IPCC 2006 MS, Nex y distribución de pastoreo, de datos específicos del país
3B231 White swine 3B(b)3 ^(**)	Porcino blanco	Nivel 2	FE de la Guía IPCC 2006 MS y Nex específico del país
3B232 Iberian swine 3B(b)3 ^(**)	Porcino ibérico	Nivel 2	FE de la Guía IPCC 2006 MS, Nex y distribución de pastoreo, de datos específicos del país
3B241 Turkeys and Other Poultry 3B(b)4 ^(**)	Pavos, patos y otras aves	Nivel 2	FE de la Guía IPCC 2006 MS y Nex específico del país
3B242 Goats 3B(b)4 ^(**)	Caprino	Nivel 2	FE de la Guía IPCC 2006 MS, Nex y distribución de pastoreo, de datos específicos del país
3B243 Horses 3B(b)4 ^(**)	Equino	Nivel 2	FE de la Guía IPCC 2006 MS, Nex y distribución de pastoreo, de datos específicos del país
3B244 Mules and asses 3B(b)4 ^(**)	Mulas y Asnos	Nivel 2	FE de la Guía IPCC 2006 MS, Nex y distribución de pastoreo, de datos específicos del país
3B245 Poultry 3B(b)4 ^(**)	Gallinas y pollos	Nivel 2	FE de la Guía IPCC 2006 MS y Nex específico del país
3B246 Rabbits 3B(b)4 ^(**)	Conejos	Nivel 1	FE de la Guía IPCC 2006, Nex de IPCC 2019Ref y MS específico del país

(*) Nomenclatura utilizada en las hojas de carga de la aplicación CRF.

(**) Nomenclatura utilizada en las "Reporting tables" de la aplicación CRF³⁴.

MS: Fracciones del estiércol manejadas en los diferentes sistemas de gestión de estiércol

FE: Factor de emisión

Nex: Nitrógeno excretado

La información de datos metodológicos y de parámetros utilizados se resume en las tablas siguientes:

Tabla 5.4.6. Población (cabezas), Nitrógeno excretado (Nex en kg N/cab/año), Peso del animal (kg) y Factor de Emisión implícito (FEI en kg N₂O/cab/año) separando entre estabulado y pastoreo

Especie		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Vacuno de leche	Población total	1.587.783	1.045.073	841.447	848.686	814.101	810.485	818.438
	Población estabulado	1.587.783	1.045.073	841.447	848.686	814.101	810.485	818.438
	Pob pastoreo	0	0	0	0	0	0	0
	Nex	84,54	99,95	111,90	113,20	113,32	113,30	113,33
	Peso	651,58	675,00	675,00	675,00	675,00	675,00	675,00
	FEI	0,314	0,484	0,584	0,591	0,592	0,591	0,592
	FEI con efectivos alojados (3B)	0,314	0,484	0,584	0,591	0,592	0,591	0,592
Vacuno no lechero	Población total	3.538.358	5.378.513	5.336.375	5.359.789	5.847.119	5.865.408	5.931.319
	Población estabulado	1.518.696	1.949.649	1.758.646	1.863.778	2.073.631	2.041.710	2.066.324
	Pob pastoreo	2.019.662	3.428.864	3.577.729	3.496.011	3.773.488	3.823.698	3.864.995
	Nex	56,76	58,66	56,70	57,36	57,17	57,22	57,44

³⁴ Indicación de acuerdo con la Revisión UNFCCC-2022ESPQA67 - CRF codes comparability.

Especie		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
	Nex Estabulado	57,83	64,61	57,25	58,49	58,02	57,99	59,14
	Nex Pastoreo	55,96	55,27	56,42	56,76	56,71	56,81	56,54
	Peso	413,05	418,87	428,05	419,04	418,65	421,01	423,57
	FEI	0,159	0,161	0,132	0,142	0,144	0,141	0,144
	FEI con efectivos alojados (3B)	0,372	0,443	0,401	0,410	0,406	0,406	0,414
Ovino	Población total	24.037.017	22.749.482	18.551.648	16.026.378	15.478.616	15.439.218	15.081.349
	Población estabulado	6.512.339	5.058.194	4.880.078	4.600.262	4.324.119	4.269.875	4.147.598
	Pob pastoreo	17.524.678	17.691.288	13.671.570	11.426.116	11.154.497	11.169.343	10.933.751
	Nex	4,27	5,09	5,60	5,41	5,34	5,36	5,35
	Nex Estabulado	4,70	6,01	6,85	6,41	6,14	6,22	6,16
	Nex Pastoreo	4,11	4,83	5,16	5,01	5,03	5,04	5,04
	Peso	41,62	50,14	54,68	52,32	52,11	52,48	52,50
	FEI	0,016	0,017	0,022	0,023	0,021	0,021	0,021
	FEI con efectivos alojados (3B)	0,058	0,074	0,085	0,079	0,076	0,077	0,076
Porcino blanco	Población total	15.625.274	23.101.010	23.014.328	24.852.315	27.508.441	28.788.051	30.006.536
	Población estabulado	15.625.274	23.101.010	23.014.328	24.852.315	27.508.441	28.788.051	30.006.536
	Pob pastoreo	0	0	0	0	0	0	0
	Nex	11,86	11,44	9,19	9,08	9,01	9,11	8,41
	Peso	63,59	64,96	61,87	60,23	59,60	60,40	60,39
	FEI	0,045	0,042	0,034	0,033	0,033	0,033	0,031
	FEI con efectivos alojados (3B)	0,045	0,042	0,034	0,033	0,033	0,033	0,031
Porcino ibérico	Población total	714.831	2.143.016	2.407.212	2.610.166	3.346.357	3.297.416	3.430.510
	Población estabulado	77.722	52.991	1.721.088	1.686.016	2.170.854	2.138.871	2.225.482
	Pob pastoreo	637.109	2.090.025	686.124	924.150	1.175.503	1.158.545	1.205.028
	Nex	13,15	12,08	11,15	11,89	12,28	12,05	12,07
	Nex Estabulado	12,78	9,92	10,17	10,73	11,10	10,87	10,92
	Nex Pastoreo	13,19	12,13	13,61	14,02	14,45	14,22	14,18
	Peso	69,41	65,73	76,82	77,81	81,09	78,16	78,73
	FEI	0,005	0,001	0,027	0,025	0,026	0,026	0,026
	FEI con efectivos alojados (3B)	0,049	0,037	0,037	0,039	0,040	0,039	0,040
Caprino	Población total	3.663.309	2.904.687	2.903.779	2.801.066	2.659.121	2.651.051	2.589.758
	Población estabulado	937.064	1.386.073	1.757.718	1.530.424	1.736.944	1.810.429	1.775.082
	Pob pastoreo	2.726.245	1.518.614	1.146.061	1.270.642	922.177	840.622	814.676
	Nex	9,34	9,55	9,70	9,05	9,30	9,39	9,41
	Nex Estabulado	7,19	9,48	9,94	9,23	9,36	9,45	9,47
	Nex Pastoreo	10,07	9,6	9,34	8,83	9,19	9,27	9,28
	Peso	47,55	47,17	46,40	43,37	43,85	43,58	43,64
	FEI	0,023	0,056	0,074	0,062	0,076	0,080	0,080
	FEI con efectivos alojados (3B)	0,089	0,117	0,123	0,114	0,116	0,117	0,117
Equino	Población total	244.868	268.506	626.949	669.154	589.720	592.354	607.696
	Población estabulado	91.321	104.821	206.601	229.789	244.640	246.160	267.283
	Pob pastoreo	153.547	163.685	420.348	439.365	345.080	346.194	340.413
	Nex	54,11	54,76	54,13	52,41	53,39	53,48	53,73
	Nex Estabulado	59,60	59,85	60,51	58,19	58,02	58,11	57,95
	Nex Pastoreo	50,85	51,5	51	49,39	50,10	50,18	50,41
	Peso	456,08	461,74	439,91	449,95	455,27	454,36	454,88
	FEI	0,154	0,162	0,138	0,138	0,167	0,167	0,177

Especie		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
	FEI con efectivos alojados (3B)	0,412	0,414	0,419	0,403	0,402	0,403	0,402
Mulass y asnos	Población total	203.097	27.706	42.827	45.935	40.828	40.912	40.963
	Población estabulado	73.188	7.862	10.019	12.033	11.956	11.793	11.584
	Pob pastoreo	129.909	19.844	32.808	33.902	28.872	29.119	29.379
	Nex	34,72	31,40	31,24	31,07	31,54	31,50	31,41
	Nex Estabulado	45,12	40,25	41,00	40,68	40,51	40,52	40,59
	Nex Pastoreo	28,87	27,89	28,26	27,66	27,82	27,85	27,8
	Peso	323,67	315,92	301,83	314,15	319,62	318,62	318,69
	FEI	0,111	0,078	0,066	0,073	0,081	0,080	0,078
	FEI con efectivos alojados (3B)	0,308	0,275	0,280	0,278	0,277	0,277	0,277
Avícola	Población total	114.492.235	127.732.785	127.028.879	127.143.147	136.964.545	134.732.707	131.577.338
	Población estabulado	114.492.235	127.732.785	127.028.879	127.143.147	136.964.545	134.732.707	131.577.338
	Pob pastoreo	0	0	0	0	0	0	0
	Nex	0,73	0,66	0,64	0,62	0,62	0,64	0,64
	Peso	1,36	1,47	1,49	1,51	1,50	1,53	1,53
	FEI	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,003	0,003
		FEI con efectivos alojados (3B)	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,003
Otro avícola	Población total	19.496.670	24.598.312	19.675.327	20.038.291	20.971.946	21.007.434	22.926.255
	Población estabulado	19.496.670	24.598.312	19.675.327	20.038.291	20.971.946	21.007.434	22.926.255
	Pob pastoreo	0	0	0	0	0	0	0
	Nex	1,45	1,20	1,46	1,32	1,31	1,25	1,25
	Peso	4,02	4,63	5,92	5,64	5,64	5,74	5,74
	FEI	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
		FEI con efectivos alojados (3B)	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Conejos	Población total	10.603.859	11.446.659	9.868.742	9.727.553	7.688.609	7.635.572	7.635.572
	Población estabulado	10.603.859	11.446.659	9.868.742	9.727.553	7.688.609	7.635.572	7.635.572
	Pob pastoreo	0	0	0	0	0	0	0
	Nex	8,10	8,10	8,10	8,10	8,10	8,10	8,10
	Peso	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
	FEI	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064
		FEI con efectivos alojados (3B)	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064	0,064

Los valores del Factor de Emisión Implícito (FEI) de la tabla, coincidentes con los reportados en CRF y que se calculan con los datos de la población total, tal y como se ejecuta en dicho reporte, deben interpretarse teniendo en cuenta que en estas categorías 3B2 (N₂O), las emisiones generadas por los animales durante el pastoreo no son reportadas aquí, sino bajo la categoría 3Da3, esto hace que para los animales que, por ejemplo, han evolucionado hacia un menor régimen de pastoreo y un mayor estabulamiento, como es el caso del caprino, su FEI aumente a lo largo de la serie en mayor medida que para otros animales, es por esta razón por la que en la tabla anterior, además del FEI estándar, se han aportado los datos de un FEI calculado solo con los animales estabulados (que son los que producen emisiones reportadas bajo la categoría CRF-3B2).

Más información sobre el nitrógeno excretado por sistema de gestión se aporta en la tabla siguiente:

Tabla 5.4.7. Nitrógeno excretado total (Nex en t de N/año), Población (Pob en cabezas) y Nitrógeno excretado en los diferentes grupos de sistemas de gestión (en t de N/año)

Especie		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Vacuno de leche	Pob	1.587.783	1.045.073	841.447	848.686	814.101	810.485	818.438
	NexTot	134.224	104.458	94.154	96.069	92.250	91.825	92.753
	Lag.Anae	0	5.030	6.045	6.168	5.922	5.895	5.955
	Liquido	59.898	43.803	38.637	39.423	37.856	37.681	38.062
	Dist.Diari	11.745	2.285	0	0	0	0	0
	Solid/Corr	61.743	45.280	39.981	40.794	39.172	38.992	39.386
	Pastoreo	0	0	0	0	0	0	0
	Otros (*)	839	8.061	9.492	9.685	9.300	9.257	9.350
Vacuno no lechero	Pob	3.538.358	5.378.513	5.336.375	5.359.789	5.847.119	5.865.408	5.931.319
	NexTot	200.848	315.503	302.547	307.442	334.298	335.629	340.722
	Liquido	32.546	13.344	1.782	1.929	2.129	2.096	2.163
	Dist.Diari	2.325	834	0	0	0	0	0
	Solid/Corr	50.369	90.323	76.999	83.367	92.010	90.546	93.454
	Pastoreo	113.024	189.528	201.869	198.438	213.993	217.238	218.530
	Otros (*)	2.583	21.475	21.897	23.708	26.165	25.749	26.576
	Ovino	Pob	24.037.017	22.749.482	18.551.648	16.026.378	15.478.616	15.439.218
NexTot		102.610	115.859	103.954	86.772	82.612	82.782	80.682
Liquido		0	0	0	0	0	0	0
Dist.Diari		0	0	0	0	0	0	0
Solid/Corr		13.002	12.916	14.191	12.527	11.275	11.270	10.840
Pastoreo		71.989	85.441	70.533	57.269	56.059	56.240	55.153
Otros (*)		17.619	17.502	19.230	16.976	15.278	15.272	14.689
Porcino blanco		Pob	15.625.274	23.101.010	23.014.328	24.852.315	27.508.441	28.788.051
	NexTot	185.266	264.385	211.558	225.628	247.896	262.249	252.294
	Lag.Anae	16.118	9.201	3.681	0	0	0	0
	Liquido	0	36.739	39.198	52.255	57.413	60.737	58.431
	Dist.Diari	3.705	4.336	3.216	3.159	3.471	3.671	3.532
	Solid/Corr	25.381	20.707	12.431	8.845	9.718	10.280	9.890
	Pastoreo	0	0	0	0	0	0	0
	Digest	0	1.539	1.642	2.189	2.405	2.544	2.447
	Otros (*)	140.061	191.864	151.391	159.181	174.891	185.017	177.993
Porcino ibérico	Pob	714.831	2.143.016	2.407.212	2.610.166	3.346.357	3.297.416	3.430.510
	NexTot	9.399	25.887	26.847	31.037	41.080	39.721	41.393
	Lag.Anae	86	18	305	0	0	0	0
	Liquido	0	73	3.245	4.188	5.580	5.383	5.630
	Dist.Diari	20	9	266	253	337	325	340
	Solid/Corr	136	41	1.029	709	944	911	953
	Pastoreo	8.405	25.362	9.336	12.954	16.988	16.478	17.084
	Digest	0	3	136	175	234	225	236
	Otros (*)	751	382	12.531	12.758	16.997	16.398	17.150
Caprino	Pob	3.663.309	2.904.687	2.903.779	2.801.066	2.659.121	2.651.051	2.589.758
	NexTot	34.205	27.726	28.174	25.344	24.733	24.899	24.376
	Liquido	0	0	0	0	0	0	0
	Dist.Diari	0	0	0	0	0	0	0
	Solid/Corr	2.862	5.582	7.420	5.998	6.905	7.264	7.140
	Pastoreo	27.463	14.579	10.700	11.219	8.471	7.791	7.560
	Otros (*)	3.879	7.565	10.055	8.127	9.357	9.844	9.676
	Equino	Pob	244.868	268.506	626.949	669.154	589.720	592.354
NexTot		13.251	14.703	33.939	35.069	31.482	31.679	32.650

Especie		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
	Líquido	0	0	0	0	0	0	0
	Dist.Diari	0	0	0	0	0	0	0
	Solid/Corr	4.737	5.460	10.883	11.639	12.356	12.453	13.484
	Pastoreo	7.809	8.430	21.437	21.699	17.289	17.374	17.160
	Otros (*)	705	813	1.620	1.732	1.838	1.853	2.006
Mulas y asnos	Pob	203.097	27.706	42.827	45.935	40.828	40.912	40.963
	NexTot	7.052	870	1.338	1.427	1.288	1.289	1.287
	Líquido	0	0	0	0	0	0	0
	Dist.Diari	0	0	0	0	0	0	0
	Solid/Corr	2.873	275	357	426	421	416	409
	Pastoreo	3.750	554	927	938	803	811	817
	Otros (*)	429	41	53	64	63	62	61
Avícola	Pob	114.492.235	127.732.785	127.028.879	127.143.147	136.964.545	134.732.707	131.577.338
	NexTot	83.071	84.745	81.267	78.320	84.740	85.781	83.804
	Líquido	1.515	1.514	1.447	1.321	1.330	1.453	1.418
	Dist.Diari	0	0	0	0	0	0	0
	Solid/Corr	0	0	0	0	0	0	0
	Pastoreo	0	0	0	0	0	0	0
	Compost	27.529	27.508	26.286	24.012	24.177	26.398	25.765
Otros (*)	54.027	55.723	53.535	52.987	59.233	57.931	56.621	
Otro avícola	Pob	19.496.670	24.598.312	19.675.327	20.038.291	20.971.946	21.007.434	22.926.255
	NexTot	28.193	29.522	28.736	26.352	27.575	26.217	28.613
	Líquido	0	0	0	0	0	0	0
	Dist.Diari	0	0	0	0	0	0	0
	Solid/Corr	0	0	0	0	0	0	0
	Pastoreo	0	0	0	0	0	0	0
Conejos	Pob	10.603.859	11.446.659	9.868.742	9.727.553	7.688.609	7.635.572	7.635.572
	NexTot	85.891	92.718	79.937	78.793	62.278	61.848	61.848
	Líquido	0	0	0	0	0	0	0
	Dist.Diari	0	0	0	0	0	0	0
	Solid/Corr	85.891	92.718	79.937	78.793	62.278	61.848	61.848
	Pastoreo	0	0	0	0	0	0	0
	Otros (*)	0	0	0	0	0	0	0

(*) Almacenamiento en pozos debajo del animal, camas profundas, yacija/estiércoles de aves y tratamiento aeróbico.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en el sitio web del MITECO-SEI³⁵ en la que está disponible una colección de fichas metodológicas que se elaboran y actualizan al ritmo de implantación y revisión de los documentos zootécnicos y donde se explican de manera pormenorizada los cálculos y se desarrollan algunos ejemplos de los mismos, las determinaciones de las variables de actividad y las relaciones con los documentos zootécnicos del MAPA. También se aporta información metodológica del cálculo de emisiones de contaminantes atmosféricos según EMEP/EEA 2019 entre los que se encuentra el balance de nitrógeno en la gestión de estiércoles.

Los cambios en las variables zootécnicas para la categoría de cerdos entre 2004 y 2006 se deben a las dietas combinadas de los animales y a los cambios legislativos relevantes en 2005, que llevaron a un cambio drástico en el uso de las materias primas utilizadas en la alimentación animal (véase comentario a la tabla 5.2.5), lo que explica los cambios tan acentuados en esta

³⁵ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/SEI-Metodologias.aspx>

etapa de grandes ajustes. Esta tendencia se ha mantenido durante todo el periodo en adelante. La misma situación ocurre en ganado vacuno, donde los cambios de alimentación y avances en tecnificación del sector, con fuertes impulsos en ciertos años, generan cambios en ciertos coeficientes zootécnicos, como entre los años 2009 y 2010. El detalle completo de los criterios y fórmulas utilizados se pueden consultar los documentos zootécnicos (vease tabla 5.2.4).

Por otro lado, es importante señalar en relación con el cerdo ibérico que su cría en España viene desarrollando desde 2005 un proceso de intensificación que manifiesta una clara disminución del sistema de pastoreo frente a un aumento de los sistemas de gestión del estiércol con almacenamiento, propios de las instalaciones intensivas, como el almacenamiento de purines o el almacenamiento en fosas debajo del animal con su consecuente tendencia en las emisiones como se ha comentado anteriormente para el caso del ganado caprino.

5.4.3 Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre asociada al censo se sitúa en torno al 3 %, según se documenta en el apartado 5.2.3. La incertidumbre sobre la cantidad de nitrógeno contenida en la excreta de cada categoría animal se considera en torno al 50 % según el apartado 10.5.5, capítulo 10, volumen 4, de la Guía IPCC 2006. El error imputable a la distribución del nitrógeno tratado en función del sistema de gestión se estima en torno al 50 % según el apartado 10.4.4, capítulo 10, volumen 4, de la Guía IPCC 2006. La incertidumbre combinada final para la variable de actividad es del 70,8 %, asumiéndose esta misma incertidumbre para las variables de actividad de emisiones indirectas.

La incertidumbre de los factores de emisión empleados para el cálculo de las emisiones directas es del 100 %, según el apartado 10.5.5, capítulo 10, volumen 4, de la Guía IPCC 2006. En el caso de emisiones indirectas consultar el apartado 5.6.3 correspondiente a las categorías de fertilización de suelos agrícolas con el que se comparten factores de emisión.

La serie se considera coherente en el tiempo y la cobertura geográfica es nacional desagregada provincialmente.

5.4.4 Control de calidad y verificación

El *Anuario de Estadística*, la colección de documentos zootécnicos y las guías internacionales de las que se extrae información están sometidos a controles de revisión específicos propios.

Las modificaciones observadas en la tendencia de las emisiones y los recálculos efectuados se consideran justificados.

5.4.5 Realización de nuevos cálculos

Las figuras siguientes comparan las emisiones en valor absoluto y en diferencia relativa porcentual de la Gestión de estiércoles (N_2O) (3B2) entre las ediciones actual y previa del Inventario Nacional. Para poder comparar los datos de la edición pasada con la actual se han utilizado los potenciales de calentamiento AR4³⁶.

Las diferencias porcentuales en la categoría 3B2 completa para toda la serie temporal representan disminuciones globales con rangos entre un +24 % y un +45 %.

³⁶ https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts25.html

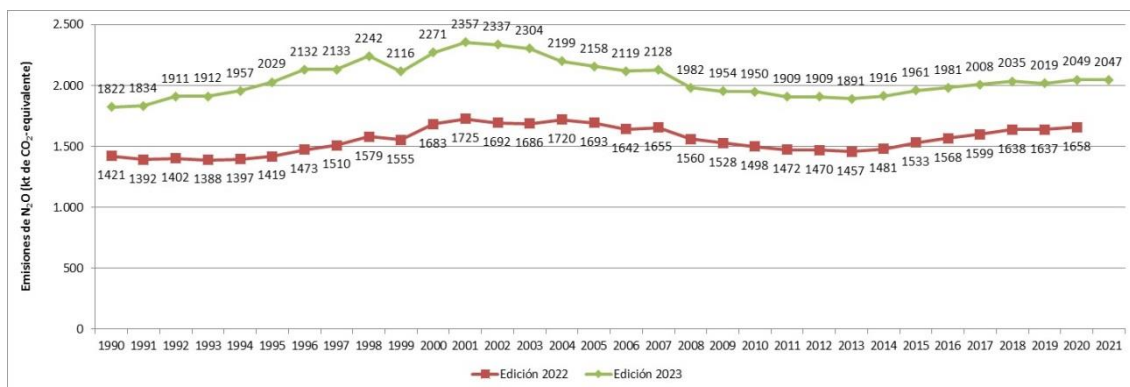


Figura 5.4.3. Emisiones de N₂O en la Gestión de estiércoles (3B2). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)



Figura 5.4.4. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3B2). Edición 2023 vs. edición 2022

La variación a lo largo de la serie se debe a:

- La incorporación de los datos de formas de manejo de los estiércoles para vacuno lechero, vacuno no lechero y aves de puesta procedentes de las encuestas realizadas en 2010 por el MAPA,³⁷ así como de informes técnicos realizados para ovino, caprino y equino³⁸.
- Alineamiento con el nuevo zootécnico de pavos y patos con la asignación de subcategorías internas dentro de la categoría de “Otras aves” (3B241) de pavos y patos más una subcategoría de “resto de especies”, con pequeñas variaciones en la asignación de sus coeficientes zootécnicos como el nitrógeno excretado.
- Nueva estimación de emisiones de N₂O debidas a la gestión de estiércoles para la categoría animal de conejos (3B246)³⁹.
- Las consecuencias de las anteriores razones que, en conjunto, han afectado a la estimación de las emisiones indirectas de N₂O, tanto por volatilización y posterior deposición atmosférica como por lixiviación y escorrentía.

A continuación se presentan las figuras para cada una de las subcategorías recalculadas.

³⁷ https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/Bovino%20cebo_tcm30-105325.pdf
https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/Bovino%20leche_tcm30-105326.pdf
https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/AVES%20DE%20PUESTA_tcm30-105324.pdf

³⁸ Yáñez, D., García Ramos, F.J., Daza Andrada, A., Alberdi, O., Vega García, S. y Alcalde Aldea, M.J. (2013). *Sistemas de gestión de deyecciones en ovino, caprino y equino*.

³⁹ Revisión UNFCCC-2022ESPQA64 - Other animal productions.

3B211 – Vacuno lechero

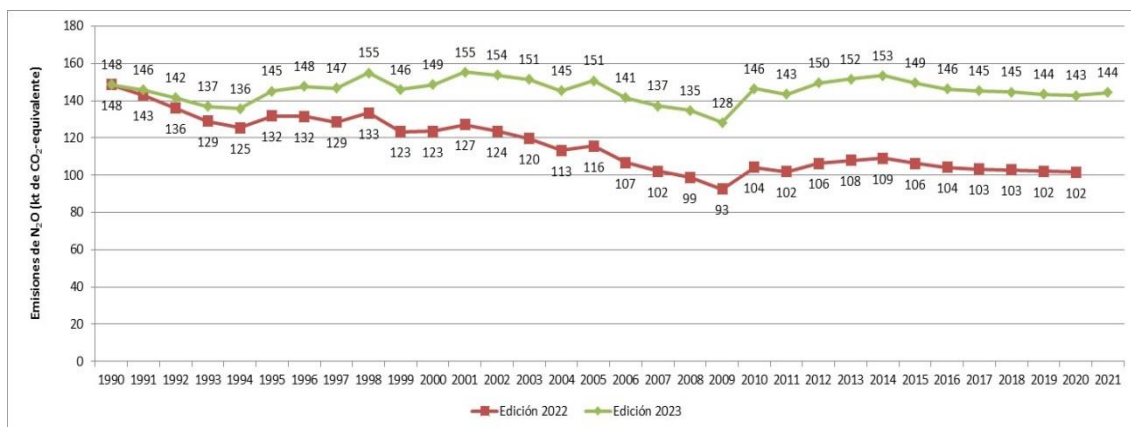


Figura 5.4.5. Emisiones de N₂O en la Gestión de estiércoles en vacuno lechero (3B211). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

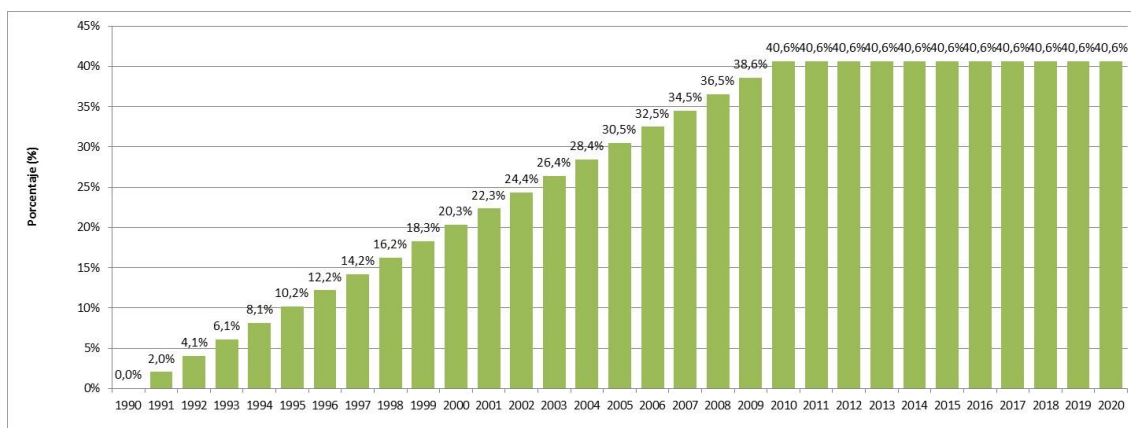


Figura 5.4.6. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3B211). Edición 2023 vs. edición 2022

3B212 – Vacuno no lechero

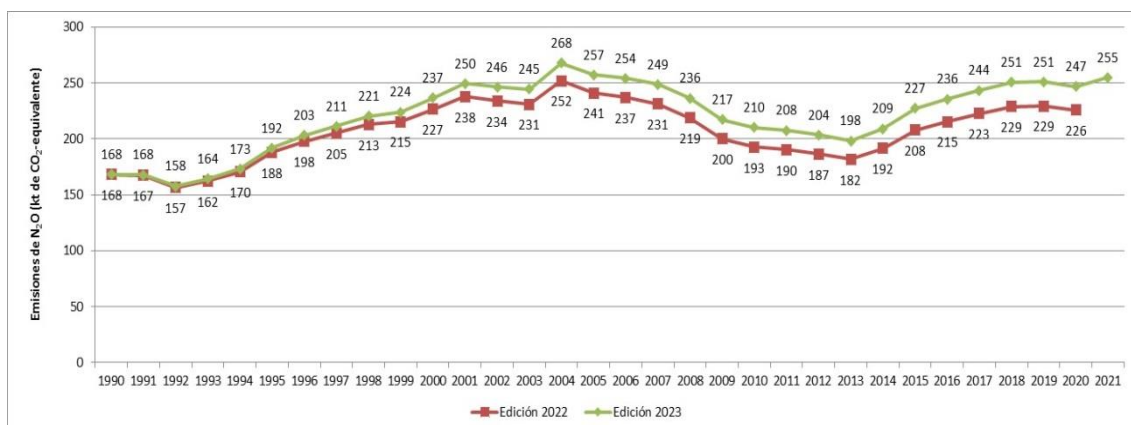


Figura 5.4.7. Emisiones de N₂O en la Gestión de estiércoles en vacuno no lechero (3B212). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

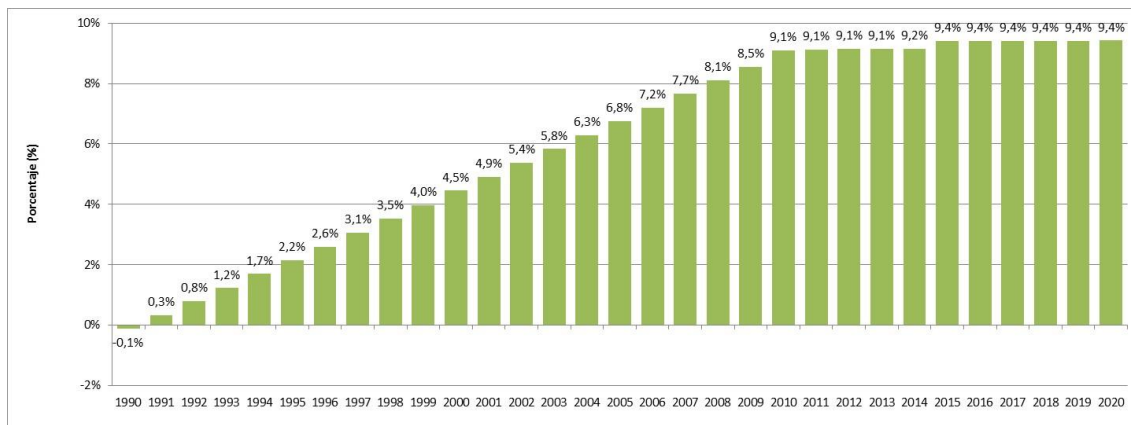


Figura 5.4.8. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3B212). Edición 2023 vs. edición 2022

3B22 – Ovino

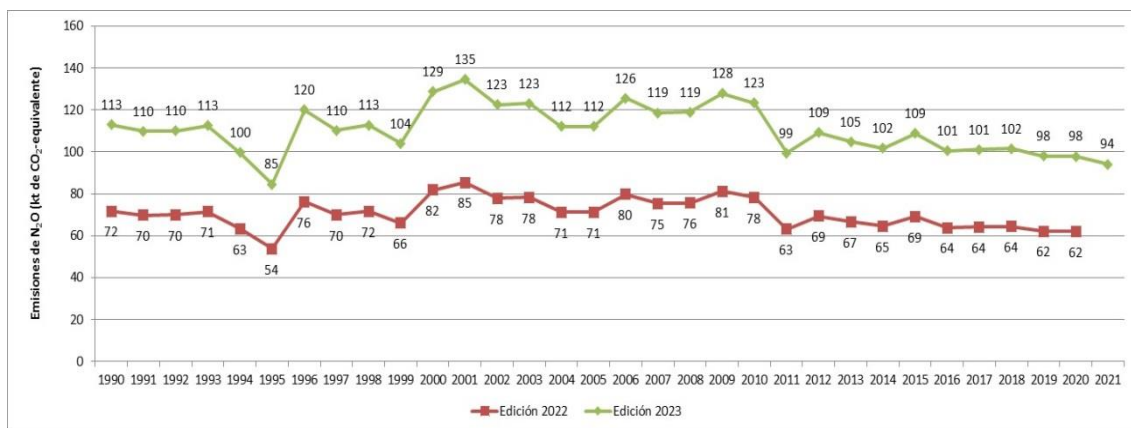


Figura 5.4.9. Emisiones de N₂O en la Gestión de estiércoles en ovino (3B22). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

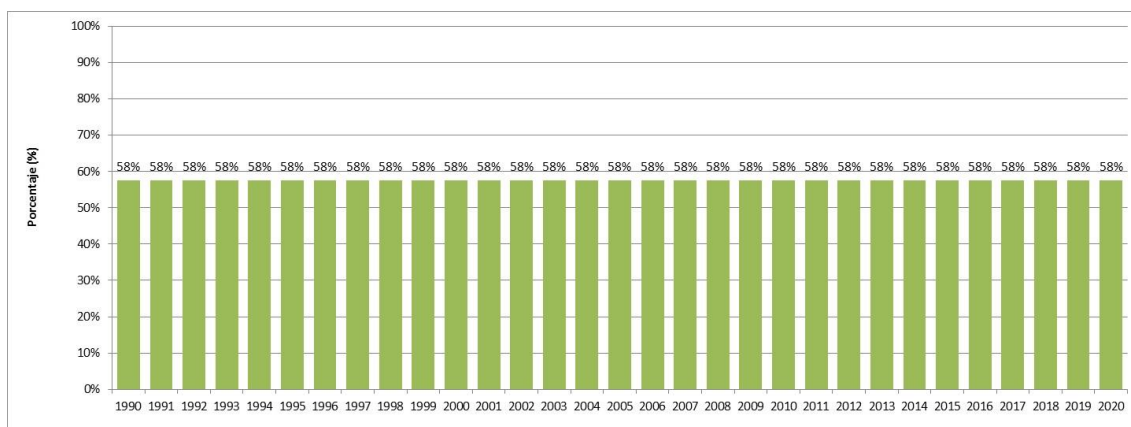


Figura 5.4.10. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3B22). Edición 2023 vs. edición 2022

3B241 – Otras aves

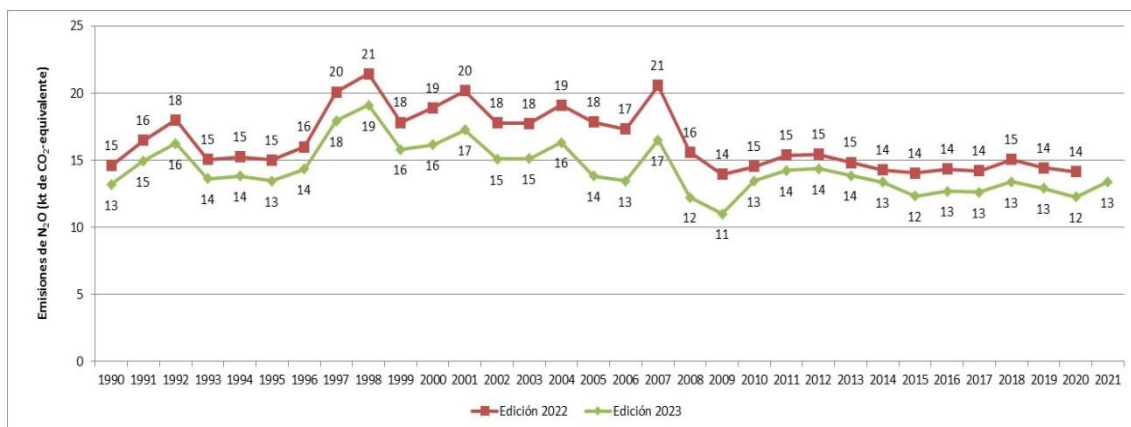


Figura 5.4.11. Emisiones de N₂O en la Gestión de estiércoles en otras aves (3B241). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

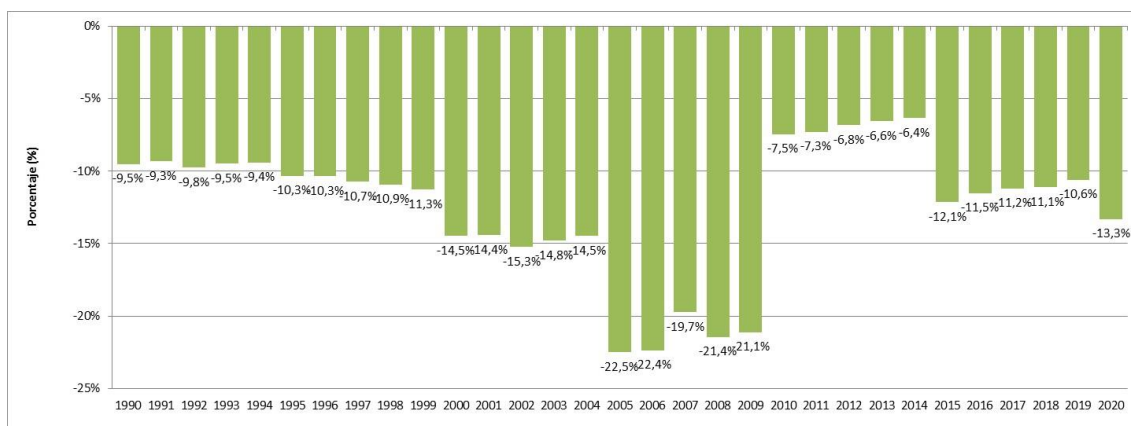


Figura 5.4.12. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3B241). Edición 2023 vs. edición 2022

3B242 – Caprino

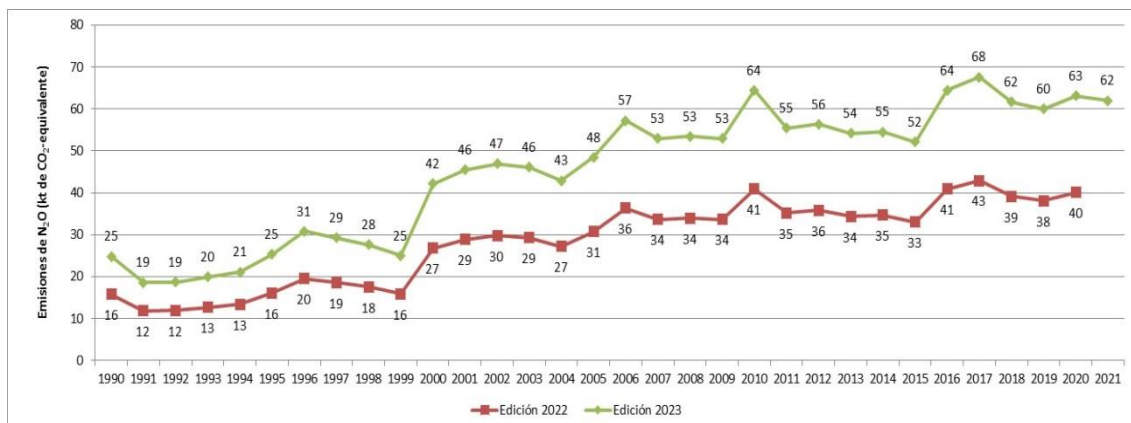


Figura 5.4.13. Emisiones de N₂O en la Gestión de estiércoles en caprino (3B242). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

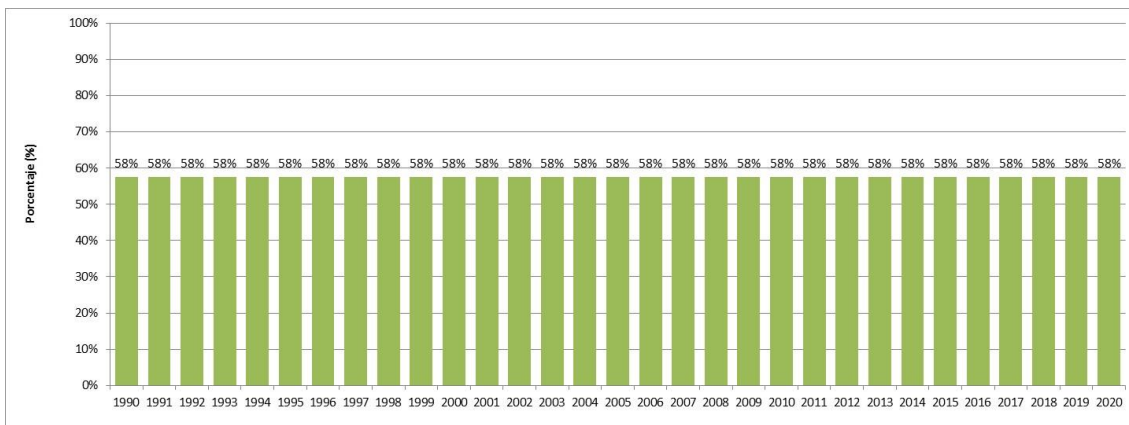


Figura 5.4.14. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3B242). Edición 2023 vs. edición 2022

3B243 – Equino

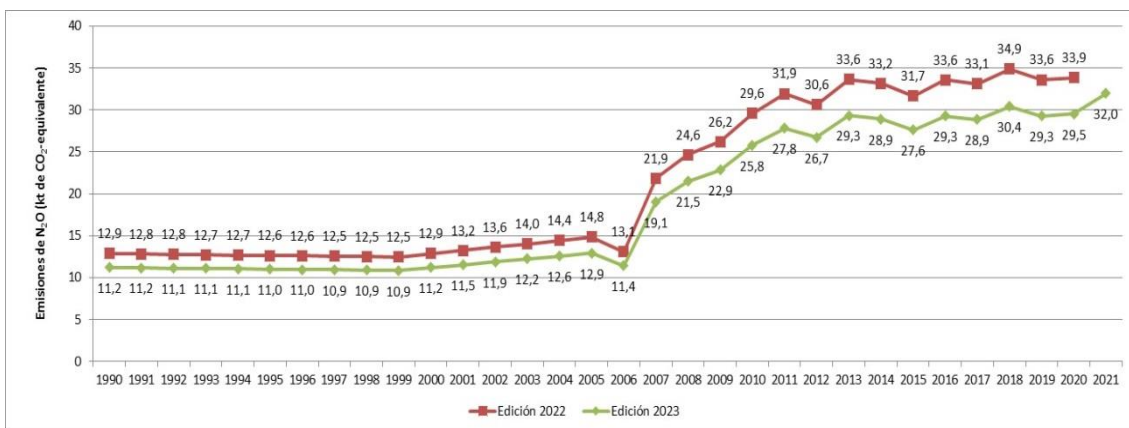


Figura 5.4.15. Emisiones de N₂O en la Gestión de estiércoles en equino (3B243). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

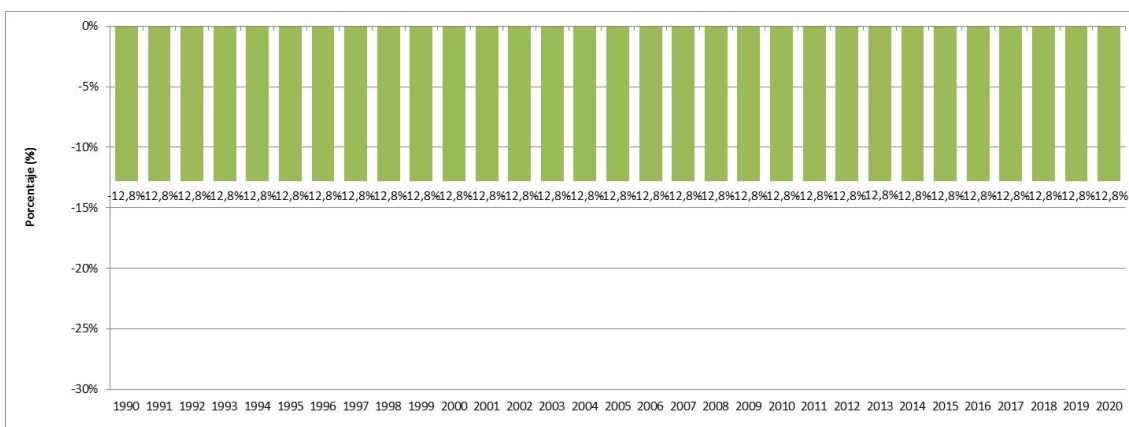


Figura 5.4.16. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3B243). Edición 2023 vs. edición 2022

3B244 – Mulas y asnos

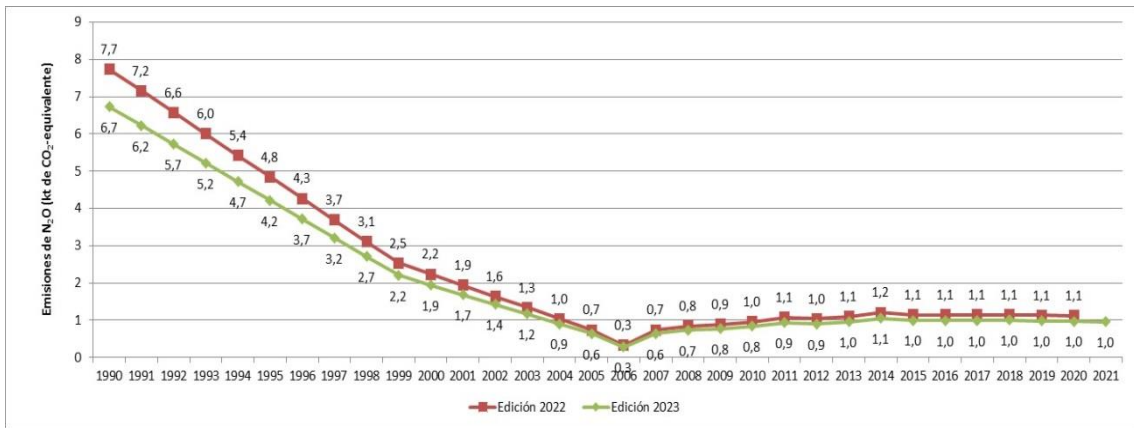


Figura 5.4.17. Emisiones de N₂O en la Gestión de estiércoles en mulas y asnos (3B244). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

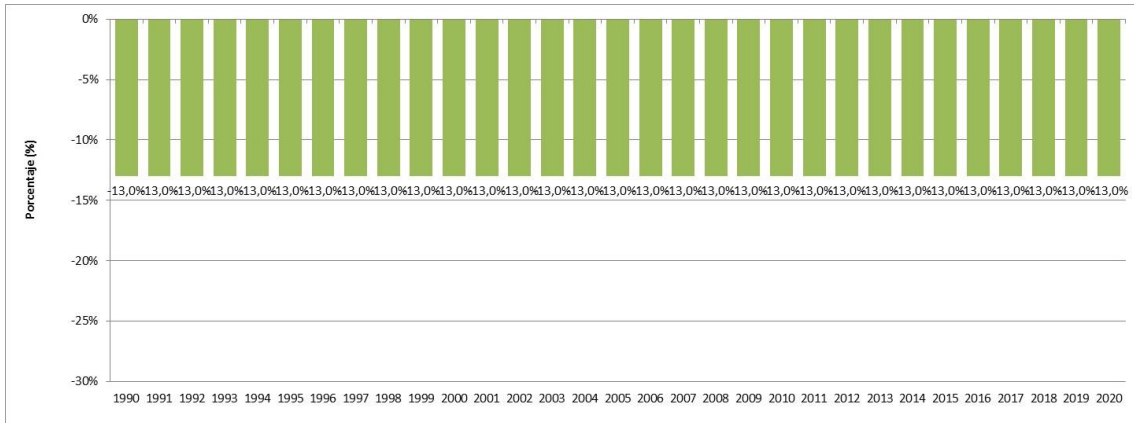


Figura 5.4.18. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3B244). Edición 2023 vs. edición 2022

3B245 – Aves de puesta y carne

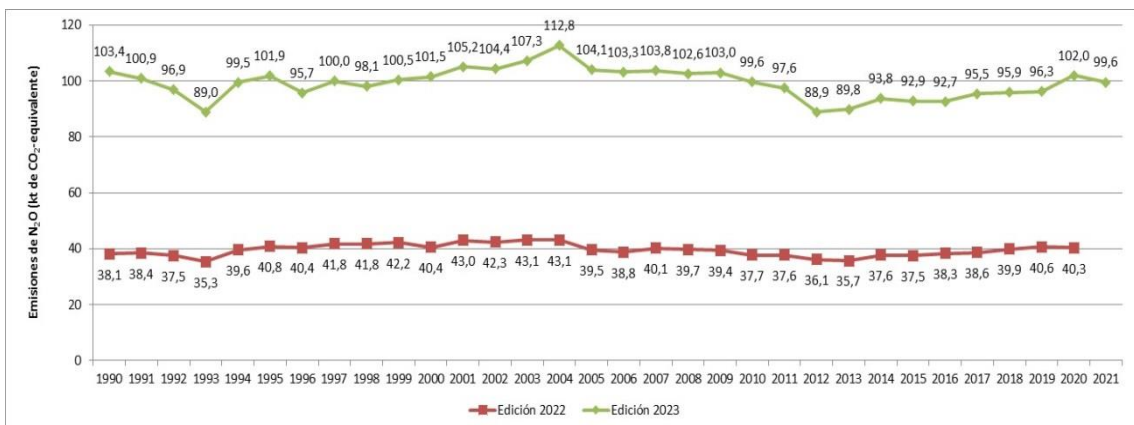


Figura 5.4.19. Emisiones de N₂O en la Gestión de estiércoles en aves de puesta y carne (3B245). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)



Figura 5.4.20. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3B245). Edición 2023 vs. edición 2022

3B246 – Conejos

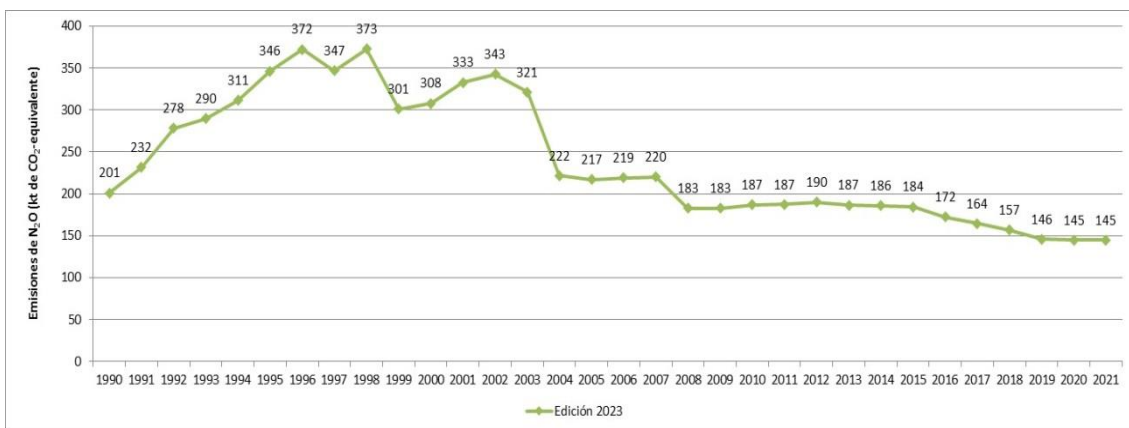


Figura 5.4.21. Emisiones de N₂O en la Gestión de estiércoles en conejos (3B246). Edición 2023 vs. edición 2022 (NE) (cifras en kt de CO₂-eq)

3B251 – Emisiones indirectas de N₂O por volatilización y deposición atmosférica

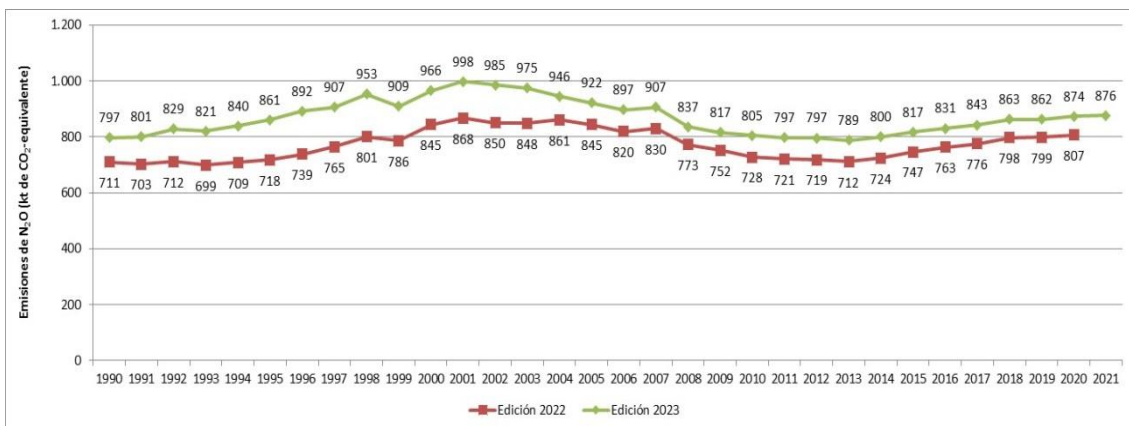


Figura 5.4.22. Emisiones indirectas de N₂O por volatilización y deposición atmosférica durante la gestión de estiércoles (3B251). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

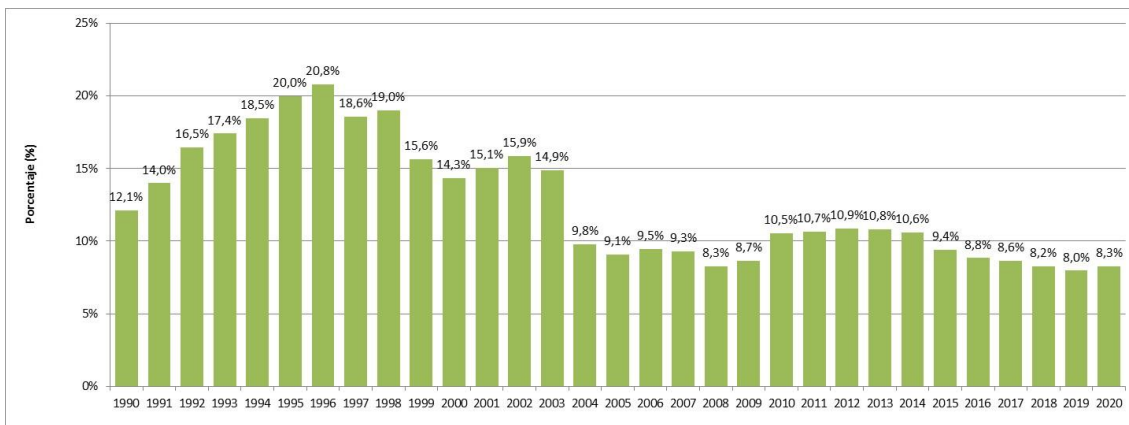


Figura 5.4.23. Diferencia porcentual de emisiones indirectas de N₂O por volatilización y deposición atmosférica (3B251). Edición 2023 vs. edición 2022

3B252 – Emisiones indirectas de N₂O por lixiviación y escorrentía

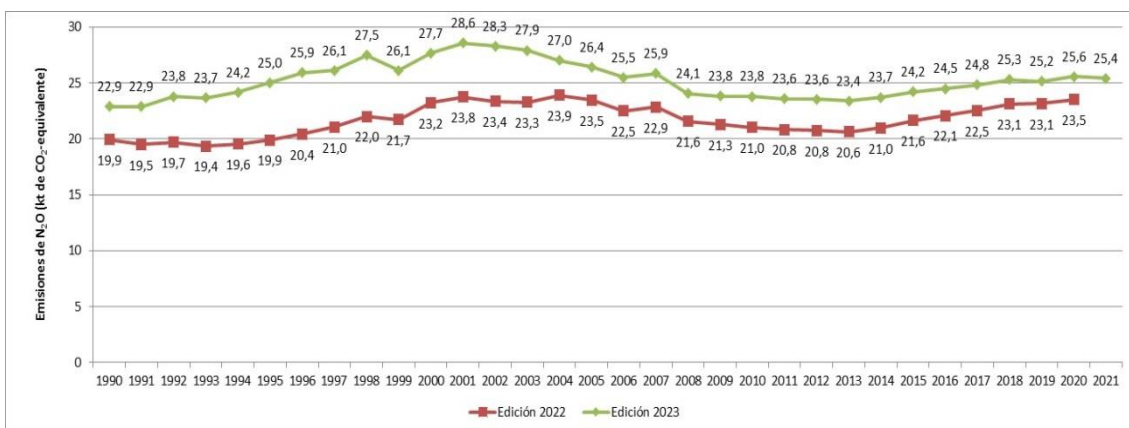


Figura 5.4.24. Emisiones indirectas de N₂O por lixiviación y escorrentía durante la gestión de estiércoles (3B252). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

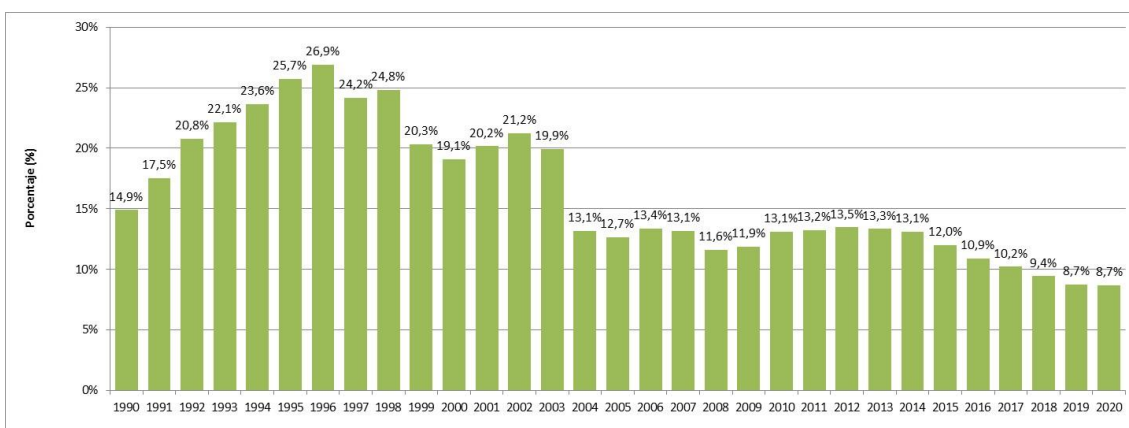


Figura 5.4.25. Diferencia porcentual de emisiones indirectas de N₂O por lixiviación y escorrentía (3B252). Edición 2023 vs. edición 2022

5.4.6 Planes de mejora

Continuación de la implantación de los nuevos parámetros zootécnicos de los documentos de la colección *Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo* para las especies ganaderas en España a medida que vayan siendo revisados (véase tabla 5.2.4), así como con el análisis de la posible implantación de los datos que se puedan ir extrayendo de la aplicación ECOGAN⁴⁰ según ésta vaya implantándose para las diferentes categorías ganaderas. Por otra parte, se continuará con la implantación de las guías IPCC 2019 Refinement.

A este respecto también se continuará con la investigación junto al equipo de expertos encargado de revisar los documentos zootécnicos sobre la metodología de estimación de los coeficientes zootécnicos en relación a cambios marcados en estos coeficientes por diferentes motivos en algunos años de la serie como cambios en la dieta o en la legislación de uso de antibióticos o por otras razones que justifiquen las tendencias o las variaciones acentuadas de estos coeficientes como el tipo de gestión de las cabañas, el pastoreo o los procesos de intensificación.

5.5 Cultivo de arroz (3C)

5.5.1 Descripción de la actividad

Solo algunas provincias españolas tienen presencia de arrozales. En 2020, dato que se replica como 2021 según se explicará más adelante, la superficie dedicada al cultivo de arroz fue de 102.064 hectáreas, la mayor parte en Andalucía y Extremadura, y generó 462,91 kt de CO₂-eq, lo cual supone un aumento del +11,3 % respecto a 1990.

La siguiente tabla muestra la contribución de esta categoría al sector Agricultura y al total del Inventario Nacional, junto con el índice de evolución temporal (base 100 año 1990).

Tabla 5.5.1. Emisiones de CH₄ en CO₂-eq de Cultivo del arroz (3C): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	416,0	543,5	557,1	492,8	468,8	462,9	462,9
Variación % vs. 1990	100,0	130,6	133,9	118,5	112,7	111,3	111,3
3C (CH ₄) / INV (CO ₂ -eq)	0,1 %	0,1 %	0,2 %	0,1 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %
3C (CH ₄) / Agri. (CO ₂ -eq)	1,3 %	1,5 %	1,7 %	1,5 %	1,4 %	1,3 %	1,3 %

El cultivo del arroz es muy sensible a la falta de agua; y la reducción de emisiones de 1993-1995, 2005-2008 y la tendencia desde 2018 coinciden con periodos de sequía en España.

⁴⁰ ECOGAN - Soporte electrónico nacional que facilita el cálculo, seguimiento y notificación de las emisiones de cada explotación, así como la notificación al Registro General de MTD disponibles en la web del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). Actualmente está disponible para porcino, el resto de especies ganaderas se irán incorporando a medida que se vayan implantando las normas de manejo correspondientes.
<https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/ganaderia-y-medio-ambiente/calculo-emisiones/default.aspx>

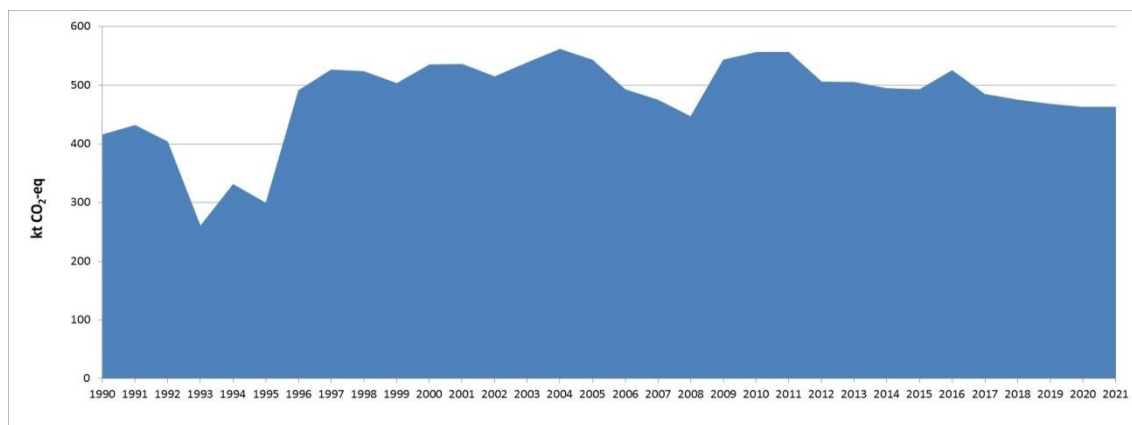


Figura 5.5.1. Evolución de las emisiones de CO₂-eq del Cultivo del arroz (3C)

5.5.2 Metodología

La metodología para el cálculo de las emisiones de esta categoría es de nivel 1 y sigue las directrices del apartado 5.5, capítulo 5, volumen 4, de la Guía IPCC 2006.

Una descripción detallada de la metodología de estimación de las emisiones y envergadura de estos cálculos se encuentra en las fichas metodológicas que pueden consultarse en el sitio web del MITECO-SEI⁴¹.

5.5.2.1 Variables de actividad

La principal variable de actividad es la superficie de arrozal cultivada. Esta información se extrae del *Anuario de Estadística* del MAPA, para posteriormente ser verificado por el *Balance de Nitrógeno y Fósforo de la Agricultura Española* (BNPAE). En la tabla siguiente se muestran las superficies cultivadas de arroz desde 1990 a 2020. La superficie correspondiente al año n-3 se replica en el año n-2 por el desfase en la publicación del Anuario de Estadística y el Inventario Nacional, por lo que el dato de 2020 se replica como 2021^(*).

Tabla 5.5.2. Superficie cultivada de arroz en España

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021 ^(*)
Superficie cultivada (ha)	90.259	119.150	122.187	109.287	103.367	102.064	102.064

5.5.2.2 Factor de emisión

Para la estimación de las emisiones de CH₄ se aplican las ecuaciones 5.1, 5.2 y 5.3, capítulo 5, volumen 4, de la Guía IPCC 2006.

Las características del cultivo de arroz en España pueden encontrarse en los *Pliegos de Condiciones de Denominación de Origen Protegida*⁴², o en monográficos sobre el cultivo de esta especie⁴³.

Las ecuaciones 5.2 y 5.3 ajustan el factor de emisión básico con una serie de correctores según el régimen hídrico, el abono orgánico y el tipo de suelo. La parametrización de dichas ecuaciones adoptada por el Inventario Nacional se recoge en la siguiente tabla.

⁴¹ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/SEI-Metodologias.aspx>

⁴² <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-diferenciada/>

⁴³ *Producción integrada del arroz en el Sur de España*. Manuel Aguilar Portero. <http://www.juntadeandalucia.es/servicios/publicaciones/detalle/72417.html>

Tabla 5.5.3. Parametrización de ecuaciones para la estimación de las emisiones de CH₄ en el cultivo del arroz

Factor	Valores aplicados	Observaciones
t (días)	150	El número de días que dura el período de cultivo del arroz en España en función de la variedad de la planta oscila entre los 125 y los 150 días.
EF _c	1,30	Factor de emisión básico de CH ₄ (cuadro 5.11, IPCC 2006).
SF _w	0,6	Inundación intermitente y aireación simple (cuadro 5.12, IPCC 2006) Las etapas de preparación del terreno, seca y recolección permiten la aireación del terreno.
SF _p	0,68 - 1,00	Factor corrector de 0,68 a los arrozales de Andalucía y Extremadura, y 1,00 para el resto de las regiones.
SF _{s,r}	1,00	Valor por defecto, único valor disponible.
ROA	5	Tasa de aplicación de abono orgánico (ROA) de 5 t/ha de paja.
CFOA	0,29	Factor de Conversión de Abono Orgánico (CFOA) (cuadro 5.14, Guía IPCC 2006) correspondiente a paja incorporada al menos 30 días antes del cultivo.
SF _o	1,6967	Factor de ajuste para los parámetros ROA y CFOA (ecuación 5.3, Guía IPCC 2006).

EF_c - Factor de Emisión básico para tierras inundadas permanentemente sin abonos orgánicos.

SF_w - Corrector del factor de emisión para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el periodo de cultivo.

SF_p - Corrector del factor de emisión para compensar las diferencias del régimen hídrico previo al cultivo.

SF_{s,r} - Corrector del factor de emisión para tipo de suelo, cultivar del arroz, etc.

SF_o - Corrector del factor de emisión para tipo y cantidad de abono orgánico aplicado).

5.5.3 Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre de la superficie cultivada es del 3 % según especificaciones del *Anuario de Estadística* del MAPA. La incertidumbre de los factores de emisión, ajuste y conversión son los indicados en la Guía IPCC 2006 y se recogen en la tabla siguiente.

Tabla 5.5.4. Rangos de incertidumbre de los factores de emisión y corrección (Guía IPCC 2006)

Parámetros de estimación	Variable	Rango de incertidumbre
Factor básico y por defecto de emisión de CH ₄ suponiendo que no hay inundación durante menos de 180 días previos al cultivo del arroz e inundación permanente durante el cultivo del arroz, sin abonos orgánicos	EF _c	69,2 %
Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el período de cultivo	SF _w	33,3 %
Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante la temporada previa al cultivo	SF _p	17,6 %
Factor de ajuste según el tipo y la cantidad de abono orgánico aplicado	SF _o	37,9 %

La incertidumbre combinada para el factor de emisión se cifra en el 87,5 %.

La serie se considera coherente en el tiempo y la cobertura geográfica es nacional desagregada provincialmente.

5.5.4 Control de calidad y verificación

El *Anuario de Estadística* y las guías internacionales de las que se extrae información están sometidos a controles de revisión específicos propios. La serie de emisiones presenta un comportamiento coherente con la variable de actividad. Las fuertes variaciones observadas en la serie histórica (periodos 1993-1995 y 2005-2008), relacionadas con periodos de sequía, se han contrastado con los anuarios meteorológicos.

5.5.5 Realización de nuevos cálculos

No se han realizado recálculos para esta categoría a excepción de la actualización, de acuerdo con el *Anuario de Estadística*, de la superficie cultivada correspondiente al año 2020, que en esta edición se ha replicado para el año 2021.

Las figuras siguientes comparan las emisiones del Cultivo de arroz (3C) entre las ediciones actual y previa del Inventario Nacional, en valor absoluto y en diferencia relativa porcentual. Para poder comparar los datos de la edición pasada con la actual se han utilizado los potenciales de calentamiento AR4⁴⁴.

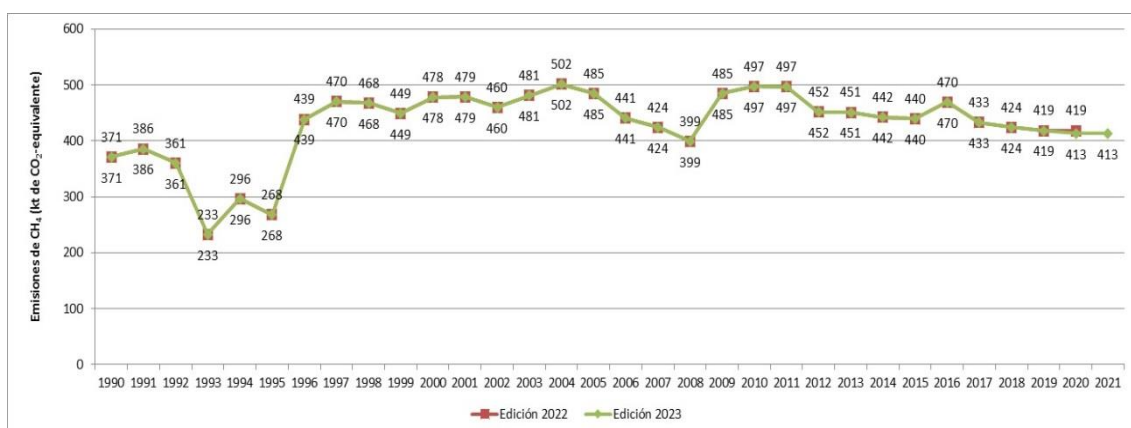


Figura 5.5.2. Emisiones de CH₄ en el Cultivo de arroz (3C). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

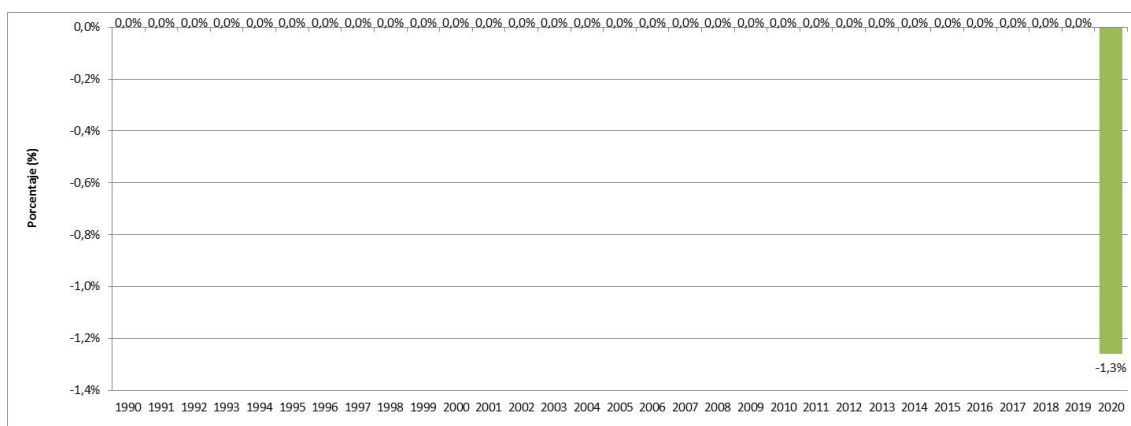


Figura 5.5.3. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (3C). Edición 2023 vs. edición 2022

5.5.6 Planes de mejora

Para la próxima edición se trabajará en la mejora de obtención de valores más aproximados a los métodos de cultivo de arroz en España en relación a los parámetros utilizados en las ecuaciones para la estimación de las emisiones de CH₄ en estos cultivos mediante técnicas de teledetección, así como el análisis de la futura implantación de las guías IPCC 2019 Refinement.

⁴⁴ https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts25.html

5.6 Suelos agrícolas (3D)

5.6.1 Descripción de la actividad

Esta categoría es clave según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 5.1.2. En ella se integran todas las fuentes de nitrógeno que se aplican al suelo y que son emisoras de óxido nitroso (N₂O) por vía directa e indirecta (por deposición tras volatilización y por lixiviación y escorrentía).

En términos de emisiones netas, la categoría 3D contabiliza 6.120 kt de CO₂-eq en 2021, que supone un aumento del +6,9 % respecto al año base y una reducción del -2,6 % respecto a 2020. Las emisiones directas (3D1) alcanzan 4.595 kt de CO₂-eq (+6,6 % sobre 1990 y -2,4 % respecto a 2020) y las indirectas (3D2) 1.526 kt de CO₂-eq (+7,7 % sobre 1990 y -3,4 % respecto al año 2020).

Las contribuciones a las emisiones directas de N₂O por tipo de fuente de aporte: fertilizantes inorgánicos, estiércol, lodos, compost, pastoreo y restos de cultivos son, respectivamente, 2.843, 848, 50, 42, 408 y 404 kt de CO₂-eq en el año 2021 y respecto a 1990 suponen una variación de -4,7 %, +12,3 %, +182,4 %, +133,5 %, +39,8 %, +65,0 %.

Las contribuciones a las emisiones indirectas de N₂O debidas a la deposición atmosférica tras la volatilización previa como formas químicas nitrogenadas diferentes a N₂O, así como a la lixiviación y escorrentía, computan 993 y 533 kt de CO₂-eq respectivamente en 2021 -0,2 % y +26,2 % respecto a 1990) A lo largo de la serie apenas hay variación en la ratio entre las contribuciones de las emisiones directas e indirectas.

La evolución de las emisiones de N₂O (en kt de CO₂-eq) se muestra en la siguiente tabla por subcategorías. Se puede observar el peso predominante de la aplicación de fertilizantes sintéticos, directamente relacionada con el consumo de los mismos influido por la evolución del marco económico y alimentario a lo largo de la serie temporal.

En segundo y tercer lugar se observa la importancia de la fertilización mediante el pastoreo y la aplicación de estiércol al suelo, ambos relacionados con la evolución de las poblaciones ganaderas, así como de los regímenes de estabulación/pastoreo y de manejo del estiércol; muy cerca del pastoreo le sigue la aplicación de restos de cultivos.

Tabla 5.6.1. Emisiones de N₂O de Suelos agrícolas (3D) (cifras en kt de CO₂-eq)

Fuentes de emisiones		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Directas	Fertilizantes Sintéticos (3D11 ^(*)) / (3Da1 ^(**))	2.983	2.542	2.613	2.983	2.835	2.946	2.843
	Estiércol (3D12a ^(*)) / (3Da2a ^(**))	755	841	784	801	837	854	848
	Lodos (3D12b ^(*)) / (3Da2b ^(**))	18	53	76	42	52	50	50
	Compost (3D12c ^(*)) / (3Da2c ^(**))	18	19	22	23	42	42	42
	Pastoreo (3D13 ^(*)) / (3Da3 ^(**))	292	413	407	397	406	409	408
	Restos de Cultivos (3D14 ^(*)) / (3Da4 ^(**))	245	320	352	365	362	404	404
	Total directas	4.310	4.187	4.254	4.610	4.533	4.705	4.595
Indirectas	Deposición Atmosférica (3D21 ^(*)) / (3Db1 ^(**))	995	1.035	973	1.011	999	1.039	993
	Lixiviación y Escorrentía (3D22 ^(*)) / (3Db2 ^(**))	422	489	494	534	525	542	533
	Total indirectas	1.417	1.524	1.467	1.545	1.524	1.580	1.526
TOTAL EMISIONES 3D		5.727	5.711	5.721	6.155	6.057	6.286	6.120

(*) Nomenclatura utilizada en las hojas de carga de la aplicación CRF.

(**) Nomenclatura utilizada en las "Reporting tables" de la aplicación CRF⁴⁵.

⁴⁵ Indicación de acuerdo con la Revisión UNFCCC-2022ESPQA67 - CRF codes comparability.

La siguiente tabla muestra la contribución de esta categoría al sector Agricultura y al total del Inventario Nacional, junto con el índice de evolución temporal (base 100 año 1990).

Tabla 5.6.2. Emisiones de N₂O en CO₂-eq de Suelos agrícolas (3D): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	5.726,9	5.711,1	5.720,8	6.155,4	6.057,0	6.285,8	6.120,4
Variación % vs. 1990	100,0	99,7	99,9	107,5	105,8	109,8	106,9
3D (N ₂ O) / INV (CO ₂ -eq)	2,0 %	1,3 %	1,6 %	1,8 %	2,0 %	2,3 %	2,1 %
3D (N ₂ O) / Agri. (CO ₂ -eq)	17,3 %	15,9 %	17,2 %	18,5 %	17,9 %	18,1 %	17,8 %

Por otra parte, dentro del sector estrictamente ganadero y dado el carácter general de las categorías 3D12a, 3D13 y 3D2, las cuales engloban a todos los animales, se muestran a continuación, de manera desglosada por animal, las emisiones directas de N₂O de estiércol aplicado al campo y pastoreo, así como la fracción de las emisiones indirectas de origen ganadero en la siguiente tabla.

Tabla 5.6.3. Emisiones de N₂O en toneladas de CO₂-eq por animal bajo las categorías 3D12a (estiércol aplicado al campo), 3D13 (pastoreo) e indirectas parciales de origen ganadero

Categorías / Animales		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Estiércol aplicado al campo (3D12a)	Vacuno lechero	186,24	130,29	112,27	114,60	109,71	109,20	110,35
	Vacuno no lechero	102,13	134,98	125,57	130,17	142,64	140,51	144,73
	Ovino	48,06	41,58	45,68	40,36	36,30	36,19	34,88
	Porcino blanco	220,39	322,89	269,29	290,86	321,43	340,60	327,39
	Porcino ibérico	1,07	0,57	19,19	20,19	27,88	27,14	28,60
	Pavos y otras aves	21,80	23,36	21,70	20,25	21,08	19,74	21,61
	Caprino	7,94	16,13	21,36	16,95	19,49	20,46	20,11
	Equino	6,91	7,82	15,38	16,53	17,57	17,72	19,40
	Mulas y asnos	6,61	0,68	0,84	1,01	1,00	0,99	0,98
	Gallinas y pollos	73,28	75,75	77,88	74,93	80,84	82,90	81,05
	Conejos	80,29	86,48	75,32	74,74	59,05	58,63	58,63
	Suma 3D12a	754,73	840,53	784,46	800,58	837,00	854,09	847,73
Pastoreo (3D13)	Vacuno lechero	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vacuno no lechero	145,79	254,92	269,22	271,69	287,92	292,13	292,11
	Ovino	89,93	106,74	88,12	71,55	70,03	70,26	68,90
	Porcino blanco	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Porcino ibérico	7,12	21,44	7,99	11,16	14,68	14,26	14,81
	Pavos y otras aves	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Caprino	34,31	18,21	13,37	14,02	10,58	9,73	9,45
	Equino	9,76	10,53	26,78	27,11	21,60	21,70	21,44
	Mulas y asnos	4,68	0,69	1,16	1,17	1,00	1,01	1,02
	Gallinas y pollos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Conejos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Suma 3D13	291,59	412,53	406,63	396,68	405,82	409,10	407,73
Parte de emisiones indirectas por volatilización y deposición atmosférica (3D21) de origen ganadero.	Vacuno lechero	103,79	76,63	61,76	63,07	60,58	60,30	60,91
	Vacuno no lechero	138,83	202,06	176,68	179,87	195,38	196,46	199,33
	Ovino	44,56	52,11	47,20	39,52	37,47	37,56	36,56
	Porcino blanco	134,37	198,77	165,12	174,81	180,06	187,32	176,89
	Porcino ibérico	12,04	34,44	26,31	31,51	40,46	38,90	40,21
	Pavos y otras aves	14,71	15,22	15,10	13,69	14,32	13,72	14,98
	Caprino	16,08	14,38	15,42	13,74	13,92	14,18	13,89
	Equino	14,62	15,99	38,90	39,68	33,45	33,64	33,92
	Mulas y asnos	6,34	0,89	1,48	1,50	1,30	1,31	1,31

Categorías / Animales		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
	Gallinas y pollos	45,91	44,21	36,61	34,96	37,46	37,98	37,10
	Conejos	84,63	91,35	78,76	77,63	61,36	60,94	60,94
	Suma	615,88	746,06	663,32	669,99	675,75	682,31	676,04
Parte de emisiones Indirectas por lixiviación y escurrimiento (3D22) de origen ganadero.	Vacuno lechero	44,68	35,29	29,80	30,94	29,21	29,15	29,45
	Vacuno no lechero	51,81	83,64	83,81	84,10	88,47	89,69	90,27
	Ovino	14,83	19,78	17,28	14,51	13,94	14,24	13,92
	Porcino blanco	27,09	40,59	35,03	39,91	44,54	47,68	45,60
	Porcino ibérico	1,58	4,20	3,26	3,92	5,18	5,15	5,21
	Pavos y otras aves	3,34	3,78	3,60	3,55	3,71	3,56	3,90
	Caprino	5,98	5,06	4,98	4,74	4,48	4,50	4,40
	Equino	4,53	4,31	10,10	9,63	8,33	8,48	9,09
	Mulas y asnos	1,91	0,29	0,39	0,41	0,37	0,37	0,39
	Gallinas y pollos	11,56	11,85	11,53	10,81	12,00	12,16	11,95
	Conejos	12,84	16,33	15,69	17,04	13,39	13,33	13,33
	Suma	180,17	225,12	215,47	219,56	223,63	228,30	227,50
	TOTAL 3D de origen ganadero	1.842,37	2.224,24	2.069,89	2.086,81	2.142,21	2.173,80	2.158,99

5.6.2 Metodología

La metodología aplicada a esta categoría es de nivel 1, a excepción de las emisiones indirectas por lixiviación y escurrimiento que se consideran de nivel 2, y siguen las directrices del apartado 11.2, capítulo 11, volumen 4, de la Guía IPCC 2006, a las que pertenecerán las referencias de ecuaciones y cuadros, a menos que se indique lo contrario.

Una descripción detallada de la metodología de estimación de las emisiones y envergadura de estos cálculos se encuentra en las fichas metodológicas que pueden consultarse en el sitio web del MITECO-SEI⁴⁶.

5.6.2.1 Variables de actividad

En la tabla siguiente se recogen las kilotoneladas de nitrógeno aplicado al suelo agrícola (variable de actividad) por tipo de aporte a lo largo de la serie histórica.

Tabla 5.6.4. Nitrógeno aplicado como variable de actividad para estimar las emisiones de N₂O (kt de N) por fuente de aporte de Suelos agrícolas (3D)

		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Nitrógeno aplicado emisiones directas	Fertilizantes Inorgánicos (3D11)	1.074	924	941	1.068	1.011	1.059	1.022
	Estiércol (3D12a)	338	379	353	360	378	386	382
	Lodos (3D12b)	8	25	35	20	24	23	23
	Compost (3D12c)	9	9	10	11	19	20	20
	Pastoreo (3D13)	232	324	315	303	314	316	316
	Restos de Cultivos (3D14)	115	149	164	170	168	189	189
	Total directas	1.775	1.809	1.819	1.931	1.914	1.992	1.952
Nitrógeno aplicado emisiones indirectas	Deposición Atmosférica (3D21)	239	248	234	243	240	249	238
	Lixiviación y Escorrentía (3D22)	135	157	158	171	168	173	171
	Total indirectas	374	405	392	414	408	423	409
NITRÓGENO TOTAL (3D)		2.149	2.214	2.210	2.345	2.322	2.415	2.361

⁴⁶ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-SEI-Metodologias.aspx>

En 2021, el nitrógeno total disponible de la categoría Suelos agrícolas (3D) aumenta 9,9 % respecto al año base (1990).

La variación experimentada respecto a 1990 por los fertilizantes inorgánicos, el estiércol gestionado, pastoreo, lodos, compost y residuos de cosecha es de -4,8 %, +13,3 %, +36,1 %, +180,4 %, +131,9 % y +64,8 % respectivamente.

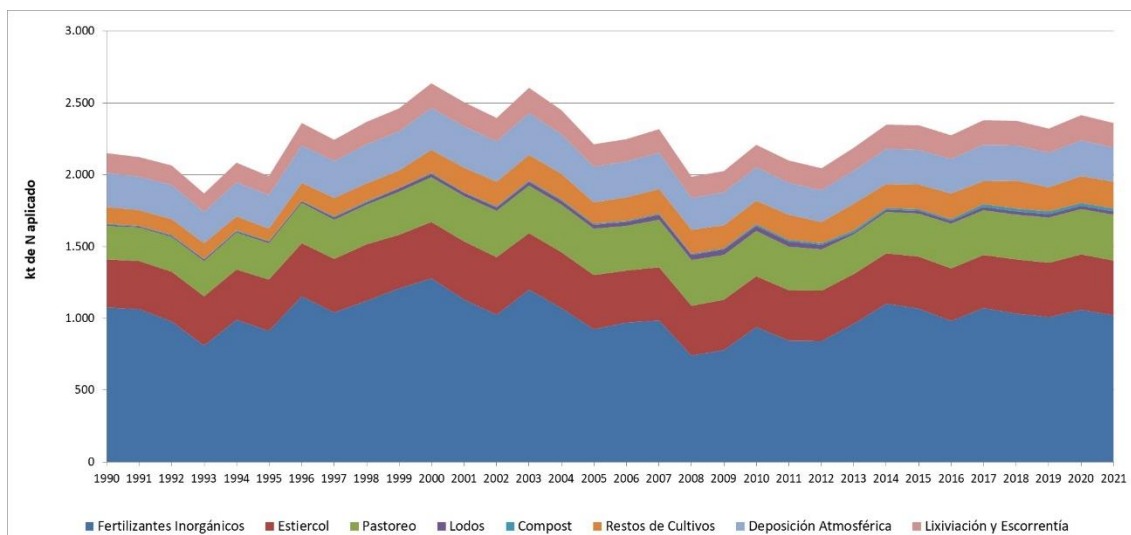


Figura 5.6.1. Nitrógeno aplicado como variable de actividad para estimar las emisiones de N₂O (kt de N) por fuente de aporte de Suelos agrícolas (3D)

A continuación se describen las fuentes de información a partir de las que se estiman las variables de actividad citadas.

Las ventas anuales a nivel nacional de fertilizantes inorgánicos (sintéticos) y su contenido en nitrógeno (FSN) se encuentran disponibles en el *Anuario de Estadística* del MAPA.

El nitrógeno que contiene el estiércol aplicado al suelo procedente de explotaciones animales y el aportado al suelo por animales en régimen de pastoreo se calculan a partir de la categoría de Gestión de estiércoles (3B).

La cantidad de lodos de depuradora destinados a aplicación en suelo agrícola es proporcionada por el "Registro Nacional de Lodos" gestionado por la SG de Economía Circular del MITECO. El registro contiene información indexada desde 1997 hasta 2015, y se ha llevado a cabo la compilación de los años posteriores hasta 2020, el cual se ha replicado como 2021. La elaboración de la serie temporal se realiza como sigue:

- Para completar los primeros años de la serie histórica se emplean dos estudios de referencia: *Medio Ambiente en España, 1991* llevado a cabo por el antiguo MOPT, que contiene datos de 1989, y *Estudio sobre tratamiento y eliminación final de los fangos de depuradoras de aguas residuales urbanas* realizado por la consultora CADIC, S.A. para la Dirección General de Calidad de las Aguas del antiguo MOPTMA, que contiene información de 1993.
- Los años intermedios se cubren interpolando entre los valores asignados a los años 1989, 1993 y 1997 (primer año del Registro Nacional de Lodos).
- De 1997 a 2020 se utiliza la información indexada del Registro Nacional de Lodos.
- A partir de 2020 se replican los resultados desde este año hasta disponer de la información definitiva del Registro Nacional de Lodos.

Es relevante mencionar en el caso de esta variable de actividad la incidencia de la entrada en vigor de la Orden Ministerial AAA/1072/2013, de 7 de junio, sobre el uso de lodos en la agricultura

y su regulación, lo cual originó una marcada incertidumbre en 2013 en su uso como fertilizante, como puede verse en la siguiente gráfica.

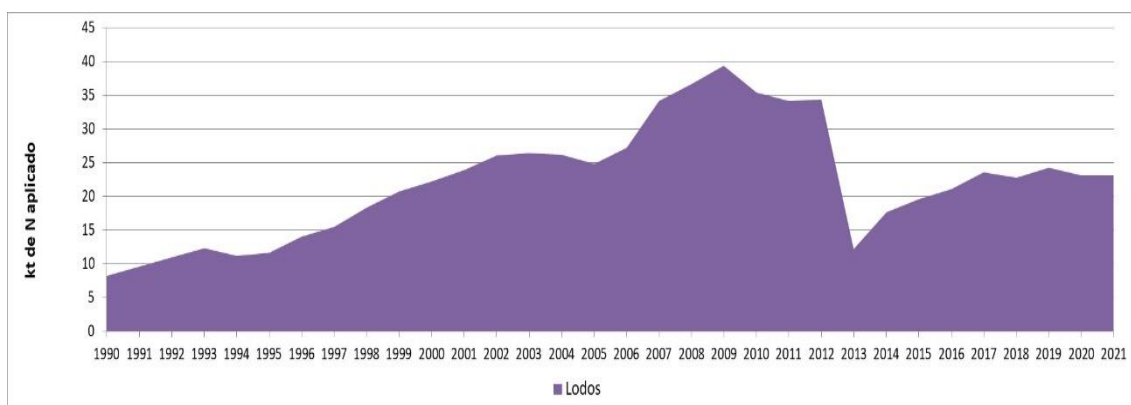


Figura 5.6.2. Nitrógeno aplicado como lodos para estimar las emisiones de N₂O (kt de N) por fuente de aporte de Suelos agrícolas (3D)

Se ha considerado que la concentración de nitrógeno contenido en estos lodos es del 3,95 % sobre materia seca de fango. Es el promedio del intervalo que publica el estudio *Caracterización de los lodos de depuradoras generados en España* que llevó a cabo el antiguo Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino en 2009⁴⁷.

En relación a la variable de actividad de compost, la cantidad anual de residuos orgánicos municipales dirigidos a plantas de compostaje es recopilada por la SG de Economía Circular mediante cuestionarios anuales dirigidos a las autoridades autonómicas. Esta información es suministrada con un año de desfase adicional al que considera el Inventario Nacional, por lo que se decide replicar el año n-3 en el año n-2. El contenido de nitrógeno sobre materia seca de compost utilizado es del 1,3 %, que es el valor máximo identificado en la revisión bibliográfica de fuentes de datos españolas. Se puede encontrar información adicional sobre esta VA en las fichas metodológicas publicadas en el sitio web del MITECO-SEI⁴⁸.

La cantidad de nitrógeno aplicada al suelo en forma de aportes de restos de cultivos se obtiene del BNPAE elaborado anualmente por el MAPA; estas cantidades de nitrógeno se asignan a nivel provincial y por cultivo. Esta variable de cálculo depende de los parámetros “superficie cultivada” y “rendimiento agrícola anual” del *Anuario de Estadística* del MAPA, el cual publica su ejercicio estadístico después de que lo haga el equipo del Inventario, por lo que no puede incorporar la información de la mencionada variable de cálculo confeccionada por el BNPAE (correspondiente al año n-2) a sus inventarios. Es por ello por lo que se replica el año n-3 para el año n-2. Este recálculo se repite en todas las ediciones del Inventario Nacional.

Los gráficos siguientes muestran la contribución relativa del nitrógeno aportado por cada tipo de fuente para estimar las emisiones directas. La distribución porcentual de la aplicación de nitrógeno proveniente de los fertilizantes inorgánicos disminuye desde el 50,0 % en 1990 al 43,3 % en 2021, y esta diferencia relativa de contribución se reparte entre el resto de los aportes.

⁴⁷ https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/lodos_depuradoras_tcm30-185077.pdf

⁴⁸ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-SEI-Metodologias.aspx>

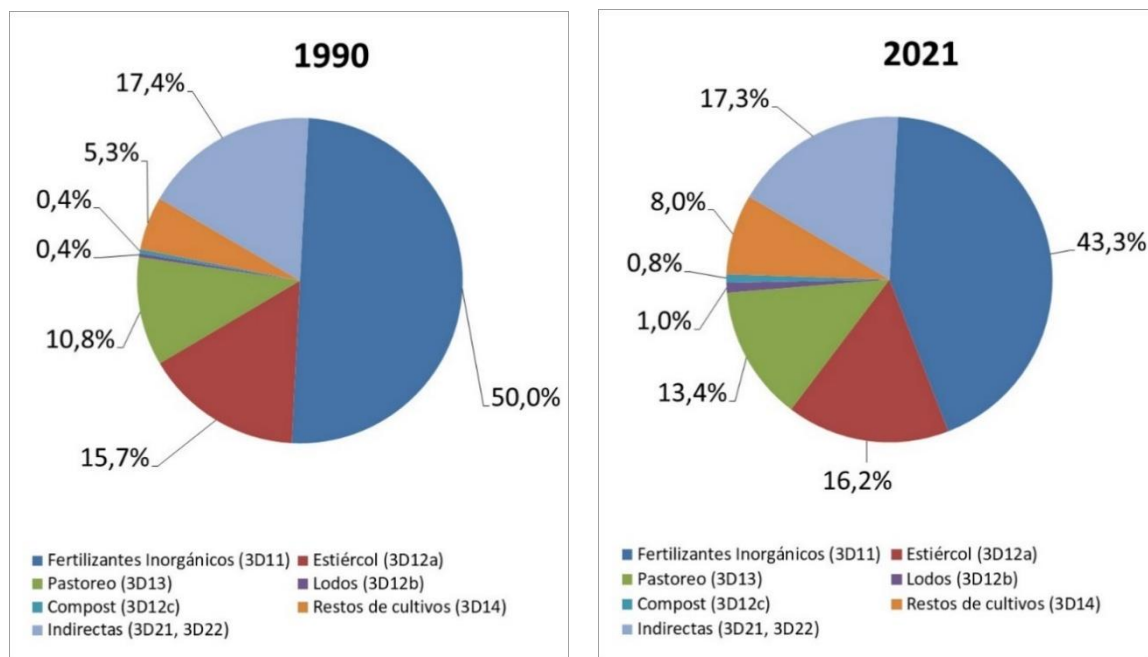


Figura 5.6.3. Distribución porcentual del nitrógeno aplicado que genera emisiones directas e indirectas como N₂O (%), por tipo de aporte de Suelos agrícolas (3D)

5.6.2.2 Factor de emisión

Los aportes de nitrógeno al suelo (F_{SN} , nitrógeno de fertilizantes inorgánicos; F_{ON} , nitrógeno de origen orgánico en forma de estiércol, compost y lodos; F_{CR} , nitrógeno de origen de residuos vegetales; F_{PRP} , nitrógeno por pastoreo) que forman parte de la ecuación 11.1 de la Guía IPCC 2019 Refinement, se multiplican por los factores de emisión desagregados que se proporcionan en el cuadro 11.1 de la misma guía.

La cantidad de N de estiércol animal gestionado aplicado al suelo, así como el de los animales en régimen de pastoreo se obtiene del proceso de ecuaciones de balance de masas de nitrógeno realizado para calcular las emisiones de contaminantes atmosféricos según la metodología de la Guía EMEP/EEA 2019 desarrollada en el apartado 3.4.1 y, en concreto, según las ecuaciones 36 y 38 del “step 11” para el caso de las cantidades de N que se aportan a los suelos agrícolas de estiércol gestionado, tanto en estiércol sólido como líquido (purín), así como de la ecuación 5 del “step 3” para el caso de las deyecciones que quedan en el suelo producidas por los animales en régimen de pastoreo, cuyos datos de ambas cantidades se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 5.6.5. Nitrógeno aplicado al campo (kt de N)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Nitrógeno en estiércol gestionado aplicado al campo	337,54	378,85	353,36	360,29	377,60	385,52	382,28
Nitrógeno que se incorpora al campo debido al pastoreo	232,44	323,89	314,80	302,52	313,60	315,93	316,30

El Inventario Nacional distribuye los aportes de nitrógeno correspondientes a fertilizantes inorgánicos, estiércoles gestionados y no gestionados, lodos y compost por provincia (50 provincias) y cultivo (106 cultivos) según los ratios publicados por el BNPAE, que a su vez se alimenta de los datos básicos de agricultura y ganadería del *Anuario de Estadística* del MAPA.

Además, la cantidad de estiércol gestionado obtenido del balance de masas se calculan para cada año de la serie por animal bajando hasta nivel de subcategoría animal de inventario (95 subcategorías) y por provincia (50 provincias).

De este modo, se han podido aplicar los factores de emisión desagregados del cuadro 11.1 de la Guía IPCC 2019 Refinement (EF_1 , EF_{1FR} , $EF_{3PRP, CPP}$, $EF_{3PRP, SO}$) según el tipo de aporte de N y el clima (*dry-wet*) de la provincia donde se aplica.

Tabla 5.6.6. Factores de emisión (Guía IPCC 2019 Refinement)

Parámetros de estimación			Valor	Referencia (Guía IPCC 2019 Refinement)
FE de aportes de N mediante fertilización (EF_1) (excepto en arroz)	Fertilizantes sintéticos	Wet	0,016	Cuadro 11.1
		Dry	0,005	Cuadro 11.1
	Fertilizantes orgánicos	Wet	0,006	Cuadro 11.1
		Dry	0,005	Cuadro 11.1
FE de aportes de N mediante fertilización en arroz (EF_{1FR})	Agregado	0,004	Cuadro 11.1	
FE de aportes N por pastoreo (EF_{3PRP})	Vacuno, porcino y aves ($EF_{3PRP, CPP}$)	Wet	0,006	Cuadro 11.1
		Dry	0,002	Cuadro 11.1
	Ovino, caprino, equino y otros ($EF_{3PRP, SO}$)	Wet	0,003	Cuadro 11.1
		Dry	0,003	Cuadro 11.1

Por otra parte, las emisiones indirectas por deposición atmosférica se estiman de manera alineada también con el cálculo de emisiones de NH_3 y NO_x realizado según la metodología de la 3D-Guía EMEP/EEA 2019, sustituyendo las fracciones del cuadro 11.3 de la Guía IPCC 2006 (Fracción de volatilización sintéticos (FracGASF) y Fracción de volatilización orgánicos (FracGASM))⁴⁹ por el valor de las pérdidas de nitrógeno en forma química de estos contaminantes NH_3 y NO_x tras la aplicación directa de fertilizantes minerales, lodos, compost, pastoreo y estiércol gestionado con aportes de cama animal, estos últimos calculados como salida del balance de masas mencionado y realizado según la metodología de la 3B-Guía EMEP/EEA 2019.

Las emisiones indirectas por lixiviación y escorrentía se han estimado mediante la ecuación 11.10 y los valores de $Frac_{LIXIVIACIÓN-H}$ del cuadro 11.3 de la Guía IPCC 2006.

Los factores de emisión empleados son los contenidos en el mismo cuadro 11.3 de la Guía IPCC 2006. La siguiente tabla contiene los factores de emisión y las fracciones de lixiviación utilizadas en los cálculos.

Tabla 5.6.7. Factores de emisión por defecto y fracciones de volatilización y lixiviación (Guía IPCC 2006)

Parámetros de estimación	Valor	Referencia (Guía IPCC 2006)
FE de re-deposición (EF_4)	0,01	Cuadro 11.3
FE de lixiviación (EF_5)	0,0075	Cuadro 11.3
Fracción de N que se pierde por lixiviación ($Frac_{LIXIVIACIÓN-H}$)	0,3 (30 %)	Cuadro 11.3

La fracción $Frac_{LIXIVIACIÓN-H}$ (30 % del nitrógeno aplicado al suelo) se asigna al nitrógeno total aplicado en aquellas regiones donde se produce lixiviación-escorrentía. Para identificar este efecto se emplea el criterio indicado en la guía de existencia de lixiviación cuando el aporte de agua supera la suma de la evapotranspiración más la retención del agua del suelo. Para la identificación de estas regiones se ha procedido como se explica a continuación.

Se ha utilizado la información disponible de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) que incluye capas cartográficas de precipitación acumulada mensual, evapotranspiración potencial (ETP) acumulada mensual y agua útil máxima.

⁴⁹ Cambio metodológico en la categoría 3D21 motivada por la revisión UNFCCC/ARR/2021/ESP A.8 - 3.D.b.1 Atmospheric deposition – N_2O por el cual se sustituyen las fracciones de volatilización por las cantidades de nitrógeno volatilizado calculado siguiendo la metodología de la Guía EMEP/EEA 2019.

Con esta información para los años 2006, 2008, 2010, 2012, 2015 y 2020, y a nivel provincial, se restan, para cada mes de cada año, los valores de ETP acumulada mensual y agua útil máxima a los valores de precipitación acumulada mensual en cada celda de las capas cartográficas; se asume que se producen fenómenos de escorrentía cuando el resultado de esta resta es positivo.

Dada la diferencia de tamaño del pixel, el procedimiento de cálculo anterior se ha realizado de manera independiente para la Península y las Islas Baleares, y para las Islas Canarias.

En cada provincia, y para cada año, se promedian los valores mensuales obtenidos resultando un % de territorio provincial que experimenta escorrentía. Se promedian los resultados provinciales calculados para 2006, 2008, 2010, 2012, 2015 y 2020, definiendo una única fracción provincial que presenta escorrentía. Este promedio se aplica a todos los años de la serie. Finalmente, el nitrógeno aplicado al suelo en cada provincia se multiplica por el valor por defecto de $\text{Frac}_{\text{LIXIVIACIÓN-H}}$ (30 %) y por la fracción de la superficie de la provincia que experimenta escorrentía.

La siguiente tabla, de acuerdo con CRF, ofrece el valor promedio, anual, y nacional de la fracción de todo el nitrógeno aplicado al suelo que se pierde por lixiviación (7,5 % - 8,5 %) y que constituye una fuente de emisión indirecta de N_2O .

Tabla 5.6.8. Fracción de nitrógeno perdido por lixiviación y escorrentía (% respecto al total aplicado)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Fracción de nitrógeno perdido por lixiviación y escorrentía	7,69 %	8,12 %	8,16 %	8,30 %	8,31 %	8,34 %	8,34 %

En el caso de las aportaciones de N por mineralización de suelos (3D15), el balance computado de intercambio neto de carbono de los suelos minerales en tierras de cultivo es positivo a lo largo de la serie temporal, por lo que la ecuación 11.8, capítulo 11, volumen 4, de la Guía IPCC 2006 no es de aplicación y las emisiones se reportan como NA (No Aplica).

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en el sitio web del MITECO-SEI⁵⁰ en la que está disponible una colección de fichas metodológicas que se elaboran y actualizan progresivamente. En estas fichas se presenta información detallada de los cálculos de emisiones realizados, algunos ejemplos de los mismos y las determinaciones de las variables de actividad, así como información metodológica de cálculos de emisiones de contaminantes atmosféricos según EMEP/EEA.

5.6.3 Incertidumbre y coherencia temporal

La incertidumbre de la variable de nitrógeno procedente de fertilización inorgánica se cifra en un 5 %. A la fertilización con estiércol se le asigna una incertidumbre combinada del 70,8 %, basada en la fiabilidad de los datos de excreción de nitrógeno —considerada en torno al 50 % según el apartado 10.5.5, capítulo 10, volumen 4, de la Guía IPCC 2006—, y en la adopción de sistemas de gestión de estiércol —que se estima en torno al 50 % según el apartado 10.4.4, capítulo 10, volumen 4, de la Guía IPCC 2006—. La estimación de los residuos de cultivos también se basa en estadísticas de producción, así como en las características fisiológicas de la planta, estimándose globalmente una incertidumbre del 40 %. Finalmente, para los lodos y compost se asume una incertidumbre en torno al 35 % por la menor precisión de los datos de producción y de los contenidos de nitrógeno de estas producciones.

Los rangos de incertidumbre de los factores de emisión y de las fracciones de volatilización y lixiviación usados, son los disponibles en el cuadro 11.3, capítulo 11, volumen 4, de la Guía IPCC 2006.

⁵⁰ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/SEI-Metodologias.aspx>

La incertidumbre final combinada para los factores de emisión de las emisiones directas es de 200 % y para los de las emisiones indirectas de 208 %. Para la variable de actividad de las fracciones es de 124 %.

La variable de actividad es coherente a lo largo del tiempo y la cobertura geográfica es nacional y desagregada provincialmente.

5.6.4 Control de calidad y verificación

El *Anuario de Estadística* y las guías internacionales de las que se extrae información están sometidos a controles de revisión específicos propios.

Las modificaciones observadas en la tendencia de las emisiones y los recálculos efectuados se consideran justificados.

5.6.5 Realización de nuevos cálculos

Las figuras siguientes comparan las emisiones en valor absoluto y la diferencia relativa porcentual entre la edición actual y la previa del Inventario Nacional. Para poder comparar los datos de la edición pasada con la actual se han utilizado los potenciales de calentamiento AR4⁵¹.

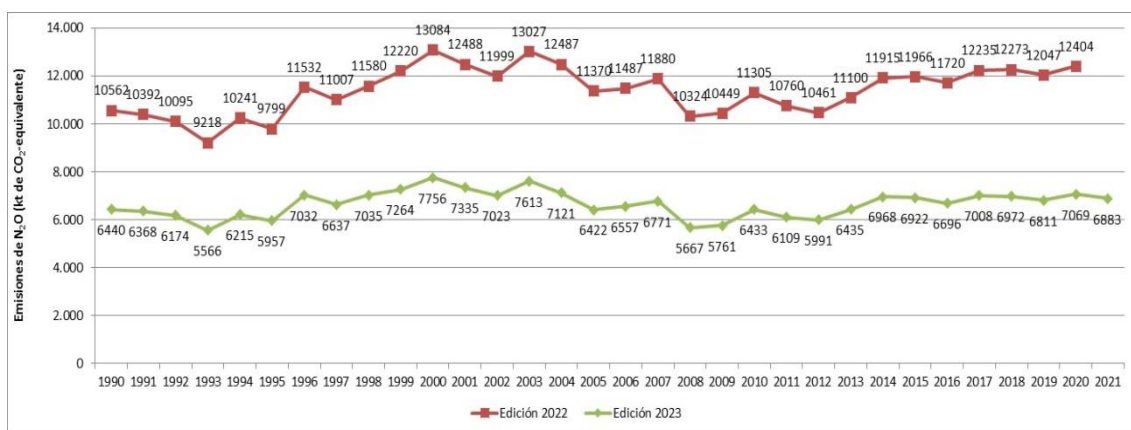


Figura 5.6.4. Emisiones de N₂O en Suelos agrícolas (3D). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

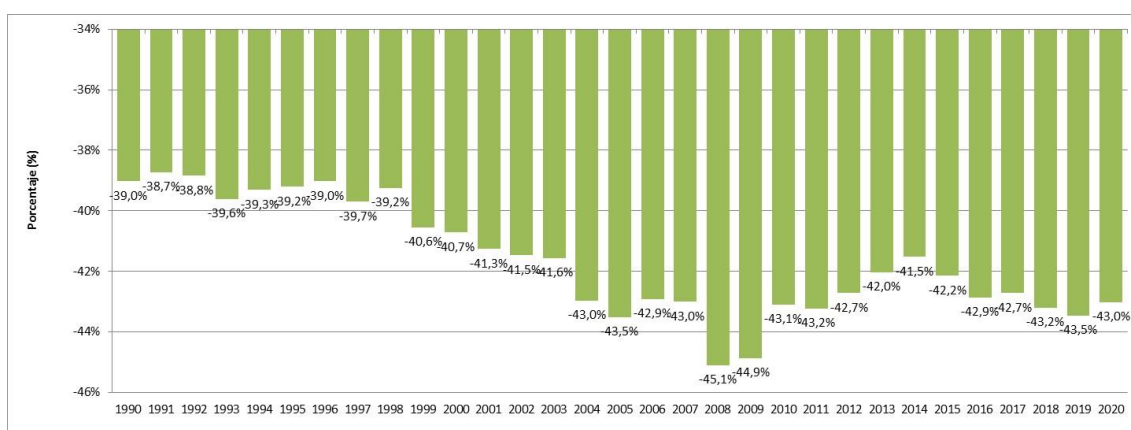


Figura 5.6.5. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3D). Edición 2023 vs. edición 2022

⁵¹ https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts25.html

Los cambios que han provocado el recálculo han sido:

- la incorporación de los nuevos factores de emisión desagregados de la Guía IPCC 2019 Refinement que tienen en cuenta la caracterización húmeda o seca de las provincias en las que se aplica el fertilizante mineral (categoría 3D11), estiércol o purín (categoría 3D12a), lodos y compost (categorías 3D12b y 3D12c), restos vegetales (categoría 3D14) o donde se realiza pastoreo (categoría 3D13);
- cambios mencionados en el apartado sobre gestión de estiércoles debidos a nuevos cálculos de emisión, valores de nitrógeno excretado o cualquier otro parámetro zootécnico para cualquier categoría animal que, tras el balance de masas de nitrógeno por el cual se determina finalmente el nitrógeno de estiércol o purín que se aplica al campo, provoca también efectos de recálculo añadidos al punto anterior en la categoría 3D12a (estiércol aplicado al suelo como fertilizante) como por ejemplo en esta edición ha supuesto la nueva implantación de los cálculos de emisiones de conejos o los cambios de pautas de sistemas de gestión de estiércol;
- la actualización de los datos elaborados por la Subdirección de Economía Circular del MITECO sobre cantidad de lodos aplicados a la agricultura para los años 2019 y 2020, replicándose el valor de este último año como 2021; este efecto se une además al comentado en el punto uno de este apartado;
- la actualización de los datos de VA en 2020 para la categoría 3D12c, debido a que la cantidad de compost aplicada a los suelos es proporcionada por la fuente con un retraso de dos años; en estos casos, el Inventario Nacional replica los valores del último año publicado, actualizándose en esta edición los valores de 2020 según las cifras publicadas y replicándose en 2021; este efecto se une además al comentado en el punto uno de este apartado;
- la actualización de los datos de VA en 2020 para la categoría 3D14, debido a que la cantidad de nitrógeno de restos de cultivos aplicados al campo, del BNPAE, dependiente de los parámetros “superficie cultivada” y “rendimiento agrícola anual” del *Anuario de Estadística* del MAPA, es publicada en un ejercicio estadístico después de que lo haga el equipo del Inventario, por lo que no puede incorporar la información de la mencionada variable de cálculo del BNPAE (correspondiente al año n-2) a sus inventarios. Es por ello por lo que se replica el año n-3 para el año n-2. En esta edición se han actualizado los valores de 2020 según los valores publicados y se han replicado en 2021; dicha actualización ha generado un recálculo en 2020. Este recálculo se repite en todas las ediciones del Inventario Nacional; este efecto se une además al comentado en el punto uno de este apartado;
- además, también afectan a las categorías 3D21 (3Db1) y 3D22 (3Db2) correspondientes a las emisiones indirectas por volatilización/deposición atmosférica y lixiviación/escorrentía las consecuencias de las razones de los puntos anteriores que hayan supuesto variaciones en el nitrógeno aplicado.

A continuación se presentan las mismas figuras para cada una de las subcategorías recalculadas en toda su serie:

3D11 – Fertilizante inorgánico nitrogenado aplicado al suelo

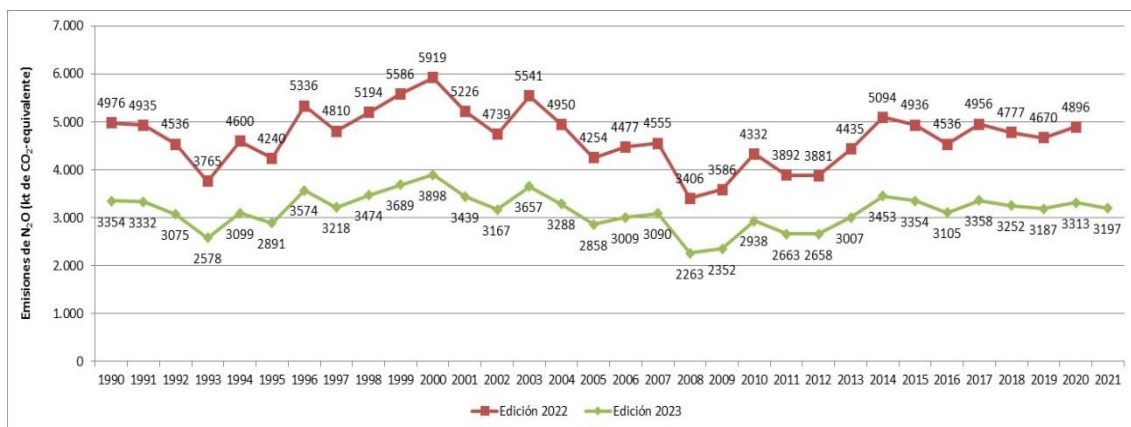


Figura 5.6.6. Emisiones de N₂O debidas a Fertilizante inorgánico nitrogenado aplicado al suelo (3D11). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

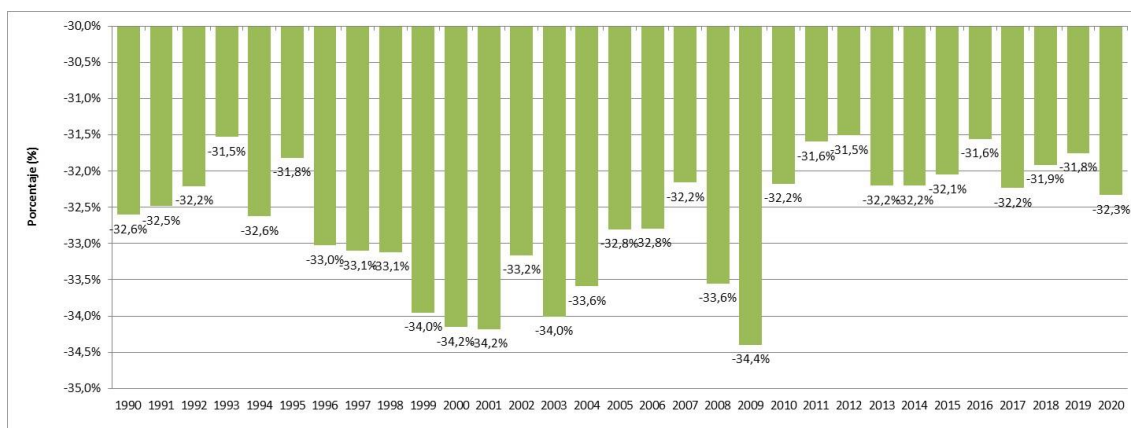


Figura 5.6.7. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3D11). Edición 2023 vs. edición 2022

3D12a – Estiércol aplicado al suelo como fertilizante

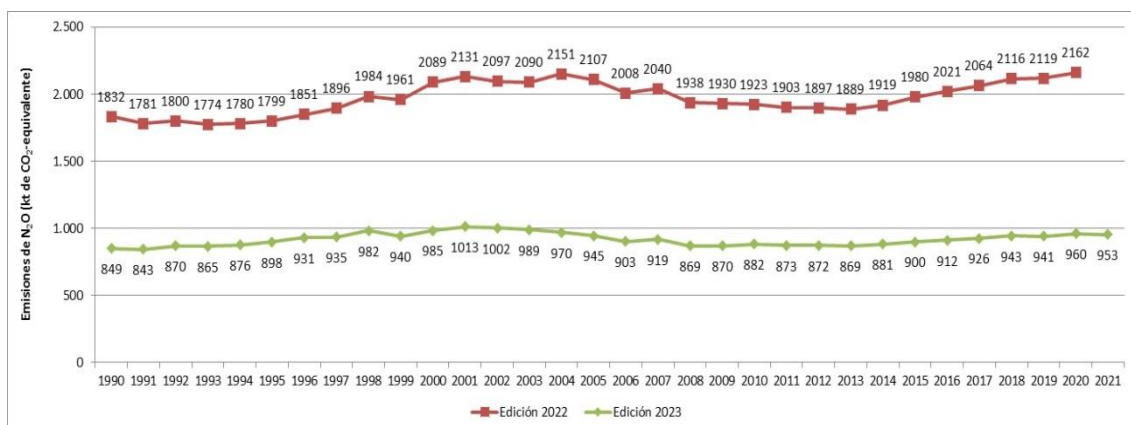


Figura 5.6.8. Emisiones de N₂O debidas a Estiércol aplicado al suelo como fertilizante (3D12a). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

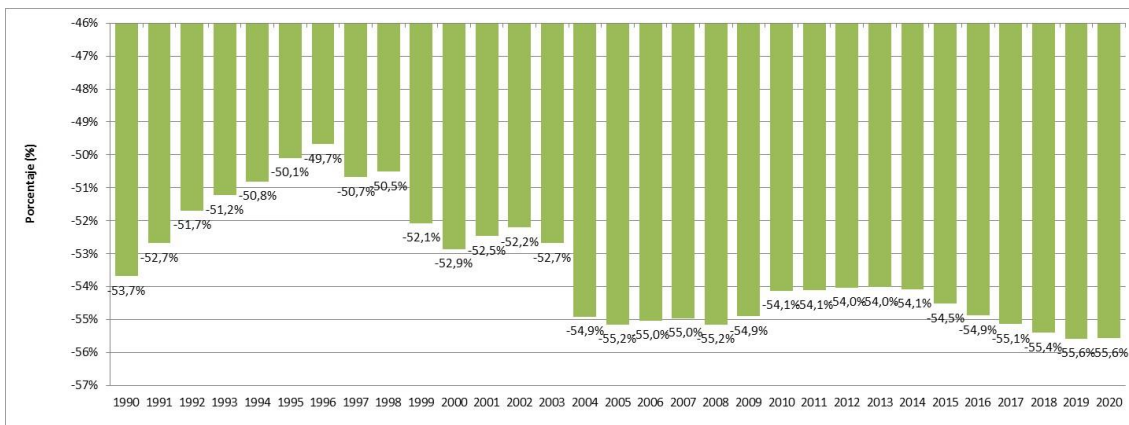


Figura 5.6.9. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3D12a). Edición 2023 vs. edición 2022

3D12b – Lodos aplicados al suelo como fertilizante

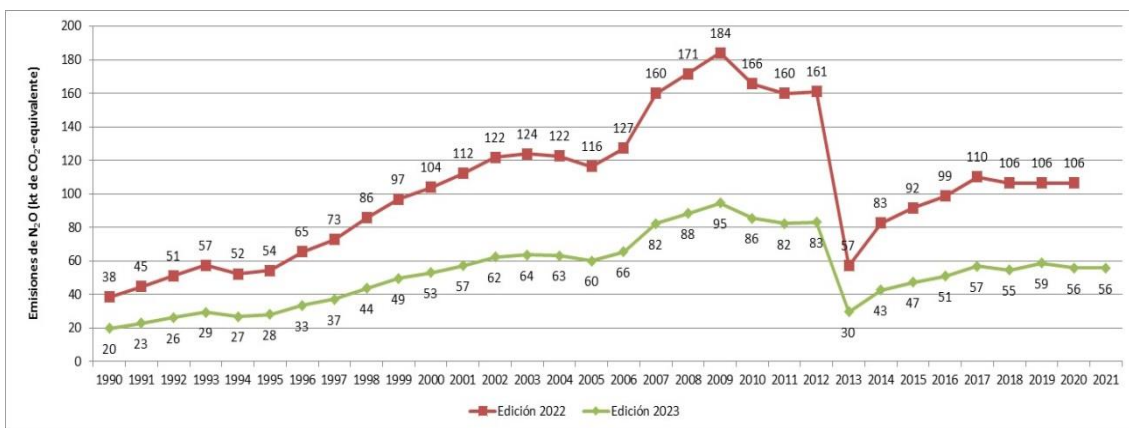


Figura 5.6.10. Emisiones de N₂O debidas a lodos aplicados al suelo como fertilizante (3D12b). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

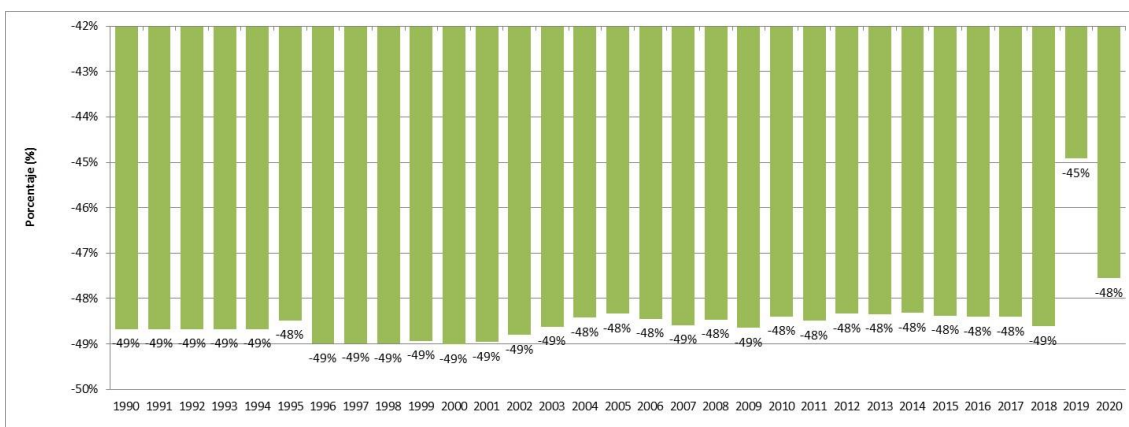


Figura 5.6.11. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3D12b). Edición 2023 vs. edición 2022

3D12c – Compost aplicado al suelo como fertilizante

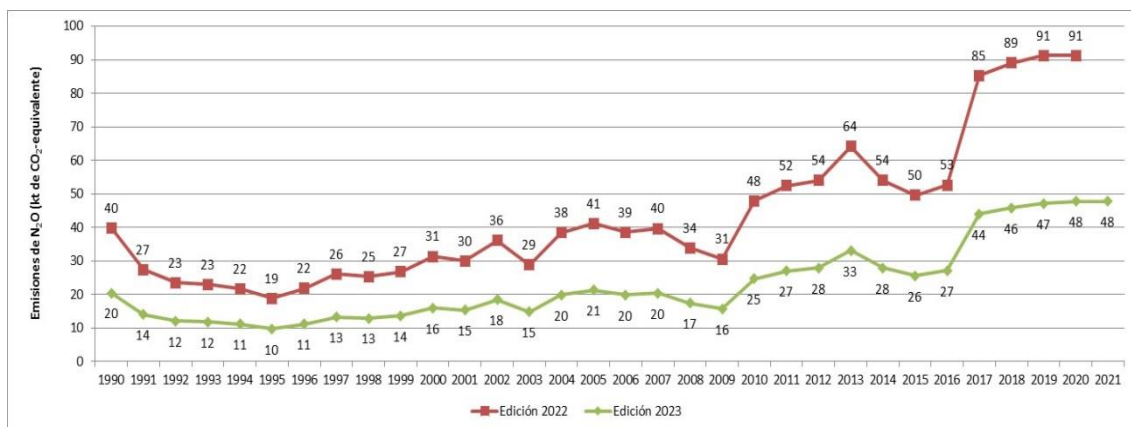


Figura 5.6.12. Emisiones de N₂O debidas a Compost aplicado al suelo como fertilizante (3D12c). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

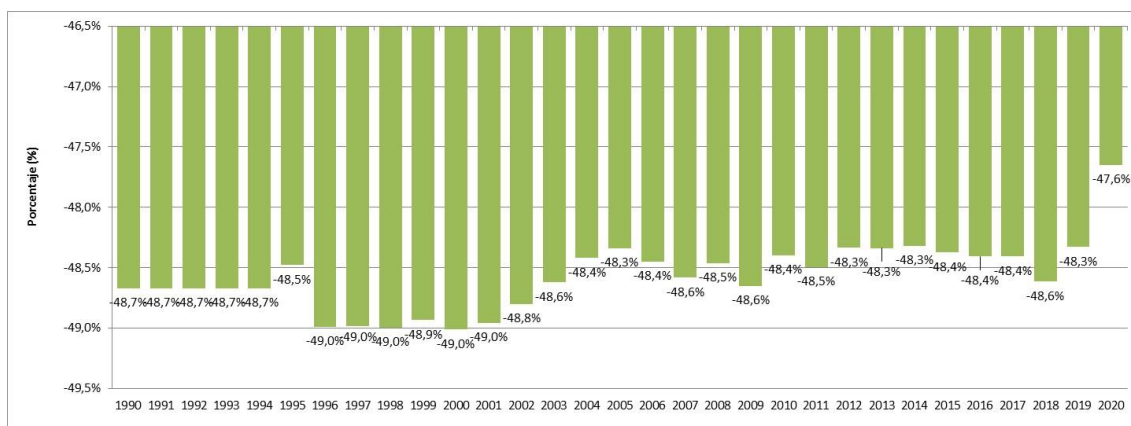


Figura 5.6.13. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3D12c). Edición 2023 vs. edición 2022

3D13– Pastoreo

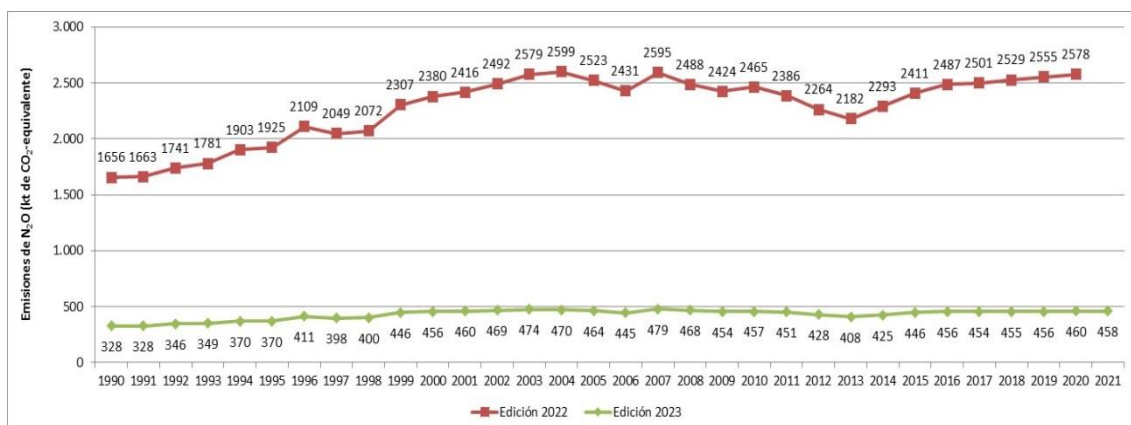


Figura 5.6.14. Emisiones de N₂O debidas a Pastoreo (3D13). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

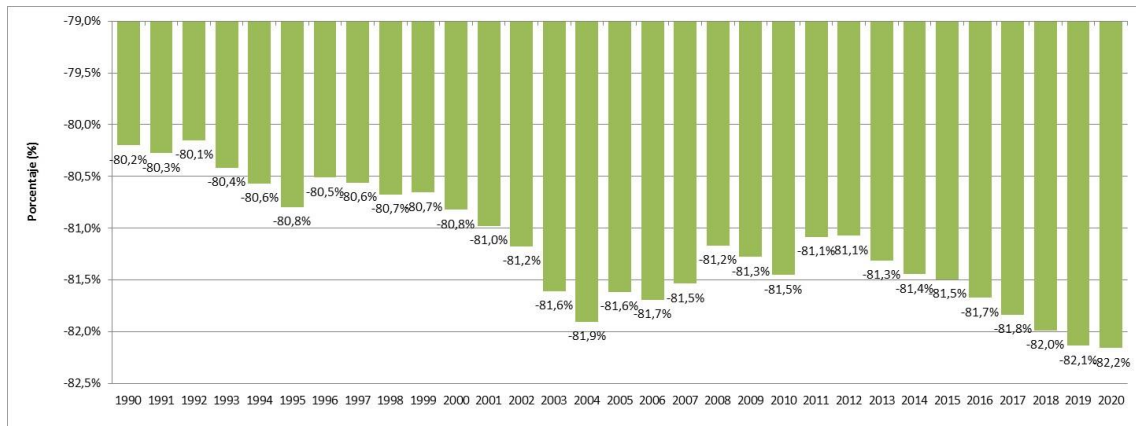


Figura 5.6.15. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3D13). Edición 2023 vs. edición 2022

3D14 – Restos de cultivos aplicados al suelo

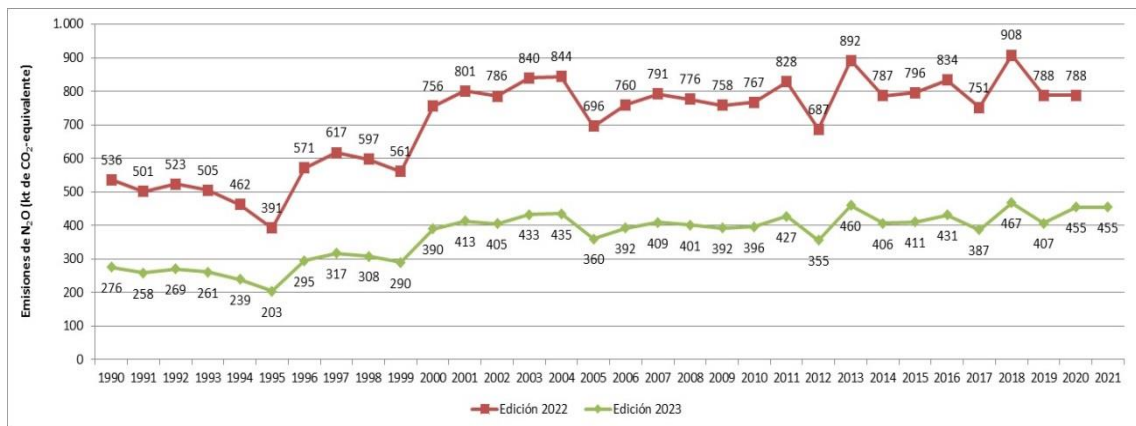


Figura 5.6.16. Emisiones de N₂O debidas a Restos de cultivos aplicados al suelo (3D14). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

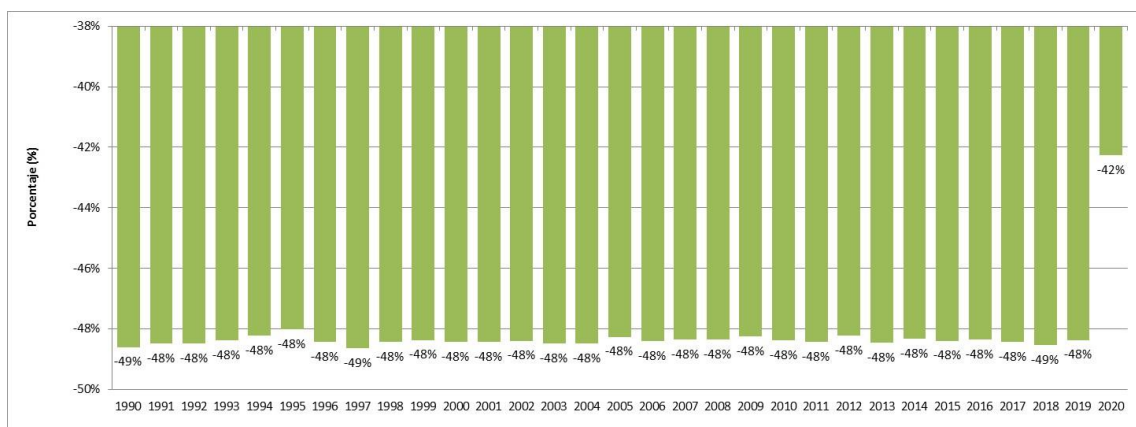


Figura 5.6.17. Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (3D14). Edición 2023 vs. edición 2022

3D21 – Emisiones indirectas por volatilización y deposición atmosférica

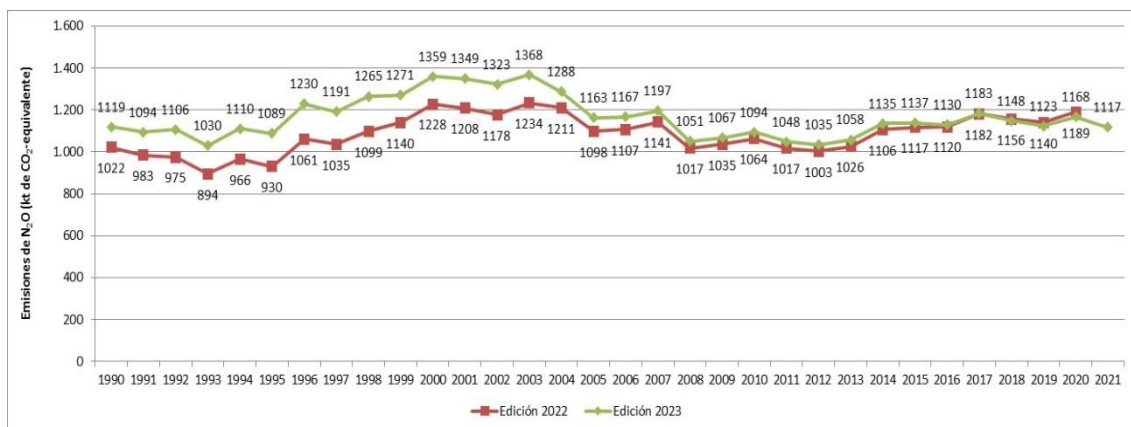


Figura 5.6.18. Emisiones indirectas de N₂O por volatilización y deposición atmosférica en suelos agrícolas (3D21). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

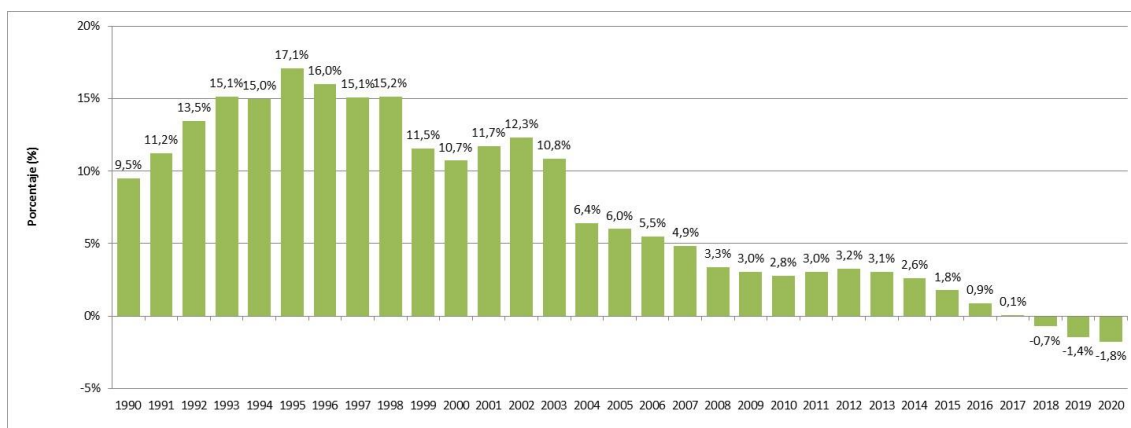


Figura 5.6.19. Diferencia porcentual de emisiones indirectas de N₂O por volatilización y deposición atmosférica (3D21). Edición 2023 vs. edición 2022

3D22 – Emisiones indirectas por lixiviación y escorrentía

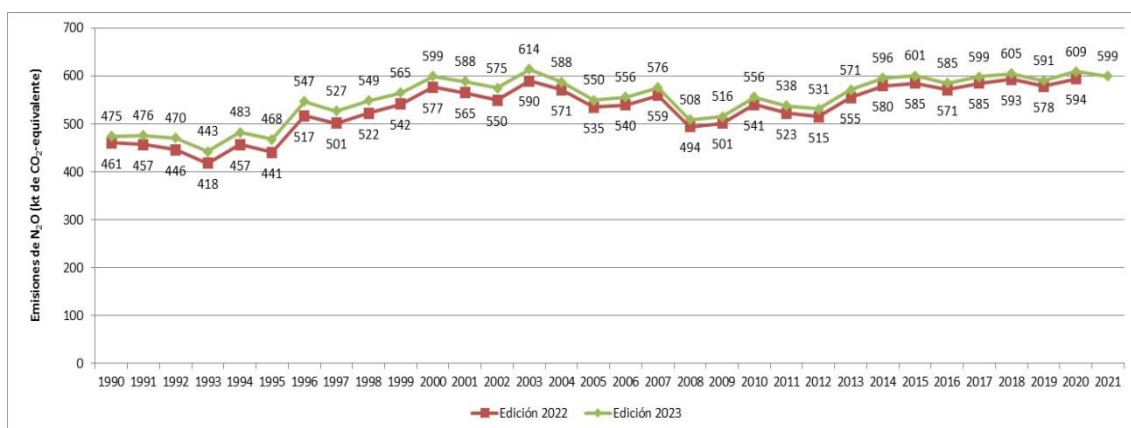


Figura 5.6.20. Emisiones indirectas de N₂O por lixiviación y escorrentía en suelos agrícolas (3D22). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

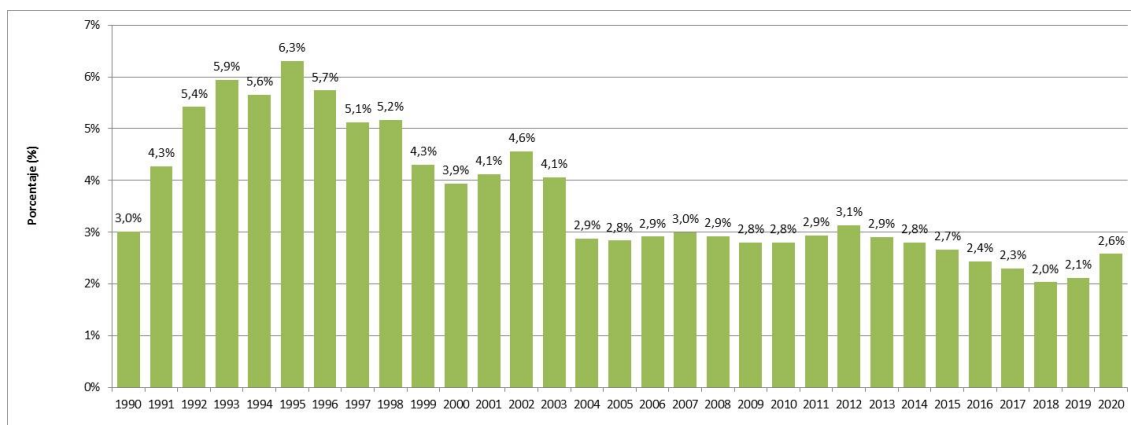


Figura 5.6.21. Diferencia porcentual de emisiones indirectas de N₂O por lixiviación y escorrentía (3D2). Edición 2023 vs. edición 2022

5.6.6 Planes de mejora

En la próxima edición del Inventario Nacional se continuará con el estudio de la implementación de los nuevos Factores de Emisión para N₂O en la categoría 3D2 (emisiones indirectas por deposición atmosférica, lixiviación y escorrentía) desagregados para climas secos y húmedos (*dry-wet*) que han sido avanzados en el documento *IPCC 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines*, así como la actualización de las incertidumbres de la nueva guía para la categoría 3D.

5.7 Quema en campo de residuos agrícolas (3F)

5.7.1 Descripción de la actividad

Esta categoría es clave por el gas CH₄ según el análisis de categorías clave presentado en la tabla 5.1.2. Calcula las emisiones de metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) producidas por la quema directa en campo de los restos de cultivos agrícolas herbáceos; incluye la quema de rastrojos y la quema de restos de cosecha, pero no la quema de restos de poda de cultivos leñosos.

En términos de emisiones netas, la categoría 3F contabiliza para CH₄ y N₂O, conjuntamente en 2021, 25,8 kt de CO₂ equivalente, lo cual supone una disminución de -97,0 % respecto al año base.

Tabla 5.7.1. Emisiones de CH₄ y N₂O debido a Quemadas en campo de residuos agrícolas (3F) (cifras en kt de CO₂-eq)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Emisiones de CH ₄	701,4	35,5	11,2	26,0	22,6	20,7	20,7
Emisiones de N ₂ O	172,1	8,7	2,8	6,4	5,6	5,1	5,1
Emisiones totales 3F	873,5	44,2	14,0	32,4	28,2	25,8	25,8

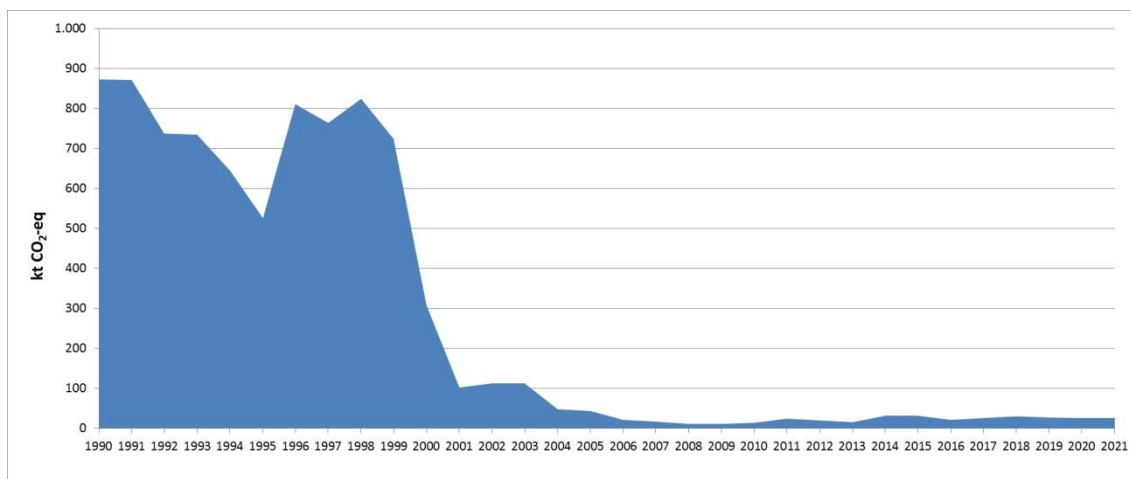


Figura 5.7.1. Evolución de las emisiones de CO₂-eq de las Quemas en campo de residuos agrícolas (3F)

La siguiente tabla muestra la contribución de esta categoría al sector Agricultura y al total del Inventario Nacional, junto con el índice de evolución temporal (base 100 año 1990).

Tabla 5.7.2. Emisiones de CO₂-eq de Quemas en campo de residuos agrícolas (3F): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	873,5	44,2	14,0	32,4	28,2	25,8	25,8
Variación % vs. 1990	100,0	5,1	1,6	3,7	3,2	3,0	3,0
3F / INV (CO ₂ -eq)	0,304 %	0,010 %	0,004 %	0,010 %	0,009 %	0,009 %	0,009 %
3F / Agri. (CO ₂ -eq)	2,645 %	0,123 %	0,042 %	0,097 %	0,083 %	0,074 %	0,075 %

Esta actividad de la quema ha sido una práctica habitual en España hasta hace pocos años. El peligro de desencadenar incendios no controlados, la generación de emisiones de gases y la pérdida de carbono orgánico del suelo y consecuente erosión, han impulsado su sustitución por otras prácticas más conservadoras del suelo. Durante los últimos años se ha desarrollado un exhaustivo marco normativo autonómico para prevenir los incendios forestales. Otro elemento disuasorio a partir del año 2000 ha sido la condicionalidad para recibir pagos directos en el marco de la Política Agraria Común. Actualmente, la quema *in situ* de restos de cultivos solo se puede realizar bajo autorización de la autoridad competente.

A continuación se aporta una recopilación de la normativa aplicable en España sobre regulación en materia de quema de restos agrícolas.

Tabla 5.7.3. Recopilación de legislación aplicable en España sobre regulaciones en materia de quema de restos agrícolas.

ÁMBITO	NORMATIVA
ANDALUCÍA	Orden de 21 de mayo de 2009, por la que se establecen limitaciones de usos y actividades en terrenos forestales y zonas de influencia forestal.
ANDALUCÍA	Sección Segunda del Decreto 247/2001, de 13 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales.
ANDALUCÍA	Orden de 22 de junio de 2009, por la que se establecen las normas de Condicionalidad (requisitos legales de gestión y buenas condiciones agrarias y medioambientales) que deben cumplir los agricultores y ganaderos que reciban pagos directos en el marco de la Política Agraria Común.
ARAGÓN	Orden de 14 de febrero de 2014, del Consejero de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente, sobre prevención y lucha contra los incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Aragón para la campaña 2014/2015.

ÁMBITO	NORMATIVA
ARAGÓN	Orden de 4 de febrero de 2013, del Consejero de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente, sobre prevención y lucha contra los incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Aragón para la campaña 2013/2014.
ASTURIAS	Resolución de 4 de junio de 2013, de la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos, por la que se aprueban medidas en materia de prevención de incendios forestales en el territorio del Principado de Asturias.
ASTURIAS	Resolución de 30 de enero de 2012, de la Consejería de Agroganadería y Recursos Autóctonos, por la que se aprueban las normas sobre quemas en el territorio del Principado de Asturias.
CANTABRIA	Orden DES/44/2007, de 8 de agosto, por la que se establecen normas sobre uso del fuego y medidas preventivas en relación con los incendios forestales.
CASTILLA Y LEÓN	ORDEN FYM/511/2013, de 26 de junio, por la que se fija la época de peligro alto de incendios forestales en la Comunidad de Castilla y León.
CASTILLA Y LEÓN	Orden FYM/510/2013, de 25 de junio, por la que se regula el uso del fuego y se establecen medidas preventivas para la lucha contra los incendios forestales en Castilla y León.
CASTILLA Y LEÓN	Orden FYM/335/2013, de 9 de mayo, por la que se determina el riesgo potencial, el número de guardias y el régimen de exenciones para el personal que ha de participar en el Operativo de Lucha contra Incendios Forestales de Castilla y León.
CASTILLA-LA MANCHA	Orden de 16/05/2006, de la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.
CASTILLA-LA MANCHA	Orden de 26/09/2012, de la Consejería de Agricultura, por la que se modifica la Orden de 16/05/2006 de la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.
CASTILLA-LA MANCHA	Corrección de errores de la Orden de 26/09/2012, por la que se modifica la Orden de 16/05/2006, de la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural, por la que se regulan las campañas de prevención de incendios forestales.
CATALUÑA	Decreto 64/1995, de 7 de marzo por el que se establecen medidas de prevención de incendios forestales.
COMUNIDAD VALENCIANA	Resolución de 10 de marzo de 2014, de la Dirección General de Prevención, Extinción de Incendios y Emergencias, sobre reducción de los horarios aptos para la realización de quemas.
ESTATAL	Real Decreto 4/2001, de 12 de enero, por el que se establece un régimen de ayudas a la utilización de métodos de producción agraria compatibles con el medio ambiente.
ESTATAL	Real Decreto 1322/2002, de 13 de diciembre, sobre requisitos agroambientales en relación con las ayudas directas en el marco de la política agraria común.
ESTATAL	Real Decreto 486/2009, de 3 de abril, por el que se establecen los requisitos legales de gestión y las buenas condiciones agrarias y medioambientales que deben cumplir los agricultores que reciban pagos directos en el marco de la política agrícola común, los beneficiarios de determinadas ayudas de desarrollo rural, y los agricultores que reciban ayudas en virtud de los programas de apoyo a la reestructuración y reconversión y a la prima por arranque del viñedo.
EXTREMADURA	Orden de 14 de mayo de 2014 por la que se declara época de peligro medio de incendios forestales en todas las zonas de coordinación del Plan INFOEX y finalizada la misma, se declara época de peligro alto de incendios. (2014050101)
GALICIA	Ley 3/2007, de 9 de abril, de prevención y defensa contra los incendios forestales de Galicia.
ISLAS BALEARES	Artículo 7.1.d del Decreto 125/2007, de 5 de octubre, por el que se dictan normas sobre el uso del fuego y se regula el ejercicio de determinadas actividades susceptibles de incrementar el riesgo de incendio forestal.
ISLAS CANARIAS	Decreto 100/2002, de 26 de julio, por el que se aprueba el Plan Canario de Protección Civil y Atención de Emergencias por Incendios Forestales (INFOCA).
LA RIOJA	Orden 7/2013, de 28 de mayo, de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente, sobre prevención y lucha contra los incendios forestales en la Comunidad Autónoma de La Rioja para la campaña 2013/2014.
MADRID	Decreto 58/2009, de 4 de junio, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Plan de Protección Civil de Emergencia por Incendios Forestales en la Comunidad de Madrid (INFOMA).
MADRID	Orden 3816/2003, de 22 de mayo, de la Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, por la que se establecen las normas sobre las autorizaciones para realizar quemas en tierras agrícolas.
MURCIA	Resolución de la Dirección General de Medio Ambiente por la que se amplía para el año 2014 el periodo de peligro y se suspende la vigencia y efectos de las autorizaciones para

ÁMBITO	NORMATIVA
	quemadas emitidas de conformidad con la Orden de 24 de mayo de 2010, de la Consejería de Agricultura y Agua, sobre medidas de prevención de incendios forestales en la Región de Murcia para el año 2010.
MURCIA	Orden de 24 de mayo de 2010, de la Consejería de Agricultura y Agua, sobre medidas de prevención de incendios forestales en la Región de Murcia para el año 2010.
NAVARRA	Orden Foral 248/2013, de 5 de julio, del consejero de desarrollo rural, medio ambiente y administración local por la que se regula el uso del fuego en suelo no urbanizable y se establecen medidas de prevención de incendios forestales en Navarra.
PAÍS VASCO	Orden Foral 558/2012, de 3 de diciembre que aprueba la normativa reguladora de las quemadas de residuos agrícolas, en toda clase de terrenos rústicos del Territorio Histórico de Álava.

5.7.2 Metodología

Para la estimación de las emisiones se aplica la metodología de nivel 2, la cual emplea el mismo enfoque general que la de nivel 1 descrita en el apartado 5.3.4, capítulo 5, volumen 4, de las Guías IPCC 2006 y la ecuación genérica 2.27 del apartado 2.4, capítulo 2 del mencionado volumen para la estimación de emisiones derivadas de la quema de biomasa, con el añadido del refinamiento en la obtención de la variable de actividad de cantidad de combustible que se quema, la cual se obtiene por cultivo, tipo de cultivo y provincia a partir del *Balance de Nitrógeno y Fósforo de la Agricultura Española* (BNPAE) del MAPA, partiendo de los datos de superficie cultivada y rendimiento de los diferentes cultivos y tipo de éste (secano, regadío, protegido) para cada año del *Anuario de Estadística* del MAPA, que son procesados por el grupo de expertos de trabajo responsable de la elaboración del BNPAE en relación a los coeficientes de extracción de los cultivos y de la fracción asignada a cada parte de la planta, así como de la fracción quemada.

5.7.2.1 Variables de actividad

Conceptualmente, la variable de actividad que se computa en la categoría 3F es la considerada por la quema de rastrojos y restos de cosecha. Se entiende por rastrojos los restos del cultivo que quedan adheridos a la tierra después de cosechar e implican la quema de la superficie total de la parcela; y por restos de cosecha, el sobrante del cultivo tras la cosecha que queda esparcido por el suelo sin sujeción al terreno y que puede ser acumulado para su quema localizada de poca superficie en montones o hileras.

Los restos de poda de cultivos leñosos, como el olivo, la vid o los frutales se retiran del campo podado con diferentes destinos en función de su valorización como combustible biogénico. Los restos que se consideran residuos y que se eliminan por combustión controlada al aire libre, se acopian y trasladan a zonas separadas del área cultivada para evitar incendios. Las emisiones derivadas se computan en la categoría 5.C.2, de forma coherente con el informe a CRLTAP (véase EMEP/EEA Guidebook - NFR 5.C.2 - *Open burning of waste*).

Para confeccionar la variable de actividad “biomasa quemada”, se parte de la superficie cultivada y el rendimiento de los diferentes cultivos por tipo de cultivo y para cada año de la serie. Los datos de superficie y rendimiento por cultivo del *Anuario de Estadística* del MAPA son procesados tras su análisis técnico realizado por el grupo de expertos de trabajo responsable de la elaboración del *Balance de Nitrógeno y Fósforo de la Agricultura Española* (BNPAE) del MAPA en relación a los coeficientes de extracción de los cultivos y la fracción asignada a cada parte de la planta, para finalmente incorporar en estos cálculos la fracción quemada que asigna el mencionado balance, del cual se extrae el dato de nitrógeno quemado por cultivo, año y provincia, que es transformado en materia seca quemada mediante las fracciones de N de la siguiente tabla. A partir de este dato de materia seca quemada es obtenible de manera informativa la superficie quemada mediante la relación que presenta la ecuación 2.27 de la Guía IPCC 2006, asumiendo los datos de $M_B \cdot C_f$ del cuadro 2.4 de la mencionada guía.

La biomasa que se quema de los cultivos está alineada en coherencia con el BNPAE y las emisiones de la serie temporal son dependientes, no solo de la superficie cultivada, sino también

del rendimiento y producción de cada año, por lo que pueden manifestar variaciones en función del año agronómico y climatológico.

La información suministrada por el BNPAE al Inventario Nacional se elabora con un año de desfase adicional, por lo que se replica el dato del año n-3 como año n-2.

Tabla 5.7.4. Fracción de nitrógeno por cultivo no leñoso

	Cultivo	Frac N	Fuente
HORTAL.	Hortalizas excepto patata	0,0274	Roselló y Domínguez (2006).
	Patata	0,011	Manual de Referencia IPCC + Guía de Buenas Prácticas de IPCC
	Otros tubérculos	0,015	Crop parameters: Harvest. Harvest index. 2006
	Otras hortalizas	0,015	Crop parameters: Harvest. Harvest index. 2006
LEGUMINOSAS	Altramuz	0,025	Krider y Rickman (1996).
	Garbanzo	0,025	Krider y Rickman (1996).
	Guisante seco	0,013	Villalobos <i>et al.</i> (2002).
	Guisante verde	0,0142	Manual de Referencia IPCC + Guía de Buenas Prácticas de IPCC
	Haba seca	0,016	Villalobos <i>et al.</i> (2002)
	Haba verde	0,025	Krider y Rickman (1996).
	Judía seca	0,012	Villalobos <i>et al.</i> (2002).
	Judía verde	0,012	Villalobos <i>et al.</i> (2002).
	Lenteja	0,025	Krider y Rickman (1996).
	Veza	0,029	Villalobos <i>et al.</i> (2002).
	Alfalfa	0,026	Villalobos <i>et al.</i> (2002).
	Esparceta	0,025	Krider y Rickman (1996).
	Trébol	0,025	Krider y Rickman (1996).
	Veza forrajera	0,03	Villalobos <i>et al.</i> (2002).
	Yero	0,025	Krider y Rickman (1996).
	Zulla	0,025	Krider y Rickman (1996).
	Otras leguminosas	0,015	Crop parameters: Harvest. Harvest index. 2006
	Otras leg forrajeras	0,03	Crop parameters: Harvest. Harvest index. 2006
	CULT. INDUSTRIALES	Algodón	0,0098
Colza		0,008	Villalobos <i>et al.</i> (2002).
Caña de azúcar		0,004	Manual de Referencia IPCC + Guía de Buenas Prácticas de IPCC
Lino		0,0106	Villalobos <i>et al.</i> (2002).
Remolacha azúcar		0,0228	Manual de Referencia IPCC + Guía de Buenas Prácticas de IPCC
Remolacha mesa		0,0228	Manual de Referencia IPCC + Guía de Buenas Prácticas de IPCC
Tabaco		0,04	Villalobos <i>et al.</i> (2002).
Soja		0,023	Manual de Referencia IPCC + Guía de Buenas Prácticas de IPCC
Girasol		0,008	Villalobos <i>et al.</i> (2002).
Otros industriales		0,015	Crop parameters: Harvest. Harvest index. 2006
CEREALES	Avena	0,007	Manual de Referencia IPCC + Guía de Buenas Prácticas de IPCC
	Arroz	0,0067	Manual de Referencia IPCC + Guía de Buenas Prácticas de IPCC
	Cebada	0,0043	Manual de Referencia IPCC + Guía de Buenas Prácticas de IPCC
	Centeno	0,0048	Manual de Referencia IPCC + Guía de Buenas Prácticas de IPCC
	Maíz	0,0081	Manual de Referencia IPCC + Guía de Buenas Prácticas de IPCC
	Sorgo	0,0108	Manual de Referencia IPCC + Guía de Buenas Prácticas de IPCC
	Trigo	0,0028	Manual de Referencia IPCC + Guía de Buenas Prácticas de IPCC
	Triticale	0,007	Villalobos <i>et al.</i> (2002).
	Sorgo forrajero	0,0108	Crop parameters: Harvest. Harvest index. 2006
	Maíz forrajero	0,0065	Krider y Rickman (1996).
	Otros cereales	0,015	Crop parameters: Harvest. Harvest index. 2006
	Otras gram forraj	0,015	Crop parameters: Harvest. Harvest index. 2006

	Cultivo	Frac N	Fuente
OTROS	Col forrajera	0,03	Villalobos <i>et al.</i> (2002).
	Praderas polifitas	0,021	Krider y Rickman (1996).
	Otros forrajeros	0,015	Crop parameters: Harvest. Harvest index. 2006
	Otros	0,015	Crop parameters: Harvest. Harvest index. 2006

La siguiente tabla presenta la biomasa quemada para determinados años de la serie 1990-2021 para los diferentes cultivos no leñosos que se queman.

Tabla 5.7.5. Evolución de la biomasa quemada por cultivo en kilotoneladas

Cultivo	Grupo	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020	2021
ARROZ	CEREALES	95	48	32						
AVENA	CEREALES	86	37	39						
CEBADA	CEREALES	2.662	1.303	748						
CENTENO	CEREALES	63	36	13						
MAIZ	CEREALES	1.274	916	352						
OTROS CEREALES	CEREALES	2	2	2						
SORGO	CEREALES	18	5	2						
TRIGO	CEREALES	2.189	1.348	796						
TRITICALE	CEREALES	16	4	4						
SOJA	LEGUMINOSAS	2	0,3							
OTROS TUBERCULOS	TUBERCULOS	6	4	3						
PATATA	TUBERCULOS	1.485	1.114	411						
CANNA DE AZUCAR	CAÑA ZUCAR	57	33	16						
ACELGA	OTROS	0,9	0,5							
ACHICORIA Y OTROS	OTROS	0,2	0,2							
ALGODON	OTROS	330	140	372	421	115	314	267	245	245
APIO	OTROS	0,5	0,6							
BERENJENA	OTROS	6	5	2						
BERZA	OTROS	0,9	0,8							
CALABAZA Y CALABACIN	OTROS	5	5	2						
COL Y REPOLLO	OTROS	6	6							
COLZA	OTROS	14	23	11						
ESCAROLA	OTROS	0,6	0,4							
ESPINACA	OTROS	0,4	0,3							
FLORES Y PLT ORNAM	OTROS	30	25	32	48	33	30	33	29	29
FRESA Y FRESON	OTROS	6	8							
GIRASOL	OTROS	817	446	391						
LECHUGA	OTROS	5	5							
LINO	OTROS		4	6						
MELON	OTROS	12	10	5						
OTROS INDUSTRIALES	OTROS	19	8	6						
PEPINILLO	OTROS	0,9	0,4	0,1						
PEPINO	OTROS	2	2	1						
PIMIENTO	OTROS	17	15	8						
SANDIA	OTROS	8	7	3						
TABACO	OTROS	6	2							
TOMATE	OTROS	33	29	15						
Total		9.277	5.595	3.272	469	149	344	300	274	274

Desde el año 2000, en línea con el BNPAE, solo se contabiliza la quema de los restos de la cosecha de los algodonales y de la flores.

5.7.2.2 Factor de emisión

Los factores de emisión utilizados son los correspondientes a la categoría de residuos agrícolas del cuadro 2.5, del capítulo 2, volumen 4 de las Guías IPCC, 2006.

En la tabla de reporte CRF (tabla 3.F) se incluye información sobre las superficies de cultivos incendiadas, la biomasa quemada y las emisiones por categoría de cultivo. A los cultivos y años donde no ocurre la quema de residuos agrícolas se asigna la notación NO (No Ocurre).

Información adicional detallada sobre la metodología aplicada puede consultarse en el sitio web del MITECO-SEI⁵².

5.7.3 Incertidumbre y coherencia temporal

La información sobre la variable básica de actividad correspondiente a la superficie cultivada proviene del *Anuario de Estadística* del MAPA, que según especificaciones metodológicas propias, cifra la incertidumbre en el 3%. Los valores para el consumo de combustible se han tomado del cuadro 2.4 del capítulo 2 del volumen 4 de la Guía IPCC 2006, estimándose globalmente para ellos el valor de 62,9% y adoptando como criterio el valor medio correspondiente a todos los arbustales (*all shrublands*), dando lugar finalmente a una incertidumbre combinada del 63%.

La incertidumbre de los factores de emisión utilizados es la indicada en el cuadro 2.5 para sabana y pastizales, a falta de información específica para residuos agrícolas, siendo del 39,1% para el CH₄ y del 47,6% para el N₂O.

La serie se considera coherente en el tiempo y la cobertura geográfica es nacional y desagregada provincialmente.

5.7.4 Control de calidad y verificación

El *Anuario de Estadística* del MAPA y las guías internacionales de las que se extrae información están sometidos a controles de revisión específicos propios.

Las modificaciones observadas en la tendencia (especialmente la drástica reducción observada en la variable de actividad a partir de 2000) de las emisiones se consideran justificadas.

5.7.5 Realización de nuevos cálculos

Debido al desfase de elaboración explicado en el apartado de metodología, se ha llevado a cabo la actualización, de acuerdo con los datos del BNPAE, de la biomasa quemada correspondiente al año 2020, que se ha replicado en esta edición para el año 2021.

Las figuras siguientes comparan las emisiones en valor absoluto y la diferencia relativa porcentual entre la edición actual y la previa del Inventario Nacional. Para poder comparar los datos de la edición pasada con la actual se han utilizado los potenciales de calentamiento AR4⁵³.

⁵² <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/SEI-Metodologias.aspx>

⁵³ https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts25.html

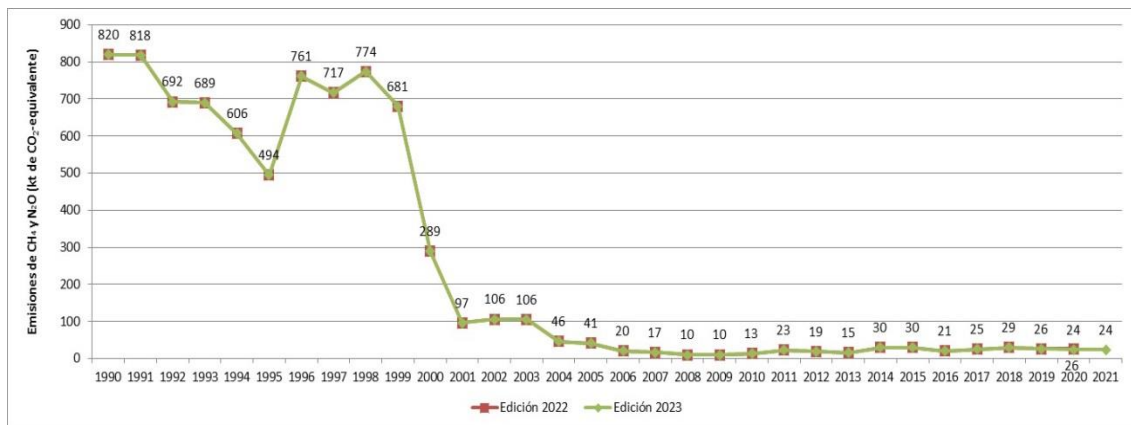


Figura 5.7.2. Emisiones de CH₄ y N₂O en la categoría de quema en campo de residuos agrícolas (3F). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

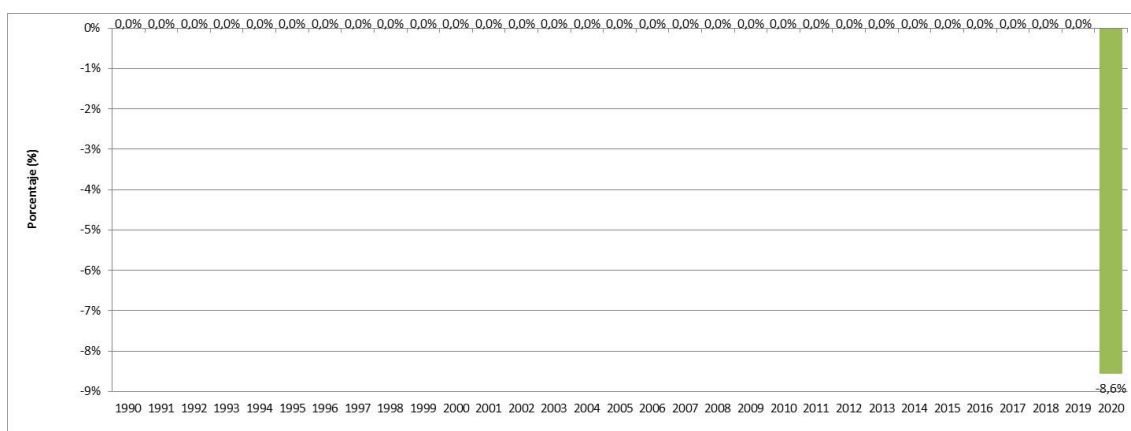


Figura 5.7.3. Diferencia porcentual de emisiones (3F). Edición 2023 vs. edición 2022

5.7.6 Planes de mejora

No están previstas mejoras en esta categoría para la próxima edición.

5.8 Otras categorías

5.8.1 Aplicación de enmiendas calizas (3G)

5.8.1.1 Descripción de la actividad

Esta actividad contabiliza el dióxido de carbono (CO₂) que se libera tras la aplicación de carbonatos de calcio y magnesio a los suelos agrícolas para corregir la acidez (“enmienda caliza”). Los carbonatos que se utilizan son espumas de carbonatación generadas en el proceso industrial de producción de azúcar, siendo el carbonato cálcico, el compuesto mayoritario.

Las emisiones producidas no son relevantes en el total del Inventario Nacional. En términos de emisiones netas, en 2021 la subcategoría 3G1 (carbonato cálcico) contabiliza 30,45 kt de CO₂, que supone una variación de -62,9 % respecto a 1990 y de un +0,7 % respecto a 2020; y la subcategoría 3G2 (carbonato doble cálcico-magnésico), 0,06 kt de CO₂, que supone una reducción de -92,7 % con respecto a 1990 y de un -61,5 % respecto a 2020. Las emisiones de CO₂ en años destacados del periodo se muestran en las siguientes tablas.

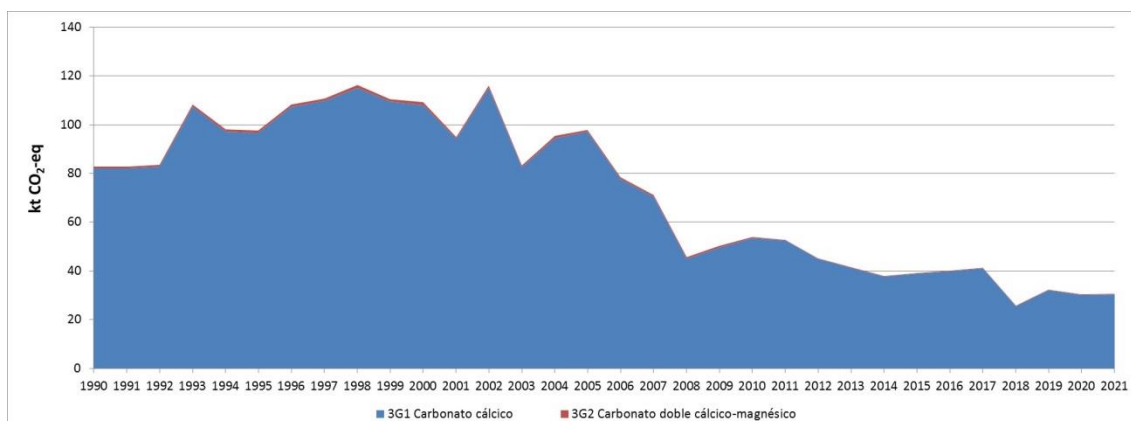
Tabla 5.8.1. Emisiones de CO₂ de Enmienda caliza (3G) por subcategorías (cifras en kt de CO₂-eq)

Subcategorías	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
3G1 Carbonato cálcico	82,07	97,02	53,35	38,98	32,02	30,23	30,45
3G2 Carbonato doble cálcico-magnésico	0,78	0,92	0,51	0,05	0,19	0,15	0,06
Total	82,85	97,93	53,85	39,04	32,20	30,37	30,51

Tabla 5.8.2. Emisiones de CO₂-eq de Enmienda caliza (3G): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	82,8	97,9	53,9	39,0	32,2	30,4	30,5
Variación % vs. 1990	100,0	118,2	65,0	47,1	38,9	36,7	36,8
3G / INV (CO ₂ -eq)	0,03 %	0,02 %	0,02 %	0,01 %	0,01 %	0,01 %	0,01 %
3G / Agri. (CO ₂ -eq)	0,25 %	0,27 %	0,16 %	0,12 %	0,09 %	0,09 %	0,09 %

En la figura 5.8.1 se observa la evolución entre los años 1990 y 2021 de las emisiones de las subcategorías 3G1 y 3G2. Las emisiones sufren variaciones entre los años 1993 y 2008 con picos y valles hasta dicho año, en el que se reducen drásticamente, manteniéndose después más o menos estables con cierta tendencia a la baja, excepto en 2018, año en el que se registra una marcada reducción. La evolución es paralela a la de la producción de carbonatos cálcicos y magnésicos ligada a la manufactura de azúcar.

**Figura 5.8.1. Emisiones de CO₂-eq (kt) de la Enmienda caliza (3G)**

5.8.1.2 Metodología

La metodología para estimar las emisiones de CO₂ debidas a la enmienda caliza en el suelo (3G) es de nivel 1, y se describe en el apartado 11.3.2, capítulo 11, volumen 4, de la Guía IPCC 2006 (ecuación 11.12).

Las variables de actividad de las subcategorías 3G1 y 3G2 son las toneladas de caliza (carbonato cálcico) y dolomita (carbonato doble cálcico-magnésico) aplicadas al suelo. Estos compuestos son subproductos provenientes de la producción de azúcar, cuya exposición se realiza dentro de la categoría 2A2 (fabricación de cal).

Los factores de emisión empleados son los proporcionados en el apartado 11.3.1 de la Guía IPCC 2006.

La incertidumbre de la variable de actividad se cifra en torno al 1 % y la del factor de emisión es del -50 %. La serie se considera coherente en el tiempo y la cobertura geográfica es nacional.

Información adicional detallada sobre la metodología aplicada puede consultarse en el sitio web del MITECO-SEI⁵⁴.

5.8.1.3 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición no se ha realizado ningún recálculo.

5.8.1.4 Planes de mejora

No están previstas mejoras en esta categoría para la próxima edición.

5.8.2 Aplicación de urea (3H)

5.8.2.1 Descripción de la actividad

Esta categoría contabiliza el dióxido de carbono (CO₂) que se libera tras la aplicación de urea a los suelos agrícolas en forma de fertilizantes minerales con urea sintética dentro de su composición.

Solo se considera la urea sintética, ya que el CO₂ procedente de urea animal es biogénico y no computa en el Inventario Nacional. Todas las aportaciones de fertilización basadas en urea, independientemente de su origen, también emiten N₂O, pero esas emisiones se contabilizan y exponen en la categoría 3D.

Las emisiones producidas en esta categoría 3H suponen únicamente el 0,1 % del total del Inventario Nacional. En términos de emisiones netas, la categoría 3H en 2021 contabiliza 316 kt de CO₂, que supone una disminución de un -27,8 % respecto a 1990 y de -42,0 % respecto a 2020, emisiones directamente relacionadas con el consumo de estos fertilizantes, que está influido por la evolución del marco económico y alimentario a través de la serie. La evolución de las emisiones de CO₂ a lo largo del periodo se muestra en la siguiente tabla y figura.

Tabla 5.8.3. Emisiones de CO₂-eq de Aplicación de urea (3H): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	437,8	349,7	473,3	511,1	455,2	545,0	316,0
Variación % vs. 1990	100,0	79,9	108,1	116,7	104,0	124,5	72,2
3H / INV (CO ₂ -eq)	0,2 %	0,1 %	0,1 %	0,2 %	0,1 %	0,2 %	0,1 %
3H / Agri. (CO ₂ -eq)	1,3 %	1,0 %	1,4 %	1,5 %	1,3 %	1,6 %	0,9 %

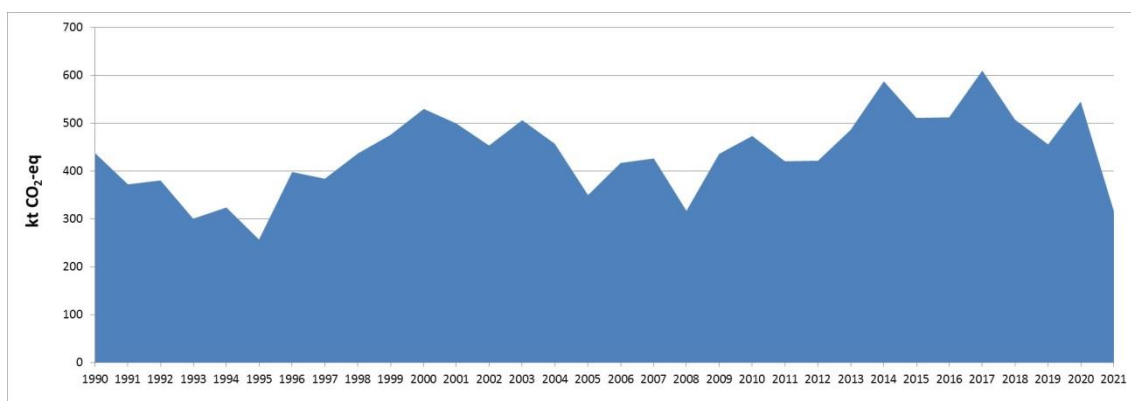


Figura 5.8.2. Emisiones de CO₂-eq (kt) de la Aplicación de urea (3H)

⁵⁴ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/SEI-Metodologias.aspx>

5.8.2.2 Metodología

La variable de actividad son las toneladas de fertilizantes minerales aplicados al campo con urea sintética en su composición química, cuya información proviene del MAPA y en particular, para el caso del fertilizante de urea, la información se encuentra disponible en el *Anuario de Estadística* del mencionado ministerio; para otros fertilizantes basados en urea, la información se considera confidencial.

La metodología para estimar las emisiones de CO₂ debidas a la aplicación de urea en el suelo (3H) es de nivel 1, y se describe en el apartado 11.4, capítulo 11, volumen 4, de la Guía IPCC 2006 (ecuación 11.13). Las emisiones debidas a otros fertilizantes minerales con urea sintética en su composición química se han calculado siguiendo las recomendaciones de seminarios de Agricultura bajo el amparo de la ESD (Effort Sharing Decision - European Environmental Agency).

El factor de emisión es el proporcionado por defecto en el apartado 11.4.2 de la Guía IPCC 2006.

La incertidumbre asociada a la variable de actividad de la Aplicación de urea (3H) es del 5 %, y la del factor de emisión del -50 %. La serie se considera coherente en el tiempo y la cobertura geográfica es nacional.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en el sitio web del MITECO-SEI⁵⁵.

5.8.2.3 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición no se ha realizado ningún recálculo.

5.8.2.4 Planes de mejora

No están previstas mejoras en esta categoría para la próxima edición.

5.8.3 Aplicación de otros fertilizantes con carbono (3I)

5.8.3.1 Descripción de la actividad

Esta categoría contabiliza el dióxido de carbono (CO₂) que se libera tras la aplicación de otros fertilizantes con C a los suelos agrícolas.

Las emisiones producidas por la aplicación de estos fertilizantes (3I) no son relevantes en el total del Inventario Nacional. En términos de emisiones netas, la categoría 3I en 2021 contabiliza 47,1 kt de CO₂, que supone una reducción de -39 % respecto a 1990 y de -24,6 % respecto a 2020, emisiones directamente relacionadas con el consumo de este tipo de fertilizantes, lo cual está influido por la evolución del marco agronómico a través de la serie. La evolución de las emisiones de CO₂ a lo largo del periodo se muestra en la siguiente tabla y figura.

Tabla 5.8.4. Emisiones de CO₂-eq de Aplicación de otros fertilizantes con carbono (3I); valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO ₂ -eq (kt)	77,2	88,1	81,7	75,1	72,1	62,5	47,1
Variación % vs. 1990	100,0	114,1	105,8	97,4	93,5	81,0	61,0
3I / INV (CO ₂ -eq)	0,03 %	0,02 %	0,02 %	0,02 %	0,02 %	0,02 %	0,02 %
3I / Agri. (CO ₂ -eq)	0,23 %	0,25 %	0,25 %	0,23 %	0,21 %	0,18 %	0,14 %

⁵⁵ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-SEI-Metodologias.aspx>

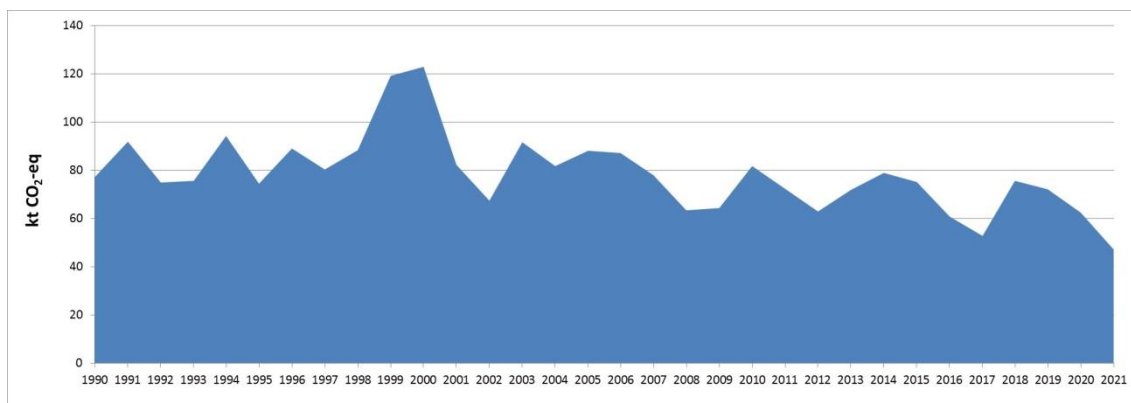


Figura 5.8.3. Emisiones de CO₂-eq (kt) de la Aplicación de otros fertilizantes con carbono (3I)

5.8.3.2 Metodología

La metodología para estimar las emisiones de CO₂ debidas a la aplicación de otros fertilizantes con carbono en el suelo (3I), distintos de los que contienen urea (que se reportan en la categoría 3H), es de nivel 1, y su metodología sigue las directrices del seminario ESD⁵⁶ de agricultura (7 de octubre de 2020) en el cual se orienta sobre un contenido de caliza de alrededor del 23 % de la cantidad de nitrato amónico cálcico.

La variable de actividad, al igual que para el resto de fertilizantes, son las toneladas de N en forma de nitrato amónico cálcico aplicado al campo, dato desde el que se obtiene la cantidad de material aplicado y cuya información se encuentra disponible en el *Anuario de Estadística* del MAPA. En los años en los que el dato es confidencial y se agrupa con otros fertilizantes se utiliza la proporción del año anterior. El nitrato amónico cálcico también emite N₂O, pero esas emisiones se relacionan en la categoría 3D.

El factor de emisión es el proporcionado por defecto en el apartado 11.3.1 de la Guía IPCC 2006 correspondientes a las enmiendas calizas.

La incertidumbre asociada a la variable de actividad de la aplicación del fertilizante es del 5 %, y la del factor de emisión del -50 %. La serie se considera coherente en el tiempo y la cobertura geográfica es nacional.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en el sitio web del MITECO-SEI⁵⁷.

5.8.3.3 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición no se ha realizado ningún recálculo.

5.8.3.4 Planes de mejora

No están previstas mejoras en esta categoría para la próxima edición.

⁵⁶ Effort Sharing Decision – European Environmental Agency

⁵⁷ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/SEI-Metodologias.aspx>



6. USO DE LA TIERRA, CAMBIOS DE USOS DE LA TIERRA Y SELVICULTURA (CRF 4)

ÍNDICE

6	USO DE LA TIERRA, CAMBIOS DE USOS DE LA TIERRA Y SELVICULTURA (CRF 4)	435
6.1	Panorámica del sector	435
6.1.1	Evolución de las emisiones y absorciones del sector LULUCF	435
6.1.2	Definiciones de las categorías de uso de la tierra	437
6.1.3	Procedimiento de estimación de las superficies de los usos de la tierra y cambios de uso de la tierra	438
6.1.4	Síntesis metodológica	441
6.1.5	Incertidumbre y coherencia de las series temporales	445
6.1.6	Actividades de garantía y control de la calidad	448
6.1.7	Incorporación de las recomendaciones del equipo revisor de la edición 2022 del Inventario Nacional (serie 1990-2020)	449
6.1.8	Nuevos cálculos	450
6.2	Tierras forestales (4A)	452
6.2.1	Descripción de la categoría	452
6.2.2	Metodología	455
6.2.3	Incertidumbre	460
6.2.4	Nuevos cálculos	460
6.2.5	Planes de mejora	461
6.3	Tierras de cultivo (4B)	461
6.3.1	Descripción de la categoría	461
6.3.2	Metodología	464
6.3.3	Incertidumbre	471
6.3.4	Nuevos cálculos	471
6.3.5	Planes de mejora	472
6.4	Pastizales (4C)	472
6.4.1	Descripción de la categoría	472
6.4.2	Metodología	475
6.4.3	Incertidumbre	479
6.4.4	Nuevos cálculos	479
6.4.5	Planes de mejora	480
6.5	Humedales (4D)	481
6.5.1	Descripción de la categoría	481
6.5.2	Metodología	484
6.5.3	Incertidumbre	486
6.5.4	Nuevos cálculos	487
6.5.5	Planes de mejora	487
6.6	Asentamientos (4E)	488
6.6.1	Descripción de la categoría	488
6.6.2	Metodología	490
6.6.3	Incertidumbre	492
6.6.4	Nuevos cálculos	493
6.6.5	Planes de mejora	494
6.7	Otras tierras (4F)	494
6.7.1	Descripción de la categoría	494
6.7.2	Metodología	496
6.7.3	Incertidumbre	498
6.7.4	Nuevos cálculos	499
6.7.5	Planes de mejora	500

6.8	Productos madereros (4G).....	500
6.8.1	Descripción de la categoría.....	500
6.8.2	Metodología	500
6.8.3	Incertidumbre	503
6.8.4	Nuevos cálculos	503
6.8.5	Planes de mejora	504
6.9	Emisiones directas de N ₂ O procedentes de las aportaciones de nitrógeno (N) en suelos gestionados (4(I)).....	504
6.10	Emisiones y absorciones procedentes del drenaje y rehumectación y otras prácticas de gestión de suelos orgánicos y minerales (4(II)).....	504
6.11	Emisiones directas de N ₂ O procedentes de la mineralización/inmovilización de N relacionadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica en suelos minerales debido a cambios en el uso de la tierra o a prácticas de gestión (4(III)).....	505
6.11.1	Descripción	505
6.11.2	Metodología	505
6.11.3	Incertidumbre	506
6.11.4	Nuevos cálculos	507
6.11.5	Planes de mejora	508
6.12	Emisiones indirectas de N ₂ O procedentes de suelos gestionados (4(IV))	508
6.12.1	Descripción	508
6.12.2	Metodología	509
6.12.3	Incertidumbre	510
6.12.4	Nuevos cálculos	510
6.12.5	Planes de mejora	511
6.13	Emisiones debidas a incendios y quemas controladas (4(V)).....	511
6.13.1	Descripción	511
6.13.2	Metodología	512
6.13.3	Incertidumbre	515
6.13.4	Nuevos cálculos	516
6.13.5	Planes de mejora	517

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6.1.1.	Cobertura de estimación de emisiones/absorciones de GEI en el sector LULUCF	435
Tabla 6.1.2.	Emisiones/absorciones en el sector LULUCF (cifras en kt CO ₂ -eq).....	436
Tabla 6.1.3.	Definiciones de las categorías de uso de la tierra del sector LULUCF.....	438
Tabla 6.1.4.	Superficies de los usos de la tierra del sector LULUCF (cifras en hectáreas)	439
Tabla 6.1.5.	Correspondencias entre nomenclaturas UNFCCC y Reglamento LULUCF	441
Tabla 6.1.6.	Depósitos de carbono del sector LULUCF para UNFCCC y Reglamento LULUCF.....	441
Tabla 6.1.7.	Existencias de carbono nacionales de los depósitos (t C/ha)	442
Tabla 6.1.8.	Periodos de equilibrio y CSC nacionales de los depósitos (cifras en años y t C/ha.año, respectivamente)	443
Tabla 6.1.9.	Síntesis metodológica de la estimación del CSC de los depósitos en el sector LULUCF	444
Tabla 6.1.10.	Síntesis metodológica de la estimación del CSC de los HWP y otras fuentes de GEI en el sector LULUCF.....	445
Tabla 6.1.11.	Incertidumbre del sector LULUCF con el método IPCC Nivel 1. Año 2021.	447
Tabla 6.1.12.	Potenciales problemas identificados por el equipo revisor de la edición 2022 del Inventario Nacional (serie 1990-2020).....	449
Tabla 6.1.13.	Resumen de los cambios en las variables de actividad realizados en la edición 2023 del Inventario Nacional (serie 1990-2021) en el sector LULUCF	451
Tabla 6.1.14.	Resumen y cuantificación de los nuevos cálculos realizados en la edición 2023 del Inventario Nacional (serie 1990-2021) en el sector LULUCF. Año 2020.....	452
Tabla 6.2.1.	Emisiones/absorciones en la categoría FL (4A) (cifras en kt CO ₂ -eq)	453
Tabla 6.2.2.	Superficies acumuladas y anuales de la categoría FL (4A) (cifras en hectáreas)	454
Tabla 6.2.3.	Emisiones/absorciones de CSC en la categoría FL (4A) (cifras en kt CO ₂)	455
Tabla 6.2.4.	Incertidumbre de la categoría FL (4A)	460
Tabla 6.3.1.	Emisiones/absorciones en la categoría CL (4B) (cifras en kt CO ₂ -eq)	462
Tabla 6.3.2.	Superficies acumuladas y anuales de la categoría CL (4B) (cifras en hectáreas)	464
Tabla 6.3.3.	Emisiones/absorciones de CSC en la categoría CL (4B) (cifras en kt CO ₂).....	465
Tabla 6.3.4.	Transiciones de cultivos con origen/destino leñoso (cifras en hectáreas)	466
Tabla 6.3.5.	Resumen de la información de partida para el cálculo de la tasa de acumulación y pérdida de biomasa en la categoría CL (4B)	466
Tabla 6.3.6.	Emisiones/absorciones de CSC de LB en la categoría CL (4B) (cifras en kt CO ₂).....	467
Tabla 6.3.7.	Emisiones/absorciones de CSC de LB en la subcategoría 4B1 (cifras en kt CO ₂).....	467
Tabla 6.3.8.	Superficies mínimas de las prácticas conservadoras de suelos de los cultivos leñosos en la subcategoría 4B1 (cifras en hectáreas)	468
Tabla 6.3.9.	Emisiones/absorciones de CSC de suelos minerales (SOC) en la subcategoría 4B1 (cifras en kt CO ₂).....	468
Tabla 6.3.10.	Emisiones/absorciones de CSC de LB en la subcategoría 4B2 (cifras en kt CO ₂).....	470
Tabla 6.3.11.	Incertidumbre de la categoría CL (4B)	471
Tabla 6.4.1.	Emisiones/absorciones en la categoría GL (4C) (cifras en kt CO ₂ -eq).....	473
Tabla 6.4.2.	Superficies acumuladas y anuales de la categoría GL (4C) (cifras en hectáreas).....	474
Tabla 6.4.3.	Emisiones/absorciones de CSC en la categoría GL (4C) (cifras en kt CO ₂).....	475
Tabla 6.4.4.	Superficies de pastizales herbáceos sometidos a prácticas de gestión de suelos en la subcategoría 4C1 (cifras en hectáreas).....	477
Tabla 6.4.5.	Emisiones/absorciones de CSC de suelos minerales (SOC) en la subcategoría 4C1 (cifras en kt CO ₂)	477
Tabla 6.4.6.	Incertidumbre de la categoría GL (4C).....	479
Tabla 6.5.1.	Emisiones/absorciones en la categoría WL (4D) (cifras en kt CO ₂ -eq)	481
Tabla 6.5.2.	Superficies acumuladas y anuales de la categoría WL (4D) (cifras en hectáreas)	483
Tabla 6.5.3.	Emisiones de la explotación de turberas en la subcategoría 4D11 (cifras en kt para CO ₂ y en toneladas para los otros gases).....	485
Tabla 6.5.4.	Incertidumbre de la categoría WL (4D)	486
Tabla 6.6.1.	Emisiones/absorciones en la categoría SL (4E) (cifras en kt CO ₂ -eq)	488
Tabla 6.6.2.	Superficies acumuladas y anuales de la categoría SL (4E) (cifras en hectáreas)	489
Tabla 6.6.3.	Emisiones/absorciones de CSC en la categoría SL (4E) (cifras en kt CO ₂)	490
Tabla 6.6.4.	Incertidumbre de la categoría SL (4E)	493
Tabla 6.7.1.	Emisiones/absorciones en la categoría OL (4F) (cifras en kt CO ₂ -eq)	495
Tabla 6.7.2.	Superficies acumuladas y anuales de la categoría OL (4F) (cifras en hectáreas)	496
Tabla 6.7.3.	Emisiones/absorciones de CSC en la categoría OL (4F) (cifras en kt CO ₂).....	497
Tabla 6.7.4.	Incertidumbre de la categoría OL (4F)	499
Tabla 6.8.1.	Datos de la variable de actividad de HWP (4G)	501
Tabla 6.8.2.	Datos de madera en rollo y pulpa de madera para la estimación de HWP (4G).....	502
Tabla 6.8.3.	Valores por defecto de los parámetros de conversión y vida media de HWP (4G)	503
Tabla 6.8.4.	Emisiones/absorciones en la categoría HWP (4G) (cifras en kt CO ₂)	503
Tabla 6.8.5.	Incertidumbre de la categoría HWP (4G)	503
Tabla 6.11.1.	Emisiones directas de N ₂ O por pérdida de C del suelo en tierras en transición (4(III)) (cifras en toneladas de N ₂ O).....	506
Tabla 6.11.2.	Incertidumbre de las emisiones directas de N ₂ O de N mineralizado por pérdida de C del suelo (4(III)).....	507

Tabla 6.12.1.	Emisiones indirectas de N ₂ O por lixiviación/escorrentía de N del suelo (4(IV)2) (cifras en toneladas de N ₂ O).....	509
Tabla 6.12.2.	Incertidumbre de las emisiones indirectas de N ₂ O por lixiviación/escorrentía de N del suelo (4(IV)2).....	510
Tabla 6.13.1.	Fuentes de información de los incendios y quemas controladas (4(V))	513
Tabla 6.13.2.	Variable de actividad para el cálculo de las emisiones de incendios y quemas controladas (4(V)) (cifras en hectáreas).....	513
Tabla 6.13.3.	Emisiones causadas por incendios (4(V) <i>Wildfires</i>) (cifras en kt de CO ₂ y en toneladas para CH ₄ y N ₂ O)	515
Tabla 6.13.4.	Emisiones causadas por quemas controladas (4(V) <i>Controlled burning</i>) (cifras en kt de CO ₂ y en toneladas para CH ₄ y N ₂ O).....	515
Tabla 6.13.5.	Incertidumbre de las emisiones de incendios y quemas controladas (4(V)).....	516

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 6.1.1.	Emisiones/absorciones en el sector LULUCF (cifras en kt CO ₂ -eq).....	436
Figura 6.1.2.	Emisiones/absorciones en el sector LULUCF sin la categoría 4A (cifras en kt CO ₂ -eq).....	437
Figura 6.2.1.	Emisiones/absorciones en la categoría FL (4A) (cifras en kt CO ₂ -eq)	453
Figura 6.2.2.	Superficies acumuladas de la categoría FL (4A) (cifras en miles de hectáreas)	455
Figura 6.2.3.	Emisiones/absorciones de CSC en la categoría FL (4A) (cifras en kt CO ₂)	456
Figura 6.2.4.	Emisiones/absorciones en la categoría FL (4A). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt CO ₂ -eq)	461
Figura 6.3.1.	Emisiones/absorciones en la categoría CL (4B) (cifras en kt CO ₂ -eq)	463
Figura 6.3.2.	Transiciones de cultivos con origen/destino leñoso (cifras en hectáreas)	463
Figura 6.3.3.	Emisiones/absorciones de CSC en la categoría CL (4B) (cifras en kt CO ₂)	465
Figura 6.3.4.	Emisiones/absorciones en la categoría CL (4B). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt CO ₂ -eq)	472
Figura 6.4.1.	Emisiones/absorciones en la categoría GL (4C) (cifras en kt CO ₂ -eq).....	473
Figura 6.4.2.	Superficies acumuladas de la categoría GL (4C) (cifras en miles de hectáreas).....	475
Figura 6.4.3.	Emisiones/absorciones de CSC en la categoría GL (4C) (cifras en kt CO ₂).....	476
Figura 6.4.4.	Emisiones/absorciones en la categoría GL (4C). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt CO ₂ -eq).....	480
Figura 6.5.1.	Emisiones/absorciones en la categoría WL (4D) (cifras en kt CO ₂ -eq)	482
Figura 6.5.2.	Superficies acumuladas de la categoría WL (4D) (cifras en miles de hectáreas)	484
Figura 6.5.3.	Emisiones/absorciones en la categoría WL (4D). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt CO ₂ -eq)	487
Figura 6.6.1.	Emisiones/absorciones en la categoría SL (4E) (cifras en kt CO ₂ -eq)	489
Figura 6.6.2.	Superficies acumuladas de la categoría SL (4E) (cifras en miles de hectáreas)	490
Figura 6.6.3.	Emisiones/absorciones de CSC en la categoría SL (4E) (cifras en kt CO ₂)	491
Figura 6.6.4.	Emisiones/absorciones en la categoría SL (4E). Edición 2023 vs. Edición 2022 (cifras en kt CO ₂ -eq).....	494
Figura 6.7.1.	Emisiones/absorciones en la categoría OL (4F) (cifras en kt CO ₂ -eq).....	495
Figura 6.7.2.	Superficies acumuladas de la categoría OL (4F) (cifras en miles de hectáreas).....	496
Figura 6.7.3.	Emisiones/absorciones de CSC en la categoría OL (4F) (cifras en kt CO ₂).....	497
Figura 6.7.4.	Emisiones/absorciones en la categoría OL (4F). Edición 2023 vs. Edición 2022 (cifras en kt CO ₂ -eq).....	500
Figura 6.8.1.	Emisiones/absorciones en la categoría HWP (4G). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt CO ₂ -eq)	504
Figura 6.11.1.	Emisiones directas de N ₂ O por pérdida de C del suelo (4(III)). Edición 2023 vs. Edición 2022 (cifras en toneladas de N ₂ O).....	508
Figura 6.12.1.	Emisiones indirectas de N ₂ O por lixiviación/escorrentía de N del suelo (4(IV)2). Edición 2023 vs. Edición 2022 (cifras en toneladas de N ₂ O)	511
Figura 6.13.1.	Emisiones de quemas de biomasa (4(V)). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt CO ₂ -eq).....	517

6 USO DE LA TIERRA, CAMBIOS DE USOS DE LA TIERRA Y SELVICULTURA (CRF 4)

6.1 Panorámica del sector

En este capítulo se aborda el sector del Uso de la Tierra, Cambios del Uso de la Tierra y Selvicultura (LULUCF, por sus siglas en inglés). Este sector clasifica los usos de la tierra en seis categorías: Tierras forestales, Tierras de cultivo, Pastizales, Humedales, Asentamientos y Otras tierras (FL, CL, GL, WL, SL y OL, por sus siglas en inglés), que en la nomenclatura CRF vienen referidas como 4A, 4B, 4C, 4D, 4E y 4F, respectivamente.

En la tabla siguiente se resume la cobertura de estimación de España de las emisiones y absorciones de CO₂ y otros gases de efecto invernadero (GEI) del sector LULUCF.

Tabla 6.1.1. Cobertura de estimación de emisiones/absorciones de GEI en el sector LULUCF

Fuentes de emisión/sumideros de absorción		Nomenclatura CRF	GEI
Cambio en las existencias de carbono (C)	Biomasa viva	4A, 4B, 4C, 4D, 4E y 4F	CO ₂
	Madera muerta		
	Detritus		
	Suelos minerales		
	Productos madereros	4G	
Otras fuentes de emisión	Drenaje y rehumectación y otras prácticas de gestión de suelos orgánicos y minerales - Explotación de turberas	4(II)	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O
	Mineralización del nitrógeno (N) relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales	4(III)	N ₂ O
	Lixiviación y escorrentía del N mineralizado relacionado con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales	4(IV)2	N ₂ O
	Incendios y quemaduras controladas	4(V)	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O

Observaciones: En España no se aplican las prácticas a las que se hace referencia o no se dispone de una estimación de las emisiones/absorciones asociadas a la categoría CRF 4(I) y a la subcategoría CRF 4(IV)1, tal y como se menciona más adelante en este capítulo.

Las estimaciones presentadas en esta edición 2023 del Inventario Nacional (serie 1990-2021), además de incluir las correspondientes al año 2021, modifican las del período 1990-2020, publicadas en la edición anterior del Inventario Nacional, debido a los cambios en la información de base disponible.

Todos estos aspectos se comentan más adelante, en el apartado 6.1.8 de este capítulo.

6.1.1 Evolución de las emisiones y absorciones del sector LULUCF

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones (+) y las absorciones (-) de CO₂, CH₄ y N₂O del sector LULUCF, expresadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq)¹.

Los datos detallados de emisiones del Inventario Nacional pueden consultarse en la página web del MITECO-SEI [TablaWeb](#).

¹ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del quinto *Assessment Report*: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

Tabla 6.1.2. Emisiones/absorciones en el sector LULUCF (cifras en kt CO₂-eq)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
4A Tierras forestales	-34.250	-42.066	-43.402	-40.963	-40.392	-40.266	-39.917
4B Tierras de cultivo	2.090	1.036	-1.101	-2.166	-2.974	-2.763	-3.472
4C Pastizales	-433	-1.081	-1.574	-1.095	-1.392	-1.433	-1.396
4D Humedales	-138	-104	-129	-112	-96	-83	-78
4E Asentamientos	830	1.114	2.408	1.596	1.777	1.791	1.802
4F Otras tierras	5	9	6	4	6	6	6
4G Productos madereros	-2.020	-3.308	-368	-1.836	-2.168	-1.358	-1.477
4(IV)2 Emisiones indirectas de N ₂ O	20	18	16	13	10	10	9
TOTAL LULUCF (kt CO₂-eq)	-33.896	-44.382	-44.145	-44.559	-45.229	-44.095	-44.522
Emisiones LULUCF	2.944	2.177	2.430	1.613	1.793	1.807	1.817
Absorciones LULUCF	-36.840	-46.559	-46.575	-46.172	-47.023	-45.902	-46.339

Nota: Los valores indicados en esta tabla para las seis categorías de uso de la tierra (4A a 4F) representan las emisiones/absorciones netas resultantes de la estimación de los cambios de existencias de C de los depósitos y de las otras fuentes de emisión citadas en la tabla 6.1.1 salvo la categoría 4G y la fuente de emisión 4(IV)2, que se reflejan de manera independiente.

En la figura siguiente aparecen representadas las citadas emisiones/absorciones.

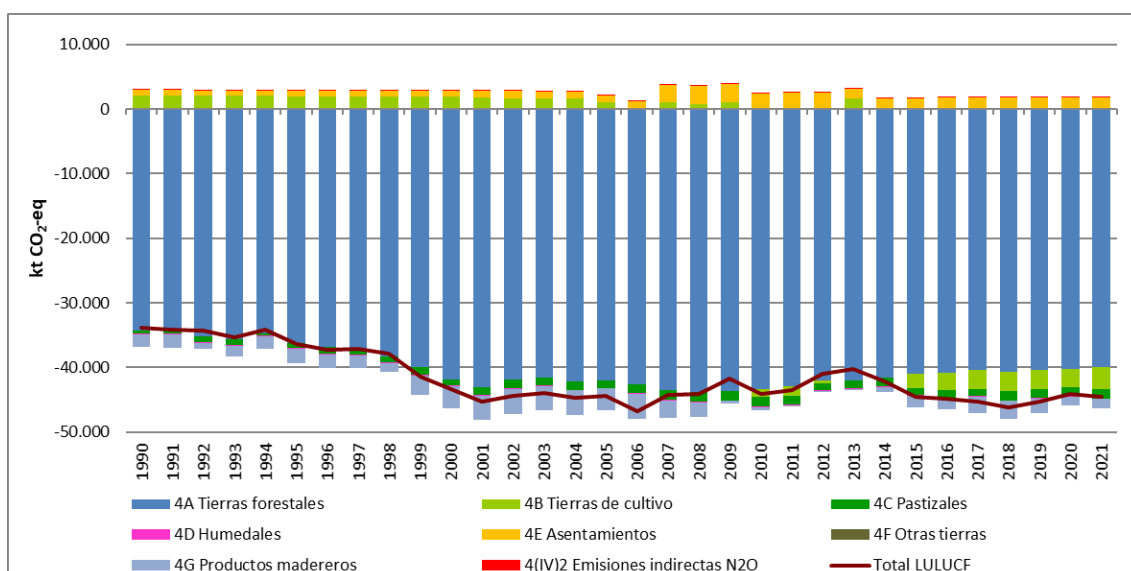


Figura 6.1.1. Emisiones/absorciones en el sector LULUCF (cifras en kt CO₂-eq)

Dado que las emisiones/absorciones del sector LULUCF están dominadas por la categoría FL, en la figura siguiente ésta ha sido eliminada, para poder observar los niveles relativos de las otras categorías y fuentes de emisión.

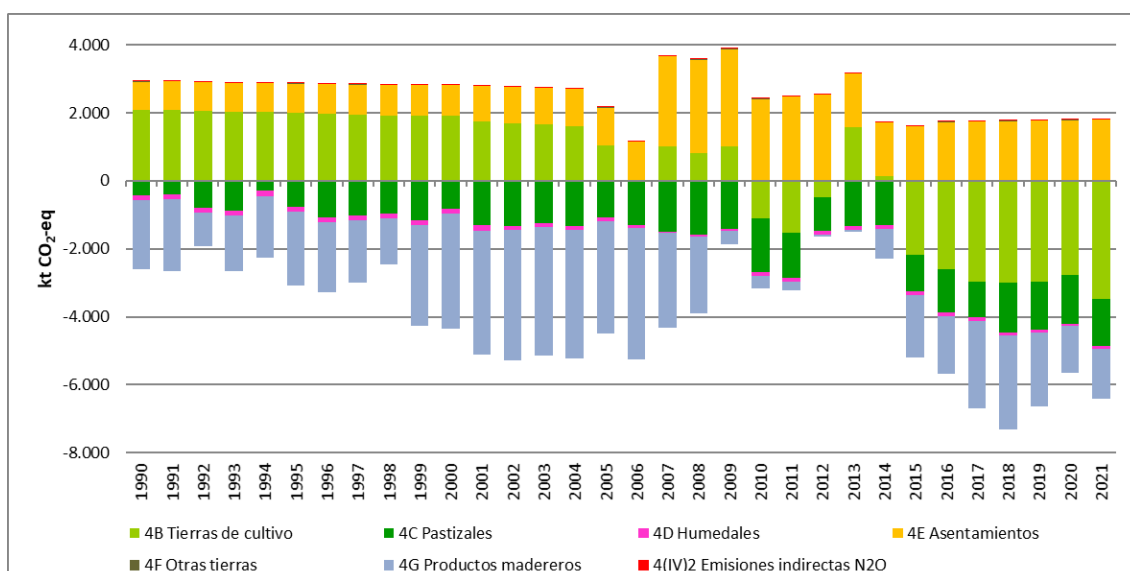


Figura 6.1.2. Emisiones/absorciones en el sector LULUCF sin la categoría 4A (cifras en kt CO₂-eq)

La evolución de la tendencia de las emisiones/absorciones del sector LULUCF en el Inventario Nacional presenta cuatro periodos diferenciados:

- El periodo 1990-2001, con una pauta de absorción creciente, que viene determinada, en gran parte, por la tendencia creciente de las absorciones de FL y HWP, destacando la reducción de absorciones que se producen:
 - i. en el año 1994, que representa el peor año de incendios forestales, en superficies afectadas, del periodo inventariado; y
 - ii. en los años 1997 y 1998, con la reducción de las absorciones asociadas a HWP.
- El periodo 2001-2013, con una pauta general de absorción decreciente, salvo en los picos de absorción en los años 2006, 2010 y 2011. En este periodo se conjugan:
 - i. la estabilización del cambio de existencias de C en FL, con una ligera reducción en la parte inicial y final del periodo;
 - ii. el descenso de las absorciones de HWP, con una estabilización en la primera mitad del periodo (2001-2006) seguida de un descenso brusco de 2007 a 2013, produciéndose en el año 2012 el mínimo de absorciones de la serie; y
 - iii. la sucesión de picos de absorción/emisión en CL, fundamentalmente emisora, en la que destacan los años 2006, 2010, 2011 y 2012 por absorbentes.
- El periodo 2013-2018, con una pauta general de aumento de las absorciones netas vinculado al acusado aumento de las absorciones en CL y HWP, que superan el descenso que se produce en las absorciones en FL.
- El periodo 2018-2020, con una pauta general de absorción decreciente, relacionada con el descenso de las absorciones en HWP, que se une a la de FL.

En el año 2021 se identifica un aumento de las absorciones que analizará en próximas ediciones del Inventario Nacional, cuando se dispongan de datos actualizados de todas las variables de estimación de las emisiones/absorciones del sector LULUCF para el año citado.

6.1.2 Definiciones de las categorías de uso de la tierra

Las definiciones adoptadas por el Inventario Nacional para las categorías de uso de la tierra, coherentes con las definiciones de las Directrices del IPCC de 2006 para los Inventarios

Nacionales de Gases de Efecto Invernadero² (en adelante, Guía IPCC 2006) (apdo. 3.2, cap. 3, vol. 4), se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 6.1.3. Definiciones de las categorías de uso de la tierra del sector LULUCF

Categoría	Definición
Tierras forestales (FL)	Tierra con vegetación leñosa y coherente con los umbrales utilizados para definir las tierras forestales en el Inventario Nacional. También comprende sistemas con vegetación actualmente inferior al umbral de la categoría FL, pero que se espera que lo rebasen.
	La definición operativa de bosque para la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) y para el primer periodo del Acuerdo de París, queda determinada por las siguientes especificaciones: <i>Bosque, comprende las tierras pobladas con especies forestales arbóreas como manifestación vegetal dominante y que se ajusten a los siguientes parámetros:</i> - <i>Fracción de cabida cubierta arbórea (FCC) ≥ 20 %.</i> - <i>Superficie mínima 1 hectárea.</i> - <i>Altura mínima de los árboles maduros 3 metros.</i> <i>También deben ser considerados bosques, los sistemas de vegetación actualmente inferiores a dichos umbrales pero que se espera que lo rebasen.</i> <i>Adicionalmente se ha considerado para el cómputo de las superficies de bosque un umbral de anchura mínima de 25 metros para los elementos lineales⁽¹⁾.</i>
Tierras de cultivo (CL)	Tierra cultivada, incluidos los arrozales y los sistemas de agro-silvicultura donde la estructura de la vegetación se encuentra por debajo de los umbrales utilizados para la categoría FL. Esta categoría se divide en: cultivos herbáceos y cultivos leñosos.
Pastizales (GL)	Tierras de pastoreo y pastizales dominados por vegetación herbácea o arbustiva, así como con vegetación leñosa con FCC arbórea mayor o igual a 10 %, que no se consideran CL y que están por debajo de los valores umbrales utilizados en la categoría FL.
Humedales (WL)	Superficies cubiertas o saturadas por agua durante la totalidad o parte del año y que no está dentro de las categorías FL, CL o GL.
Asentamientos o artificial (SL)	Toda la tierra desarrollada, incluidas las infraestructuras de transporte y los asentamientos humanos de cualquier tamaño, a menos que estén incluidos en otras categorías.
Otras tierras (OL)	Suelo desnudo, roca, hielo y todas aquellas zonas que no estén incluidas en ninguna de las otras cinco categorías anteriores.

⁽¹⁾ Esta restricción del umbral de anchura mínima no se aplica en el Inventario Forestal Nacional a las riberas arboladas con especies autóctonas o asilvestradas de estructura irregular, origen natural y gran biodiversidad, dado su gran valor ecológico.

6.1.3 Procedimiento de estimación de las superficies de los usos de la tierra y cambios de uso de la tierra

El procedimiento utilizado en el Inventario Nacional para la estimación de las superficies de los usos de la tierra y de cambios de uso de la tierra en el periodo 1990-2021³, se basa en una nueva explotación de diferentes bases cartográficas, entre las que destacan las siguientes:

- Cartografías CORINE LAND COVER (CLC) de 1990, 2000, 2006 y 2012;
- Mapas de Cultivos y Aprovechamientos (MCA) de España: ediciones 1980-1990⁴ (MCA1) y 2000-2010 (MCA2);
- Mapa Forestal de España (MFE) 1:50.000 (MFE50), edición 1996-2007; y Fotos Fijas del MFE (FF) de 2009, 2012, 2015 y 2018; y
- Mapas consolidados del Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC) de 2009, 2012, 2015 y 2018; entre otras.

Este procedimiento es el resultado de un proyecto cartográfico acometido de forma coherente para la serie temporal completa y sobre una base explícita en el espacio y que, por tanto, se

² <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

³ En el periodo 2019-2021, a falta de información específica, se extrapolan todas las transiciones identificadas en el último periodo con información disponible, 2015-2018.

⁴ La mayor parte de los trabajos de campo para elaborar el mapa tuvieron lugar en la década de los 70.

corresponde con el método de representación 3 (datos de conversión del uso de la tierra explícitos en el espacio) del capítulo 3, volumen 4 de la Guía IPCC 2006⁵.

Como parte del citado proyecto cartográfico, se ha desarrollado una nueva serie cartográfica completa entre los años 1970 y 2018, formada por 8 mapas de uso de la tierra para los años de referencia 1970, 1990, 2000, 2006, 2009, 2012, 2015 y 2018. Los cambios de uso de la tierra se han obtenido mediante interpolación lineal de los cambios detectados entre años de referencia consecutivos, generándose las matrices de uso y cambios de uso de la tierra siguientes: 1970-1990, 1990-2000, 2000-2006, 2006-2009, 2009-2012, 2012-2015 y 2015-2018. Al no disponer de fuentes de información cartográficas para el año 2021, en el momento de estimación de esta edición del Inventario Nacional (1990-2021), se han mantenido todos los cambios de uso de la tierra detectados⁶ entre las fechas de referencia 2015 y 2018.

El procedimiento utilizado por el Inventario Nacional en la estimación de las superficies de los usos de la tierra y de cambios de uso de la tierra en el periodo 1990-2018 puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF](#)⁷.

En la tabla siguiente se muestra una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las superficies estimadas en el Inventario Nacional, expresadas en hectáreas, diferenciando las superficies que en cada uso permanecen como tales respecto al año anterior (FL → FL, por ejemplo) de las superficies de cambios de uso (L → FL, por ejemplo) desde 1970 a 2021, y utilizando el periodo de años de transición por defecto de la Guía IPCC 2006 (20 años).

Tabla 6.1.4. Superficies de los usos de la tierra del sector LULUCF (cifras en hectáreas)

Categoría	1970	1990	2010	2015	2020	2021
FL	12.204.670	14.287.224	16.683.656	16.794.494	17.125.273	17.191.429
FL → FL	12.204.670	11.981.312	14.004.488	14.705.126	15.388.753	15.546.696
L → FL	0	2.305.912	2.679.168	2.089.368	1.736.520	1.644.733
CL → FL	0	681.151	696.657	559.101	522.325	530.116
GL → FL	0	1.624.675	1.973.813	1.520.406	1.204.142	1.105.224
WL → FL	0	18	120	112	102	99
SL → FL	0	67	8.436	9.577	9.555	8.850
OL → FL	0	1	142	172	397	443
CL	20.799.628	19.805.516	18.391.920	18.102.043	17.596.301	17.495.152
CL → CL	20.799.628	19.372.033	17.880.445	17.734.883	17.354.665	17.271.549
L → CL	0	433.482	511.475	367.161	241.636	223.603
FL → CL	0	145.092	194.872	141.814	97.709	89.817
GL → CL	0	288.198	310.338	218.947	137.251	127.180
WL → CL	0	16	277	260	225	222
SL → CL	0	174	5.734	5.892	6.153	6.080
OL → CL	0	2	253	248	298	303
GL	15.944.886	14.538.589	12.968.711	12.961.458	13.033.587	13.048.013
GL → GL	15.944.886	13.937.454	12.124.789	12.276.333	12.272.108	12.251.588
L → GL	0	601.135	843.922	685.125	761.479	796.425
FL → GL	0	35.208	29.844	18.551	7.299	7.101
CL → GL	0	565.453	805.506	656.921	743.292	778.543
WL → GL	0	85	585	606	569	520
SL → GL	0	389	7.985	9.045	10.319	10.261
OL → GL	0	0	2	1	0	0

⁵ Información incluida siguiendo las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2021 (ID# L.4).

⁶ Procedimiento que sigue las recomendaciones provisionales de la revisión de la UNFCCC de 2022 (ID# L.8).

⁷ Información incluida siguiendo las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2021 (ID# L.4).

Categoría	1970	1990	2010	2015	2020	2021
WL	498.135	550.932	595.058	601.046	600.998	600.989
WL → WL	498.135	497.955	549.793	561.561	573.405	574.434
L → WL	0	52.977	45.265	39.485	27.593	26.555
FL → WL	0	13.147	11.118	9.600	6.706	6.307
CL → WL	0	20.131	18.298	15.274	9.523	9.279
GL → WL	0	19.685	13.911	12.669	9.468	9.161
SL → WL	0	9	1.937	1.940	1.894	1.805
OL → WL	0	4	1	2	2	2
SL	729.529	1.014.335	1.565.416	1.748.597	1.853.068	1.873.962
SL → SL	729.529	728.890	990.204	1.074.620	1.159.931	1.178.118
L → SL	0	285.445	575.212	673.977	693.136	695.844
FL → SL	0	29.869	46.696	49.734	62.160	63.757
CL → SL	0	160.744	404.307	488.378	473.843	472.305
GL → SL	0	74.604	115.623	128.196	151.645	154.020
WL → SL	0	53	158	156	158	161
OL → SL	0	20.175	8.429	7.512	5.330	5.601
OL	445.351	425.603	417.438	414.562	412.973	412.655
OL → OL	445.351	425.168	416.776	414.045	412.330	411.982
L → OL	0	435	662	517	643	673
FL → OL	0	42	206	175	152	129
CL → OL	0	115	302	239	427	480
GL → OL	0	270	114	62	24	25
WL → OL	0	7	1	2	2	2
SL → OL	0	0	39	39	39	37
TOTAL	50.622.199	50.622.199	50.622.199	50.622.199	50.622.199	50.622.199

España, como Parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), y al haber ratificado el Acuerdo de París (PA, por sus siglas en inglés), debe presentar un informe sobre el inventario nacional de las emisiones antropogénicas por las fuentes y las absorciones antropogénicas por los sumideros de GEI, de acuerdo con el artículo 13.7.a de dicho acuerdo.

En la tabla siguiente se muestra la correspondencia entre las categorías de la UNFCCC y las categorías contables establecidas en el Reglamento (UE) 2018/841 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 sobre la inclusión de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero resultantes del uso de la tierra, el cambio de uso de la tierra y la silvicultura en el marco de actuación en materia de clima y energía hasta 2030, y por el que se modifican el Reglamento (UE) n.º 525/2013 y la Decisión n.º 529/2013/UE (en adelante, Reglamento LULUCF) para el periodo 2021-2025.

Tabla 6.1.5. Correspondencias entre nomenclaturas UNFCCC y Reglamento LULUCF

Categoría	UNFCCC	Reglamento LULUCF	Categoría	UNFCCC	Reglamento LULUCF
FL → FL	4A1	Tierras forestales gestionadas (managed forest land)	WL → WL	4D1	Humedales gestionados (managed wetland)
L → FL	4A2	Tierras forestadas (afforested land)	L → WL	4D2	-
CL → FL	4A21		FL → WL	4D221	Tierras deforestadas (deforested land)
GL → FL	4A22		CL → WL	4D222	Cultivos gestionados (managed cropland)
WL → FL	4A23		GL → WL	4D223	Pastos gestionados (managed grassland)
SL → FL	4A24		SL → WL	4D224	Humedales gestionados (managed wetland)
OL → FL	4A25		OL → WL	4D225	
CL → CL	4B1	Cultivos gestionados (managed cropland)	SL → SL	4E1	-
L → CL	4B2	-	L → SL	4E2	-
FL → CL	4B21	Tierras deforestadas (deforested land)	FL → SL	4E21	Tierras deforestadas (deforested land)
GL → CL	4B22	Cultivos gestionados (managed cropland)	CL → SL	4E22	Cultivos gestionados (managed cropland)
WL → CL	4B23		GL → SL	4E23	Pastos gestionados (managed grassland)
SL → CL	4B24		WL → SL	4E24	Humedales gestionados (managed wetland)
OL → CL	4B25		OL → SL	4E25	-
GL → GL	4C1	Pastos gestionados (managed grassland)	OL → OL	4F1	-
L → GL	4C2	-	L → OL	4F2	-
FL → GL	4C21	Tierras deforestadas (deforested land)	FL → OL	4F21	Tierras deforestadas (deforested land)
CL → GL	4C22	Pastos gestionados (managed grassland)	CL → OL	4F22	Cultivos gestionados (managed cropland)
WL → GL	4C23		GL → OL	4F23	Pastos gestionados (managed grassland)
SL → GL	4C24		WL → OL	4F24	Humedales gestionados (managed wetland)
OL → GL	4C25		SL → OL	4F25	-

6.1.4 Síntesis metodológica

La mayor parte de las emisiones/absorciones de CO₂ estimadas en el sector LULUCF proceden del cambio en las existencias de C (CSC, por sus siglas en inglés) de los depósitos de la UNFCCC; que figuran en la tabla siguiente junto con la desagregación con la que estos se informan según el Reglamento LULUCF (indicando entre paréntesis las siglas en inglés).

Tabla 6.1.6. Depósitos de carbono del sector LULUCF para UNFCCC y Reglamento LULUCF

UNFCCC	Reglamento LULUCF
Biomasa viva (LB)	Biomasa viva aérea (AGB)
	Biomasa viva subterránea (BGB)
Materia orgánica muerta (DOM)	Madera muerta (DW)
	Detritus (LT)
Carbono orgánico del suelo ⁽¹⁾ (SOC)	

⁽¹⁾ Los suelos pueden ser de tipo mineral o de tipo orgánico.

A estos depósitos se les añaden los productos madereros (HWP), considerados como una categoría por la UNFCCC y como un depósito adicional por el Reglamento LULUCF en las categorías contables tierras forestadas y tierras forestales gestionadas.

El CSC de cada categoría se calcula, siguiendo la ecuación 2.3 (cap. 2, vol. 4) de la Guía IPCC 2006, como la suma de los CSC de todos los depósitos de C citados (AGB, BGB, DW, LT, SOC y HWP⁸).

En las superficies en transición entre usos⁹, el CSC se calcula como la diferencia entre las existencias de C finales, del uso de destino, y las iniciales, del uso de origen, divididas entre un periodo de 1 o 20 años (dependiendo de cada cambio de uso de la tierra y de cada depósito en particular), para que las existencias de C alcancen el equilibrio.

Los valores de las existencias de C nacionales adoptados para cada uno de los depósitos, según categorías, se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 6.1.7. Existencias de carbono nacionales de los depósitos (t C/ha)

Categoría	LB	DW	LT	SOC
FL	-(¹)	1,07(⁷)	3,02(¹²)	51,39(¹⁵)
CL	4,7(²)	0(⁸)	0,33(¹³)	31,48(¹⁵)
GL	2,867(³)	0(⁹)	0,41(¹³)	48,73(¹⁵)
WL	0(⁴)	0(¹⁰)	0(¹⁴)	62,95(¹⁵)
SL	0(⁵)	0(¹⁰)	0(¹⁴)	80 % uso previo(¹⁶)/38(¹⁷)
OL	0(⁶)	0(¹¹)	0(¹¹)	0(¹⁸)

(¹) Inventario Nacional (véase apdo. 6.2.4.1.1 y apdo. A3.2.1). -: No se utilizan valores nacionales en el cálculo.

(²) Guía IPCC 2006, vol. 4, cap. 6, apdo. 6.3.1.2 (cultivo anual) (Nivel 1).

(³) Guía IPCC 2006, vol. 4, cap. 6, cuadro 6.4 (biomasa no leñosa total (aérea y subterránea) y clima templado cálido-seco) (6,1 t m.s./ha x 0,47 t C/t m.s. = 2,867 t C/ha) (Nivel 1).

(⁴) Guía IPCC 2006, vol. 4, cap. 7, apdo. 7.3.2.1.

(⁵) Guía IPCC 2006, vol. 4, cap. 8, apdo. 8.3.1.1 (Nivel 1).

(⁶) Guía IPCC 2006, vol. 4, cap. 9, apdo. 9.3.1.1 (Nivel 1 y 2).

(⁷) Inventario Nacional (véase anexo 3, apdo. A3.2.9 de este informe).

(⁸) Guía IPCC 2006, vol. 4, cap. 5, apdo. 5.2.2.1 (Nivel 1).

(⁹) Guía IPCC 2006, vol. 4, cap. 6, apdo. 6.2.2.1 (Nivel 1).

(¹⁰) Guía IPCC 2006, vol. 4, cap. 2, apdo. 2.3.2.2 (Nivel 1).

(¹¹) Guía IPCC 2006, vol. 4, cap. 9, apdo. 9.3.2 (Nivel 1 y 2).

(¹²) Inventario Nacional (véase anexo 3, apdo. A3.2.10 de este informe).

(¹³) Inventario Nacional de GEI de Portugal: NIR 1990-2020, tabla 6.17, apdo. 6.1.3.3.3, pág. 6-29.

(¹⁴) Inventario Nacional: asunción (WL y SL) basada en la Guía IPCC 2006 (vol. 4, cap. 4, apdo. 4.3.2.1 (Nivel 1)).

(¹⁵) Inventario Nacional (véase anexo 3, apdo. A3.2.8 de este informe).

(¹⁶) Guía IPCC 2006, vol. 4, cap. 8, apdo. 8.3.3.2 (Nivel 1) ((i) suelos pavimentados), para transiciones hacia SL.

(¹⁷) Guía IPCC 2006, vol. 4, cap. 2, cuadro 2.3 (clima templado cálido seco y suelos HAC (*High Activity Clay*)), para las transiciones desde SL.

(¹⁸) Guía IPCC 2006, vol. 4, cap. 9, apdo. 9.3.3.2 (Nivel 1).

Además de los valores nacionales indicados en la tabla anterior, el Inventario Nacional también cuenta con valores provinciales de las existencias de C del depósito LB en el uso FL¹⁰ y del depósito SOC en los usos FL, CL, GL y WL¹¹. Estos valores provinciales se utilizan siempre que intervienen los citados usos y depósitos en el cálculo del CSC, dado que todas las superficies de transición entre usos de la tierra son provinciales.

⁸ La variación de las existencias anuales de C en el depósito HWP se estima de manera independiente al resto de depósitos y se describe en el apartado 6.8 de este informe.

⁹ Siguiendo las guías del IPCC, las superficies de las tierras en transición (L → FL, por ejemplo) se mantienen en esta categoría por un periodo de 20 años desde la fecha en la que se produce la conversión.

¹⁰ Estos valores pueden consultarse en el Inventario Nacional véase anexo 3, apdo. A3.2.1 de este informe).

¹¹ Estos valores pueden consultarse en el Inventario Nacional véase anexo 3, apdo. A3.2.8 de este informe).

En la tabla siguiente se muestran los periodos adoptados en el Inventario Nacional para que las existencias de C de los depósitos alcancen su equilibrio tras una transición entre usos de la tierra; y los valores de CSC (anual y por hectárea) para todas las transiciones y depósitos, calculados con los valores de las existencias de C por depósito de la tabla anterior.

Tabla 6.1.8. Periodos de equilibrio y CSC nacionales de los depósitos (cifras en años y t C/ha.año, respectivamente)

Origen	Destino	FL		CL		GL		WL		SL		OL	
		P	CSC	P	CSC	P	CSC	P	CSC	P	CSC	P	CSC
FL	LB			1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
	DW			1	-1,07	1	-1,07	1	-1,07	1	-1,07	1	-1,07
	LT			1	-2,69	1	-2,61	1	-3,02	1	-3,02	1	-3,02
	SOC			20	-1,00	20	-0,13	20	0,58	20	-0,51	20	-2,57
CL	LB	CS				20	-0,09	1	-4,70	1	-4,70	1	-4,70
	DW	20	0,05	NA		NA		NA		NA		NA	
	LT	20	0,13	NA		20	0,004	1	-0,33	1	-0,33	1	-0,33
	SOC	20	1,00	NA		20	0,86	20	1,57	20	-0,31	20	-1,57
GL	LB	CS		1	1,83	NA		1	-2,87	1	-2,87	1	-2,87
	DW	20	0,05	NA		NA		NA		NA		NA	
	LT	20	0,13	1	-0,08	NA		1	-0,41	1	-0,41	1	-0,41
	SOC	20	0,13	20	-0,86	NA		20	0,71	20	-0,49	20	-2,44
WL	LB	CS		1	4,70	1	2,87	NA		1	0	1	0
	DW	20	0,05	NA		NA		NA		NA		NA	
	LT	20	0,15	1	0,33	1	0,41	NA		NA		NA	
	SOC	20	-0,58	20	-1,57	20	-0,71	NA		20	-0,63	20	-3,15
SL	LB	CS		1	4,70	1	2,87	1	0	NA		1	0
	DW	20	0,05	NA		NA		NA		NA		NA	
	LT	20	0,15	1	0,33	1	0,41	NA		NA		NA	
	SOC	20	0,67	20	-0,33	20	0,54	20	1,25	NA		20	-1,90
OL	LB	CS		1	4,70	1	2,87	1	0	1	0	NA	
	DW	20	0,05	NA		NA		NA		NA		NA	
	LT	20	0,15	1	0,33	1	0,41	NA		NA		NA	
	SOC	20	2,57	20	1,57	20	2,44	20	3,15	20	0	NA	

P: Periodo de tiempo, en años, necesario para que las existencias de C alcancen el equilibrio después de un cambio de uso de la tierra. CSC: cambio anual de las existencias de C (diferencia entre el valor final y el valor inicial, dividida entre el periodo asignado).

CS: Específico del País. NA: No Aplicable (Not Applicable, en inglés). -: No se utilizan valores nacionales en el cálculo del CSC.

En la tabla siguiente se presenta una síntesis de la metodología empleada en la estimación del CSC de los depósitos del sector LULUCF.

Tabla 6.1.9. Síntesis metodológica de la estimación del CSC de los depósitos en el sector LULUCF

Origen	Destino	FL			CL			GL			WL			SL			OL					
		ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE	ME	VA	FE			
FL	LB	T2	NS	CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS			
	DW	T1 (BN)	NS	NA	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T2	NS	D, CS			
	LT	T1 (BN)	NS	NA	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T2	NS	D, CS			
	SOC	T1 (BN)	NS	NA	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS			
CL	LB	T1	NS	CS	T2	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS			
	DW	T1	NS	D, CS	T1 (BN)	NS	NA	T1	NS	D	T1	NS	D	1	NS	D	T1	NS	D			
	LT	T2	NS	D, CS	T1 (BN)	NS	NA	T2	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T2	NS	D, CS			
	SOC	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS			
GL	LB	T1	NS	CS	T1	NS	D, CS	NE (VA)			T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D			
	DW	T1	NS	D, CS	T1	NS	D	T1 (BN)	NS	NA	T1	NS	D	T1	NS	D	T1	NS	D			
	LT	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T1 (BN)	NS	NA	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T2	NS	D, CS			
	SOC	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS			
WL	LB	T1	NS	CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D	NO*, NE (NM)			T1	NS	D	T1	NS	D			
	DW	T1	NS	D, CS	T1	NS	D	T1	NS	D				T1	NS	D	T1	NS	D	T1	NS	D
	LT	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS				T1	NS	D, CS	T1	NS	D	T1	NS	D
	SOC	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS				T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS
SL	LB	T1	NS	CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1 (BN)	NS	NA	T1	NS	D			
	DW	T1	NS	D, CS	T1	NS	D	T1	NS	D	T1	NS	D	T1 (BN)	NS	NA	T1	NS	D			
	LT	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1 (BN)	NS	NA	T1	NS	D			
	SOC	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T1 (BN)	NS	NA	T1	NS	D			
OL	LB	T1	NS	CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D	T1	NS	D	T1	NS	D	NE (NM)					
	DW	T1	NS	D, CS	T1	NS	D	T1	NS	D	T1	NS	D	T1	NS	D						
	LT	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D, CS	T1	NS	D	T1	NS	D						
	SOC	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T2	NS	D, CS	T1	NS	D						

ME: Métodos; VA: Variables de actividad; FE: Factor de emisión/absorción y cambio de existencias.

T1: Nivel 1; T2: Nivel 2; NS: Estadísticas Nacionales; CS: Específico de País; D: Valor por defecto IPCC; T1 (BN): Se asume Balance Neutro, siguiendo la metodología de nivel 1.

NE (NM): Sin metodología en las guías IPCC. NE (VA): No se dispone de información de VA. NA: No aplica. NO: No ocurre.

* Véase la tabla 6.1.10 en la que figura la explotación de turberas.

En la tabla anterior se asigna el enfoque de nivel 2 (T2) a la metodología empleada en el cálculo del CSC de LT en los casos en los que se utilizan valores de existencias de C nacionales (españoles o portugueses) tanto en el uso de origen como de destino (transiciones entre FL, CL y GL); diferenciándola del enfoque de nivel 1 (T1) de la Guía IPCC 2006 (apdo. 2.3.2.2, cap. 2, vol. 4), que supone que los depósitos de DOM en las categorías no forestales de uso de la tierra tras la conversión equivalen a cero, es decir, no contienen C.

Asimismo, el enfoque de nivel 2 también se asigna a la metodología empleada en el cálculo del CSC de DW y LT en los casos en los que se utilizan valores de existencias de C nacionales (españoles o portugueses) con destino a OL (transiciones desde FL, para DW, y desde FL, CL y GL, para LT); de acuerdo con la Guía IPCC 2006 (apdo. 9.3.2, cap. 9, vol. 4).

En lo que respecta a la metodología empleada en el cálculo del CSC de SOC, también se asigna el enfoque de nivel 2 (T2) en los casos en los que se utilizan valores de existencias de C de referencia nacionales en el uso de origen o de destino (transiciones en las que intervienen los usos de la tierra FL, CL, GL y WL); en línea con el enfoque de nivel 2 de la Guía IPCC 2006 (apdo. 2.3.3.1, cap. 2, vol. 4), que lo define como una extensión natural del enfoque de nivel 1 que permite que incorporen datos específicos del país.

Por otra parte, en la siguiente tabla se presenta una síntesis de la metodología empleada en la estimación de las emisiones/absorciones derivadas del CSC de los HWP; y de las emisiones asociadas a: la explotación de turberas; la mineralización, lixiviación y escorrentía del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales; y la quema de biomasa.

Tabla 6.1.10. Síntesis metodológica de la estimación del CSC de los HWP y otras fuentes de GEI en el sector LULUCF

Fuente de GEI	ME	VA	FE
Variaciones en el depósito de HWP	T2	NS	D
Explotación de turberas	T1	NS	D
Mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales	T1	NS	D
Lixiviación y escorrentía del N mineralizado relacionado con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales	T1	NS	D
Quema biomasa (incendios y quemadas controladas)	T1/2	NS	D

ME: Métodos; VA: Variables de actividad; FE: Factor de emisión/absorción y cambio de existencias.

T1: Nivel 1; T2: Nivel 2; NS: Estadísticas Nacionales; D: Valor por defecto IPCC.

Las emisiones/absorciones derivadas del CSC en los diferentes usos de la tierra y cambios de uso de la tierra se incluyen en las tablas de reporte CRF 4A a 4F y se describen en los apartados 6.2 a 6.7 de este capítulo. La estimación de emisiones/absorciones derivadas del CSC de los HWP se reflejan en la tabla de reporte CRF 4G y en el apartado 6.8. Finalmente, los procedimientos de estimación de emisiones/absorciones derivadas de las prácticas y perturbaciones citadas en estas superficies se describen en los apartados 6.9 a 6.13 y se informan en las tablas de reporte CRF 4(I) a 4(V).

6.1.5 Incertidumbre y coherencia de las series temporales

6.1.5.1 Incertidumbre

Criterios utilizados de asignación de incertidumbre a las variables de actividad y factores de emisión/absorción

- **Incertidumbre de las variables de actividad**

La incertidumbre de la variable de actividad viene determinada por la incertidumbre propia de la cartografía sobre usos de la tierra y cambios de uso de la tierra. La nueva serie cartográfica

LULUCF ha utilizado como cartografía base la cartografía de CLC, los MCA, el MFE, las FF y los mapas consolidados SIGPAC, entre otras cartografías fuentes; estableciendo un valor del 8 % de incertidumbre.

En el caso de que la variable de actividad proceda de una fuente estadística, como puede ser la de la explotación de turberas, se considera una incertidumbre del 5 %.

Cuando la variable de actividad es una combinación de las anteriores, como en el caso de los incendios, se le asigna un valor de incertidumbre del 10 %. Sin embargo, la incertidumbre asociada a las quemas controladas, 40 %, es la misma que la prevista en la categoría 3F, Quema en campo abierto de residuos agrícolas (sector CRF 3, Agricultura).

La incertidumbre de la variable de actividad de los HWP, la cantidad de los productos semifinalizados, es una combinación de la incertidumbre de la fuente de datos (FAOSTAT) y de la incertidumbre de los valores por defecto de densidad y de la fracción de carbono (cuadro 12.6, cap. 12, vol. 4, de la Guía IPCC 2006), lo que genera una incertidumbre de en torno al 30 %.

Finalmente, a la variable de actividad de la estimación de las emisiones directas e indirectas de N₂O procedentes de la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales y su posterior lixiviación y escorrentía, se le ha asignado una incertidumbre del 300 %¹², que es el valor máximo tabulado de la escala de gradación que se cita más adelante, en el apartado de incertidumbres asociadas a los factores de emisión/absorción.

- **Incertidumbre de los factores de emisión/absorción**

La incertidumbre de los factores de emisión/absorción es, en general, mayor que la de las variables de actividad, cuando en la estimación de estas se parte de la superficie.

La incertidumbre de los factores de emisión/absorción en el sector LULUCF se asigna, por lo general, de forma cualitativa, siguiendo la escala de clasificación establecida en la tabla 3.2 “*Rating definitions*” del capítulo 5 “*Uncertainties*” de la parte A “*General Guidance Chapters*” de la Guía EMEP/EEA 2013¹³, que varía entre la letra A (menor incertidumbre) y la letra E (mayor incertidumbre).

Se ha asumido que los factores de emisión/absorción de LULUCF tienen como referencia general una incertidumbre del 100 %, que se corresponde con el límite inferior del rango de incertidumbre asociado a la letra D (del 100 % al 300 %¹⁴). Este es el caso de la mayor parte de las estimaciones de emisiones y absorciones derivadas de los CSC en los diferentes tipos de cambios de uso de la tierra.

Un valor superior frecuente es una incertidumbre de 200 %, que corresponde a la media del rango de la clase D, asignado a las absorciones de CO₂ de la categoría 4B1 (CL → CL), que proceden, en su mayor parte, de las prácticas de conservación de suelos.

En esta escala de gradación se ha considerado también la asignación de niveles de incertidumbre en el rango 10 % a 30 % para la clase A, del 20 % al 60 % para la clase B y del 50 % al 200 % para la clase C. Así, por ejemplo, las absorciones de la categoría 4A1 (FL → FL) tienen asignada una incertidumbre del 50 %, mientras que a las absorciones de la categoría 4A2 (L → FL) se les asigna una incertidumbre del 70 %.

La incertidumbre asignada a los factores de emisión de los incendios y quemas controladas (categoría 4(V)) es del 40 % para CH₄ y del 50 % para N₂O, basándose en información recogida

¹² Incertidumbre asignada a la estimación del CSC del depósito SOC.

¹³ <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2013>

¹⁴ Siguiendo las recomendaciones del ARR-2017, en la edición 2019 del Inventario Nacional (serie 1990-2017) se revisó el procedimiento de asignación de incertidumbres y se adoptó como valor máximo de incertidumbre, el valor tabulado más alto de la escala de clasificación de la Guía EMEP/EEA 2013.

en la Guía IPCC 2006 al respecto para sabana, pastizales y bosques no tropicales (cuadro 2.5, cap. 2, vol. 4).

El factor de emisión asociado a los HWP tiene una incertidumbre asociada del 50 %, de acuerdo con la información recogida en la Guía IPCC 2006 (cuadro 12.6, cap. 12, vol. 4).

En la estimación de las emisiones asociadas a la explotación de turberas se han utilizado los factores de emisión por defecto adoptados de las guías IPCC (Guía IPCC 2006 para CO₂ *ex situ* y *Suplemento de 2013 de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: Humedales* (en adelante, *Suplemento de Humedales 2013*)¹⁵ para CO₂, CH₄ y N₂O *in situ*). Por tanto, se asigna una incertidumbre de 38 % para CO₂ *ex situ* (categoría 4D11), por la diferencia detectada entre el valor por defecto de la fracción de C de la Guía IPCC 2006 y el valor conocido de alguna empresa del sector; y de 61 % para CO₂ *in situ*, 80 % para CH₄ *in situ* y 113 % para N₂O *in situ* (categoría 4(II)D1), de acuerdo con la información del *Suplemento de Humedales 2013* (tablas 2.1, 2.3 y 2.5, apdo. 2.2.1.1, 2.2.2.1 y 2.2.2.2, cap. 2).

Por último, a los factores de emisión de la estimación de las emisiones directas e indirectas de N₂O procedentes de la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales y su posterior lixiviación y escurrimiento (categorías 4(III) y 4(IV)2), se les ha asignado la misma incertidumbre, 200 %, considerando la información de la Guía IPCC 2006 (cuadros 11.1 y 11.3, cap. 11, vol. 4).

Cuantificación de la incertidumbre

La incertidumbre del sector LULUCF sobre el nivel se estima en un 43,6 % para el año 2021, resultado de la incertidumbre asociada a las variables de actividad y los factores de emisión/absorción citados anteriormente; mientras que la incertidumbre del sector LULUCF sobre la tendencia (con referencia al nivel del año 1990) se sitúa en un 10,8 % para el año 2020.

En la tabla siguiente se presentan los resultados de la cuantificación de la incertidumbre en el sector LULUCF para el año 2021, estando las emisiones/absorciones reflejadas en ella expresadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq)¹⁶.

Tabla 6.1.11. Incertidumbre del sector LULUCF con el método IPCC Nivel 1. Año 2021.

Descripción categoría	Gas	Emisiones (kt CO ₂ -eq)		Incertidumbre (%)	
		Año referencia	Año 2021	Nivel	Tendencia
4A1 Cambio de existencias de C - Absorción	CO ₂	-20.187	-30.112	-34,2	5,3
4A2 Cambio de existencias de C - Absorción	CO ₂	-14.712	-10.008	-15,8	19,3
4B1 Cambio de existencias de C - Absorción	CO ₂	-207	-4.491	-20,2	24,9
4G Cambio de existencias de C - Absorción	CO ₂	-2.163	-1.883	-2,5	2,7
4E2 Cambio de existencias de C - Emisión	CO ₂	801	1.730	-1,6	0,8
4C2 Cambio de existencias de C - Absorción	CO ₂	-1.146	-1.723	-3,9	0,6
Otras categorías - Emisiones ⁽¹⁾		3.911	2.122	-6,7	12,6
Otras categorías - Absorciones ⁽¹⁾		-193	-158	-0,5	0,7
Emisiones/absorciones totales (kt CO₂-eq)		-33.896	-44.522		
Incertidumbre del sector LULUCF (%)				43,6	34,5
Incertidumbre sobre la tendencia del sector LULUCF (en % respecto al valor central)⁽²⁾					10,8

⁽¹⁾ Agrupa, por separado, las emisiones y las absorciones del resto de categorías que se quedan fuera del 95 % del nivel acumulado.

⁽²⁾ Representa el % respecto al valor central para el año 1990, año de referencia del sector LULUCF en España.

¹⁵ <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/index.html>

¹⁶ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del quinto *Assessment Report*: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

6.1.5.2 Coherencia de las series temporales

Las series temporales de todos los usos de la tierra presentados se consideran temporalmente homogéneas dado que se ha acometido un proyecto cartográfico que integra la mejor información disponible de cada fuente cartográfica para la creación de una serie cartográfica completa y coherente para el periodo 1970-2018. Una descripción más detallada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF](#).

También se analiza la coherencia de la serie temporal del resto de variables de actividad y factores recopilados anualmente por el Inventario Nacional, identificando posibles datos anómalos (erróneos o sospechosos de serlo) y solicitando confirmación (y, en su caso, subsanación) al proveedor de la información, tanto antes de estimar las emisiones y absorciones anuales generadas como una vez estimadas.

Además, las revisiones oficiales, como las realizadas bajo la UNFCCC, permiten solventar potenciales problemas de coherencia. Así, en la fase de preparación de la edición 2019 del Inventario Nacional (1990-2017), siguiendo las recomendaciones de la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017¹⁷, se analizó la coherencia de la serie temporal de las dos fuentes de información utilizadas para la estimación del CSC en las transiciones entre cultivos en las que interviene, al menos, un cultivo leñoso; y se decidió sustituir los datos de la fuente que cubría la primera parte de la serie por el promedio de los datos de la fuente que cubría la segunda parte, con el fin de asegurar la coherencia de la misma¹⁸. Esta decisión ha sido analizada nuevamente, siguiendo las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC realizada en septiembre de 2021¹⁹. No obstante, no se han identificado otras fuentes de datos oficiales distintas a las utilizadas que permitan mejorar la coherencia de la serie temporal (véase apartado 6.3.5).

En lo que se refiere a las emisiones/absorciones, las series son homogéneas, puesto que las metodologías de estimación, los factores de emisión/absorción y parámetros se mantienen para todo el periodo inventariado.

6.1.6 Actividades de garantía y control de la calidad

En el apartado 1.6 del capítulo 1 de este informe se describe detalladamente el sistema de garantía y control de calidad interno del Inventario Nacional, en el que destacan, para el sector LULUCF, las actividades de control de la información remitida por los proveedores de información y de control de los resultados de emisiones/absorciones, utilizando las herramientas diseñadas para ello en el Inventario Nacional.

Además, en el citado apartado se detalla el papel de las revisiones anuales de los datos del Inventario Nacional realizadas por terceros, como la Comisión Europea, como parte del sistema de garantía de calidad. El resumen de los principales problemas detectados en las revisiones realizadas para el sector LULUCF para UNFCCC, así como de las acciones previstas por el Inventario Nacional para resolverlos, se muestran en el apartado 6.1.7 del capítulo 6 del presente informe.

Adicionalmente, las fuentes de las que se obtienen datos de base para el Inventario Nacional en el sector LULUCF, como el Inventario Forestal Nacional (IFN), las cartografías CLC, MCA, MFE, FF y SIGPAC, la *Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos* (ESYRCE) y las Redes

¹⁷ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>.

¹⁸ Consultar el apartado 6.3.2.1.1 del capítulo 6 de la edición 2019 del Inventario Nacional para más información (<https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/national-inventory-submissions-2019>).

¹⁹ Información incluida siguiendo las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2021 (ID# L.11).

Europeas de Seguimiento de Daños en los Bosques de Nivel I y II²⁰; tienen su propio proceso de control y aseguramiento de la calidad.

En la página web del MITECO-SEI: [Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF](#) figuran las actividades de control de calidad que se han realizado durante el desarrollo del proyecto cartográfico acometido para la elaboración de la nueva serie cartográfica LULUCF, cuyos resultados se incluyen en esta edición del Inventario Nacional.

6.1.7 Incorporación de las recomendaciones del equipo revisor de la edición 2022 del Inventario Nacional (serie 1990-2020)

A continuación, se resumen los potenciales problemas detectados en la edición 2022 del Inventario Nacional (serie 1990-2020), concretamente en el sector LULUCF, en el marco de la revisión realizada en septiembre de 2022 bajo la UNFCCC, recogidos en el informe provisional de la revisión (ARR, por sus siglas en inglés, ARR-2022 en adelante). El informe definitivo no ha sido enviado por la Secretaría de la UNFCCC en el momento de la finalización del presente documento.

Tabla 6.1.12. Potenciales problemas identificados por el equipo revisor de la edición 2022 del Inventario Nacional (serie 1990-2020)

Potencial problema identificado	Recomendación	Acción
Land representation: (ID#.L.1)	<i>Include in the NIR a detailed explanation of the project for the improvement of LULUCF cartography (i.e. the spatial data sources used, the procedure implemented for the remote sensing and cartographical data, elaboration of methods and the hierarchy established among land-use categories) and use its results. Provide information on how time-series consistency is ensured and harmonization of the various data sources is achieved.</i>	En la edición 2023 del Inventario Nacional se han incorporado los resultados del proyecto cartográfico acometido para generar una serie cartográfica coherente y completa, y sobre una base explícita en el espacio, para el periodo 1970-2018. En la página web del MITECO-SEI: Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF figura una explicación detallada del proyecto.
Land representation (ID#.L.7)	<i>Include in the NIR information on how consecutive land-use changes will be handled in conjunction with the reporting on the project for the improvement of LULUCF cartography.</i>	En el apartado 6.1.3 de este informe pueden consultarse las fechas de referencia de la nueva serie cartográfica. Los cambios de uso de la tierra se han obtenido mediante interpolación lineal de los cambios detectados entre años de referencia consecutivos.
Land representation (ID#.L.8)	<i>Use the same approach (i.e. using the average of a period of years reflecting the average situation, rather than a single year) to estimate the annual land-use transfer rate for all subcategories for the years where no data are available.</i>	En el apartado 6.1.3 de este informe puede consultarse que la nueva serie cartográfica cubre el periodo 1970-2018; y que, al no disponer de fuentes de información cartográficas para el año 2021, se mantienen todos los cambios de uso de la tierra detectados entre las fechas de referencia 2015 y 2018.

²⁰ Los objetivos de las Redes Europeas de Seguimiento de Daños en los Bosques de Nivel I y II son:

- Nivel I: conocer la variación en el tiempo y en el espacio del estado de vitalidad de los bosques, definida en este caso por dos parámetros básicos como son la pérdida de follaje y los daños en el arbolado, así como su relación con los diferentes factores de estrés, incluida la contaminación atmosférica.
- Nivel II: exhaustivo seguimiento de los ecosistemas forestales mediante medidas numerosas y complejas, aportando de esta manera información completa sobre la relación entre los diferentes factores de estrés y el estado de vitalidad y la funcionalidad de los bosques (relaciones causa-efecto).

Para más información puede consultarse la página web oficial de ICP Forests (<http://icp-forests.net/>) y del MAPA (<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/redes-europeas-seguimiento-bosques/default.aspx>).

Potencial problema identificado	Recomendación	Acción
4.A.2 Land converted to forest land - CO₂ (ID#L.9)	<i>Include in the NIR, a table presenting the annual area of afforestation per province and per land-use category (source category) and the associated CSCs per carbon pool.</i>	La información que solicita es muy extensa para incluirla en el NIR. Por tanto, será remitida al equipo revisor en la próxima revisión que se realice bajo la UNFCCC.
4.A.2.5 Other land converted to forest land - CO₂ (ID#L.10)	<i>Include in the NIR information on the type of land (areas) that is forested within subcategory 4.A.2.5 other land converted to forest land.</i>	En la página web del MITECO-SEI: Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF figura un anexo con el tipo de tierras que forman parte de la categoría OL, según la cartografía fuente.
4.B.1 Cropland remaining cropland - CO₂: <i>The ERT noted that the trend in net CSCs in the living biomass pool reported in CRF table 4.B under cropland remaining cropland is highly inconsistent between 1990-2004 and 2005-2019.</i> (ID#L.3)	<i>Consider other, more appropriate, splicing techniques, as set out in the 2006 IPCC Guidelines (vol. 1, chap. 5.3.3, pp.5.8-5.14), including the use of surrogate data such as crop production or harvested crop area by crop type (e.g. almonds, apples, etc.), by year and by source of information type (e.g. official data, FAO estimate) available from the statistics published by the Food and Agriculture Organization of the United Nations for 1961 onward, to improve time-series consistency, in particular for 1990-2004, for CSCs in the living biomass carbon pool for category 4.B.1 cropland remaining cropland. If the Party finds that no other splicing techniques as set out by the 2006 IPCC Guidelines can be applied to improve the consistency and accuracy of its CSC in living biomass estimates for cropland remaining cropland, the ERT recommends to document this in the NIR with a clear explanation that demonstrates why other splicing techniques, less uncertain than the trend extrapolation currently used, cannot be applied.</i>	El Inventario Nacional ha analizado la viabilidad de aplicar técnicas alternativas para mejorar la coherencia de la serie temporal en la estimación del CSC de LB en la subcategoría 4B1 (incluyendo el uso de variables subrogadas y/o la utilización de estadísticas oficiales distintas a las utilizadas hasta ahora). El resultado de este análisis puede consultarse en el apartado 6.3.2.1.1 de este informe.
4.C.1 Grassland remaining grassland - CO₂: (ID#L.4)	<i>Implement and/or report on progress in the implementation of the reporting of carbon stock change in the soil pool in grassland remaining grassland.</i>	En la presente edición, el Inventario Nacional ha incorporado la estimación de las emisiones/absorciones asociadas al CSC de SOC en pastizales herbáceos que permanecen como tales, asociadas a las prácticas de gestión (véase el apartado 6.4.2.1.3 de este informe.
4.C.1 Grassland remaining grassland - CO₂: (ID#L.5)	<i>Develop an approach to collect sufficient information on this category so as to be able to determine if it is a key category and therefore whether applying tier 1 methodologies to the dead organic matter and living biomass pools is appropriate.</i>	En el apartado 6.4.5 de este informe se mencionan las diferentes líneas de trabajo.

6.1.8 Nuevos cálculos

Los cambios realizados en las variables de actividad y los procedimientos de cálculo del sector LULUCF en la edición 2023 del Inventario Nacional (serie 1990-2021) con respecto a la edición 2022, junto con un número de referencia identificativo, se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 6.1.13. Resumen de los cambios en las variables de actividad realizados en la edición 2023 del Inventario Nacional (serie 1990-2021) en el sector LULUCF

Años	Variables	Descripción del cambio	Ref.
1990-2020	Superficie de usos de la tierra y cambios de uso de la tierra	Actualización de la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra, para el periodo 1970-2018.	1
2003-2020	Biomasa viva en tierras forestales	Nueva estimación del contenido de C debido a la incorporación de los datos provinciales del IFN4 de Ávila, León, Palencia, Valladolid y Zamora.	2
1990-2020	Incendios en FL y GL	Reubicación de las emisiones de incendios de matorral de las Tierras forestales (4A) a Pastizales (4C).	3
2016-2019	Incendios en FL y GL	Nuevos datos disponibles de incendios del periodo 2016-2019.	4
1990-2015	Incendios en CL	Datos actualizados de incendios en cultivos asegurados para el periodo 1990-2015, procedentes de una nueva explotación de la base de datos de la ENESA, a nivel provincial (en lugar de nacional).	5
1991-2020	Prácticas de gestión en suelos en cultivos leñosos	Incorporación de datos de SOC por prácticas de gestión de cultivos leñosos del año 2021 y, por esta razón, recálculo de las absorciones asociadas a estas prácticas, dado que el procedimiento de cálculo considera la superficie mínima de toda la serie.	6
2018-2020	Productos madereros (HWP)	Incorporación de información actualizada en la base de datos FAOSTAT que afecta a los años 2018, 2019 y 2020. ²¹	7
2020	Producción de turba	Nuevos datos disponibles de producción de turba provinciales del año 2020.	8
1990-2020	Prácticas de gestión en suelos en pastizales herbáceos	Incorporación de una nueva estimación del CSC de SOC en suelos minerales derivado de la gestión de suelos en pastizales herbáceos.	9

En la tabla siguiente se resumen los nuevos cálculos del año 2020 en el sector LULUCF (identificados por el número de referencia de la tabla anterior), por categoría, realizados en la edición 2023 del Inventario Nacional (serie 1990-2021) en comparación con la edición anterior 2022 (serie 1990-2020), junto con su impacto global en la estimación de emisiones/absorciones, expresadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq)²².

²¹ En el momento de finalización de los procesos de estimación de las emisiones y absorciones reflejadas en el presente documento, la última actualización disponible en la página Web de FAOSTAT fue actualizada el 16 de diciembre de 2022. Por tanto, la última actualización, realizada el 19 enero del 2023, no está considerada.

²² Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto *Assessment Report*: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>

Tabla 6.1.14. Resumen y cuantificación de los nuevos cálculos realizados en la edición 2023 del Inventario Nacional (serie 1990-2021) en el sector LULUCF. Año 2020.

Categoría	Referencia del cambio								Estimación 2020		Diferencia	
	1	2	3y4	5	6	7	8	9	Ed. 2022	Ed. 2023	kt CO ₂ -eq	%
									kt CO ₂ -eq			
4A1	X	X	X	-	-	-	-	-	-28.756	-29.891	-1.134,57	3,95
4A2	X	-	X	-	-	-	-	-	-3.252	-10.371	-7.119,59	218,95
4B1	X	-	-	X	X	-	-	-	-3.872	-3.815	56,41	-1,46
4B2	X	X	-	X		-	-	-	190	1.058	868,51	458,05
4C1	X	-	X	-	-	-	-	X	11	63	51,80	479,90
4C2	X	X	X	-	-	-	-	-	296	-1.495	-1.791,43	-604,69
4D1	X	-	-	-	-	-	X	-	35	38	2,32	6,57
4D2	X	X	-	-	-	-	-	-	39	-120	-159,60	-405,61
4E2	X	X	-	-	-	-	-	-	1.322	1.800	478,01	36,149
4F2	X	-	-	-	-	-	-	-	0	6	6	-
4G	-	-	-	-	-	X	-	-	-1.167	-1.358	209,62	-13,38
4(IV)2	X	-	-	-	-	-	-	X	4	11	6,89	174,75

Gases afectados	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	CO ₂	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	CO ₂	CO ₂	N ₂ O	CO ₂ y N ₂ O
-----------------	--	-----------------	--	--	-----------------	-----------------	------------------	------------------------------------

6.2 Tierras forestales (4A)

6.2.1 Descripción de la categoría

6.2.1.1 Emisiones y absorciones estimadas

En este apartado se informa sobre el CSC, así como de las emisiones/absorciones asociadas, que tienen lugar en los sistemas forestales (FL) tanto en Tierras forestales que permanecen como tales (4A1) como en las Tierras forestales en transición (4A2), que resultan de la conversión de otras tierras (CL, GL, WL, SL y OL) por medio de las acciones de forestación/reforestación acometidas en ellas o procesos de regeneración natural.

Siguiendo las guías del IPCC, las superficies de las Tierras forestales en transición se mantienen en la subcategoría 4A2 un periodo de 20 años a partir de la fecha en que tuvieron lugar y, una vez transcurrido ese periodo, pasan a la subcategoría 4A1. Por su parte, la subcategoría 4A1 se actualiza cada año con las salidas que se producen desde FL a otros usos y las entradas desde 4A2.

Las emisiones de CH₄ y N₂O debidas a la quema de biomasa (por incendios y quemadas controladas) en superficie forestal (4(V)A), así como las emisiones de N₂O procedentes de la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra de suelos minerales (4(III)A), se incluyen en la tabla y la figura siguientes de emisiones/absorciones de CO₂-eq de la categoría 4A, pero se describen en los apartados 6.11 y 6.13 de este capítulo.

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones/absorciones estimadas de CO₂-eq²³ en los sistemas forestales, distinguiendo entre las subcategorías 4A1 (FL → FL) y 4A2 (L → FL)²⁴.

Tabla 6.2.1. Emisiones/absorciones en la categoría FL (4A) (cifras en kt CO₂-eq)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
FL → FL	-20.007	-25.263	-27.146	-28.440	-29.590	-29.890	-30.025
L → FL	-14.242	-16.803	-16.256	-12.523	-10.802	-10.376	-9.892
CL → FL	-5.483	-5.611	-5.874	-4.629	-4.254	-4.162	-4.204
GL → FL	-8.759	-11.155	-10.307	-7.811	-6.463	-6.128	-5.607
WL → FL	0	0	0	0	0	0	0
SL → FL	-1	-37	-73	-80	-80	-80	-74
OL → FL	0	0	-2	-2	-5	-6	-7
TOTAL	-34.250	-42.066	-43.402	-40.963	-40.392	-40.266	-39.917

Nota: Los valores de esta tabla son los resultados netos de la categoría 4A que incluye: las emisiones/absorciones de CO₂ por cambios en las existencias de C (en 4A1 y 4A2); las pérdidas de C debidas a los incendios y quemas controladas en forma de CO₂ (sólo de 4A2); las emisiones de CH₄ y N₂O debidas a los incendios (de 4A1 y 4A2) y las quemas controladas (de 4A1); y las emisiones de N₂O procedentes de la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra (de 4A2). Las emisiones indirectas de N₂O, 4(IV)2, se informan de manera independiente en el apartado 6.12 de este capítulo.

En la figura siguiente aparecen representadas las citadas emisiones/absorciones.

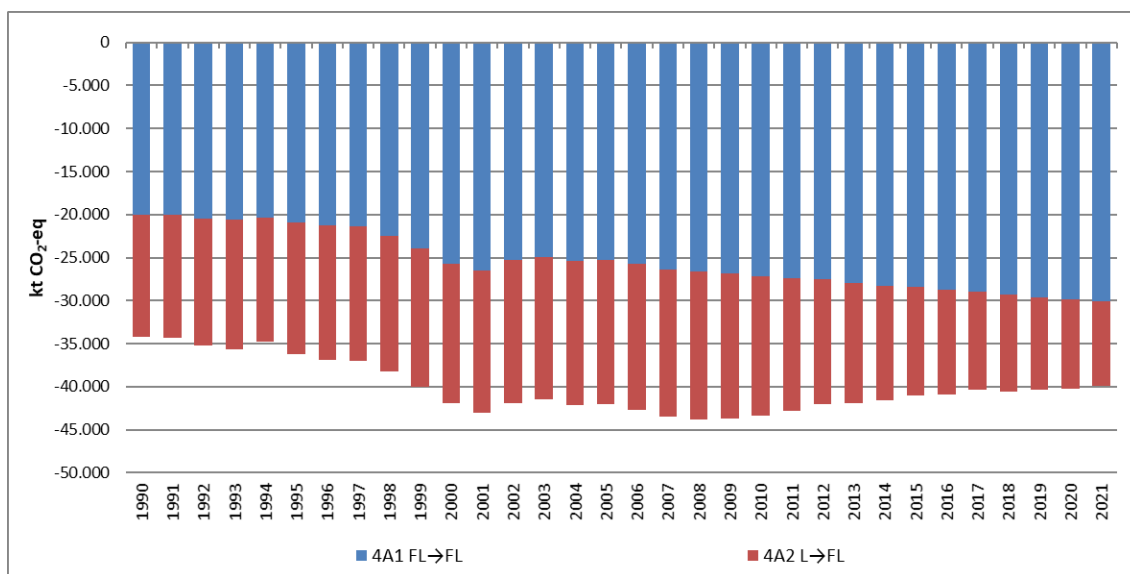


Figura 6.2.1. Emisiones/absorciones en la categoría FL (4A) (cifras en kt CO₂-eq)

La tendencia de las absorciones netas representadas de FL viene determinada, en gran parte, por el CSC de la biomasa viva, que depende directamente de la superficie acumulada en la categoría y de la edad de los árboles que crecen en ella. Esta tendencia viene también determinada, en menor medida, por las emisiones de GEI por quema de biomasa, caracterizada por una sucesión aleatoria de picos y valles de los incendios forestales, que puede consultarse en el apartado 6.13 de este informe.

²³ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del quinto Assessment Report: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

²⁴ Los datos detallados de emisiones del Inventario Nacional pueden consultarse en la página web del MITECO-SEI [TablaWeb](#).

6.2.1.2 Definición, clasificación y superficie de la categoría de uso de la tierra

La explicación detallada de las definiciones de las categorías de usos de la tierra del sector LULUCF utilizadas en el Inventario Nacional se incluye en el apartado 6.1.2 de este capítulo.

La categoría 4A engloba todas las tierras con vegetación leñosa arbolada (formado por especies de coníferas, especies de frondosas o una mezcla de especies) que cumple con los umbrales que definen el bosque español (FCC arbolada $\geq 20\%$, 1 hectárea de superficie mínima y 3 m de altura mínima de árboles maduros) o que no los cumplen, pero se espera que lo hagan²⁵. Por tanto, las pérdidas temporales de cobertura arbolada, no representan un cambio de uso permanente y se mantienen bajo la subcategoría 4A1.

El nivel de referencia forestal (FRL, por sus siglas en inglés) establecido para España para el periodo 2021-2025²⁶ se incluye en el Plan de Contabilidad Forestal Nacional (NFAP, por sus siglas en inglés)²⁷, cumpliendo con lo establecido en el artículo 8 del Reglamento LULUCF²⁸.

En la tabla siguiente se presenta una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las superficies acumuladas consideradas en esta categoría, destacando las superficies anuales, en cursiva.

Tabla 6.2.2. Superficies acumuladas y anuales de la categoría FL (4A) (cifras en hectáreas)

Categoría	1970	1990	2010	2015	2020	2021
FL → FL	12.204.670	11.981.312	14.004.488	14.705.126	15.388.753	15.546.696
L → FL	0	2.305.912	2.679.168	2.089.368	1.736.520	1.644.733
CL → FL	0	681.151	696.657	559.101	522.325	530.116
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>39.348</i>	<i>13.720</i>	<i>10.580</i>	<i>31.992</i>	<i>31.992</i>
GL → FL	0	1.624.675	1.973.813	1.520.406	1.204.142	1.105.224
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>104.758</i>	<i>8.184</i>	<i>18.005</i>	<i>41.505</i>	<i>41.505</i>
WL → FL	0	18	120	112	102	99
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
SL → FL	0	67	8.436	9.577	9.555	8.850
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>53</i>	<i>588</i>	<i>76</i>	<i>48</i>	<i>48</i>
OL → FL	0	1	142	172	397	443
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>18</i>	<i>0</i>	<i>46</i>	<i>46</i>
TOTAL	12.204.670	14.287.224	16.683.656	16.794.494	17.125.273	17.191.429

La evolución temporal de las superficies forestales acumuladas se muestra en la figura siguiente, distinguiendo entre las subcategorías 4A1 (FL → FL) y 4A2 (L → FL).

²⁵ Información adicional sobre las tierras que forman parte de la categoría FL, según la cartografía fuente, puede consultarse en el Anexo de la descripción del proyecto cartográfico que figura en la página web del MITECO-SEI: [Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF](#).

²⁶ Reglamento (UE) 2021/268 de la Comisión, de 28 de octubre de 2020, por el que se modifica el anexo IV del Reglamento (UE) 2018/841 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los niveles de referencia forestal que deberán aplicar los Estados miembros para el período comprendido entre 2021 y 2025: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R0268&from=EN>.

²⁷ Plan de Contabilidad Forestal Nacional puede consultarse en la página web https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/informes/nfap_es_tcm30-485874.pdf.

²⁸ Reglamento (UE) 2018/841: <https://www.boe.es/doue/2018/156/L00001-00025.pdf>.

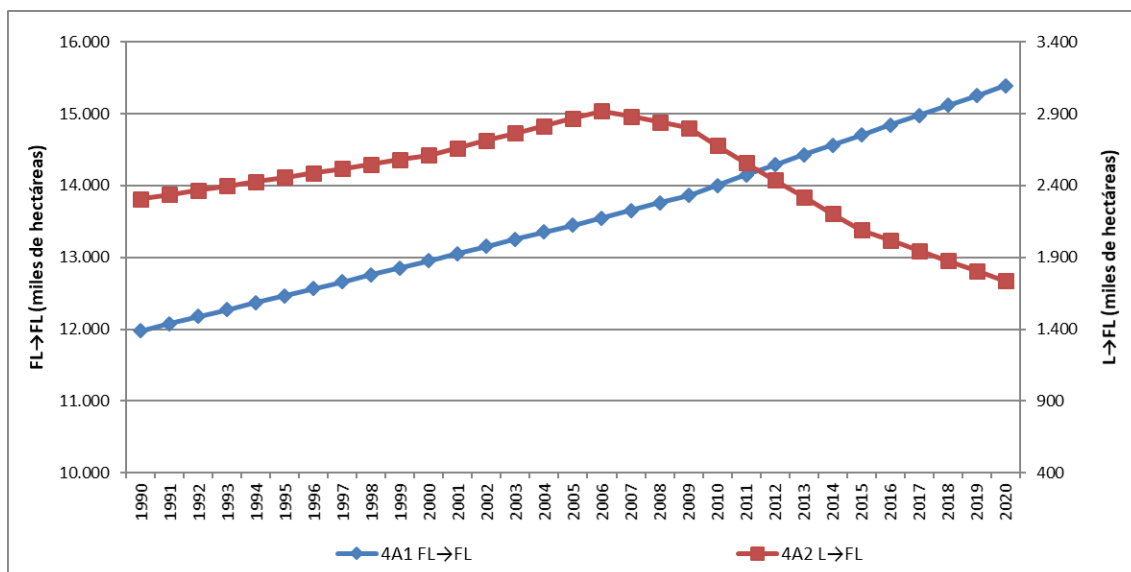


Figura 6.2.2. Superficies acumuladas de la categoría FL (4A) (cifras en miles de hectáreas)

La tendencia de la superficie acumulada de la subcategoría 4A1 es creciente en toda la serie. Sin embargo, la tendencia de la superficie acumulada de la subcategoría 4A2 es creciente en la primera mitad de la serie y decreciente en la segunda, debido al descenso que también se produce en las transiciones a FL.

6.2.2 Metodología

En este apartado se presentan las metodologías empleadas en la estimación del CSC de los depósitos en la categoría 4A, Tierras forestales. El resto de metodologías empleadas en la estimación de las otras fuentes de emisión se describen a partir del apartado 6.9 de este capítulo.

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones/absorciones de CO₂ estimadas, asociadas al CSC de los depósitos de C de la categoría 4A, destacando las asociadas a las superficies anuales en transición, en cursiva.

Tabla 6.2.3. Emisiones/absorciones de CSC en la categoría FL (4A) (cifras en kt CO₂)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
FL → FL	-20.187	-25.443	-27.176	-28.544	-29.642	-29.916	-30.112
L → FL	-14.712	-17.267	-16.371	-12.688	-10.889	-10.440	-10.008
CL → FL	-5.595	-5.703	-5.890	-4.657	-4.267	-4.170	-4.229
<i>anuales</i>	-336	-179	-106	-79	-239	-239	-239
GL → FL	-9.116	-11.526	-10.406	-7.947	-6.537	-6.184	-5.698
<i>anuales</i>	-566	-700	-38	-98	-214	-214	-214
WL → FL	0	0	0	0	0	0	0
<i>anuales</i>	0	0	0	0	0	0	0
SL → FL	-1	-37	-73	-81	-80	-80	-74
<i>anuales</i>	-1	-6	-5	0	0	0	0
OL → FL	0	0	-2	-3	-5	-6	-7
<i>anuales</i>	0	0	0	0	-1	-1	-1
TOTAL	-34.898	-42.710	-43.547	-41.231	-40.531	-40.356	-40.120

Y en la figura siguiente aparecen representadas las citadas emisiones/absorciones.

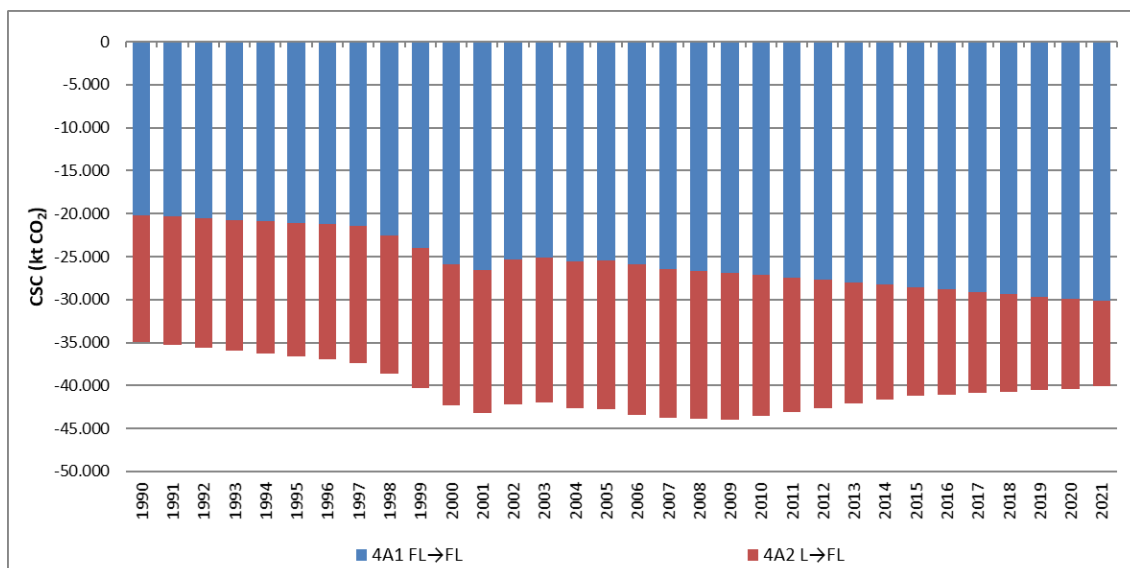


Figura 6.2.3. Emisiones/absorciones de CSC en la categoría FL (4A) (cifras en kt CO₂)

6.2.2.1 Tierras forestales que permanecen como tales (4A1)

6.2.2.1.1 Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva (LB)

La estimación del CSC en la biomasa viva (aérea y subterránea) se realiza partiendo de la información recogida en los Inventarios Forestales Nacionales (IFN) 2, 3 y 4²⁹. Estos inventarios aportan información del *stock* de biomasa viva por hectárea (medido en volumen maderable por hectárea - m³/ha) y por provincia, en el año en que se realiza el IFN en cada provincia. Para estimar el incremento de biomasa anual en el resto de los años se ha procedido a la interpolación lineal entre los datos de los dos inventarios más cercanos.

Partiendo de los datos de volumen maderable, el CSC de LB en la subcategoría 4A1 se estima, por unidad de superficie, con el “método de diferencia de existencias” de la Guía IPCC 2006 (ecuación 2.8, cap. 2, vol. 4), multiplicando al final del proceso el valor estimado por la superficie de tierra de la subcategoría 4A1 del año correspondiente. Este procedimiento de cálculo sigue las directrices establecidas en el apartado 2.3.3 de *2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol*³⁰ (en adelante, Guía Suplementaria del KP 2013)³¹.

²⁹ Los IFN se completan en ciclos de aproximadamente 10 años. Los IFN2 y 3 se corresponden con los periodos 1986-1996 y 1997-2007, respectivamente. El IFN4 comenzó en el año 2008, estando ya disponibles más de la mitad de las provincias españolas.

³⁰ <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/kpsg/index.html>

³¹ Dado que la superficie cambia entre IFN, de acuerdo con el apartado 2.3.3 de la Guía Suplementaria del KP 2013, es una buena práctica realizar todos los cálculos de CSC anual con la superficie en el momento final (t_2); de acuerdo con las indicaciones realizadas por el JRC (*Joint Research Centre*) en las jornadas técnicas del sector LULUCF celebradas en el año 2015 en Arona, Italia (https://forest.jrc.ec.europa.eu/media/filer_public/e9/12/e9126b4e-600d-488c-b37c-4497aec90e32/implementationofstockchangemethod.pdf). Esta información responde a las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2019 (ID# L.22).

Tanto el factor de expansión de biomasa por densidad (BEFD)³² del CREAM³³ como la fracción de carbono en materia seca (CF) y el factor R³⁴ (que representa la relación entre la raíz y el vástago³⁵), adoptan sólo valores nacionales (véase anexo 3 (apdo. A3.2.1)).

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva en tierras forestales que permanecen como tales.](#)

6.2.2.1.2 Cambio en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta (DOM)

De acuerdo con las directrices de la Guía IPCC 2006, al utilizar el enfoque de nivel 1 se asume que las existencias de C en la madera muerta (DW) y el detritus (LT) están en equilibrio, por lo que se supone que el CSC en los depósitos de DOM es nulo. Por tanto, la etiqueta de notación que se ha utilizado para este depósito es NA.

La utilización de un enfoque de nivel 1 se justifica, tanto para DOM como para SOC, porque no son subcategorías significativas (suponen menos del 25 %-30 % del total de emisiones/absorciones de la categoría de bosques), por lo que, de acuerdo con la Guía IPCC 2006 (figuras 1.2., 2.3. y 2.4.), se puede utilizar un enfoque de nivel 1 para las estimaciones. El Inventario demuestra en el anexo 3 (apdo. A3.2.12 y A3.2.11) a este documento que efectivamente, las emisiones/absorciones netas de DOM y SOC en bosques son menores que la cantidad establecida para que sean depósitos significativos.

Además, España no experimenta grandes cambios en tipos de bosque o regímenes de gestión en sus bosques, requisito para que un país sea alentado a usar enfoques de nivel 2 o 3.

Sin embargo, el Inventario continúa analizando la posibilidad de adoptar enfoques de mayor nivel, en su esfuerzo por mejorar el Inventario Nacional.

Concretamente, se está trabajando en la estimación de un dato de variación de madera muerta teniendo en cuenta el conocimiento científico actual; a través de un modelo que relaciona la madera muerta con la biomasa viva. Esta estimación permitirá dar cumplimiento al artículo 5.4 del Reglamento LULUCF³⁶ en lo que respecta a la estimación del CSC de DW en la categoría contable de tierras forestales gestionadas.

6.2.2.1.3 Cambio en las existencias de carbono del suelo (SOC)

Suelos minerales

Siguiendo el enfoque de nivel 1, elegido por el Inventario Nacional para este reservorio, se asume que cuando las Tierras forestales permanecen como tales, las existencias de C en suelos minerales permanecen constantes si no hay cambios significativos en la gestión o el tipo de bosque o en las perturbaciones debidas a otras causas. Además, según la Guía IPCC 2006, en el enfoque de nivel 1, se supone que las existencias de C en los suelos forestales no se modifican por la gestión, debido a la incompleta base científica y a la resultante incertidumbre. Por todo ello, la etiqueta de notación que se ha utilizado para los flujos de este depósito es NA.

La utilización de un enfoque de nivel 1 se justifica, tanto para DOM como para SOC, porque no son subcategorías significativas (suponen menos del 25 %-30 % del total de emisiones/absorciones de la categoría de bosques), por lo que, de acuerdo con la Guía IPCC 2006 (figuras 1.2., 2.3. y 2.4.), se puede utilizar un enfoque de nivel 1 para las estimaciones. El

³² En la Guía IPCC 2006 los factores BEFD se denominan factores de conversión y expansión de biomasa (BCEFs).

³³ Factores de Expansión de Biomasa por densidad (BEFD), validados internacionalmente a través de la acción COST-E21. Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF); y que pueden consultarse en el estudio del CREAM del anexo 3 (apdo. A3.3.1) de la edición 2017 del Inventario Nacional (serie 1990-2015).

³⁴ La fuente de información de los valores de CF y R es la Monografía 13 INIA. Serie Forestal *Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles*, (Gregorio Montero, Ricardo Ruiz Peinado y Marta Muñoz, 2005).

³⁵ Entendido vástago como el total de la biomasa aérea.

³⁶ Reglamento (UE) 2018/841: <https://www.boe.es/doue/2018/156/L00001-00025.pdf>.

Inventario demuestra en el anexo 3 (apdo. A3.2.12 y A3.2.11) a este documento que efectivamente, las emisiones y absorciones netas de DOM y SOC en bosques son menores que la cantidad establecida para que sean depósitos significativos.

Además, España no experimenta grandes cambios en tipos de bosque o regímenes de gestión en sus bosques, requisito para que un país sea alentado a usar enfoques de nivel 2 o 3.

Suelos orgánicos

Según el Instituto Geográfico Nacional, la superficie total de suelos orgánicos en España es de 6.247,54 hectáreas, lo que corresponde a un 0,01 % de la superficie total nacional. Estos histosoles se encuentran en el este y norte de la península ibérica, siendo su vegetación natural brezales (*Erica* spp.) más o menos hidrófilos. Por tanto, las estimaciones asociadas a este tipo de suelos se abordan en el apartado correspondiente de la categoría 4C, Pastizales (apartado 6.4 de este capítulo).

6.2.2.2 Tierras convertidas en tierras forestales (4A2)

Las tierras de otros usos pueden ser convertidas a FL a través de actuaciones de forestación/reforestación y procesos de regeneración natural. En este apartado se consideran las conversiones a FL procedentes de cualquiera de los dos orígenes de CL, GL, WL, SL y OL.

El periodo adoptado para que los depósitos de C alcancen su equilibrio en las transiciones a FL es de 20 años (periodo por defecto de la Guía IPCC 2006).

Las superficies de tierras en transición a FL se recogen en el apartado 6.2.1.2 de este capítulo.

6.2.2.2.1 Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva (LB)

La metodología desarrollada para estimar el incremento de biomasa en esta subcategoría, 4A2, que utiliza información derivada del Inventario Forestal Nacional (IFN), se describe en el anexo 3 (apdo. A3.2.2).

Partiendo del volumen maderable por especie (en m³/ha), se calcula el incremento anual, tanto de biomasa viva como de C, por especie y provincia, para todas las especies presentes en las forestaciones y reforestaciones; utilizando los mismos coeficientes nacionales que en la subcategoría 4A1 (BEFD, CF y R) (véase anexo 3, apdo. A3.2.1).

Los cálculos se han realizado bajo las hipótesis de que las especies alcanzan la madurez cuando su diámetro normal (1,30 m) es igual a 20 cm; y de que el crecimiento es lineal hasta llegar a dicho diámetro.

El resultado de la citada metodología son los valores provinciales medios del incremento, tanto de la biomasa viva como del C, por hectárea, para las forestaciones y reforestaciones (4A2); a partir de los cuales se calcula un valor nacional.

El CSC de LB, en t C, se obtiene multiplicando el incremento anual medio de C por provincia, en t C/ha, por la superficie provincial de tierra de la subcategoría 4A2, en ha, del año correspondiente.

6.2.2.2.2 Cambio en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta (DOM)

De acuerdo con el enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 (apdo. 4.3.2, cap. 4, vol. 4), el C de DOM aumenta de forma lineal hasta alcanzar el valor de un bosque maduro en un periodo de tiempo, por defecto, de 20 años. Además, se asume el contenido de C en los depósitos de madera muerta y detritus es cero en los usos de la tierra que no son FL.

Madera muerta (DW)

En la tabla 6.1.7 de este capítulo figura el *stock* de C nacional de DW en FL (1,07 t C/ha) considerado en el Inventario Nacional, calculado con la información disponible en las bases de

datos del IFN de DW. La metodología de cálculo empleada en su estimación puede consultarse en el anexo 3 (apdo. A3.2.9).

Para las conversiones de cualquier uso a FL, el CSC se calcula como diferencia entre las existencias de C de DW en FL y en el uso de origen (considerado 0 en el enfoque de nivel 1 del apartado 4.3.2 de la Guía IPCC 2006 (cap. 4, vol. 4)), divididas entre un periodo de 20 años (0,05 t C/ha, tal y como figura en la tabla 6.1.8 del presente capítulo) y multiplicada por la superficie provincial sometida al cambio.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono de la madera muerta en las tierras en transición](#); junto con los detalles de los cálculos realizados para llegar al valor nacional (y a los valores provinciales) de DW en FL (Anexo II de la ficha).

Detritus (LT)

En la tabla 6.1.7 de este capítulo figura un valor nacional del *stock* de C de LT en FL (3,02 t C/ha), calculado con el resultado de los muestreos realizados en España en la Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques de Nivel I. Los detalles de los cálculos realizados para llegar a este valor pueden consultarte en el anexo 3 (apdo. A3.2.10).

En esa misma tabla figuran los valores medios de *stock* de C en LT para las categorías de uso de la tierra CL y GL, que se han tomado directamente del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Portugal (tabla 6.17, apdo. 6.1.3.3.3, pág. 6-29, de la edición 2022 del Inventario de Portugal (serie 1990-2020)). Para los usos WL y SL se asume un valor medio de *stock* de C en LT igual a 0, que es el mismo valor que asigna la Guía IPCC 2006 (apdo. 9.3.2, cap. 9, vol. 4) al uso OL.

El CSC nacional, anual y por hectárea, de LT para los distintos tipos de transiciones, junto con el periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio (20 años), puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

6.2.2.2.3 Cambio en las existencias de carbono del suelo (SOC)

Suelos minerales

Los valores de *stock* de C en suelos, por uso y provincia, figuran en el anexo 3 (apdo. A3.2.8), en el que se explica también el procedimiento de obtención de los mismos, partiendo de una base de datos que contiene información de más de 2.000 perfiles de suelo. Para el uso SL se considera un valor igual a 38 t C/ha que figura en la Guía IPCC 2006 para el clima templado cálido seco y suelos con minerales arcillosos de alta actividad (HAC, del inglés *high activity clay*) (cuadro 2.3, cap. 2, vol. 4); y para el uso OL se considera un valor igual a 0, siguiendo el enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 (apdo. 9.3.3.2, cap. 9, vol. 4).

El CSC nacional, anual y por hectárea, de suelos minerales para los distintos tipos de transiciones, junto con el periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio (20 años), puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono orgánico del suelo en suelos minerales en las tierras en transición](#); junto con los detalles de los cálculos realizados para llegar los valores de *stock* de C en suelos, por uso y provincia o nacional (Anexo II de la ficha).

Suelos orgánicos

Según el Instituto Geográfico Nacional, la superficie total de suelos orgánicos en España es de 6.247,54 hectáreas, lo que corresponde a un 0,01 % de la superficie total nacional. Estos histosoles se encuentran en el este y norte de la península ibérica, siendo su vegetación natural brezales (*Erica* spp.) más o menos hidrófilos. Por tanto, las estimaciones asociadas a este tipo

de suelos se abordan en el apartado correspondiente de la categoría 4C, Pastizales (apdo. 6.4 de este capítulo).

6.2.3 Incertidumbre

En la tabla siguiente figuran las incertidumbres de las variables de actividad y de los factores de emisión/absorción de la estimación de las emisiones/absorciones asociadas al CSC de los depósitos de C de la categoría 4A, Tierras forestales, que se desglosa en Tierras forestales que permanece como tales (4A1) y Tierras convertidas en tierras forestales (4A2).

Tabla 6.2.4. Incertidumbre de la categoría FL (4A)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
4A1 CSC - Absorción			
CO ₂	8	50	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asignada a la cartografía sobre usos y cambios de usos de la tierra (8 %). <u>Factor de emisión</u> ⁽¹⁾ : incertidumbre asignada de forma cualitativa al CSC de LB en la categoría 4A1 (50 %).
4A2 CSC -Absorción			
CO ₂	8	70	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asignada a la cartografía sobre usos y cambios de usos de la tierra (8 %). <u>Factor de emisión</u> ⁽¹⁾ : incertidumbre asignada de forma cualitativa al CSC en la categoría 4A2 (70 %).

⁽¹⁾ La incertidumbre de los factores de emisión/absorción en el sector LULUCF se asigna, por lo general, de forma cualitativa siguiendo la escala de clasificación establecida en la tabla 3.2 "Rating definitions" del capítulo 5 "Uncertainties" de la parte A "General Guidance Chapters" de la Guía EMEP/EEA 2013, que varía entre la letra A (10 a 30 %) y la letra E (mayor incertidumbre, sin valor asignado). Se ha asumido que los factores de emisión/absorción del sector LULUCF tienen como referencia general una incertidumbre del 100 %, que se corresponde con el límite inferior del rango de incertidumbre asociado a la letra D (100 a 300 %).

VA: Variables de actividad; y FE: Factor de emisión.

Los criterios generales utilizados para la asignación de los valores de incertidumbre se han descrito en el apartado 6.1.5.

6.2.4 Nuevos cálculos

En esta edición del Inventario Nacional se han modificado los siguientes aspectos relacionados con la categoría FL del sector LULUCF (que también se puede consultar en el apartado 6.1.8):

- Actualización de la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra, para el periodo 1970-2018.
- Nueva estimación del contenido de C de la biomasa viva en la categoría 4A1, debido a la incorporación de los datos provinciales de biomasa viva del cuarto Inventario Forestal Nacional (IFN4) de Ávila, León, Palencia, Valladolid y Zamora, que supone un recálculo del periodo 2003-2020.
- Nuevos datos disponibles de incendios correspondientes a los años 2018, 2019 y 2020, que actualizan los datos de los años 2018 y 2019 y sustituyen el promedio del último decenio disponible (2010-2019) utilizado en la edición 2022 del Inventario Nacional (serie 1990-2020) para el último año de la serie, por los nuevos datos del año 2020.

Además, las emisiones de incendios de matorral se han reubicado, asignándolas a la categoría GL, en lugar de FL.

Estos cambios conllevan variaciones en las emisiones/absorciones de toda la serie.

En la figura siguiente se muestra la comparación, en valor absoluto, de las estimaciones de las emisiones/absorciones de la categoría FL (debidas al CSC de los depósitos de C, a la quema de biomasa y a la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por

cambios en el uso de la tierra de suelos minerales) entre la edición actual y la anterior del Inventario Nacional, expresadas en términos de CO₂-eq)³⁷.

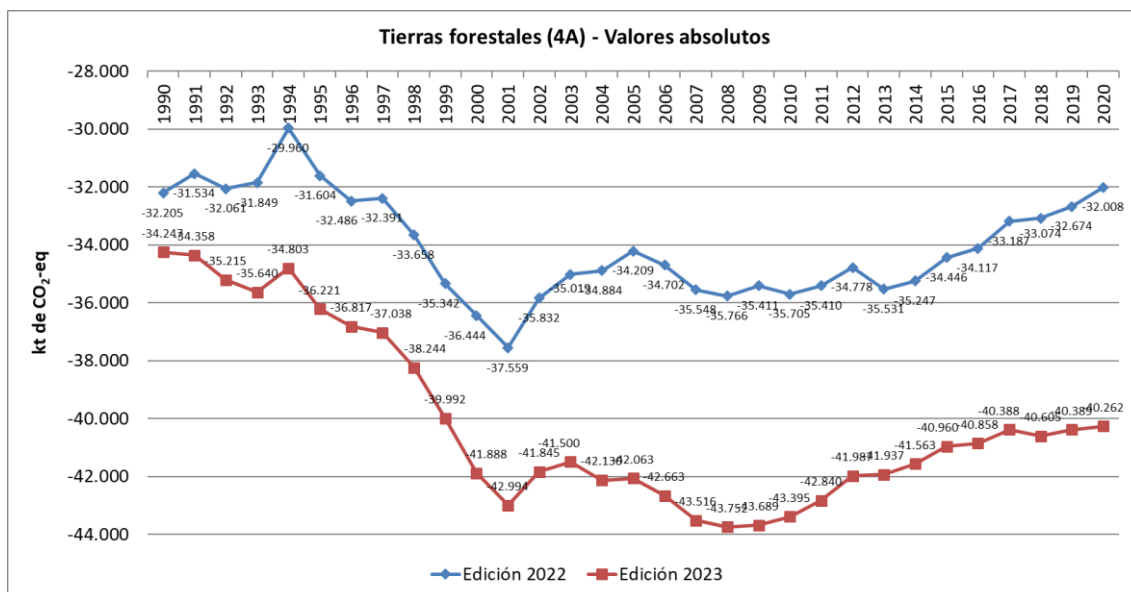


Figura 6.2.4. Emisiones/absorciones en la categoría FL (4A). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt CO₂-eq)

6.2.5 Planes de mejora

El Inventario mantiene en su plan de mejoras las recomendaciones realizadas por los revisores que no han podido resolverse en esta edición, con el fin de continuar con los esfuerzos para estimar las emisiones/absorciones pendientes de cálculo, en próximas ediciones.

Dentro del plan de mejoras, se está realizando una profunda revisión del procedimiento de estimación del CSC de LB en FL, estudiando la posibilidad de sustituir el uso de los factores BEFD por ecuaciones alométricas.

Además, se está trabajando en la estimación de un dato de variación de madera muerta en la subcategoría 4A1, teniendo en cuenta el conocimiento científico actual; a través de un modelo que relaciona la madera muerta con la biomasa viva. Esta estimación permitirá dar cumplimiento al artículo 5.4 del Reglamento LULUCF³⁸ en lo que respecta a la estimación del CSC de DW en la categoría contable de tierras forestales gestionadas.

6.3 Tierras de cultivo (4B)

6.3.1 Descripción de la categoría

6.3.1.1 Emisiones y absorciones estimadas

En este apartado se informa de la variación de las existencias de C y de las emisiones/absorciones asociadas, que tienen lugar en las Tierras de cultivo que permanecen como tales, 4B1, y en las Tierras convertidas en tierras de cultivo, 4B2.

Se asume que el paso de un uso de la tierra a cultivo es una actividad inducida por el hombre y, por tanto, es un proceso que se lleva a cabo en un periodo de tiempo muy limitado. En concreto, el cambio de las existencias de C de los depósitos LB y DOM se realiza en menos de un año, ya

³⁷ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>

³⁸ Reglamento (UE) 2018/841: <https://www.boe.es/doue/2018/156/L00001-00025.pdf>

que estos depósitos son retirados, *ex profeso*, por la acción humana. Por el contrario, se entiende que el paso de un estado estable de SOC al nuevo nivel de SOC se realiza durante un periodo de 20 años.

En la subcategoría 4B1 se estima el CSC de LB, asociado a las transiciones entre cultivos en las que interviene, al menos, un cultivo leñoso³⁹; y de SOC, en las tierras agrícolas con cultivos leñosos en las que se realizan prácticas de gestión conservadoras del suelo.

Por el contrario, en las tierras agrícolas en las que no hay cambios de prácticas agrícolas desde 1990, en particular las superficies de cultivos herbáceos que se mantienen como herbáceos durante todo el periodo analizado, se asume que el CSC es nulo, al estar los diferentes reservorios (LB, DOM y SOC) en equilibrio.

En los cultivos agrícolas también se producen quemas que afectan a su biomasa. Las quemas controladas de los restos de cultivo, cosecha y poda se estiman e informan en los sectores Agricultura y Residuos (3F y 5C2 en la nomenclatura CRF)⁴⁰. Los incendios de cultivos se informan en el sector LULUCF (4(V)B) y se describen en el apartado 6.13 de este capítulo.

También se han estimado las emisiones directas de N₂O procedentes de la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra de suelos minerales (4(III)B), que se describen en el apartado 6.11 de este capítulo.

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones/absorciones estimadas de CO₂-eq⁴¹ en CL, distinguiendo entre las subcategorías 4B1 (CL → CL) y 4B2 (L → CL)⁴².

Tabla 6.3.1. Emisiones/absorciones en la categoría CL (4B) (cifras en kt CO₂-eq)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CL → CL	-195	-1.695	-2.647	-3.609	-4.100	-3.815	-4.476
L → CL	2.285	2.731	1.546	1.444	1.126	1.052	1.004
FL → CL	1.415	1.812	714	881	756	730	709
GL → CL	871	920	830	561	370	323	297
WL → CL	0	1	2	2	1	1	1
SL → CL	-1	-2	2	2	0	-1	-1
OL → CL	0	0	-2	-2	-2	-2	-2
TOTAL	2.090	1.036	-1.101	-2.166	-2.974	-2.763	-3.472

Nota: Los valores de esta tabla son los resultados netos de la categoría 4B, que incluye: las emisiones/absorciones de CO₂ por cambios en las existencias de C (en 4B1 y 4B2); las pérdidas de C debidas a los incendios en forma de CO₂ (sólo de 4B2); las emisiones de CH₄ y N₂O debidas a los incendios (de 4B1 y 4B2); y las emisiones de N₂O procedentes de la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra (que sólo se produce en 4B2). Las emisiones indirectas de N₂O, 4(IV)2, se informan de manera independiente en el apartado 6.12 de este capítulo.

Y en la figura siguiente aparecen representadas las citadas emisiones/absorciones.

³⁹ El citado CSC de LB estimado se reparte entre la subcategoría 4B1 y los 19 años siguientes a la transición desde otro uso de la tierra de la subcategoría 4B2, en función de la superficie ponderada de cada una de ellas.

⁴⁰ Ver capítulos 5 y 7 del Inventario Nacional.

⁴¹ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del quinto *Assessment Report*: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

⁴² Los datos detallados de emisiones del Inventario Nacional pueden consultarse en la página web del MITECO-SEI [TablaWeb](#).

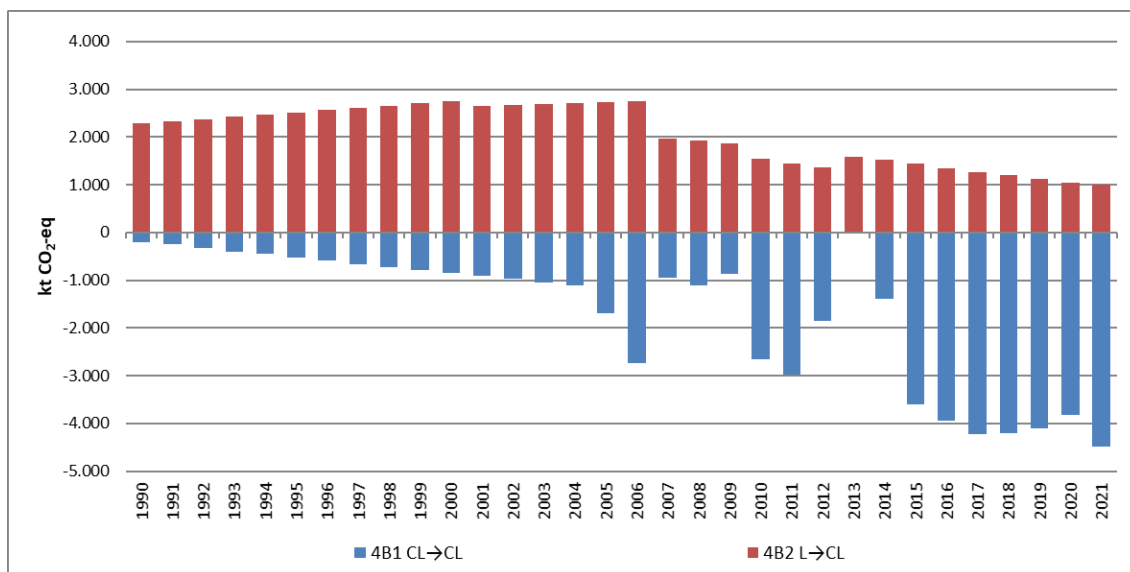


Figura 6.3.1. Emisiones/absorciones en la categoría CL (4B) (cifras en kt CO₂-eq)

La tendencia de las emisiones/absorciones representadas de la categoría 4B1 viene determinada, en gran parte, por el CSC de LB, que se basa en las transiciones entre cultivos en las que interviene, al menos, un cultivo leñoso. En la figura siguiente se muestran los tres tipos de transiciones entre cultivos analizadas, entre las que existe la transición “Leñoso → Leñoso” que no representa la permanencia del cultivo leñoso sino el cambio de un tipo de cultivo leñoso a otro (frutales cítricos, frutales no cítricos, olivar, viñedo y otros leñosos).

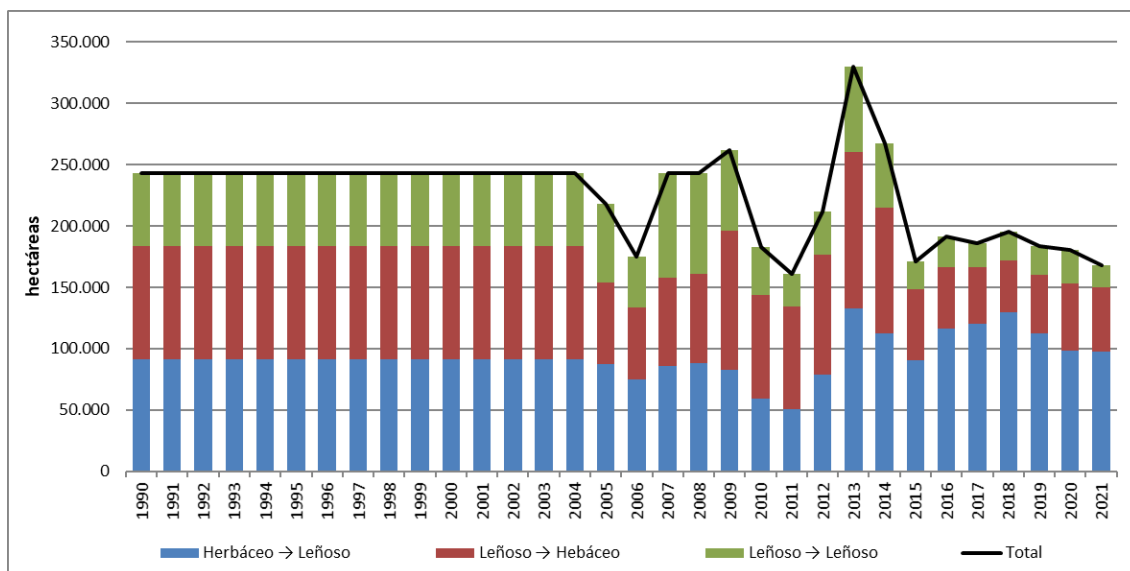


Figura 6.3.2. Transiciones de cultivos con origen/destino leñoso (cifras en hectáreas)

La serie de las transiciones entre cultivos es estable en la primera mitad de la serie (1990-2004), dado que constituye el promedio del primer decenio en el que las transiciones entre cultivos están disponibles (2005-2015)⁴³, mostrando, en la segunda parte, una sucesión de picos y valles relacionada, probablemente, con las coyunturas de mercado, políticas de apoyo y subvención,

⁴³ Consecuencia del análisis de coherencia de la serie temporal realizado, siguiendo la recomendación de la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017 (informe disponible en: <http://unfccc.int/resource/docs/2018/arr/esp.pdf>).

la rotación entre cultivos o el traslado de cultivos leñosos entre regiones, entre otros factores, a lo largo de la serie temporal.

Por otra parte, la tendencia de las emisiones/absorciones de la categoría 4B1 también viene determinada por el CSC de los suelos minerales, con una pauta lineal creciente desde el año 1990. El CSC estimado se debe a la aplicación de prácticas conservadoras de los suelos de cultivos leñosos, registradas estadísticamente en España desde el año 2006; habiéndose completado la primera parte de la serie temporal (1990-2005), a petición del ERT, con la interpolación lineal de las emisiones/absorciones entre el año 2006 y el año 1990 (con emisiones/absorciones nulas⁴⁴).

6.3.1.2 Definición, clasificación y superficie de la categoría de uso de la tierra

La explicación detallada de las definiciones de las categorías de usos de la tierra del sector LULUCF utilizadas en el Inventario Nacional se incluye en el apartado 6.1.2 de este capítulo.

Dentro de la categoría 4B se incluyen todos los cultivos anuales y permanentes, así como las tierras en barbecho (tierras que se dejan sin cultivar durante uno o más años para su descanso). Los cultivos anuales están constituidos por plantas herbáceas tales como cereales, legumbres, tubérculos, cultivos industriales y cultivos forrajeros; mientras los cultivos permanentes están formados por plantas leñosas de ciclo plurianual, entre las que destacan, en España, por la superficie ocupada, el olivar, el viñedo y los frutales⁴⁵.

En la tabla siguiente se presenta una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las superficies acumuladas consideradas en esta categoría, destacando las superficies anuales, en cursiva.

Tabla 6.3.2. Superficies acumuladas y anuales de la categoría CL (4B) (cifras en hectáreas)

Categoría	1970	1990	2010	2015	2020	2021
CL → CL	20.799.628	19.372.033	17.880.445	17.734.883	17.354.665	17.271.549
L → CL	0	433.482	511.475	367.161	241.636	223.603
FL → CL	0	145.092	194.872	141.814	97.709	89.817
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>11.908</i>	<i>254</i>	<i>1.992</i>	<i>3.087</i>	<i>3.087</i>
GL → CL	0	288.198	310.338	218.947	137.251	127.180
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>20.702</i>	<i>693</i>	<i>3.578</i>	<i>4.363</i>	<i>4.363</i>
WL → CL	0	16	277	260	225	222
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>8</i>	<i>7</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
SL → CL	0	174	5.734	5.892	6.153	6.080
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>46</i>	<i>91</i>	<i>68</i>	<i>98</i>	<i>98</i>
OL → CL	0	2	253	248	298	303
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>0</i>	<i>12</i>	<i>12</i>
TOTAL	20.799.628	19.805.516	18.391.920	18.102.043	17.596.301	17.495.152

6.3.2 Metodología

En este apartado se presentan las metodologías empleadas en la estimación del CSC de los depósitos en la categoría 4B, Tierras de cultivo. El resto de metodologías empleadas en la estimación de las otras fuentes de emisión se describen a partir del apartado 6.9 de este capítulo.

⁴⁴ Las emisiones/absorciones en el año 1990 se consideran como cero, ya que no existían estas prácticas en dicha fecha (ver la ficha de juicio de experto de referencia INV-ESP-JE/AGR/2014-001 incluida en el anexo 8 del presente Inventario Nacional).

⁴⁵ Información adicional sobre las tierras que forman parte de la categoría CL, según la cartografía fuente, puede consultarse en el Anexo de la descripción del proyecto cartográfico que figura en la página web del MITECO-SEI: [Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF](#).

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones/absorciones de CO₂ estimadas, asociadas al CSC de los depósitos de C de la categoría 4B.

Tabla 6.3.3. Emisiones/absorciones de CSC en la categoría CL (4B) (cifras en kt CO₂)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CL → CL	-207	-1.703	-2.654	-3.621	-4.115	-3.824	-4.491
L → CL	2.177	2.604	1.437	1.365	1.068	1.001	956
FL → CL	1.379	1.758	666	845	729	706	686
GL → CL	799	848	770	518	341	297	273
WL → CL	0	1	2	2	1	1	1
SL → CL	-1	-2	1	2	-1	-1	-2
OL → CL	0	0	-2	-2	-2	-2	-2
TOTAL	1.970	901	-1.217	-2.256	-3.047	-2.823	-3.535

Y en la figura siguiente aparecen representadas las citadas emisiones/absorciones.

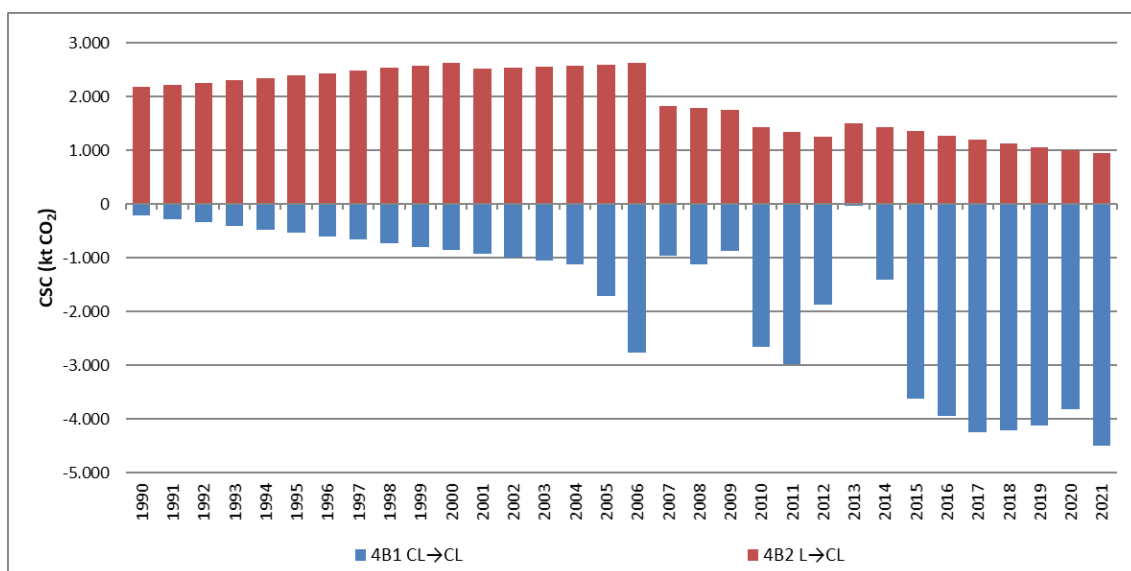


Figura 6.3.3. Emisiones/absorciones de CSC en la categoría CL (4B) (cifras en kt CO₂)

6.3.2.1 Tierras de cultivo que permanecen como tales (4B1)

6.3.2.1.1 Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva (LB)

De acuerdo con la Guía IPCC 2006 (apdo. 5.2.1.1, cap. 5, vol. 4), solamente se estima el cambio de biomasa para los cultivos leñosos, considerando que el incremento anual de las existencias de biomasa en los cultivos herbáceos equivale a las pérdidas de biomasa producidas por la cosecha y la mortalidad en ese mismo año, es decir, no hay acumulación neta de existencias de C en biomasa.

Cultivos leñosos

La causa principal de variación de las existencias de C en el depósito de la biomasa viva en las Tierras de cultivo es la transición entre cultivos en las que interviene, al menos, un leñoso: herbáceo → leñoso, leñoso → herbáceo y leñoso → leñoso⁴⁶.

⁴⁶ La transición "leñoso → leñoso" no representa la permanencia del cultivo leñoso, sino el cambio de un tipo de cultivo leñoso a otro (cítricos, no cítricos, olivar, viñedo y otros leñosos).

La fuente de información de la variable de actividad (superficies de transición entre cultivos en los que interviene, al menos, un cultivo leñoso) es la *Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España* (ESYRCE)⁴⁷ de la Subdirección General de Análisis, Coordinación y Estadística del MAPA; que cubre el periodo 2005-2021, por provincia. Al no disponerse de datos anteriores al año 2005 que permitan asegurar la coherencia de la serie temporal, se calcula el promedio de las transiciones entre cultivos de la ESYRCE del primer decenio disponible (entre 2004-2005 y 2014-2015)⁴⁸. Este promedio se extiende hasta el año 1950, para que en el año 1990 ya estén consideradas las transiciones del olivar, que es el cultivo con mayor periodo de maduración (40 años) (véase la tabla 6.3.5 que figura más adelante en este mismo apartado).

En respuesta a las recomendaciones del ERT⁴⁹, el Inventario analizó la viabilidad de aplicar técnicas alternativas para mejorar la coherencia de la serie temporal en la estimación del CSC de LB en la subcategoría 4B1 (incluyendo el uso de variables subrogadas y/o la utilización de estadísticas oficiales distintas a las utilizadas hasta ahora). Concretamente, analizó la viabilidad de emplear otra información disponible procedente de fuentes nacionales (Anuario de Estadística) o no (FAOSTAT) como variable subrogada. Sin embargo, la correlación estimada entre las transiciones entre cultivos de la ESYRCE y la información disponible es tan baja, en los años en los que ambas fuentes pueden ser usadas, que la mejor forma de completar la serie sigue siendo el promedio indicado.

En la tabla siguiente se presenta una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las superficies de las transiciones entre cultivos utilizadas en la estimación del CSC de LB en la categoría 4B.

Tabla 6.3.4. Transiciones de cultivos con origen/destino leñoso (cifras en hectáreas)

Transiciones entre tipos de cultivos	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Herbáceo → Leñoso	91.668	87.133	59.095	90.680	112.462	98.005	97.796
Leñoso → Herbáceo	91.981	66.457	84.245	57.535	47.848	55.252	51.857
Leñoso → Leñoso	59.326	64.421	39.108	22.794	23.242	27.360	18.058
TOTAL	242.975	218.011	182.449	171.009	183.552	180.618	167.710

La evolución temporal de las citadas superficies puede consultarse en la figura 6.3.2 incluida anteriormente en este mismo apartado.

El CSC de la biomasa viva (aérea y subterránea) debido a las transiciones entre cultivos se estima, siguiendo la ecuación 2.7 de la Guía IPCC 2006 (cap. 2, vol. 4), a través de las tasas anuales de ganancias y pérdidas que figuran en la tabla siguiente, junto con los valores de los parámetros característicos de los tres tipos de cultivos considerados (olivar, viñedo y otros cultivos leñosos) que permiten calcularlas.

Tabla 6.3.5. Resumen de la información de partida para el cálculo de la tasa de acumulación y pérdida de biomasa en la categoría CL (4B)

Densidad de plantación (pies/ha)	Período de maduración (años)	Fracción de C en la masa seca	Contenido en humedad (%)			Biomasa viva			Tasa de acumulación de biomasa (t C/ha.año)	Tasa de pérdida de biomasa (t C/ha)	
			Sistema radicular	Tronco y ramas	Hojas	Biomasa inicial (kg/ha en masa fresca)	Biomasa final (kg/ha en masa seca)				
							Sistema radicular	Tronco y ramas			Hojas
OLIVAR											
200	40	49,5	50	30	45	40	2.437,5	13.650	3.056	0,24	9,46
VIÑEDO											
2.500	10	45	No utilizado			212,5 ⁽¹⁾	6.112,5 ⁽¹⁾	6.175 ⁽¹⁾	942 ⁽¹⁾	0,59	5,86
OTROS CULTIVOS LEÑOSOS											
300	10	50	50	30	45	90	3.150	14.840	3.162,5	1,05	10,53

⁴⁷ <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/>

⁴⁸ Las transiciones del periodo 2006-2007, se sustituyen, de acuerdo con la S.G. de Análisis, Coordinación y Estadística (dada la modificación que se realiza en la muestra del año 2007), por la media, por provincia, de las transiciones anterior (2005-2006) y posterior (2007-2008).

⁴⁹ Esta información responde a las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2021 (ID# L.11).

Fuente: Punto focal de la entonces S.G. de Frutas y Hortalizas, Aceite de Oliva y Vitivinicultura.

(¹) Se asume que corresponde a masa seca.

Teniendo en cuenta esta información, los cultivos leñosos de la ESYRCE se han agrupado en tres tipologías: olivar, viñedo y otros cultivos leñosos (frutales cítricos, frutales no cítricos y otros cultivos leñosos).

El procedimiento de estimación del CSC de LB, detallado en el anexo 3 (apdo. A3.2.5), asume que en las transiciones entre cultivos:

- se pierde toda la biomasa del cultivo de origen en el año en que se produce dicha transición;
- el incremento de biomasa del cultivo de destino se produce a lo largo de su periodo de maduración; y
- no hay acumulación neta del C almacenado en la biomasa viva en cultivos herbáceos y barbechos.

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones/absorciones estimadas.

Tabla 6.3.6. Emisiones/absorciones de CSC de LB en la categoría CL (4B) (cifras en kt CO₂)

Transiciones entre tipos de cultivos	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Herbáceo → Leñoso	-2.989	-2.992	-2.762	-2.752	-3.288	-3.379	-3.511
Leñoso → Herbáceo	2.820	2.067	2.370	1.839	1.549	1.788	1.650
Leñoso → Leñoso	-35	168	-823	-1.048	-568	-372	-685
TOTAL	-204	-756	-1.215	-1.962	-2.307	-1.962	-2.545

Dado que se considera que la transición de otro uso de la tierra a CL es un proceso con intervención humana directa y que la pérdida de la biomasa del uso de la tierra anterior se produce en el mismo año en que se realiza la transición; las emisiones/absorciones estimadas en este apartado se reparten entre la subcategoría 4B1 y los 19 años siguientes a la transición desde otro uso de la tierra de la subcategoría 4B2, en función de la superficie ponderada de cada una de ellas.

Por tanto, en la tabla siguiente se refleja la parte de las emisiones/absorciones de CSC de LB estimadas que le corresponde a la categoría 4B1.

Tabla 6.3.7. Emisiones/absorciones de CSC de LB en la subcategoría 4B1 (cifras en kt CO₂)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CL → CL	-207	-722	-1.172	-1.916	-2.277	-1.939	-2.516

Cultivos herbáceos

Para aquellos cultivos herbáceos que se mantienen como cultivos herbáceos, siguiendo lo establecido por la Guía IPCC 2006 (apdo. 5.2.1.1, cap. 5, vol. 4), se supone que 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 lo que no hay una acumulación neta de existencias de C en biomasa.

6.3.2.1.2 Cambio en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta (DOM)

Siguiendo el enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 (apdo. 5.2.2.1, cap. 5, vol. 4), en la categoría 4B1 se considera que las existencias de C de DOM, formado por DW y LT, no existen o están en equilibrio. Por lo tanto, no se ha estimado el CSC de depósito; y la etiqueta de notación que se ha utilizado es NA.

6.3.2.1.3 Cambio en las existencias de carbono del suelo (SOC)

Suelos minerales

- **Cultivos leñosos:**

El CSC de los suelos minerales estimado en la subcategoría 4B1 se debe a la aplicación de prácticas conservadoras de los suelos de cultivos leñosos.

La fuente de información de las superficies en las que se han aplicado estas prácticas es la ESYRCE, que las registra estadísticamente desde el año 2006; y que la Subdirección General de Análisis, Coordinación y Estadística remite por provincia. Al no disponerse de datos anteriores al año 2006 se ha realizado, a petición del ERT y para completar la serie inventariada, la interpolación lineal de las absorciones desde 2006 hasta el comienzo del periodo, considerando como cero las absorciones en 1990, ya que no existían estas prácticas en dicha fecha (ver la ficha de juicio de experto de referencia INV-ESP-JE/AGR/2014-001 incluida en el anexo 8 del presente Inventario Nacional).

Además, dado que no se dispone de información que permita determinar si las superficies mantienen las prácticas aplicadas en el tiempo, se ha optado por un criterio conservador. Para cada año, práctica y provincia, se consideran exclusivamente las absorciones ligadas a la mínima superficie que ha permanecido bajo cada práctica hasta ese momento.

Para estimar el CSC de los suelos minerales en cultivos leñosos se han utilizado los valores de SOC calculados por uso y provincia, de acuerdo con la metodología descrita en el anexo 3 (apdo. A3.2.8); junto con los valores de referencia de los factores de uso de la tierra (F_{UT}), de gestión (F_{MG}) y de aporte (F_i) que facilita la Guía IPCC 2006 (cuadro 5.5, cap. 5, vol. 4), tomando como periodo de transición el valor por defecto de 20 años.

En el anexo 3 (apdo. A3.2.6) se recoge el procedimiento de estimación de las emisiones/absorciones causadas por el CSC de los suelos minerales en cultivos leñosos, debido a cambios de gestión (basada en la ecuación 2.25, cap. 2, vol. 4 de la Guía IPCC 2006).

En las tablas siguientes se incluyen una síntesis de la serie temporal disponible de las superficies mínimas de cultivos leñosos bajo prácticas conservadoras del suelo utilizadas en la estimación del CSC de SOC en la subcategoría 4B1 (CL → CL), así como de las emisiones/absorciones asociadas.

Tabla 6.3.8. Superficies mínimas de las prácticas conservadoras de suelos de los cultivos leñosos en la subcategoría 4B1 (cifras en hectáreas)

Tipo de práctica	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Laboreo tradicional	ND	ND	491.875	637.635	744.722	767.287	837.772
Laboreo mínimo	ND	ND	1.820.415	1.962.658	2.148.011	2.176.537	2.207.551
Cubierta vegetal espontánea	ND	ND	349.770	411.629	461.841	477.586	515.054
Cubierta vegetal sembrada	ND	ND	330.742	367.556	391.560	405.530	419.518
Cubierta inerte	ND	ND	48.919	68.930	108.211	110.981	116.629
Sin mantenimiento	ND	ND	937.934	1.091.833	1.127.132	1.155.137	1.210.469
No Laboreo	ND	ND	10.520	14.578	18.479	19.623	24.591
TOTAL	ND	ND	3.990.176	4.554.818	4.999.955	5.112.680	5.331.583

ND: Variable de actividad no disponible.

Tabla 6.3.9. Emisiones/absorciones de CSC de suelos minerales (SOC) en la subcategoría 4B1 (cifras en kt CO₂)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CL → CL	0	-981	-1.482	-1.705	-1.838	-1.885	-1.975

- **Cultivos herbáceos:**

Para los cultivos herbáceos que permanecen como cultivos herbáceos durante el periodo analizado se ha supuesto que el SOC está en equilibrio, ya que, en su mayoría, los suelos se siguen sometiendo a las prácticas tradicionales (laboreo tradicional). Hay estadísticas que apuntan a que se realizan prácticas conservadoras (siembra directa) en este tipo de cultivos, con una tendencia creciente a lo largo de los últimos 14 años. No obstante, la siembra tradicional sigue siendo el sistema de siembra más extendido en España (el 88 % en el año 2021)⁵⁰. En el anexo 3 (apdo. A3.2.14) se incluye la justificación de que el SOC de los cultivos herbáceos que se mantienen como cultivos herbáceos no es una fuente de emisiones de GEI.

Suelos orgánicos

En cuanto a los suelos orgánicos, según el Instituto Geográfico Nacional, la superficie total de suelos orgánicos en España es de 6.247,54 hectáreas, lo que corresponde a un 0,01 % de la superficie total nacional. Estos histosoles se encuentran en el este y norte de la península ibérica, siendo su vegetación natural brezales (*Erica* spp.) más o menos hidrófilos. Por tanto, las estimaciones asociadas a este tipo de suelos se abordan en el apartado correspondiente de la categoría 4C, Pastizales (apartado 6.4 de este capítulo).

6.3.2.2 Tierras convertidas en tierras de cultivo (4B2)

En el Inventario Nacional se han identificado transiciones a Tierras de cultivo desde FL, GL, WL, SL y OL, habiéndose asumido que estas transiciones se realizan a cultivos herbáceos únicamente.

El periodo adoptado para que los depósitos de C alcancen su equilibrio en las transiciones a CL es de 1 año para LB y DOM (periodo por defecto de la Guía IPCC 2006 en el caso de producirse pérdidas de C), dado que son transiciones humanamente inducidas; y de 20 años para SOC (periodo por defecto de la Guía IPCC 2006).

Las superficies de tierras en transición a CL se recogen en el apartado 6.3.1.2 de este capítulo.

6.3.2.2.1 Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva (LB)

Se considera que la transición de una superficie a CL es un proceso con intervención humana directa y que su uso como CL comienza desde el primer año de la transición. Por tanto, se estima que la pérdida de la biomasa del uso de la tierra anterior se produce en el mismo año en que se realiza la transición. Asimismo, se considera que la transición es, en primer lugar, a un cultivo herbáceo. La estimación del CSC de LB presentada en este apartado incluye la biomasa aérea y la subterránea.

En la tabla 6.1.7 de este capítulo figuran los *stocks* de C nacionales de la biomasa viva, en cada categoría de uso de la tierra, considerados en el Inventario Nacional.

Dado que el proceso de variación de C en LB dura menos de un año, el CSC de LB sólo se aplica a las superficies del primer año de transición de la subcategoría 4B2 (superficies anuales de la tabla 6.3.2); y se estima como la diferencia entre el *stock* de C en el uso de destino y el *stock* de C en el uso de origen (ambos contenidos en la tabla 6.1.7, excepto desde FL, que utiliza datos del IFN), multiplicada por la superficie sometida al cambio⁵¹.

A las superficies de la subcategoría 4B2 de los 19 años siguientes a la transición se les asocia su parte correspondiente de las emisiones/absorciones debidas al CSC de LB por las transiciones entre cultivos en las que interviene, al menos, un leñoso (véase apartado 6.3.2.1.1), en función de su superficie respecto al total de superficie de la categoría 4B, Tierras de cultivo.

⁵⁰ https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/cubiertas2021_tcm30-621076.pdf.

⁵¹ Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva en tierras en transición](#).

En la tabla siguiente se muestra una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones/absorciones debidas al CSC de LB en la subcategoría 4B2.

Tabla 6.3.10. Emisiones/absorciones de CSC de LB en la subcategoría 4B2 (cifras en kt CO₂)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
L → CL	619,2	815,1	22,7	332,3	309,7	315,3	320,9
FL → CL	759,3	915,2	29,1	357,6	340,9	346,5	352,1
GL → CL	-139,1	-97,0	-4,7	-24,0	-29,3	-29,3	-29,3
WL → CL	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
SL → CL	-0,8	-2,9	-1,6	-1,2	-1,7	-1,7	-1,7
OL → CL	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,2	-0,2	-0,2
TOTAL	619,2	815,1	22,7	332,3	309,7	315,3	320,9

6.3.2.2.2 Cambio en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta (DOM)

El CSC de DOM se produce, al igual que en LB, en menos de un año. Por tanto, sólo se aplica a las superficies del primer año de transición de la subcategoría 4B2 (superficies anuales de la tabla 6.3.2).

Siguiendo el enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 (apdo. 4.3.2, cap. 4, vol. 4), las existencias de C de DW de usos de la tierra no forestales equivalen a cero. Por tanto, el CSC de DW en la subcategoría 4B2 sólo se estima para el caso de las transiciones de FL a CL (véase la tabla 6.1.7 del presente capítulo)⁵².

Por otra parte, el CSC de LT se estima en todas las transiciones identificadas a CL. El CSC nacional, anual y por hectárea, de LT para los distintos tipos de transiciones, junto con el periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio (1 año), puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

6.3.2.2.3 Cambio en las existencias de carbono del suelo (SOC)

Suelos minerales

La metodología adoptada en la estimación del CSC del depósito de SOC es análoga a la que se presenta en el apartado 6.2.2.2.3, es decir, utilizando los valores provinciales de *stock* de C en suelos que figuran en el anexo 3 (apdo. A3.2.8) y los valores por defecto de la Guía IPCC 2006 que figuran en la tabla 6.1.7; y un periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio de 20 años, si bien el uso de destino en este caso es CL⁵³.

El CSC nacional, anual y por hectárea, de suelos minerales para los distintos tipos de transiciones, junto con el periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio (20 años), puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

Suelos orgánicos

En cuanto a los suelos orgánicos, tal y como se ha indicado anteriormente en este capítulo, la superficie total de suelos orgánicos en España es de 6.247,54 hectáreas, según el Instituto Geográfico Nacional, lo que corresponde a un 0,01 % de la superficie total nacional. Estos histosoles se encuentran en el este y norte de la península ibérica y en ningún caso se encuentran cultivados, siendo su vegetación natural brezales (*Erica* spp.) más o menos

⁵² Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono de la madera muerta en las tierras en transición](#); junto con los detalles de los cálculos realizados para llegar al valor nacional (y a los valores provinciales) de DW en FL (Anexo II de la ficha).

⁵³ Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono orgánico del suelo en suelos minerales en las tierras en transición](#); junto con los detalles de los cálculos realizados para llegar los valores de stock de C en suelos, por uso y provincia o nacional (Anexo II de la ficha).

hidrófilos. Por tanto, las estimaciones asociadas a este tipo de suelos se abordan en el apartado correspondiente de la categoría 4C, Pastizales (apartado 6.4 de este capítulo).

6.3.3 Incertidumbre

En la tabla siguiente figuran las incertidumbres de las variables de actividad y de los factores de emisión/absorción que se utilizan para la estimación de las emisiones/absorciones asociadas al CSC de los depósitos de C de las subcategorías Tierras de cultivo que permanecen como tales (4B1) y Tierras convertidas a tierras de cultivo (4B2).

Tabla 6.3.11. Incertidumbre de la categoría CL (4B)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
4B1 CSC - Absorción			
CO ₂	8	200	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asignada a la cartografía sobre usos y cambios de usos de la tierra (8 %). <u>Factor de emisión</u> ⁽¹⁾ : incertidumbre asignada de forma cualitativa al CSC en la categoría 4B1 (200 %).
4B2 CSC - Absorción/Emisión			
CO ₂	8	100	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asignada a la cartografía sobre usos y cambios de usos de la tierra (8 %). <u>Factor de emisión</u> ⁽¹⁾ : incertidumbre de referencia asignada de forma cualitativa al CSC (100 %).

⁽¹⁾ La incertidumbre de los factores de emisión/absorción en el sector LULUCF se asigna, por lo general, de forma cualitativa siguiendo la escala de clasificación establecida en la tabla 3.2 "Rating definitions" del capítulo 5 "Uncertainties" de la parte A "General Guidance Chapters" de la Guía EMEP/EEA 2013, que varía entre la letra A (10 a 30 %) y la letra E (mayor incertidumbre, sin valor asignado). Se ha asumido que los factores de emisión/absorción del sector LULUCF tienen como referencia general una incertidumbre del 100 %, que se corresponde con el límite inferior del rango de incertidumbre asociado a la letra D (100 a 300 %).

Un valor superior frecuente es una incertidumbre de 200 %, que corresponde a la media del rango de la clase D, asignado a las absorciones de CO₂ de la categoría 4B1 (CL → CL), que proceden, en su mayor parte, de las prácticas de conservación de suelos.

VA: Variables de actividad; y FE: Factor de emisión.

Los criterios generales utilizados para la asignación de los valores de incertidumbre se han descrito en el apartado 6.1.5.

6.3.4 Nuevos cálculos

En esta edición del Inventario Nacional se han modificado los siguientes aspectos relacionados con la categoría CL del sector LULUCF (que también se puede consultar en el apartado 6.1.8):

- Actualización de la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra, para el periodo 1970-2018.
- Nueva estimación del contenido de C de la biomasa viva en la categoría 4A1 (indicada en el apartado 6.2.4), con implicaciones en el CSC de LB en la transición FL → CL.
- Nuevos datos disponibles de prácticas de gestión en cultivos leñosos del año 2021, con el consiguiente recálculo de las absorciones asociadas (véase el apartado 6.3.2.1.3 para más detalle).
- Nuevos datos disponibles de incendios en cultivos asegurados para el periodo 1990-2015, procedentes de una nueva explotación de la base de datos de la ENESA, a nivel provincial (en lugar de nacional).

Estos cambios conllevan variaciones en las emisiones/absorciones a partir del año 1991.

En la figura siguiente se muestra la comparación, en valor absoluto, de las estimaciones de las emisiones/absorciones de la categoría CL (debidas al CSC de los depósitos de C, a la quema de biomasa y a la mineralización del N debida a la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios

en el uso de la tierra de suelos minerales) entre las ediciones actual y anterior del Inventario Nacional, expresadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq)⁵⁴.

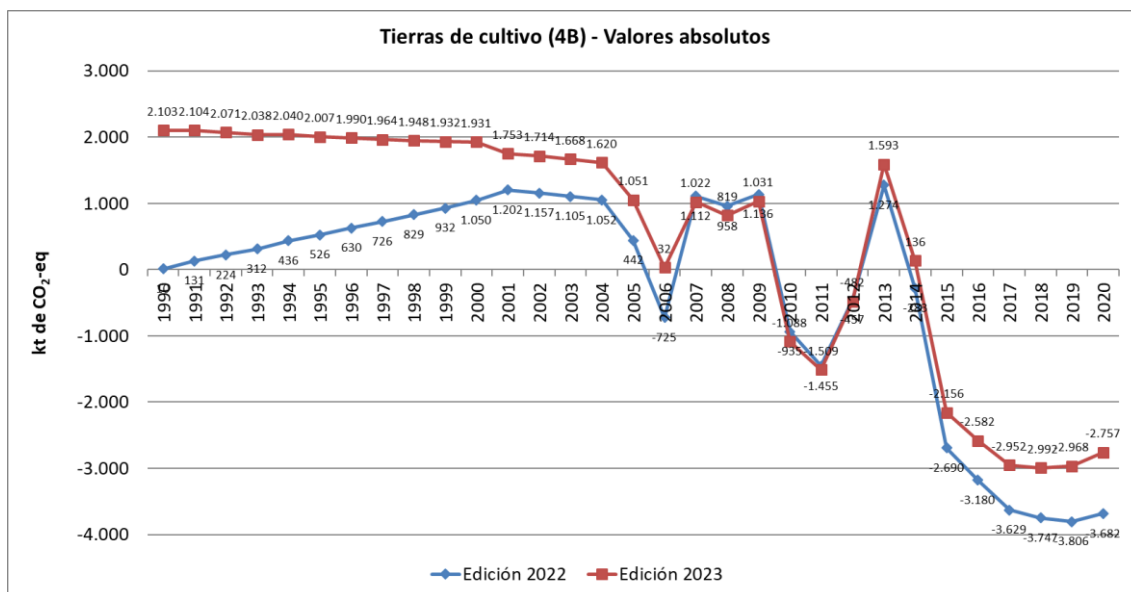


Figura 6.3.4. Emisiones/absorciones en la categoría CL (4B). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt CO₂-eq)

6.3.5 Planes de mejora

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones/absorciones asociadas a las Tierras de cultivo, para culminar la completa adaptación a las metodologías más recientes.

Como parte del plan de mejoras del Inventario Nacional, se mantiene la intención de analizar la disponibilidad de información complementaria para estimar, si es posible, el cambio en las existencias de SOC, así como las emisiones/absorciones asociadas, debido a las prácticas de gestión en los cultivos herbáceos en próximas ediciones.

6.4 Pastizales (4C)

6.4.1 Descripción de la categoría

6.4.1.1 Emisiones y absorciones estimadas

En este apartado se informa sobre la variación de las existencias de C y de las emisiones/absorciones asociadas, que tienen lugar en los Pastizales que permanecen como tales, 4C1, y en las Tierras convertidas en pastizales, 4C2.

Las emisiones debidas a la quema de biomasa, por incendios y quemas controladas (4(V)C), y las emisiones directas de N₂O causadas por la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales (4(III)C), se describen en los apartados 6.13 y 6.11, respectivamente.

⁵⁴ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones/absorciones estimadas de CO₂-eq⁵⁵ en GL, distinguiendo entre las subcategorías 4C1 (GL → GL) y 4C2 (L → GL)⁵⁶.

Tabla 6.4.1. Emisiones/absorciones en la categoría GL (4C) (cifras en kt CO₂-eq)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
GL → GL	336	308	73	161	85	62	141
L → GL	-769	-1.389	-1.647	-1.256	-1.477	-1.495	-1.536
FL → GL	193	120	52	104	57	55	56
CL → GL	-960	-1.500	-1.679	-1.345	-1.511	-1.525	-1.567
WL → GL	0	1	2	2	2	2	2
SL → GL	-2	-10	-22	-18	-26	-27	-27
OL → GL	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	-433	-1.081	-1.574	-1.095	-1.392	-1.433	-1.396

Nota: Los valores de esta tabla son los resultados netos de la categoría 4C que incluye: las emisiones/absorciones de CO₂ por cambios en las existencias de C (en 4C1 y 4C2); las emisiones de CH₄ y N₂O en 4C1, causadas por incendios y quemas controladas; las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O en 4C2 causadas por incendios; y las emisiones de N₂O procedentes de la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión (en 4C2 y 4C1, respectivamente). Las emisiones indirectas de N₂O, 4(IV)2, se informan de manera independiente en el apartado 6.12 de este capítulo.

Y en la figura siguiente aparecen representadas las citadas emisiones/absorciones.

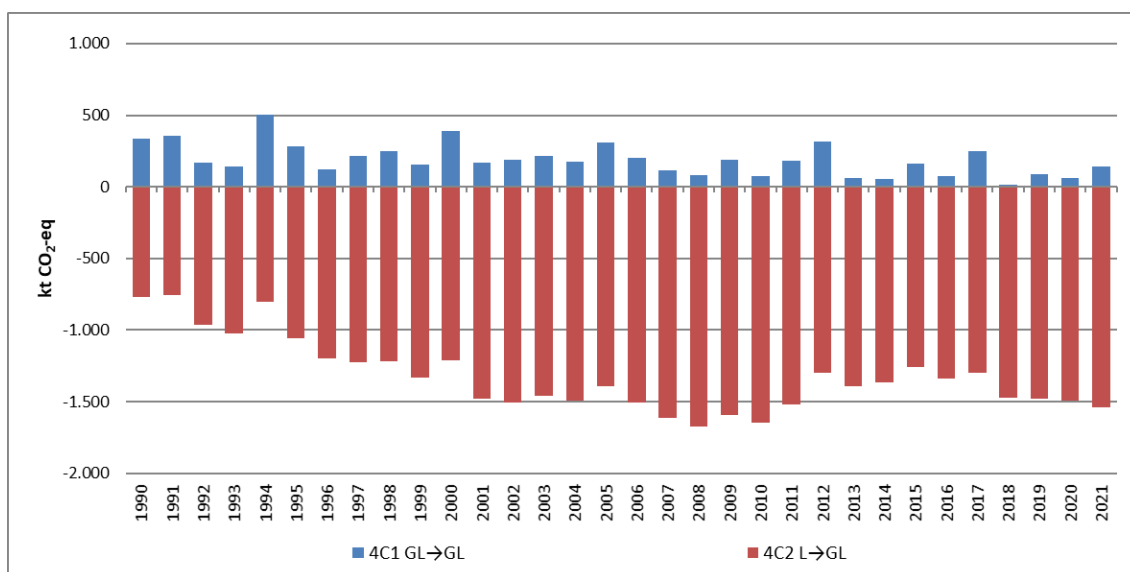


Figura 6.4.1. Emisiones/absorciones en la categoría GL (4C) (cifras en kt CO₂-eq)

La tendencia de las emisiones/absorciones de la categoría GL viene determinada, fundamentalmente, por las absorciones netas de la subcategoría 4C2 (cuyas superficies acumuladas pueden consultarse en la tabla 6.4.2 y la figura 6.4.2 de este apartado), asociadas al cambio en las existencias estimadas de los depósitos de C; dado que las emisiones/absorciones estimadas asociadas a la subcategoría 4C1 se corresponden con las emisiones debidas a incendios y quemas controladas y, a partir de esta edición, con las absorciones netas asociadas al cambio en las existencias de C de los suelos minerales debidas a la gestión en pastizales herbáceos que permanecen como tales.

⁵⁵ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del quinto Assessment Report: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

⁵⁶ Los datos detallados de emisiones del Inventario Nacional pueden consultarse en la página web del MITECO-SEI [TablaWeb](#).

6.4.1.2 Definición, clasificación y superficie de la categoría de uso de la tierra

La explicación detallada de las definiciones de las categorías de usos de la tierra del sector LULUCF utilizadas en el Inventario Nacional se incluye en el apartado 6.1.2 de este capítulo.

La categoría 4C engloba un amplio rango de usos, entre praderas y tierras arboladas que no cumplen con las características para ser Tierras forestales y Tierras de cultivo. En esta categoría se consideran incluidas las siguientes tipologías: pastizales arbolados (FCC arbolada $\geq 10\%$ y $< 20\%$), pastizales arbustivos, pastizales herbáceos y pastizales quemados (áreas desarboladas afectadas por incendios forestales)⁵⁷.

En la tabla siguiente se presenta una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las superficies acumuladas consideradas en esta categoría, destacando las superficies anuales, en cursiva.

Tabla 6.4.2. Superficies acumuladas y anuales de la categoría GL (4C) (cifras en hectáreas)

Categoría	1970	1990	2010	2015	2020	2021
GL → GL	15.944.886	13.937.454	12.124.789	12.276.333	12.272.108	12.251.588
L → GL	0	601.135	843.922	685.125	761.479	796.425
FL → GL	0	35.208	29.844	18.551	7.299	7.101
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>2.577</i>	<i>95</i>	<i>468</i>	<i>327</i>	<i>327</i>
CL → GL	0	565.453	805.506	656.921	743.292	778.543
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>51.093</i>	<i>20.126</i>	<i>22.209</i>	<i>68.367</i>	<i>68.367</i>
WL → GL	0	85	585	606	569	520
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>11</i>	<i>27</i>	<i>7</i>	<i>3</i>	<i>3</i>
SL → GL	0	389	7.985	9.045	10.319	10.261
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>134</i>	<i>591</i>	<i>183</i>	<i>389</i>	<i>389</i>
OL → GL	0	0	2	1	0	0
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
TOTAL	15.944.886	14.538.589	12.968.711	12.961.458	13.033.587	13.048.013

Y en la figura siguiente se muestran las superficies acumuladas de la categoría GL, distinguiendo entre las subcategorías 4C1 (GL → GL) y 4C2 (L → GL).

⁵⁷ Información adicional sobre las tierras que forman parte de la categoría GL, según la cartografía fuente, puede consultarse en el Anexo de la descripción del proyecto cartográfico que figura en la página web del MITECO-SEI: [Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF](#).

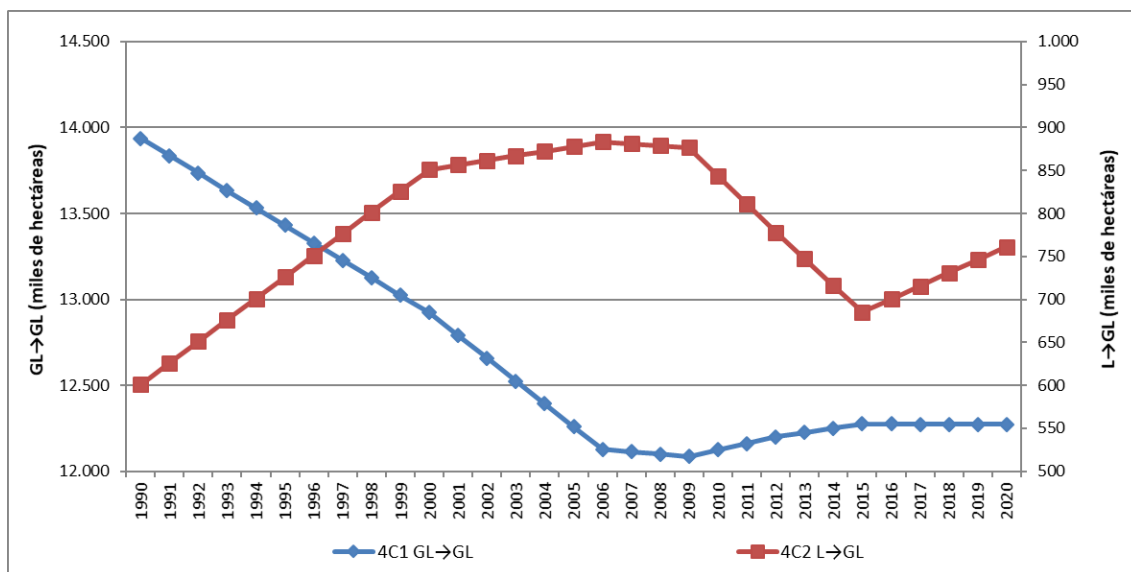


Figura 6.4.2. Superficies acumuladas de la categoría GL (4C) (cifras en miles de hectáreas)

6.4.2 Metodología

En este apartado se presentan las metodologías empleadas en la estimación del CSC de los depósitos en la categoría 4C, Pastizales. El resto de metodologías empleadas en la estimación de las otras fuentes de emisión se describen a partir del apartado 6.9 de este capítulo.

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones/absorciones de CO₂ estimadas, asociadas al CSC de los depósitos de C de la categoría 4C, destacando las asociadas a las superficies anuales en transición, en cursiva.

Tabla 6.4.3. Emisiones/absorciones de CSC en la categoría GL (4C) (cifras en kt CO₂)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
GL → GL	-19	-31	-59	-59	-45	-41	-38
L → GL	-977	-1.678	-1.729	-1.361	-1.546	-1.583	-1.667
FL → GL	169	100	46	100	56	54	54
<i>anuales</i>	<i>157</i>	<i>66</i>	<i>18</i>	<i>86</i>	<i>53</i>	<i>53</i>	<i>54</i>
CL → GL	-1.144	-1.767	-1.754	-1.443	-1.577	-1.611	-1.694
<i>anuales</i>	<i>-112</i>	<i>-63</i>	<i>-49</i>	<i>-51</i>	<i>-146</i>	<i>-146</i>	<i>-146</i>
WL → GL	0	1	2	2	2	2	2
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
SL → GL	-3	-12	-23	-20	-27	-28	-29
<i>anuales</i>	<i>-2</i>	<i>-6</i>	<i>-8</i>	<i>-3</i>	<i>-6</i>	<i>-6</i>	<i>-6</i>
OL → GL	0	0	0	0	0	0	0
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
TOTAL	-996	-1.709	-1.788	-1.420	-1.591	-1.624	-1.704

Y en la figura siguiente aparecen representadas las citadas emisiones/absorciones.

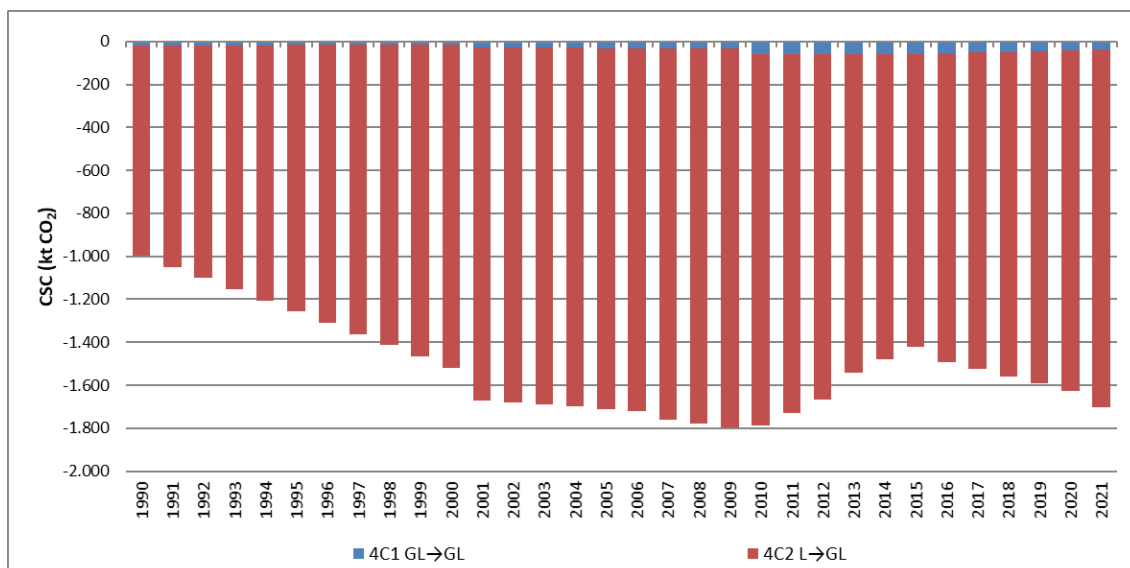


Figura 6.4.3. Emisiones/absorciones de CSC en la categoría GL (4C) (cifras en kt CO₂)

6.4.2.1 Pastizales que permanecen como tales (4C1)

En la presente edición, el Inventario Nacional ha incorporado la estimación de las emisiones/absorciones asociadas al CSC de SOC en pastizales herbáceos que permanecen como tales, asociadas a las prácticas de gestión.

El Inventario continúa trabajando en la búsqueda de fuentes de información, con el fin de identificar cualquier otro cambio de existencias de C que conduzca a la generación de emisiones/absorciones asociadas en esta subcategoría. No obstante, cabe señalar que la mayor parte de los pastizales españoles se consideran pastizales tradicionales/históricos que no han resultado afectados por cambios gestión. Por tanto, se espera que continúen con el nivel actual (histórico) de equilibrio, conduciendo a un balance neutro en el CSC de los depósitos LB y SOC.

6.4.2.1.1 Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva (LB)

Dada la carencia de información, no se reportan cambios en la biomasa viva y se informa como NE en la tabla de reporte CRF 4C.

6.4.2.1.2 Cambio en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta (DOM)

De acuerdo con el enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 (apdo. 6.2.2.1, cap. 6, vol. 4), se supone que los depósitos de madera muerta y detritus están en equilibrio, de modo que no es necesario estimar el CSC para ellos. Por tanto, no se reportan cambios en DOM y se informan como NA en la tabla de reporte CRF 4C.

6.4.2.1.3 Cambio en las existencias de carbono del suelo (SOC)

Suelos minerales

Los cambios en las existencias de carbono del suelo se deberían a los cambios en el sistema de gestión de dichos suelos. Cabe señalar que en los pastizales no se realizan prácticas de encalado (adición de caliza a los suelos para corregir su acidez); y si se produce aplicación de fertilizantes, ésta queda englobada en el cálculo agregado del uso de fertilizantes en Agricultura (sector CRF 3).

Para la presente edición, el Inventario Nacional ha incorporado la estimación del CSC de los suelos minerales asociadas a las prácticas de gestión en la categoría 4C1, concretamente en los pastizales herbáceos que permanecen como tales.

La fuente de información de las prácticas de gestión que tienen lugar en los pastizales herbáceos españoles es una asociación científica de ámbito nacional, la Sociedad Española de Pastos (SEP, en adelante). Teniendo en cuenta la información disponible (destacando la cartografía de distribución de los tipos de hábitat de interés comunitario), la SEP desarrolló una propuesta metodológica para el Inventario Nacional, agrupando los pastizales herbáceos españoles en grupos que presentan una gestión similar y estableciendo un procedimiento para asignarles una superficie, teniendo en cuenta el proyecto cartográfico acometido.

El cálculo del CSC del SOC se basa en la Guía IPCC 2006, que establece para pastizales que permanecen como tales (apdo. 6.2.3, cap. 6, vol. 4) una metodología de nivel 1, basada en la ecuación 2.25 (apdo. 2.3.3, cap. 2, vol. 4).

Para estimar el CSC de los suelos minerales en pastizales se han utilizado los valores de SOC calculados por uso y provincia, de acuerdo con la metodología descrita en el anexo 3 (apdo. A3.2.8); junto con los valores de referencia de los factores de uso de la tierra (F_{UT}), de gestión (F_{MG}) y de aporte (F_i) que facilita la Guía IPCC 2006 (cuadro 6.2, cap. 6, vol. 4), tomando como periodo de transición el valor por defecto de 20 años.

En el anexo 3 (apdo. A3.2.7) se recoge el procedimiento de estimación de las emisiones y absorciones causadas por el CSC de los suelos minerales en pastizales herbáceos, debido a prácticas de gestión.

En las tablas siguientes se incluyen las superficies de pastizales herbáceos sometidos a prácticas de gestión utilizadas en la estimación del CSC de SOC en la subcategoría 4C1 (GL → GL), así como una síntesis de la serie temporal de las emisiones/absorciones asociadas.

Tabla 6.4.4. Superficies de pastizales herbáceos sometidos a prácticas de gestión de suelos en la subcategoría 4C1 (cifras en hectáreas)

Categoría	1989	2000	2009	2015
GL → GL	3.630.160	3.121.147	3.778.159	3.387.999

Tabla 6.4.5. Emisiones/absorciones de CSC de suelos minerales (SOC) en la subcategoría 4C1 (cifras en kt CO₂)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
GL → GL	-19,4	-31,0	-58,9	-59,1	-44,8	-41,2	-37,6

Suelos orgánicos

En cuanto a los suelos orgánicos, según el Instituto Geográfico Nacional, la superficie total de suelos orgánicos en España es de 6.247,54 hectáreas, lo que corresponde a un 0,01 % de la superficie total nacional. Estos histosoles se encuentran en el este y norte de la península ibérica⁵⁸ y en ningún caso se encuentran cultivados, siendo su vegetación natural brezales (*Erica* spp.) más o menos hidrófilos. Dada su escasez, no se dispone de información sobre tipos de práctica de gestión de estos suelos, realización de drenajes de forma antropogénica o si son suelos permanentemente inundados de forma natural. En ausencia de información, para la edición 2018 del Inventario Nacional (serie 1990-2016) se estimaron las emisiones globales en el caso de que se drenara la totalidad de la superficie de histosoles en España en un solo año para valorar su relevancia. Las emisiones totales, calculadas mediante las ecuaciones 2.26 y 11.1 de la Guía IPCC 2006 (cap. 2 y 11, vol. 4), utilizando los factores de emisión por defecto para los pastizales y clima templado/templado fresco, asociadas al drenaje del total de las 6.247,54 hectáreas de suelos orgánicos (histosoles) en GL se estimaron en 5,73 kt CO₂ y 0,078 kt N₂O, que suman 29,1 kt CO₂-eq, lo que representaba un 0,01 % del total nacional de emisiones de CO₂-eq sin LULUCF de cualquier año de la serie temporal (0,010 % del año 1990 o

⁵⁸ En el apartado 6.5 de la categoría Humedales (WL) se incluye la figura 6.5.2 en la que aparecen representados los histosoles y las explotaciones de turba en España.

0,009 % del año 2016). Aunque no se tiene constancia de prácticas de drenaje en los histosoles en España, en el caso de que se realizaran para la totalidad de la superficie de suelos orgánicos en España, las emisiones derivadas no superarían el umbral de significancia de acuerdo con la Decisión 24/CP.19 y, por tanto, se consideran no significativas para el Inventario Nacional.

6.4.2.2 Tierras convertidas en pastizales (4C2)

En el Inventario Nacional se han identificado transiciones a GL desde FL, CL, WL, SL y OL.

En el caso de que el uso de origen sea FL, conviene destacar que las pérdidas temporales de cobertura arboladas no representan un cambio de uso permanente y, por tanto, estas superficies se mantienen bajo la subcategoría 4A1, siguiendo la definición operativa de bosque para la UNFCCC que figura en la tabla 6.13. del presente capítulo.

En el caso de transiciones desde CL, se asume que este siempre es un cultivo herbáceo.

El periodo adoptado para que los depósitos de C alcancen su equilibrio en las transiciones a GL es de 1 año para los depósitos de LB y DOM (periodo por defecto de la Guía IPCC 2006 en el caso de producirse pérdidas de C); y de 20 años para SOC (periodo por defecto de la Guía IPCC 2006) y cuando las transiciones se producen desde CL.

Una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las superficies en transición a GL y de las emisiones/absorciones de CO₂ estimadas, asociadas al CSC de los depósitos de C se recogen en las tablas 6.4.2 y 6.4.3 de este apartado.

6.4.2.2.1 Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva (LB)

El CSC por hectárea de LB se calcula como diferencia entre las existencias de C de LB en GL y las del uso de origen. Cuando el origen es CL, la diferencia se divide entre un periodo de 20 años (periodo por defecto fijado por las guías IPCC), al considerar que esta conversión se produce una transición gradual de los depósitos de biomasa hasta alcanzarse un nuevo equilibrio, tal y como se indica en la Guía IPCC 2006 (apdo. 6.3.1, cap. 6, vol. 4)⁵⁹. En el resto de los casos, el periodo adoptado es de 1 año⁶⁰.

El CSC nacional, anual y por hectárea, de LB para los distintos tipos de transiciones (excepto desde FL, que utiliza datos del IFN) puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

6.4.2.2.2 Cambio en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta (DOM)

El CSC de DOM se calcula de forma análoga a la descrita para LB, utilizando los mismos periodos para alcanzar el equilibrio.

Siguiendo el enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 (apdo. 4.3.2, cap. 4, vol. 4), las existencias de C de DW de usos de la tierra no forestales equivalen a cero. Por tanto, el CSC de DW en la subcategoría 4C2 sólo se estima para el caso de la transición FL → GL (véase la tabla 6.1.7 del presente capítulo)⁶¹.

Por otra parte, el CSC de LT se estima en todas las transiciones identificadas a GL. El CSC nacional, anual y por hectárea, de LT para los distintos tipos de transiciones, junto con el periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio, puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

⁵⁹ Información incluida siguiendo las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2019 (ID# L.23).

⁶⁰ Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva en tierras en transición](#).

⁶¹ Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono de la madera muerta en las tierras en transición](#); junto con los detalles de los cálculos realizados para llegar al valor nacional (y a los valores provinciales) de DW en FL (Anexo II de la ficha).

6.4.2.2.3 Cambio en las existencias de carbono del suelo (SOC)

La metodología seguida en la estimación del CSC del suelo es análoga a la que se presenta en el apartado 6.2.2.2.3, es decir, utilizando los valores provinciales de *stock* de C en suelos que figuran en el anexo 3 (apdo. A3.2.8) y los valores por defecto de la Guía IPCC 2006 que figuran en la tabla 6.1.7; y un periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio de 20 años, si bien el uso de destino en este caso es GL⁶².

El CSC nacional, anual y por hectárea, de suelos minerales para los distintos tipos de transiciones, junto con el periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio (20 años), puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

En cuanto a los suelos orgánicos, tal y como se ha indicado en el apartado 6.4.2.1.3 de este capítulo, la superficie total de suelos orgánicos en España supone un 0,01 % de la superficie total nacional; y las emisiones derivadas de las prácticas de drenaje (en el caso de que se produjeran) no superarían el umbral de significancia de acuerdo con la Decisión 24/CP.19, por lo que se consideran no significativas para el Inventario Nacional.

6.4.3 Incertidumbre

En la tabla siguiente figuran las incertidumbres de las variables de actividad y del factor de emisión/absorción de la estimación de las emisiones/absorciones asociadas al CSC de los depósitos de C de las subcategorías Pastizales que permanecen como tales (4C1) y Tierras convertidas en pastizales (4C2).

Tabla 6.4.6. Incertidumbre de la categoría GL (4C)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
4C1 CSC - Absorción/Emisión			
CO ₂	8	300	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asignada a la cartografía sobre usos y cambios de usos de la tierra (8 %). <u>Factor de emisión</u> ⁽¹⁾ : incertidumbre asignada de forma cualitativa al CSC en la categoría 4C1, que coincide con el valor máximo tabulado de la escala de gradación, correspondiente a la clase D (300 %) ⁶³ .
4C2 CSC - Absorción/Emisión			
CO ₂	8	100	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asignada a la cartografía sobre usos y cambios de usos de la tierra (8 %). <u>Factor de emisión</u> ⁽¹⁾ : incertidumbre de referencia asignada de forma cualitativa al CSC (100 %).

⁽¹⁾ La incertidumbre de los factores de emisión/absorción en el sector LULUCF se asigna, por lo general, de forma cualitativa siguiendo la escala de clasificación establecida en la tabla 3.2 "Rating definitions" del capítulo 5 "Uncertainties" de la parte A "General Guidance Chapters" de la Guía EMEP/EEA 2013, que varía entre la letra A (10 a 30 %) y la letra E (mayor incertidumbre, sin valor asignado). Se ha asumido que los factores de emisión/absorción del sector LULUCF tienen como referencia general una incertidumbre del 100 %, que se corresponde con el límite inferior del rango de incertidumbre asociado a la letra D (100 a 300 %).

VA: Variables de actividad; y FE: Factor de emisión.

Los criterios generales utilizados para la asignación de los valores de incertidumbre se han descrito en el apartado 6.1.5.

6.4.4 Nuevos cálculos

En esta edición del Inventario Nacional se han modificado los siguientes aspectos relacionados con la categoría GL del sector LULUCF (que también se puede consultar en el apartado 6.1.8):

⁶² Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono orgánico del suelo en suelos minerales en las tierras en transición](#); junto con los detalles de los cálculos realizados para llegar los valores de stock de C en suelos, por uso y provincia o nacional (Anexo II de la ficha).

⁶³ Incertidumbre asignada a la estimación del CSC del depósito SOC.

- Actualización de la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra, para el periodo 1970-2018.
- Incorporación de una nueva estimación del CSC de SOC en suelos minerales derivadas de las prácticas de gestión de suelos en pastizales herbáceos.
- Nueva estimación del contenido de C de la biomasa viva en la categoría 4A1 (indicada en el apartado 6.2.4), con implicaciones en el CSC de LB en la transición FL → GL.
- Nuevos datos disponibles de incendios correspondientes a los años 2018, 2019 y 2020, que actualizan los datos de los años 2018 y 2019 y sustituyen el promedio del último decenio disponible (2010-2019) utilizado en la edición 2021 del Inventario Nacional (serie 1990-2019) para el último año de la serie, por los nuevos datos del año 2020.

Además, las emisiones de incendios de matorral se han reubicado, asignándolas a la categoría GL, en lugar de FL.

Estos cambios conllevan variaciones en las emisiones/absorciones de toda la serie.

En la figura siguiente se muestra la comparación, en valor absoluto, de las estimaciones de las emisiones/absorciones de la categoría GL (debidas al CSC de los depósitos de C, a la quema de biomasa y a la mineralización del N debida a la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso o la gestión de la tierra de suelos minerales) entre la edición actual y la anterior del Inventario Nacional, expresadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq)⁶⁴.

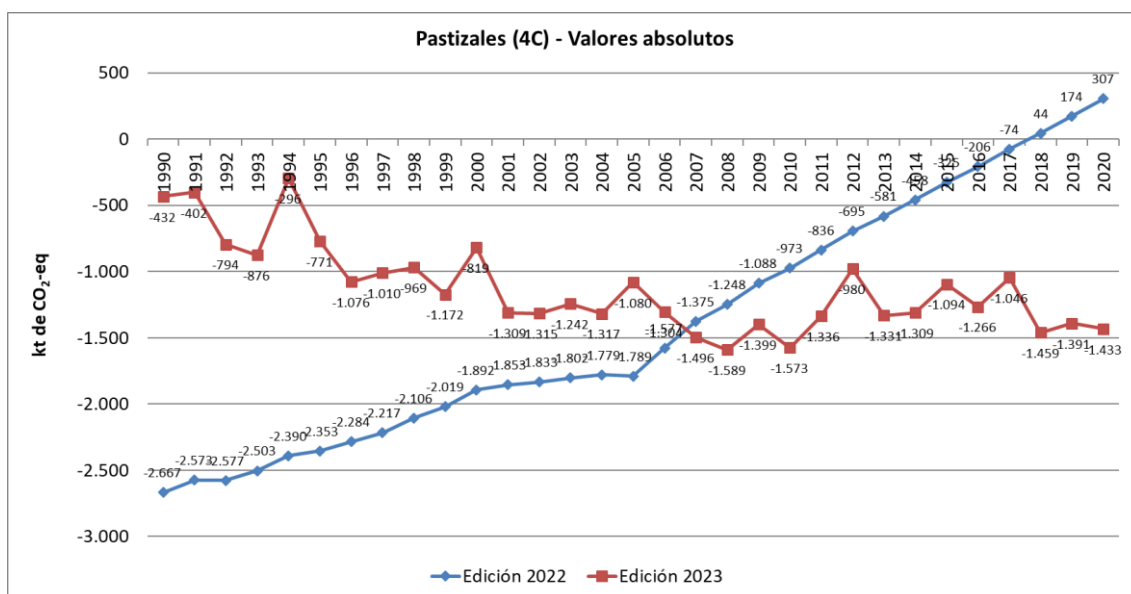


Figura 6.4.4. Emisiones/absorciones en la categoría GL (4C). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt CO₂-eq)

6.4.5 Planes de mejora

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones/absorciones asociadas a los Pastizales, para culminar la completa adaptación a las metodologías más recientes.

⁶⁴ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>

En la actualidad se está trabajando en la mejora de la estimación del cambio en las existencias de C de los Pastizales que permanecen como tales, 4C1. Concretamente, se están realizando las siguientes actividades⁶⁵:

- La mejora de la información cartográfica de usos de la tierra y cambios de usos de la tierra para, en la medida de lo posible, determinar transiciones dentro de la categoría 4C1; que, junto con la búsqueda de las existencias de C de los depósitos en los distintos tipos de pastizales, permitan la estimación del CSC asociado.
- El desarrollo de una metodología nacional para la estimación del CSC de la biomasa viva de Pastizales arbolados que se mantienen como pastizales arbolados, utilizando las parcelas del Inventario Forestal Nacional con FCC inferior al 20 %.
- La búsqueda de cualquier otra información sobre las prácticas de gestión aplicadas en los pastizales españoles que pueda existir a lo largo de la serie temporal, que conduzcan a la generación de emisiones/absorciones asociadas al CSC de los depósitos de C.

La implementación de los resultados de estas actividades está prevista en las próximas ediciones del Inventario Nacional.

6.5 Humedales (4D)

6.5.1 Descripción de la categoría

6.5.1.1 Emisiones y absorciones estimadas

En este apartado debe informarse sobre los eventuales flujos de GEI que tienen lugar en los Humedales (WL), tanto en la categoría 4D1, Humedales que permanecen como tales, como en la categoría 4D2, Tierras convertidas en humedales.

En concreto, en este apartado se informa sobre las emisiones *in situ* de CO₂, CH₄ y N₂O asociadas a la explotación de turberas y las emisiones *ex situ* de CO₂ debidas al uso hortícola de la turba, en la subcategoría 4D11.

Además, se informa sobre la variación de las existencias de C y de las emisiones y absorciones de CO₂ asociadas, que tienen lugar en las Tierras convertidas en humedales, 4D2.

También se han estimado las emisiones directas de N₂O procedentes de la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra de suelos minerales (4(III)D), que se describen en el apartado 6.11 de este capítulo.

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones/absorciones estimadas de CO₂-eq⁶⁶ en WL, distinguiendo entre las subcategorías 4D1 (WL → WL) y 4D2 (L → WL)⁶⁷.

Tabla 6.5.1. Emisiones/absorciones en la categoría WL (4D) (cifras en kt CO₂-eq)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
WL → WL	31	32	29	35	35	38	38
L → WL	-168	-136	-158	-147	-132	-120	-116
FL → WL	4	20	4	-9	-19	-18	-17
CL → WL	-101	-104	-101	-81	-63	-56	-55
GL → WL	-71	-50	-52	-48	-40	-37	-36

⁶⁵ Información incluida siguiendo las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2019 (IDs# L.11 y 12) y las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2021 (IDs# L.6 y 7).

⁶⁶ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del quinto *Assessment Report*: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

⁶⁷ Los datos detallados de emisiones del Inventario Nacional pueden consultarse en la página web del MITECO-SEI [TablaWeb](#).

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
SL → WL	0	-3	-9	-9	-9	-9	-8
OL → WL	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	-138	-104	-129	-112	-96	-83	-78

Nota: Los valores de esta tabla incluyen: las emisiones *in situ* de CO₂, CH₄ y N₂O asociadas a la explotación de turberas y las emisiones *ex situ* de CO₂ debidas al uso hortícola de la turba en la subcategoría 4D11; las emisiones/absorciones de CO₂ por cambios en las existencias de C en la subcategoría 4D2; y las emisiones de N₂O procedentes de la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra en la subcategoría 4D2. Las emisiones indirectas de N₂O, 4(IV)2, se informan de manera independiente en el apartado 6.12 de este capítulo.

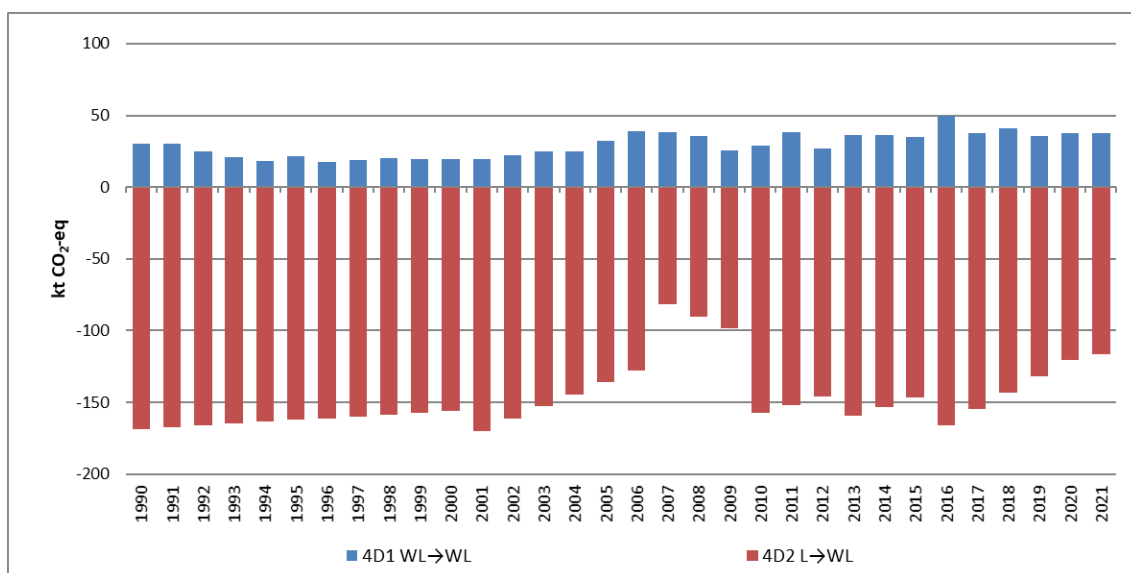


Figura 6.5.1. Emisiones/absorciones en la categoría WL (4D) (cifras en kt CO₂-eq)

La tendencia de las emisiones/absorciones representadas de WL viene determinada por el cambio de las existencias de los depósitos de C (y, por tanto, por el tiempo que tarda cada uno de ellos en alcanzar el equilibrio) en las transiciones a WL, (cuyas superficies acumuladas pueden consultarse en la tabla 6.5.2 y la figura 6.5.3 que aparecen más adelante en este mismo apartado). La pauta de absorciones decreciente de la subcategoría 4D2 se debe a una disminución de las superficies acumuladas que transitan a WL desde otros usos de la tierra, que sólo se ve frenada en el periodo 2006-2009.

6.5.1.2 Definición, clasificación y superficie de la categoría de uso de la tierra

La explicación detallada de las definiciones de las categorías de usos de la tierra del sector LULUCF utilizadas en el Inventario Nacional se incluye en el apartado 6.1.2 de este capítulo.

La categoría WL engloba todas aquellas superficies cubiertas o saturadas por agua durante la totalidad o parte del año (y que no está dentro de las categorías FL, CL o GL), tales como turberas, embalses, lagos, ríos, canales y mares⁶⁸.

La Guía IPCC 2006 subdivide la categoría 4D en bonales y tierras inundadas; ofreciendo orientaciones metodológicas para: i) bonales liberados y drenados para la producción de turba de uso energético, hortícola o de otro carácter, para las tierras que permanecen como tales y las tierras convertidas en bonales (4D11 y 4D21); y ii) reservorios o embalses para producción de energía, irrigación, navegación o recreo, para las tierras convertidas en tierras inundadas (4D22).

⁶⁸ Información facilitada al ERT durante la revisión de la UNFCCC de 2022 (ID# L.10).

Tal y como se ha mencionado en este Inventario Nacional, los suelos orgánicos representan un 0,01% de la superficie total nacional española y su vegetación natural son los brezales (*Erica* spp.) más o menos hidrófilos. Aunque no se tiene constancia de prácticas de drenaje en estos suelos, en el caso de que se realizaran para la totalidad la superficie española, las emisiones derivadas no superarían el umbral de significancia de acuerdo con la Decisión 24/CP.19 y, por tanto, se consideran no significativas para el Inventario Nacional.

Sin embargo, a partir de la edición 2018 del Inventario Nacional (serie 1990-2016) se estiman las emisiones asociadas a la explotación de las turberas españolas y al uso hortícola de la turba.

Aparte de las turberas que permanecen como tales, el Inventario Nacional no diferencia en el reporte las otras dos subcategorías de humedales: Tierras inundadas y Otros humedales; ni en el uso que permanece como tal ni en las tierras convertidas (con el periodo por defecto de 20 años de la Guía IPCC 2006).

Por lo tanto, las superficies y emisiones asociadas a la explotación de las turberas españolas y al uso hortícola de la turba, se declaran bajo la subcategoría Turberas que permanecen como tales (4D11)⁶⁹; mientras que las superficies de las otras dos subcategorías de humedales que permanecen como tales, se declaran bajo la subcategoría Tierras inundadas que permanecen como tales (4D12), incluyendo la clave de notación IE en las tablas de reporte correspondientes del CRF de la subcategoría Otros humedales que permanecen como tales(4D13). La clave de notación utilizada para las emisiones en estos dos últimos casos es NE, dado que la Guía IPCC 2006 no suministra metodologías (apdo. 7.3.1, cap. 7, vol. 4).

El resto de las emisiones/absorciones estimadas se declaran bajo las subcategorías de tierras convertidas en humedales, concretamente bajo la subcategoría Tierras inundadas (4D22), incluyendo la clave de notación IE en las tablas de reporte correspondientes del CRF de la subcategoría Otros humedales (4D23).

En la tabla siguiente se presenta una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las superficies acumuladas consideradas en esta categoría, destacando las superficies anuales, en cursiva:

Tabla 6.5.2. Superficies acumuladas y anuales de la categoría WL (4D) (cifras en hectáreas)

Categoría	1970	1990	2010	2015	2020	2021
WL → WL	498.135	497.955	549.793	561.561	573.405	574.434
L → WL	0	52.977	45.265	39.485	27.593	26.555
FL → WL	0	13.147	11.118	9.600	6.706	6.307
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>579</i>	<i>394</i>	<i>197</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
CL → WL	0	20.131	18.298	15.274	9.523	9.279
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>1.150</i>	<i>492</i>	<i>581</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
GL → WL	0	19.685	13.911	12.669	9.468	9.161
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>640</i>	<i>516</i>	<i>309</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
SL → WL	0	9	1.937	1.940	1.894	1.805
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>9</i>	<i>1</i>	<i>15</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
OL → WL	0	4	1	2	2	2
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
TOTAL	498.135	550.932	595.058	601.046	600.998	600.989

Y en la figura siguiente se muestran las superficies acumuladas de la categoría WL, distinguiendo entre las subcategorías 4D1 (WL → WL) y 4D2 (L → WL).

⁶⁹ Incluida información aclaratoria, siguiendo las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2019 (ID# L.24).

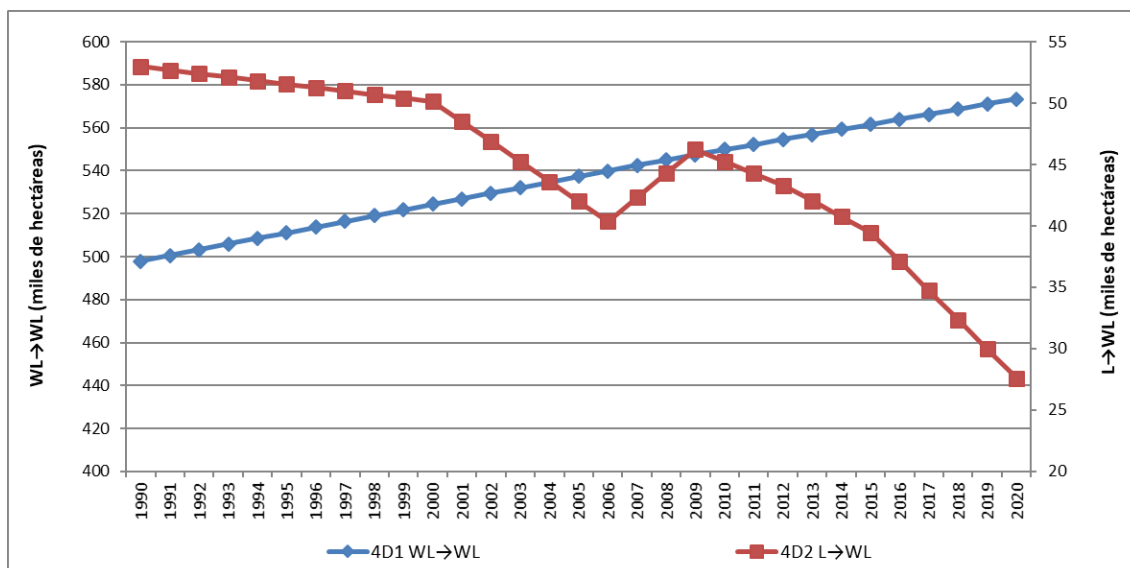


Figura 6.5.2. Superficies acumuladas de la categoría WL (4D) (cifras en miles de hectáreas)

6.5.2 Metodología

6.5.2.1 Humedales que permanecen como tales (4D1)

En este apartado se describe la estimación de las emisiones asociadas a la explotación de las turberas españolas.

6.5.2.1.1 Turberas que permanecen como tales (4D11)

La extracción de turba en España es escasa en comparación con otros países europeos. En España hay 7 empresas que se dedican a la extracción de turba, pero la mayoría de ellas con una actividad muy baja. En el año 2015 una sola de estas empresas extrajo el 83 % de la producción total nacional. Por tanto, se ha adoptado el procedimiento de extracción de esta empresa como referente para España. La extracción se realiza directamente en un humedal, sin drenaje previo del terreno, conservando la capa superficial con vegetación para restauración de forma continua. El contenido de humedad de la turba es del 70%. El producto extraído se almacena en un secadero durante 2 o 3 meses antes de su comercialización.

Aunque en el procedimiento descrito no figura el drenaje del humedal para la extracción de turba, dada la escasa relevancia de este sector productivo, en el Inventario Nacional se aplica el enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 tanto en el procedimiento de estimación de las emisiones asociadas a la extracción (*in situ*) como de las emisiones del uso hortícola de la misma (*ex situ*).

Los datos de la producción nacional de turba en peso húmedo (toneladas) para el periodo 1990-2020⁷⁰ proceden del Instituto Geológico y Minero Español (IGME); y la empresa de referencia ha facilitado el porcentaje de humedad de la turba y la relación entre turba extraída y superficie de turbera explotada.

La estimación de las emisiones *in situ* de CO₂, CH₄ y N₂O causadas por la explotación de turberas se basa en las ecuaciones 2.3, 2.6 y 2.7 del Suplemento de Humedales 2013 para el CO₂, utilizando los factores de emisión por defecto de los cuadros 2.1, 2.3 y 2.5, respectivamente, de las turberas en explotación en climas boreales y templados (2,8 t CO₂-C/ha.año, 6,1 kg CH₄/ha.año y 0,30 kg N₂O/ha.año). Además, en la estimación de las emisiones *ex situ* de CO₂ debidas al uso hortícola de la turba se adopta el factor de conversión de la turba rica en nutrientes

⁷⁰ En ausencia de dato oficial, para el año 2021 se replica el dato del año 2020.

en climas boreales y templados del cuadro 7.5 de la Guía IPCC 2006 (0,40 t C/t turba en aire seco).

Las emisiones *in situ* de CO₂, CH₄ y N₂O se declaran en la tabla de reporte CRF 4(II)D1 (bajo la categoría de terrenos drenados, aunque no se ajuste completamente al tipo de explotación realizada en España) y las emisiones *ex situ* de CO₂ en la tabla de reporte 4D11.

A continuación, se muestra una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones estimadas.

Tabla 6.5.3. Emisiones de la explotación de turberas en la subcategoría 4D11 (cifras en kt para CO₂ y en toneladas para los otros gases)

Emisión	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO ₂ <i>ex situ</i>	30,558	32,197	28,583	34,870	35,343	37,666	37,666
CO ₂ <i>in situ</i>	0,022	0,023	0,020	0,025	0,025	0,027	0,027
CH ₄	0,013	0,014	0,012	0,015	0,015	0,016	0,016
N ₂ O	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Las emisiones estimadas representan el 0,01 % de total nacional GEI, razón por la cual no se consideran significativas para el Inventario Nacional.

6.5.2.2 Tierras convertidas en humedales (4D2)

En el Inventario Nacional se han identificado transiciones a WL desde FL, CL, GL, SL y OL; habiéndose adoptado un periodo de transición para que los depósitos de C alcancen su equilibrio de 1 año para LB y DOM (periodo por defecto de la Guía IPCC 2006 en el caso de producirse pérdidas de C) y de 20 años para SOC (periodo por defecto de la Guía IPCC 2006).

Las superficies de tierras en transición a WL figuran en el apartado 6.5.1.2 de este capítulo.

6.5.2.2.1 Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva (LB)

El CSC de LB se calcula, siguiendo el enfoque de la Guía IPCC 2006 (apdo. 7.3.2.1, cap. 7, vol. 4, Guía IPCC 2006), como diferencia entre las existencias de C de LB en WL (equivalentes a cero) y las del uso de origen, multiplicada por la superficie sometida al cambio (dado que el periodo para alcanzar el equilibrio es de 1 año).

El CSC nacional, anual y por hectárea, de LB para los distintos tipos de transiciones (excepto desde FL, que utiliza datos del IFN) puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

6.5.2.2.2 Cambio en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta (DOM)

El CSC de DOM se calcula de forma análoga a la descrita para LB, utilizando los mismos periodos para alcanzar el equilibrio.

Siguiendo el enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 (apdo. 4.3.2, cap. 4, vol. 4), las existencias de C de DW de usos de la tierra no forestales equivalen a cero. Por tanto, el CSC de DW en la subcategoría 4D2 sólo se estima para el caso de la transición FL → WL (véase la tabla 6.1.7 del presente capítulo)⁷¹.

Por otra parte, el CSC de LT se estima en todas las transiciones identificadas a WL. El CSC nacional, anual y por hectárea, de LT para los distintos tipos de transiciones, junto con el periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio, puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

⁷¹ Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono de la madera muerta en las tierras en transición](#); junto con los detalles de los cálculos realizados para llegar al valor nacional (y a los valores provinciales) de DW en FL (Anexo II de la ficha).

6.5.2.2.3 Cambio en las existencias de carbono del suelo (SOC)

La metodología seguida en la estimación de las variaciones del depósito de SOC es análoga a la que se presenta en el apartado 6.2.2.2.3, es decir, utilizando los valores provinciales de stock de C en suelos que figuran en el anexo 3 (apdo. A3.2.8) y los valores por defecto de la Guía IPCC 2006 que figuran en la tabla 6.1.7; y un periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio de 20 años, si bien el uso de destino en este caso el WL⁷².

El CSC nacional, anual y por hectárea, de suelos minerales para los distintos tipos de transiciones, junto con el periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio (20 años), puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

6.5.3 Incertidumbre

En la tabla siguiente figuran las incertidumbres de las variables de actividad y de los factores de emisión/absorción de la estimación de las emisiones asociadas a la explotación de las turberas españolas y al uso hortícola de la turba en la subcategoría 4D11; y las emisiones/absorciones asociadas al CSC de los depósitos de C de la subcategoría 4D2.

Tabla 6.5.4. Incertidumbre de la categoría WL (4D)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
4D11 CSC - Emisión ex situ			
CO ₂	5	38	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asignada a las variables de actividad que proceden de una fuente estadística (5 %). <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre asignada para las emisiones de CO ₂ ex situ (38 %).
4(II)D1 - Emisión in situ			
CO ₂	5	61	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asignada a las variables de actividad que proceden de una fuente estadística (5 %). <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre asignada para las emisiones de CO ₂ in situ (61 %).
CH ₄	5	80	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asignada a las variables de actividad que proceden de una fuente estadística (5 %). <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre asignada para las emisiones de CH ₄ in situ (80 %).
N ₂ O	5	113	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asignada a las variables de actividad que proceden de una fuente estadística (5 %). <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre asignada para las emisiones de N ₂ O in situ (113 %).
4D2 CSC – Absorción/Emisión			
CO ₂	8	100	<u>Variable de actividad</u> : incertidumbre asignada a la cartografía sobre usos y cambios de usos de la tierra (8 %). <u>Factor de emisión</u> ⁽¹⁾ : incertidumbre de referencia asignada de forma cualitativa al CSC (100 %).

⁽¹⁾ La incertidumbre de los factores de emisión/absorción en el sector LULUCF se asigna, por lo general, de forma cualitativa siguiendo la escala de clasificación establecida en la tabla 3.2 "Rating definitions" del capítulo 5 "Uncertainties" de la parte A "General Guidance Chapters" de la Guía EMEP/EEA 2013, que varía entre la letra A (10 a 30%) y la letra E (mayor incertidumbre, sin valor asignado). Se ha asumido que los factores de emisión/absorción del sector LULUCF tienen como referencia general una incertidumbre del 100%, que se corresponde con el límite inferior del rango de incertidumbre asociado a la letra D (100 a 300%).

VA: Variables de actividad; y FE: Factor de emisión.

Los criterios generales utilizados para la asignación de los valores de incertidumbre se han descrito en el apartado 6.1.5.

⁷² Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono orgánico del suelo en suelos minerales en las tierras en transición](#); junto con los detalles de los cálculos realizados para llegar los valores de stock de C en suelos, por uso y provincia o nacional (Anexo II de la ficha).

6.5.4 Nuevos cálculos

En esta edición del Inventario Nacional se han modificado los siguientes aspectos relacionados con la categoría WL del sector LULUCF (que también se puede consultar en el apartado 6.1.8):

- Actualización de la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra, para el periodo 1970-2018.
- Nueva estimación del contenido de C de la biomasa viva en la categoría 4A1 (indicada en el apartado 6.2.4), con implicaciones en el CSC de LB en la transición FL → WL.
- Actualización de los valores provinciales de la producción de turba del año 2020, que sustituyen la réplica de valores del año 2019 utilizada en la edición 2022 del Inventario Nacional (serie 1990-2020).

Estos cambios conllevan variaciones en las emisiones/absorciones de toda la serie.

En la figura siguiente se muestra la comparación, en valor absoluto, de las estimaciones de las emisiones/absorciones de la categoría WL (asociadas a la explotación de las turberas españolas y al uso hortícola de la turba y al CSC de los depósitos de C) entre las ediciones actual y anterior del Inventario Nacional, expresadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq)⁷³.

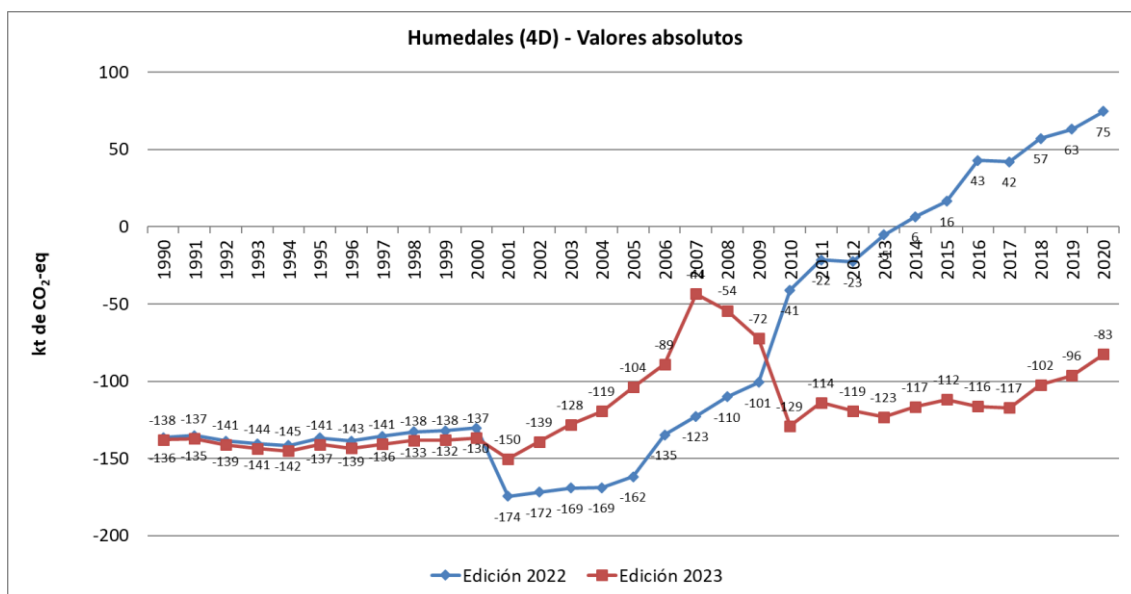


Figura 6.5.3. Emisiones/absorciones en la categoría WL (4D). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt CO₂-eq)

6.5.5 Planes de mejora

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones/absorciones asociadas a los Humedales, para la completa adaptación a las metodologías más recientes.

⁷³ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>

6.6 Asentamientos (4E)

6.6.1 Descripción de la categoría

6.6.1.1 Emisiones y absorciones estimadas

En este apartado debe informarse sobre los eventuales flujos de GEI que tienen lugar en las subcategorías 4E1, Asentamientos que permanecen como tales, y 4E2, Tierras convertidas en asentamientos.

Sin embargo, sólo se informa sobre las emisiones de CO₂ originadas por la conversión de otros usos de la tierra a Asentamientos. Las emisiones directas de N₂O procedentes de la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra de suelos minerales (4(III)E) se describen en el apartado 6.11 de este capítulo.

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones/absorciones estimadas de CO₂-eq⁷⁴ en la categoría 4E, distribuidas entre las subcategorías 4E1 (SL → SL) y 4E2 (L → SL)⁷⁵.

Tabla 6.6.1. Emisiones/absorciones en la categoría SL (4E) (cifras en kt CO₂-eq)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
SL → SL	0	0	0	0	0	0	0
L → SL	830	1.114	2.408	1.596	1.777	1.791	1.802
FL → SL	222	421	620	435	633	643	651
CL → SL	409	438	1.477	829	751	748	746
GL → SL	199	256	311	331	392	401	404
WL → SL	0	0	0	0	0	0	0
OL → SL	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	830	1.114	2.408	1.596	1.777	1.791	1.802

Nota: Los valores de esta tabla incluyen: las emisiones/absorciones de CO₂ por cambios en las existencias de C en la subcategoría 4E2; y las emisiones de N₂O procedentes de la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra, en 4E2. Las emisiones indirectas de N₂O, 4(IV)2, se informan de manera independiente en el apartado 6.12 de este capítulo.

Y en la figura siguiente aparecen representadas las citadas emisiones/absorciones.

⁷⁴ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del quinto *Assessment Report*: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

⁷⁵ Los datos detallados de emisiones del Inventario Nacional pueden consultarse en la página web del MITECO-SEI [TablaWeb](#).

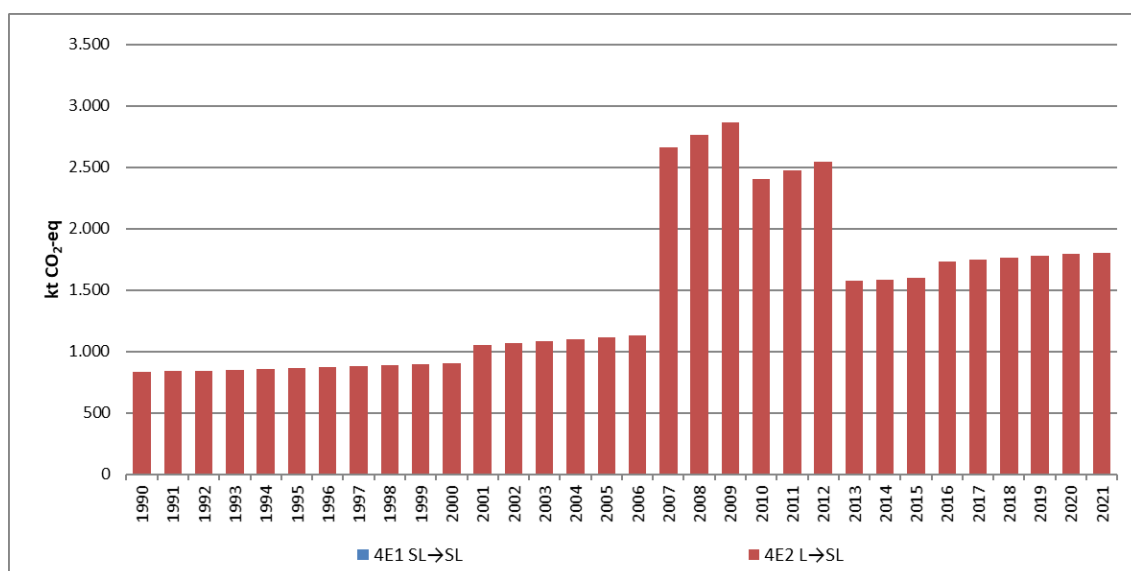


Figura 6.6.1. Emisiones/absorciones en la categoría SL (4E) (cifras en kt CO₂-eq)

La tendencia de las emisiones representadas de SL viene determinada por el cambio de las existencias de los depósitos de C (y, por tanto, por el tiempo que tarda cada uno de ellos en alcanzar el equilibrio) en las transiciones a SL (cuyas superficies acumuladas pueden consultarse en la tabla y la figura 6.6.2 que aparecen más adelante en este mismo apartado).

6.6.1.2 Definición, clasificación y superficie de la categoría de uso de la tierra

La explicación detallada de las definiciones de las categorías de usos de la tierra del sector LULUCF utilizadas en el Inventario Nacional se incluye en el apartado 6.1.2 de este capítulo.

En la tabla siguiente se presenta una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las superficies acumuladas consideradas en esta categoría, destacando las superficies anuales, en cursiva.

Tabla 6.6.2. Superficies acumuladas y anules de la categoría SL (4E) (cifras en hectáreas)

Categoría	1970	1990	2010	2015	2020	2021
SL → SL	729.529	728.890	990.204	1.074.620	1.159.931	1.178.118
L → SL	0	285.445	575.212	673.977	693.136	695.844
FL → SL	0	29.869	46.696	49.734	62.160	63.757
<i>anuales</i>	0	1.535	2.613	1.830	4.020	4.020
CL → SL	0	160.744	404.307	488.378	473.843	472.305
<i>anuales</i>	0	11.203	52.501	11.695	8.296	8.296
GL → SL	0	74.604	115.623	128.196	151.645	154.020
<i>anuales</i>	0	4.100	6.810	6.484	8.789	8.789
WL → SL	0	53	158	156	158	161
<i>anuales</i>	0	5	3	6	5	5
OL → SL	0	20.175	8.429	7.512	5.330	5.601
<i>anuales</i>	0	754	262	777	318	318
TOTAL	729.529	1.014.335	1.565.416	1.748.597	1.853.068	1.873.962

Y en la figura siguiente se muestran las superficies acumuladas de la categoría SL, distinguiendo entre las subcategorías 4E1 (SL → SL) y 4E2 (L → SL).

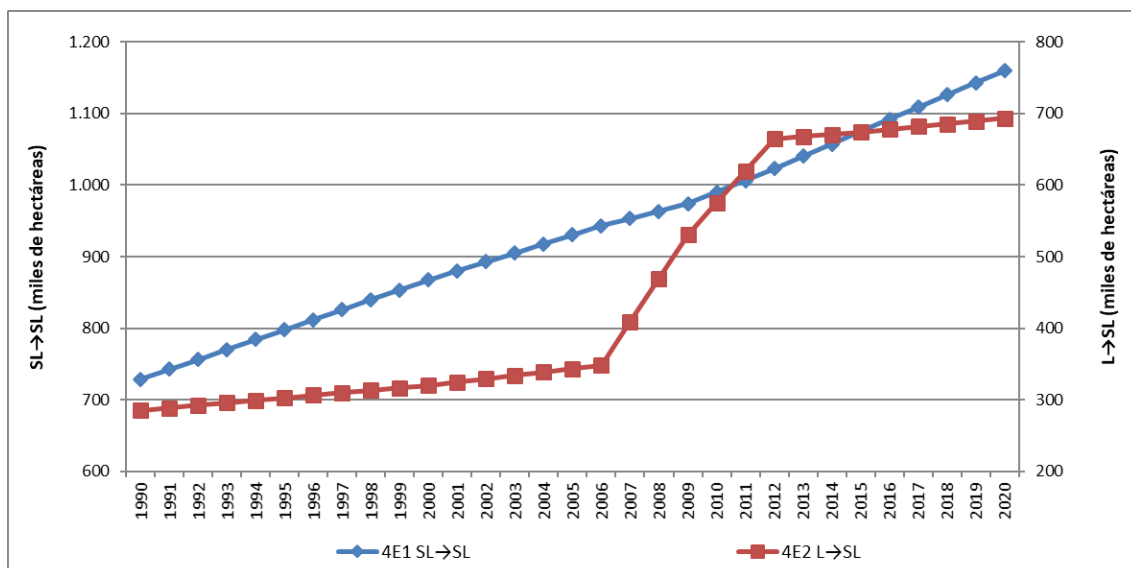


Figura 6.6.2. Superficies acumuladas de la categoría SL (4E) (cifras en miles de hectáreas)

6.6.2 Metodología

En este apartado se presentan las metodologías empleadas en la estimación del CSC de los depósitos en la categoría 4E, Asentamientos. El resto de metodologías empleadas en la estimación de las otras fuentes de emisión se describen a partir del apartado 6.9 de este capítulo.

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones/absorciones de CO₂ estimadas, asociadas al CSC de los depósitos de C de la categoría 4E, destacando las asociadas a las superficies anuales en transición, en cursiva.

Tabla 6.6.3. Emisiones/absorciones de CSC en la categoría SL (4E) (cifras en kt CO₂)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
SL → SL	0	0	0	0	0	0	0
L → SL	801	1.079	2.349	1.527	1.706	1.720	1.730
FL → SL	218	416	613	428	624	634	642
<i>anuales</i>	<i>164</i>	<i>354</i>	<i>528</i>	<i>335</i>	<i>517</i>	<i>522</i>	<i>527</i>
CL → SL	395	420	1.441	786	709	706	704
<i>anuales</i>	<i>220</i>	<i>193</i>	<i>1.030</i>	<i>229</i>	<i>163</i>	<i>163</i>	<i>163</i>
GL → SL	188	243	295	313	372	380	383
<i>anuales</i>	<i>57</i>	<i>89</i>	<i>94</i>	<i>89</i>	<i>121</i>	<i>121</i>	<i>121</i>
WL → SL	0	0	0	0	0	0	0
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
OL → SL	0	0	0	0	0	0	0
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
TOTAL	801	1.079	2.349	1.527	1.706	1.720	1.730

Y en la figura siguiente aparecen representadas las citadas emisiones/absorciones.

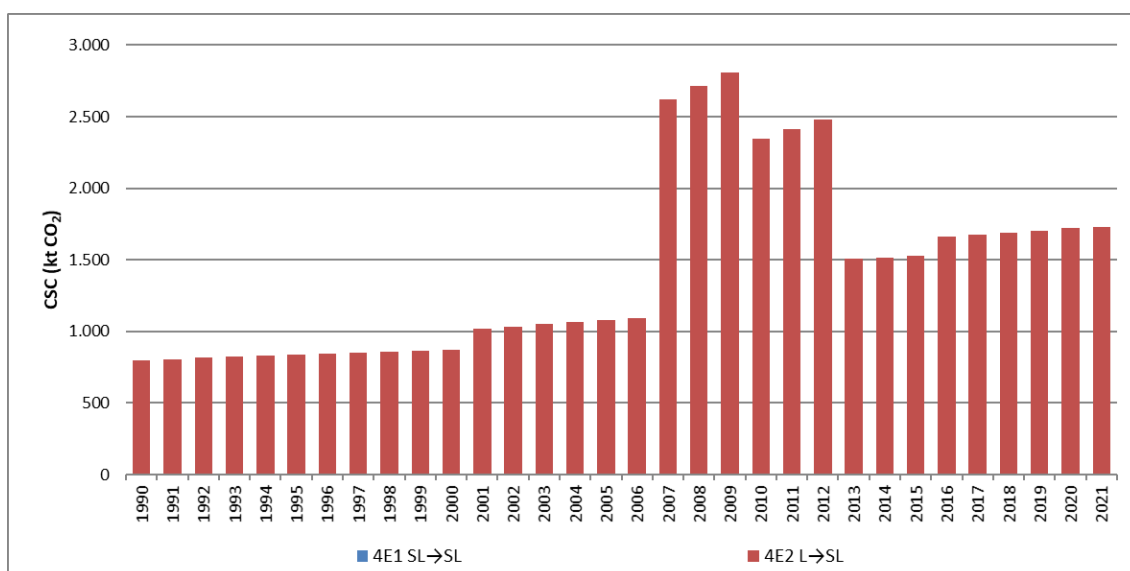


Figura 6.6.3. Emisiones/absorciones de CSC en la categoría SL (4E) (cifras en kt CO₂)

6.6.2.1 Asentamientos que permanecen como tales (4E1)

De acuerdo con el enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 (apdo. 8.2.1.1, 8.2.2.1 y 8.2.3.1, cap. 8, vol. 4), se supone que no hay cambios en las existencias de C de la biomasa viva, la madera muerta, la hojarasca y el suelo en la subcategoría 4E1; es decir, están en equilibrio, de modo que no es necesario estimar el CSC de estos depósitos.

Por tanto, el CSC de todos los depósitos en la subcategoría 4E1 se declaran como NA en la tabla de reporte CRF 4E1.

6.6.2.2 Tierras convertidas en asentamientos (4E2)

En el Inventario Nacional se han identificado transiciones a SL desde FL, CL, GL, WL y OL; habiéndose adoptado un periodo de transición para que los depósitos de C alcancen su equilibrio de 1 año para LB y DOM (periodo por defecto de la Guía IPCC 2006 en el caso de producirse pérdidas de C) y de 20 años para SOC (periodo por defecto de la Guía IPCC 2006).

Las superficies de tierras en transición a SL se recogen en el apartado 6.6.1.2 de este capítulo.

6.6.2.2.1 Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva (LB)

El CSC de LB se calcula como diferencia entre las existencias de C de LB en SL y las del uso de origen, multiplicada por la superficie sometida al cambio (dado que el periodo para alcanzar el equilibrio es de 1 año, al ser un proceso humanamente inducido).

El CSC nacional, anual y por hectárea, de LB para los distintos tipos de transiciones (excepto desde FL, que utiliza datos del IFN) puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

6.6.2.2.2 Cambio en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta (DOM)

El CSC de DOM se calcula de forma análoga a la descrita para LB, utilizando los mismos periodos para alcanzar el equilibrio.

Siguiendo el enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 (apdo. 4.3.2, cap. 4, vol. 4), las existencias de C de DW de usos de la tierra no forestales equivalen a cero. Por tanto, el CSC de DW en la

subcategoría 4E2 sólo se estima para el caso de la transición FL → SL (véase la tabla 6.1.7 del presente capítulo)⁷⁶.

Por otra parte, el CSC de LT se estima en todas las transiciones identificadas a SL. El CSC nacional, anual y por hectárea, de LT para los distintos tipos de transiciones, junto con el periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio, puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

6.6.2.2.3 Cambio en las existencias de carbono del suelo (SOC)

La metodología adoptada en la estimación de las variaciones del depósito de SOC es análoga a la que se presenta en el apartado 6.2.2.2.3, es decir, utilizando los valores provinciales de *stock* de C en suelos que figuran en el anexo 3 (apdo. A3.2.8) y los valores por defecto de la Guía IPCC 2006 que figuran en la tabla 6.1.7; y un periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio de 20 años, si bien el uso de destino en este caso el SL⁷⁷.

Dado que no se dispone de un valor de SOC para el uso SL, se aplica el enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 según el cual en una transición a asentamiento se conserva un 80 % del SOC del uso original (bajo la hipótesis de que toda la superficie se pavimenta), afirmación que, además, viene corroborada por diferentes estudios⁷⁸.

El CSC nacional, anual y por hectárea, de suelos minerales para los distintos tipos de transiciones, junto con el periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio (20 años), puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

En cuanto a los suelos orgánicos, según el Instituto Geográfico Nacional, la superficie total de suelos orgánicos en España es de 6.247,54 hectáreas, lo que corresponde a un 0,01 % de la superficie total nacional. Estos histosoles se encuentran en el este y norte de la península ibérica, siendo su vegetación natural brezales (*Erica* spp.) más o menos hidrófilos. Por tanto, las estimaciones asociadas a este tipo de suelos se abordan en el apartado correspondiente de la categoría 4C, Pastizales (apartado 6.4 de este capítulo).

6.6.3 Incertidumbre

En la tabla siguiente figuran las incertidumbres de las variables de actividad y del factor de emisión de la estimación de las emisiones asociadas al CSC de los depósitos de C de la subcategoría 4E2.

⁷⁶ Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono de la madera muerta en las tierras en transición](#); junto con los detalles de los cálculos realizados para llegar al valor nacional (y a los valores provinciales) de DW en FL (Anexo II de la ficha).

⁷⁷ Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono orgánico del suelo en suelos minerales en las tierras en transición](#); junto con los detalles de los cálculos realizados para llegar los valores de stock de C en suelos, por uso y provincia o nacional (Anexo II de la ficha).

⁷⁸ Los estudios consultados se corresponden con las Memorias Medioambientales de ADIF de los años 2009 a 2013. En concreto, en el capítulo "Desempeño medioambiental", se presenta como objetivo 4 "Preservar los suelos" que incluye las referencias de volumen de tierra vegetal que se conserva apta para restauración en obras (véase también gráfico asociado). Las referencias pueden consultarse en el apartado de Memorias Medioambientales, disponible en la página web <https://www.adif.es/sobre-adif/nuestros-compromisos/sostenibilidad>.

Tabla 6.6.4. Incertidumbre de la categoría SL (4E)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
4E2 CSC - Emisión			
CO ₂	8	40	<p><u>Variable de actividad</u>: incertidumbre asignada a la cartografía sobre usos y cambios de usos de la tierra (8 %).</p> <p><u>Factor de emisión</u>⁽¹⁾: incertidumbre asignada de forma cualitativa al CSC en la categoría 4E2 (40 %), correspondiente al valor medio de la clase B (20 a 60 %).</p>

⁽¹⁾ La incertidumbre de los factores de emisión/absorción en el sector LULUCF se asigna, por lo general, de forma cualitativa siguiendo la escala de clasificación establecida en la tabla 3.2 "Rating definitions" del capítulo 5 "Uncertainties" de la parte A "General Guidance Chapters" de la Guía EMEP/EEA 2013, que varía entre la letra A (10 a 30 %) y la letra E (mayor incertidumbre, sin valor asignado). Se ha asumido que los factores de emisión/absorción del sector LULUCF tienen como referencia general una incertidumbre del 100 %, que se corresponde con el límite inferior del rango de incertidumbre asociado a la letra D (100 a 300 %).

VA: Variables de actividad; y FE: Factor de emisión.

Los criterios generales utilizados para la asignación de los valores de incertidumbre se han descrito en el apartado 6.1.5.

6.6.4 Nuevos cálculos

En esta edición del Inventario Nacional se han modificado los siguientes aspectos relacionados con la categoría SL del sector LULUCF (que también se puede consultar en el apartado 6.1.8):

- Actualización de la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra, para el periodo 1970-2018.
- Nueva estimación del contenido de C de la biomasa viva en la categoría 4A1 (indicada en el apartado 6.2.4), con implicaciones en el CSC de LB en la transición FL → SL (que también se puede consultar en el apartado 6.1.8).

Estos cambios conllevan variaciones en las emisiones/absorciones de toda la serie.

En la figura siguiente se muestra la comparación, en valor absoluto, de las estimaciones de las emisiones/absorciones de la categoría SL entre las ediciones actual y anterior del Inventario Nacional, expresadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq)⁷⁹.

⁷⁹ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>

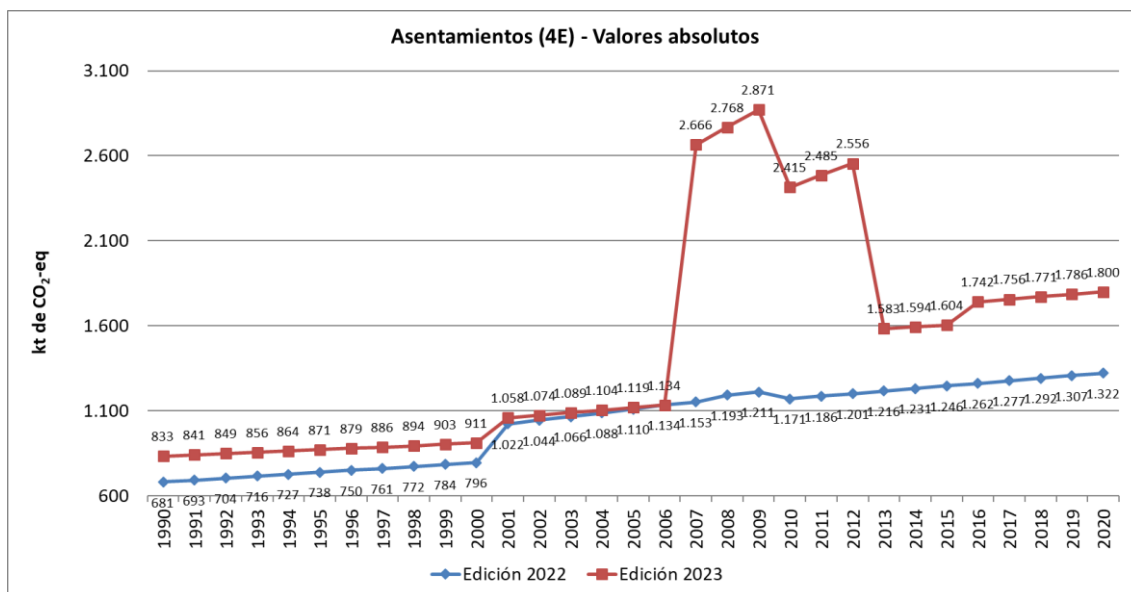


Figura 6.6.4. Emisiones/absorciones en la categoría SL (4E). Edición 2023 vs. Edición 2022 (cifras en kt CO₂-eq)

6.6.5 Planes de mejora

En línea con la Guía IPCC 2006, el Inventario Nacional continuará estudiando la disponibilidad de datos nacionales que permitan estimar las emisiones/absorciones debidas a cambios en las existencias de carbono en los depósitos de biomasa, materia orgánica muerta y carbono orgánico del suelo de los Asentamientos que permanecen como tales.

6.7 Otras tierras (4F)

6.7.1 Descripción de la categoría

6.7.1.1 Emisiones y absorciones estimadas

En este apartado debe informarse sobre los eventuales flujos de GEI que tienen lugar en Otras tierras (OL), tanto en la subcategoría 4F1, Otras tierras que permanecen como tales, como en la subcategoría 4F2 de Tierras convertidas en otras tierras.

Sin embargo, sólo se informa sobre las emisiones de CO₂ originadas por la conversión de otros usos de la tierra a Otras tierras. Las emisiones directas de N₂O procedentes de la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra de suelos minerales (4(III)F), que se describen en el apartado 6.11 de este capítulo.

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones/absorciones estimadas de CO₂-eq⁸⁰ en la categoría 4F, distribuidas entre las subcategorías 4F1 (OL → OL) y 4F2 (L → OL)⁸¹.

⁸⁰ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del quinto Assessment Report: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>

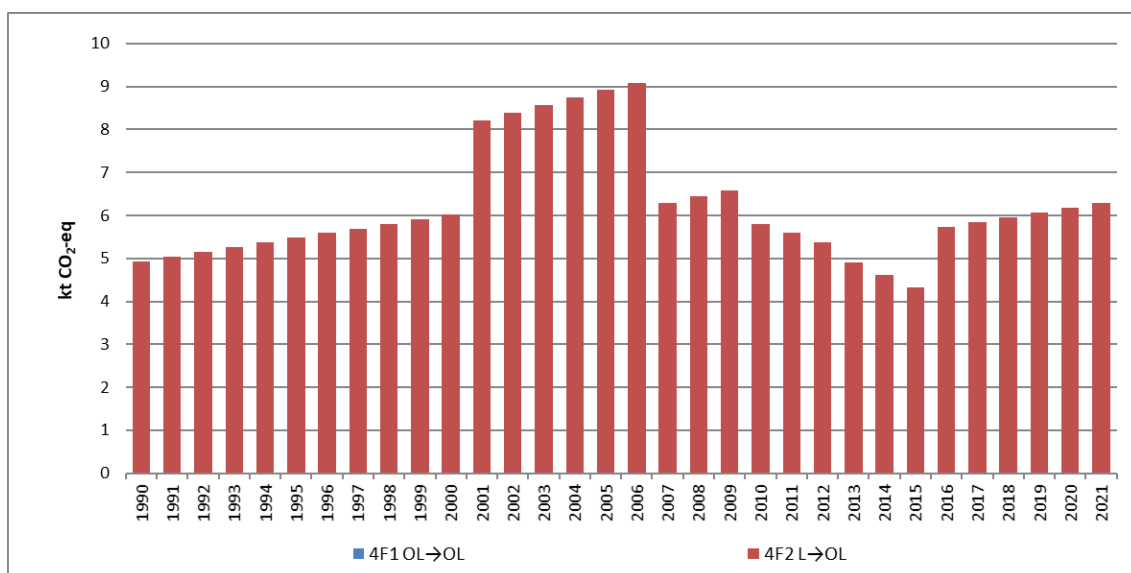
⁸¹ Los datos detallados de emisiones del Inventario Nacional pueden consultarse en la página web del MITECO-SEI [TablaWeb](#).

Tabla 6.7.1. Emisiones/absorciones en la categoría OL (4F) (cifras en kt CO₂-eq)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
OL → OL	0	0	0	0	0	0	0
L → OL	5	9	6	4	6	6	6
FL → OL	1	6	2	2	2	2	2
CL → OL	1	1	2	2	4	4	4
GL → OL	3	2	1	1	0	0	0
WL → OL	0	0	0	0	0	0	0
SL → OL	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	5	9	6	4	6	6	6

Nota: Los valores de esta tabla incluyen: las emisiones/absorciones de CO₂ por cambios en las existencias de C en la subcategoría 4F2; y las emisiones de N₂O procedentes de la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra, en 4F2. Las emisiones indirectas de N₂O, 4(IV)2, se informan de manera independiente en el apartado 6.12 de este capítulo.

Y en la figura siguiente aparecen representadas las citadas emisiones/absorciones.

Figura 6.7.1. Emisiones/absorciones en la categoría OL (4F) (cifras en kt CO₂-eq)

La tendencia de las emisiones representadas de OL viene determinada por el cambio de las existencias de los depósitos de C (y, por tanto, por el tiempo que tarda cada uno de ellos en alcanzar el equilibrio) en las transiciones a OL, que dependen directamente de las superficies anuales y acumuladas de las transiciones identificadas (cuya superficie acumulada puede consultarse en la tabla y la figura 6.7.2 que aparecen más adelante en este mismo apartado).

6.7.1.2 Definición, clasificación y superficie de la categoría de uso de la tierra

La explicación detallada de las definiciones de las categorías de usos de la tierra del sector LULUCF utilizadas en el Inventario Nacional se incluye en el apartado 6.1.2 de este capítulo.

La categoría OL engloba todas aquellas tierras no incluidas en las cinco categorías anteriores (FL, CL, GL, WL y SL), como playas, dunas, arenales, roquedos, espacios con vegetación escasa

o nula, glaciares y nieves permanentes⁸². Por tanto, dentro de esta categoría se incluyen tierras que no se corresponden con suelos estériles⁸³.

En la tabla siguiente se presenta una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las superficies acumuladas consideradas en esta categoría, destacando las superficies anuales, en cursiva.

Tabla 6.7.2. Superficies acumuladas y anuales de la categoría OL (4F) (cifras en hectáreas)

Categoría	1970	1990	2010	2015	2020	2021
OL → OL	445.351	425.168	416.776	414.045	412.330	411.982
L → OL	0	435	662	517	643	673
FL → OL	0	42	206	175	152	129
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>6</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>2</i>	<i>2</i>
CL → OL	0	115	302	239	427	480
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>17</i>	<i>10</i>	<i>0</i>	<i>54</i>	<i>54</i>
GL → OL	0	270	114	62	24	25
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>10</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>3</i>	<i>3</i>
WL → OL	0	7	1	2	2	2
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
SL → OL	0	0	39	39	39	37
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
TOTAL	445.351	425.603	417.438	414.562	412.973	412.655

Y en la figura siguiente se muestran las superficies acumuladas de la categoría SL, distinguiendo entre las subcategorías 4F1 (OL → OL) y 4F2 (L → OL).

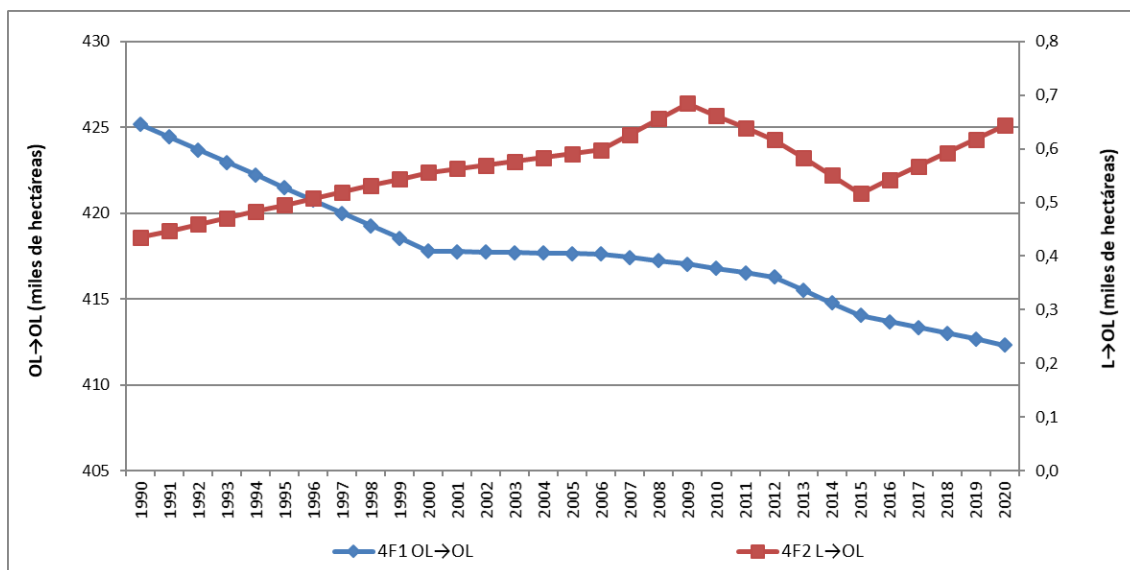


Figura 6.7.2. Superficies acumuladas de la categoría OL (4F) (cifras en miles de hectáreas)

6.7.2 Metodología

En este apartado se presentan las metodologías empleadas en la estimación del CSC de los depósitos en la categoría 4F, Otras tierras. El resto de metodologías empleadas en la estimación de las otras fuentes de emisión se describen a partir del apartado 6.9 de este capítulo.

⁸² Información adicional sobre las tierras que forman parte de la categoría FL, según la cartografía fuente, puede consultarse en el Anexo de la descripción del proyecto cartográfico que figura en la página web del MITECO-SEI: [Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF](#).

⁸³ Información facilitada al ERT durante la revisión de la UNFCCC de 2022 (ID# L.10).

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones/absorciones de CO₂ estimadas, asociadas al CSC de los depósitos de C de la categoría 4F, destacando las asociadas a las superficies anuales en transición, en cursiva.

Tabla 6.7.3. Emisiones/absorciones de CSC en la categoría OL (4F) (cifras en kt CO₂)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
OL → OL	0	0	0	0	0	0	0
L → OL	5	9	5	4	6	6	6
FL → OL	1	5	2	2	2	2	2
<i>anuales</i>	<i>1</i>	<i>4</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
CL → OL	1	1	2	2	3	4	4
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
GL → OL	2	2	1	1	0	0	0
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
WL → OL	0	0	0	0	0	0	0
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
SL → OL	0	0	0	0	0	0	0
<i>anuales</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
TOTAL	5	9	5	4	6	6	6

En la figura siguiente aparecen representadas las citadas emisiones/absorciones.

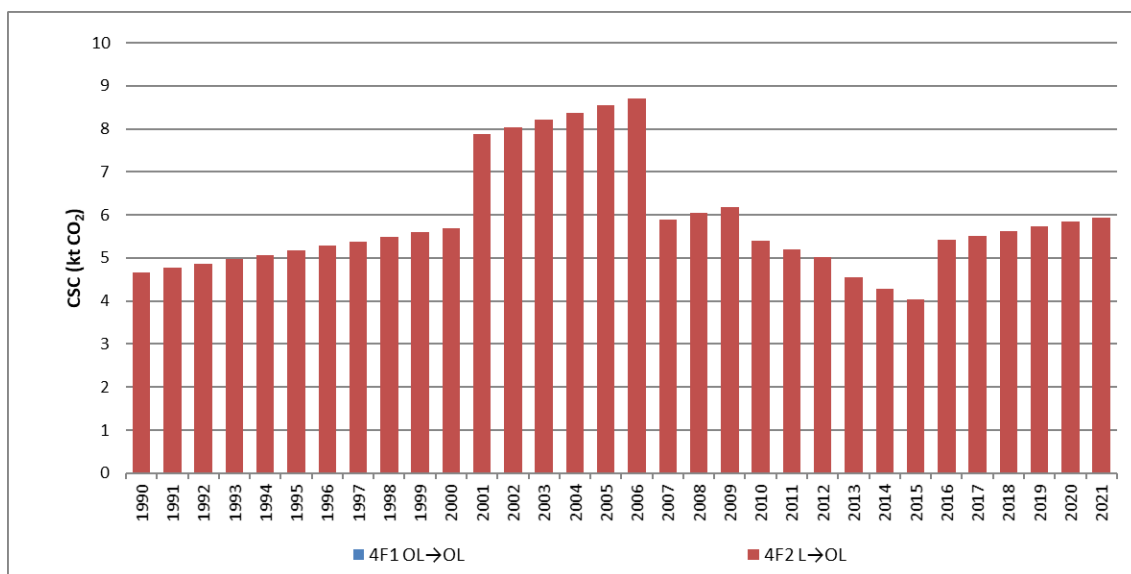


Figura 6.7.3. Emisiones/absorciones de CSC en la categoría OL (4F) (cifras en kt CO₂)

6.7.2.1 Otras tierras que permanecen como tales (4F1)

Se considera que las superficies identificadas como Otras tierras que permanecen como tales no están gestionadas, y en línea con la Guía IPCC 2006 (apdo. 9.1, cap. 9, vol. 4), no se estima el CSC de ninguno de los depósitos de C ni las emisiones/absorciones de gases distintos a CO₂ en esta subcategoría.

6.7.2.2 Tierras convertidas en otras tierras (4F2)

En el Inventario Nacional se han identificado transiciones a OL desde FL, CL, GL, WL y SL; habiéndose adoptado un periodo de transición para que los depósitos de C alcancen su equilibrio de 1 año para LB y DOM (periodo por defecto de la Guía IPCC 2006 en el caso de producirse pérdidas de C) y de 20 años para SOC (periodo por defecto de la Guía IPCC 2006).

6.7.2.2.1 Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva (LB)

El CSC de LB se calcula, siguiendo el enfoque de la Guía IPCC 2006 (apdo. 9.3.1.1, cap. 9, vol. 4, Guía IPCC 2006), como diferencia entre las existencias de C de LB en OL (0 t C/ha) y las del uso de origen, multiplicada por la superficie sometida al cambio (dado que el periodo para alcanzar el equilibrio es de 1 año)⁸⁴.

El CSC nacional, anual y por hectárea, de LB para los distintos tipos de transiciones (excepto desde FL, que utiliza datos del IFN) puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

6.7.2.2.2 Cambio en las existencias de carbono de la materia orgánica muerta (DOM)

El CSC de DOM se calcula de forma análoga a la descrita para LB, utilizando los mismos periodos para alcanzar el equilibrio (1 año).

Siguiendo el enfoque de nivel 1 de la Guía IPCC 2006 (apdo. 4.3.2, cap. 4, vol. 4), las existencias de C de DW de usos de la tierra no forestales equivalen a cero. Por tanto, el CSC de DW en la subcategoría 4F2 sólo se estima para el caso de la transición FL → OL (véase la tabla 6.1.7 del presente capítulo)⁸⁵, siguiendo el enfoque de nivel 2 de la Guía IPCC 2006 (apdo. 9.3.2, cap. 9, vol. 4, Guía IPCC 2006).

Siguiendo este mismo enfoque de nivel 2, el CSC del detritus (LT) se estima en las transiciones identificadas a OL (salvo desde WL y SL, sin valor de existencias de LT distinto de cero). El CSC nacional, anual y por hectárea, de LT para los distintos tipos de transiciones, junto con el periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio (1 año), puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

6.7.2.2.3 Cambio en las existencias del carbono del suelo (SOC)

Las variaciones del depósito de SOC se han estimado con una metodología análoga a la que se presenta en el apartado 6.2.2.2.3, es decir, utilizando los valores provinciales de *stock* de C en suelos que figuran en el anexo 3 (apdo. A3.2.8) y los valores por defecto de la Guía IPCC 2006 que figuran en la tabla 6.1.7; y un periodo de tiempo necesario para que este depósito alcance el equilibrio de 20 años, si bien el uso de destino en este caso es OL⁸⁶.

En línea con la Guía IPCC 2006 se supone que las existencias de C de referencia para la categoría OL al final del periodo de transición por defecto de 20 años equivalen a cero (apdo. 9.3.3.2, cap. 9, vol. 4). El CSC nacional, anual y por hectárea, de suelos minerales para la transición GL → OL puede consultarse en la tabla 6.1.8 del presente capítulo.

6.7.3 Incertidumbre

En la tabla siguiente figuran las incertidumbres de las variables de actividad y del factor de emisión de la estimación de las emisiones asociadas al CSC de los depósitos de C de la subcategoría 4F2.

⁸⁴ Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono de la biomasa viva en tierras en transición](#).

⁸⁵ Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono de la madera muerta en las tierras en transición](#); junto con los detalles de los cálculos realizados para llegar al valor nacional (y a los valores provinciales) de DW en FL (Anexo II de la ficha).

⁸⁶ Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las existencias de carbono orgánico del suelo en suelos minerales en las tierras en transición](#); junto con los detalles de los cálculos realizados para llegar los valores de stock de C en suelos, por uso y provincia o nacional (Anexo II de la ficha).

Tabla 6.7.4. Incertidumbre de la categoría OL (4F)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
4F2 CSC - Emisión			
CO ₂	8	100	Variable de actividad: incertidumbre asignada a la cartografía sobre usos y cambios de usos de la tierra (8 %). Factor de emisión ⁽¹⁾ : incertidumbre de referencia asignada de forma cualitativa al CSC (100 %).

⁽¹⁾ La incertidumbre de los factores de emisión/absorción en el sector LULUCF se asigna, por lo general, de forma cualitativa siguiendo la escala de clasificación establecida en la tabla 3.2 "Rating definitions" del capítulo 5 "Uncertainties" de la parte A "General Guidance Chapters" de la Guía EMEP/EEA 2013, que varía entre la letra A (10 a 30 %) y la letra E (mayor incertidumbre, sin valor asignado). Se ha asumido que los factores de emisión/absorción del sector LULUCF tienen como referencia general una incertidumbre del 100 %, que se corresponde con el límite inferior del rango de incertidumbre asociado a la letra D (100 a 300 %).

Nota: VA: Variables de actividad; y FE: Factor de emisión.

Los criterios generales utilizados para la asignación de los valores de incertidumbre se han descrito en el apartado 6.1.5.

6.7.4 Nuevos cálculos

En esta edición del Inventario Nacional se han modificado los siguientes aspectos relacionados con la categoría OL del sector LULUCF (que también se puede consultar en el apartado 6.1.8):

- Actualización de la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra, para el periodo 1970-2018.
- Nueva estimación del contenido de C de la biomasa viva en la categoría 4A1 (indicada en el apartado 6.2.4), con implicaciones en el CSC de LB en la transición FL → OL (que también se puede consultar en el apartado 6.1.8).

Estos cambios conllevan variaciones en las emisiones/absorciones de toda la serie.

En la figura siguiente se muestra la comparación, en valor absoluto, de las estimaciones de las emisiones/absorciones de la categoría SL entre las ediciones actual y anterior del Inventario Nacional, expresadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq)⁸⁷.

⁸⁷ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>

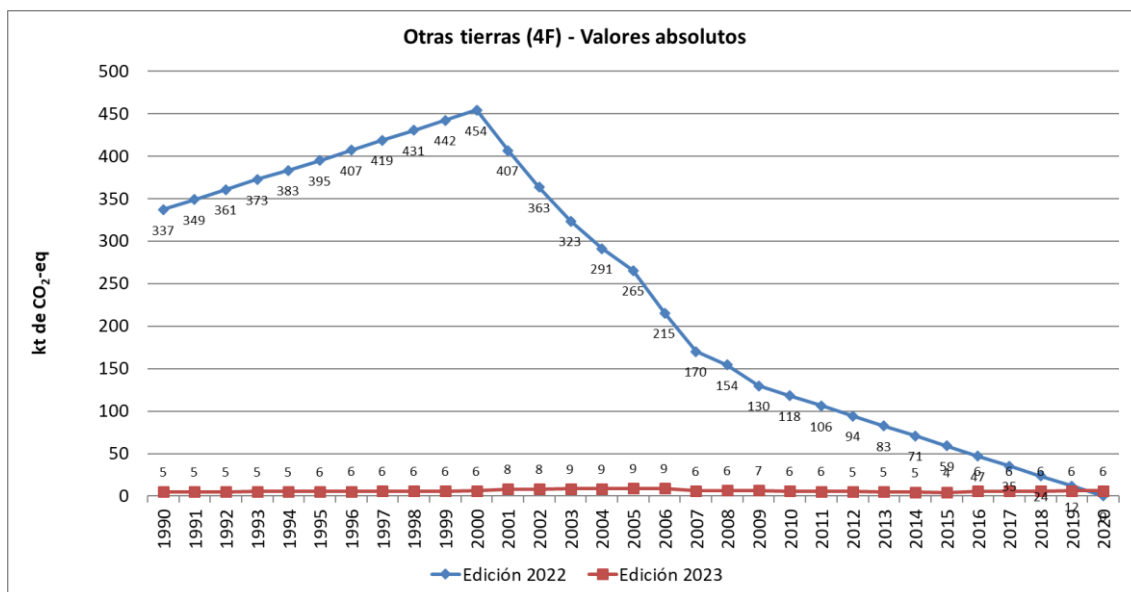


Figura 6.7.4. Emisiones/absorciones en la categoría OL (4F). Edición 2023 vs. Edición 2022 (cifras en kt CO₂-eq)

6.7.5 Planes de mejora

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones/absorciones asociadas a Otras tierras.

6.8 Productos madereros (4G)

En este apartado se incluye la estimación de las emisiones/absorciones procedentes de los cambios de las existencias de C del depósito de los productos madereros (HWP), que se declaran en la tabla de reporte CRF 4G.

6.8.1 Descripción de la categoría

En esta categoría se consideran tres tipos de productos madereros, denominados productos semifinalizados: madera aserrada (*Sawnwood*); tableros a base de madera (*Wood-based panels*); y papel y cartón (*Paper and paperboard*).

Las definiciones de estos tres productos figuran en la página web de FAOSTAT⁸⁸, que es la fuente de información de los datos utilizados para la estimación de este depósito.

6.8.2 Metodología

La metodología empleada para esta estimación de las emisiones/absorciones procedentes de los cambios de las existencias de C de HWP sigue la Guía Suplementaria del KP 2013⁸⁹ (apdo. 2.8), que es coherente con la recogida en la Guía IPCC 2006 (cap. 12, vol. 4) y permite cumplir con los compromisos de la UNFCCC y del Reglamento LULUCF⁹⁰.

La estimación se realiza para los HWP obtenidos de los bosques nacionales. Además, siguiendo con los criterios establecidos para definir el nivel de referencia forestal (FRL, por sus siglas en

⁸⁸ <http://www.fao.org/forestry/35789-0902b3c041384fd87f2451da2bb9237.pdf>

⁸⁹ 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol. (Orientaciones revisadas de 2013 sobre buenas prácticas y métodos suplementarios que emanan del Protocolo de Kioto). <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/kpsg/index.html>

⁹⁰ Reglamento (UE) 2018/841: <https://www.boe.es/doue/2018/156/L00001-00025.pdf>.

inglés) establecido para el periodo 2021-2025⁹¹ para la categoría contable *Tierra forestal gestionada* del Reglamento LULUCF⁹², incluido en el Plan de Contabilidad Forestal Nacional (NFAP, por sus siglas en inglés)⁹³, se considera que toda la superficie forestal en España está gestionada.

La estimación de las existencias de C y del CSC en el depósito de HWP se realiza mediante la ecuación 2.8.5 de la Guía Suplementaria del KP 2013, que representa una función de descomposición de primer orden (*first-order decay function*, en inglés), comenzando en el año 1900.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Cambio en las Existencias de Carbono en los Productos Madereros](#).

6.8.2.1 Variable de actividad

Las variables de actividad adoptadas para la estimación son los valores de producción, importación y exportación de los productos semifinalizados citados: madera aserrada; tableros a base de madera; y papel y cartón, que se obtienen de la página web de FAOSTAT⁹⁴. Esta fuente de información presentaba, en el momento de estimación de emisiones/absorciones de esta edición del Inventario Nacional, datos de las variables de actividad para el periodo 1961-2020⁹⁵. Por tanto, en ausencia de datos para el año 2021, se han replicado los del año 2020.

Los valores de las variables de actividad previos al año 1961 se han calculado como media de los 5 primeros años con datos disponibles (1961-1965) y se han considerado como constantes para el periodo 1900-1960, siguiendo la Guía Suplementaria del KP 2013 (ecuación 2.8.6).

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de los valores de las variables de actividad, expresados en metros cúbicos de volumen sólido, en el caso de la madera aserrada y los tableros a base de madera; y en toneladas métricas, en el caso del papel y cartón.

Tabla 6.8.1. Datos de la variable de actividad de HWP (4G)

Producto maderero	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Madera aserrada (m³ de volumen sólido)							
Producción	3.267.000	3.660.000	2.038.294	1.690.548	2.975.832	2.790.000	2.790.000
Importación	1.932.600	3.391.000	1.324.400	1.017.767	1.129.751	983.712	983.712
Exportación	130.500	96.000	150.843	200.181	244.921	261.570	261.570
Tableros a base de madera (m³ de volumen sólido)							
Producción	2.361.000	4.978.000	3.072.787	3.860.433	4.094.929	3.727.038	3.727.038
Importación	354.800	1.450.000	942.242	1.081.608	1.057.016	1.001.865	1.001.865
Exportación	268.600	1.433.000	1.981.499	2.025.509	1.942.381	1.786.668	1.786.668
Papel y cartón (toneladas métricas)							
Producción	3.446.000	5.697.000	6.193.200	6.195.200	6.436.589	6.296.675	6.296.675
Importación	1.421.100	3.746.000	3.180.828	3.074.213	2.933.450	2.733.713	2.733.713
Exportación	516.900	2.211.000	2.952.012	2.750.836	2.610.237	2.519.613	2.519.613

⁹¹ Reglamento (UE) 2021/268 de la Comisión, de 28 de octubre de 2020, por el que se modifica el anexo IV del Reglamento (UE) 2018/841 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los niveles de referencia forestal que deberán aplicar los Estados miembros para el periodo comprendido entre 2021 y 2025: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R0268&from=EN>.

⁹² Reglamento (UE) 2018/841: <https://www.boe.es/doue/2018/156/L00001-00025.pdf>.

⁹³ Plan de Contabilidad Forestal Nacional puede consultarse en la página web https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/publicaciones/informes/nfap_es_tcm30-485874.pdf.

⁹⁴ <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>

⁹⁵ En el momento de finalización de los procesos de estimación de las emisiones y absorciones reflejadas en el presente documento, la última actualización disponible en la página Web de FAOSTAT fue actualizada el 16 de diciembre de 2022. Por tanto, la última actualización, realizada el 19 enero del 2021, no está considerada.

Además de los datos de los productos anteriores, la metodología de estimación descrita precisa los datos de la madera en rollo y la pulpa de madera, que también están disponibles en la página web de FAOSTAT, para el periodo 1961-2021.

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de los datos de madera en rollo en metros cúbicos de volumen sólido sin corteza y pulpa de madera en toneladas métricas de peso secado al aire (es decir, con un 10 % de humedad).

Tabla 6.8.2. Datos de madera en rollo y pulpa de madera para la estimación de HWP (4G)

Producto maderero	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Madera en rollo (m³ de volumen sólido sin corteza)							
Producción	13.790.000	13.351.000	10.969.399	12.904.619	15.404.728	15.356.347	15.356.347
Importación	2.483.224	3.640.000	1.839.255	750.952	666.541	764.337	764.337
Exportación	105.677	203.000	1.332.009	1.895.616	1.947.264	1.929.754	1.929.754
Pulpa (toneladas métricas de peso secado al aire)							
Producción	1.592.000	2.039.000	1.873.900	1.640.900	1.516.201	1.425.083	1.425.083
Importación	430.100	880.619	1.184.796	1.125.716	1.053.864	1.046.749	1.046.749
Exportación	513.900	939.297	896.554	665.814	932.991	929.314	929.314

Las cortas en España han de considerarse de baja intensidad ya que de media se corta solo un 39,26 % del crecimiento de las masas forestales. Además, el 69 % de las cortas se realiza en el 14 % de la superficie arbolada, en el arco atlántico (Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco)⁹⁶. Por tanto, en las superficies forestales se observa un incremento de la biomasa acumulada, dominado principalmente por el crecimiento natural de la biomasa forestal y sobre el que las cortas tienen un impacto muy limitado.

Teniendo en cuenta esta información, se concluye que no existe una correlación directa entre los productos madereros producidos por cosecha propia y el cambio en las existencias de la biomasa viva de las Tierras forestales (categoría 4A). De la misma manera, considerando las citadas tasas de corta, no se puede afirmar que las cortas en España no sean sostenibles.

En el apartado A3.2.12 de este documento (anexo 3) se puede consultar la tabla A3.34 y la figura A3.5 con la serie histórica de cortas de madera para el periodo 1990-2020; así como la figura A3.6, en la que se muestra la tasa de extracción en los bosques españoles (balance entre las cortas de madera y leña y el crecimiento), cuyo valor permite afirmar que es posible incrementar las cortas de madera y leña bajo criterios de gestión sostenible.

6.8.2.2 Factores de emisión/absorción y cálculo de emisiones/absorciones

Las emisiones/absorciones asociadas al CSC de HWP dependen de la constante de descomposición k , de la descomposición de primer orden, que se calcula a partir de la vida media de cada producto semifinalizado en el depósito HWP. Los valores de vida media empleados en la estimación son los valores por defecto del cuadro 2.8.2 de la Guía Suplementaria del KP 2013.

En la tabla siguiente se recogen los valores de vida media citados, así como de los parámetros de conversión de unidades de producto en C, densidad y fracción de carbono, empleados en la ecuación 2.8.5 de la Guía Suplementaria del KP 2013.

⁹⁶ "La situación de los bosques y el sector forestal en España 2017" Sociedad Española de Ciencias Forestales. (<http://secforestales.org/content/informe-iste>).

Tabla 6.8.3. Valores por defecto de los parámetros de conversión y vida media de HWP (4G)

Parámetros	Madera aserrada	Tableros a base de madera	Papel y cartón
Densidad	0,458 Mg/m ³	0,595 Mg/m ³	0,9 Mg/Mg
Fracción de carbono	0,5 t C/t d.m.	0,454 t C/t d.m.	-
Factor de carbono	0,229 Mg C/m ³	0,269 Mg C/m ³	0,386 Mg C/Mg
Vida media	35 años	25 años	2 años

De acuerdo con la Guía IPCC 2006 (apdo. 2.2.3, cap. 2, vol. 4), a los efectos de la declaración, los cambios de las categorías de existencias de C (que impliquen transferencias a la atmósfera) se pueden convertir en unidades de emisión de CO₂ multiplicando el cambio en las existencias de C por - 44/12.

En la tabla siguiente se presenta una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones/absorciones estimadas de CO₂ del depósito HWP, agrupadas por los productos madera aserrada, tableros a base de madera y papel y cartón.

Tabla 6.8.4. Emisiones/absorciones en la categoría HWP (4G) (cifras en kt CO₂)

Producto maderero	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Madera aserrada	-904	-767	239	319	-702	-525	-515
Tableros a base de madera	-1.227	-2.376	-836	-1.739	-1.821	-1.406	-1.368
Papel y cartón	111	-164	229	-416	355	574	406
TOTAL	-2.020	-3.308	-368	-1836	-2168	-1.358	-1.477

En la figura final de este apartado puede consultarse la representación gráfica de la serie completa de las citadas emisiones/absorciones.

6.8.3 Incertidumbre

En la tabla siguiente figuran las incertidumbres de la variable de actividad y del factor de emisión/absorción de la estimación de las emisiones/absorciones asociadas al CSC de los HWP, categoría 4G.

Tabla 6.8.5. Incertidumbre de la categoría HWP (4G)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
4G CSC - Absorción/Emisión			
CO ₂	30	50	<p><u>Variable de actividad:</u> incertidumbre asociada a la variable de actividad de los HWP, combinación de la incertidumbre de la fuente de datos (FAOSTAT) y de la incertidumbre de los valores por defecto de densidad y de la fracción de carbono (cuadro 12.6, cap. 12, vol. 4, Guía IPCC 2006), lo que genera una incertidumbre de en torno al 30 %.</p> <p><u>Factor de emisión:</u> incertidumbre asociada al CSC de los HWP (50 %), de acuerdo con la información recogida en la Guía IPCC 2006 (cuadro 12.6, cap. 12, vol. 4).</p>

Nota: VA: Variables de actividad; y FE: Factor de emisión.

Los criterios generales utilizados para la asignación de los valores de incertidumbre se han descrito en el apartado 6.1.5.

6.8.4 Nuevos cálculos

En la presente edición del Inventario Nacional se han actualizado los datos de la variable de actividad, de acuerdo con la información disponible en la página web de FAOSTAT, habiéndose identificado las siguientes variaciones en los datos de tableros a base de madera:

- producción de los años 2018 y 2019; y

- producción, exportación e importación del año 2020.

Estos cambios conllevan variaciones en las emisiones/absorciones estimadas para los años 2018, 2019 y 2020.

En la figura siguiente se muestra la comparación, en valor absoluto, de las estimaciones de las emisiones/absorciones asociadas al CSC de los HWP entre las ediciones actual y anterior del Inventario Nacional. No obstante, la diferencia es de escasa entidad (-0,33 kt CO₂-eq de diferencia en el año 2018, 17,87 kt CO₂-eq en el 2019 y 209,62 kt CO₂-eq), por lo que las líneas representadas son prácticamente coincidentes.

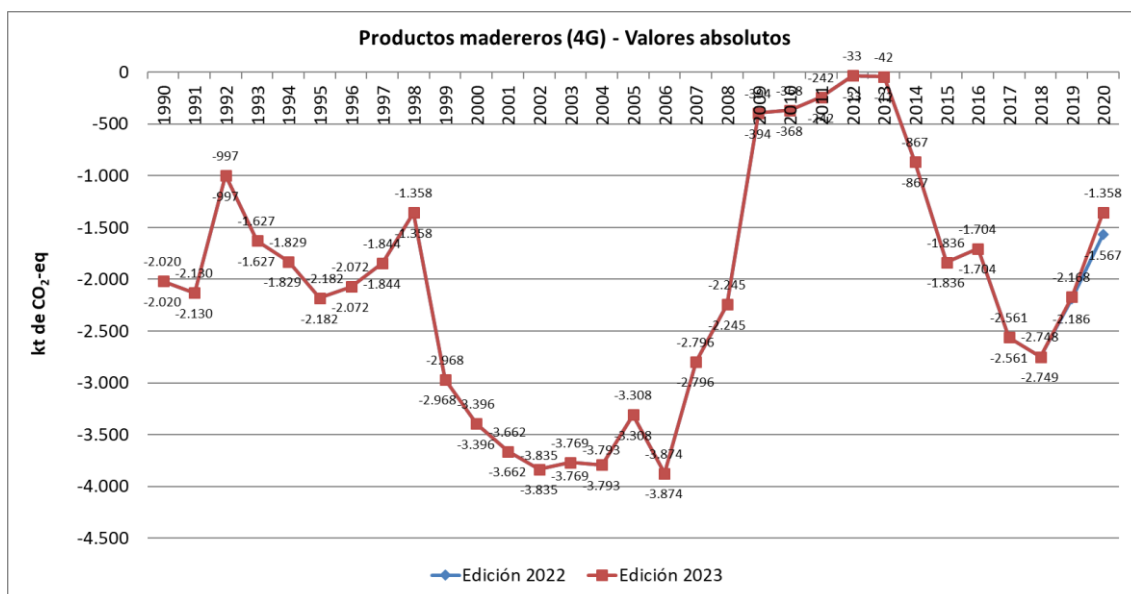


Figura 6.8.1. Emisiones/absorciones en la categoría HWP (4G). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt CO₂-eq)

6.8.5 Planes de mejora

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones/absorciones debidas al CSC del depósito HWP.

6.9 Emisiones directas de N₂O procedentes de las aportaciones de nitrógeno (N) en suelos gestionados (4(I))

En España no se fertilizan las tierras forestales, los humedales, los asentamientos ni las tierras incluidas en la categoría Otras tierras. Las emisiones de fertilizantes nitrogenados tanto para CL como para GL se incluyen en el sector Agricultura (sector CRF 3). Por tanto, en la tabla correspondiente (tabla de reporte CRF 4(I)), la clave de notación utilizada es NO⁹⁷.

6.10 Emisiones y absorciones procedentes del drenaje y rehumectación y otras prácticas de gestión de suelos orgánicos y minerales (4(II))

En España no se drenan ni rehumectan las tierras forestales, las tierras de cultivo, los pastizales, los humedales ni las Otras tierras. Por tanto, en la tabla de reporte CRF 4(II), la clave de notación utilizada es NO; salvo en el caso de las turberas en explotación⁹⁸, para las que se ha estimado

⁹⁷ Esta información también puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Aportaciones de N en suelos gestionados](#).

⁹⁸ En el apartado 6.5.2.1.1 se incluyen las emisiones asociadas a la explotación de turberas.

estas emisiones, de acuerdo con las directrices de la Guía IPCC 2006, aunque la extracción de turba se realice directamente en un humedal, sin drenaje previo del terreno⁹⁹.

6.11 Emisiones directas de N₂O procedentes de la mineralización/inmovilización de N relacionadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica en suelos minerales debido a cambios en el uso de la tierra o a prácticas de gestión (4(III))

6.11.1 Descripción

En este apartado se incluye la estimación de las emisiones directas de N₂O procedentes de la mineralización de N relacionada con la pérdida de materia orgánica de suelos minerales¹⁰⁰ debido a cambios en el uso de la tierra, conforme a la metodología incluida en el capítulo 11, volumen 4 de la Guía IPCC 2006. Además, a partir de esta edición, se recogen las emisiones directas de N₂O debido a las prácticas de gestión en los pastizales herbáceos que permanecen como tales, dado que también llevan asociada la pérdida de SOC y, por tanto, la mineralización del N.

En el resto de los casos, en las celdas correspondientes a los usos de la tierra que permanecen como tales en la tabla de reporte CRF 4(III), la clave de notación utilizada es NA para los usos FL y SL, dado que se asume, siguiendo el enfoque de nivel 1, que las existencias de C en suelos minerales están en equilibrio; y NE para el uso WL.

6.11.2 Metodología

La metodología aplicada para el cálculo de estas emisiones directas de N₂O se basa en la ecuación 11.1 de la Guía IPCC 2006 (cap. 11, vol. 4), de la que sólo se estima en este apartado la parte relativa a la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo como resultado de los cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales ($F_{SOM} \times EF_1$).

Para estimar la cantidad de nitrógeno mineralizado por estas causas (F_{SOM}), se utiliza la ecuación 11.8 de la Guía IPCC 2006 (cap. 11, vol. 4), dependiente de la pérdida promedio anual de C del suelo para cada tipo de uso de la tierra, en t C.

La metodología de estimación del CSC de los suelos minerales en las transiciones ya ha sido descrita en los apartados correspondientes de cada uso de la tierra (6.2.2.2.3., 6.3.2.2.3., 6.4.2.2.3., 6.5.2.2.3., 6.6.2.2.3. y 6.7.2.2.3.), habiéndose producido pérdidas de SOC en las transiciones a FL, CL, GL, WL, SL y OL. La metodología de estimación del CSC de los suelos minerales en los pastizales herbáceos que permanecen como tales también ha sido descrita anteriormente (apdo. 6.4.2.1.3.).

De acuerdo con la Guía IPCC 2006, la conversión de emisiones de N₂O-N en emisiones de N₂O a los efectos de la declaración se realiza multiplicándolas por 44/28.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales](#).

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de los resultados de esta estimación, por tipo de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra en la que se producen.

⁹⁹ Esta información también puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Drenaje y rehúmedación y otras prácticas de gestión de suelos orgánicos y minerales](#).

¹⁰⁰ Dada la pequeña superficie de suelos orgánicos en España, no se considera que ninguna de estas transiciones haya afectado a suelos orgánicos.

Tabla 6.11.1. Emisiones directas de N₂O por pérdida de C del suelo en tierras en transición (4(III))
(cifras en toneladas de N₂O)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
L → FL	271,48	270,35	238,19	176,07	143,10	134,86	127,71
GL → FL	271,46	270,33	238,11	175,99	143,03	134,79	127,64
WL → FL	0,01	0,02	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07
L → CL	396,55	467,02	404,58	288,39	206,24	185,70	171,27
FL → CL	130,18	197,67	180,89	131,44	98,63	90,43	83,19
GL → CL	266,32	268,67	221,32	154,55	105,32	93,01	85,89
WL → CL	0,03	0,18	0,47	0,44	0,40	0,38	0,38
SL → CL	0,02	0,51	1,90	1,96	1,90	1,88	1,81
GL → GL	5,89	9,94	17,80	17,83	16,49	16,15	15,82
L → GL	7,89	13,06	11,18	6,78	3,19	2,29	2,15
FL → GL	7,80	12,57	10,46	6,00	2,43	1,54	1,47
WL → GL	0,08	0,44	0,64	0,68	0,66	0,66	0,60
SL → GL	0,00	0,05	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08
L → WL	0,38	0,11	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10
FL → WL	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GL → WL	0,36	0,11	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10
L → SL	109,62	134,56	221,72	257,95	267,98	270,49	271,90
FL → SL	16,07	18,97	25,76	27,62	32,80	34,10	34,91
CL → SL	53,86	68,11	135,03	162,98	158,94	157,93	157,51
GL → SL	39,66	47,42	60,83	67,24	76,12	78,34	79,37
WL → SL	0,04	0,05	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11
L → OL	1,02	1,40	1,49	1,15	1,27	1,30	1,33
FL → OL	0,12	0,53	0,56	0,48	0,43	0,41	0,35
CL → OL	0,20	0,39	0,56	0,43	0,68	0,74	0,83
GL → OL	0,67	0,44	0,28	0,15	0,08	0,06	0,06
WL → OL	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
SL → OL	0,00	0,03	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07
TOTAL	792,83	896,44	895,06	748,28	638,36	610,88	590,27

Nota: Estos cálculos se incluyen en la tabla de reporte CRF 4(III).

6.11.3 Incertidumbre

En la tabla siguiente figuran las incertidumbres de la variable de actividad y del factor de emisión de la estimación de las emisiones directas de N₂O procedentes de la mineralización del N debida a la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales, categoría 4(III).

Tabla 6.11.2. Incertidumbre de las emisiones directas de N₂O de N mineralizado por pérdida de C del suelo (4(III))

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
4(III) - Emisión			
N ₂ O	300	200	Variable de actividad ⁽¹⁾ : incertidumbre asignada de forma cualitativa a la variable de actividad, que coincide con el valor máximo tabulado de la escala de gradación, correspondiente a la clase D (300 %) ¹⁰¹ . Factor de emisión : incertidumbre asignada al factor de emisión, de acuerdo con la información de la Guía IPCC 2006 (cuadros 11.1 y 11.3, cap. 11, vol. 4).

⁽¹⁾ La incertidumbre de los factores de emisión/absorción en el sector LULUCF, así como de la variable de actividad de la fuente de emisión 4(III), se asigna, por lo general, de forma cualitativa siguiendo la escala de clasificación establecida en la tabla 3.2 "Rating definitions" del capítulo 5 "Uncertainties" de la parte A "General Guidance Chapters" de la Guía EMEP/EEA 2013, que varía entre la letra A (10 a 30 %) y la letra E (mayor incertidumbre, sin valor asignado).

Nota: VA: Variables de actividad; y FE: Factor de emisión.

Los criterios generales utilizados para la asignación de los valores de incertidumbre se han descrito en el apartado 6.1.5.

6.11.4 Nuevos cálculos

En la presente edición del Inventario Nacional se ha actualizado la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra, para el periodo 1970-2018; y se ha incorporado una nueva estimación del CSC de SOC en suelos minerales derivadas de las prácticas de gestión de suelos en pastizales herbáceos. Estos cambios afectan a las estimaciones de los cambios de existencias de C del depósito SOC y, por tanto, de las emisiones directas de N₂O procedentes de la mineralización del N relacionada con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales, en la serie temporal completa.

En la figura siguiente se muestra la comparación, en valor absoluto, de las estimaciones de las emisiones directas de N₂O entre las ediciones actual y anterior del Inventario Nacional, expresadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) ¹⁰².

¹⁰¹ Incertidumbre asignada a la estimación del CSC del depósito SOC.

¹⁰² Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>

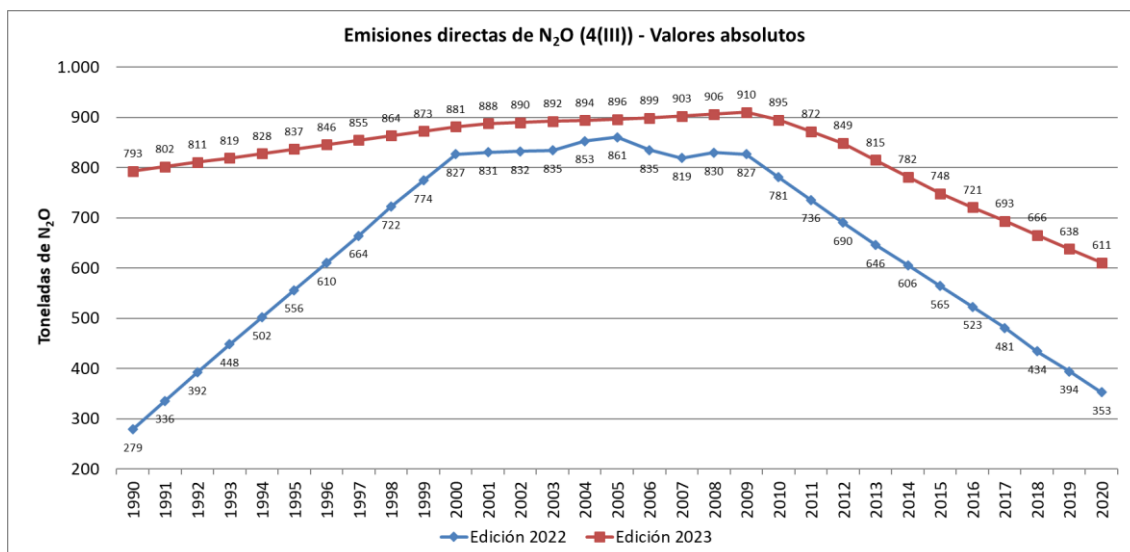


Figura 6.11.1. Emisiones directas de N₂O por pérdida de C del suelo (4(III)). Edición 2023 vs. Edición 2022 (cifras en toneladas de N₂O)

6.11.5 Planes de mejora

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones directas de N₂O procedentes de la mineralización del N.

Como parte del plan de mejoras, el Inventario mantiene la tarea de identificar fuentes de información fiables y homogéneas para toda la serie temporal que permitan conocer las prácticas de gestión de otros usos que permanecen como tales y sus efectos sobre el SOC, para poder estimar las emisiones directas de N₂O debidas a la gestión de los suelos minerales, en los casos en que se produzca la pérdida de C del suelo.

6.12 Emisiones indirectas de N₂O procedentes de suelos gestionados (4(IV))

6.12.1 Descripción

Las emisiones indirectas de N₂O procedentes de suelos gestionados comprenden, de acuerdo con la Guía IPCC 2006 (apdo. 11.2.2, cap. 11, vol. 4), tanto la deposición atmosférica del N volatilizado de suelos como la lixiviación y escorrentía desde la tierra del N.

Las emisiones indirectas de N₂O debidas a la deposición atmosférica (subcategoría CRF 4(IV)1) tienen su origen, según la Guía IPCC 2006, en el N de los fertilizantes sintéticos y orgánicos, la orina y el estiércol animal.

Dado que en España no se realizan fertilizaciones con N en otras categorías de uso de la tierra que no sean Tierras de cultivo (CL) y Pastizales (GL), la clave de notación utilizada para deposición atmosférica (4(IV)1) en la tabla CRF 4(IV) es NO.

En este apartado se estiman las emisiones de N₂O por lixiviación y escorrentía del N mineralizado relacionado con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales.

Estas emisiones se recogen en la tabla correspondiente (tabla de reporte CRF 4(IV)) para la lixiviación y escorrentía (4(IV)2).

6.12.2 Metodología

La metodología aplicada para la estimación de estas emisiones indirectas de N₂O se basa en la ecuación 11.10 de la Guía IPCC 2006 (cap. 11, vol. 4), de la que sólo se estima en este apartado la parte relativa a la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo como resultado de los cambios en el uso de la tierra o la gestión ($F_{SOM} \times Frac_{LIXIVIACIÓN-(H)} \times EF_5$).

La cantidad de N mineralizado (F_{SOM}) se calcula mediante la ecuación 11.8 de la Guía IPCC 2006 (cap. 11, vol. 4), del mismo modo que en el apartado anterior 6.11.2.

Para identificar las regiones españolas en las que se producen fenómenos de lixiviación y escorrentía se han aplicado los supuestos previstos en el cuadro 11.3 de la Guía IPCC 2006 (cap. 11, vol. 4). Para ello, se ha utilizado la información disponible de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) que incluye capas cartográficas (*raster*) de precipitación acumulada mensual, evapotranspiración potencial (ETP) acumulada mensual y agua útil máxima. Los cálculos se han realizado para los años 2006, 2008, 2010, 2012, 2015 y 2020; y se ha adoptado el valor promedio de los seis años calculados para toda la serie temporal.

El procedimiento de cálculo realizado consiste en restar, mensualmente, los valores de ETP acumulada mensual y agua útil máxima a los valores de precipitación acumulada mensual en cada celda de las capas cartográficas; asumiendo que se producen fenómenos de escorrentía cuando el resultado de esta resta es positivo. Dada la diferencia de tamaño del pixel, el procedimiento de cálculo anterior se ha realizado de manera independiente para la Península y las Islas Baleares; y para las Islas Canarias.

Finalmente, se calcula el porcentaje de la superficie española en la que el resultado del procedimiento de cálculo citado es positivo en algún mes para cada uno de los años citados y el valor medio de todos ellos, 17 %, que se ha aplicado a toda la serie temporal.

De acuerdo con la Guía IPCC 2006, la conversión de emisiones de N₂O-N en emisiones de N₂O a los efectos de la declaración se realiza multiplicándolas por 44/28.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Lixiviación y escorrentía del N mineralizado relacionado con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales](#).

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de los resultados de esta estimación, por tipo de uso de la tierra y cambio de uso de la tierra en la que se producen.

Tabla 6.12.1. Emisiones indirectas de N₂O por lixiviación/escorrentía de N del suelo (4(IV)2) (cifras en toneladas de N₂O)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
L → FL	36,08	33,27	29,06	21,11	16,42	15,24	14,46
GL → FL	36,08	33,27	29,06	21,11	16,41	15,24	14,46
WL → FL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L → CL	32,53	26,77	20,27	13,66	8,76	7,53	6,95
FL → CL	7,84	8,11	6,80	4,99	3,77	3,46	3,21
GL → CL	24,69	18,64	13,40	8,60	4,93	4,01	3,68
WL → CL	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
SL → CL	0,00	0,02	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
GL → GL	0,39	0,52	1,27	1,29	1,25	1,24	1,24
L → GL	0,27	0,48	0,41	0,25	0,11	0,07	0,07
FL → GL	0,26	0,47	0,39	0,23	0,09	0,06	0,05
WL → GL	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
SL → GL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L → WL	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
FL → WL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GL → WL	0,07	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
L → SL	5,88	6,58	10,75	12,40	12,23	12,18	12,10
FL → SL	1,04	1,33	1,96	2,13	2,11	2,10	2,07
CL → SL	2,19	2,46	4,90	6,12	5,93	5,88	5,87
GL → SL	2,65	2,79	3,89	4,15	4,19	4,20	4,15
WL → SL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
L → OL	0,04	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06
FL → OL	0,01	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02
CL → OL	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03
GL → OL	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
WL → OL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SL → OL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	75,26	67,70	61,85	48,78	38,84	36,35	34,89

Nota: Estos cálculos se incluyen en la tabla de reporte CRF 4(IV).

6.12.3 Incertidumbre

En la tabla siguiente figuran las incertidumbres de la variable de actividad y del factor de emisión de la estimación de las emisiones indirectas de N₂O por lixiviación y escorrentía del N mineralizado relacionado con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales, categoría 4(IV).

Tabla 6.12.2. Incertidumbre de las emisiones indirectas de N₂O por lixiviación/escorrentía de N del suelo (4(IV)2)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
4(IV)2 - Emisión			
N ₂ O	300	200	Variable de actividad ⁽¹⁾ : incertidumbre asignada de forma cualitativa a la variable de actividad, que coincide con el valor máximo tabulado de la escala de gradación, correspondiente a la clase D (300 %) ¹⁰³ . Factor de emisión: incertidumbre asignada al factor de emisión, de acuerdo con la información de la Guía IPCC 2006 (cuadros 11.1 y 11.3, cap. 11, vol. 4).

⁽¹⁾ La incertidumbre de los factores de emisión/absorción en el sector LULUCF, así como de la variable de actividad de la fuente de emisión 4(III), se asigna, por lo general, de forma cualitativa, siguiendo la escala de clasificación establecida en la tabla 3.2 "Rating definitions" del capítulo 5 "Uncertainties" de la parte A "General Guidance Chapters" de la Guía EMEP/EEA 2013, que varía entre la letra A (10 a 30 %) y la letra E (mayor incertidumbre, sin valor asignado).

Nota: VA: Variables de actividad; y FE: Factor de emisión.

Los criterios generales utilizados para la asignación de los valores de incertidumbre se han descrito en el apartado 6.1.5.

6.12.4 Nuevos cálculos

En la presente edición del Inventario Nacional se ha actualizado la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra, para el periodo 1970-2018; y se ha incorporado una nueva estimación del CSC de SOC en suelos minerales derivadas de las prácticas de gestión de suelos en pastizales herbáceos. Estos cambios afectan a las estimaciones de los cambios de existencias de C del depósito SOC y, por tanto, a las emisiones indirectas de N₂O por lixiviación y escorrentía del N mineralizado relacionado con la pérdida de materia orgánica del suelo por cambios en el uso de la tierra o la gestión de suelos minerales, en la serie temporal completa.

¹⁰³ Incertidumbre asignada a la estimación del CSC del depósito SOC.

En la figura siguiente se muestra la comparación, en valor absoluto, de las estimaciones de las emisiones indirectas de N₂O por lixiviación de N del suelo entre las ediciones actual y anterior del Inventario Nacional, expresadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq)¹⁰⁴.

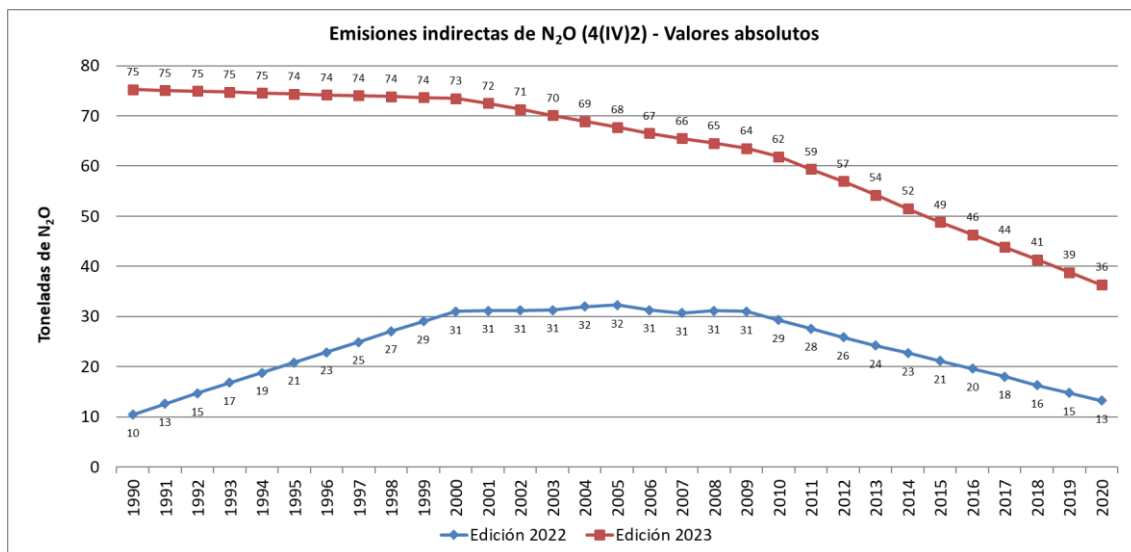


Figura 6.12.1. Emisiones indirectas de N₂O por lixiviación/escorrentía de N del suelo (4(IV)2). Edición 2023 vs. Edición 2022 (cifras en toneladas de N₂O)

6.12.5 Planes de mejora

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones indirectas de N₂O por lixiviación y escorrentía del N mineralizado relacionado con la pérdida de materia orgánica del suelo.

Como parte del plan de mejoras, el Inventario Nacional intentará identificar fuentes de información fiables y homogéneas para toda la serie temporal que permitan conocer las prácticas de gestión de otros usos que permanecen como tales y sus efectos sobre el SOC, para poder estimar las emisiones indirectas de N₂O debidas a la gestión de los suelos minerales, en los casos en que se produzca la pérdida de C del suelo.

6.13 Emisiones debidas a incendios y quemas controladas (4(V))

6.13.1 Descripción

Los incendios y las quemas controladas son perturbaciones que provocan la combustión parcial o total de la biomasa del lugar en el que se producen.

Las emisiones estimadas en este apartado se corresponden con las causadas por los incendios que se desarrollan sobre las Tierras forestales (vegetación leñosa arbolada), Tierras de cultivo (cultivos asegurados) y Pastizales (vegetación leñosa no arbolada y herbácea) (4A, 4B y 4C, respectivamente), tanto en el uso que permanece como en transición. Además, también se estiman las emisiones provocadas por las quemas controladas, si bien estas sólo se realizan en las superficies que permanecen en los usos Tierras forestales y Pastizales¹⁰⁵ (4A1 y 4C1, en la nomenclatura CRF).

¹⁰⁴ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto *Assessment Report*: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>

¹⁰⁵ Concretamente, en los Pastizales herbáceos que permanecen como tales.

Las variables de actividad y las emisiones estimadas debidas a la quema de biomasa se declaran en la tabla de reporte CRF 4(V).

Esto no ocurre con las emisiones de otros gases distintos al CO₂ debidas a quemas controladas de los restos de cultivo, cosecha y poda (en las Tierras de cultivo, 4B), que se informan, para evitar una doble contabilización, en las tablas de reporte CRF 3F y 5C2¹⁰⁶. Sin embargo, se asume que las emisiones de CO₂ debidas a estas quemas no deben declararse, dado que el C liberado durante la combustión es reabsorbido por la vegetación durante la siguiente temporada de crecimiento. Esta afirmación está basada, por una parte, en que la transición de otro uso a CL es una actividad directamente inducida por el hombre, en la que se retiran, *ex profeso*, los depósitos LB y DOM; por lo que el CSC de estos depósitos se producen en menos de un año. Y también, por otra parte, en que el objetivo de las quemas controladas son los residuos de cultivo, cosecha y poda. Por tanto, la etiqueta de notación utilizada en la tabla de reporte CRF correspondiente (4(V)B *Controlled burning*) para CO₂ es NA¹⁰⁷ y para CH₄ y N₂O es IE.

En cuanto a las quemas de biomasa, conviene destacar que en España no se utilizan las quemas controladas para realizar ningún cambio de uso de la tierra, como pudiera ser una deforestación.

Finalmente, es preciso indicar que se considera que no se producen incendios ni quemas controladas en las superficies clasificadas como Humedales (4D), Asentamientos (4E) y Otras tierras (4F). Por tanto, la etiqueta de notación utilizada es NO.

6.13.2 Metodología

La metodología aplicada para la estimación de las emisiones de CO₂, CH₄, N₂O, CO y NO_x de la quema de biomasa se basa en la ecuación 2.27 (cap. 2, vol.4) de la Guía IPCC 2006 ($L_{fire} = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-3}$); adaptándose en dos casos concretos, con el fin de utilizar metodología nacional o información nacional para estimar el combustible quemado (que sustituye el producto $A \times M_B \times C_f$). El primero de los casos es el de los incendios de vegetación leñosa arbolada, en el que se utiliza la metodología de Rodríguez Murillo¹⁰⁸; y el segundo de los casos es el de las quemas controladas, dado que se utiliza la información oficial que ofrece la base de datos de este tipo de actuaciones (carga de combustible y grado de combustión). La descripción detallada de ésta metodología figura en el anexo 3 (apdo. A3.2.3 y A3.2.4) del presente Inventario Nacional.

En el caso de los incendios, dado que la información de base no permite distinguir si el fuego se ha producido en las tierras que permanecen como tales (4A1, 4B1 y 4C1) o en las tierras en transición (4A2, 4B2 y 4C2), siguiendo recomendaciones de revisiones anteriores, las superficies y las emisiones se han desagregado en función de la superficie ponderada de cada una de las subcategorías citadas.

6.13.2.1 Variable de actividad

Las fuentes de información y las variables utilizadas en la estimación de las emisiones de GEI de los incendios y las quemas controladas, junto con el uso de la tierra en el que tienen lugar, se resumen en la siguiente tabla.

¹⁰⁶ Ver capítulos 5 y 7 del Inventario Nacional.

¹⁰⁷ El uso de esta etiqueta de notación sigue las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2021 (ID# L.9) y las referencias a la quema de residuos agrícolas de la Guía IPCC 2006 (apdo. 2.4, cap. 2, vol. 4).

¹⁰⁸ Rodríguez Murillo (1994). *The carbon budget of the Spanish Forests*. Biogeochemistry 25: págs. 197-217.

Tabla 6.13.1. Fuentes de información de los incendios y quemas controladas (4(V))

Fuente de emisión	Fuente de información	Variable	Categoría	Periodo
Incendios	Partes de incendios forestales ⁽¹⁾	Superficie afectada	4A y 4C	1990-2020 ⁽²⁾
		Tipo de vegetación		
	Entidad de Seguros Agrarios (ENESA)	Superficie afectada ⁽³⁾	4B	1990-2021
		Línea de seguro ⁽⁴⁾		
Quemas controladas	Partes de actuación de los Equipos de Prevención de Riesgos de Incendios Forestales (EPRIF)	Superficie afectada	4A1 y 4C1 ⁽⁵⁾	2003 ⁽⁶⁾ -2021
		Caracterización de la vegetación afectada (modelo de combustible)		
		Grado de combustión		

⁽¹⁾ Información facilitada por la Subdirección General de Política Forestal y Lucha contra la Desertificación, de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación del MITECO.

⁽²⁾ A falta de información oficial de incendios para el año 2021, se ha adoptado como variable de actividad para este año el promedio de los datos de incendios provinciales de los últimos 10 años disponibles (2011-2020).

⁽³⁾ Del análisis de la información facilitada por ENESA se desprende que, para el periodo 1990-2021, la mayor parte de las superficies aseguradas incendiadas se corresponden con cultivos herbáceos (alrededor de un 99 % de media).

⁽⁴⁾ Las líneas de seguro pueden consultarse en:

https://www.mapa.gob.es/es/enesa/lineas_de_seguros/seguros_agricolas/default.aspx

⁽⁵⁾ Las quemas controladas de los restos de cultivo, cosecha y poda (en las Tierras de cultivo, 4B) se informan en las tablas de reporte CRF 3F y 5C2 (ver capítulos 5 y 7 del Inventario Nacional).

⁽⁶⁾ Aunque los EPRIF se crearon en el año 1998, las estadísticas de quemas controladas comienzan con la propia actividad, en el año 2003, siendo testimoniales las quemas controladas realizadas con anterioridad a este año.

En la tabla siguiente se incluye una síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las superficies afectadas por incendios y quemas controladas, desagregadas por subcategorías.

Tabla 6.13.2. Variable de actividad para el cálculo de las emisiones de incendios y quemas controladas (4(V)) (cifras en hectáreas)

Fuente de emisión	Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Incendios	FL	73.198	69.397	10.185	32.830	14.426	6.874	27.321
	FL → FL	58.777	55.677	8.457	29.001	12.974	6.083	24.584
	L → FL	14.421	13.719	1.728	3.829	1.452	790	2.737
	CL	9.898	7.099	4.956	9.039	11.360	6.317	9.601
	CL → CL	9.746	6.945	4.864	8.892	11.172	6.231	9.434
	L → CL	152	154	92	147	188	85	167
	GL	130.443	119.301	44.585	76.902	45.808	37.406	63.564
	GL → GL	125.172	112.596	42.716	74.307	43.953	35.165	60.325
L → GL	5.271	6.704	1.869	2.595	1.855	2.241	3.240	
Quemas controladas	FL	NO	749	1.249	1.801	1.054	718	1.693
	FL → FL	NO	749	1.249	1.801	1.054	718	1.693
	L → FL	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
	GL	NO	21	6	77	10	9	2
	GL → GL	NO	21	6	77	10	9	2
	L → GL	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Nota: NO: No ocurre la actividad.

6.13.2.2 Factores de emisión y cálculo de emisiones

Los factores de emisión (G_{ef}) empleados para CO₂, CH₄, N₂O, CO y NO_x proceden del cuadro 2.5 de la Guía IPCC 2006 (cap. 2, vol. 4).

En lo que respecta a las emisiones de CO₂, es preciso indicar en este apartado que las disminuciones en los *stocks* de C provocadas por la quema de biomasa en la subcategoría 4A1

(FL → FL) ya son computadas en el Inventario Forestal Nacional (IFN), como parte de las variaciones de los depósitos de C de la biomasa. Por tanto, la etiqueta de notación que se ha utilizado para CO₂ en la tabla de reporte CRF correspondiente (4(V)A1) es IE.

Este también es el caso de la subcategoría 4B1 (CL → CL), al considerar que las disminuciones en los *stocks* de C provocadas por la quema de biomasa de los cultivos leñosos ya son computadas en el cálculo del CSC de LB, asociado a las transiciones entre cultivos en las que interviene, al menos, un cultivo leñoso (descrito en el apartado 6.3.2.1.1 de este capítulo). Esta afirmación se fundamenta en el análisis de las consecuencias que puede tener un incendio o quema en un cultivo leñoso:

- si hay un cambio de uso, el CSC se computa bajo la subcategoría de transición del uso de destino correspondiente;
- si hay un cambio en el tipo de cultivo (por ejemplo, de cultivo leñoso a cultivo herbáceo), las pérdidas de C de LB se computan en la categoría 4B;
- si el cultivo solo se ve ligeramente afectado, el CSC de LB también se computa en la categoría 4B, ya que el procedimiento de estimación considera el incremento de biomasa del cultivo de destino se produce a lo largo de su período de maduración; y
- si el cultivo se ve gravemente afectado por el fuego y debe ser reemplazado por un nuevo cultivo (del mismo tipo), no se computan ni las emisiones de CO₂ de la quema de biomasa, ni las absorciones de CO₂ resultantes de las ganancias de C de la biomasa.

Por tanto, para evitar una doble contabilización, la etiqueta de notación que se ha utilizado para las emisiones de CO₂ de la quema de biomasa de los cultivos leñosos en la tabla de reporte CRF correspondiente (4(V)B1) es IE¹⁰⁹.

Por otra parte, de acuerdo con la Guía IPCC 2006 (apdo. 5.2.4, cap. 5, vol. 4), las emisiones de CO₂ de la quema de biomasa no leñosa en la subcategoría 4B1 (CL → CL) no deben declararse porque se supone que el C liberado durante el proceso de combustión es reabsorbido por la vegetación durante la siguiente temporada de crecimiento. Por tanto, también se ha utilizado la etiqueta de notación para CO₂ en las tablas de reporte CRF correspondientes (4(V)B1) es NA¹¹⁰.

Finalmente, en lo que respecta a la subcategoría 4C1 (GL → GL), en la Guía IPCC 2006 (apdo. 6.2.4., cap. 6, vol. 4) se indica que las emisiones de CO₂ de la quema de biomasa no leñosa están equilibradas con el CO₂ que se reincorpora a la biomasa a través de la actividad fotosintética en un periodo que varía desde semanas hasta unos pocos años después de la quema. Aunque la quema de biomasa leñosa no arbolada (matorral) también genera emisiones de CO₂, en la actualidad el Inventario Nacional no estima ni las ganancias ni las pérdidas de C de depósitos en los matorrales en el caso de que esta formación se mantuviera tras el fuego. Por tanto, la etiqueta de notación que se ha utilizado para CO₂ en la tabla de reporte CRF correspondiente (4(V)C1) es NA.

En las dos tablas siguientes se incluyen síntesis de la serie temporal 1990-2021 de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O de incendios y quemas controladas, desagregadas por subcategorías.

¹⁰⁹ Siguiendo las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2021 (ID# L.9).

¹¹⁰ Siguiendo las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2021 (ID# L.9).

Tabla 6.13.3. Emisiones causadas por incendios (4(V) Wildfires) (cifras en kt de CO₂ y en toneladas para CH₄ y N₂O)

Categoría	Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
FL → FL ⁽¹⁾	CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	CH ₄	4.204,3	4.183,3	669,3	2.359,0	1.184,3	587,4	1.971,9
	N ₂ O	232,6	231,4	37,0	130,5	65,5	32,5	109,1
L → FL	CO ₂	352,4	348,1	46,0	105,0	43,6	25,0	73,2
	CH ₄	1.055,8	1.042,8	137,8	314,5	130,5	74,8	219,2
	N ₂ O	58,4	57,7	7,6	17,4	7,2	4,1	12,1
CL → CL ⁽²⁾	CO ₂	IE,NA	IE,NA	IE,NA	NA	NA	IE,NA	IE,NA
	CH ₄	225,3	161,8	131,2	221,6	281,3	183,1	301,3
	N ₂ O	20,5	14,7	11,2	19,6	24,8	15,2	24,3
L → CL	CO ₂	2,5	2,5	1,7	2,5	3,2	1,6	3,2
	CH ₄	3,5	3,6	2,6	3,8	4,8	2,7	5,4
	N ₂ O	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,4
GL → GL ⁽³⁾	CO ₂	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	CH ₄	6.786,5	6.444,6	2.428,6	4.124,0	2.405,5	1.895,4	3.334,2
	N ₂ O	619,6	588,4	221,7	376,5	219,6	173,1	304,4
L → GL	CO ₂	191,1	266,1	74,0	96,1	63,7	81,3	120,7
	CH ₄	272,5	379,5	105,5	137,0	90,8	115,9	172,2
	N ₂ O	24,9	34,6	9,6	12,5	8,3	10,6	15,7

⁽¹⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa en FL → FL ya son computadas en el IFN, por lo que se informa con la clave de notación IE, ya que están incluidas en las emisiones de CSC de LB en la categoría 4A1.

⁽²⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa leñosa en CL → CL ya son computadas en el cálculo del CSC de LB, asociado a las transiciones entre cultivos en las que interviene, al menos, un cultivo leñoso; por lo que se informan con la clave de notación IE. Sin embargo, las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa no leñosa en CL → CL no deben declararse, según la Guía IPCC 2006, por lo que se informan con la clave de notación NA.

⁽³⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa no leñosa en GL → GL no deben declararse, según la Guía IPCC 2006, por lo que se informan con la clave de notación NA; y por quema de biomasa leñosa no arbolada (matorral) no se declaran, porque tampoco se declaran las ganancias y pérdidas de CSC en este tipo de vegetación.

Tabla 6.13.4. Emisiones causadas por quemas controladas (4(V) Controlled burning) (cifras en kt de CO₂ y en toneladas para CH₄ y N₂O)

Categoría	Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
FL → FL ⁽¹⁾	CO ₂	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	CH ₄	NO	26,725	29,480	54,662	25,174	20,559	51,410
	N ₂ O	NO	2,440	2,692	4,991	2,298	1,877	4,694
GL → GL ⁽²⁾	CO ₂	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	CH ₄	NO	0,144	0,012	0,249	0,082	0,127	0,026
	N ₂ O	NO	0,013	0,001	0,023	0,007	0,012	0,002

⁽¹⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa en FL → FL ya son computadas en el IFN, por lo que se informa con la clave de notación IE, ya que están incluidas en las emisiones de CSC de LB en la categoría 4A1.

⁽²⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa no leñosa en GL → GL no deben declararse, según la Guía IPCC 2006, por lo que se informan con la clave de notación NA; y por quema de biomasa leñosa no arbolada (matorral) no se declaran, porque tampoco se declaran las ganancias y pérdidas de CSC en este tipo de vegetación.

6.13.3 Incertidumbre

En la tabla siguiente figuran las incertidumbres de la variable de actividad y del factor de emisión de la estimación de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O de los incendios y quemas controladas, categoría 4(V).

Tabla 6.13.5. Incertidumbre de las emisiones de incendios y quemas controladas (4(V))

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
4(V)A, 4(V)B y 4(V)C Incendios - Emisión			
CH ₄	10	40	<u>Variable de actividad</u> ⁽¹⁾ : incertidumbre asignada a la superficie incendiada (10 %). <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre asignada al factor de emisión (40 y 50 %), basándose en la información de la Guía IPCC 2006 (cuadro 2.5, cap. 2, vol. 4).
N ₂ O	10	50	
4(V)A2 Incendios - Emisión			
CO ₂	10	8	<u>Variable de actividad</u> ⁽¹⁾ : incertidumbre asignada a la superficie incendiada (10 %). <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre asignada al factor de emisión (8 %), basándose en la información de la Guía IPCC 2006 (cuadro 2.5, cap. 2, vol. 4).
4(V)B2 y 4(V)C2 Incendios - Emisión			
CO ₂	10	6	<u>Variable de actividad</u> ⁽¹⁾ : incertidumbre asignada a la superficie incendiada (10 %). <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre asignada al factor de emisión (6 %), basándose en la información de la Guía IPCC 2006 (cuadro 2.5, cap. 2, vol. 4).
4(V)A1 y 4(V)C1 Quemas controladas - Emisión			
CH ₄	40	40	<u>Variable de actividad</u> ⁽²⁾ : incertidumbre asignada a la superficie quemada (40 %). <u>Factor de emisión</u> : incertidumbre asignada al factor de emisión (40 y 50 %), basándose en la información de la Guía IPCC 2006 (cuadro 2.5, cap. 2, vol. 4).
N ₂ O	40	50	

⁽¹⁾ El valor tomado de 10 % recoge un incremento sobre la incertidumbre básica de las superficies (8 %), para tener en cuenta la imprecisión de los componentes de la estimación de las áreas quemadas.

⁽²⁾ En el caso de las quemas controladas en pastizales se ha asumido una incertidumbre mayor, en este caso del 40 %, para tener en consideración el hecho de que la información tiene una cobertura geográfica parcial y que hay que incorporar la incertidumbre propia del factor de escalado para representar la variable con cobertura total.

Nota: VA: Variables de actividad; y FE: Factor de emisión.

Los criterios generales utilizados para la asignación de los valores de incertidumbre se han descrito en el apartado 6.1.5.

6.13.4 Nuevos cálculos

En esta edición del Inventario Nacional se han modificado los siguientes aspectos relacionados con la quema de biomasa del sector LULUCF (que también se puede consultar en el apartado 6.1.8):

- Nuevos datos disponibles de incendios en cultivos asegurados para el periodo 1990-2015, procedentes de una nueva explotación de la base de datos de la ENESA, a nivel provincial (en lugar de nacional).
- Nuevos datos disponibles de incendios correspondientes a los años 2018, 2019 y 2020, que actualizan los datos de los años 2018 y 2019 y sustituyen el promedio del último decenio disponible (2010-2019) utilizado en la edición 2022 del Inventario Nacional (serie 1990-2020) para el último año de la serie, por los nuevos datos del año 2020.

Además, las emisiones de incendios de matorral se han reubicado, asignándolas a la categoría GL, en lugar de FL.

Por otra parte, en la presente edición del Inventario Nacional se ha actualizado la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra, para el periodo 1970-2018, que implican un cambio en el reparto de las emisiones entre las subcategorías (4A1 y 4A2) de la categoría 4A y entre las subcategorías (4C1 y 4C2) de la categoría 4C. Estos cambios conllevan variaciones en las emisiones estimadas en la serie temporal completa.

En la figura siguiente se muestra la comparación, en valor absoluto, entre las ediciones actual y anterior del Inventario Nacional, de las emisiones debidas a quemas de biomasa, 4(V), expresadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq)¹¹¹.

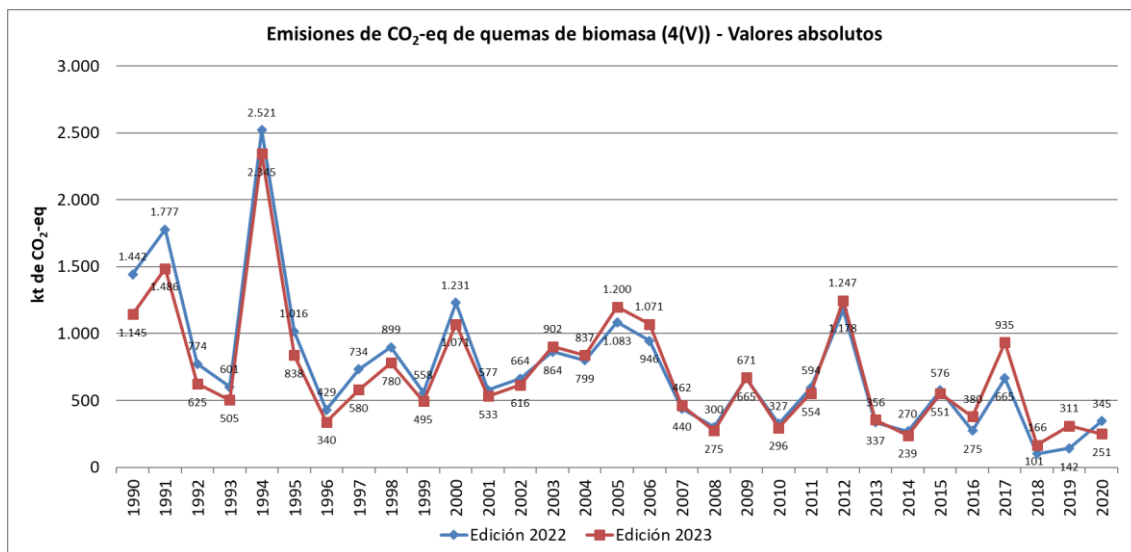


Figura 6.13.1. Emisiones de quemas de biomasa (4(V)). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt CO₂-eq)

La serie temporal reflejada en la tabla anterior viene determinada, fundamentalmente, por la serie temporal de los incendios en las categorías FL y GL. Ésta serie temporal se caracteriza por una sucesión aleatoria de picos y valles, destacando los picos correspondientes a los años 1991, 1994, 2000, 2005 y 2012. La tendencia de los incendios depende, en gran medida, de efectos tales como precipitación anual, temperatura estival, terreno, contenido de biomasa en el área afectada, etc.

6.13.5 Planes de mejora

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones asociadas a la quema de biomasa, siguiendo con las recomendaciones realizadas por los equipos revisores en el marco de las sucesivas revisiones realizadas bajo la UNFCCC.

¹¹¹ Las emisiones/absorciones de CO₂ equivalente están calculadas con los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>



7. RESIDUOS (CRF 5)

ÍNDICE

7	RESIDUOS (CRF 5)	525
7.1	Panorámica del sector	525
7.2	Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A)	530
7.2.1	Descripción de la actividad	530
7.2.2	Metodología	531
7.2.3	Incertidumbre y coherencia temporal	538
7.2.4	Control de calidad y verificación	538
7.2.5	Realización de nuevos cálculos	539
7.2.6	Planes de mejora	539
7.3	Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B)	540
7.3.1	Descripción de la actividad	540
7.3.2	Metodología	541
7.3.3	Incertidumbre y coherencia temporal	543
7.3.4	Control de calidad y verificación	544
7.3.5	Realización de nuevos cálculos	544
7.3.6	Planes de mejora	545
7.4	Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1)	546
7.4.1	Descripción de la actividad	546
7.4.2	Metodología	546
7.4.3	Incertidumbre y coherencia temporal	552
7.4.4	Control de calidad y verificación	552
7.4.5	Realización de nuevos cálculos	553
7.4.6	Planes de mejora	554
7.5	Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2)	554
7.5.1	Descripción de la actividad	554
7.5.2	Metodología	557
7.5.3	Incertidumbre y coherencia temporal	561
7.5.4	Control de calidad y verificación	561
7.5.5	Realización de nuevos cálculos	561
7.5.6	Planes de mejora	561
7.6	Otras categorías no clave	561
7.6.1	Incineración y quema al aire libre de residuos (5C)	561
7.6.2	Otras fuentes (5E).....	572

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 7.1.1.	Importe de ayudas y número de proyectos financiados.....	527
Tabla 7.1.2.	Emisiones de CO ₂ -eq (kt) del sector Residuos (CRF 5)	528
Tabla 7.1.3.	Categorías clave: contribución al nivel. Año base	529
Tabla 7.1.4.	Categorías clave: contribución al nivel y a la tendencia. Año 2021	529
Tabla 7.2.1.	Emisiones de CH ₄ del Depósito en vertederos de residuos sólidos (5A) (cifras en kt)	530
Tabla 7.2.2.	Emisiones por gas en el Depósito Emisiones de CO ₂ -eq (kt) en la categoría Depósito en vertederos de residuos sólidos (5A): valores absolutos, índices y ratios	530
Tabla 7.2.3.	Fuentes de información sobre vertederos gestionados	531
Tabla 7.2.4.	Cantidad de residuos por tipo de tratamiento (cifras en toneladas)	532
Tabla 7.2.5.	Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A) (cifras en toneladas)	534
Tabla 7.2.6.	Cantidad de CH ₄ captado (cifras en toneladas)	536
Tabla 7.2.7.	Cantidad de CH ₄ captado (5A1) vs. emitido (5A) (cifras en toneladas)	537
Tabla 7.2.8.	Emisiones de la valorización energética del CH ₄ captado en vertederos (1A1a) (cifras en toneladas)	538
Tabla 7.2.9.	Incertidumbres asociadas a la categoría Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A)	538
Tabla 7.3.1.	Emisiones por gas en la categoría Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B) (cifras en kt)	540
Tabla 7.3.2.	Emisiones de CO ₂ -eq (kt) en la categoría Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B): valores absolutos, índices y ratios	540
Tabla 7.3.3.	Emisiones de la valorización energética del CH ₄ captado en plantas de biometanización (1A1a) (cifras en toneladas)	541
Tabla 7.3.4.	Residuos tratados en plantas de compostaje (5B1) (cifras en toneladas de masa húmeda)	542
Tabla 7.3.5.	Biogás captado y biogás quemado en antorchas en la categoría Digestión anaerobia en las instalaciones de biogás (5B2) (cifras en miles de m ³)	542
Tabla 7.3.6.	Residuos tratados en la categoría Digestión anaerobia en las instalaciones de biogás (5B2) (cifras en toneladas)	542
Tabla 7.3.7.	Factores de emisión empleados en el Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B)	543
Tabla 7.3.8.	Incertidumbres asociadas a la categoría Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B)	543
Tabla 7.4.1.	Emisiones por gas en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1) (cifras en kt)	546
Tabla 7.4.2.	Emisiones de CO ₂ -eq (kt) en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1): valores absolutos, índices y ratios	546
Tabla 7.4.3.	Variable de actividad (carga orgánica del agua) en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen doméstico (5D1)	547
Tabla 7.4.4.	Reparto del CH ₄ captado entre los diferentes dispositivos de quema en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1) (% de reparto)	549
Tabla 7.4.5.	Cantidades de CH ₄ generado y captado en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1) (cifras en kt)	550
Tabla 7.4.6.	Emisiones debidas a la valorización energética del CH ₄ captado en depuradoras de agua residual doméstica (1A1a) (cifras en toneladas)	550
Tabla 7.4.7.	Consumo humano de proteínas medio nacional (cifras en g/hab/día)	551
Tabla 7.4.8.	Lodos de depuradora retirados (5E1) (cifras en toneladas de materia seca)	551
Tabla 7.4.9.	Grado de utilización de plantas con tratamiento avanzado (% de habitantes equivalentes)	552
Tabla 7.4.10.	Evolución de las emisiones de N ₂ O por consumo humano de proteína (cifras en toneladas)	552
Tabla 7.4.11.	Incertidumbres asociadas a Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1)	552
Tabla 7.5.1.	Emisiones de CH ₄ en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2) (cifras en kt)	554
Tabla 7.5.2.	Emisiones de CO ₂ -eq (kt) en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2): valores absolutos, índices y ratios	555
Tabla 7.5.3.	Volumen de agua residual industrial depurada en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial-Focos puntuales (5D2) (cifras en m ³)	555
Tabla 7.5.4.	Índice de Producción Industrial (año base 2010)	556
Tabla 7.5.5.	Volumen de agua residual industrial depurada en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial-Fuentes de área (5D2) (cifras en m ³)	557
Tabla 7.5.6.	Parámetros utilizados en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial-Fuentes de área (5D2)	558
Tabla 7.5.7.	Factor MCF empleado en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial (5D2)	558
Tabla 7.5.8.	Cantidades de CH ₄ generado y captado en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2) (cifras en kt)	560
Tabla 7.5.9.	Reparto del CH ₄ captado entre los diferentes dispositivos de quema en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2) (% reparto)	560
Tabla 7.5.10.	Emisiones de la valorización energética del CH ₄ captado (1A1a) (cifras en toneladas)	560
Tabla 7.5.11.	Incertidumbres asociadas a la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2)	561
Tabla 7.6.1.	Emisiones por gas en la Incineración y quema al aire libre de residuos (5C) (cifras en kt)	562
Tabla 7.6.2.	Emisiones de CO ₂ -eq (kt) en la Incineración y quema al aire libre de residuos (5C): valores absolutos, índices y ratios	562

Tabla 7.6.3.	Emisiones de la valorización energética (Incineración de residuos sólidos urbanos) (1A1a) (cifras en toneladas).....	562
Tabla 7.6.4.	Emisiones de la valorización energética (Incineración de residuos sólidos urbanos (Combustión auxiliar)) (1A1a) (cifras en toneladas)	563
Tabla 7.6.5.	Emisiones de la valorización energética (Incineración de residuos industriales) (1A1a) (cifras en toneladas)	563
Tabla 7.6.6.	Emisiones de la valorización energética (Incineración de residuos industriales (Combustión auxiliar)) (1A1a) (cifras en toneladas)	563
Tabla 7.6.7.	Incineración de lodos procedentes de fuentes de área (5C11b) (cifras en toneladas en masa seca).....	564
Tabla 7.6.8.	Incineración de lodos procedentes de focos puntuales (5C11b) (cifras en toneladas en masa seca).....	564
Tabla 7.6.9.	Factores de emisión empleados en la incineración de lodos (5C11b)	564
Tabla 7.6.10.	Residuos municipales incinerados (5C12a) (cifras en toneladas).....	564
Tabla 7.6.11.	Factores de emisión empleados en la incineración de residuos urbanos sin recuperación energética (5C12a).....	565
Tabla 7.6.12.	Factores de emisión empleados en la incineración de residuos urbanos sin recuperación energética (5C12a).....	565
Tabla 7.6.13.	Incineración de residuos hospitalarios (5C12b). Variables de actividad.....	566
Tabla 7.6.14.	Factores de emisión empleados en la incineración de residuos hospitalarios (5C12b)	567
Tabla 7.6.15.	Fracción de nitrógeno por cultivo.....	567
Tabla 7.6.16.	Residuos agrícolas quemados al aire libre (5C21b) (cifras en kt de masa seca)	568
Tabla 7.6.17.	Factores de emisión empleados en la quema al aire libre de residuos agrícolas (5C21b) (cifras en kg por tonelada de masa seca)	568
Tabla 7.6.18.	Parámetros empleados en la estimación del CO ₂ fósil en la quema al aire libre de residuos depositados en vertederos no gestionados (5C22a).....	568
Tabla 7.6.19.	Factores de emisión empleados en la quema al aire libre de residuos depositados en vertederos no gestionados (5C22a).....	569
Tabla 7.6.20.	Emisiones por gas en Otras fuentes (5E1) (cifras en kt)	573
Tabla 7.6.21.	Emisiones por gas en Otras fuentes (5E2) (cifras en kt)	573
Tabla 7.6.22.	Emisiones de CO ₂ -eq (kt) en Otras fuentes (5E): valores absolutos, índices y ratios.....	573
Tabla 7.6.23.	Variable de actividad y destinos en la gestión de los lodos en Otras fuentes-Extendido de lodos (5E).	574

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 7.1.1.	Evolución de las emisiones de CO ₂ -eq (kt) del sector Residuos (CRF 5)	528
Figura 7.1.2.	Porcentaje de las emisiones de CO ₂ -eq del sector Residuos (CRF 5), por categoría, respecto al total del Inventario Nacional	528
Figura 7.2.1.	Evolución del depósito de residuos en vertedero (5A) (cifras en toneladas)	531
Figura 7.2.2.	Comparación generación vs. captación de CH ₄ en la categoría Depósito en vertederos de residuos sólidos gestionados (5A1) (cifras en toneladas).....	538
Figura 7.2.3.	Emisiones de CH ₄ en el Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	539
Figura 7.2.4.	Diferencia porcentual de emisiones en el Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A). Edición 2023 vs. edición 2022	539
Figura 7.3.1.	Emisiones de CH ₄ en la categoría Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	544
Figura 7.3.2.	Diferencia porcentual de las emisiones de CH ₄ en la categoría Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B). Edición 2023 vs. edición 2022.....	545
Figura 7.3.3.	Emisiones de N ₂ O en la categoría Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq)	545
Figura 7.3.4.	Diferencia porcentual de las emisiones de N ₂ O en la categoría Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B). Edición 2023 vs. edición 2022.....	545
Figura 7.4.1.	Evolución de la población tratada y no tratada en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen doméstico (5D1) (cifras en habitantes equivalentes).....	548
Figura 7.4.2.	Evolución de las emisiones netas de CH ₄ en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen doméstico (5D1) (cifras en kt)	549
Figura 7.4.3.	Emisiones de N ₂ O en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq).....	553
Figura 7.4.4.	Diferencia porcentual de las emisiones de N ₂ O en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1). Edición 2023 vs. edición 2022	554
Figura 7.5.1.	Evolución del volumen de agua tratado en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial (5D2) (fuente de área) (cifras en millones de m ³).....	557
Figura 7.5.2.	Evolución de las emisiones netas de CH ₄ en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial (5D2) (cifras en toneladas)	559
Figura 7.6.1.	Emisiones de CH ₄ (CO ₂ -eq (kt)) Incineración de lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales (5C11b) Edición 2023 vs. edición 2022	570
Figura 7.6.2.	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (5C11b). Edición 2023 vs. edición 2022	570

Figura 7.6.3	Emisiones de N ₂ O (CO ₂ -eq (kt)) Incineración de lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales (5C11b) Edición 2023 vs. edición 2022	571
Figura 7.6.4	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (5C11b). Edición 2023 vs. edición 2022	571
Figura 7.6.5	Emisiones de CH ₄ (CO ₂ -eq (kt)) Quema al aire libre de residuos agrícolas (5C21b) Edición 2023 vs. edición 2022.....	571
Figura 7.6.6	Diferencia porcentual de emisiones de CH ₄ (5C21b). Edición 2023 vs. edición 2022	572
Figura 7.6.7	Emisiones de N ₂ O (CO ₂ -eq (kt)) Quema al aire libre de residuos agrícolas (5C21b) Edición 2023 vs. edición 2022.....	572
Figura 7.6.8	Diferencia porcentual de emisiones de N ₂ O (5C21b). Edición 2023 vs. edición 2022	572
Figura 7.6.9	Emisiones de CH ₄ (CO ₂ -eq (kt)) Extendido de lodos (5E1)) Edición 2023 vs. edición 2022	575
Figura 7.6.10	Diferencia porcentual de emisiones de CO ₂ -eq (5E1). Edición 2023 vs. edición 2022	575

7 RESIDUOS (CRF 5)

7.1 Panorámica del sector

Desde el año 1990 la normativa que regula la gestión de residuos en España ha estado marcada por la evolución a nivel europeo de la legislación en esta materia. Como hitos claves cabe destacar la promulgación de dos normas: la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases y la Ley 10/1998, de 21 de abril, de residuos. Posteriormente, en 2011 se aprobó la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, que ha sido recientemente derogada por la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (en adelante, LRSCEC), que transpone la Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos y la Directiva (UE) 2019/904 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019, relativa a la reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente.

Además de esta normativa básica en materia de residuos, ha sido necesario transponer otras Directivas que también fueron aprobadas en el marco del Paquete de Economía Circular. Así, la Directiva (UE) 2018/852 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases, ha sido transpuesta mediante el Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases. En el caso de la Directiva (UE) 2018/850 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos, se aprobó el Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero. Asimismo, la Directiva (UE) 2018/849 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifican las Directivas relativas a los vehículos al final de su vida útil, a las pilas y acumuladores y sus residuos, y sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos fue transpuesta mediante la modificación de los correspondientes Reales decretos. Por otro lado, también la Directiva (UE) 2019/904 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de junio de 2019, relativa a la reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente, fue transpuesta por medio de la LRSCEC anteriormente citada.

En coherencia con las normativas citadas, el modelo de gestión de los residuos está evolucionando enormemente priorizando la prevención, la preparación para reutilización y el reciclado. En consonancia con la jerarquía de residuos, estas son las mejores opciones de prevención y gestión de residuos, seguidas de otras formas de valorización (incluida la energética) y, por último, de la eliminación (incineración o depósito en vertedero, entre otras).

Además, como instrumentos básicos que orientan la política de economía circular y residuos cabe destacar la Estrategia Española de Economía Circular y los planes y programas de prevención y de gestión de residuos. La Estrategia Española de Economía Circular, España Circular 2030 sienta las bases para impulsar un nuevo modelo de producción y consumo en el que el valor de productos, materiales y recursos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible, en la que se reduzcan al mínimo la generación de residuos y se aprovechen con el mayor alcance posible los que no se pueden evitar. La Estrategia contribuye así a los esfuerzos de España por lograr una economía sostenible, descarbonizada, eficiente en el uso de los recursos y competitiva.

En este contexto, la Estrategia establece unas orientaciones estratégicas a modo de decálogo y se marca una serie de objetivos cuantitativos a alcanzar para el año 2030:

- Reducir en un 30 % el consumo nacional de materiales en relación con el PIB, tomando como año de referencia el 2010.
- Reducir la generación de residuos un 15 % respecto de lo generado en 2010.

- Reducir la generación residuos de alimentos en toda cadena alimentaria: 50 % de reducción per cápita a nivel de hogar y consumo minorista y un 20 % en las cadenas de producción y suministro a partir del año 2020.
- Incrementar la reutilización y preparación para la reutilización hasta llegar al 10 % de los residuos municipales generados.
- Mejorar un 10 % la eficiencia en el uso del agua.
- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero por debajo de los 10 millones de toneladas de CO₂ equivalente.
- Por su parte, el Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020, actualmente en revisión con vistas a la aprobación de un nuevo Programa, desarrolla la política de prevención de residuos, conforme a la normativa vigente, para avanzar en el cumplimiento del objetivo de reducción de los residuos generados en 2020 en un 10 % respecto del peso de los residuos generados en 2010. Este programa se configura en torno a cuatro líneas estratégicas destinadas a incidir en los elementos clave de la prevención de residuos:
 - Reducción de la cantidad de residuos.
 - Reutilización y alargamiento de la vida útil de los productos.
 - Reducción del contenido de sustancias nocivas en materiales y productos.
 - Reducción de los impactos adversos de los residuos generados sobre la salud humana y el medio ambiente, de los residuos generados.

Por último, el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022, también en proceso de revisión para la aprobación de un nuevo Plan, establece, desde su aprobación en noviembre de 2015, las orientaciones que debe seguir la política de residuos en España para mejorar su gestión, impulsando las medidas necesarias para solventar las deficiencias detectadas y promoviendo las actuaciones que proporcionan un mejor resultado ambiental. El objetivo final del Plan, en consonancia con la política comunitaria de residuos, es convertir a España en una sociedad eficiente en el uso de los recursos, que avance hacia una economía circular.

El Plan Estatal incluye un capítulo sobre residuos domésticos y comerciales donde se incluye una evaluación de la situación actual de la recogida y tratamiento de estos residuos. En lo que respecta al papel y cartón, el vidrio y los envases ligeros, su recogida separada está ampliamente implantada en España. Además, en varias regiones de distintas comunidades autónomas de España está también implantada la recogida separada de residuos orgánicos (biorresiduos), extendiéndose progresivamente al resto del territorio nacional.

En ese sentido, cabe señalar que la LRSCEC introduce la obligatoriedad de la recogida separada de biorresiduos (desde el 30 de junio de 2022 en las entidades locales con población de derecho superior a cinco mil habitantes, y antes del 31 de diciembre de 2023 para el resto de las entidades locales), así como para residuos textiles, los aceites de cocina usados, los residuos domésticos peligrosos y los residuos voluminosos (muebles y enseres) antes del 31 de diciembre de 2024. Esta obligación se extiende también a los residuos comerciales no gestionados por las entidades locales y a los residuos industriales con los mismos horizontes temporales, a excepción del caso de los aceites de cocina usados cuya recogida separada es obligatoria desde el 30 de junio de 2022.

En coherencia con el PEAR y al objeto de fomentar la separación y el reciclado en origen de biorresiduos, o bien, su recogida separada y posterior tratamiento, desde el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) se han establecido ayudas desde el año 2015 para las Entidades Locales, a través de las comunidades autónomas (ayudas PIMA Residuos y ayudas PEAR). Así, en 2015 se concedieron 4,1 millones de euros a 9 comunidades autónomas para financiar 114 proyectos, en 2017 se destinaron 4,5 millones de euros a 13 comunidades autónomas para financiar 143 proyectos, en 2018 se concedieron 4,5 millones de

euros a 13 comunidades autónomas para financiar 129 proyectos, en 2019 se destinaron 3,2 millones de euros a 15 comunidades autónomas para financiar 121 proyectos y en 2020 se concedieron 5,3 millones de euros a 16 comunidades autónomas para la financiación de 135 proyectos.

Los importes concedidos, así como el número de proyectos financiados y las comunidades autónomas receptoras cada año se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 7.1.1. Importe de ayudas y número de proyectos financiados

Año	Importe de las ayudas (€)	Nº de CCAA receptoras	Nº de proyectos financiados
2015	4.100.000	9	114
2017	4.500.000	13	143
2018	4.500.000	13	129
2019	3.200.000	15	121
2020	5.300.000	16	135

Asimismo, debe señalarse que, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia español, desde el Ministerio se ha previsto el destino de una importante cantidad de dinero a inversiones en el ámbito de la gestión de los residuos y la economía circular, incluida dentro del componente 12 del Plan. En este marco, en 2021 se territorializaron 416,25 millones de euros, cuyo destino debe ser inversiones para la implantación de la recogida separada de los biorresiduos y otras fracciones, y para fomentar el tratamiento diferenciado de los biorresiduos y la preparación para la reutilización y el reciclado de otras fracciones. Con estas mismas finalidades, se territorializaron 175 millones de euros en el año 2022.

La Subdirección General de Economía Circular (SGEC), como punto focal nacional de residuos para el inventario, elabora las estadísticas sobre residuos de competencia municipal a partir de la información proporcionada por las comunidades autónomas. A lo largo de varios años, la SGEC ha estado trabajando en mejorar el proceso de obtención de esta información, teniendo como resultado la elaboración de cuestionarios anuales que son cumplimentados por las administraciones autonómicas. Así, las comunidades autónomas informan sobre las entradas y salidas (cantidades y destinos) de los residuos en las plantas de tratamiento, y a partir de esta información se calcula la cantidad de residuos reciclados y compostados. Posteriormente, el Instituto Nacional de Estadística, responsable del Reglamento (CE) nº 2150/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo a las estadísticas sobre residuos, completa estos datos con la información que recopila mediante encuestas a los gestores de residuos municipales, relativa, principalmente, a la recogida separada en los puntos limpios.

Según los últimos datos disponibles, en 2020 el 33,7 % de los residuos municipales se recogieron separadamente. En cuanto al tratamiento, el 20,4 % de los residuos se reciclaron, el 20,1 % se destinaron a tratamiento biológico (biometanización y/o compostaje), el 10,1 % se incineraron y el resto (49,4 %) fueron a vertedero (los porcentajes de incineración y vertido incluyen los rechazos de otras plantas de tratamiento).

En cuanto a las emisiones, el metano (CH₄) es el principal contaminante, representando en el 2021 el 88 % de las emisiones totales del sector, siguiéndole en importancia el óxido nítrico (N₂O) con un 13 %. El total de emisiones del sector durante el 2021 es de 13.092 kilotoneladas (kt) de CO₂ equivalente (CO₂-eq), lo que supone un 4,6 % de las emisiones de CO₂-eq del conjunto del Inventario Nacional para ese año. Esta contribución relativa se mantiene por encima respecto a la del año 1990 que fue del 4,3 %. Por contaminantes, la contribución al total del Inventario Nacional en el 2021 es de un 31,1 % para el CH₄ y un 12,5 % para el N₂O.

En la tabla 7.1.2 se muestran las emisiones de CO₂-eq por categorías según la nomenclatura CRF. Los datos detallados de emisiones del Inventario Nacional pueden consultarse en la página web del MITECO-SEI [TablaWeb](#).

Tabla 7.1.2. Emisiones de CO₂-eq (kt) del sector Residuos (CRF 5)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
5.A Depósito en vertederos en residuos sólidos	6.131	10.651	11.868	11.991	10.757	10.452	10.378
5.B Tratamiento biológico	209	604	804	676	548	578	580
5.C Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	575	453	643	649	581	721	721
5.D Tratamiento y eliminación de aguas residuales	6.569	3.694	3.425	2.913	2.845	2.859	2.624
5.E Otros	49	20	1	1	1	1	1
Total	13.533	15.421	16.740	16.230	14.731	14.611	14.303

En la figura 7.1.1 y la figura 7.1.2, puede verse la evolución de las emisiones del sector Residuos a lo largo del período 1990-2021, así como su contribución a las emisiones totales del Inventario Nacional, todo ello desglosado según las cinco categorías.

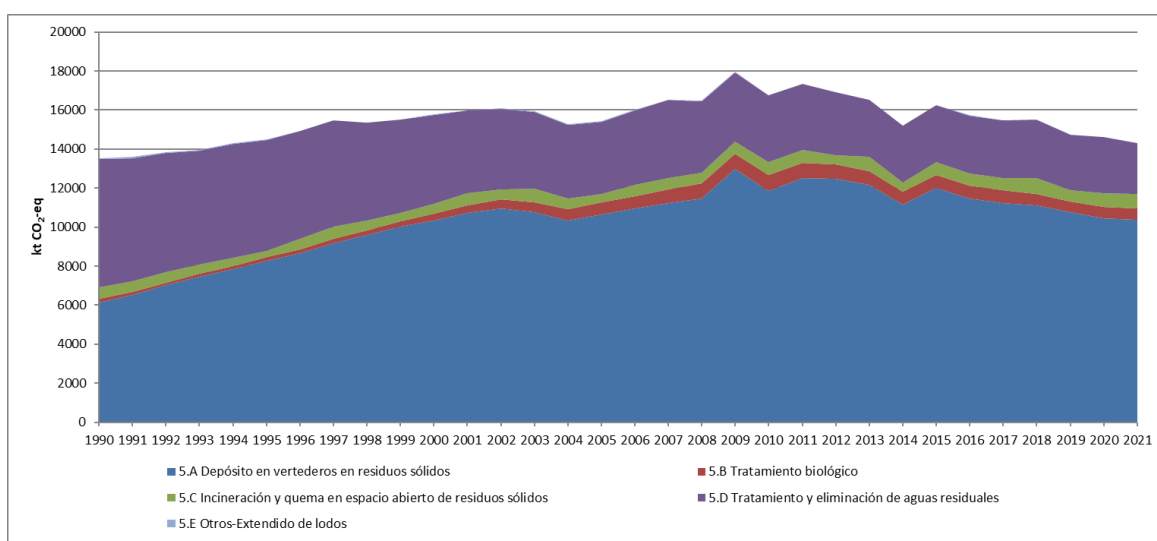


Figura 7.1.1. Evolución de las emisiones de CO₂-eq (kt) del sector Residuos (CRF 5)

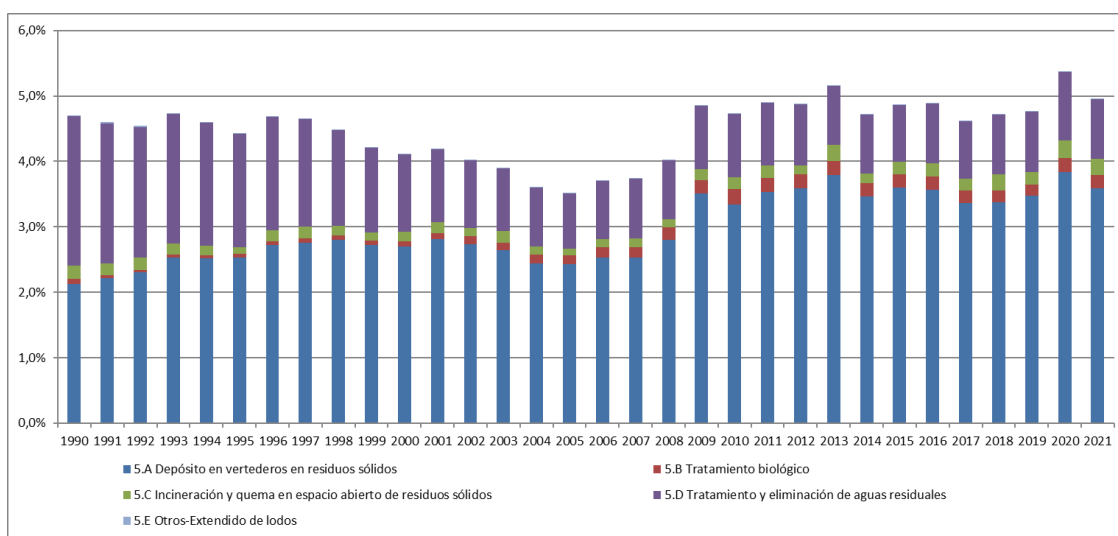


Figura 7.1.2. Porcentaje de las emisiones de CO₂-eq del sector Residuos (CRF 5), por categoría, respecto al total del Inventario Nacional

Según puede apreciarse en los gráficos anteriores, la categoría dominante es Depósito en vertederos de residuos sólidos (5A). La tendencia irregular registrada en la cantidad de residuos urbanos tratados desde 1990 tiene un reflejo directo en las emisiones de la categoría 5A, presentando máximos en los años 2013 y 2020. Es destacable el aumento que ha experimentado en los últimos años la cantidad de CH₄ que se capta y que, por tanto, no es emitido directamente a la atmósfera; aunque en 2021 aún se observa un aumento del 69 % con respecto a las emisiones de CH₄ de 1990.

La siguiente categoría en importancia por su contribución a las emisiones es Tratamiento y eliminación de aguas residuales (5D). Sus emisiones de CH₄ muestran un perfil predominantemente decreciente hasta el año 2005 y después de un ligero repunte, las emisiones parecen estabilizarse, suponiendo en 2021 una reducción del 60 % respecto a 1990. En el caso de las aguas residuales industriales (5D2), las emisiones vienen esencialmente determinadas por el volumen de agua tratada, relacionado con el nivel de producción. Por su parte, el perfil de las emisiones de las aguas residuales domésticas (5D1) se muestra decreciente a lo largo del periodo inventariado, siendo este descenso coincidente con la evolución a la baja de la población equivalente no recolectada en España debido a la mejora en la depuración y la construcción de nuevas plantas de tratamiento.

Las emisiones derivadas del Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B) han experimentado un crecimiento progresivo (177 % desde 1990) relacionado con la paulatina penetración de esos sistemas de tratamiento de residuos en detrimento de la eliminación en vertedero. Las emisiones muestran una tendencia creciente hasta el 2010, y a partir de entonces, descienden hasta nuestros días, representando tan solo el 4 % del total del sector Residuos en 2021.

Las emisiones recogidas en la categoría Incineración y quema al aire de residuos (5C) muestran una tendencia ascendente irregular marcada fundamentalmente por la producción y la quema de restos agrícolas. Las emisiones en 2021 suponen un aumento del 25 % con respecto al 1990.

Bajo la categoría Otros (5E) se recogen las emisiones correspondientes al extendido de lodos (5E1) y a los incendios accidentales (5E2). Respecto a los lodos, se observa una fuerte tendencia a la baja de las emisiones como consecuencia de la evolución de los tratamientos que se aplican a los lodos de depuración. Las eras de secado son, en la actualidad, un tratamiento prácticamente inexistente en España, mostrando en 2021 una reducción de un 99 % con respecto al 1990. En 2016 hay un repunte de las emisiones debido al incendio accidental de un vertedero de neumáticos en el municipio de Seseña. Las emisiones de la categoría 5E son inapreciables en cuanto a las emisiones totales del sector Residuos y del total del Inventario.

Para el periodo 1990-2021 se han identificado las siguientes categorías clave, para el año base 1990 (nivel de emisión) y para el año 2021 (nivel de emisión y tendencia). En las tablas siguientes se muestran las citadas categorías en términos de CO₂-eq referidos todos ellos al año 2021.

Tabla 7.1.3. Categorías clave: contribución al nivel. Año base

Actividad IPCC		Gas	CO ₂ -eq (kt)	Contribución al nivel		
Código	Descripción			Nivel 1		
				%	Categoría clave	N.º orden
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos	CH ₄	10.377,74	3,6	SÍ	8
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH ₄	1.775,52	0,6	SÍ	25
		N ₂ O	848,58	0,3	No	32

Tabla 7.1.4. Categorías clave: contribución al nivel y a la tendencia. Año 2021

Actividad IPCC	Gas	Análisis de categoría clave 2021				Nueva KC 2021
		Posición (Contribución %)				
		ENFOQUE 1		ENFOQUE 2		
		L	T	L	T	
5A-Depósito en vertederos de residuos sólidos	CH ₄	8 (3,6 %)	12 (1,8 %)	4 (6,6 %)	5 (7 %)	
5B-Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH ₄	-	-	25 (0,7 %)	21 (1,1 %)	

Actividad IPCC	Gas	Análisis de categoría clave 2021 Posición (Contribución %)				Nueva KC 2021
		ENFOQUE 1		ENFOQUE 2		
		L	T	L	T	
5B-Tratamiento biológico de residuos sólidos	N₂O	-	-	-	29 (0,7 %)	
5C-Incineración y quema al aire libre de residuos	N ₂ O	-	-	-	-	
5C-Incineración y quema al aire libre de residuos	CH ₄	-	-	-	-	
5C-Incineración y quema al aire libre de residuos	CO ₂	-	-	-	-	
5D-Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH₄	25 (0,6 %)	13 (1,7 %)	20 (0,9 %)	7 (5,6 %)	
5D-Tratamiento y eliminación de aguas residuales	N₂O	-	-	1 (16,2 %)	10 (3,9 %)	
5E1-Extendido de lodos	CH ₄	-	-	-	-	

En los apartados 7.2, 7.3, 7.4 y 7.5 de este capítulo se examinan las actividades (según categoría CRF) del sector Residuos, teniendo en cuenta para esta agrupación la identificación de categorías clave. En el apartado final 7.6 se hace una presentación más resumida de las categorías no clave del sector.

7.2 Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A)

7.2.1 Descripción de la actividad

Esta categoría contempla las actividades de depósito de residuos sólidos en vertederos gestionados (5A1) y de depósito de residuos sólidos en vertederos no gestionados (5A2).

El depósito de residuos sólidos en vertederos gestionados constituye el principal sistema de tratamiento de estos residuos en España, con un porcentaje del 49,4 % sobre el total de residuos tratados, según los últimos datos registrados (2020). Cabe señalar que, de este porcentaje, prácticamente un 68 % son rechazos de otras instalaciones de tratamiento donde se tratan previamente los residuos, principalmente retirando y bioestabilizando la fracción orgánica. En la presente edición se han actualizado las cantidades correspondientes al año 2020, replicándose para el 2021, debido al año de diferencia con el que el punto focal (SGEC) recopila la información sobre el depósito en vertederos gestionados.

Tal y como se recoge en la tabla 7.1.4, esta categoría es considerada como clave para el CH₄, según el nivel y la tendencia (enfoques 1 y 2).

El único contaminante contabilizado en el marco de esta categoría es el CH₄ y en la tabla siguiente se muestran sus emisiones.

Tabla 7.2.1. Emisiones de CH₄ del Depósito en vertederos de residuos sólidos (5A) (cifras en kt)

Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH ₄	218,95	380,38	423,84	428,26	384,19	373,28	370,63

En la tabla 7.2.2 se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector Residuos.

Tabla 7.2.2. Emisiones por gas en el Depósito Emisiones de CO₂-eq (kt) en la categoría Depósito en vertederos de residuos sólidos (5A): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	6.130,7	10.650,6	11.867,5	11.991,4	10.757,3	10.451,7	10.377,7
Variación % vs. 1990	100,0	173,7	193,6	195,6	175,5	170,5	169,3
5A / INV (CO ₂ -eq)	2,1 %	2,4 %	3,3 %	3,6 %	3,5 %	3,8 %	3,6 %
5A / Residuos (CO ₂ -eq)	45,3 %	69,1 %	70,9 %	73,9 %	73,0 %	71,5 %	72,6 %

7.2.2 Metodología

Para el cálculo de las emisiones de CH₄ procedentes de la descomposición de los residuos depositados en vertederos gestionados y de los residuos no quemados depositados en vertederos no gestionados, se ha aplicado el método de descomposición de primer orden (FOD, del inglés *First Order Decay*) propuesto en la Guía IPCC 2006, conforme al enfoque de nivel 2. En este método, se formula la hipótesis de que el componente orgánico degradable (carbono orgánico degradable, DOC, por sus siglas en inglés) de los desechos se descompone lentamente bajo condiciones anaeróbicas durante varias décadas, durante las cuales se forma CH₄ y CO₂. Las emisiones de CO₂ no se contabilizan al ser de origen biogénico.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en las páginas web del MITECO-SEI¹ [Depósito de residuos sólidos en vertederos gestionados](#) y [Depósito de residuos sólidos en vertederos no gestionados](#).

7.2.2.1 Variable de actividad

Para el cálculo de las emisiones se ha considerado como variable de actividad el depósito de residuos urbanos según la tipología de vertedero, diferenciando entre vertedero gestionado y vertedero no gestionado. En ambos casos, el punto focal es la Subdirección General de Economía Circular (SGEC) del MITECO.

En la figura 7.2.1 se refleja la evolución del Depósito de residuos (5A) según la tipología del vertedero. Como se observa, el 2012 es el último año con depósito de residuos en vertederos no gestionados.

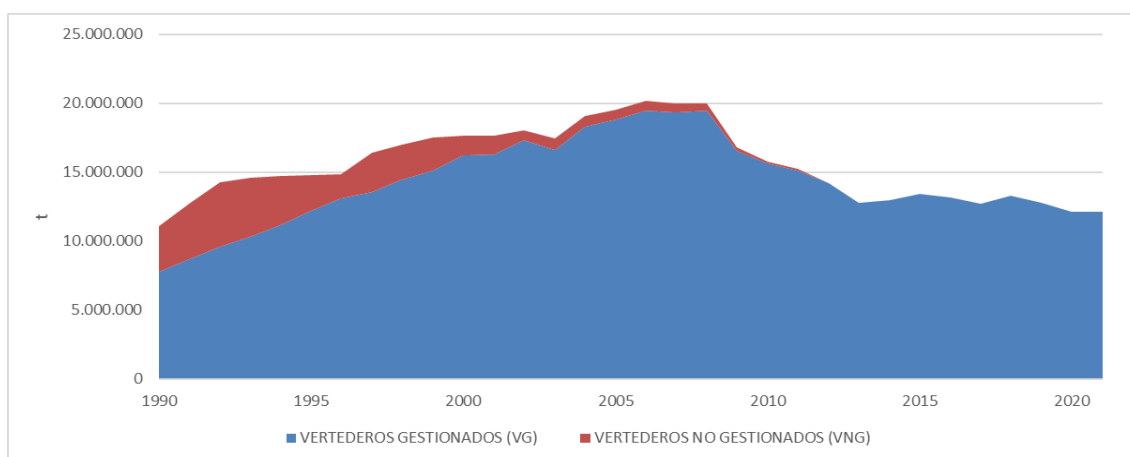


Figura 7.2.1. Evolución del depósito de residuos en vertedero (5A) (cifras en toneladas)

Vertederos gestionados (5A1)

La información de los vertederos procede de las siguientes fuentes:

Tabla 7.2.3. Fuentes de información sobre vertederos gestionados

Periodo	Fuente de información
1990-2008	Cuestionarios individualizados a grandes vertederos gestionados. Publicación "Medio Ambiente en España", elaborado por la SGEC para la información de los vertederos sin cuestionario.
2009-2015	Información elaborada por la SGEC (punto focal). Información sobre depósito de residuos de competencia no municipal (lodos, residuos industriales y residuos de construcción y demolición (RCD) extraída de cuestionarios individualizados.
2016-2021	Información elaborada por la SGEC (punto focal).

¹ <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/metodologias-estimacion-emisiones/>

Adicionalmente, existen en España tres vertederos privados, fuera del ámbito de la SGEC, cuya información es recogida mediante cuestionario individualizado.

La información recibida está desagregada a nivel provincial y por vertedero, aportando datos sobre el origen y la cantidad de los residuos depositados en vertederos gestionados, así como la presencia o no de sistemas de captación de biogás y su quema en antorcha o en sistemas de valorización energética.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Depósito de residuos sólidos en vertederos gestionados](#).

En la tabla siguiente se muestran las cantidades de residuos en función del sistema de tratamiento para todo el periodo inventariado.

Tabla 7.2.4. Cantidad de residuos por tipo de tratamiento (cifras en toneladas)

Año	Reciclaje	Compostaje	Incineración	Vertederos gestionados	Vertederos no gestionados	Biometanización	Total residuos tratados
1950	0	0	0	352.667	431.037	0	783.704
1951	0	0	0	380.780	448.085	0	828.866
1952	0	0	0	411.135	465.133	0	876.268
1953	0	0	0	443.910	482.181	0	926.091
1954	0	0	0	479.297	499.229	0	978.526
1955	0	0	0	517.505	516.277	0	1.033.782
1956	0	0	0	558.759	533.325	0	1.092.084
1957	0	0	0	603.302	550.373	0	1.153.675
1958	0	0	0	651.396	567.421	0	1.218.817
1959	0	0	0	703.323	584.469	0	1.287.792
1960	0	0	0	759.390	601.517	0	1.360.907
1961	0	0	0	819.927	629.958	0	1.449.884
1962	0	0	0	885.289	658.399	0	1.543.687
1963	0	0	0	955.862	686.839	0	1.642.701
1964	0	0	0	1.032.060	715.280	0	1.747.341
1965	0	0	0	1.114.333	743.721	0	1.858.054
1966	0	0	0	1.203.165	772.162	0	1.975.327
1967	0	0	0	1.299.078	800.603	0	2.099.681
1968	0	0	0	1.402.637	829.044	0	2.231.680
1969	0	0	0	1.514.451	857.484	0	2.371.936
1970	0	0	0	1.635.179	885.925	0	2.521.104
1971	0	0	0	1.691.903	999.874	0	2.691.777
1972	0	0	0	1.744.445	1.113.823	0	2.858.268
1973	0	0	0	1.795.367	1.227.772	0	3.023.138
1974	0	0	0	2.192.438	1.341.720	0	3.534.158
1975	0	0	0	3.407.342	1.455.669	0	4.863.011
1976	0	0	0	3.435.008	1.569.618	0	5.004.626
1977	0	0	0	3.568.267	1.683.567	0	5.251.834
1978	0	0	0	3.752.249	1.797.515	0	5.549.764
1979	0	0	0	3.902.580	1.911.464	0	5.814.044
1980	0	0	0	4.563.430	2.025.413	0	6.588.843
1981	0	0	0	4.348.701	2.153.806	0	6.502.507
1982	0	0	0	4.453.355	2.282.200	0	6.735.555
1983	0	0	0	4.772.340	2.410.593	0	7.182.933
1984	0	0	0	5.356.628	2.538.986	0	7.895.615

Año	Reciclaje	Compostaje	Incineración	Vertederos gestionados	Vertederos no gestionados	Biometanización	Total residuos tratados
1985	0	0	0	5.542.294	2.667.380	0	8.209.674
1986	0	0	0	5.795.642	2.795.773	0	8.591.416
1987	0	0	0	6.023.320	2.924.167	0	8.947.487
1988	0	0	0	7.495.941	3.052.560	0	10.548.501
1989	0	0	0	7.311.074	3.180.954	0	10.492.028
1990	0	769.116	607.349	7.787.923	3.309.347	0	12.473.735
1991	0	569.258	532.334	8.672.781	4.010.600	0	13.784.973
1992	0	440.258	675.671	9.586.447	4.656.914	0	15.359.290
1993	0	467.987	655.570	10.309.856	4.261.701	0	15.695.114
1994	0	531.018	625.398	11.170.399	3.538.935	0	15.865.750
1995	0	625.904	749.787	12.175.178	2.628.042	0	16.178.911
1996	450.227	718.249	958.188	13.098.809	1.768.529	0	16.994.001
1997	559.978	903.462	1.289.312	13.519.710	2.859.765	0	19.132.228
1998	734.746	914.913	1.248.599	14.450.877	2.562.151	0	19.911.286
1999	872.711	1.013.086	1.327.037	15.121.698	2.356.434	0	20.690.966
2000	1.067.442	1.273.329	1.335.979	16.229.796	1.398.472	0	21.305.018
2001	1.189.382	1.426.403	1.396.150	16.255.787	1.395.323	0	21.663.044
2002	1.554.167	1.791.520	1.494.772	17.341.006	718.214	17.534	22.917.213
2003	1.806.873	1.947.346	1.710.229	16.627.610	836.443	41.810	22.970.311
2004	2.036.049	2.324.555	1.656.337	18.314.893	731.425	69.112	25.132.371
2005	2.133.435	2.469.588	1.708.509	18.776.961	715.713	68.954	25.873.160
2006	2.519.340	2.593.699	1.860.245	19.441.421	756.577	52.679	27.223.961
2007	2.678.897	2.793.571	1.900.611	19.343.847	637.672	76.111	27.430.709
2008	3.430.066	3.415.679	1.985.448	19.477.456	518.766	143.954	28.971.369
2009	3.233.696	3.656.312	1.958.869	16.516.143	268.518	376.759	26.010.297
2010	3.862.563	4.532.543	1.915.649	15.646.914	119.269	358.774	26.435.712
2011	3.584.564	4.293.530	2.119.388	15.119.667	86.300	556.717	25.760.166
2012	4.277.335	4.466.877	2.077.159	14.187.869	25.121	768.910	25.803.271
2013	4.277.335	3.799.521	2.022.986	12.781.084	0	1.358.997	24.239.923
2014	3.525.440	3.473.616	2.059.992	12.936.203	0	1.648.155	23.643.406
2015	3.892.034	3.649.530	2.227.688	13.406.966	0	1.585.634	24.761.852
2016	3.944.784	3.583.686	2.190.207	13.157.585	0	1.119.030	23.995.292
2017	4.032.938	3.589.752	2.267.269	12.688.680	0	1.186.532	23.765.171
2018	4.007.596	3.252.342	2.134.310	13.278.457	0	1.252.727	23.925.432
2019	4.378.825	2.971.314	2.220.959	12.783.126	0	1.153.241	23.507.465
2020	4.495.928	3.115.373	2.058.410	12.114.101	0	1.369.075	23.152.887
2021	4.495.928	3.115.373	2.171.693	12.108.626	0	1.453.613	23.345.233

Vertederos no gestionados (5A2)

En lo que respecta a los vertederos no gestionados, no se dispone de información estadística para la caracterización del parámetro de profundidad, por lo que, en ausencia de dicha información, se asume que el 50 % son profundos (profundidad ≥ 5 metros) y que el restante 50 % son someros (profundidad < 5 metros).

Si bien desde 2013 en España no se registran depósitos de residuos en vertederos no gestionados, se continúan generando emisiones procedentes del proceso de la descomposición de los residuos ya depositados. Estos residuos se componen de residuos sólidos municipales, los cuales se dividen en desechos domésticos, desechos de jardines y parques y desechos comerciales/institucionales; y residuos sólidos industriales, que son aquellos originados en las industrias asimilables a los municipales.

En cuanto a la fracción de quema de residuos, esta ha sido estimada por el punto focal (SGEC), basándose en la legislación existente en España desde 1973. De este modo, se fijó un porcentaje del 20 % para el año 1975, realizándose una interpolación hasta el año 2001, en el que se ha fijado un 0 %, bajo el criterio de cumplimiento normativo². Las emisiones derivadas de la quema en espacio abierto de estos residuos en vertederos no gestionados se incluyen bajo la categoría 5C.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Depósito de residuos sólidos en vertederos no gestionados](#).

En la siguiente tabla se muestran las cantidades de residuos depositadas en vertedero desde 1950 a 2021 clasificadas por tipo de vertedero (gestionado y no gestionado). Para los vertederos no gestionados, se diferencia entre la fracción quemada y la no quemada de los residuos.

Tabla 7.2.5. Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A) (cifras en toneladas)

Año	Vertederos gestionados (VG)	Vertederos no gestionados (VnG)	Fracción de residuos quemados en VnG	Residuos quemados en VnG ³	Residuos no quemados en VnG	Total depósito en vertederos
1950	352.667	431.037	39 %	169.096	261.941	783.704
1951	380.780	448.085	38 %	172.334	275.752	828.866
1952	411.135	465.133	38 %	175.309	289.825	876.268
1953	443.910	482.181	37 %	178.021	304.160	926.091
1954	479.297	499.229	36 %	180.471	318.758	978.526
1955	517.505	516.277	35 %	182.659	333.618	1.033.782
1956	558.759	533.325	35 %	184.637	348.688	1.092.084
1957	603.302	550.373	34 %	186.301	364.072	1.153.675
1958	651.396	567.421	33 %	187.703	379.718	1.218.817
1959	703.323	584.469	32 %	188.842	395.627	1.287.792
1960	759.390	601.517	32 %	189.718	411.798	1.360.907
1961	819.927	629.958	31 %	193.838	436.120	1.449.884
1962	885.289	658.399	30 %	197.520	460.879	1.543.687
1963	955.862	686.839	29 %	200.763	486.076	1.642.701
1964	1.032.060	715.280	28 %	203.569	511.711	1.747.341
1965	1.114.333	743.721	28 %	205.936	537.785	1.858.054
1966	1.203.165	772.162	27 %	207.866	564.296	1.975.327
1967	1.299.078	800.603	26 %	209.358	591.245	2.099.681
1968	1.402.637	829.044	25 %	210.411	618.632	2.231.680
1969	1.514.451	857.484	25 %	211.113	646.372	2.371.936
1970	1.635.179	885.925	24 %	211.293	674.632	2.521.104
1971	1.691.903	999.874	23 %	230.771	769.103	2.691.777
1972	1.744.445	1.113.823	22 %	248.494	865.329	2.858.268
1973	1.795.367	1.227.772	22 %	264.462	963.310	3.023.138
1974	2.192.438	1.341.720	21 %	278.675	1.063.045	3.534.158
1975	3.407.342	1.455.669	20 %	291.134	1.164.535	4.863.011
1976	3.435.008	1.569.618	19 %	301.838	1.267.780	5.004.626
1977	3.568.267	1.683.567	18 %	310.786	1.372.780	5.251.834
1978	3.752.249	1.797.515	18 %	317.980	1.479.535	5.549.764
1979	3.902.580	1.911.464	17 %	323.420	1.588.044	5.814.044
1980	4.563.430	2.025.413	16 %	327.104	1.698.309	6.588.843
1981	4.348.701	2.153.806	15 %	331.255	1.822.551	6.502.507
1982	4.453.355	2.282.200	15 %	333.658	1.948.542	6.735.555
1983	4.772.340	2.410.593	14 %	333.867	2.076.726	7.182.933

² [Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos](#). El artículo 12 establece la prohibición de eliminación incontrolada desde 2001.

³ Las emisiones correspondientes a la quema abierta en vertederos no gestionados pueden consultarse en el apartado 7.6.1.2.5.

Año	Vertederos gestionados (VG)	Vertederos no gestionados (VnG)	Fracción de residuos quemados en VnG	Residuos quemados en VnG ³	Residuos no quemados en VnG	Total depósito en vertederos
1984	5.356.628	2.538.986	13 %	332.099	2.206.887	7.895.615
1985	5.542.294	2.667.380	12 %	328.354	2.339.025	8.209.674
1986	5.795.642	2.795.773	12 %	322.632	2.473.141	8.591.416
1987	6.023.320	2.924.167	11 %	314.933	2.609.234	8.947.487
1988	7.495.941	3.052.560	10 %	305.256	2.747.304	10.548.501
1989	7.311.074	3.180.954	9 %	293.602	2.887.352	10.492.028
1990	7.787.923	3.309.347	8 %	279.971	3.029.376	11.097.270
1991	8.672.781	4.010.600	8 %	308.415	3.702.185	12.683.381
1992	9.586.447	4.656.914	7 %	322.258	4.334.656	14.243.361
1993	10.309.856	4.261.701	6 %	262.095	3.999.606	14.571.557
1994	11.170.399	3.538.935	5 %	190.395	3.348.540	14.709.334
1995	12.175.178	2.628.042	5 %	121.416	2.506.626	14.803.220
1996	13.098.809	1.768.529	4 %	68.088	1.700.441	14.867.338
1997	13.519.710	2.859.765	3 %	88.081	2.771.684	16.379.475
1998	14.450.877	2.562.151	2 %	59.186	2.502.965	17.013.028
1999	15.121.698	2.356.434	2 %	36.289	2.320.145	17.478.132
2000	16.229.796	1.398.472	1 %	10.768	1.387.704	17.628.268
2001	16.255.787	1.395.323	0 %	0	1.395.323	17.651.110
2002	17.341.006	718.214	0 %	0	718.214	18.059.220
2003	16.627.610	836.443	0 %	0	836.443	17.464.053
2004	18.314.893	731.425	0 %	0	731.425	19.046.318
2005	18.776.961	715.713	0 %	0	715.713	19.492.674
2006	19.441.421	756.577	0 %	0	756.577	20.197.998
2007	19.343.847	637.672	0 %	0	637.672	19.981.519
2008	19.477.456	518.766	0 %	0	518.766	19.996.222
2009	16.516.143	268.518	0 %	0	268.518	16.784.661
2010	15.646.914	119.269	0 %	0	119.269	15.766.183
2011	15.119.667	86.300	0 %	0	86.300	15.205.967
2012	14.187.869	25.121	0 %	0	25.121	14.212.990
2013	12.781.084	0	0 %	0	0	12.781.084
2014	12.936.203	0	0 %	0	0	12.936.203
2015	13.406.966	0	0 %	0	0	13.406.966
2016	13.157.585	0	0 %	0	0	13.157.585
2017	12.688.680	0	0 %	0	0	12.688.680
2018	13.278.457	0	0 %	0	0	13.278.457
2019	12.783.126	0	0 %	0	0	12.783.126
2020	12.114.101	0	0 %	0	0	12.114.101
2021	12.108.626	0	0	0	0	12.108.626

7.2.2.2 Factores de emisión

Los valores de los parámetros utilizados en las ecuaciones 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6 (cap. 3, vol. 5, Guía IPCC 2006) correspondientes al método FOD aplicado, se describen a continuación.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en las páginas web del MITECO-SEI [Depósito de residuos sólidos en vertederos gestionados](#) y [Depósito de residuos sólidos en vertederos no gestionados](#).

- **Cantidad de CH₄ captado.**

Se ha seguido aplicando la misma metodología de las ediciones anteriores.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en las páginas web del MITECO-SEI [Depósito de residuos sólidos en vertederos gestionados](#) y [Depósito de residuos sólidos en vertederos no gestionados](#).

En el caso de la valorización energética del CH₄ captado, sus emisiones y las del combustible auxiliar de apoyo que pueda emplearse, son contabilizadas en el sector Energía (categoría 1A1a).

Como cumplimiento de la recomendación W.7 de la revisión de UNFCCC de 2019, a continuación se detallan las fuentes de información del CH₄ captado:

- Para los vertederos identificados como vertederos con sistema de captación de biogás, si no hay información disponible sobre la cantidad de metano captada, se considera que es un 20 % del generado. Este valor mínimo se ha tomado siguiendo las directrices del apartado de Recuperación de metano de la Guía IPCC 2006 (apdo. 3.2.3, cap. 3, vol. 5).
- En aquellos casos en los que hay información de la cantidad de metano captado, ésta se compara con el dato calculado del 70 % del metano generado y si el metano captado es superior se toma el dato estimado del 70 %. Este máximo del 70 % es una estimación intermedia conservadora de los rangos de captación que aparecen en los principales estudios mencionados en el apartado de Recuperación de metano (apdo. 3.2.3, cap. 3, vol. 5) de la Guía IPCC 2006⁴, pues la mayoría de los vertederos con recuperación de biogás tienen instalaciones modernas y el promedio podría estar centrado en el valor del 70 %. Este umbral sólo se utiliza para verificar los datos obtenidos del vertedero en el cuestionario, ya que la cantidad de biogás captada será aceptada si el vertedero suministra información que demuestre que su eficiencia de captación está por encima del 70 %.

En general, cuando no hay información al respecto, se considera que el metano captado se quema en la proporción: 15 % en antorchas y 85 % en motores. Estas cifras han sido obtenidas a partir de los datos históricos del Inventario (1990-2012).

Como ejemplo, se detalla la cantidad de metano calculado, medido y estimado en el ejercicio 2020 (y replicado para 2021):

Tabla 7.2.6. Cantidad de CH₄ captado (cifras en toneladas)

CH ₄ (t)	
Medido	95.720,79
Calculado	2.644,87
Estimado	47.298,67

Siguiendo las indicaciones de buenas prácticas incluidas en la Guía IPCC 2006, en la que se indica que “...las emisiones provenientes de la quema en antorcha son insignificantes, pues las emisiones de CO₂ son de origen biogénico y las emisiones de CH₄ y N₂O son muy pequeñas...” (apdo.3.2.3, cap. 3, vol. 5), las emisiones de CH₄, N₂O y CO₂ procedentes de la quema en antorchas no se estiman.

A continuación, se muestran las cantidades de CH₄ captado en los vertederos gestionados, con y sin valorización energética, frente a las cantidades del CH₄ emitido a la atmósfera en vertederos gestionados (5A1) y no gestionados (5A2).

⁴ Oonk and Boom (1995), Scharff *et al.* (2003), Spokas *et al.* (2006) y Diot *et al.* (2001).

Tabla 7.2.7. Cantidad de CH₄ captado (5A1) vs. emitido (5A) (cifras en toneladas)

Año	Cantidad de CH ₄ quemado en antorchas	Cantidad de CH ₄ quemado en motores	Cantidad de CH ₄ quemado en calderas	Cantidad de CH ₄ quemado en turbinas	Total CH ₄ captado	Total CH ₄ emitido
1990	3.863,12	122,36	0,00	0,00	3.985,48	218.952,17
1991	4.731,26	160,72	0,00	0,00	4.891,98	233.441,46
1992	5.574,99	469,62	0,00	0,00	6.044,60	250.746,68
1993	6.912,25	988,55	0,00	0,00	7.900,81	266.606,03
1994	10.889,61	1.330,73	0,00	0,00	12.220,34	279.980,38
1995	7.375,05	6.298,86	0,00	0,00	13.673,91	295.980,17
1996	8.638,45	8.972,67	0,00	0,00	17.611,13	309.076,75
1997	9.573,58	9.220,28	0,00	0,00	18.793,86	327.013,06
1998	9.597,95	13.317,41	0,00	0,00	22.915,36	342.376,08
1999	10.295,71	16.719,97	0,00	0,00	27.015,68	357.769,49
2000	10.219,83	25.143,68	0,00	0,00	35.363,51	368.838,97
2001	10.778,67	26.646,96	0,00	0,00	37.425,63	383.258,07
2002	14.186,31	32.694,02	0,00	0,00	46.880,33	391.822,90
2003	14.828,71	55.165,56	0,00	0,00	69.994,27	384.768,80
2004	14.636,06	88.789,58	0,00	0,00	103.425,64	369.436,35
2005	18.779,50	85.602,97	0,00	2.232,64	106.615,11	380.379,66
2006	13.351,06	95.120,63	0,00	2.667,87	111.139,56	391.159,56
2007	13.056,06	98.819,16	0,00	2.240,64	114.115,86	401.017,62
2008	16.085,27	99.392,87	0,00	2.469,52	117.947,65	409.886,29
2009	7.386,73	56.117,06	0,00	0,00	63.503,79	463.215,21
2010	12.902,88	98.902,85	0,00	0,00	111.805,73	423.840,65
2011	13.395,22	74.801,18	0,00	0,00	88.196,41	447.277,97
2012	13.524,60	75.196,64	0,00	0,00	88.721,24	446.011,70
2013	15.914,40	84.064,02	0,00	0,00	99.978,42	433.776,06
2014	23.469,36	110.333,18	880,28	0,00	134.682,83	398.432,32
2015	15.593,59	82.659,35	584,33	0,00	98.837,27	428.263,69
2016	22.192,56	92.882,23	649,89	0,00	115.724,67	409.723,63
2017	25.073,87	92.001,49	860,33	0,00	117.935,69	401.470,74
2018	42.413,50	74.875,43	914,02	0,00	118.202,95	396.394,14
2019	33.065,89	94.481,29	861,98	0,00	128.409,17	384.190,46
2020	38.125,38	80.539,73	922,22	0,00	119.587,32	373.276,12
2021	37.029,81	79.055,10	922,22	0,00	117.007,12	370.633,59

Los cambios interanuales del factor de emisión implícito del CH₄ se deben a las fluctuaciones de la variable de actividad (toneladas de residuo depositado), y de la cantidad de biogás captado y valorizado energéticamente a lo largo de la serie temporal, tal y como se observa en las tablas 7.2.5 y 7.2.7, respectivamente (añadido siguiendo la recomendación W.8 de la revisión UNFCCC de 2021).

En la figura siguiente se muestra la comparativa del CH₄ generado frente al CH₄ captado (en los vertederos gestionados).

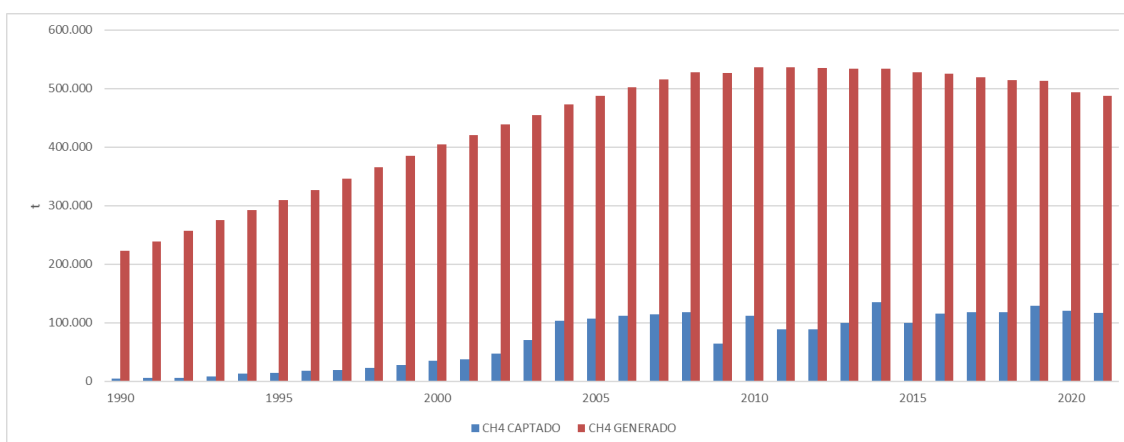


Figura 7.2.2. Comparación generación vs. captación de CH₄ en la categoría Depósito en vertederos de residuos sólidos gestionados (5A1) (cifras en toneladas)

En la tabla 7.2.8 se muestran las emisiones de CH₄ y N₂O de la serie inventariada debidas a la valoración energética del biogás captado en vertederos y que se reportan bajo el sector Energía (1A1a).

Tabla 7.2.8. Emisiones de la valoración energética del CH₄ captado en vertederos (1A1a) (cifras en toneladas)

Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH ₄	0,01	4,80	4,98	4,20	4,81	4,11	4,03
N ₂ O	0,00	0,48	0,50	0,42	0,48	0,41	0,40

7.2.3 Incertidumbre y coherencia temporal

En la tabla siguiente se recogen las incertidumbres calculadas para esta subcategoría.

Tabla 7.2.9. Incertidumbres asociadas a la categoría Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CH ₄	30	36	<p><u>Variable de actividad:</u> Según la clasificación de la Guía IPCC 2006, vol. 5, cap. 3, apartado 3.7.2.2, tabla 3.5, donde se especifica una incertidumbre del 30 % “para los países que recopilan datos sobre generación de desechos de manera regular”.</p> <p><u>Factores de emisión:</u> Según los parámetros para la estimación de incertidumbres propuestos en la tabla 3.5 del apartado 3.7.2.2 de la Guía IPCC 2006, vol. 5, cap. 3, dando como resultado una incertidumbre del 36 % como resultado de la combinación de las ecuaciones 6.4 del cap. 6 para cada una de las actividades de 5A (5A1 y 5A2) y, posteriormente, la ecuación 6.3; ambas de la Guía IPCC “Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero”.</p>

7.2.4 Control de calidad y verificación

El principal procedimiento de control de calidad interno de los datos es el chequeo cruzado con las series de datos de las instalaciones de tratamiento de residuos en colaboración con el punto focal (SGEC) para confirmar la completitud y consistencia de los datos. Además, el Instituto Nacional de Estadística (INE) y la SGEC han firmado un convenio de colaboración en temas de estadísticas sobre residuos municipales. Los datos proporcionados por la SGEC son revisados por el INE. Cualquier dato anómalo detectado en este proceso de revisión es comprobado por las comunidades autónomas. Los datos verificados son, finalmente, enviados a Eurostat y a la OCDE, a través del INE.

7.2.5 Realización de nuevos cálculos

Al suministrar el punto focal la cantidad de residuos con un año de retraso, se ha procedido a actualizar la cantidad correspondiente al año 2020, subrogando el dato para 2021. Además, se han realizado recálculos que afectan al año 2019 debido a correcciones en errores de cálculo. Finalmente, se incluye un nuevo vertedero con datos de 2020 y 2021.

Estas actualizaciones afectan a las emisiones de CH₄.

A continuación, se muestra la comparación de las emisiones de CH₄ en CO₂ equivalente entre la edición actual y anterior del Inventario Nacional en términos de valores absolutos en la figura 7.2.3 y en términos relativos (diferencia porcentual) en la figura 7.2.4 (emisiones calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto *Assessment Report*)⁵:

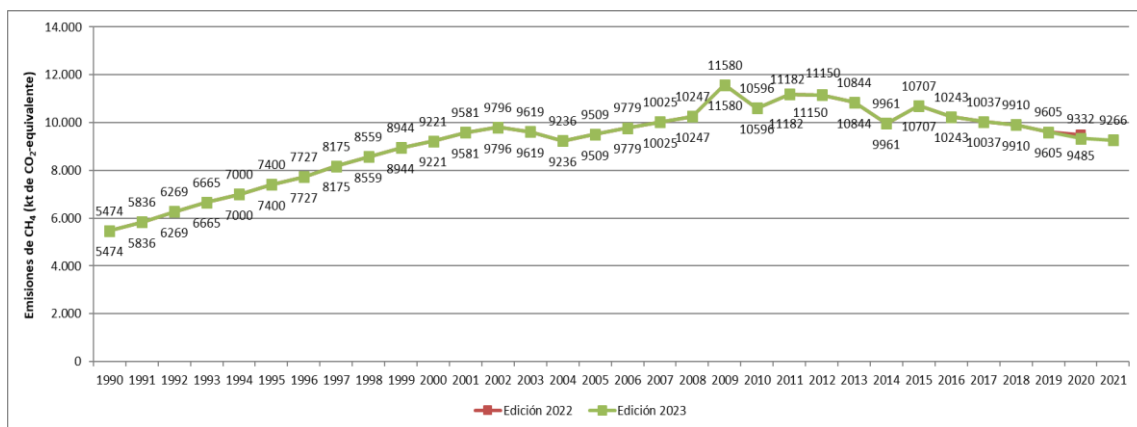


Figura 7.2.3. Emisiones de CH₄ en el Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

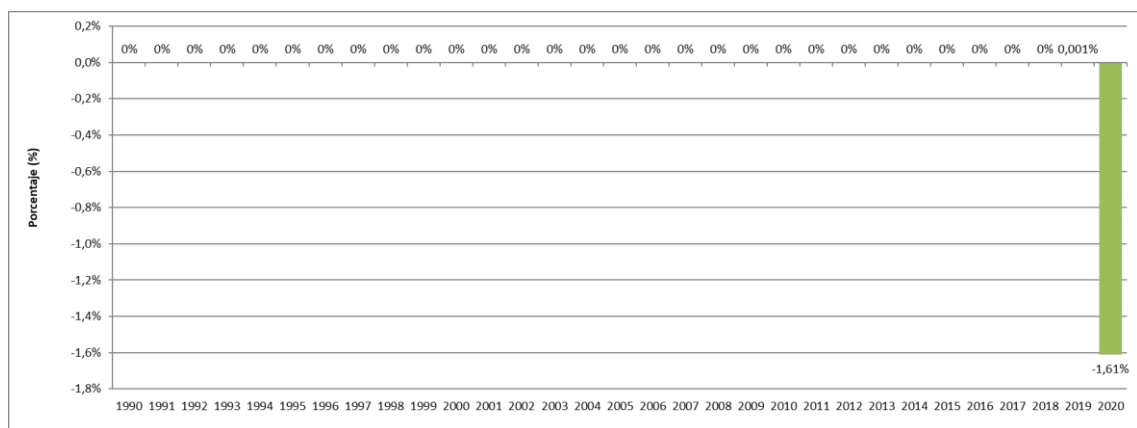


Figura 7.2.4. Diferencia porcentual de emisiones en el Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A). Edición 2023 vs. edición 2022

7.2.6 Planes de mejora

En noviembre de 2015 se aprobó el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022. Este plan es el instrumento que orientará la política de residuos en España en los próximos años. Se espera que el desarrollo de dicho plan, así como la aplicación de las disposiciones sobre información incluidas en la Ley 22/2011 de Residuos y Suelos Contaminados, en particular la puesta en marcha del Registro de Producción y Gestión, y la transmisión electrónica de la información, contribuirán a mejorar significativamente la información

⁵ https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

sobre producción y gestión de todos los flujos de residuos, a mejorar la trazabilidad de la recogida y tratamiento, y a facilitar la inspección y el control.

Sin embargo, según información obtenida por el punto focal (SGEC), la Plataforma de Gestión Electrónica de Residuos (e-SIR) aún no está operativa y, según sus estimaciones, no lo estará en un futuro cercano, lo que retrasa los planes de mejoras del Inventario de Emisiones, en concreto, la información sobre producción y gestión de todos los flujos de residuos, a mejorar la trazabilidad de la recogida y tratamiento, a facilitar la inspección y el control y, con ello, la mejora de la incertidumbre de la variable de actividad y del factor de emisión de esta categoría (añadido por recomendación W.2 de la revisión de UNFCCC de 2022, 2022ESPQA7).

En enero de 2023 entró en vigor el impuesto sobre vertidos regulado en la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, y el pago del impuesto se realizará en €/tonelada.

Paralelamente se pretende continuar trabajando con el punto focal en la mejora de la información nacional obtenida de acuerdo con la metodología y tipo de residuo para, en un futuro, ser capaz de utilizar parámetros de país.

7.3 Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B)

7.3.1 Descripción de la actividad

Esta categoría contempla las actividades de compostaje (5B1) y biometanización (5B2).

Esta actividad es categoría clave según la tendencia (enfoque 2) para los dos contaminantes (CH₄ y N₂O), según el análisis de la tabla 7.1.4.

En la tabla siguiente se muestran las emisiones absolutas de CH₄ y N₂O correspondientes a esta categoría:

Tabla 7.3.1. Emisiones por gas en la categoría Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B) (cifras en kt)

Gas emitido	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH ₄	4,77	13,77	18,42	15,87	12,81	13,56	13,62
N ₂ O	0,29	0,82	1,09	0,88	0,71	0,75	0,75

A continuación, se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones de los dos gases en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector Residuos.

Tabla 7.3.2. Emisiones de CO₂-eq (kt) en la categoría Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	209,2	603,8	804,0	676,4	547,6	577,7	579,6
Variación % vs. 1990	100,0	288,6	384,2	323,2	261,7	276,1	277,0
5B / INV (CO ₂ -eq)	0,1 %	0,1 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %
5B / Residuos (CO ₂ -eq)	1,5 %	3,9 %	4,8 %	4,2 %	3,7 %	4,0 %	4,1 %

Para la actividad de compostaje (5B1), se estiman las emisiones de CH₄ y N₂O producidas durante el proceso de fabricación de abono orgánico a partir del componente orgánico de los residuos municipales.

Los residuos compostados proceden principalmente de los siguientes tipos de instalaciones:

- Instalaciones de compostaje de fracción orgánica recogida separadamente.

- Instalaciones de biometanización y compostaje de fracción orgánica recogida separadamente.
- Instalaciones de triaje y compostaje.
- Instalaciones de triaje, biometanización y compostaje.

Los tipos de residuos tratados son principalmente residuos procedentes de la recogida separada de la fracción orgánica y de la fracción vegetal de los residuos, lodos de depuradora, materia orgánica recuperada en el triaje de las instalaciones de tratamiento mecánico-biológico (TMB), otros materiales biodegradables y el digestato de la biometanización.

El compostaje doméstico está implementado en varias regiones de España, sin embargo, no está incluido en las cantidades reportadas en este Inventario debido a la ausencia de suficientes datos para el cálculo de sus emisiones.

Respecto a la biometanización (5B2), únicamente se tienen en cuenta las emisiones de CH₄ del propio proceso. La explicación es que se considera que el biogás generado se recupera en su totalidad, con o sin valorización energética.

Los residuos que se destinan al proceso de biometanización proceden de la recogida selectiva de la fracción orgánica y de la fracción vegetal de los residuos, lodos de depuradora, materia orgánica recuperada en el triaje de las instalaciones de tratamiento mecánico-biológico (TMB) y, en el caso de algunas instalaciones, deyecciones ganaderas (purines).

En el caso de la recuperación del biogás con valorización energética, las emisiones son contabilizadas en el sector Energía (categoría 1A1a), mientras que las emisiones provenientes de la quema en antorcha se reportan en el sector Residuos (categoría 5B2). Siguiendo las indicaciones de buenas prácticas incluidas en la Guía IPCC 2006, en la que se indica que “...las emisiones provenientes de la quema del biogás recuperado no son significativas, pues las emisiones de CO₂ son de origen biogénico y las emisiones de CH₄ y N₂O son muy pequeñas...” (apdo. 4.1.1, cap. 4, vol. 5), las emisiones de CH₄, N₂O y CO₂ de la quema en antorchas no se estiman.

Siguiendo la recomendación de 2017 de la UNFCCC, en la siguiente tabla se muestran las emisiones de CH₄ y N₂O de la serie inventariada debidas a la valoración energética del biogás captado en plantas de biometanización y que se reportan bajo el sector Energía (1A1a), siendo el ejercicio 2002 el primer año en el que se realiza la valorización.

Tabla 7.3.3. Emisiones de la valorización energética del CH₄ captado en plantas de biometanización (1A1a) (cifras en toneladas)

Gas emitido	2002	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH ₄	0,01	8,71	1,06	3,40	2,93	3,24	3,44
N ₂ O	0,00	0,05	0,11	0,34	0,29	0,32	0,34

7.3.2 Metodología

Las emisiones han sido calculadas siguiendo la metodología de la Guía IPCC 2006, conforme al enfoque de nivel 1, para cada uno de los procesos y contaminantes considerados: CH₄ y N₂O.

A continuación, se describen la variable de actividad y los factores de emisión para los dos tipos de tratamiento biológico considerados:

- Compostaje (5B1).
- Biometanización (5B2).

7.3.2.1 Variable de actividad

Compostaje (5B1)

La información básica sobre los datos de actividad del compostaje (5B1) procede de las publicaciones anuales "Agricultura, alimentación y medio ambiente en España" del MITECO para los años 1990-2014, y para el 2015 hasta la actualidad del punto focal (SGEC). Debido al año de desfase existente entre el año más actual del que el punto focal dispone de información (2020) y el último año de la serie que reporta el Inventario (2021), ha sido necesario replicar el dato de 2020 para 2021.

En la siguiente tabla se muestran los datos que constituyen la variable de actividad (toneladas de residuos que entran en el proceso de compostaje, en masa húmeda).

Tabla 7.3.4. Residuos tratados en plantas de compostaje (5B1) (cifras en toneladas de masa húmeda)

1990	2000	2005	2010	2015	2019	2020	2021
2.563.720	4.130.563	7.378.908	4.532.543	3.649.530	2.971.314	3.115.373	3.115.373

Para conocer los valores de toda la serie temporal, ver tabla 7.2.4.

Biometanización (5B2)

Respecto a la actividad de biometanización (5B2), los datos proceden de dos fuentes de datos: por un lado, del punto focal (SGEC) para las instalaciones de biometanización de residuos municipales, y por otro, de cuestionarios individualizados para las instalaciones adicionales, entre las que se encuentran aquellas que realizan el tratamiento de deyecciones ganaderas, principalmente purines. Estos cuestionarios son recopilados por la Subdirección General de Sanidad e Higiene Animal y Trazabilidad del MAPA.

Para los años de 2002 a 2008, en pasadas ediciones del Inventario Nacional, se llevó a cabo una actualización de la información por parte del equipo de Inventario, y se realizaron estimaciones para determinadas instalaciones de las que no se conocía toda la información (residuos tratados y biogás generado) para algunos años.

En la presente edición del Inventario Nacional se han actualizado los datos correspondientes al año 2020 para las plantas de biometanización de residuos municipales con nueva información proporcionada por el punto focal. Estos datos han sido replicados para el año 2021, debido al año de desfase entre el año de referencia de la información del punto focal (2020) y el último año reportado por el Inventario (2021). Además, para el año 2021, se ha contado con información de cuestionarios individualizados de 67 plantas de tratamiento de purines.

En la tabla 7.3.5 y la tabla 7.3.6 se muestran, respectivamente, las cantidades de biogás quemado en antorchas y las cantidades de residuos tratados según el tipo de instalación (plantas de tratamiento de residuos urbanos o plantas de tratamiento de deyecciones ganaderas). La primera instalación que comenzó a desarrollar este tipo de actividad lo hizo en el año 2002.

Tabla 7.3.5. Biogás captado y biogás quemado en antorchas en la categoría Digestión anaerobia en las instalaciones de biogás (5B2) (cifras en miles de m³)

	2002	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Biogás captado	588,22	9.645,11	55.361,27	169 647,02	146.930,78	163 914,88	169 909,75
Biogás quemado en antorchas	85,29	396,08	6.562,12	15.110,59	13.237,54	16.497,89	13.071,68

Tabla 7.3.6. Residuos tratados en la categoría Digestión anaerobia en las instalaciones de biogás (5B2) (cifras en toneladas)

	2002	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Residuos urbanos	17.534	68.954	304.883	1.073.281	385.513	545.769	540.233
Frac. Orgánica y Frac. Vegetal	0	0	19.038	344.164	15.947	639.711	683.605

	2002	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Lodos de depuradora	0	0	21.596	123.477	124.436	119.695	151.287
Purines	0	0	13.257	44.712	71.642	63.901	78.487
TOTAL	17.534	68.954	358.774	1.585.634	1.153.241	1.369.075	1.453.613

Para conocer los valores de toda la serie temporal, ver Tabla 7.2.4.

7.3.2.2 Factores de emisión

Los factores de emisión de CH₄ y N₂O empleados proceden del cuadro 4.1 de la Guía IPCC 2006 (cap. 4, vol. 5), considerándose que las emisiones de N₂O en la biometanización son insignificantes. En la siguiente tabla pueden observarse los factores de emisión empleados y su procedencia:

Tabla 7.3.7. Factores de emisión empleados en el Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B)

Categoría	Gas	FE	Unidad
Compostaje	CH ₄	4 ⁽¹⁾	g CH ₄ /kg en masa húmeda de residuos tratados
	N ₂ O	0,24 ⁽¹⁾	g N ₂ O/kg en masa húmeda de residuos tratados
Biometanización	CH ₄	0,8 ⁽¹⁾	g CH ₄ /kg en masa húmeda de residuos tratados

⁽¹⁾ Fuente: Guía IPCC 2006. Cuadro 4.1, cap. 4, vol. 5

Se calculan, además, las emisiones derivadas de la quema del biogás en distintos dispositivos de quema con valorización energética: calderas, motores y turbinas.

Tal y como recomienda la Guía IPCC 2006, estas emisiones se contabilizan en el sector Energía (categoría 1A1a). Pero, en aras de la trazabilidad y transparencia, se expone aquí la metodología seguida: las emisiones de los contaminantes procedentes de esta combustión se estiman multiplicando las toneladas de CH₄ quemado por los factores de emisión propuestos por la Guía IPCC 2006 para la combustión estacionaria con combustible "Gas Biomass" (cuadro 2.2, cap. 2, vol. 2). Para transformar los datos en g/tonelada de CH₄, se toma el Poder Calorífico Inferior (PCI) por defecto de 50,4 TJ/kt (Guía IPCC 2006, cuadro 1.2, cap. 1, vol. 2).

Información adicional sobre la metodología aplicada en la actividad del compostaje (5B1) puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Producción de compost](#).

Información adicional sobre la metodología aplicada en la actividad de biometanización (5B2) puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Tratamiento biológico de residuos sólidos \(Biometanización\)](#).

7.3.3 Incertidumbre y coherencia temporal

En la tabla siguiente, se recogen las incertidumbres calculadas para esta categoría.

Tabla 7.3.8. Incertidumbres asociadas a la categoría Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CH ₄	30	124	<u>Variable de actividad</u> : La incertidumbre asociada a la variable de actividad se cifra en un 30 %, debido a la dificultad de obtener datos muy precisos en el ámbito de los residuos, tanto procedentes de fuentes públicas como privadas. Esta incertidumbre es aplicable a ambas categorías (5B1 y 5B2) al compartir la misma fuente de información. <u>Factores de emisión</u> : Respecto a los factores de emisión, para CH ₄ y N ₂ O se asume una incertidumbre de un factor de 124 y 150 respectivamente, según se desprende de la Guía IPCC 2006.
N ₂ O		150	

7.3.4 Control de calidad y verificación

Para el compostaje (5B1), se emplea la cantidad de compost vendido como dato de contraste, y se realiza un control sobre la evolución de la cantidad de residuos tratados por cada planta. Cualquier anomalía o incoherencia detectada se subsana con el punto focal (SGEC). Adicionalmente, el punto focal cuenta con su propio control de calidad y verificación de los datos que suministra.

Para la biometanización (5B2), el control de calidad se ha centrado en el análisis de la coherencia entre la energía producida declarada y la energía producida obtenida a partir del biogás aprovechado energéticamente y sus características. Cualquier anomalía o incoherencia detectada se subsana con el punto focal (SGEC). Adicionalmente, el punto focal cuenta con su propio control de calidad y verificación de los datos que suministra.

7.3.5 Realización de nuevos cálculos

Como ocurre con otras categorías para las que la SGEC es el punto focal, se han recalculado las emisiones del año 2020, tanto para la actividad de compostaje y la de biometanización, al contar con información actualizada propia de ese año. Esto se debe al desfase temporal existente entre el año de referencia para los datos de residuos y el último año reportado por el Inventario Nacional. Esto afecta a las emisiones de CH₄ y N₂O.

Adicionalmente se ha incorporado la información relativa a nuevas plantas de biometanización para el período 2015-2020, lo que afecta a las emisiones de CH₄.

Finalmente, se ha corregido el PCI los gases licuados de petróleo (LPG, por sus siglas en inglés) para los años 2007 y 2008 de la quema del metano captado con valorización energética (1A1a). Esto afecta a las emisiones de N₂O y CH₄ y las gráficas comparativas en CO₂ equivalente aparecerán en el capítulo de Energía, junto con los recálculos de 2015-2020 de las nuevas plantas de biometanización mencionados anteriormente

A continuación, se muestra la comparación de las emisiones de CH₄ y N₂O en CO₂ equivalente entre las ediciones actual y anterior del Inventario Nacional en términos de valores absolutos (figuras 7.3.1 y 7.3.3) y en términos relativos (figuras 7.3.2 y 7.3.4) (emisiones calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto *Assessment Report*)⁶.

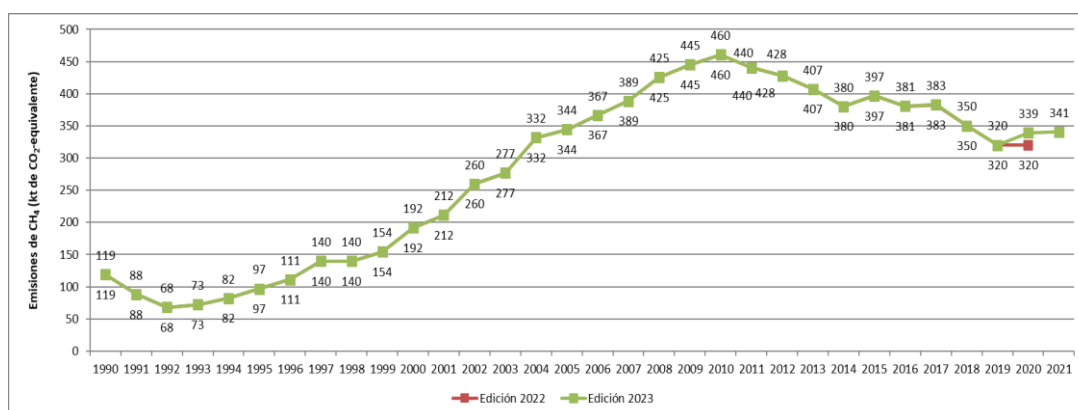


Figura 7.3.1. Emisiones de CH₄ en la categoría Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

⁶ https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

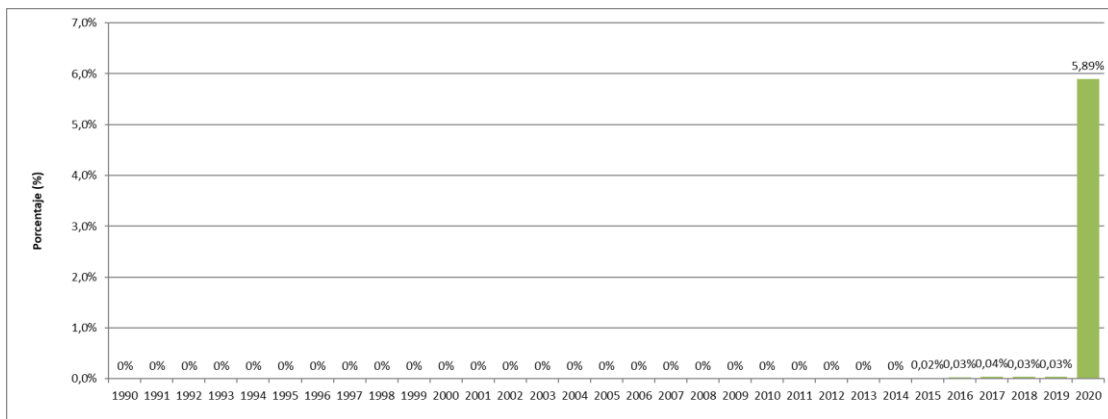


Figura 7.3.2. Diferencia porcentual de las emisiones de CH₄ en la categoría Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B). Edición 2023 vs. edición 2022

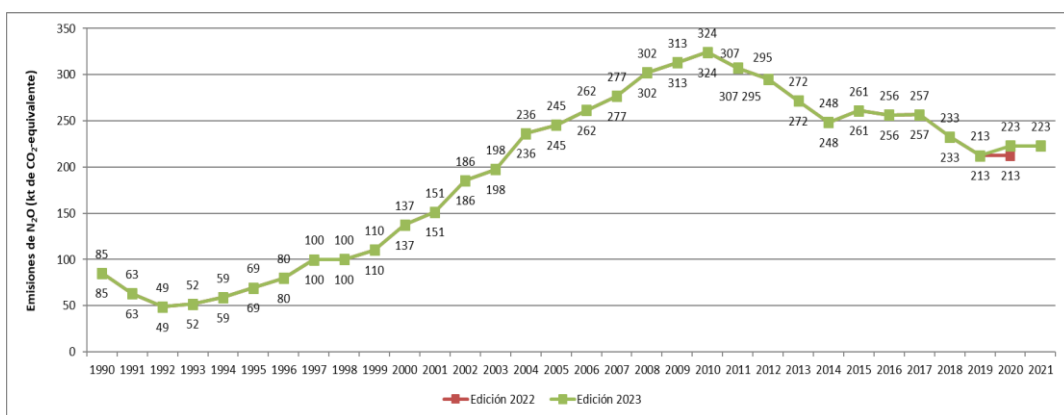


Figura 7.3.3. Emisiones de N₂O en la categoría Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

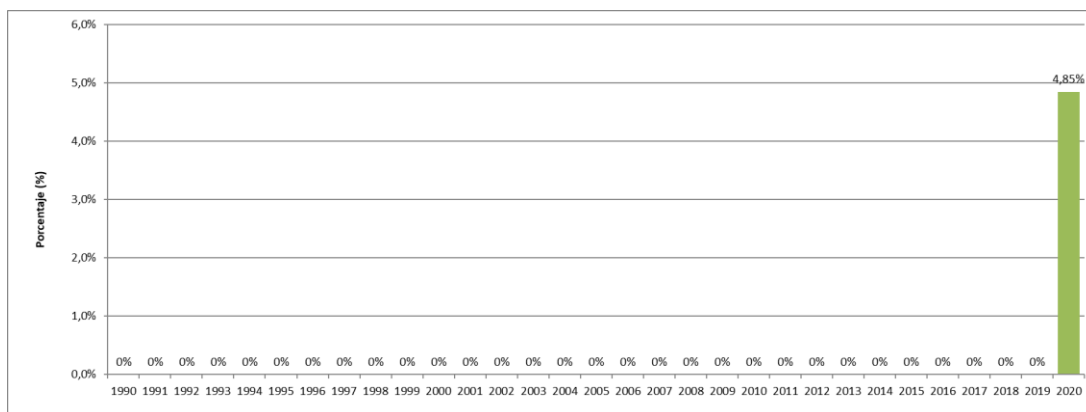


Figura 7.3.4. Diferencia porcentual de las emisiones de N₂O en la categoría Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B). Edición 2023 vs. edición 2022

7.3.6 Planes de mejora

Se prevé seguir trabajando, en colaboración con las diferentes instituciones, en la obtención de la mejor información de todas las plantas de Biometanización.

7.4 Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1)

7.4.1 Descripción de la actividad

En esta categoría se incluyen las plantas de Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen doméstico (categoría 5D1).

Este tipo de plantas son fuente de generación de CH₄ como consecuencia del propio proceso de depuración. Parte de este CH₄ generado es captado por las propias plantas. Las emisiones provenientes de la quema del biogás captado sin valorización energética se reportan en esta categoría, mientras que aquellas emisiones de la quema del biogás captado con valorización energética son contabilizadas en el sector Energía (categoría 1A1a), aunque su estimación se describe en este apartado.

Adicionalmente, la depuración de aguas residuales domésticas se considera una fuente indirecta de N₂O debido a la degradación de los componentes nitrogenados contenidos en el efluente que sale de las plantas de tratamiento, principalmente de aguas residuales domésticas. La estimación de estas emisiones se describe en el apartado 7.4.2.4 de este capítulo.

Esta categoría es considerada como categoría clave del Inventario según nivel y tendencia para el CH₄ y según el nivel para el N₂O, según el análisis de la tabla 7.1.4.

A continuación, se muestran las emisiones absolutas de CH₄ y N₂O correspondientes a esta categoría:

Tabla 7.4.1. Emisiones por gas en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1) (cifras en kt)

Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH ₄	138,44	36,88	37,02	28,64	22,12	22,23	14,42
N ₂ O	2,90	3,73	3,49	3,10	3,28	3,53	3,20

En la tabla siguiente se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones de los dos gases en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector Residuos.

Tabla 7.4.2. Emisiones de CO₂-eq (kt) en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1): valores absolutos, índices y ratios.

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	4643,5	2020,8	1960,1	1623,1	1487,9	1557,9	1252,4
Variación % vs. 1990	100,0	43,5	42,2	35,0	32,0	33,6	27,0
5D1 / INV (CO ₂ -eq)	1,6 %	0,5 %	0,6 %	0,5 %	0,5 %	0,6 %	0,4 %
5D1 / Residuos (CO ₂ -eq)	34,3 %	13,1 %	11,7 %	10,0 %	10,1 %	10,7 %	8,8 %

7.4.2 Metodología

Las emisiones de CH₄ han sido calculadas siguiendo la metodología de la Guía IPCC 2006, conforme al enfoque de nivel 2 (cap. 6, vol. 5). Se consideran las emisiones de CH₄ de las aguas recolectadas y tratadas mediante tratamientos no aerobios y de las aguas residuales no recolectadas.

Por otro lado, se ha calculado el CH₄ generado y captado en las digestiones anaerobias de las estaciones depuradoras de agua residual del país y se han estimado las emisiones asociadas al aprovechamiento energético, reportadas estas últimas en el sector Energía (1A1a). Las emisiones asociadas a la quema en antorcha no se estiman, según las buenas prácticas de la Guía IPCC 2006.

Las emisiones de N₂O, calculadas conforme a la metodología descrita por defecto en la Guía IPCC 2006 (cap. 6, vol. 5), derivadas del consumo humano de proteínas estimadas, se refieren únicamente al tratamiento de aguas residuales domésticas (categoría 5D1) y se considera que engloba aquellas provenientes del tratamiento de las aguas residuales industriales (categoría 5D2), al aplicar el parámetro F_{IND-COM} (factor para las proteínas industriales y comerciales coeliminadas en los sistemas de alcantarillado).

7.4.2.1 Variable de actividad en la estimación de las emisiones de CH₄

Para el cálculo de las emisiones de CH₄ en la depuración de aguas de origen doméstico, se ha considerado tanto el agua recolectada, recogida a través de la red de alcantarillado, como la no recolectada.

La variable de actividad empleada es la carga orgánica del agua (TOW, del inglés *Total Organic Waste*) (expresada en masa de demanda bioquímica de oxígeno, DBO₅). Para el cálculo de dicha variable se ha empleado el informe técnico “Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)”, elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). De dicho informe se han podido extraer, para los años pares del periodo 1998-2010, datos sobre población equivalente recolectada y no recolectada, sistemas de tratamiento de aguas y sistemas de tratamiento de lodos. La serie de habitantes equivalentes (h-e) ha sido proyectada hacia 1990, empleando la evolución de la población española a lo largo del periodo 1990-2007. Para los años posteriores al 2010 (período 2011-2021, replicándose los años pares) se ha utilizado la información (desagregada a nivel provincial) de cuestionarios bienales sobre la carga de aguas residuales urbanas (en h-e) que cumplen con la Directiva 91/271/CE, proporcionados por la Dirección General del Agua (DGA).

En la tabla siguiente se muestran los valores de la variable de actividad final (TOW recolectada y no recolectada).

Tabla 7.4.3. Variable de actividad (carga orgánica del agua) en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen doméstico (5D1)

Año	Población total (h-e)	% población NO recolectada (h-e)	% población recolectada (h-e)	TOW no recolectada (kt DBO ₅)	TOW recolectada (kt DBO ₅)
1990	57.950.126	77,37 %	22,63 %	981,93	287,17
2000	60.057.500	33,92 %	66,08 %	446,09	869,17
2005	65.126.605	13,99 %	86,01 %	199,49	1.226,78
2010	69.586.639	6,75 %	93,25 %	102,93	1.421,02
2015	69.354.426	4,89 %	95,11 %	74,33	1.444,53
2020	70.765.811	3,34 %	96,66 %	51,74	1.498,03
2021	70.728.639	1,62 %	98,38 %	25,06	1.523,90

En la siguiente figura se observa la evolución de la población recolectada frente a la no recolectada (datos en población equivalente). A partir de 1997, el porcentaje de población española cuyas aguas residuales son recolectadas y tratadas es mayor que el porcentaje de población sin tratamiento. Esta evolución es coherente con la progresiva implementación de las obligaciones de la Directiva 91/271/CEE en España.

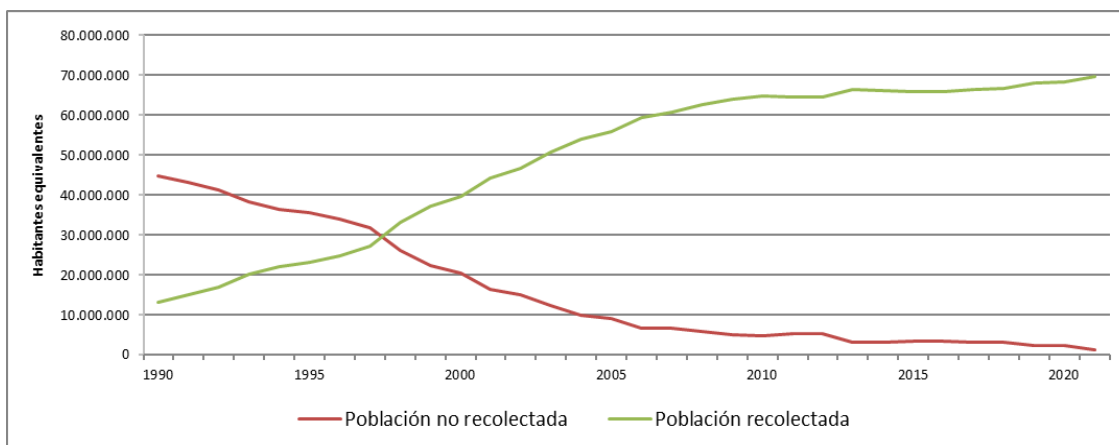


Figura 7.4.1. Evolución de la población tratada y no tratada en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen doméstico (5D1) (cifras en habitantes equivalentes)

El desarrollo metodológico completo empleado para esta estimación se incluye en el juicio de experto con código INV-ESP-JE/WASTE/2015-001 cuya ficha se puede consultar en el anexo 8 de este informe.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Tratamiento de aguas residuales domésticas](#).

7.4.2.2 Factores de emisión en la estimación de las emisiones de CH₄

En la ecuación 6.1 de la Guía IPCC 2006 (cap. 6, vol. 5) el factor de emisión es el constituido por el término $[\sum_{i,j}(U_i \times T_{i,j} \times FE_j)]$, donde:

- 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 (en España no existe esta distinción).
- FE_j = factor de emisión, kg CH₄/kg BOD. A su vez el FE_j se calcula como:

$$FE_j = B_0 \times MCF_j$$

donde:

- B_0 = capacidad máxima de producción de CH₄, kg CH₄/kg COD.
- MCF_j = factor corrector para el CH₄ (fracción).

Para las emisiones procedentes de las aguas recolectadas y tratadas por sistemas aeróbicos y no aeróbicos, los FE se han estimado empleando valores por defecto para B_0 y MCF de la Guía IPCC 2006. Por otra parte, para las aguas no recolectadas, los parámetros por defecto son corregidos por valores porcentuales correspondientes a los sistemas de infiltración, fosas sépticas y tanques de Imhoff. Dichos datos son obtenidos a través del Censo Nacional de Lodos (CNV) para el período 2005-2021. Para los años previos al 2005 (1990-2004), los valores han sido replicados.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Tratamiento de aguas residuales domésticas](#).

Las emisiones finalmente estimadas estarán constituidas por el sumatorio de los productos de los factores de emisión por las cargas orgánicas (TOW) y por los grados de utilización de cada tipo de tratamiento.

En la siguiente figura se observa la tendencia descendente de las emisiones de CH₄, en consonancia con el incremento de población equivalente bajo sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas. La relativa estabilidad de las emisiones en los últimos años de la serie temporal es debida a la ausencia de información relativa a la puesta en marcha de nuevas estaciones depuradoras de agua residual doméstica.

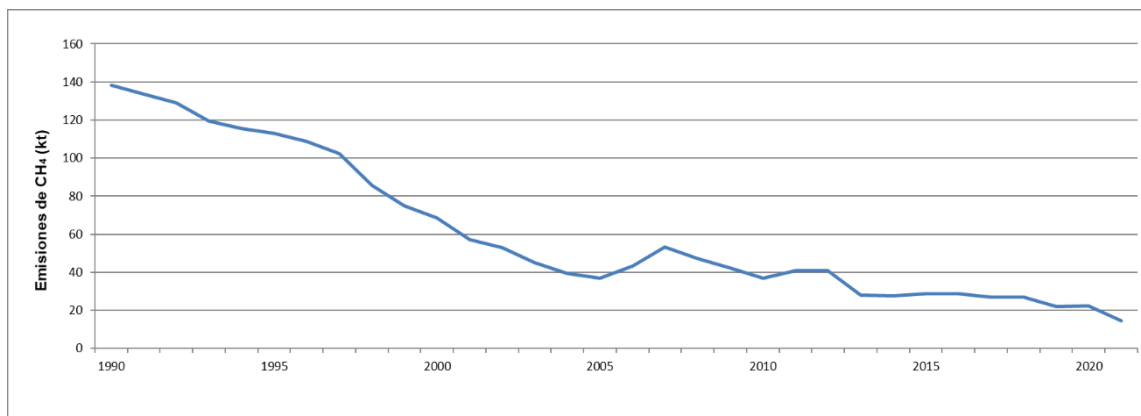


Figura 7.4.2. Evolución de las emisiones netas de CH₄ en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen doméstico (5D1) (cifras en kt)

7.4.2.3 Emisiones derivadas de la quema del CH₄ captado

Se ha estimado la cantidad de CH₄ generado y captado en los sistemas de digestión anaerobia de las estaciones depuradoras de agua residual doméstica en España con base en la nota técnica “Usos del gas producido en las estaciones depuradoras de aguas residuales de España (1990-2012)” elaborada por el CEDEX.

De este estudio se extrae una estimación de las cantidades de CH₄ generadas durante el tratamiento anaerobio en reactores cerrados de los lodos de depuradoras de aguas residuales domésticas, así como unos porcentajes de reparto de quema del CH₄ entre los distintos dispositivos (antorchas, motores y calderas).

Siguiendo las indicaciones de buenas prácticas incluidas en la Guía IPCC 2006, en la que se indica que “...las emisiones provenientes de la quema en antorcha son insignificantes, pues las emisiones de CO₂ son de origen biogénico y las emisiones de CH₄ y N₂O son muy pequeñas...” (apdo. 6.2.1, cap. 6, vol. 5), las emisiones de CH₄, N₂O y CO₂ de la quema en antorchas no se estiman.

Aquellas emisiones derivadas de la recuperación con valorización energética son contabilizadas en el sector Energía (categoría 1A1a).

La metodología completa de las emisiones para los distintos dispositivos de quema se explica aquí por motivos de coherencia, trazabilidad y transparencia de la información.

La estimación de emisiones se ha calculado multiplicando la cantidad de CH₄ quemado en cada dispositivo (VA, variable de actividad) por su correspondiente factor de emisión (FE) específico para cada contaminante y dispositivo de quema.

Como variable de actividad se ha empleado el CH₄ generado por el tratamiento anaerobio de los lodos de origen doméstico, calculado por el CEDEX en la mencionada nota técnica, aplicándole los porcentajes que se muestran a continuación.

Tabla 7.4.4. Reparto del CH₄ captado entre los diferentes dispositivos de quema en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1) (% de reparto)

Año	Antorchas	Calderas	Motores
1990	21,8 %	26,2 %	52,0 %
2000	15,0 %	23,3 %	61,8 %

Año	Antorchas	Calderas	Motores
2005	15,6 %	20,5 %	63,9 %
2010	15,3 %	21,2 %	63,5 %
2012-2021	9,7 %	17,0 %	73,3 %

En la tabla 7.4.5 se representa el metano resultante de aplicar los porcentajes anteriores al total generado y captado en las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas.

Tabla 7.4.5. Cantidades de CH₄ generado y captado en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1) (cifras en kt)

Año	CH ₄ quemado en antorchas (kt)	CH ₄ valorizado energéticamente (kt)	CH ₄ generado y captado ⁷ aguas domésticas (kt)
1990	6,32	22,73	29,05
2000	8,70	49,39	58,09
2005	11,38	61,48	72,86
2010	11,86	65,52	77,38
2015	7,22	71,88	79,11
2019	7,20	72,08	79,28
2020	7,21	72,23	79,44
2021	7,07	72,83	79,90

En el caso de recuperación con valorización energética, se han utilizado los factores de emisión propuestos por la Guía IPCC 2006, para la combustión estacionaria con combustible "Gas Biomass" (cuadro 2.2, cap. 2, vol. 2). Para transformar los datos en g/tonelada de CH₄, se ha tomado el PCI por defecto de 50,4 TJ/kt propuesto por la Guía IPCC 2006 (cuadro 1.2, cap. 1, vol. 2).

A continuación, se muestran las emisiones de CH₄ y N₂O de la serie inventariada debidas a la valoración energética del biogás captado en depuradoras de aguas residuales domésticas y que se reportan bajo el sector Energía (1A1a).

Tabla 7.4.6. Emisiones debidas a la valorización energética del CH₄ captado en depuradoras de agua residual doméstica (1A1a) (cifras en toneladas)

Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH ₄	1,14	3,09	3,29	3,61	3,62	3,62	3,65
N ₂ O	0,11	0,31	0,33	0,36	0,36	0,36	0,37

7.4.2.4 Emisiones indirectas de N₂O

Para el cálculo de las emisiones indirectas de N₂O producidas a partir del nitrógeno de las proteínas procedentes de la ingestión de la dieta humana contenido en el efluente de las plantas de tratamiento de aguas de origen doméstico, se ha aplicado la ecuación 6.7 de la Guía IPCC 2006 (cap. 6, vol. 5):

$$Emisiones\ de\ N_2O = N_{EFLUENTE} \times FE_{EFLUENTE} \times 44/28$$

La variable de actividad es el factor $N_{EFLUENTE}$ (cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales, expresada en kg N/año). Dicho factor se ha calculado mediante el uso de las ecuaciones 6.8 y 6.9 de la mencionada guía. Al disponerse en la presente edición de información sobre el grado de utilización de tratamientos avanzados de

⁷ La nota técnica "Usos del gas producido en las estaciones depuradoras de aguas residuales de España (1990-2012)" asume un 100 % de recuperación del CH₄ generado.

nitrificación-desnitrificación, ha sido posible descontar del N_{EFLUENTE} el nitrógeno eliminado en dichos tratamientos avanzados (N_{wwr}).

Los valores de los parámetros empleados en el algoritmo de cálculo para la estimación de las emisiones son los siguientes:

- **Población:** se ha tomado la serie del Instituto Nacional de Estadística (INE), ubicada en la sección “Cifras de población” del [sitio web del INE](#), estimada a 1 de julio, para los años 2012-2021. Para el periodo 1990-2011, la población se ha tomado de la sección “Estimaciones intercensales de la población”, también estimada a 1 de julio, del INE.
- **Población equivalente recolectada y no recolectada:** dato porcentual tomado del estudio “Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)”, elaborado por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX). La serie de habitantes equivalentes ha sido proyectada hacia 1990, empleando la evolución de la población española a lo largo del período 1990-2007. Para los años posteriores al 2010 (período 2011-2021, replicándose los años pares) se ha utilizado la información de cuestionarios bienales sobre la carga de aguas residuales urbanas (en h-e) que cumplen con la Directiva 91/271/CE, proporcionados por la Dirección General del Agua (DGA). A partir de estos se ha obtenido información sobre la carga recolectada y tratada y sin recolectar de las diferentes regiones de España (desagregada a nivel provincial). Dentro de esta información, además, se especifica el tratamiento primario y secundario aplicado, así como otros tratamientos realizados y si hay eliminación de nitrógeno y/o fósforo (tratamiento avanzado).
- **Consumo per cápita anual de proteínas:** el consumo alimentario humano de proteína tanto en hogares como extradoméstico, expresado en toneladas totales, para la población de referencia del estudio de la Dieta Alimentaria en España y facilitado por MAPA (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente); junto con los valores de contenido proteico de los alimentos, suministrado por la Base de Datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA), proporciona el consumo humano de proteínas medio, que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7.4.7. Consumo humano de proteínas medio nacional (cifras en g/hab/día)

1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
97,01	115,21	102,36	88,50	92,73	98,59	90,00

- **F_{NPR} , fracción de nitrógeno en las proteínas; $F_{\text{NON-CO}_N}$, factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales; $F_{\text{IND-CO}_M}$, factor para las proteínas industriales y comerciales coeliminadas en los sistemas de alcantarillado:** se aplican los valores por defecto propuestos por la Guía IPCC 2006: 0,16 kg N/kg proteína; 1,4 y 1,25 respectivamente (cuadro 6.11, cap. 6, vol. 5).
- **N_{LODO} , nitrógeno separado con el lodo residual:** se toma un 4 % de nitrógeno en el lodo, como valor intermedio en el rango de 3,5 % a 4,5 % establecido en el estudio “Caracterización de los lodos de depuradoras generados en España”, elaborado por el antiguo Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM). La información sobre las cantidades de lodo retirado procede del Registro Nacional de Lodos (RNL). Los datos correspondientes al 2021 son replicados del 2020 al no disponerse de información actualizada (categoría 5E1).

Tabla 7.4.8. Lodos de depuradora retirados (5E1) (cifras en toneladas de materia seca)

1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
416.884	987.328	1.086.720	631.383	728.910	693.376	693.376

- **T_{PLANTA} , grado de utilización de las plantas con tratamiento avanzado de nitrificación-desnitrificación:** para los años pares desde 1998 a 2010, ambos inclusive, la

información se obtiene a partir del informe técnico “Estimación de la producción y tratamiento de lodos de EDAR en España y su evolución temporal (1998-2010)” elaborado por el CEDEX. Los años impares se han estimado por interpolación lineal. Desde 1990 a 1998, los datos han sido extrapolados mediante un ajuste exponencial, asumiendo un 5 % de utilización en 1990 y que, con la entrada en vigor en el año 1991 de la Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, la construcción de plantas con tratamiento más riguroso sufriría un crecimiento de tipo exponencial hasta enlazar con el dato de 1998 (31,1 % de los habitantes equivalentes considerados). Para los años 2011-2021 se ha actualizado la información de cuestionarios bienales sobre la carga de aguas residuales urbanas (en h-e) que cumplen con la Directiva 91/271/CE, proporcionados por la Dirección General del Agua (DGA). En dichos informes se especifica la ratio de población equivalente que recibe tratamientos avanzados de nitrificación-desnitrificación.

Tabla 7.4.9. Grado de utilización de plantas con tratamiento avanzado (% de habitantes equivalentes)

1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
5,00	38,45	39,60	40,07	48,23	39,91	34,13

Para el factor de emisión $FE_{EFLUENTE}$ de la ecuación 6.7 y el factor de la 6.9, se han empleado los valores por defecto de la Guía IPCC 2006: 0,005 kg N₂O-N/kg N y 3,2 g N₂O/persona/año respectivamente (cuadro 6.11, cap. 6, vol. 5).

Tabla 7.4.10. Evolución de las emisiones de N₂O por consumo humano de proteína (cifras en toneladas)

1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
2.895	3.728	3.485	3.099	3.278	3.530	3.202

7.4.3 Incertidumbre y coherencia temporal

En la tabla siguiente, se recogen las incertidumbres calculadas para esta categoría.

Tabla 7.4.11. Incertidumbres asociadas a Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CH ₄	25	30	<u>Variable de actividad:</u> La incertidumbre asociada a las variables de actividad utilizadas en la estimación de las emisiones de CH ₄ está determinada por ciertas carencias de información. Para las aguas de origen doméstico, la información de base procede, para los años pares del periodo 1998-2010, del estudio “Estimación de la producción y tratamiento de lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales” elaborado por el CEDEX, habiéndose utilizado procedimientos de interpolación y extrapolación para el resto de los años del periodo inventariado. En conjunto, podría asumirse un valor de 25 %. Con respecto a la variable de actividad utilizada para la estimación de las emisiones de N ₂ O se adopta la incertidumbre propuesta en la Guía IPCC 2006, que es un 10 %.
N ₂ O	10	1.411,7	<u>Factores de emisión:</u> Para los parámetros que determinan el factor de emisión se asumen en general las incertidumbres propuestas en los cuadros 6.7, 6.10 y 6.11 de la Guía IPCC 2006, un 30 % en el caso de CH ₄ y un 1.411,7 % para el N ₂ O de la Guía IPCC 2019, cuadro 6.8, cap.6, vol. 5, siguiendo la recomendación de la revisión IPCC 2019 (2019ESPQA201).

7.4.4 Control de calidad y verificación

Las actividades de control de calidad se centran en verificar y contrastar la información sobre la variable de actividad y los factores de emisión implícitos, analizando las tendencias a nivel de categoría, con el fin de identificar posibles problemas subyacentes y valores atípicos.

Adicionalmente, se lleva a cabo una comparación entre los diferentes reportes y a lo largo de la serie temporal, observando la evolución histórica y asegurando la consistencia y la coherencia.

7.4.5 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición del Inventario Nacional se han realizado nuevos cálculos.

Primero, para el período 1999-2020 se ha producido un recálculo debido a nuevos datos recibidos referentes a la cantidad total de proteína consumida (g/habitante/día). Seguidamente, se ha actualizado el parámetro Tplanta para el 2020. Además, para los años 2019 y 2020 se ha actualizado la cantidad de lodos producidos debido a nueva información recibida por parte del punto focal (RNL). Todo ello afecta a las emisiones de N₂O.

En cuanto a la cantidad de biogás quemado para valorización energética (1A1a), también se han realizado recálculos: para el periodo 2015-2017 debido a la corrección de la cantidad de biogás quemado en motores y para el año 2019 debido a la corrección del factor de emisión del CH₄ y del N₂O. Esto afecta a las emisiones de N₂O y CH₄ y las gráficas comparativas en CO₂ equivalente aparecerán en el capítulo de Energía.

A continuación, se muestra la comparación de las emisiones de CH₄ y N₂O en CO₂ equivalente entre las ediciones actual y anterior del Inventario Nacional en términos de valores absolutos (figuras 7.4.3 y 7.4.5) y en términos relativos (figuras 7.4.4 y 7.4.6) (emisiones calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto *Assessment Report*)⁸.

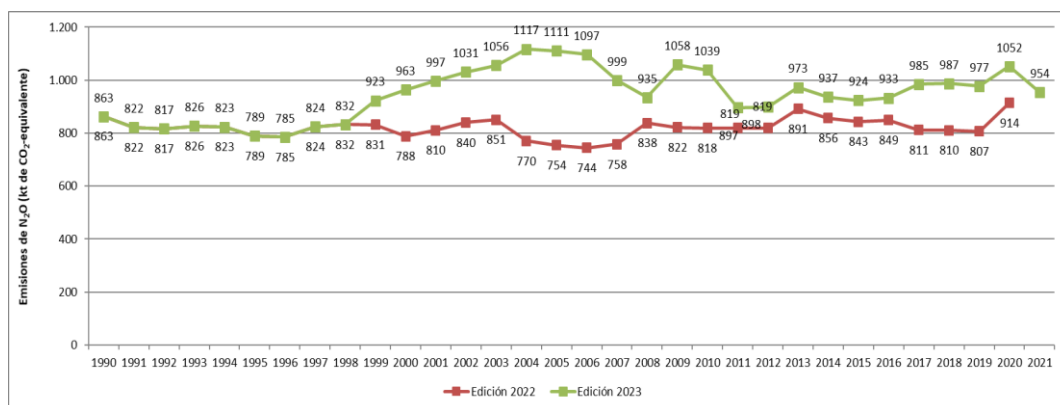


Figura 7.4.3. Emisiones de N₂O en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1). Edición 2023 vs. edición 2022 (cifras en kt de CO₂-eq)

⁸ https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

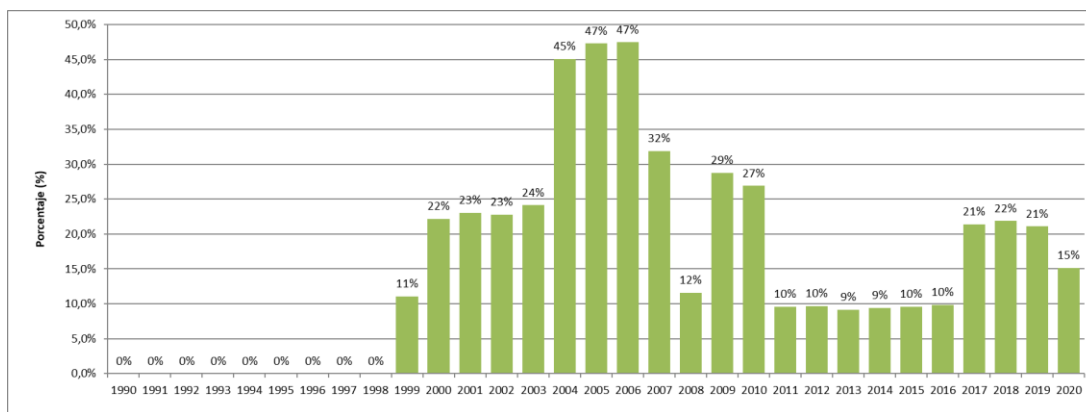


Figura 7.4.4. Diferencia porcentual de las emisiones de N₂O en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1). Edición 2023 vs. edición 2022

7.4.6 Planes de mejora

Se considera importante continuar con la colaboración de la Dirección General del Agua del MITECO, en concreto con la Subdirección General de Planificación Hidrológica con el objeto de obtener datos actualizados sobre la depuración de aguas residuales domésticas en España para los últimos años de la serie inventariada.

Además, en futuras ediciones, se pretende trabajar en la actualización de la metodología de la presente categoría de acuerdo con las nuevas y/o actualizadas fórmulas y parámetros del refinamiento de 2019 de la Guía IPCC 2006.

7.5 Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2)

7.5.1 Descripción de la actividad

En esta categoría se incluyen las emisiones de las plantas de tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial en España. Este tipo de plantas son fuente de generación de CH₄ como consecuencia del propio proceso de depuración. Parte de este CH₄ generado es captado por las propias plantas de tratamiento.

Siguiendo las indicaciones de buenas prácticas incluidas en la Guía IPCC 2006, en la que se indica que “...las emisiones provenientes de la quema en antorcha son insignificantes, pues las emisiones de CO₂ son de origen biogénico y las emisiones de CH₄ y N₂O son muy pequeñas...” (apdo. 4.4.1, cap. 4, vol. 5), las emisiones de CH₄, N₂O y CO₂ de la quema en antorchas no se estiman. Mientras que aquellas emisiones provenientes de la quema del biogás captado con valorización energética son contabilizadas en el sector Energía (categoría 1A1a), aunque su estimación se describe en este apartado.

Esta categoría es considerada como categoría clave del Inventario para el CH₄, según el análisis de la tabla 7.1.4.

A continuación, se muestran las emisiones de CH₄ correspondientes a esta categoría:

Tabla 7.5.1. Emisiones de CH₄ en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2) (cifras en kt)

Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH ₄	68,77	59,76	52,32	46,07	48,46	46,47	48,99

En la tabla siguiente se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones del gas en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las

emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector Residuos.

Tabla 7.5.2. Emisiones de CO₂-eq (kt) en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2): valores absolutos, índices y ratios.

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	1925,5	1673,3	1.464,9	1290,0	1.357,0	1301,1	1371,7
Variación % vs. 1990	100,0	86,9	76,1	67,0	70,5	67,6	71,2
5D2 / INV (CO ₂ -eq)	0,7 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	0,4 %	0,5 %	0,5 %
5D2 / Residuos (CO ₂ -eq)	14,2 %	10,9 %	8,8 %	7,9 %	8,9 %	8,9 %	9,6 %

Respecto a la procedencia de la información, se distingue entre focos puntuales, para las que se dispone de información individualizada a nivel de planta; y fuentes de área, en las que la información aparece agregada por sector o subsector industrial.

7.5.1.1 Focos puntuales

Se dispone de información actualizada de refinerías de petróleo y de la industria de fabricación de pasta de papel.

La variable de actividad considerada ha sido la carga orgánica total (TOW).

El volumen de agua residual tratada se ha obtenido de la siguiente manera:

- Periodo 1990-2000: ratio del año 2001 volumen/producción (m³ de agua tratada/tonelada de pasta de papel producida). Tomando el valor de esta ratio y los valores de la serie de producción de pasta de papel para el periodo 1990-2000 procedente de los cuestionarios individualizados, se calcularon, para cada planta, los valores de volumen de agua residual tratada para el periodo 1990-2000.
- Periodo 2001-2021: cuestionarios individualizados.

Tabla 7.5.3. Volumen de agua residual industrial depurada en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial-Focos puntuales (5D2) (cifras en m³)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Plantas de fabricación de pasta de papel	31.418.069	64.646.115	67.191.043	47.545.752	52.923.611	44.837.519	46.946.282
Refinerías de petróleo	29.647.954	29.469.821	35.178.592	32.642.142	36.251.804	36.221.216	38.839.684

7.5.1.2 Fuentes de área

Las fuentes de área cubren los sectores de la industria agroalimentaria y de la industria química.

La información de base sobre estas fuentes de área se muestra en la tabla 7.5.6. Los datos de producción o consumo de materia prima principal provienen de los estudios de regulación de vertidos realizados por la antigua Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas para los años 1994 y 1996. El desglose por subsectores de actividad sigue la Clasificación Nacional de Actividades Económicas de 2009 (CNAE-2009):

División 10: Industria de la alimentación y fabricación de bebidas:

- CNAE 10.1: Procesado y conservación de carne y elaboración de productos cárnicos.
- CNAE 10.2: Procesado y conservación de pescados, crustáceos y moluscos.
- CNAE 10.39: Otro procesado y conservación de frutas y hortalizas.
- CNAE 10.4: Fabricación de aceites y grasas vegetales y animales.

- CNAE 10.5: Fabricación de productos lácteos.
- CNAE 11.01: Destilación, rectificación y mezcla de bebidas alcohólicas.
- CNAE 11.02: Elaboración de vinos.
- CNAE 11.05: Fabricación de cerveza.

División 20: Industria química y fabricación de productos farmacéuticos:

- CNAE 20.14: Fabricación de otros productos básicos de química orgánica.
- CNAE 20.15: Fabricación de fertilizantes y compuestos nitrogenados.
- CNAE 21.10: Fabricación de productos farmacéuticos de base.
- CNAE 21.20: Fabricación de especialidades farmacéuticas.

Para obtener series temporales homogéneas para el conjunto del periodo 1990-2021, se proyectaron las cifras de producción de los años de referencia de cada uno de los dos sectores considerados (1994 para el sector agroalimentario y 1996 para el sector químico), con los correspondientes índices de producción industrial (IPI) que elabora el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Tabla 7.5.4. Índice de Producción Industrial (año base 2010)

Año	ALIMENTACIÓN		QUÍMICA	
	Serie original	Serie normalizada	Serie original	Serie normalizada
1990	82,10	102,31	76,84	90,14
1991	81,93	102,10	74,80	87,75
1992	75,49	94,08	72,62	85,19
1993	78,61	97,97	72,56	85,12
1994	80,24	100,00	84,57	99,21
1995	79,03	98,49	83,76	98,26
1996	77,88	97,06	85,25	100,00
1997	83,05	103,50	91,25	107,05
1998	86,94	108,35	94,48	110,83
1999	86,96	108,37	95,35	111,85
2000	85,84	106,98	93,67	109,88
2001	87,67	109,25	94,00	110,27
2002	91,68	114,26	94,39	110,73
2003	92,95	115,84	97,62	114,52
2004	95,54	119,07	98,42	115,46
2005	97,24	121,18	99,03	116,16
2006	97,56	121,58	100,42	117,80
2007	99,62	124,15	102,71	120,48
2008	98,65	122,95	97,29	114,13
2009	97,95	122,07	95,43	111,94
2010	100,00	124,62	100,00	117,31
2011	100,21	124,88	101,11	118,61
2012	97,14	121,06	94,05	110,33
2013	96,33	120,05	92,90	108,98
2014	100,11	124,76	97,26	114,10
2015	101,04	125,92	101,24	118,76
2016	102,91	128,25	103,13	120,98
2017	102,23	127,40	105,37	123,60
2018	103,06	128,44	106,57	125,01
2019	105,08	130,95	106,49	124,92
2020	100,07	124,71	104,64	122,75

Año	ALIMENTACIÓN		QUÍMICA	
	Serie original	Serie normalizada	Serie original	Serie normalizada
2021	104,31	129,99	111,45	130,74

A partir del IPI se estima la producción de cada uno de estos sectores industriales a lo largo de la serie temporal y, posteriormente, el volumen de agua residual generada, aplicando la ratio de vertido (tabla 7.5.6) por unidad de producto. A continuación, se muestra el agua residual tratada resultante.

Tabla 7.5.5. Volumen de agua residual industrial depurada en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial-Fuentes de área (5D2) (cifras en m³)

1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
1.188.897.243	1.478.854.983	1.504.653.093	1.522.096.024	1.593.472.441	1.546.030.758	1.632.477.342

En la siguiente figura se observa de manera gráfica la evolución del volumen de agua residual industrial tratada a nivel de fuente de área, observando claramente una moderada tendencia creciente con bajadas relativas.

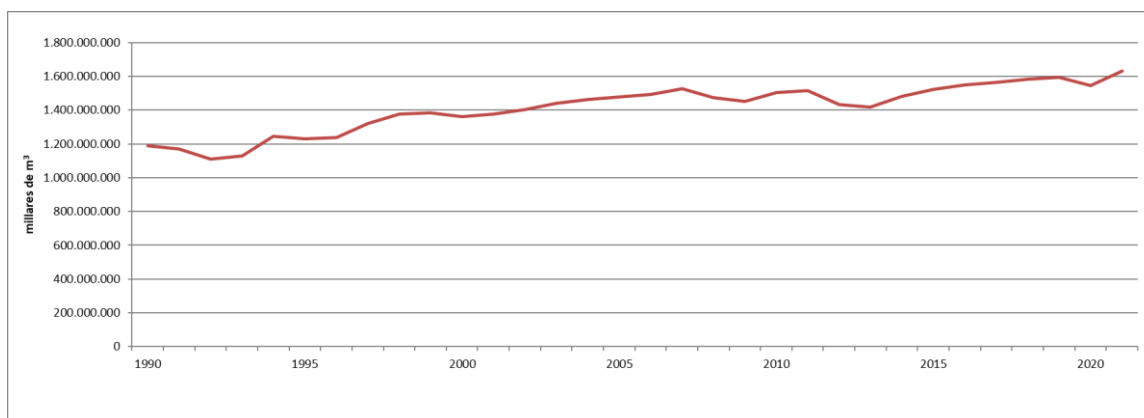


Figura 7.5.1. Evolución del volumen de agua tratada en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial (5D2) (fuente de área) (cifras en millones de m³)

7.5.2 Metodología

Las emisiones incluidas en esta categoría han sido calculadas siguiendo la metodología de la Guía IPCC 2006 (cap. 6, vol. 5), conforme al enfoque de nivel 2.

7.5.2.1 Variable de actividad

Para los focos puntuales, la variable de actividad considerada es la carga orgánica total (TOW). Para obtenerla, se ha utilizado la ecuación 6.6 descrita en la Guía IPCC 2006. Los valores de demanda química de oxígeno (DQO) utilizados son los propuestos por defecto: 9 kg DQO/m³ para las plantas de fabricación de pasta de papel y 1 kg DQO/m³ para las refinerías de petróleo.

Respecto a las fuentes de área, la variable de actividad considerada es, también, la carga orgánica total, (TOW). Para obtener esta variable, se ha partido de la ecuación 6.6 descrita en la Guía IPCC 2006.

Los valores de ratio de vertido y DQO adoptados, han sido los valores por defecto propuestos por la Guía IPCC 2006 (cuadro 6.9, cap. 6, vol. 5), excepto para la industria química, cuyo valor ha sido extraído como promedio de los valores proporcionados a través de cuestionarios para el año 2015 de la Federación Empresarial de la Industria Química Española (FEIQUE). Se muestran a continuación los valores considerados.

Tabla 7.5.6. Parámetros utilizados en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial-Fuentes de área (5D2)

Sector Industrial	Subsector	Producción		Ratio de vertido		Densidad	DQO (kg /m ³)
		Cantidad	Ud.	Cantidad	Ud.		
Alimentación y bebidas (Año referencia 1994)	Aceites vegetales	10.482.798	t	3,1 ⁽¹⁾	m ³ /t	-	0,85 ⁽¹⁾
	Azúcar	1.339.999	t	11 ⁽¹⁾	m ³ /t	-	3,2 ⁽¹⁾
	Cárnicas	934.000	t	13 ⁽¹⁾	m ³ /t	-	4,1 ⁽¹⁾
	Cerveza	24.280.003	HI	0,63 ⁽¹⁾	m ³ /HI	1 t/m ³	2,9 ⁽¹⁾
	Conservas de pescado	670.000	t	13 ⁽¹⁾	m ³ /t	-	2,5 ⁽¹⁾
	Conservas vegetales	14.749.998	t	20 ⁽¹⁾	m ³ /t	-	5 ⁽¹⁾
	Lácteos	4.765.900	t	7 ⁽¹⁾	m ³ /t	-	2,7 ⁽¹⁾
Vinos y licores	38.235.555	HI	2,3 ⁽¹⁾	m ³ /HI	1 t/m ³	1,5 ⁽¹⁾	
Química (Año referencia 1996)	Farmacia	59.800.654	m ³				
	CNAE: 21.10	54.804.020	m ³	5,2	m ³ /t	1 t/m ³	3 ⁽¹⁾
	CNAE: 21.20	4.996.634	m ³	5,2	m ³ /t	1 t/m ³	3 ⁽¹⁾
	Química orgánica	84.777.436	m ³				
	CNAE: 20.14	31.430.199	m ³	5,2	m ³ /t	1 t/m ³	3 ⁽¹⁾
	CNAE: 20.15	53.347.237	m ³	5,2	m ³ /t	1 t/m ³	3 ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Fuente: Guía IPCC 2006. Cuadro 6.9, cap. 6, vol. 5

Por último, la información sobre la cantidad de CH₄ capturado y posteriormente quemado (en toneladas) ha sido obtenida a partir de un informe realizado en colaboración con la OECC⁹.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Tratamiento de aguas residuales industriales](#).

7.5.2.2 Factores de emisión

Las fórmulas de cálculo empleadas se corresponden con las ecuaciones 6.4 y 6.5 de la Guía IPCC 2006. Se describen a continuación los parámetros adoptados:

- B₀, capacidad máxima de producción de CH₄: se ha tomado el valor por defecto recomendado por la Guía IPCC 2006 para el agua industrial: 0,25 kg CH₄/kg DQO (cuadro 6.2, cap. 6, vol. 5).
- MCF, factor de corrección para el CH₄: se utilizan los factores por defecto propuestos por la Guía IPCC 2006 (cuadro 6.8, cap. 6, vol. 5). En la siguiente tabla se muestran los valores según la fuente de información, tratamiento y periodo.

Tabla 7.5.7. Factor MCF empleado en la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial (5D2)

Fuente de información	Tipo de tratamiento	Periodo	MCF	Comentarios
Focos puntuales	Tratamientos aeróbicos con una buena gestión de los mismos	1990-2019	0,05 ⁽¹⁾	-
Fuentes de área	Tratamientos aeróbicos (excepto industria cervecera)	1990-1996	0,10 ⁽¹⁾	-
		1997-2006	0,075 ⁽¹⁾	Entrada en vigor de la Directiva IPCC (Directiva 96/61/CE y Ley 16/2002 de 1 de julio). Se asume que las empresas comienzan a implantar restricciones y controles sobre las emisiones.

⁹ Proyecto fin de grado: "Análisis comparativo de las tecnologías de aprovechamiento energético del biogás en estaciones depuradoras de aguas residuales industriales en España- Estudio en profundidad de la motogeneración de biogás". Autor: David Maqueda Gómez. Universidad de Nebrija en colaboración con la Oficina Española de Cambio Climático (OECC). 2016.

Fuente de información	Tipo de tratamiento	Periodo	MCF	Comentarios
		2007-2021	0,05 ⁽¹⁾	Entrada en vigor de la ley 27/2006. Dicha ley establece que todos los complejos que realicen algunas de las actividades industriales descritas en el anejo I de la Ley 16/2002 deben disponer de autorizaciones ambientales integradas.
	Tratamientos anaeróbicos (industria cervecera)	1990-2021	0,80 ⁽¹⁾	Basado en el informe realizado en colaboración con la OECC (2016).

⁽¹⁾ Fuente: Guía IPCC 2006. Cuadro 6.8, cap. 6, vol. 5

Siguiendo las recomendaciones de la revisión ESD (ES-5D-2017-0003) de 2017, se realiza una atenuación progresiva del factor MCF para las fuentes de área con tratamientos aeróbicos (independientes para cada tipo de industria estudiada), generando una progresión en cada intervalo descrito en la tabla 7.5.7, a excepción de la industria cervecera, que mantiene un valor MCF constante en la serie temporal.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Tratamiento de aguas residuales industriales](#).

- S, componente orgánico separado como lodo: se considera que se retira un 32,5 % de carga orgánica del agua con el fango primario. Es el único dato contrastable de la literatura del que se dispone (*Metcal & Eddy, 1995, Wastewater engineering*).
- R, recuperación: basándose en el informe realizado en colaboración con la OECC ¹⁰ la industria cervecera es la única que aplica un tratamiento anaeróbico al agua residual industrial, siendo su porcentaje de recuperación del 100 %.

En la figura 7.5.2 se muestra la evolución de las emisiones netas de CH₄ para la serie completa del Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial (5D2).

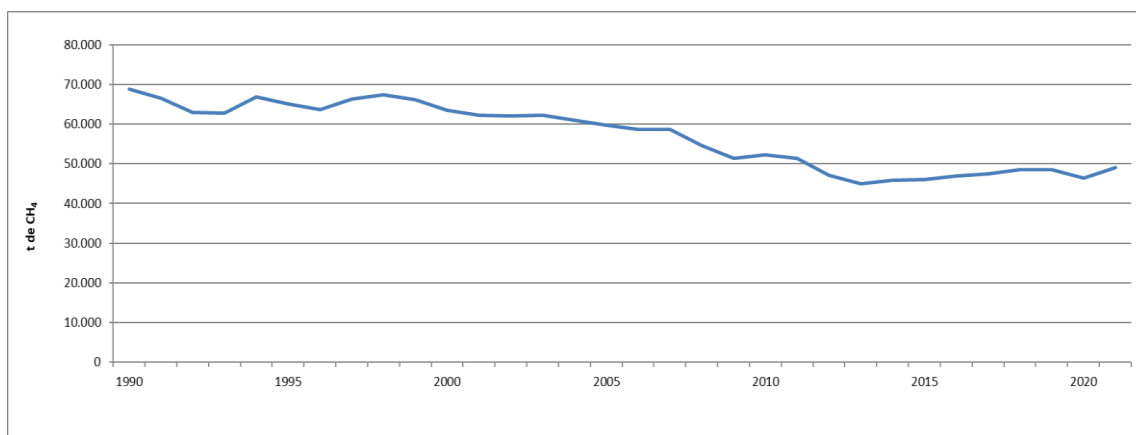


Figura 7.5.2. Evolución de las emisiones netas de CH₄ en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales de origen industrial (5D2) (cifras en toneladas)

7.5.2.3 Emisiones derivadas quema del CH₄ captado

Siguiendo las indicaciones de buenas prácticas incluidas en la Guía IPCC 2006, en la que se indica que “...las emisiones provenientes de la quema en antorcha son insignificantes, pues las emisiones de CO₂ son de origen biogénico y las emisiones de CH₄ y N₂O son muy pequeñas...”

¹⁰ Proyecto fin de grado: “Análisis comparativo de las tecnologías de aprovechamiento energético del biogás en estaciones depuradoras de aguas residuales industriales en España- Estudio en profundidad de la motogeneración de biogás”. Autor: David Maqueda Gómez. Universidad de Nebrija en colaboración con la Oficina Española de Cambio Climático (OECC). 2016.

(apdo. 6.2.1, cap. 6, vol. 5), las emisiones de CH₄, N₂O y CO₂ de la quema en antorchas no se estiman.

Aquellas emisiones derivadas de la valorización energética del CH₄ captado son contabilizadas en el sector Energía (categoría 1A1a).

Como se ha comentado anteriormente, solo la industria cervecera capta CH₄ para su aprovechamiento tras el tratamiento anaeróbico.

La metodología completa de las emisiones para los distintos dispositivos de quema se explica aquí por motivos de coherencia, trazabilidad y transparencia de la información.

La estimación de emisiones se ha calculado multiplicando la cantidad de CH₄ quemado en cada dispositivo (VA, variable de actividad) por su correspondiente factor de emisión (FE) específico para cada contaminante y dispositivo de quema.

El CH₄ de origen industrial ha sido calculado a través de los algoritmos de cálculo descritos en su apartado correspondiente.

En la siguiente tabla se representa el CH₄ generado y recuperado en las plantas de tratamiento de aguas residuales industriales.

Tabla 7.5.8. Cantidades de CH₄ generado y captado en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2) (cifras en kt)

Año	CH ₄ generado aguas industriales (kt)	CH ₄ captado aguas industriales (kt)
1990	74,90	6,13
2000	69,93	6,41
2005	67,02	7,26
2010	59,78	7,46
2015	53,61	7,54
2019	56,31	7,84
2020	53,94	7,47
2021	56,78	7,78

Sobre el CH₄ recuperado se han aplicado los porcentajes que aparecen citados en el informe realizado en colaboración con la OECC¹¹.

Tabla 7.5.9. Reparto del CH₄ captado entre los diferentes dispositivos de quema en el Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2) (% reparto)

Año	Antorchas	Calderas	Motores
1990-2021	42 %	58 %	0 %

A continuación, se muestran las emisiones de CH₄ y N₂O de la serie inventariada debidas a la valorización energética del biogás captado en las depuradoras de aguas residuales industriales y que se reportan bajo el sector Energía (1A1a).

Tabla 7.5.10. Emisiones de la valorización energética del CH₄ captado (1A1a) (cifras en toneladas)

Gas emitido	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH ₄	0,18	0,21	0,22	0,22	0,23	0,22	0,23
N ₂ O	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02

¹¹ Proyecto fin de grado: "Análisis comparativo de las tecnologías de aprovechamiento energético del biogás en estaciones depuradoras de aguas residuales industriales en España- Estudio en profundidad de la motogeneración de biogás". Autor: David Maqueda Gómez. Universidad de Nebrija en colaboración con la Oficina Española de Cambio Climático (OECC). 2016.

En el caso de recuperación con valorización energética, se han utilizado los factores de emisión propuestos por la Guía IPCC 2006, para la combustión estacionaria con combustible “Gas Biomass” (cuadro 2.2, capítulo 2, volumen 2). Para transformar los datos en g/tonelada de CH₄, se ha tomado el PCI por defecto de 50,4 TJ/kt propuesto por la Guía IPCC 2006 (cuadro 1.2, capítulo 1, volumen 2).

7.5.3 Incertidumbre y coherencia temporal

En la tabla siguiente se recogen las incertidumbres calculadas para esta categoría.

Tabla 7.5.11. Incertidumbres asociadas a la categoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales (5D2)

Gas	Inc. VA (%)	Inc. FE (%)	Descripción
CH ₄	25	30	<p><u>Variable de actividad:</u> La incertidumbre asociada a las variables de actividad utilizadas en la estimación de las emisiones de CH₄ está determinada por ciertas carencias de información. La información básica se refiere a años en la mitad de la década de los 90, a partir de los cuales se estimaron las series temporales 1990-2012 por interpolación y extrapolación mediante la aplicación de los correspondientes índices de producción industrial.</p> <p><u>Factores de emisión:</u> Para los parámetros que determinan el factor de emisión se asumen en general las incertidumbres propuestas en los cuadros 6.7, 6.10 y 6.11 de la Guía IPCC 2006, un 30 % en el caso de CH₄.</p>

7.5.4 Control de calidad y verificación

Las actividades de control de calidad se centran en verificar y contrastar la información sobre la variable de actividad y los factores de emisión implícitos, analizando las tendencias a nivel de categoría, con el fin de identificar posibles problemas subyacentes y valores atípicos. Adicionalmente, se lleva a cabo una comparación entre los diferentes reportes y a lo largo de la serie temporal, observando la evolución histórica y asegurando consistencia y coherencia.

7.5.5 Realización de nuevos cálculos

En la presente edición del Inventario Nacional no se ha realizado ningún recálculo en esta actividad.

7.5.6 Planes de mejora

Se prevé continuar con los esfuerzos para mejorar la calidad de la información proveniente de los sectores industriales del país. En concreto, se está trabajando en la recolección de información sobre la variable de actividad (cantidad de nitrógeno en los efluentes de aguas industriales) para aquellas industrias que tengan su propia planta depuradora para la estimación de las emisiones de N₂O para esta actividad en futuras ediciones de acuerdo con la metodología por defecto de las guías IPCC 2019.

7.6 Otras categorías no clave

En este apartado se presenta la información de otras actividades del sector Residuos que no tienen la consideración de categoría clave ni por el nivel ni por la tendencia.

Se trata de la Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos (5C) descrita en el apartado 7.6.1 y de Otras fuentes (5E) que incluye el Extendido de lodos (5E1) y los Incendios accidentales (5E2) en el apartado 7.6.2.

7.6.1 Incineración y quema al aire libre de residuos (5C)

7.6.1.1 Descripción de la actividad

En esta categoría se han estimado las emisiones producidas por las siguientes actividades:

- Incineración de lodos procedentes de la depuración de aguas residuales (5C11b).
- Incineración de residuos municipales, sin valorización energética (5C12a).
- Incineración de residuos hospitalarios (5C12b).
- Quema al aire libre de residuos agrícolas (restos de poda de los cultivos leñosos: vid y olivo) (5C21b).
- Quema al aire libre de residuos depositados en vertederos no gestionados (5C22a).

Seguidamente, se muestran, para esta categoría (5C), las emisiones de CH₄, CO₂, y N₂O.

Tabla 7.6.1. Emisiones por gas en la Incineración y quema al aire libre de residuos (5C)
(cifras en kt)

Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH ₄	8,65	8,18	12,06	12,27	10,84	13,64	13,64
CO ₂	124,38	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N ₂ O	0,79	0,84	1,15	1,15	1,05	1,28	1,28

Las emisiones en la categoría 5C proceden principalmente de la actividad 5C21b y su variación viene determinada fundamentalmente por la variación de la cantidad de residuos agrícolas quemados al aire libre.

En la tabla siguiente se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector Residuos.

Tabla 7.6.2. Emisiones de CO₂-eq (kt) en la Incineración y quema al aire libre de residuos (5C): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	574,9	452,9	642,8	648,5	580,6	721,5	721,4
Variación % vs. 1990	100,0	78,8	111,8	112,8	101,0	125,5	125,5
5C / INV (CO ₂ -eq)	0,2 %	0,1 %	0,2 %	0,2 %	0,2 %	0,3 %	0,2 %
5C / Residuos (CO ₂ -eq)	4,2 %	2,9 %	3,8 %	4,0 %	3,9 %	4,9 %	5,0 %

Las emisiones procedentes de la incineración de residuos industriales y residuos sólidos urbanos se encuentran contabilizadas en el sector Energía (categoría 1A1a). Para la incineración de residuos industriales en concreto, la combustión con recuperación energética ha tenido lugar durante todo el periodo en el que ocurre la actividad en España.

En las tablas 7.6.3, 7.6.4, 7.6.5 y 7.6.6 se muestran las emisiones de CH₄, CO₂, y N₂O de la serie inventariada debidas a la valoración energética en las incineradoras de residuos urbanos e industriales y que se reportan bajo el sector Energía (1A1a), diferenciando entre las emisiones debidas a la incineración de los residuos y las debidas a la combustión auxiliar.

Tabla 7.6.3. Emisiones de la valorización energética (Incineración de residuos sólidos urbanos) (1A1a) (cifras en toneladas)

Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH ₄	0,07	5,39	0,27	0,37	0,64	0,90	2,60
CO ₂	127,54	785,68	992,79	1.343,94	1483,43	1.399,48	1.498,16
N ₂ O	18,54	85,43	95,78	111,38	111,05	102,92	108,58

Tabla 7.6.4. Emisiones de la valorización energética (Incineración de residuos sólidos urbanos (Combustión auxiliar)) (1A1a) (cifras en toneladas)

Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH ₄	-	0,15	0,21	0,27	0,45	0,45	0,42
CO ₂	-	9,29	12,20	19,93	31,59	28,30	26,55
N ₂ O	-	0,13	0,19	0,18	0,31	0,26	0,25

Tabla 7.6.5. Emisiones de la valorización energética (Incineración de residuos industriales) (1A1a) (cifras en toneladas)

Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH ₄	-	0,02	0,22	0,17	0,18	0,21	0,17
CO ₂	-	51,93	60,18	61,74	79,79	76,72	73,89
N ₂ O	-	3,92	5,06	5,16	3,36	3,45	3,24

Tabla 7.6.6. Emisiones de la valorización energética (Incineración de residuos industriales (Combustión auxiliar)) (1A1a) (cifras en toneladas)

Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH ₄	-	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01
CO ₂	-	1,68	0,48	0,59	0,27	0,30	0,31
N ₂ O	-	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00

7.6.1.2 Metodología

A continuación, se detalla, para cada una de las actividades consideradas, la metodología seguida para estimar las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O.

7.6.1.2.1 Incineración de lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales (5C11b)

En esta categoría se han estimado las emisiones producidas por la incineración de lodos procedentes de los procesos de depuración de aguas residuales conforme al enfoque de nivel 2 (cap. 5, vol. 5). Los valores de esta variable se diferencian según tipología de fuente emisora, que a su vez condiciona la fuente de información utilizada. Así se tiene:

- i. los asumidos para las fuentes de área (tabla 7.6.7), y
- ii. los obtenidos de cuestionario para los focos puntuales (tabla 7.6.8).

Respecto al primer tipo, fuentes de área, los datos para los años 1990, 1991 y 1992 se han obtenido por interpolación de los correspondientes a 1989 y 1993. Los datos de estos dos años se han tomado respectivamente de la información que, sobre lodos de depuradora, elaboró el antiguo MOPT en la publicación "Medio Ambiente en España, 1991" (en lo referente al año 1991), y en el "Estudio sobre tratamiento y eliminación final de los fangos de depuradoras de aguas residuales urbanas", realizado por la consultora CADIC, S.A. para la Dirección General de Calidad de las Aguas del MOPTMA, (en lo referente al año 1993). Para el periodo 1997-2020 los datos provienen del "Registro Nacional de Lodos", en el que la serie 1994-1996 se ha obtenido mediante interpolación de los correspondientes a 1993 y 1997. Al no disponerse de datos actualizados del Registro Nacional de Lodos para el año 2021 se ha replicado el dato del año 2020.

Respecto a los focos puntuales, los datos se han derivado de la información obtenida de los cuestionarios enviados a las plantas de refino de petróleo y de fabricación de pasta de papel, cuando en las mismas se realiza dicho proceso de incineración de lodos. Para el sector refino de petróleo, la información de los cuestionarios que cubre los años 1994-2021 se ha extendido hacia atrás utilizando la serie de volumen de agua depurada. Para el sector de fabricación de pasta de papel la serie sólo cubre los años 1997-2021, en que se obtuvo respuesta directa vía cuestionario, habiéndose estimado esta información para el periodo 1990-1996.

Tabla 7.6.7. Incineración de lodos procedentes de fuentes de área (5C11b) (cifras en toneladas en masa seca)

1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
17.092	39.723	63.191	55.587	45.386	47.187	47.187

Tabla 7.6.8. Incineración de lodos procedentes de focos puntuales (5C11b) (cifras en toneladas en masa seca)

1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
497	2.076	2.300	2.136	1.394	1.766	1.490

Los factores de emisión aplicados son los valores por defecto de la Guía IPCC 2006 (cap. 5, vol. 5).

Tabla 7.6.9. Factores de emisión empleados en la incineración de lodos (5C11b)

Gas	FE	Unidad
CH ₄	9,7 ⁽¹⁾	g CH ₄ /t en masa húmeda de residuos tratados
N ₂ O	990 ⁽²⁾	g N ₂ O/t en masa seca de residuos tratados
CO ₂	0 ⁽³⁾	g CO ₂ /t en masa seca de residuos tratados

⁽¹⁾ Fuente: Guía IPCC 2006. Cap. 5, vol. 5, apdo. 5.4.2. Valor para Japón. Para transformarlo en masa seca se considera un 10 % de contenido en materia seca para lodos domésticos.

⁽²⁾ Fuente: Guía IPCC 2006. Cuadro 5.6, cap. 5, vol. 5

⁽³⁾ Fuente: Guía IPCC 2006. Cuadro 5.2, cap. 5, vol. 5

7.6.1.2.2 Incineración de residuos municipales sin recuperación energética (5C12a)

En esta actividad se recogen las emisiones producidas por la incineración de residuos municipales del conjunto de incineradoras en operación que no realicen recuperación energética conforme al enfoque de nivel 2 (cap. 5, vol. 5). Dado que, progresivamente, las incineradoras de residuos urbanos han pasado de la incineración sin valorización energética a la incineración con valorización energética, o incluso han aplicado esta última opción desde el inicio de su actividad, la contabilización de las emisiones de la incineración de residuos urbanos ha ido trasladándose del sector Residuos al sector Energía (categoría 1A1a), de acuerdo con las especificaciones del IPCC y de las guías para la notificación de los inventarios de emisiones de la UNFCCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático). A partir del año 2004 esta incineración no ha contribuido a las emisiones del sector Residuos ya que, según la información disponible, todas las plantas incineradoras realizan desde esa fecha incineración con recuperación energética. La información de base sobre la variable de actividad (cantidades de residuos incinerados) para el periodo 1990-2003 procede de las publicaciones anuales "Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente en España" y de cuestionarios individualizados.

Tabla 7.6.10. Residuos municipales incinerados (5C12a) (cifras en toneladas)

	1990	2000	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Residuos municipales incinerados sin recuperación energética	236.605	24.908	-	-	-	-	-	-
Residuos municipales incinerados con recuperación energética	370.744	1.311.071	1.708.509	1.915.649	2.227.688	2.220.959	2.002.399	2.171.122

Los factores de emisión aplicados se detallan en las tablas 7.6.11. y 7.6.12.

Tabla 7.6.11. Factores de emisión empleados en la incineración de residuos urbanos sin recuperación energética (5C12a)

GAS	FE	UNIDAD
CH ₄	0,2 ⁽¹⁾	g CH ₄ /t en masa húmeda de residuos tratados
N ₂ O	50 ⁽²⁾	g N ₂ O/t en masa seca de residuos tratados

⁽¹⁾ Fuente: Guía IPCC 2006. Cuadro 5.3, cap. 5, vol. 5, se considera incineración continua y cargador mecánico.

⁽²⁾ Fuente: Guía IPCC 2006. Cuadro 5.6, cap. 5, vol. 5, se considera incineración continua.

En la categoría de incineración de residuos sin recuperación energética (5C12a), se ha realizado la mejora que se especificó en el NIR de la edición 2021 con respecto a la revisión del factor de emisión del CO₂ fósil, para la estimación de las emisiones en fuentes de área. El enfoque ha sido el mismo que para el caso de la incineración de RSU con recuperación energética en las plantas en las que no se ha dispuesto de características específicas de los residuos incinerados, que se detalla en el capítulo 3. Energía:

- para el periodo 1990-1999, se ha estimado un FE del CO₂ fósil de 344 kg CO₂ fósil/tonelada de residuo, partiendo de la composición media de los residuos urbanos españoles del Plan Nacional de Residuos Urbanos 2000-2006;
- de 2006 en adelante, se ha estimado un FE del CO₂ fósil de 481 kg CO₂ fósil/tonelada de residuo, según la composición de RU de una incineradora representativa a nivel nacional, que recoge un aumento en la fracción de envases plásticos entre los años 1999 y 2006;
- para el periodo 2000-2005, se aplica una interpolación lineal entre ambos FE calculados, para enlazar los dos tramos anteriores.

De esta forma, en la categoría 5C12a se aplican los FE del CO₂ fósil que recoge la siguiente tabla, en aquellos años en los que esta actividad tiene lugar en España.

Tabla 7.6.12. Factores de emisión empleados en la incineración de residuos urbanos sin recuperación energética (5C12a)

GAS	AÑO	FE	UNIDAD
CO ₂	1990-1999	344 ⁽³⁾	kg CO ₂ /t en masa seca de residuos tratados
	2000	364 ⁽³⁾	
	2001	383 ⁽³⁾	
	2002	403 ⁽³⁾	
	2003	422 ⁽³⁾	

⁽³⁾ Fuente: Datos propios.

La categoría de incineración de residuos con recuperación energética (1A1a) se desarrolla en el capítulo correspondiente al sector Energía.

7.6.1.2.3 Incineración de residuos hospitalarios (5C12b)

La metodología para la estimación de las emisiones de la incineración de residuos hospitalarios se realiza conforme al enfoque de nivel 2 (cap. 5, vol. 5). El cálculo se realiza a partir del producto de los residuos incinerados en España por los factores de emisión correspondientes.

Los residuos hospitalarios objeto de posible tratamiento mediante incineración son los residuos hospitalarios de bajo potencial de infección (Grupo III) y los residuos denominados “residuos citotóxicos” que presentan un alto potencial de infección (Grupo IV).

Los residuos del Grupo III pueden ser tratados mediante procedimientos de esterilización sin necesidad de recurrir a la incineración como práctica para su control. En España, durante la década de los noventa era habitual incinerar este tipo de residuos, pero con posterioridad la práctica de la incineración ha ido sustituyéndose por la esterilización. Los residuos del Grupo IV deben ser siempre incinerados para su correcto tratamiento.

La estimación de la cantidad generada de este tipo de residuos se realiza a partir del número de camas hospitalarias, multiplicándolo por un factor de generación de residuos por cama y día que, aplicado sobre el número de camas existentes y por el número de días del año, proporciona la cantidad de residuos generados. Una vez calculadas las cantidades de ambos tipos de residuos hay una parte de los correspondientes al Grupo III que es tratada mediante esterilización, mientras la parte restante de dicho Grupo III y la totalidad de los del Grupo IV son objeto de incineración. A su vez, el total de la incineración puede realizarse en España o los residuos pueden ser enviados para su incineración al extranjero. La variable de actividad final es la cantidad incinerada en España. La información sobre los datos básicos, parámetros y variable de actividad final de este apartado, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7.6.13. Incineración de residuos hospitalarios (5C12b). Variables de actividad

Año	N.º Camas	g/cama/día		Producción de residuos biosanitarios (t/a)			Esterilizac. (t/a)	Incinerac. España (t/a)	Incinerac. Extranjero (t/a)
		Grupo III	Grupo IV	Total	Grupo III	Grupo IV			
1990	115.695	426	174	25.337	17.989	7.348	10.866	14.397	74
1991	120.323	414	169	25.604	18.182	7.422	10.993	13.536	1.075
1992	125.136	402	164	25.852	18.361	7.491	11.121	12.674	2.057
1993	130.141	389	159	26.031	18.478	7.553	11.248	11.813	2.970
1994	135.347	377	154	26.232	18.624	7.608	11.376	10.951	3.905
1995	137.469	365	149	25.791	18.314	7.476	11.503	10.090	4.198
1996	139.591	353	144	25.323	17.986	7.337	11.631	9.228	4.464
1997	141.713	340	139	24.776	17.587	7.190	11.758	8.367	4.651
1998	143.835	328	134	24.255	17.220	7.035	11.886	7.505	4.864
1999	145.957	316	129	23.707	16.835	6.872	12.013	6.644	5.050
2000	148.081	303	124	23.079	16.377	6.702	12.141	5.782	5.156
2001	146.369	290	119	21.851	15.493	6.358	12.268	4.921	4.662
2002	146.104	277	114	20.851	14.772	6.079	12.396	4.059	4.396
2003	144.916	264	109	19.730	13.964	5.765	12.523	3.198	4.009
2004	145.877	252	104	18.955	13.418	5.537	12.651	2.336	3.968
2005	145.892	240	100	18.105	12.780	5.325	12.780	1.471	3.854

La información sobre el número de camas en centros hospitalarios procede del “*Anuario Estadístico de España*”, que edita el Instituto Nacional de Estadística (INE), y de la Estadística de Establecimientos Sanitarios con Régimen de Internado del Instituto de Información Sanitaria del antiguo Ministerio de Sanidad y Consumo.

Para el periodo 1990-2005, el parámetro de generación de residuos hospitalarios por cama y día ha sido obtenido del “Estudio sobre generación y gestión de los residuos sanitarios en España”, elaborado por el Instituto para la Sostenibilidad de los Recursos para el antiguo MAPAMA, y, en su evolución a la baja, puede advertirse una marcada tendencia a reclasificar los residuos de los Grupos III y IV en residuos que no presentan riesgo de toxicidad ni de infección. La información sobre residuos esterilizados y sobre los incinerados en España procede, análogamente, del mismo estudio mencionado anteriormente. Para la edición 1990-2011, a través de la Subdirección General de Residuos del antiguo MAPAMA, se pudo disponer de nueva información acerca de las instalaciones que pueden llevar a cabo la incineración de este tipo de residuos desde el año 2006, concretamente cuatro incineradoras de residuos urbanos y dos de residuos industriales. Estas instalaciones son consideradas por el Inventario como grandes focos puntuales, con información recogida mediante cuestionario individualizado. Como ya se ha comentado anteriormente, desde 2004 todas las instalaciones de incineración llevan a cabo su actividad con recuperación energética, por lo que las emisiones debidas a la incineración de este tipo de residuos en estas instalaciones se están computando en el sector Energía (categoría 1A1a). Debido a esto, se observa un cambio en las emisiones de esta actividad: desde el año

2006 las emisiones de esta actividad han pasado a ser cero debido a que, desde ese año, las emisiones de este tipo de residuos ya se están contabilizando por completo en el sector Energía (categoría 1A1a).

Los factores de emisión aplicados se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 7.6.14. Factores de emisión empleados en la incineración de residuos hospitalarios (5C12b)

Gas	FE	Unidad
CH ₄	0 ⁽¹⁾	g CH ₄ /t en masa húmeda de residuos tratados
N ₂ O	60 ⁽²⁾	g N ₂ O/t en masa húmeda de residuos tratados
CO ₂	572 ⁽³⁾	g CO ₂ /t en masa húmeda de residuos tratados

⁽¹⁾ Fuente: Guía IPCC 2006, cap. 5, vol. 5, apdo. 5.4.2, se considera incineración semicontinua y por lotes.

⁽²⁾ Fuente: Guía IPCC 2006, cuadro 5.6, cap. 5, vol. 5, se considera incineración por lotes.

⁽³⁾ Fuente: Datos propios.

Para el cálculo del CO₂ de origen no biogénico, se han asumido los valores por defecto de la Guía IPCC 2006 (cuadro 2.6, cap. 2, vol. 5) para estimar la cantidad de carbono fósil existente en los residuos, y para pasar a CO₂ fósil se multiplica por 44/12.

7.6.1.2.4 Quema al aire libre de residuos agrícolas (5C21b)

Esta categoría recoge las emisiones producidas por la quema al aire libre de los residuos agrícolas provenientes de los restos de poda de los cultivos leñosos (cítricos, almendros, frutales de pepita..., además de la vid y el olivo), conforme al enfoque de nivel 2 (cap. 5, vol. 5).

La eliminación de estos residuos se realiza de forma controlada, en acopios de material y separada de la zona de cultivo para evitar incendios. Dada su naturaleza biogénica no se considera una fuente neta de emisiones de CO₂.

Para confeccionar la variable de actividad “biomasa quemada”, se parte de la superficie cultivada y el rendimiento de los diferentes cultivos por tipo de cultivo y para cada año de la serie. De este modo las emisiones de la serie no son solamente dependientes de la superficie cultivada, sino también de la producción, lo cual lo hace muy dependiente de la bonanza agronómica del año, principalmente por la climatología (temperatura, disponibilidad hídrica...), lo cual hace que se puedan producir fuertes variaciones a lo largo de la serie.

Los datos de superficie y rendimiento por cultivo del Anuario de Estadística del MAPA son procesados tras su análisis técnico realizado por el Balance de Nitrógeno y Fósforo de la Agricultura Española (BNPAE) del MAPA incorporándose en estos cálculos la fracción quemada que incorpora el mencionado balance, del cual se extrae el dato de nitrógeno quemado por cultivo, año y provincia, que es transformado en materia seca quemada mediante las fracciones de N de la siguiente tabla.

Tabla 7.6.15. Fracción de nitrógeno por cultivo

Cultivo	Frac N	Fuente
Cítricos	0,0203	Roselló, J. y Domínguez, A. (2006)
Frutales no cítricos	0,0036	Roselló, J. y Domínguez, A. (2006)
Otros	0,0150	<i>Crop parametres: Harvest. Harvest index. 2006</i>
Viñedo	0,0036	Roselló, J. y Domínguez, A. (2006)
Olivar	0,0039	Agencia Andaluza de la Energía (1999)

A partir del dato de materia seca quemada es obtenible de manera informativa la superficie quemada mediante la relación que presenta la ecuación 2.27 de la guía IPCC 2006, asumiendo los datos de MB*Cf del cuadro 2.4 de la mencionada guía.

La información suministrada por al BNPAE al Inventario Nacional se elabora con un año de desfase adicional, por lo que se replica el dato del año X-3 como año X-2. En esta edición, el dato actualizado correspondiente al año 2020 se ha replicado como dato de 2021.

En la siguiente tabla se muestran la cantidad de residuos quemados para todo el periodo.

Tabla 7.6.16. Residuos agrícolas quemados al aire libre (5C21b) (cifras en kt de masa seca)

1990	2000	2005	2010	2015	2019	2020	2021
4.898,95	6.048,11	5.331,38	7.244,50	7.288,30	6.659,66	8.218,43	8.218,43

Los factores de emisión aplicados se detallan a continuación.

Tabla 7.6.17. Factores de emisión empleados en la quema al aire libre de residuos agrícolas (5C21b) (cifras en kg por tonelada de masa seca)

CULTIVO	GAS	FE	UNIDAD
Vid	CH ₄	0,8 ⁽¹⁾	kg CH ₄ /t en masa seca de residuos tratados
Olivo		2 ⁽¹⁾	
Cítricos		1,5 ⁽¹⁾	
Manzano		0,5 ⁽¹⁾	
Peral, albaricoquero, ciruelo, almendro y nogal		1,0 ⁽¹⁾	
Aguacate		3,8 ⁽¹⁾	
Resto cultivos leñosos		1,2 ⁽¹⁾	
Vid y olivo	N ₂ O	0,15 ⁽²⁾	kg N ₂ O/t en masa seca de residuos tratados
Resto cultivos leñosos		0,15 ⁽²⁾	

⁽¹⁾ Fuente: US EPA 95 AP 42, cap. 2, sección 2.5, tabla 2.5-5.

⁽²⁾ Fuente: Guía IPCC 2006, cap. 5, vol. 5, apdo. 5.4.3.

Las emisiones se calculan a partir del producto de los residuos quemados en España por los factores de emisión correspondientes.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en el sitio web del MITECO-SEI, en concreto en la ficha [Quema al aire libre de residuos](#) en las que se ofrecen cálculos detallados y algunos ejemplos de ellos.

7.6.1.2.5 Quema al aire libre de residuos depositados en vertederos no gestionados (5C22a)

En el caso de los vertederos no gestionados, una fracción de su masa es quemada al objeto de reducir volumen. Bajo este apartado se contabilizan las emisiones generadas conforme al enfoque de nivel 2 (cap. 5, vol. 5) por esta práctica de quema ya erradicada en España desde el año 2001.

En el apartado de este capítulo relativo al Depósito de residuos en vertederos (5A) se recogen las cantidades de residuos quemados en los vertederos no gestionados (tabla 7.2.4).

Los tipos de residuos que se han considerado combustibles, así como los parámetros empleados, se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 7.6.18. Parámetros empleados en la estimación del CO₂ fósil en la quema al aire libre de residuos depositados en vertederos no gestionados (5C22a)

Tipo de residuo	Contenido en materia seca en % del peso húmedo	Contenido total de carbono en % del peso seco	Fracción de carbono fósil en % del total de carbono
Lodos	10 %	35 %	0 %
Madera	85 %	50 %	0 %

Tipo de residuo	Contenido en materia seca en % del peso húmedo	Contenido total de carbono en % del peso seco	Fracción de carbono fósil en % del total de carbono
Materia orgánica	40 %	38 %	0 %
Materia orgánica (residuos. Industriales)	40 %	15 %	0 %
Neumáticos	84 %	56 %	17 %
Papel y cartón	90 %	46 %	1 %
Parques y jardines	40 %	49 %	0 %
Plásticos	100 %	75 %	100 %
Rechazos de plantas de tratamiento de residuos mezclados	40 %	38 %	0 %
Textiles	80 %	50 %	20 %

Los factores de emisión aplicados se detallan a continuación.

Tabla 7.6.19. Factores de emisión empleados en la quema al aire libre de residuos depositados en vertederos no gestionados (5C22a)

Gas	FE	Unidad
CH ₄	6.500 ⁽¹⁾	g CH ₄ /t en masa húmeda de residuos tratados
N ₂ O	150 ⁽²⁾	g N ₂ O/t en masa seca de residuos tratados

⁽¹⁾ Fuente: Guía IPCC 2006. Cap. 5, vol. 5, apdo. 5.4.2.

⁽²⁾ Fuente: Guía IPCC 2006. Cuadro 5.6, cap. 5, vol. 5, se considera incineración por lotes.

Las emisiones se calculan a partir del producto de los residuos quemados al aire libre en vertederos no gestionados en España por los factores de emisión correspondientes.

Para el cálculo del CO₂ de origen no biogénico se ha utilizado la ecuación 5.2 propuesta en la Guía IPCC 2006 (cap. 5, vol. 5, apdo. 5.2.1.1), para ello se han asumido los valores por defecto establecidos en el cuadro 2.4 (cap. 2, vol. 5) y el cuadro 5.2 (cap. 5, vol. 5) de la Guía IPCC 2006.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en el sitio web del MITECO-SEI, en concreto en las fichas [Depósito de residuos sólidos en vertederos no gestionados](#) y [Quema al aire libre de residuos](#) en las que se ofrecen cálculos detallados y algunos ejemplos de ellos.

7.6.1.3 Control de calidad y verificación

Las actividades de control de calidad se centran en verificar y contrastar la información sobre la variable de actividad y los factores de emisión implícitos, analizando las tendencias a nivel de categoría, con el fin de identificar posibles problemas subyacentes y valores atípicos. Adicionalmente, se lleva a cabo una comparación entre los diferentes reportes y a lo largo de la serie temporal, observando la evolución histórica y asegurando consistencia y coherencia.

7.6.1.4 Realización de nuevos cálculos

En esta edición del Inventario Nacional se han realizado varios recálculos. A continuación, se describen cada uno de ellos:

Para la categoría de Incineración de lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales (5C11b), se ha un recálculo debido a nueva información recibida por el punto focal (RNL) de la variable de actividad (cantidad de lodos incinerados) para los años 2019 y 2020. Dicho recálculo afecta a CH₄ y N₂O.

Para la categoría 5C21b se ha realizado un recálculo correspondiente al penúltimo año de la serie debido a que la información suministrada por el BNPAE al Inventario Nacional se elabora con un año de desfase adicional como se ha explicado anteriormente, por lo que en esta edición se ha recalculado el dato de biomasa quemada correspondiente al año 2020 (que estaba

replicado con el de 2019) con el nuevo valor informado por el BNPAE. Dicho recálculo afecta a CH₄ y N₂O.

A continuación, se muestra la comparación de las emisiones de CH₄ y N₂O en CO₂ equivalente entre las ediciones actual y anterior del Inventario Nacional en términos de valores absolutos (figuras 7.6.1, 7.6.3, 7.6.5 y 7.6.7) y en términos relativos (figuras 7.6.2, 7.6.4, 7.6.6 y 7.6.8) (emisiones calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto *Assessment Report*)¹².

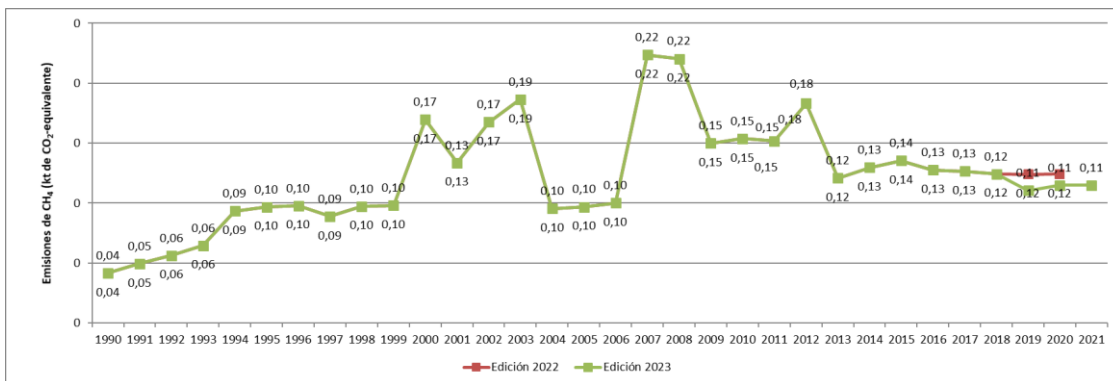


Figura 7.6.1. Emisiones de CH₄ (CO₂-eq (kt) Incineración de lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales (5C11b) Edición 2023 vs. edición 2022

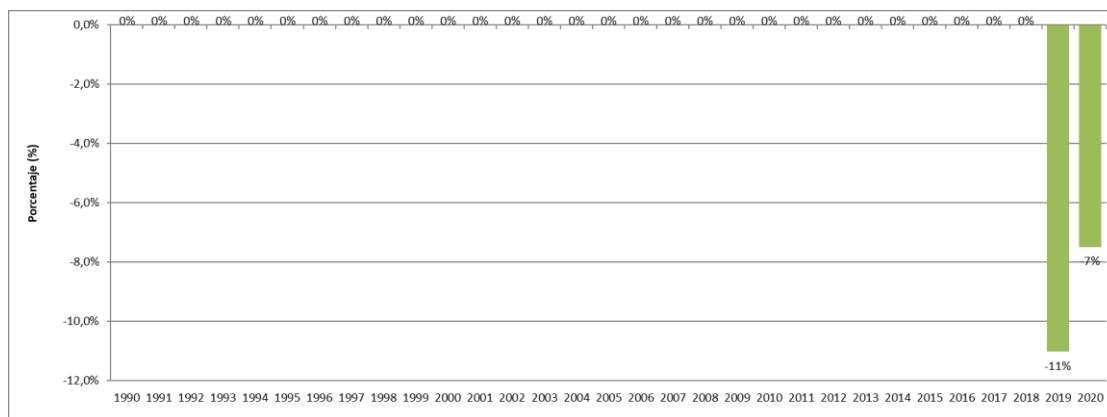


Figura 7.6.2. Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (5C11b). Edición 2023 vs. edición 2022

¹² https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html

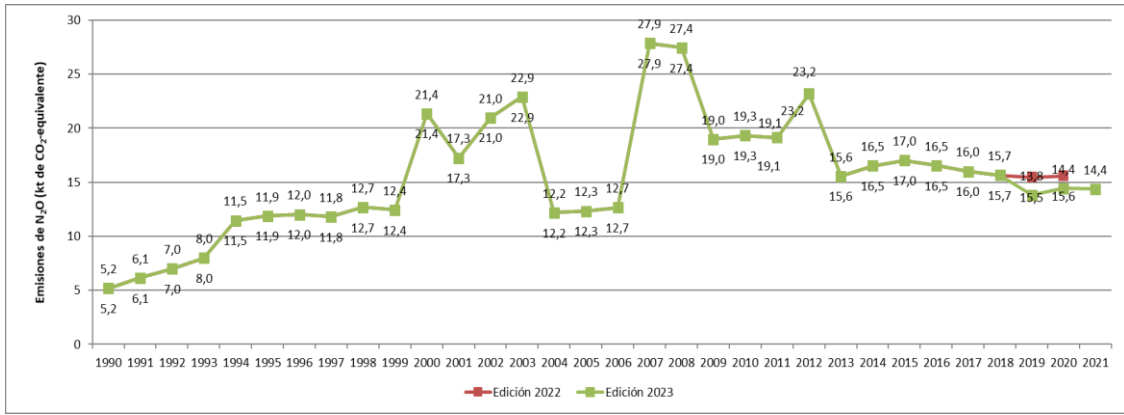


Figura 7.6.3 Emisiones de N₂O (CO₂-eq (kt)) Incineración de lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales (5C11b) Edición 2023 vs. edición 2022

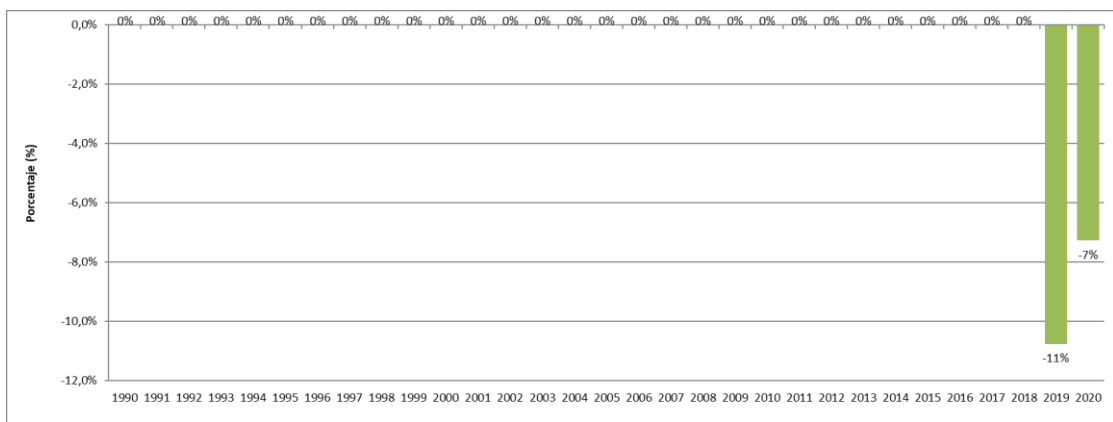


Figura 7.6.4 Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (5C11b). Edición 2023 vs. edición 2022

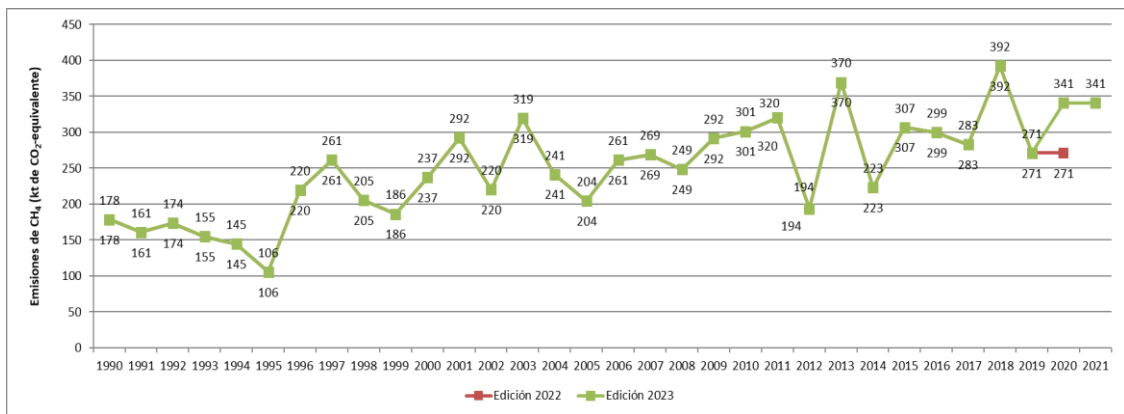


Figura 7.6.5 Emisiones de CH₄ (CO₂-eq (kt)) Quema al aire libre de residuos agrícolas (5C21b) Edición 2023 vs. edición 2022

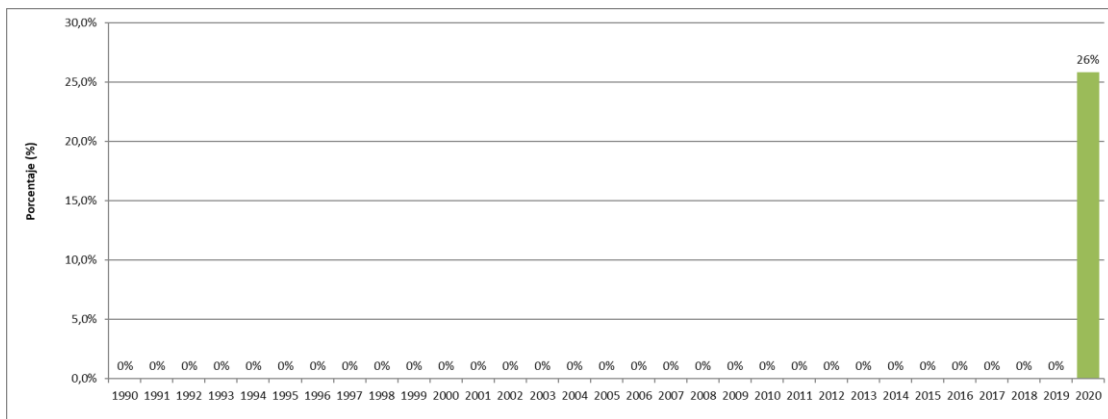


Figura 7.6.6 Diferencia porcentual de emisiones de CH₄ (5C21b). Edición 2023 vs. edición 2022

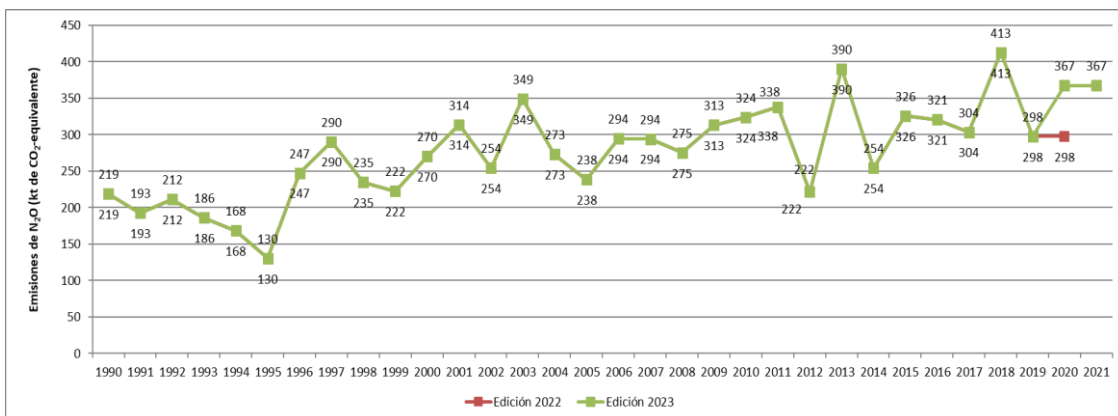


Figura 7.6.7 Emisiones de N₂O (CO₂-eq (kt)) Quema al aire libre de residuos agrícolas (5C21b) Edición 2023 vs. edición 2022

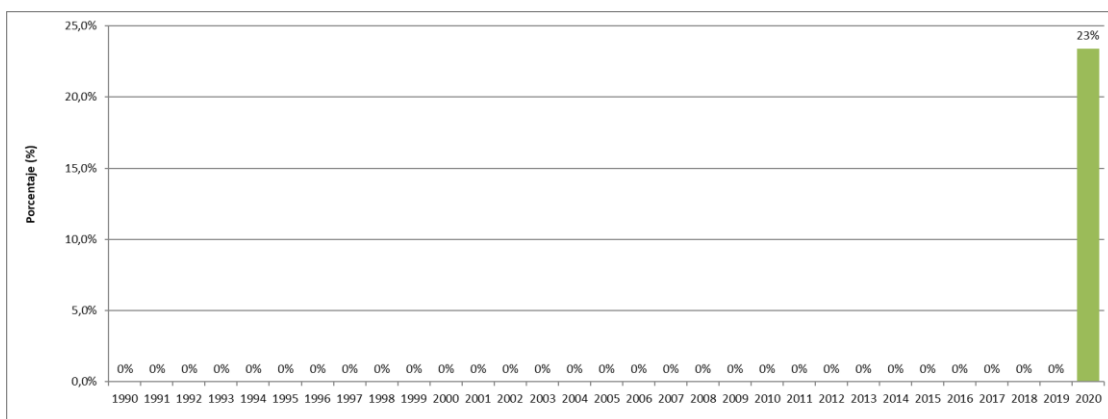


Figura 7.6.8 Diferencia porcentual de emisiones de N₂O (5C21b). Edición 2023 vs. edición 2022

7.6.1.5 Planes de mejora

Se pretende seguir colaborando con los puntos focales para mejorar la información pertinente.

7.6.2 Otras fuentes (5E)

7.6.2.1 Descripción de la actividad

En esta categoría se han estimado las emisiones producidas por las siguientes actividades:

- Extendido de lodos procedentes de la depuración de aguas residuales (5E1).

- Incendios accidentales: Incendio del vertedero de neumáticos de Seseña en 2016 (5E2).

A continuación, se muestran para ambas actividades de esta categoría, las emisiones absolutas de CH₄, CO₂ y N₂O.

Tabla 7.6.20. Emisiones por gas en Otras fuentes (5E1) (cifras en kt)

Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CH ₄	1,76	0,70	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02

Tabla 7.6.21. Emisiones por gas en Otras fuentes (5E2) (cifras en kt)

Gas	2016
CH ₄	0,25
CO ₂	0,03
N ₂ O	0,00

En la tabla siguiente se complementa la información anterior expresando el conjunto de las emisiones en términos de CO₂-eq. En esta misma tabla se presentan el índice de evolución temporal (base 100 año 1990) de las emisiones de CO₂-eq, y las contribuciones de las emisiones de CO₂-eq de esta categoría sobre el total del Inventario Nacional y del sector Residuos.

Tabla 7.6.22. Emisiones de CO₂-eq (kt) en Otras fuentes (5E): valores absolutos, índices y ratios

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
CO₂-eq (kt)	49,2	19,6	0,9	0,5	0,6	0,6	0,6
Variación % vs. 1990	100,0	40,0	1,8	1,0	1,2	1,1	1,1
5E / INV (CO ₂ -eq)	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
5E / Residuos (CO ₂ -eq)	0,4 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

7.6.2.2 Metodología

7.6.2.2.1 Extendido de lodos (5E1)

Para el extendido de lodos, la variable de actividad seleccionada ha sido la cantidad total de lodos generados en estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), siendo la fuente de información el Registro Nacional de Lodos. Hasta la edición 1990-2009, debido a la ausencia de mejor información, se consideraba que la fracción de lodos que se secaban mediante esta técnica era la unidad, el total. Sin embargo, este criterio no permitía reflejar la situación real en España en lo que se refiere a tratamiento de lodos, incluido su secado. En la edición del Inventario Nacional del periodo 1990-2012 se realizó una actualización, para cada año del periodo inventariado, del porcentaje de lodos secados en eras al aire libre respecto al total de lodos generados, basada en la información procedente del estudio “Estimación de la producción y tratamiento de lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales”, elaborado por el CEDEX para la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (actual Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico). Destaca el valor de 0,1 % de lodos secados mediante esta técnica a partir de 2010, al considerarse un tipo de tratamiento muy minoritario en España en la actualidad. Los datos de este estudio están disponibles para los años pares del periodo 1998-2010, habiéndose estimado, de forma consensuada con expertos del sector, el resto del periodo inventariado. A partir del 2012, y hasta la actualidad, el punto focal (RNL) proporciona la cantidad total de lodos producidos (t/año) y posterior destino, a nivel provincial y por comunidad autónoma.

En la siguiente tabla se muestran las cifras en masa seca de la variable de actividad del extendido de lodos (total de lodos secados en eras), así como el resto de los destinos que siguen los lodos, atendiendo a la recomendación realizada por el equipo revisor (ERT) e incluida en el ARR-2014. Al no disponerse de información nueva de la variable de actividad para el 2021 se ha replicado el dato de 2020.

Tabla 7.6.23. Variable de actividad y destinos en la gestión de los lodos en Otras fuentes- Extendido de lodos (5E).

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Total lodos producidos (Mg de masa seca)	416.884	987.328	1.086.720	631.383	728.910	693.376	693.376
Fración lodos secados en eras (%)	14,5 %	2,5 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %	0,1 %
Total lodos secados en eras (Mg de masa seca)	60.532	24.190	1.087	631	729	693	693
Total lodos incinerados (Mg de masa seca)	17.092	39.723	63.371	55.587	45.386	47.187	47.187
Total lodos a vertedero (Mg de masa seca)	137.572	163.858	70.879	56.253	34.821	27.315	27.315
Total uso agrícola (Mg de masa seca)	208.025	628.553	895.791	494.917	612.897	583.381	583.381

El cálculo de las emisiones en la actividad del extendido de lodos se realiza mediante el producto de la variable de actividad por los correspondientes factores de emisión. El gas para el que se estiman emisiones es el CH₄. Se ha tomado como valor para su factor de emisión 29 kg CH₄/tonelada de lodo secada (véase pág. 14 del documento *Report on Complementary Information in the Frame of the Assistance Provided for CORINAIR 90 Inventory*, CITEPA).

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Extendido de lodos](#).

7.6.2.2.2 Incendios accidentales (5E2)

Suceso puntual en el año 2016:

En la madrugada del 13 de mayo de 2016 se inició un incendio en el vertedero de neumáticos localizado entre los términos municipales de Seseña (Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha) y Valdemoro (Comunidad Autónoma de Madrid). El vertedero estuvo ardiendo durante varias semanas, lo que supuso la combustión de 38.223 toneladas de neumáticos. La cantidad de neumáticos quemada ha sido facilitada por la SGEN, como punto focal, a partir de los informes de las dos Comunidades Autónomas en cuyos territorios se ubicaba el vertedero.

Este evento singular originó la emisión de numerosos contaminantes atmosféricos, así como de gases de efecto invernadero como el CO₂, CH₄ y N₂O. Al tratarse de una emisión puntual, las estimaciones sólo se computan en el año 2016.

Información adicional sobre la metodología aplicada puede consultarse en la página web del MITECO-SEI [Incendios Accidentales](#). Además, esta actividad fue descrita en la edición 2018 del NIR.

7.6.2.3 Control de calidad y verificación

Las actividades de control de calidad se centran en verificar y contrastar la información sobre la variable de actividad y los factores de emisión implícitos, analizando las tendencias a nivel de categoría, con el fin de identificar posibles problemas subyacentes y valores atípicos. Adicionalmente, se lleva a cabo una comparación entre los diferentes reportes y a lo largo de la serie temporal, observando la evolución histórica y asegurando consistencia y coherencia.

7.6.2.4 Realización de nuevos cálculos

En esta edición se producen recálculos de la variable de actividad 5E1 para los años 2019 y 2020, debido a nueva información obtenida a través del punto focal (RNL). Dicho recálculo afecta a CH₄.

A continuación, se muestra la comparación de las emisiones de CH₄ en CO₂ equivalente entre las ediciones actual y anterior del Inventario Nacional en términos de valores absolutos (figuras

7.6.11) y en términos relativos (figuras 7.6.12) (emisiones calculadas en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) en función de los potenciales de calentamiento atmosférico del cuarto Assessment Report)¹³.

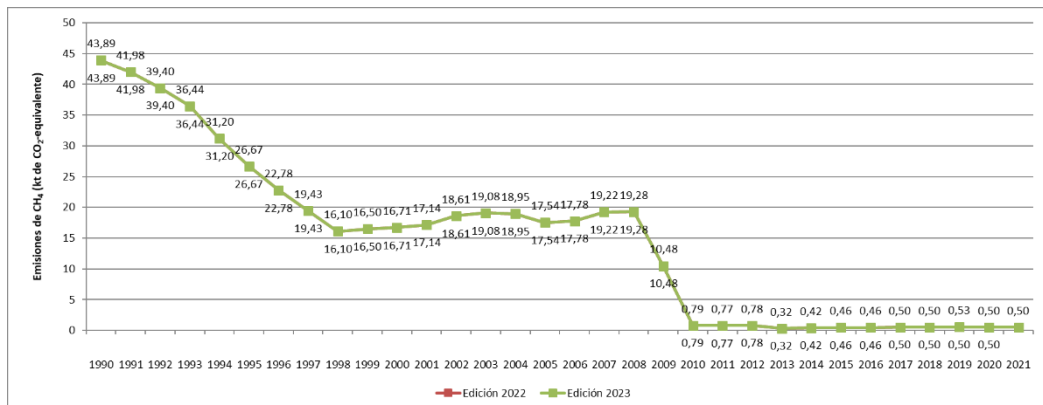


Figura 7.6.9 Emisiones de CH₄ (CO₂-eq (kt)) Extendido de lodos (5E1) Edición 2023 vs. edición 2022

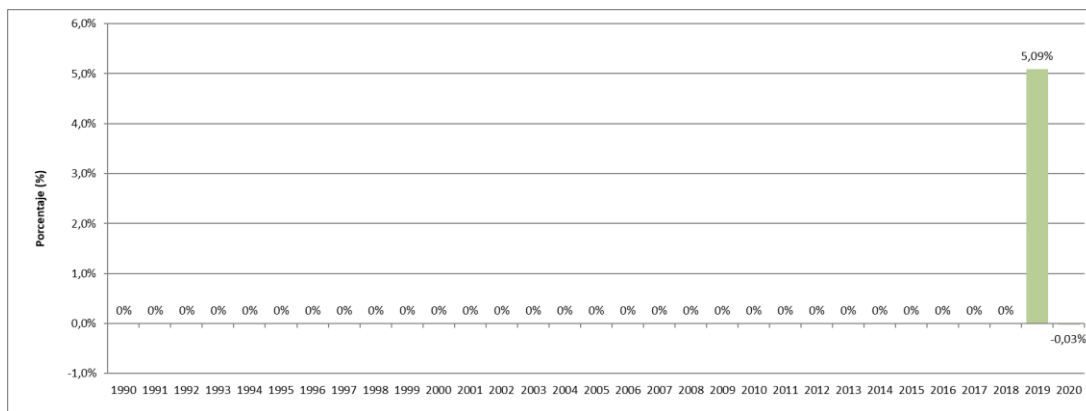


Figura 7.6.10 Diferencia porcentual de emisiones de CO₂-eq (5E1). Edición 2023 vs. edición 2022

7.6.2.5 Planes de mejora

En relación con la variable de actividad relacionada con los lodos se considera prioritario seguir colaborando con el punto focal (SGEC) para mejorar la información pertinente.

¹³ https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/tssts-2-5.html



8. OTROS (CRF 6)

ÍNDICE

CONTENIDO

8	OTROS (CRF 6)	581
----------	----------------------------	------------

8 OTROS (CRF 6)

Todas las actividades contempladas por el Inventario Nacional están recogidas en los sectores anteriormente descritos.



9. EMISIONES INDIRECTAS DE CO₂ Y N₂O

ÍNDICE

9	EMISIONES INDIRECTAS DE CO₂ Y N₂O	587
9.1	Descripción de las fuentes de emisiones indirectas del Inventario Nacional	587

9 EMISIONES INDIRECTAS DE CO₂ Y N₂O

9.1 Descripción de las fuentes de emisiones indirectas del Inventario Nacional

Casi todos los sectores del Inventario tienen emisiones de gases precursores: óxidos de nitrógeno (NO_x), amoníaco (NH₃), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), monóxido de carbono (CO) y dióxido de azufre (SO₂). Es necesario destacar que las emisiones de estos contaminantes reflejadas en las tablas CRF son diferentes a las emisiones de contaminantes atmosféricos reportadas oficialmente en el marco de la Directiva (UE) 2016/2284, relativa a la reducción de emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos (Directiva NECD 2016/2284) o del Convenio de Ginebra contra la contaminación transfronteriza a larga distancia (CLRTAP, por sus siglas en inglés). El origen de las diferencias es:

- las emisiones reportadas bajo la Directiva NECD 2016/2284 y en el CLRTAP no incluyen bajo su cobertura geográfica las emisiones de las Islas Canarias, mientras que las reportadas en las tablas CRF corresponden al total nacional, incluidas las Islas Canarias;

las emisiones reportadas bajo la Directiva NECD 2016/2284 y en el CLRTAP no incluyen las emisiones de los incendios forestales

- el alcance de las emisiones del sector de la aviación difiere entre ambos sistemas (gases de efecto invernadero (GEI)/otros contaminantes) en cuanto a la consideración de los ciclos LTO (*Landing and Take-Off*) de los vuelos internacionales.

Como se indica en el capítulo 7 “Precursores y emisiones indirectas” del volumen 1 de la Guía IPCC 2006, las emisiones de CH₄, CO o COVNM llegan a oxidarse en dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. Actualmente, el Inventario Nacional no estima emisiones indirectas de CO₂, dado que no es obligatorio su reporte.

Las emisiones indirectas de óxido nitroso (N₂O) se producen como consecuencia de diferentes pérdidas de nitrógeno: la volatilización/emisión de nitrógeno en forma de NH₃ y NO_x y la lixiviación y el escurrimiento del nitrógeno de las entradas.

Las emisiones de NH₃ del sector Agricultura y LULUCF no están contempladas en la tabla CRF 6.



10. NUEVOS CÁLCULOS Y MEJORAS

ÍNDICE

10 NUEVOS CÁLCULOS Y MEJORAS.....	593
10.1 Explicación y justificación de los nuevos cálculos.....	593
10.1.1 Inventario de gases de efecto invernadero (UNFCCC).....	593
10.2 Implicaciones en los niveles de emisión	595
10.2.1 Inventario de gases de efecto invernadero (UNFCCC).....	595
10.3 Implicaciones en las tendencias de las emisiones.....	610
10.3.1 Inventario de gases de efecto invernadero (UNFCCC).....	610
10.4 Mejoras previstas en el Inventario Nacional.....	611
10.4.1 Inventario de gases de efecto invernadero (UNFCCC).....	611
Apéndice 10.1 Documentación sobre los principales cambios metodológicos con relación a la edición anterior del Inventario Nacional	618
Apéndice 10.2 Implementación revisión UNFCCC	620
Apéndice 10.3 Implementación revisión ESD	640
Apéndice 10.4 Principales cambios realizados en la edición 2023 y categorías afectadas	641

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 10.2.1.	Categorías con nuevas estimaciones de emisiones de gases.....	595
Tabla 10.2.2.	Resumen de recálculos del Inventario Nacional (con LULUCF). Diferencias entre las ediciones 2023 vs. 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq AR4)	597
Tabla 10.2.3.	Identificación de los recálculos realizados en el sector CRF 1 (año 2020) (AR4).....	598
Tabla 10.2.4.	Identificación de los recálculos realizados en el sector CRF 2 (año 2020) (AR4).....	599
Tabla 10.2.5.	Identificación de los recálculos realizados en el sector CRF 3 (año 2020) (AR4).....	601
Tabla 10.2.6.	Identificación de los recálculos realizados en el sector CRF 4 (año 2020) (AR4).....	602
Tabla 10.2.7.	Identificación de los recálculos realizados en el sector CRF 5 (año 2020) (AR4).....	604
Tabla 10.2.8.	Comparación niveles de CO ₂ . Diferencias entre las ediciones 2023 vs. 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq AR4)	605
Tabla 10.2.9.	Comparación niveles de CH ₄ . Diferencias entre las ediciones 2023 vs. 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq AR4)	607
Tabla 10.2.10.	Comparación niveles de N ₂ O. Diferencias entre las ediciones 2023 vs. 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq AR4)	608
Tabla 10.2.11.	Comparación niveles de HFC y mezcla HFC-PFC. Diferencias entre las ediciones 2023 vs. 2022 (cifras en kt de CO ₂ -eq AR4)	609
Tabla 10A.1.1.	Principales cambios metodológicos con relación a la edición anterior del Inventario Nacional.....	618
Tabla 10A.2.1.	Formulario para la notificación de información sobre la aplicación de recomendaciones y ajustes según el artículo 10 del Reglamento (UE) 2018/1999	620
Tabla 10A.3.1.	Formulario para la notificación de información sobre la aplicación de recomendaciones y ajustes según el artículo 10 del Reglamento (UE) 2018/1999	640
Tabla 10A.4.1.	Principales cambios realizados en la edición 2023	641
Tabla 10A.4.2.	Identificación de las categorías y los gases afectados por los cambios (año 2020) (AR4)	644

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 10.1.1.	Comparación de emisiones totales (sin LULUCF) entre ediciones del Inventario (AR4)	594
Figura 10.1.2.	Comparación de emisiones del sector LULUCF entre ediciones del Inventario (AR4)	595
Figura 10.2.1.	Comparación de niveles del sector Energía (CRF 1). Edición 2023 vs. edición 2022 (AR4)	599
Figura 10.2.2.	Comparación de niveles del sector IPPU (CRF 2). Edición 2023 vs. edición 2022 (AR4)	600
Figura 10.2.3.	Comparación de niveles, sector Agricultura (CRF 3). Edición 2023 vs. edición 2022 (AR4).....	602
Figura 10.2.4.	Comparación de niveles del sector LULUCF (CRF 4). Edición 2023 vs. edición 2022 (AR4)	603
Figura 10.2.5.	Comparación de niveles del sector Residuos (CRF 5). Edición 2023 vs. edición 2022 (AR4)	604
Figura 10.3.1.	Comparación de tendencias del agregado (sin LULUCF). Edición 2023 vs. edición 2022 (AR4)	610
Figura 10.3.2.	Comparación de tendencias del agregado (con LULUCF). Edición 2023 vs. edición 2022 (AR4)	611

10 NUEVOS CÁLCULOS Y MEJORAS

De acuerdo con la decisión de la COP 27, en esta edición 2023 entran en vigor los potenciales de calentamiento del quinto *Assessment Report* (AR5) de UNFCCC; en consecuencia, las emisiones se han calculado utilizando los valores de potencial de calentamiento global (PCG) del AR5.

Sin embargo, puesto que las emisiones de la pasada edición del inventario fueron calculadas con los valores PCG del cuarto *Assessment Report* (AR4), en aras de poder identificar los recálculos y cambios entre ediciones, en este capítulo se han aplicado los valores de PCG del AR4 en lugar del AR5 para el cálculo de las emisiones en CO₂ equivalente de esta edición.

Este capítulo se estructura en los siguientes cuatro apartados que tratan aspectos específicos de los nuevos cálculos, las mejoras realizadas en el Inventario Nacional y las mejoras planeadas a futuro:

- Explicación y justificación de los nuevos cálculos (apartado 10.1).
- Implicaciones de los nuevos cálculos sobre los niveles de emisión (apartado 10.2).
- Implicaciones de los nuevos cálculos sobre las tendencias (apartado 10.3).
- Mejoras previstas en el Inventario Nacional (apartado 10.4).

Adicionalmente, en los apéndices 10.2 y 10.3 se incluye el grado de implementación de las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC y de la revisión exhaustiva conforme al artículo 19(1) del Reglamento (UE) N.º 525/2013, respectivamente. Se da con dichos apéndices, cumplimiento al artículo 10 del Reglamento (UE) 2018/1999 (Gobernanza), utilizando un formato basado en el anexo VIII de esta normativa.

10.1 Explicación y justificación de los nuevos cálculos

10.1.1 Inventario de gases de efecto invernadero (UNFCCC)

Esta edición del Inventario Nacional actualiza y revisa ediciones anteriores. La diferencia total entre la edición actual y la edición anterior, para el año 2020 (sin LULUCF), es de -5.097,71 kt de CO₂ equivalente, lo que supone un descenso del -1,86 % sobre la edición anterior. Este mismo cálculo, teniendo en consideración las emisiones/absorciones del sector LULUCF, supone -13.623,12 kt de CO₂ equivalente (CO₂-eq), que se corresponden con un descenso del -5,70 % (ver apéndice 10.4). Estos nuevos cálculos han venido motivados por diversos factores, entre los que cabe destacar:

- Revisión de las estadísticas y datos de base, con incorporación de nuevas fuentes de información primaria; destacando la actualización de la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra del sector LULUCF.
- Cambios en las metodologías (selección de métodos, factores y algoritmos) de estimación como consecuencia de las mejoras en el conocimiento de los procesos generadores de las emisiones y la adaptación a la Guía IPCC Refinement 2019.
- Eventualmente, la subsanación de errores detectados.

Se han tenido en cuenta, además:

- Las recomendaciones contenidas en el borrador de informe de revisión de la edición 2022¹ del Inventario Nacional de la Secretaría de la Convención Marco de las Naciones Unidas

¹ El último informe final de revisión está disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2021_ESP.pdf

² El informe final de revisión está disponible en: https://climate.ec.europa.eu/document/download/aad7d78c-11db-4b2f-aa95-1cc6b1857519_en?filename=2022_reports.zip

sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés), y en el informe de revisión de la edición 2022² del Informe Nacional de emisiones de Gases de Efecto Invernadero presentado por España a la Comisión Europea en el marco del Reglamento MMR (UE) 525/2013 (en adelante, ESD_2022).

- Las indicaciones del Grupo de Inventarios (WG1) del Comité de Cambio Climático de la Comisión de la Unión Europea, y las implementaciones asociadas al Reglamento (UE) 2018/1999 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima.

El apéndice 10.4 resume, en una primera tabla, los principales cambios realizados en la edición 2023; y en una segunda tabla, identifica las categorías y los gases afectados por los cambios señalados en la primera tabla, y se muestra el efecto agregado de los recálculos para las emisiones del año 2020 y las diferencias entre la edición 2022 y la edición 2023.

Desde la edición 2014 (serie reportada 1990-2012), se han sucedido cambios metodológicos por aplicación de las Guías IPCC 2006, mejoras en la completitud del Inventario y el desarrollo de nuevos y más fiables datos de actividad. En la figura siguiente se representan las series de emisiones reportadas en diferentes ediciones (2014, 2020, 2021, 2022 y 2023) excluyendo al sector LULUCF. En promedio, respecto a la edición 2014, las emisiones para el periodo 1990-2012 han aumentado un +1,0 %, suponiendo un incremento medio de unas 3.584 kt CO₂-eq más al año. Estas nuevas estimaciones, en general, han tenido un efecto sobre el nivel de las emisiones, sin afectar de forma significativa a las tendencias de las mismas. Por otro lado, al observar el agregado de emisiones de CO₂-eq de las cuatro últimas ediciones del Inventario (ediciones 2020 a 2023), se concluye que las variaciones entre ediciones no han sido significativamente altas en promedio; si bien en esta última edición la variación ha sido algo mayor, debido principalmente al recálculo de las emisiones directas de N₂O de suelos gestionados (3D1).

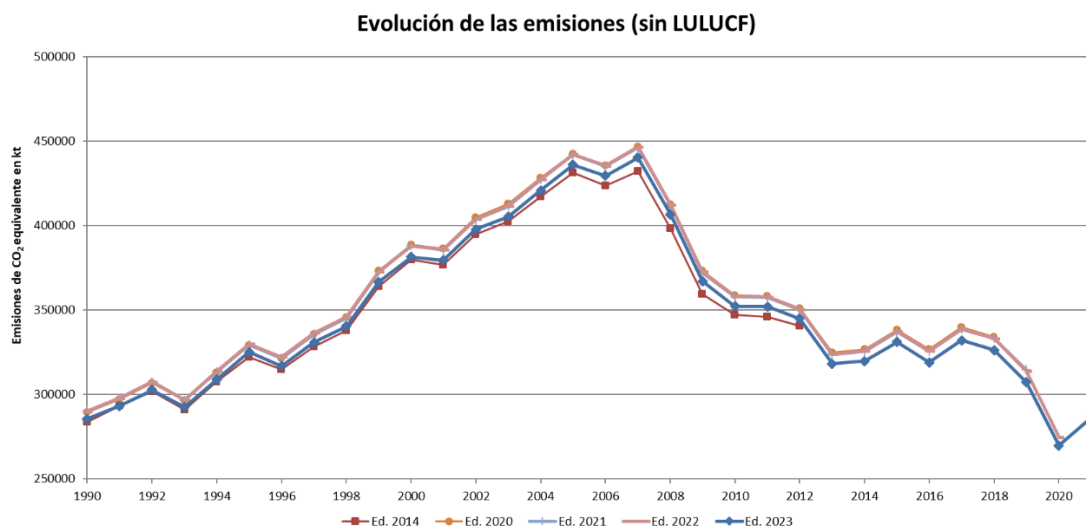


Figura 10.1.1. Comparación de emisiones totales (sin LULUCF) entre ediciones del Inventario (AR4)

Si se analizan las diferentes estimaciones realizadas en el sector LULUCF se observan variaciones más importantes, habiéndose incrementado las absorciones en un +39,2 % de media para el periodo 1990-2012 (unas 11.411 kt CO₂-eq más de absorción al año en promedio). Estas variaciones se deben a la progresiva incorporación de datos estadísticos nacionales nuevos, condicionados por el tiempo y esfuerzo que requiere la generación de nueva información relativa al sector LULUCF y, por tanto, al impacto de estos nuevos cálculos sobre un periodo de la serie temporal más amplio. Y especialmente en esta edición 2023, se ha actualizado la cartografía

utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra, para el periodo 1970-2018, que conlleva una importante variación en las emisiones y absorciones estimadas del sector LULUCF en la serie temporal completa.

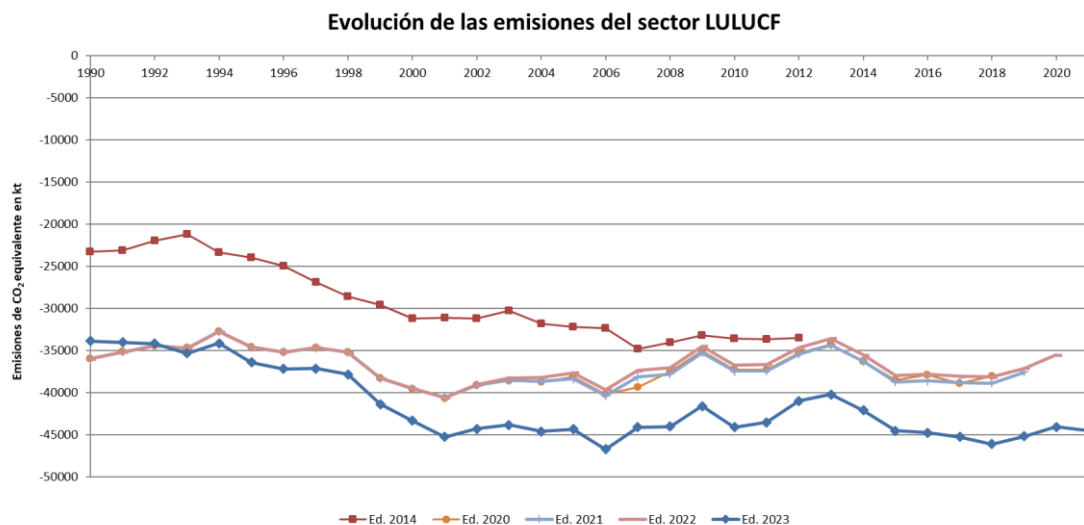


Figura 10.1.2. Comparación de emisiones del sector LULUCF entre ediciones del Inventario (AR4)

10.2 Implicaciones en los niveles de emisión

10.2.1 Inventario de gases de efecto invernadero (UNFCCC)

En la presente edición del Inventario Nacional, 118 categorías (49 % de las reportadas en el total nacional, con LULUCF y sin *Memo items*) han sido recalculadas para alguno de los años del periodo 1990-2020. Además, 18 corresponden con nuevas estimaciones para uno o varios gases que no fueron estimados en la edición anterior (ver tabla 10.2.1).

Tabla 10.2.1. Categorías con nuevas estimaciones de emisiones de gases

Categoría CRF	Gas nueva estimación
2C7c – Producción de silicio	CO ₂
3A46 – Fermentación entérica de conejos	CH ₄
3B146 – Gestión de estiércol CH ₄ en conejos	CH ₄
3B246 – Gestión de estiércol N ₂ O, NMVOC en conejos	N ₂ O
4A24 – Asentamientos convertidos en tierras forestales (cambio de existencias de carbono)	CO ₂
4B23 – Humedales convertidos en tierras de cultivo (cambio de existencias de carbono)	CO ₂
4B24 – Asentamientos convertidos en tierras de cultivo (cambio de existencias de carbono)	CO ₂
4C1 – Pastizales que permanecen como tales (cambio de existencias de carbono)	CO ₂
4C1(III) – Pastizales que permanecen como tales (emisiones directas de N ₂ O)	N ₂ O
4C23 – Humedales convertidos en pastizales (cambio de existencias de carbono)	CO ₂
4C24 – Asentamientos convertidos en pastizales (cambio de existencias de carbono)	CO ₂
4D2(III) – Tierras convertidas en humedales (emisiones directas de N ₂ O)	N ₂ O
4D24 – Asentamientos convertidos en humedales (cambio de existencias de carbono)	CO ₂
4E24 – Humedales convertidos en asentamientos (cambio de existencias de carbono)	CO ₂

Categoría CRF	Gas nueva estimación
4F21 – Tierras forestales convertidas en Otras tierras (cambio de existencias de carbono)	CO ₂
4F22 – Tierras de cultivo convertidas en Otras tierras (cambio de existencias de carbono)	CO ₂
4F24 – Humedales convertidos en Otras tierras (cambio de existencias de carbono)	CO ₂
4F25 – Asentamientos convertidos en Otras tierras (cambio de existencias de carbono)	CO ₂

A continuación, en la tabla 10.2.2, se resumen los resultados obtenidos para las categorías con mayor recálculo en todo el Inventario Nacional (con LULUCF y sin *Memo items*) a nivel agregado en CO₂-eq. En promedio para la serie reportada 1990-2020, las emisiones han disminuido en -10.634,1 kt CO₂-eq/año (-3,3 %); y en concreto para 2020, se produce una disminución de -13.623,1 kt CO₂-eq (-5,7 %).

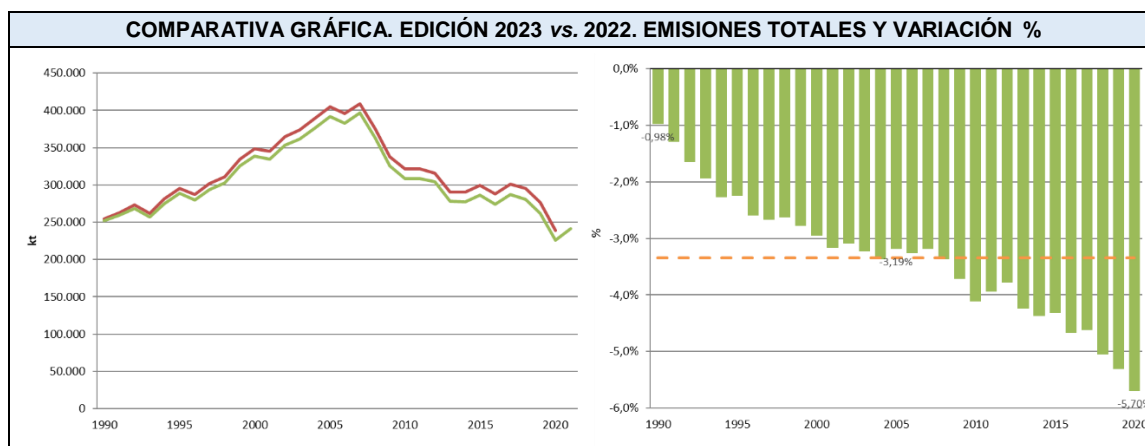
La categoría con mayor nivel de recálculo para el año 2020 corresponde al cambio de existencias de carbono (CSC) en los Pastizales convertidos en tierras forestales (4A22), seguida del CSC en las Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales (4A21). Respecto al total de la serie inventariada (1990-2020), la categoría que acumula mayor nivel de recálculo en promedio es la misma categoría (4A22, también seguida de 4A21). Estos recálculos se detallan en el capítulo sectorial “USO DE LA TIERRA, CAMBIOS DE USOS DE LA TIERRA Y SELVICULTURA (CRF 4)”.

Tabla 10.2.2. Resumen de recálculos del Inventario Nacional (con LULUCF). Diferencias entre las ediciones 2023 vs. 2022 (cifras en kt de CO₂-eq AR4)

Número de categorías con recálculo	
145 de 224 categorías totales estimadas (65 %) en el periodo inventariado	

Impacto de los recálculos realizados	
Año 2020	Periodo 1990-2020 (media)
-13.623,1 kt (-5,7 %)	-10.634,1 kt/año (-3,3 %)

CATEGORÍAS CON MAYOR RECÁLULO EN EL AÑO 2020					
Orden	CRF	Categoría	Diferencia		Explicación del recálculo
			kt	NC	
1	4A22	Pastizales convertidos en tierras forestales (CSC)	-4749,9	15 %	Se ha actualizado la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra, para el periodo 1970-2018, con impacto en la emisiones y absorciones estimadas del sector LULUCF en la serie temporal completa.
2	4A21	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales (CSC)	-2294,7	7 %	Ver 1
3	3D13	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados. Pastoreo	-2118,3	7 %	Se han incorporado los nuevos factores de emisión desagregados de la guía IPCC 2019 Refinement que tienen en cuenta la caracterización húmeda o seca de las provincias en las que se realiza pastoreo.
4	1A2a	Producción de hierro y acero	1902,9	6 %	Corrección de un error en los consumos registrados de coque de horno de coque
5	1A1ai	Producción de electricidad de servicio público	-1648,9	5 %	Corrección de consumos en dos CCC; nueva incineradora de RSU y nueva planta de biomasa



CATEGORÍAS CON MAYOR RECÁLULO EN EL PERIODO 1990-2020					
Orden	CRF	Categoría	Diferencia		Explicación del recálculo
			kt	NC	
1	4A22	Pastizales convertidos en tierras forestales (CSC)	-4991,7	20 %	Ver 1 de la tabla anterior.
2	4A21	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales (CSC)	-1917,8	8 %	Ver 1 de la tabla anterior.
3	3D13	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados. Pastoreo	-1854,7	7 %	Ver 3 en la tabla anterior.
4	3D11	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados. Fertilizantes N inorgánicos	-1530,4	6 %	Nuevos FEs desagregados de la guía IPCC-2019-Ref por clima húmedo-seco de las provincias en las que se aplica el fertilizante nitrogenado inorgánico.
5	1A2gv	Construcción	-1238,7	5 %	Reubicación de emisiones de cogeneración que estaban erróneamente asignadas en esta categoría

NC: Nivel de contribución de la categoría al total de recálculos realizados.

La línea punteada naranja indica el % de recálculo promedio de la serie 1990-2020. Los valores indican los % de recálculo para los años 1990, 2005, y 2020.

10.2.1.1 Emisiones por sectores

Las variaciones entre ediciones por sector de actividad se describen a continuación. Para mayor detalle, consultar los capítulos sectoriales específicos.

10.2.1.1.1 Energía (CRF 1)

En el sector Energía, se han revisado al alza las emisiones en un +0,32 % para el año 2020 (-0,32 % de media para el periodo inventariado). Las variaciones observadas en el año 2020 se explican, en primer lugar, por el aporte de información que recibe la categoría 1A2 del balance de combustibles, debido fundamentalmente al afinamiento en la sectorización del consumo de combustibles suministrado por el IDAE en relación con la cogeneración, y que se utiliza para desagregar y complementar la información de las estadísticas oficiales. El segundo contribuyente en 2020 es la categoría 1A1, cuyos nuevos cálculos se deben principalmente a la corrección de la variable de actividad en dos ciclos combinados y a la inclusión en el Inventario Nacional de las actividades de una nueva planta de incineración de RSU y de una nueva planta de biomasa, dentro de la subcategoría 1A1ai (producción de electricidad de servicio público), así como a la actualización de los consumos de combustibles en la subcategoría 1A1aiii (producción pública de calor). En tercer lugar, se deben a la categoría 1A4 (combustión en otros sectores), en la que se han actualizado las variables de actividad de pesca, maquinaria móvil forestal y de las instalaciones de calefacción del sector RCI. Finalmente, los cambios en la categoría 1A3 se explican por la actualización de los factores de emisión en transporte marítimo y por la actualización del consumo de gas natural en transporte por carreta, principalmente. Respecto a las variaciones en la serie 1990-2020, son fundamentalmente consecuencia de la revisión y actualización de algunos factores de emisión (para CH₄ y N₂O), dentro del conjunto de la categoría 1A1a, sustituyendo los de la tabla 2.2 por los de la tabla 2.6 de la Guía IPCC 2006 (en los casos de fuelóleo, gasóleo, gas natural y biomasa quemados en calderas); de la implementación de la nueva metodología de cálculo para la categoría de transporte por carretera (1A3b); de la actualización en los consumos dentro de la subcategoría 1A1b para evitar la doble contabilidad del gas de refinería; de la actualización de la información de base procedente de los cuestionarios internacionales en la subcategoría 1A1c (consumos no específicos de gas natural en coquerías); de correcciones de datos e incorporación de otros nuevos en distintas instalaciones incluidas en la subcategoría 1A1ai; y, por último, de la revisión en 2019 de los consumos de combustibles en la subcategoría 1A1aiii.

Tabla 10.2.3. Identificación de los recálculos realizados en el sector CRF 1 (año 2020) (AR4)

CATEGORÍA	EE CO ₂ -eq (kt)		VARIACIONES			Id de la explicación (apéndice 10.4)
	Ed. 2022	Ed. 2023	Diferencia (kt)	%	Impacto sobre emisiones totales excluyendo LULUCF (%)	
1A1	43.556,43	40.835,35	-2.721,08	-6,25 %	-0,99 %	770, 772, 773, 805, 862, 873, 876, 878
1A2	40.210,76	43.487,88	3.277,11	8,15 %	1,19 %	793, 794, 801, 876, 900
1A3	74.255,79	73.952,34	-303,44	-0,41 %	-0,11 %	839, 850, 851, 903
1A4	37.108,51	37.487,54	379,03	1,02 %	0,14 %	841, 842, 843, 846, 852
1A5	439,47	439,47	0,00	0,00 %	0,00 %	855
1B1	38,64	49,99	11,35	29,37 %	0,00 %	796
1B2	3.709,67	3.710,64	0,97	0,03 %	0,00 %	775, 804
Total CRF 1	199.319,27	199.963,21	643,94	0,32 %	0,23 %	

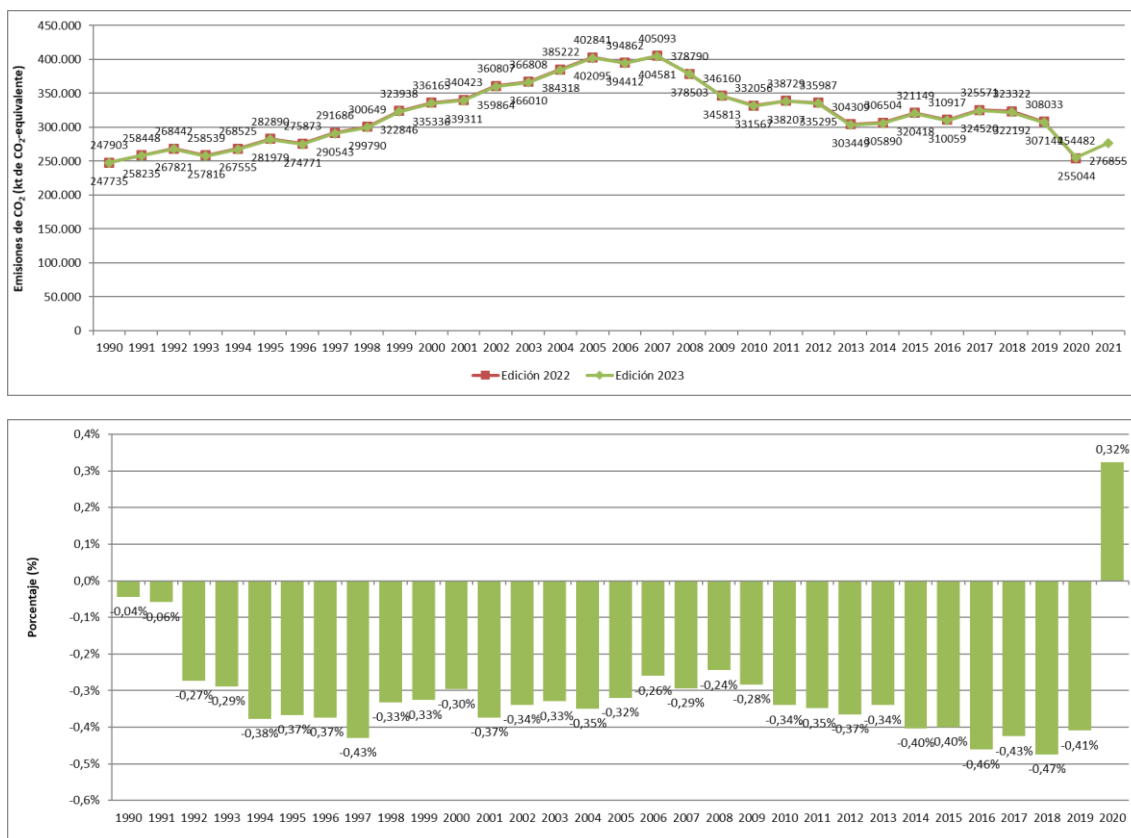


Figura 10.2.1. Comparación de niveles del sector Energía (CRF 1). Edición 2023 vs. edición 2022 (AR4)

10.2.1.1.2 Procesos industriales y uso de otros productos (CRF 2)

En el sector IPPU se observa, una variación a la baja para el conjunto de la serie, que supone en promedio un descenso del -1,57 % para el periodo 1990-2020, y un descenso del -1,35 % en 2020.

En la figura 10.2.2 se observa el decremento de las emisiones para el periodo 1990-2020, es un decremento muy pequeño, provocado fundamentalmente por los recálculos producidos en la categoría 2D. El recálculo en la categoría 2D se debe a un cambio metodológico, al eliminar las emisiones de CO₂ correspondientes a la oxidación en la atmósfera de COVNM emitido por el uso de disolventes (ver sección 4.21). En las categorías 2C y 2F, se incrementan ligeramente las emisiones como consecuencia de la corrección de pequeños errores y/o la actualización de la variable de actividad (ver sección 4.22). Las variaciones observadas en el año 2020 se explican por los motivos anteriormente descritos.

Tabla 10.2.4. Identificación de los recálculos realizados en el sector CRF 2 (año 2020) (AR4)

CATEGORÍA	EE CO ₂ -eq (kt)		VARIACIONES			Id de la explicación (apéndice 10.4)
	Ed. 2022	Ed. 2023	Diferencia (kt)	%	Impacto sobre emisiones totales excluyendo LULUCF (%)	
2A	10.784,10	10.784,10	0,00	0,00 %	0,00 %	-
2B	3.891,51	3.891,51	0,00	0,00 %	0,00 %	-
2C	2.229,61	2.254,38	24,77	1,11 %	0,01 %	892
2D	738,32	356,97	-381,35	-51,65 %	-0,14 %	902
2E	0,00	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	-
2F	5.175,48	5.210,80	35,32	0,68 %	0,01 %	821, 825, 827, 830
2G	890,11	890,24	0,13	0,01 %	0,00 %	-

CATEGORÍA	EE CO ₂ -eq (kt)		VARIACIONES			Id de la explicación (apéndice 10.4)
	Ed. 2022	Ed. 2023	Diferencia (kt)	%	Impacto sobre emisiones totales excluyendo LULUCF (%)	
2H	0,00	0,00	0,00	0,00 %	0,00 %	-
Total CRF 2	23.709,13	23.388,00	-321,13	-1,35 %	-0,12 %	

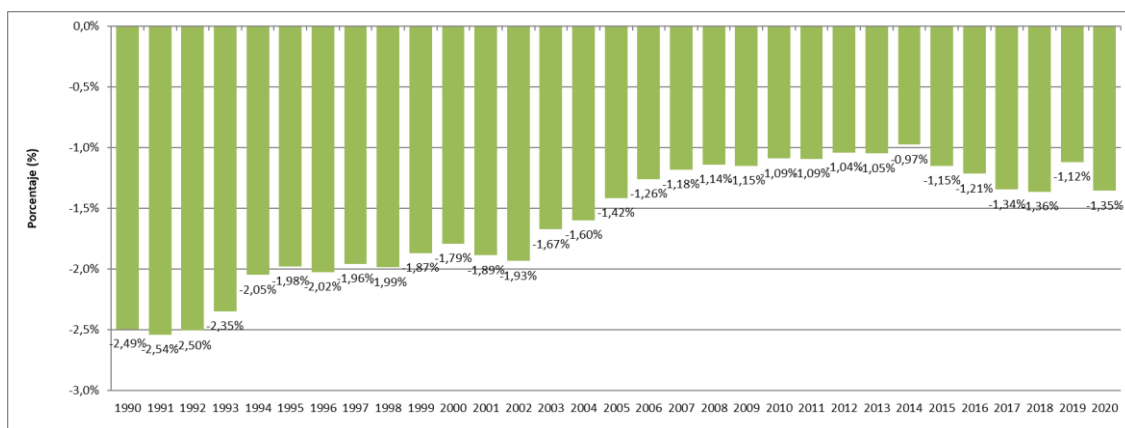
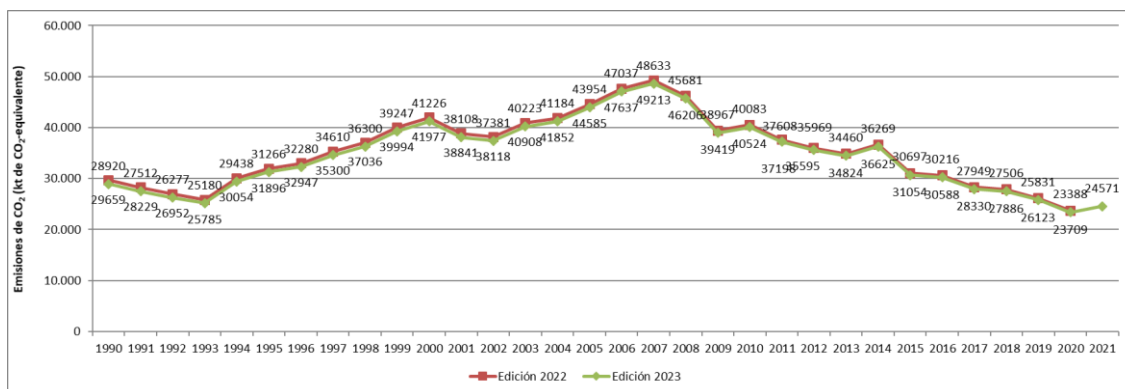


Figura 10.2.2. Comparación de niveles del sector IPPU (CRF 2). Edición 2023 vs. edición 2022 (AR4)

10.2.1.1.3 Agricultura (CRF 3)

El sector Agricultura ha experimentado un descenso en toda la serie de las emisiones de CO₂-eq en la edición 2023 respecto a la edición 2022 que, en promedio para todo el periodo inventariado, alcanza el -12,19 %, y un descenso para el año 2020 del -14,48 %.

Las variaciones han sido debidas principalmente a:

- La incorporación de los valores de %Ym de la guía IPCC 2019 Refinement de la tabla 10.12 para vacuno lechero (3A11) y vacuno no lechero (3A12), desagregados según la productividad y la digestibilidad de la ingesta en sustitución de los valores anteriores por defecto y no desagregados de la guía IPCC 2006.
- La nueva estimación de emisiones de CH₄ por fermentación entérica para la categoría animal de conejos (3A46), así como de las emisiones de CH₄ y de N₂O debidas a la gestión de estiércoles para dicho animal (3B146 y 3B246).
- La incorporación de nuevos datos de formas de manejo de los estiércoles para vacuno lechero, vacuno no lechero y aves de puesta procedentes de las encuestas realizadas en 2010 por el MAPA, así como de informes técnicos realizados para ovino, caprino y equino.

- Ligeros cambios en la distribución provincial de efectivos de porcino blanco (3B131) entre 1990 y 2007 con pequeñas fluctuaciones en las emisiones por la variación de la Temperatura media provincial.
- El alineamiento con el nuevo zootécnico de pavos y patos con la asignación de subcategorías internas dentro de la categoría de "Otras aves" que corresponde a pavos y patos más una subcategoría de "resto de especies", con pequeñas variaciones en la asignación de sus coeficientes zootécnicos como los sólidos volátiles excretados o el nitrógeno excretado (3B141 y 3B241).
- La incorporación de los nuevos factores de emisión desagregados de la guía IPCC 2019 Refinement que tienen en cuenta la caracterización húmeda o seca de las provincias en las que se aplica el fertilizante mineral (categoría 3D11), estiércol o purín (categoría 3D12a), lodos y compost (categorías 3D12b y 3D12c), restos vegetales (categoría 3D14) o donde se realiza pastoreo (categoría 3D13).
- La actualización de los datos elaborados por la Subdirección de Economía Circular del MITECO sobre cantidad de lodos aplicados a la agricultura para el año 2019.
- La actualización de los datos de VA en 2020 para las categorías 3C, 3D12b, 3D12c, 3D14 y 3F, debido a que son proporcionados por la fuente con un retraso de dos años y que conlleva en todas las ediciones del Inventario el replicado de los valores del último año publicado y la actualización de los valores del penúltimo año de la serie y replicado para el último.
- Además conviene indicar que todos los cambios mencionados sobre gestión de estiércoles produce efectos de recálculo en cascada en la categoría 3D12a (estiércol aplicado al suelo como fertilizante), así como en la estimación de las emisiones indirectas de N₂O, tanto por volatilización y posterior deposición atmosférica como por lixiviación y escorrentía (3B251 y 3B252) y en las emisiones indirectas por volatilización/deposición atmosférica y lixiviación/escorrentía por el nitrógeno aplicado a los suelos agrícolas (3D21 y 3D22).

Tabla 10.2.5. Identificación de los recálculos realizados en el sector CRF 3 (año 2020) (AR4)

CATEGORÍA	EE CO ₂ -eq (kt)		VARIACIONES			Id de la explicación (apéndice 10.4)
	Ed. 2023	Ed. 2023	Diferencia (kt)	%	Impacto sobre emisiones totales excluyendo LULUCF (%)	
3A	16.085,01	15.245,28	-839,73	-5,22 %	-0,31 %	767, 856, 882
3B	8.909,53	9.518,45	608,92	6,83 %	0,22 %	856, 867, 881, 882
3C	418,58	413,31	-5,27	-1,26 %	0,00 %	
3D	12.403,97	7.068,52	-5.335,45	-43,01 %	-1,94 %	856, 867, 882, 884, 885, 886
3E	0,00	0,00	0,00		0,00 %	
3F	26,47	24,20	-2,27	-8,57 %	0,00 %	884
3G	30,37	30,37	0,00	0,00 %	0,00 %	
3H	544,96	544,96	0,00	0,00 %	0,00 %	
3I	62,49	62,49	0,00	0,00 %	0,00 %	
3J	0,00	0,00	0,00		0,00 %	
Total CRF 3	38.481,37	32.907,58	-5.573,79	-14,48 %	-2,03 %	

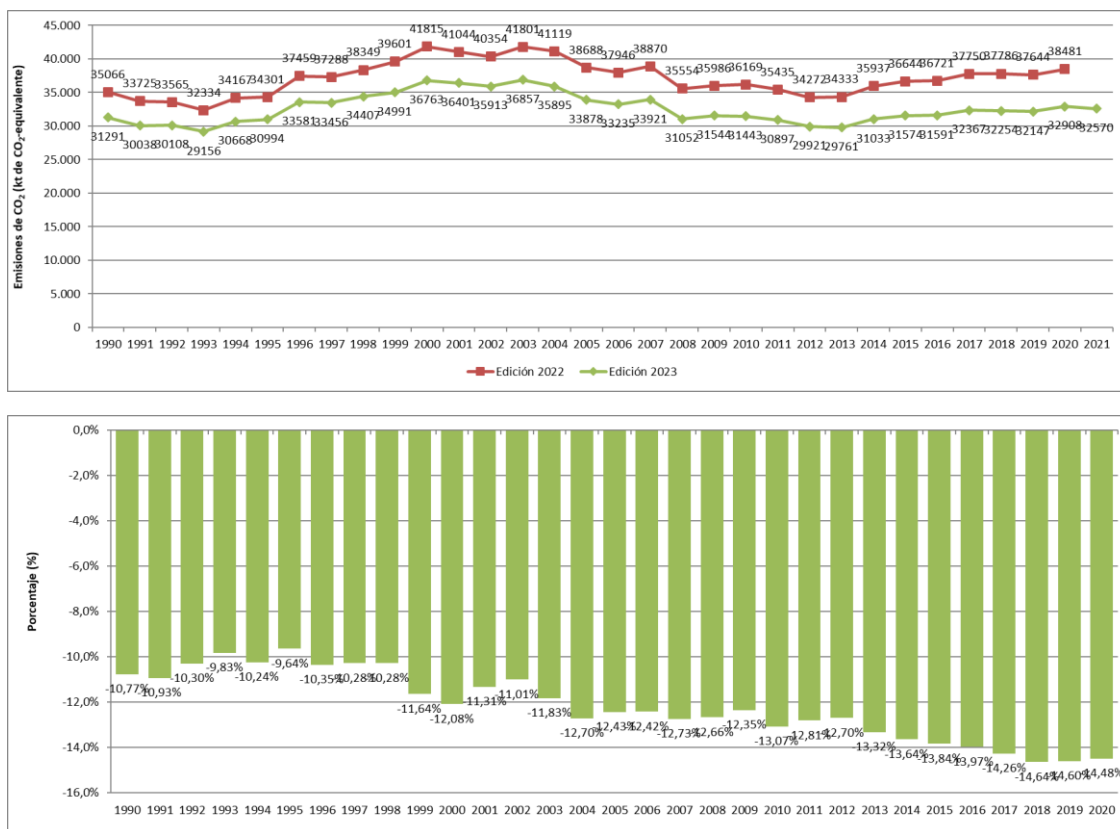


Figura 10.2.3. Comparación de niveles, sector Agricultura (CRF 3). Edición 2023 vs. edición 2022 (AR4)

10.2.1.1.4 LULUCF (CRF 4)

Según las figuras a continuación, en la edición 2023 del Inventario Nacional el sector LULUCF ha sufrido un ascenso promedio del 13,21 % en los datos de absorciones expresados en CO₂-eq respecto a la edición 2022 para todo el periodo inventariado. Respecto al año 2020, las absorciones han aumentado un 23,98 % en el sector respecto a la edición anterior.

La razón principal del cambio en las emisiones y absorciones del sector LULUCF en la serie temporal completa es la actualización de la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra. Además, se produce un aumento de las absorciones asociadas a las tierras forestales (4A), debido principalmente a la nueva estimación del contenido de carbono de la biomasa viva de las tierras forestales que permanecen como tales; que supera el descenso de las absorciones asociadas a las tierras de cultivo y a los productos madereros (4B y 4G), debido a la incorporación de nuevos datos de las diferentes variables de actividad.

Tabla 10.2.6. Identificación de los recálculos realizados en el sector CRF 4 (año 2020) (AR4)

CATEGORÍA	EE CO ₂ -eq (kt)		VARIACIONES			Id de la explicación (apéndice 10.4)
	Ed. 2022	Ed. 2023	Diferencia (kt)	%	Impacto sobre emisiones totales del sector LULUCF (%)	
4A	-32.007,71	-40.261,87	-8.254,16	25,79 %	23,22 %	774, 781, 785, 786
4B	-3.681,94	-2.757,02	924,93	-25,12 %	-2,60 %	774, 785, 788
4C	307,05	-1.432,58	-1.739,63	-566,57 %	4,89 %	774, 781, 785, 786, 803
4D	74,72	-82,56	-157,28	-210,49 %	0,44 %	774, 789
4E	1.322,32	1.800,33	478,01	36,15 %	-1,34 %	774, 785
4F	0,00	6,22	6,22		-0,02 %	774, 785
4G	-1.567,18	-1.357,56	209,62	-13,38 %	-0,59 %	806

CATEGORÍA	EE CO ₂ -eq (kt)		VARIACIONES			Id de la explicación (apéndice 10.4)
	Ed. 2022	Ed. 2023	Diferencia (kt)	%	Impacto sobre emisiones totales del sector LULUCF (%)	
4H	0,00	0,00	0,00		0,00 %	
4(IV)2	3,94	10,83	6,89	174,75 %	-0,02 %	774, 803
Total CRF 4	-35.548,79	-44.074,20	-8.525,41	23,98 %	23,98 %	

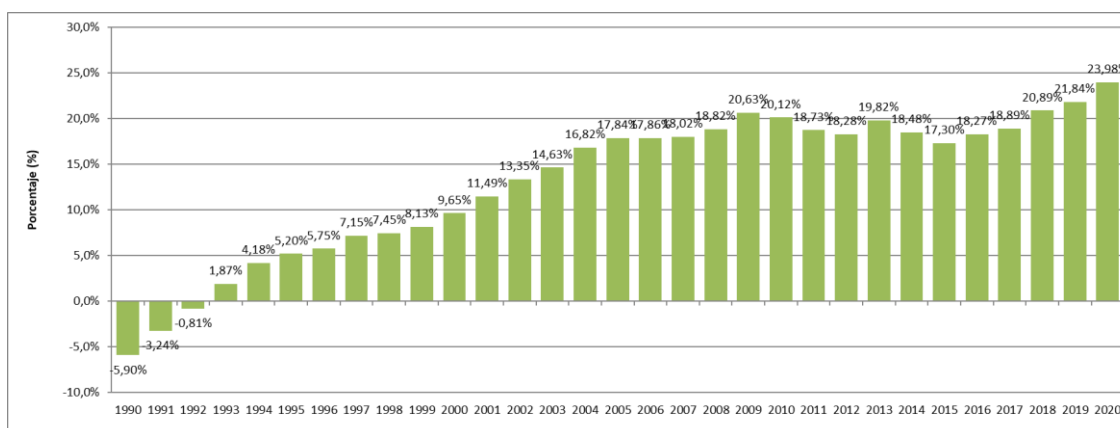
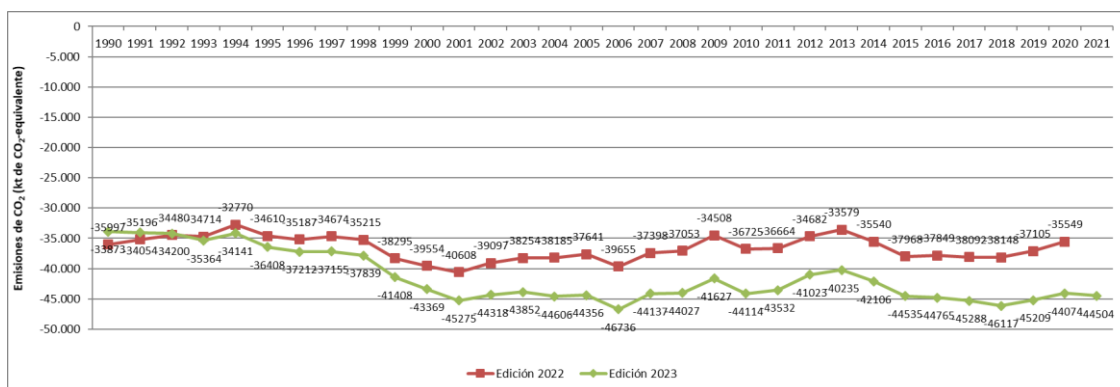


Figura 10.2.4. Comparación de niveles del sector LULUCF (CRF 4). Edición 2023 vs. edición 2022 (AR4)

10.2.1.1.5 Residuos (CRF 5)

El sector Residuos ha experimentado un aumento en la serie en las emisiones de CO₂-eq en la edición 2023 respecto a la edición 2022 del Inventario Nacional. El aumento promedio en todo el periodo inventariado es del 0,89 %, del 1,16 % para el año 2020. La mayor variación producida en el sector ha sido provocada por el recálculo de la actividad de Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas (5D1), donde se ha actualizado la cantidad total de proteína consumida (g/habitante/día) para el período 1999-2020. Además, se ha actualizado el parámetro Tplanta para el 2020 y la cantidad de lodos producidos para 2019 y 2020. Todas estas actualizaciones afectan a las emisiones de N₂O. Estas nuevas estimaciones están acompañadas, a lo largo de la serie temporal, por la revisión con bajadas y/o subidas relativas de las emisiones en las categorías 5A (actualización de datos de actividad suministrados con un año de retraso por la fuente, correcciones de cálculos y la introducción de un nuevo vertedero), 5B (actualización de los datos suministrados con un año de retraso por la fuente y la introducción de nuevas plantas de tratamiento), 5C (actualización de datos de actividad suministrados con un año de retraso) y 5E (actualización de datos de generación de lodos, así como su posterior destino a incineración, agricultura y/o vertedero, según la fuente de información).

Tabla 10.2.7. Identificación de los recálculos realizados en el sector CRF 5 (año 2020) (AR4)

CATEGORÍA	EE CO ₂ -eq (kt)		VARIACIONES			Id de la explicación (apéndice 10.4)
	Ed. 2022	Ed. 2023	Diferencia (kt)	%	Impacto sobre emisiones totales excluyendo LULUCF (%)	
5A	9.484,61	9.331,90	-152,71	-1,61 %	-0,06 %	862,00
5B	532,58	561,75	29,17	5,48 %	0,01 %	861, 863
5C	584,35	722,84	138,49	23,70 %	0,05 %	883, 884
5D	2.631,07	2.769,39	138,32	5,26 %	0,05 %	864,00
5E	0,50	0,50	0,00	-0,03 %	0,00 %	836
Total CRF 5	13.233,12	13.386,39	153,27	1,16 %	0,06 %	

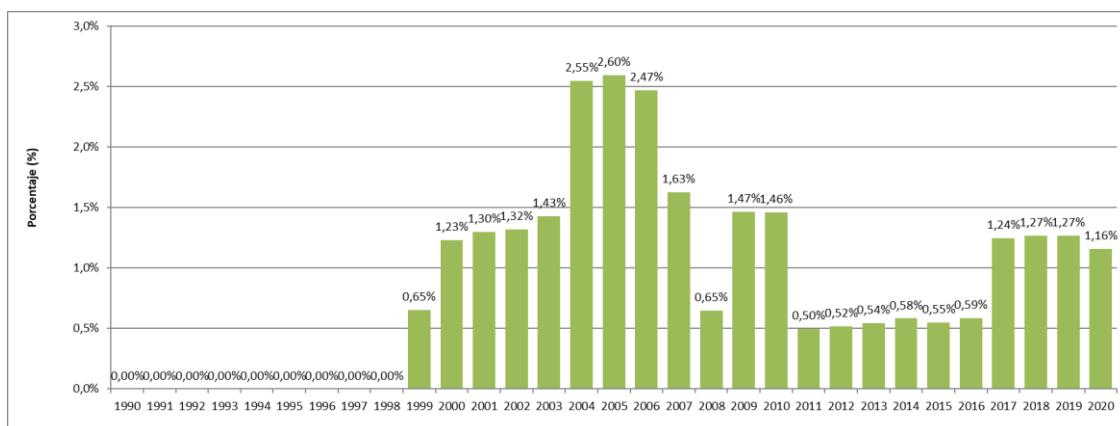
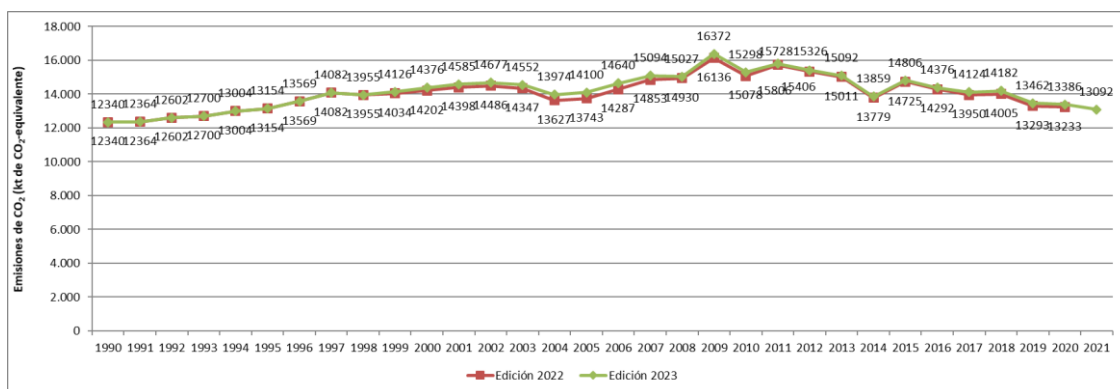


Figura 10.2.5. Comparación de niveles del sector Residuos (CRF 5). Edición 2023 vs. edición 2022 (AR4)

10.2.1.2 Emisiones por gases

A continuación, se analizan las variaciones entre ediciones a nivel global por gas de efecto invernadero incluyendo al sector LULUCF y excluyendo los *Memo items*.

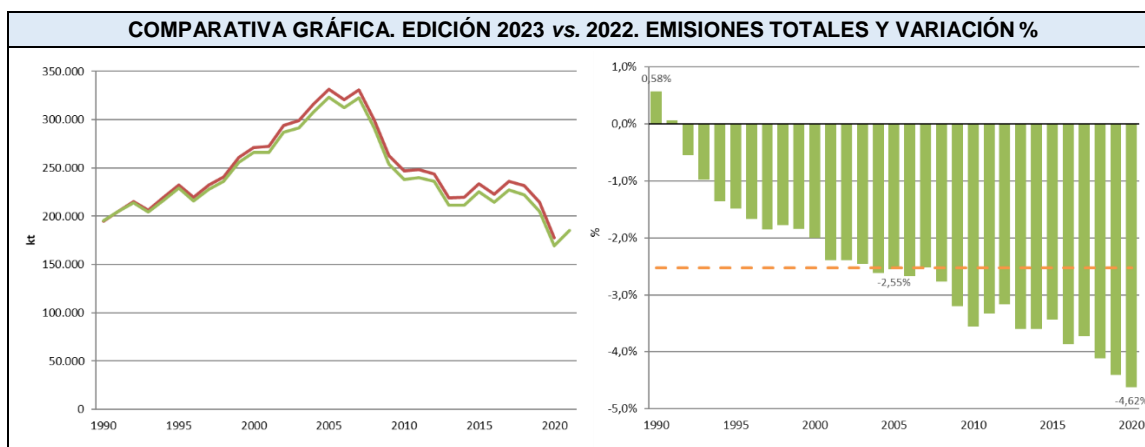
10.2.1.2.1 CO₂

Tabla 10.2.8. Comparación niveles de CO₂. Diferencias entre las ediciones 2023 vs. 2022 (cifras en kt de CO₂-eq AR4)

Número de categorías con recálculo	
78 de 105 categorías totales estimadas (74 %) en el periodo inventariado	

Impacto de los recálculos realizados	
Año 2020	Periodo 1990-2020 (media)
-8.204,3 kt (-4,6 %)	-6.299,2 kt/año (-2,5 %)

CATEGORÍAS CON MAYOR RECÁLCULO EN EL AÑO 2020					
Orden	CRF	Categoría	Diferencia		Explicación del recálculo
			kt	NC	
1	4A22	Pastizales convertidos en tierras forestales (CSC)	-4749,9	21 %	Se ha actualizado la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra, para el periodo 1970-2018, con impacto en la emisiones y absorciones estimadas del sector LULUCF en la serie temporal completa.
2	4A21	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales (CSC)	-2294,7	10 %	Ver 1
3	1A2a	Producción de hierro y acero	1883,5	8 %	Corrección de un error en los consumos registrados de coque de horno de coque
4	1A1ai	Producción de electricidad de servicio público	-1643,4	7 %	Corrección de consumos en dos CCC; nueva incineradora de RSU y nueva planta de biomasa
5	4C22	Tierras de cultivo convertidas en pastizales (CSC)	-1611,0	7 %	Ver 1



CATEGORÍAS CON MAYOR RECÁLCULO EN EL PERIODO 1990-2020					
Orden	CRF	Categoría	Diferencia		Explicación del recálculo
			kt	NC	
1	4A22	Pastizales convertidos en tierras forestales (CSC)	-4991,7	31 %	Ver 1 de la tabla anterior
2	4A21	Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales (CSC)	-1917,8	12 %	Ver 1 de la tabla anterior
3	1A2gv	Construcción	-1157,5	7 %	Reubicación de emisiones de cogeneración que estaban erróneamente asignadas en esta categoría
4	1A2f	Minerales no metálicos	1067,9	7 %	Reubicación de emisiones de cogeneración en esta categoría que estaban erróneamente asignadas en otra, unido al afinamiento en la sectorización del consumo de combustibles suministrado por el IDAE en relación con la cogeneración
5	4B21	Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo (CSC)	971,2	6 %	Ver 1 de la tabla anterior

NC: Nivel de contribución de la categoría al total de recálculos realizados.

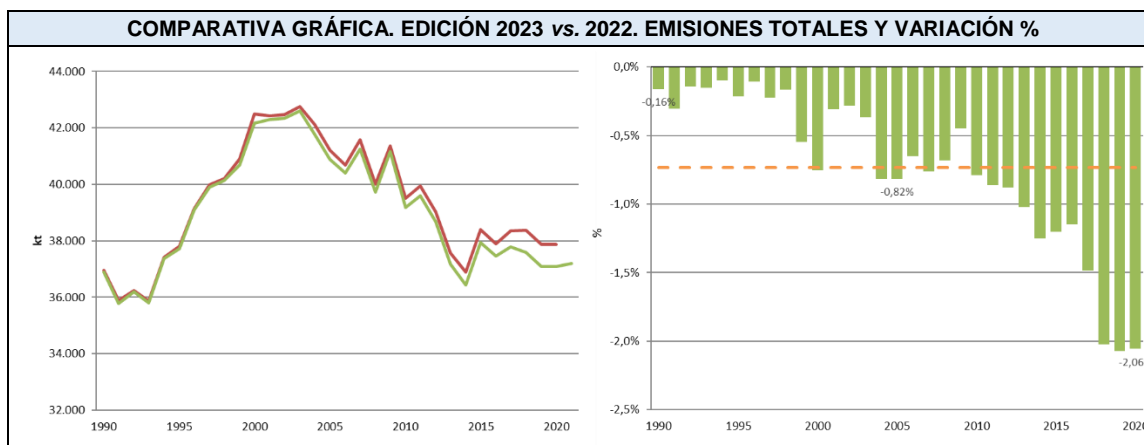
La línea punteada naranja indica el % de recálculo promedio de la serie 1990-2020. Los valores indican los % de recálculo para los años 1990, 2005 y 2020.

10.2.1.2.2 CH₄Tabla 10.2.9. Comparación niveles de CH₄. Diferencias entre las ediciones 2023 vs. 2022 (cifras en kt de CO₂-eq AR4)

Número de categorías con recálculo	
60 de 116 categorías totales estimadas (52 %) en el periodo inventariado	

Impacto de los recálculos realizados	
Año 2020	Periodo 1990-2020 (media)
-778,7 kt (-2,1 %)	-287,4 kt/año (-0,7 %)

CATEGORÍAS CON MAYOR RECÁLCULO EN EL AÑO 2020					
Orden	CRF	Categoría	Diferencia		Explicación del recálculo
			kt	NC	
1	3A12	Fermentación entérica. Vacuno no lechero	-803,2	33 %	Nuevos valores de %Ym de la guía IPCC-2019-Ref de la tabla 10.12 para vacuno, desagregados según la productividad y la digestibilidad de la ingesta.
2	3B112	Gestión de estiércol CH ₄ . Vacuno no lechero	-217,0	9 %	Incorporación de nuevos datos de formas de manejo de los estiércoles para vacuno procedentes de las encuestas realizadas en 2010 por el MAPA.
3	3B111	Gestión de estiércol CH ₄ . Vacuno lechero	175,0	7 %	Incorporación de nuevos datos de formas de manejo de los estiércoles para vacuno procedentes de las encuestas realizadas en 2010 por el MAPA.
4	5A1a	Depósito en vertederos de residuos sólidos	-152,7	6 %	Actualización de variable de actividad: nueva información del punto focal con un año de desfase e introducción de un nuevo vertedero.
5	3A11	Fermentación entérica. Vacuno lechero	-147,2	6 %	Nuevos valores de %Ym de la guía IPCC-2019-Ref de la tabla 10.12 para vacuno, desagregados según la productividad y la digestibilidad de la ingesta.



CATEGORÍAS CON MAYOR RECÁLCULO EN EL PERIODO 1990-2020					
Orden	CRF	Categoría	Diferencia		Explicación del recálculo
			kt	NC	
1	3A12	Fermentación entérica. Vacuno no lechero	-577,2	31 %	Ver 1 en la tabla anterior.
2	3A46	Fermentación entérica. Conejos	185,1	10 %	Nueva estimación de emisiones debidas a un nuevo animal (conejos) con la creación de sus correspondientes nuevas categorías.
3	3B112	Gestión de estiércol CH ₄ . Vacuno no lechero	-145,1	8 %	Ver 2 en la tabla anterior.
4	3B12	Gestión de estiércol CH ₄ . Ovino	135,3	7 %	Incorporación de nuevos datos de formas de manejo de los estiércoles para ovino procedentes de informes técnicos.
5	3B111	Gestión de estiércol CH ₄ . Vacuno lechero	122,5	6 %	Ver 3 en la tabla anterior.

NC: Nivel de contribución de la categoría al total de recálculos realizados.

La línea punteada naranja indica el % de recálculo promedio de la serie 1990-2020. Los valores indican los % de recálculo para los años 1990, 2005 y 2020.

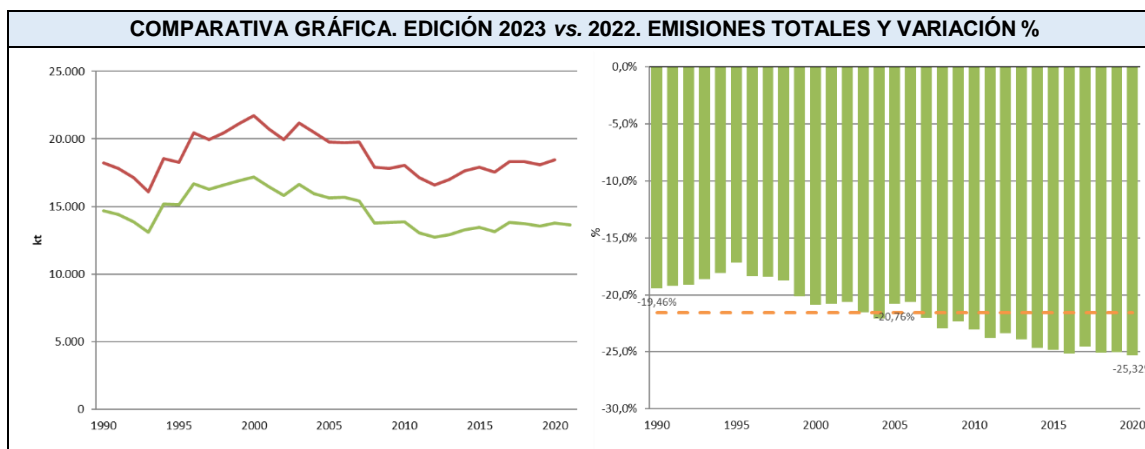
10.2.1.2.3 N₂O

Tabla 10.2.10. Comparación niveles de N₂O. Diferencias entre las ediciones 2023 vs. 2022 (cifras en kt de CO₂-eq AR4)

Número de categorías con recálculo	
68 de 102 categorías totales estimadas (67 %) en el periodo inventariado	

Impacto de los recálculos realizados	
Año 2020	Periodo 1990-2020 (media)
-4.675,6 kt (-25,3 %)	-4.050,8 kt/año (-21,6 %)

CATEGORÍAS CON MAYOR RECÁLCULO EN EL AÑO 2020					
Orden	CRF	Categoría	Diferencia		Explicación del recálculo
			kt	NC	
1	3D13	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados. Pastoreo	-2118,3	35 %	Incorporación de los nuevos FEs desagregados de la guía IPCC-2019-Ref según clima húmedo-seco de las provincias en las que se realiza pastoreo.
2	3D11	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados. Fertilizantes N inorgánicos	-1582,9	26 %	Incorporación de los nuevos FEs desagregados de la guía IPCC-2019-Ref por clima húmedo-seco de las provincias en las que se aplica el fertilizante mineral.
3	3D12a	Emisiones directas de N ₂ O debidas a Estiércol aplicado al suelo como fertilizante	-1201,3	20 %	Incorporación de los nuevos FEs desagregados de la guía IPCC-2019-Ref por clima húmedo-seco de las provincias en las que se aplica el estiércol o purín. También por cambios en 3B que afectan en cascada.
4	3D14	Emisiones directas de N ₂ O debidas a Restos de cultivos aplicados al suelo	-333,0	5 %	Incorporación de los nuevos FEs desagregados de la guía IPCC-2019-Ref por clima húmedo-seco de las provincias en las que se aplican los restos vegetales.
5	3B246	Gestión de estiércol N ₂ O. Conejos	144,8	2 %	Nueva estimación de emisiones debidas a un nuevo animal (conejos) con la creación de sus correspondientes nuevas categorías.



CATEGORÍAS CON MAYOR RECÁLCULO EN EL PERIODO 1990-2020					
Orden	CRF	Categoría	Diferencia		Explicación del recálculo
			kt	NC	
1	3D13	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados. Pastoreo	-1854,7	32 %	Ver 1 en la tabla anterior.
2	3D11	Emisiones directas de N ₂ O de suelos gestionados. Fertilizantes N inorgánicos	-1530,4	26 %	Ver 2 en la tabla anterior.
3	3D12a	Emisiones directas de N ₂ O. Aplicación estiércol al suelo	-1052,2	18 %	Ver 3 en la tabla anterior.
4	3D14	Emisiones directas de N ₂ O. Restos de cultivos	-340,3	6 %	Ver 4 en la tabla anterior.
5	3B246	Gestión de estiércol N ₂ O. Conejos	242,1	4 %	Ver 5 en la tabla anterior.

NC: Nivel de contribución de la categoría al total de recálculos realizados.

La línea punteada naranja indica el % de recálculo promedio de la serie 1990-2020. Los valores indican los % de recálculo para los años 1990, 2005 y 2020.

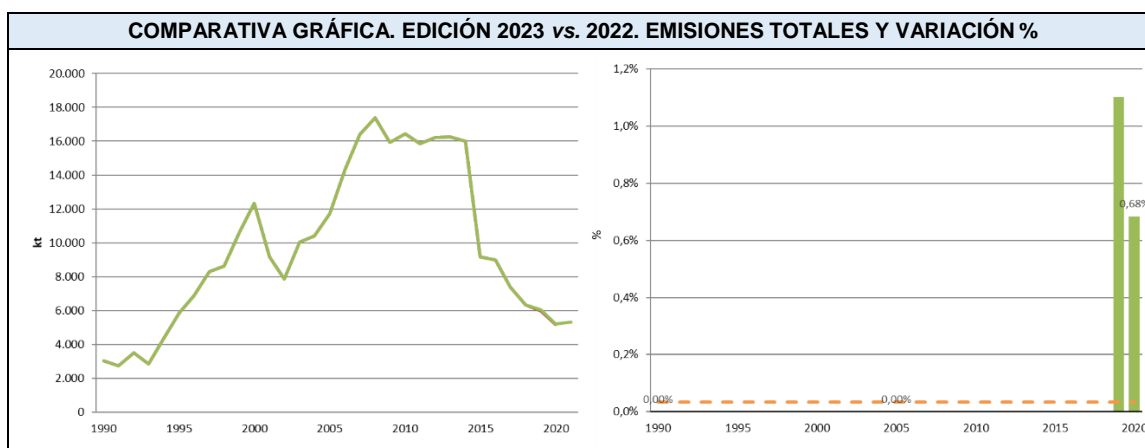
10.2.1.2.4 HFC y mezcla HFC-PFC

Tabla 10.2.11. Comparación niveles de HFC y mezcla HFC-PFC. Diferencias entre las ediciones 2023 vs. 2022 (cifras en kt de CO₂-eq AR4)

Número de categorías con recálculo	
15 de 30 categorías totales estimadas (50 %) en el periodo inventariado	

Impacto de los recálculos realizados	
Año 2020	Periodo 1990-2020 (media)
35,5 kt (0,7 %)	3,3 kt/año (0,0 %)

CATEGORÍAS CON MAYOR RECÁLCULO EN EL AÑO 2020					
Orden	CRF	Categoría	Diferencia		Explicación del recálculo
			kt	NC	
1	2F1f2	Aire acondicionado estacionario, almacenaje	37,2	54 %	Nuevos datos recibidos de uso de mezcla R-32 y actualización del porcentaje de equipos precargados con la mezcla R-410A (ver sección 4.22).
2	2F1c3	Refrigeración industrial, eliminación	-10,4	15 %	Ver anotación 1
3	2F1a2	Refrigeración comercial, almacenaje	7,4	11 %	Ver anotación 1
4	2F1a3	Refrigeración comercial, eliminación	-5,0	7 %	Ver anotación 1
5	2F1c2	Refrigeración industrial, almacenaje	4,9	7 %	Ver anotación 1



CATEGORÍAS CON MAYOR RECÁLCULO EN EL PERIODO 1990-2020					
Orden	CRF	Categoría	Diferencia		Explicación del recálculo
			kt	NC	
1	2F1f2	Aire acondicionado estacionario, almacenaje	2,7	65 %	Nuevos datos recibidos de uso de mezcla R-32 y actualización del porcentaje de equipos precargados con la mezcla R-410A (ver sección 4.22).
2	2F1a2	Refrigeración comercial, almacenaje	0,5	13 %	Ver anotación 1
3	2F1c2	Refrigeración industrial, almacenaje	0,4	9 %	Ver anotación 1
4	2F1c3	Refrigeración industrial, eliminación	-0,3	8 %	Ver anotación 1
5	2F1a3	Refrigeración comercial, eliminación	-0,1	3 %	Ver anotación 1

NC: Nivel de contribución de la categoría al total de recálculos realizados.

La línea punteada naranja indica el % de recálculo promedio de la serie 1990-2020. Los valores indican los % de recálculo para los años 1990, 2005 y 2020.

10.2.1.2.5 PFC

Sin recálculos significativos en este gas.

10.2.1.2.6 SF₆

Sin recálculos significativos en este gas.

10.3 Implicaciones en las tendencias de las emisiones

10.3.1 Inventario de gases de efecto invernadero (UNFCCC)

A continuación, se realiza un análisis de las implicaciones de los nuevos cálculos en las tendencias del agregado de las emisiones de CO₂-eq para las ediciones correspondiente al año 2023 del Inventario Nacional con respecto a la edición anterior del año 2022.

10.3.1.1 Tendencias sin LULUCF

A pesar de que se ha producido un descenso de las emisiones en comparación con la edición anterior (-5.796,61 kt/año de promedio, -1,64 %, en el periodo 1990-2020), no se han producido variaciones significativas en las tendencias del agregado de las emisiones sin tener en cuenta el sector LULUCF. Por un lado, no se observan cambios de signo en las variaciones interanuales de una edición a otra; y por otro, las diferencias entre ediciones en dichas variaciones interanuales son en promedio bajas (-0,01 % de media en el periodo) con el máximo de los valores positivos en el año 2020 (+0,22 % de incremento de la variación interanual entre ediciones) y con el mínimo de los negativos en el año 1996 (-0,21 % de disminución de la variación interanual entre ediciones). El incremento en la pendiente entre el año 2019 y 2020 en la edición 2023 corresponde principalmente a los recálculos de ese último año realizados en el sector de energía, en particular por el aporte de información que recibe la categoría 1A2 del balance de combustibles (fundamentalmente por el afinamiento en la sectorización del consumo de combustibles en cogeneración suministrado por el IDEA, que se utiliza para desagregar y complementar la información de las estadísticas oficiales) según se explica en el apartado 10.2.1.1. En relación con la disminución de la variación interanual entre los años 1995 y 1996 en un -0,21 %, se debe a los recálculos en la serie del sector de agricultura, según lo explicado en el apartado 10.2.1.1.3.

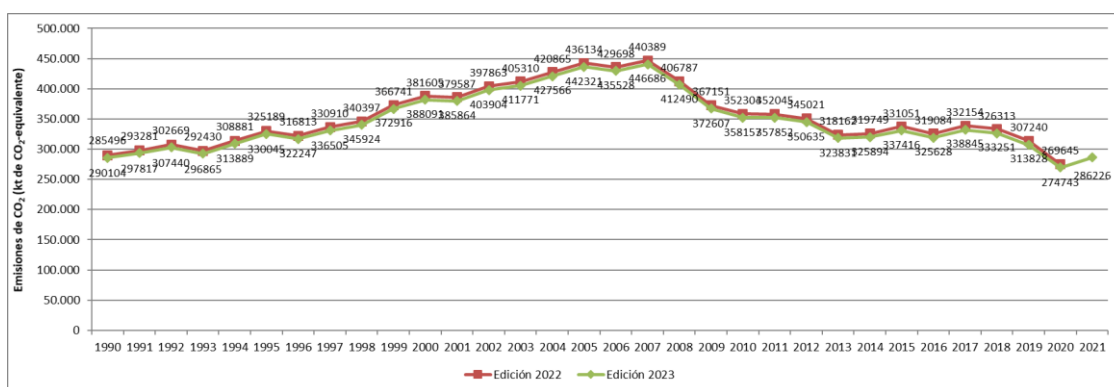


Figura 10.3.1. Comparación de tendencias del agregado (sin LULUCF). Edición 2023 vs. edición 2022 (AR4)

10.3.1.2 Tendencias con LULUCF

En el agregado de las emisiones de CO₂-eq incluyendo al sector LULUCF y comparando las ediciones 2022 y 2023, se observa un recálculo promedio del -3,35 % (-10.634,09 kt/año). Del mismo modo que en análisis sin LULUCF, el impacto de los recálculos sobre las tendencias es poco significativo, de nuevo sin cambios de signo en las variaciones interanuales de una edición a otra, y con una diferencia promedio de las variaciones interanuales entre ediciones del -0,15 %. Los años con mayor variación son distintos que sin LULUCF. El valor máximo de las diferencias

positivas se observa en el año 2005 (+0,20 %), motivado por los recálculos al alza del agregado de las emisiones sin tener en cuenta el sector LULUCF, que supera el recálculo al alza de las absorciones del sector LULUCF. En cuanto al mínimo valor negativo de las diferencias observadas en las variaciones interanuales entre ediciones, se encuentra en el año 2018 con -0,45 % de diferencia, motivado por los recálculos a la baja del agregado de las emisiones sin tener en cuenta el sector LULUCF, unido al recálculo al alza de las absorciones del sector LULUCF. Estas variaciones se explican fundamentalmente por la actualización de la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra en la serie del sector LULUCF, según se explica en el apartado 10.2.1.4.

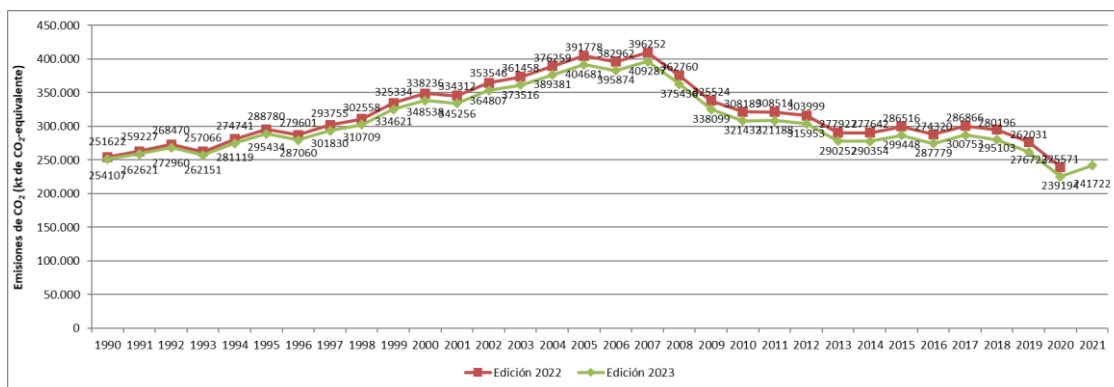


Figura 10.3.2. Comparación de tendencias del agregado (con LULUCF). Edición 2023 vs. edición 2022 (AR4)

10.4 Mejoras previstas en el Inventario Nacional

10.4.1 Inventario de gases de efecto invernadero (UNFCCC)

Entre las mejoras previstas en el SEI se consideran, por un lado, las de tipo horizontal que afectan al conjunto del Inventario Nacional y, por otro lado, las que se orientan a sectores específicos de actividad.

10.4.1.1 Horizontales

Las mejoras genéricas planificadas para próximas ediciones del Inventario Nacional, son las siguientes:

- Armonización del Inventario Nacional con otros registros ya existentes, tales como el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (E-PRTR) y el Registro de Derechos de Emisión de la Unión Europea. Se pretende seguir avanzando en el cotejo y convergencia con los cuestionarios de instalaciones sometidas al régimen del Comercio de Derechos de Emisión³ (EU ETS).
- Se abordará en el futuro una nueva auditoría externa de calidad de los resultados y los procedimientos de trabajo del Inventario Nacional. De forma paralela, está prevista la redacción de protocolos de control de la calidad (QC).

10.4.1.2 Sectoriales

En cada uno de los capítulos sectoriales se han incluido las mejoras propuestas. En este apartado se recogen las más relevantes.

³ Cuestionario individual a instalaciones encuadradas dentro de la Decisión 2007/589/CE relativa a las directrices de notificación y validación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

10.4.1.2.1 Energía (CRF 1)

Aspectos generales

Se dará continuidad al Grupo de Trabajo Técnico de Energía (GTT-Energía), orientado a tratar los aspectos comunes de balance energético nacional y sus implicaciones en el Inventario Nacional de emisiones a la atmósfera.

Se continuará trabajando en homogeneizar las necesidades del Inventario Nacional, en cuanto al balance energético que emplea, y las estadísticas energéticas elaboradas por el MITECO para su remisión a EUROSTAT y la AIE.

De forma general, a través de la colaboración con diferentes entidades, se pretende profundizar en el contraste y la mejora de los datos del balance de combustibles para armonizar la información reflejada en el balance energético del Inventario Nacional de Emisiones.

Combustión en industrias del sector energético (1A1)

- **Producción de servicio público de electricidad y calor (1A1a)**

Se mantiene un proceso de constante revisión y progresiva modificación de los IQ que se remiten a las centrales termoeléctricas y las plantas incineradoras, adaptándolos a las nuevas necesidades de información y automatizando los controles de calidad sobre los datos suministrados por estas instalaciones.

Se continuará con el control de las características de los combustibles para determinar con mayor precisión los eventuales valores atípicos reportados por algunas centrales.

Se acometerá el cálculo de unos factores de oxidación de C a CO₂ genéricos para carbones, que en el futuro (medio plazo) puedan ser adoptados como valores por defecto de ámbito nacional, empleando los valores específicos de fracciones de C oxidado facilitados por las propias plantas.

De acuerdo con la recomendación E.9 de la revisión UNFCCC llevada a cabo durante 2016⁴, se continuará con el proceso de colaboración con la Subdirección General de Economía Circular del MITECO para la mejora de información sobre la valorización energética de los residuos en vertederos y plantas de biometanización.

- **Refino de petróleo (1A1b)**

De cara al futuro, se seguirá enfatizando en la recogida de información vía cuestionario para mejorar la información relativa a las características de los combustibles utilizados, con el fin de recurrir cada vez menos a la utilización de factores de emisión por defecto y se continuará mejorando la comunicación existente con las refinerías.

Por otro lado, se continuará con el contraste de las emisiones de CO₂ de las refinerías con la información disponible de emisiones certificadas para las plantas que están bajo el régimen de Comercio de Derechos de Emisión (EU ETS), permitiendo detectar valores anómalos en la información facilitada vía cuestionario.

- **Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas (1A1c)**

Está previsto identificar y recabar datos históricos sobre el gas natural consumido en el conjunto de Estaciones Regulación y Medida (ERM) pertenecientes a la red de distribución de gas natural (gasoductos de baja presión), con el fin de desagregarlos de los consumos de gas natural no especificados procedentes de las estadísticas energéticas oficiales elaboradas por el MITECO.

⁴ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2017/arr/esp.pdf>

Combustión en el transporte (1A3)

- **Transporte aéreo (1A3a)**

No se prevén planes específicos de mejora en esta actividad del Inventario Nacional, más allá de los cambios que permitan mantener la alineación con la metodología establecida por EUROCONTROL, aplicando todos los nuevos ajustes y mejoras propuestos en el modelo.

- **Transporte por carretera (1A3b)**

En las próximas ediciones del Inventario Nacional se continuará con los trabajos de mejora continua de la metodología desarrollada, con el objetivo de estar alineados con las futuras versiones de la Guía EMEP/EEA, prestando especial atención a la estimación de emisiones de modos de propulsión alternativos y a nuevas normativas EURO. Los trabajos de mejora también estarán enfocados a mejorar las variables de actividad (parque de vehículos, recorridos o distribución entre pautas de conducción), en el caso de que hubiera nueva información disponible.

Combustión en otros sectores (1A4)

Se continuará con la búsqueda de fuentes de información que puedan aportar datos confiables y robustos de consumo para realizar estimaciones separadas para estufas y calderas de pellets de madera para la categoría Combustión estacionaria en el sector Comercial/Institucional (1A4ai).

Además, siguiendo la recomendación del ERT incluida en los párrafos 35 y 69 del Informe de Revisión de UNECE, Etapa 3 (2014)⁵, las mejoras planificadas para este sector continúan centradas en la desagregación de las estimaciones relativas a la subcategoría móvil de la combustión en el sector Residencial (1A4bii) actualmente incluidas en las estimaciones de la subcategoría de combustión estacionaria 1A4bi).

En esta misma línea de trabajo, se prevé, para futuras ediciones del Inventario, realizar la desagregación de la combustión estacionaria en instalaciones militares (1A5a Emisiones de fuentes estacionarias no especificadas), actualmente incluidas en las estimaciones de las subcategorías de combustión estacionaria (1A4ai).

Emisiones fugitivas (1B)

- **Emisiones fugitivas – petróleo y gas natural (1B2)**

Se prevé continuar contactando con las empresas de regasificación para ampliar la información relativa a su actividad con objeto de cubrir la serie temporal al completo.

10.4.1.2.2 Procesos industriales y uso de otros productos (CRF 2)

Consumo de gases fluorados (2F)

En próximas ediciones del Inventario se plantea mejorar las estimaciones de emisiones de gases fluorados con datos más detallados sobre la composición de las mezclas inespecíficas utilizadas para refrigeración.

⁵ El informe final de revisión puede consultarse en:
https://www.ceip.at/fileadmin/inhalte/ceip/00_pdf_other/2014_s3/spain_stage3_rr_2014.pdf

10.4.1.2.3 Agricultura (CRF 3)

Fermentación entérica en ganado (3A)

Continuación con la implantación de los nuevos parámetros zootécnicos de los documentos de la colección Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo para las especies ganaderas en España a medida que vayan siendo revisados (véase tabla 5.2.4). A este respecto, el equipo del Inventario, junto al equipo de expertos encargado de revisar los documentos zootécnicos, continuará trabajando en la metodología de estimación de los coeficientes zootécnicos, profundizando en particular en el caso de variaciones observadas en los valores de estos coeficientes que puntualmente han sido sensibles en algún año de la serie y que pudieran ser debidos a diferentes causas como cambios en la dieta, en la legislación sobre el uso de antibióticos o a otras razones que podrían justificar las tendencias o las variaciones acentuadas de estos coeficientes, como el tipo de gestión de las cabañas, el pastoreo.

Gestión de estiércoles (3B)

Continuación con la revisión de los nuevos parámetros zootécnicos de los documentos de la colección Bases zootécnicas para el cálculo del balance alimentario de nitrógeno y fósforo para las especies ganaderas en España a medida que vayan siendo revisados (véase tabla 5.2.4), así como con el análisis de la posible implantación de los datos que se puedan ir extrayendo de la aplicación ECOGAN según ésta vaya implantándose para las diferentes categorías ganaderas.

El equipo del Inventario, junto al equipo de expertos encargado de revisar los documentos zootécnicos, continuará trabajando en la metodología de estimación de los coeficientes zootécnicos, profundizando en particular en el caso de variaciones observadas en los valores de estos coeficientes que puntualmente han sido sensibles en algún año de la serie y que pudieran ser debidos a diferentes causas como cambios en la dieta, en la legislación sobre el uso de antibióticos o a otras razones que podrían justificar las tendencias o las variaciones acentuadas de estos coeficientes, como el tipo de gestión de las cabañas, el pastoreo o los procesos de intensificación. También se promoverá el cálculo de incertidumbres de los coeficientes zootécnicos bajo nivel 2 por parte de los equipos expertos en la revisión de los documentos zootécnicos.

Por otra parte, se continuará con la implantación de las guías IPCC 2019 Refinement en diferentes categorías.

Cultivo de arroz (3C)

Para la próxima edición se trabajará en la mejora de obtención de valores más aproximados a los métodos de cultivo de arroz en España en relación a los parámetros utilizados en las ecuaciones para la estimación de las emisiones de CH₄ en estos cultivos (vease tabla 5.5.3.) mediante técnicas de teledetección, así como el análisis de la futura implantación de las guías IPCC 2019 Refinement.

Suelos agrícolas (3D)

En la próxima edición del Inventario Nacional se continuará con el estudio de la implementación de los nuevos Factores de Emisión para N₂O en las categorías 3D2 (emisiones indirectas por deposición atmosférica, lixiviación y escorrentía) desagregados para climas secos y húmedos (dry-wet) que han sido avanzados en la guía IPCC 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines, así como la actualización de las incertidumbres de la nueva guía para las categorías 3D.

10.4.1.2.4 Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura (CRF 4)

Tierras forestales (4A)

El Inventario mantiene en su plan de mejoras las recomendaciones realizadas por los revisores que no han podido resolverse en esta edición, con el fin de continuar con los esfuerzos para estimar las emisiones/absorciones pendientes de cálculo, en próximas ediciones.

Dentro del plan de mejoras, se está realizando una profunda revisión del procedimiento de estimación del CSC de LB en FL, estudiando la posibilidad de sustituir el uso de los factores BEFD por ecuaciones alométricas.

Además, se está trabajando en la estimación de un dato de variación de madera muerta en la subcategoría 4A1, teniendo en cuenta el conocimiento científico actual; a través de un modelo que relaciona la madera muerta con la biomasa viva. Esta estimación permitirá dar cumplimiento al artículo 5.4 del Reglamento LULUCF⁶ en lo que respecta a la estimación del CSC de DW en la categoría contable de tierras forestales gestionadas.

Tierras de cultivo (4B)

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones/absorciones asociadas a las Tierras de cultivo, para culminar la completa adaptación a las metodologías más recientes.

Como parte del plan de mejoras del Inventario Nacional, se mantiene la intención de analizar la disponibilidad de información complementaria para estimar, si es posible, el cambio en las existencias de SOC, así como las emisiones/absorciones asociadas, debido a las prácticas de gestión en los cultivos herbáceos en próximas ediciones.

Pastizales (4C)

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones/absorciones asociadas a los Pastizales, para culminar la completa adaptación a las metodologías más recientes.

En la actualidad se está trabajando en la mejora de la estimación del cambio en las existencias de C de los Pastizales que permanecen como tales, 4C1. Concretamente, se están realizando las siguientes actividades:

- La mejora de la información cartográfica de usos de la tierra y cambios de usos de la tierra para, en la medida de lo posible, determinar transiciones dentro de la categoría 4C1; que, junto con la búsqueda de las existencias de C de los depósitos en los distintos tipos de pastizales, permitan la estimación del CSC asociado.
- El desarrollo de una metodología nacional para la estimación del CSC de la biomasa viva de Pastizales arbolados que se mantienen como pastizales arbolados, utilizando las parcelas del Inventario Forestal Nacional con FCC inferior al 20 %.
- La búsqueda de cualquier otra información sobre las prácticas de gestión aplicadas en los pastizales españoles que pueda existir a lo largo de la serie temporal que conduzcan a la generación de emisiones/absorciones asociadas al CSC de los depósitos de C.

La implementación de los resultados de estas actividades está prevista en las próximas ediciones del Inventario Nacional.

⁶ Reglamento (UE) 2018/841: <https://www.boe.es/doue/2018/156/L00001-00025.pdf>

Humedales (4D)

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones/absorciones asociadas a los Humedales, para la completa adaptación a las metodologías más recientes.

Asentamientos (4E)

En línea con la Guía IPCC 2006, el Inventario Nacional continuará estudiando la disponibilidad de datos nacionales que permitan estimar las emisiones/absorciones debidas a cambios en las existencias de carbono en los depósitos de biomasa, materia orgánica muerta y carbono orgánico del suelo de los Asentamientos que permanecen como tales.

Otras tierras (4F)

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones/absorciones asociadas a Otras tierras.

Productos madereros (4G)

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones/absorciones debidas al CSC del depósito HWP.

Emisiones directas de N₂O procedentes de la mineralización/inmovilización de N relacionadas con la pérdida/ganancia de materia orgánica en suelos minerales debido a cambios en el uso de la tierra o a prácticas de gestión (4(III))

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones directas de N₂O procedentes de la mineralización del N.

Como parte del plan de mejoras, el Inventario mantiene la tarea de identificar fuentes de información fiables y homogéneas para toda la serie temporal que permitan conocer las prácticas de gestión de otros que permanecen como tales y sus efectos sobre el SOC, para poder estimar las emisiones directas de N₂O debidas a la gestión de los suelos minerales, en los casos en que se produzca la pérdida de C del suelo.

Emisiones indirectas de N₂O procedentes de suelos gestionados (4(IV))

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones indirectas de N₂O por lixiviación y escorrentía del N mineralizado relacionado con la pérdida de materia orgánica del suelo.

Como parte del plan de mejoras, el Inventario Nacional intentará identificar fuentes de información fiables y homogéneas para toda la serie temporal que permitan conocer las prácticas de gestión de otros usos que permanecen como tales y sus efectos sobre el SOC, para poder estimar las emisiones indirectas de N₂O debidas a la gestión de los suelos minerales, en los casos en que se produzca la pérdida de C del suelo.

Emisiones debidas a incendios y quemas controladas (4(V))

Dentro del plan de mejoras, el Inventario Nacional continuará con los esfuerzos para mejorar la estimación de las emisiones asociadas a la quema de biomasa, siguiendo con las recomendaciones realizadas por los equipos revisores en el marco de las sucesivas revisiones realizadas bajo la UNFCCC.

10.4.1.2.5 Residuos (CRF 5)

Depósito en vertedero de residuos sólidos - CH₄ (5A)

En noviembre de 2015 se aprobó el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022. Se espera que el desarrollo de este plan, así como la aplicación de las disposiciones

sobre información incluidas en la Ley 22/2011, en particular la puesta en marcha del Registro de Producción y Gestión.

Paralelamente se pretende continuar trabajando con el punto focal para mejorar la información nacional obtenida de acuerdo a la metodología y tipo de residuo para, en un futuro, ser capaz de utilizar parámetros de país.

Tratamiento biológico de residuos sólidos (5B)

Se prevé seguir trabajando, en colaboración con las diferentes instituciones, en la obtención de la mejor información de todas las plantas de biometanización.

Tratamiento y eliminación de aguas residuales (5D)

Se pretende continuar colaborando con la Dirección General del Agua del MITECO, con el objeto de obtener datos actualizados sobre la depuración de aguas residuales domésticas en España para los últimos años de la serie inventariada.

Además, en futuras ediciones, se pretende trabajar en la actualización de la metodología de la presente categoría de acuerdo con las nuevas y/o actualizadas fórmulas y parámetros de acuerdo a las guías IPCC 2019.

Por otro lado, se está trabajando en la recolección de información sobre la variable de actividad (cantidad de nitrógeno en los efluentes de aguas industriales) para aquellas industrias que tengan su propia planta depuradora para la estimación de las emisiones de N₂O para esta actividad en futuras ediciones de acuerdo a la metodología por defecto de las guías IPCC 2019.

Otras fuentes (5E)

En relación con la variable de actividad relacionada con los lodos (categoría 5E1), se considera prioritario seguir colaborando con el punto focal (SGEC) para mejorar la información pertinente.

Apéndice 10.1 Documentación sobre los principales cambios metodológicos con relación a la edición anterior del Inventario Nacional

En la tabla siguiente se presenta la relación de los principales cambios metodológicos introducidos en la presente edición del Inventario Nacional, y las implicaciones que han tenido en los nuevos cálculos realizados.

Esta información se ha elaborado a partir del reporte de España a la Comisión Europea del anexo IX con arreglo al artículo 11 del Reglamento (UE) 2018/1999 (Gobernanza).

Tabla 10A.1.1. Principales cambios metodológicos con relación a la edición anterior del Inventario Nacional

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	DESCRIPTION OF METHODS	RECALCULATIONS	REFERENCE
	Tick to identify major changes in methodological descriptions	Tick to identify if this is also reflected in recalculations	If the cell is marked, reference (section number) to the description in the NIR
1. Energy			
A. Fuel Combustion (sectoral approach)			
1. Energy industries	X	X	Sub-category 1A1a: Section 3.2.5
2. Manufacturing industries and construction			
3. Transport			
4. Other sector			
5. Other			
B. Fugitive emissions from fuels			
1. Solid fuels			
2. Oil and natural gas and other emissions from energy production			
C. CO ₂ transport and storage			
2. Industrial processes and product use			
A. Mineral industry			
B. Chemical industry			
C. Metal industry			
D. Non-energy products from fuels and solvent use	X	X	Sub-category 2D3 Section 4.21
E. Electronic industry			
F. Product uses as substitutes for ODS			
G. Other product manufacture and use			
H. Other			
3. Agriculture			
A. Enteric fermentation	X	X	Sub-category 3A1 Section 5.2.2.
B. Manure management			
C. Rice cultivation			
D. Agricultural soils	X	X	Sub-category 3D1: Section 5.6.2.
E. Prescribed burning of savannahs			
F. Field burning of agricultural residues			

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	DESCRIPTION OF METHODS	RECALCULATIONS	REFERENCE
	Tick to identify major changes in methodological descriptions	Tick to identify if this is also reflected in recalculations	If the cell is marked, reference (section number) to the description in the NIR
G. Liming			
H. Urea application			
I. Other carbon containing fertilisers			
J. Other			
4. Land use, land-use change and forestry			
A. Forest land	X	X	Sub-categories 4A1 and 4A2: Sections: 6.2.2.1 6.2.2.2, 6.11, 6.12 and 6.13
B. Cropland	X	X	Sub-categories 4B1 and 4B2: Sections 6.2.2.1, 6.2.2.2, 6.11, 6.12 and 6.13
C. Grassland	X	X	Sub-categories 4C1 and 4C2: Sections 6.4.2.1, 6.4.2.2, 6.11, 6.12 and 6.13
D. Wetlands	X	X	Sub-category 4D2: Section 6.5.2.2, 6.11 and 6.12
E. Settlements	X	X	Sub-category 4E2: Section 6.6.2.2, 6.11 and 6.12
F. Other land			
G. Harvested wood products			
H. Other			
5. Waste			
A. Solid waste disposal			
B. Biological treatment of solid waste			
C. Incineration and open burning of waste			
D. Wastewater treatment and discharge			
E. Other			
6. Other (as specified in Summary 1.A)			

Apéndice 10.2 Implementación revisión UNFCCC

En la tabla siguiente se presenta el grado de implementación de las recomendaciones de la última revisión del Inventario Nacional por parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC, por sus siglas en inglés) (edición 2022 del Inventario Nacional). Concretamente, ninguna recomendación está aún en estado “*Not resolved*”, 6 como “*Addressing*” y 29 recomendaciones figuran como “*Resolved*”.

El formato de la tabla se basa en el anexo VIII (Formulario para la notificación de información sobre la aplicación de recomendaciones y ajustes) con arreglo al artículo 10 del Reglamento (UE) 2018/1999 (Gobernanza). La información incluida en dicho anexo coincide con el informe borrador de la revisión anual de la UNFCCC de 2022⁷ del Inventario Nacional (FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT). Las referencias al NIR corresponden a la edición 2023 del Inventario Nacional, salvo excepciones especificadas.

Tabla 10A.2.1. Formulario para la notificación de información sobre la aplicación de recomendaciones y ajustes según el artículo 10 del Reglamento (UE) 2018/1999

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
TABLE 3					
Energy					
Feedstocks, reductants and other non-energy use of fuels – gaseous fuels – CO ₂	<p>(a) Include information on the disposition of non-energy uses of fuels in the energy balance discussion in annex 2 to the NIR to clarify that the non-energy use of fuels is accounted for and there is no underestimation of emissions from fuel combustion.</p> <p>(b) Include the use of natural gas for hydrogen production in CRF table 1.A(d), as appropriate, and ensure consistency between the information in CRF tables 1.A(b) and 1.A(d) and the information in the NIR.</p> <p>(a) Addressing. The Party provided information in its NIR (annex 2, table A.2.5, p.796) showing that the total consumption of natural gas for non-energy use in ammonia production and hydrogen production in the chemical industry (reported in CRF table 1.A(d) as 24 628 TJ) and for non-energy use in hydrogen plants in refineries (reported in the NIR, annex 4, table A.4.5, p.903 as 29 269 TJ) is consistent with the information on natural gas consumption for non-energy uses reported in the national energy balance. In both cases total consumption is 53 897</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. E2	Resolved.		NIR 2022 edition, annex 2.

⁷ El último informe final de revisión está publicado en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2021_ESP.pdf

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
	<p>TJ, as shown in the NIR (annex 2, table A.2.13, p.827). During the review the Party confirmed that CO₂ emissions for non-energy use of natural gas in CRF table 1.A (d) come from ammonia production and hydrogen production in the chemical industry and that this will be explained more clearly in the next annual submission. The ERT considers that the recommendations have not been fully addressed because the Party did not fully clarify in the NIR that the non-energy use of fuels is accounted for and there is no underestimation of emissions from fuel combustion.</p> <p>(b) Addressing. Emissions of CO₂ from hydrogen plants in refineries were reported as fugitive emissions under subcategory 1.B.2.a.4. During the review, the Party informed the ERT that this information will be more clearly explained in the next NIR to demonstrate the consistency between the information in CRF tables 1.A (b) and 1.A (d) and the information in the NIR. The ERT considers that the recommendation has not been fully addressed because the Party did not fully demonstrate consistency between the information in CRF tables 1A(b) and 1A(d) and the information in the energy balance for the 29 269 TJ corresponding to non-energy use of natural gas in hydrogen plants in refineries.</p>				
1.A.3.b Road transportation – diesel oil – CO ₂	<p>Use the decision tree in the 2006 IPCC Guidelines (vol. 2, chap. 3, p.3.11) for determining EFs or either evaluate the applicability of the CO₂ EF used for road transportation – diesel oil and update the EF based on the results of the evaluation, or provide a justification as to how the CO₂ EF applied for diesel oil is appropriate to the national circumstances, including comparisons (e.g. with the COPERT model) to the values from the 2014 Joint Research Centre report and values used by other European countries.</p> <p>Resolved. The Party reported in its NIR (section 3.8.2.2, p.217) that it has undertaken a comprehensive evaluation of the fuel characteristics and has updated its CO₂ EFs on the basis of country-specific information on the carbon content and calorific values of the fuels, to obtain country-specific EFs that are more appropriate to the national circumstances. The recalculation was implemented for the entire time series revising the CO₂ EFs from 73.20 to 73.68 t/TJ. These values are reported in the NIR (table 3.8.8, p.217). Unlike the previous inventory, where the Party reported the use of European instead of country-specific data, in the current inventory the Party used country-specific EFs for diesel oil and gasoline, with carbon content and calorific values from information</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. E5	Resolved.		NIR 2022 edition, pp.217, 218.

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
	provided by the unique operator of the liquid hydrocarbons fuel distribution and transport system.				
Fuel combustion – reference approach – other non-fossil fuels – CO ₂	<p>Analyse the discrepancies related to values for biogenic and non-biogenic fractions of waste available from different sources in the country, report on the results in the NIR and report data for other non-fossil fuels (biogenic waste) in CRF table 1.A(b), ensuring consistency with the data reported under the sectoral approach.</p> <p>Addressing. The Party provided improved information by reporting under the reference approach (CRF table 1.A(b)) an apparent consumption of 10 079.97 TJ for the non biomass fraction of waste (waste, non-biomass fraction) and under biomass, a consumption of another 10 079.97 TJ from biogenic waste (other non-fossil fuels) (reported as “NO” in the previous submission). Under the sectoral approach (CRF table 1.A(a)s4), the Party reported under the information item “waste incineration with energy recovery”, a biomass consumption of 21 204.59 TJ and a fossil fuel consumption of 21 204.59 TJ from waste incineration with energy recovery. This difference between the reference approach and the sectoral approach is not explained in the NIR.</p> <p>During the review, the Party clarified that the discrepancy in the 2021 submission relating to values for biogenic and non-biogenic fractions of municipal waste was due to the information reported in CRF table 1.A(b), which comes from energy statistics (IEA questionnaires). Data on production of biogenic waste (other non-fossil fuels) from IEA that would correspond to “municipal waste (renewable)” were not reported in CRF table 1.A(b) because their reliability was considered uncertain. Following the ERT recommendation, the inventory team made an enquiry to the ministry responsible for the questionnaires for submission to IEA, and the ministry’s response indicated that the renewable and non-renewable fractions of municipal waste are considered equal and reported as such in IEA questionnaires. Collaborative work is ongoing to refine this 50:50 ratio for upcoming inventories. Information on production of biogenic waste (other non-fossil fuels) from IEA that would correspond to “municipal waste (renewable)” is now (i.e. in the 2022 submission) reported in CRF table 1.A(b). The ERT considers that the recommendation has not yet been fully addressed because the Party did not fully demonstrate consistency between the data reported under the reference and sectoral approach in its NIR.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. E1	Resolved.		NIR 2023 edition, chapter 3, section 3.2.2.1.

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
1.A Fuel combustion – sectoral approach – other fossil fuels – CO ₂ , CH ₄ and N ₂ O	<p>(a) Revise the use of the notation key “NE” in CRF table 1.A(a) (sheet 4) under the information item “waste incineration with energy recovery” and report “NO” for CO₂ captured from waste incineration, ensuring that AD for biomass and fossil fuels are accurately reported.</p> <p>(b) Report the total estimated values of CH₄ and N₂O emissions under fossil fuels and report “IE” under biomass, providing information in CRF table 9 and the documentation box of CRF table 1.A(a) to clarify that such emissions were estimated and reported as aggregated under fossil fuels under the information item “waste incineration with energy recovery”.</p> <p>Resolved. (a) The Party reported “NO” for CO₂ capture from waste incineration in CRF table 1.A(a) (sheet 4) under the information item “waste incineration with energy recovery”, providing the corresponding AD for both biomass and fossil fuels. (b) Furthermore, the Party reported the respective total CH₄ and N₂O emissions from “waste incineration with energy recovery” under fossil fuels and reported “IE” for biomass, providing the corresponding information in CRF table 9 that respective CH₄ and N₂O emissions from biomass have been aggregated and reported under the emissions from fossil fuels.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. E3	Resolved.		CRF table 1.A(a) (sheet 4)
1.A.1.a Public electricity and heat production – other fossil fuels – CO ₂	<p>Correct the CO₂ EF values for municipal waste incineration provided in the NIR and the fact sheet referenced therein, report explicitly the CO₂ EF values for 2000–2005 calculated using linear interpolation, and ensure full consistency and transparency of the information provided in the NIR, the referenced fact sheet and annex 2 thereto.</p> <p>Resolved. The Party has corrected the CO₂ EF values for municipal waste incineration and provided the updated values in the NIR (section 7.6.1.2.2, table 7.6.12, p.553). This information is consistent with that reported in the energy chapter of its NIR (section 3.2.2.2, p.152), where the Party reported explicitly the values of the CO₂ EF for waste incineration for each year of the 2000–2005 period, obtained through a linear interpolation. The Party further provided a reference to the information on the website of the Ministry for the Ecological Transition and the Demographic Challenge regarding municipal waste incineration with energy recovery that also provides information regarding the methodology applied.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. E4	Resolved.		NIR 2022 edition, p. 152.

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
IPPU					
2.B.7 Soda ash production – CO ₂	<p>Provide accurate explanations on the rationale for any recalculations for category 2.B.7 soda ash production, where they occur, and correct the information reported on the use of a CO₂ EF as part of the tier 3 methodology for its next annual submission.</p> <p>Resolved. The Party explained in its NIR (section 4.11, p.302) that CO₂ emissions for this category were calculated by applying the tier 3 method from the 2006 IPCC Guidelines (vol. 3, chap. 3, figure 3.7, p.3.53) and using CO₂ emissions data provided by the installation based on measurements, which the Party verified against the values declared by the plant to the European Union Emissions Trading System. Furthermore, given that the plant also provides information regarding production, a plant-specific implicit EF is available for the entire series. There was no recalculation in this submission.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. I1	Resolved.		NIR 2022 edition, p.302.
2.F.1 Refrigeration and air conditioning – HFC-134a	<p>Provide detailed and clear information in the NIR on the methodology used to estimate recovery of HFC-134a and related emissions for subcategory 2.F.1.e mobile air conditioning and information on the existing regulations on recovery of refrigerants from mobile air conditioning implemented in Spain, in addition to explaining the reasons for any recalculations for category 2.F.1 refrigeration and air conditioning or its subcategories, where they occur.</p> <p>Addressing. The Party described the methodology in its NIR (section 4.22.2, p.337) and provided a link to a reference, <i>Uso de HFCs en los equipos de aire acondicionado de vehículos</i>, which indicates that, according to the working group of EU regulation 517/2014, 25 per cent of the HFC-134a is recovered at the end of life. The ERT noted that although this percentage is in line with the 2006 IPCC Guidelines (vol. 3, chap. 7, table 7.9), which gives a range of 0–50 per cent for recovery efficiency for mobile air conditioning, the quoted EU regulation does not specify this percentage as the reference appears to indicate, and there is no information on how Spain determined this recovery figure. The quoted EU regulation does, however, provide information on recovery of refrigerants from mobile air conditioning. The NIR (section 4.22.5, p.342) contains explanations for recalculations made due to small changes in methodology for category 2.F.1.b domestic refrigeration from 2015 to 2019, and for 2.F.1.e mobile air conditioning from 2005 to 2013 which resulted in minor revisions of the estimates of the time</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. I4	Resolved.		NIR 2023 edition 4.22.2.1

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
	series. Some further explanations on recalculations in the category 2.F.1 refrigeration and air conditioning were indicated in NIR Apéndice 10.4 page 645. During the review, the Party clarified that the explanations in the above-mentioned reference can be misleading and that the percentage it applied is taken from the range shown in the 2006 IPCC Guidelines (vol. 3, chap. 7, table 7.9), and is considered representative of the situation in Spain. The Party indicated that it will update the methodological information accordingly in its next annual submission.				
2.F.4 Aerosols – HFC-134a and HFC-152a	<p>Explain in the NIR that for subcategory 2.F.4.a aerosols – metered dose inhalers, data are collected from two pharmaceutical companies through questionnaires, where one provides information on losses in the manufacturing phase, the other provides information on amounts of propellant incorporated into products during the manufacturing process, and both provide sales data, and explain the reasons for any recalculations for category 2.F.4 aerosols and its subcategories, in particular subcategory 2.F.4.b aerosols – domestic and industrial applications, where they occur.</p> <p>Resolved. The Party explained in its NIR (section 4.22.2.4, p.340) that data on metered dose inhalers are collected through questionnaires from two pharmaceutical companies: one provides information on losses during manufacturing and sales data, and the other provides information on amounts of propellant incorporated into products during the manufacturing process and sales data. In the present submission no recalculations have been made.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. I6	Resolved.		NIR 2022 edition, p.340.
2.G.3 N ₂ O from product uses – N ₂ O	<p>Explain in the NIR the reasons for any recalculations for category 2.G.3.b other – propellant for pressure and aerosol products, where they occur, such as a correction to the AD for N₂O used as a propellant.</p> <p>Resolved. The Party reported in its NIR (section 4.24.2, p.345) and in CRF table 10.s4 the same emission estimates across the time series that were in the 2021 submission and did not report any recalculations for this category in the 2022 submission. The type and sources of the AD used are also explained in the NIR (section 4.24.2, pp.344–345).</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. I3	Resolved.		NIR 2022 edition, p.345.
2.F.1 Refrigeration and air conditioning – HFC-134a	Explain in the NIR that the fluctuations of emissions from the recovery of HFC-134a observed between 2016 and 2018 are linked to annual fluctuations in the percentage of vehicles removed from the vehicle fleet.	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. I5	Resolved.		NIR 2023 edition, 4.22.2.1.

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
	Addressing. The Party reported in its NIR (chap. 10, appendix 10.2, p.632) that an explanation of the fluctuations of emissions from the recovery of HFC-134a observed between 2016 and 2018 is provided in the "NIR 2022 edition: chap. 4.22". Nevertheless, the ERT could not find such an explanation. During the review, the Party acknowledged that it had not included the required explanation about recovery fluctuations and that it will expand and clarify the methodological description of recovery currently provided in section 4.22.2.1 of the NIR in its next annual submission.				
2.D.3 Other (non-energy products from fuels and solvent use) – CO ₂	<p>"Report the national totals in the relevant CRF tables including and excluding indirect CO₂, as required by paragraph 29 of the UNFCCC Annex I inventory reporting guidelines, ensuring that indirect CO₂ emissions for category 2.D.3 other – solvent use are not included in national totals of direct emissions.</p> <p>Not resolved. The Party did not report the required data in the CRF tables and reported indirect CO₂ emissions in the same way as in the previous submission. In its NIR (chap. 10, appendix 10.2, pp.632–633) the Party stated that the approach taken was recommended to member States by an EU working group, which suggested reporting these emissions in CRF table 2(l) category 2.D non-energy products from fuels and solvent use, using the predefined option for "solvent use" which is considered to be more transparent than reporting in table 6, where indirect CO₂ emissions are aggregated at the sectoral level. During the review, the Party acknowledged that including indirect CO₂ emissions as direct CO₂ emissions in CRF table 2(l).A-H (sheet 2) is not in line with the UNFCCC Annex I inventory reporting guidelines, and indicated its intention to address this in its next annual submission. "</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. I2	Resolved.		NIR 2023 edition. 4.21.
Agriculture					
3. General (agriculture) – CH ₄ and N ₂ O	Calculate the uncertainties of the EFs for enteric fermentation and manure management on the basis of existing local data, given that the uncertainty values provided in the 2006 IPCC Guidelines are extremely conservative and are not aligned with Spain's efforts to gather local information on EFs, and report the results of the uncertainty analysis using such values in its next annual submission. If Spain intends to continue using default uncertainty values from the 2006 IPCC Guidelines, while using country-specific EFs, provide arguments in the NIR demonstrating that the default uncertainty values from the 2006 IPCC Guidelines	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. A1	Addressing.	In progress.	NIR 2023 edition, section 5.2.6.

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
	<p>used by Spain in its uncertainty analysis are valid for those country-specific EFs used in its emission estimates for the relevant categories.</p> <p>Addressing. The Party reported in its NIR (section 5.2.3, p.363 and section 5.3.3, p.368) that tier 1 default uncertainty values (30 per cent) were used for the EFs for enteric fermentation and manure management, in order to be in line with the 2006 IPCC Guidelines (section 10.3.4, p.10.33, and section 10.4.4, p.10.48) which indicates that “inventory compilers using the tier 2 method should undertake an analysis of uncertainties reflecting their particular situation, and in the absence of this analysis the uncertainty under the tier 2 method should be assumed similar to the uncertainty under the tier 1 method”. The ERT considers that the recommendation has not yet been fully addressed because the Party has not yet calculated the uncertainties of the EFs for enteric fermentation and manure management on the basis of existing local data, although Spain applied the procedure from the 2006 IPCC Guidelines.</p>				
3.A Enteric fermentation – CH ₄	<p>Further examine the issue related to the use of the previously used country-specific Ym values based on a national study (Jaurena et al., 2015) and explain in the NIR why the Ym values from that study led to a misrepresentation of national circumstances and data resulting in an overestimation of the Ym values. While awaiting verification and revision of national Ym values, as a conservative and temporary approach, use the default Ym value from the 2006 IPCC Guidelines (i.e. 6.5 per cent) until this can be replaced by newly validated country-specific Ym values, applying either a constant value for the whole time series or a series of decreasing values, as suggested by the Party during the review.</p> <p>Resolved. The Party reported in its NIR (section 5.2.2.2, p.360) that data from the study by Jaurena et al (2015) was initially used for calculating Ym values but that for the current inventory it applied the default Ym value of 6.5 per cent from the 2006 IPCC Guidelines (vol. 4, chap. 10, table 10.12, p.10.30) as a result of a technical correction made during the 2020 review under the EU effort-sharing decision. It further explained that, in the absence of a national Ym value for cattle, Spain continues using the default Ym value from the 2006 IPCC Guidelines for estimating CH₄ emissions from enteric fermentation for cattle. In addition, the Party reported in its NIR (section 5.2.6, p.363) that Ym values for cattle resulting</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. A2	Resolved.		NIR 2023 edition, section 5.2.5.

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
	from national zootechnical studies will be analysed with the aim of substituting currently used values as future improvement.				
3.A.4 Other livestock – CH ₄	<p>Include in the NIR transparent and well-documented information supporting the country-specific values for the Ym and GE for goats, including an accurate reference to the zootechnical document on goats provided to the ERT during the review (“Caprine – Zootechnical basis for the calculation of the nitrogen and phosphorus food balance”).</p> <p>Resolved. The Party provided in its NIR (section 5.2.2.2, table 5.2.4, p.360) a reference (Bases Zootécnicas para el Cálculo del Balance Alimentario de N y P en Caprino), which documents in a transparent manner information supporting the country-specific value for the Ym and GE for goats.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. A3	Resolved.		NIR 202 edition, section 5.2.2.2.
3.B.3 Swine – CH ₄ and N ₂ O	<p>Explain in the NIR why adopting a constant value for the share of different manure management systems for swine for 2015 onward is a better approach than maintaining the linear trend adopted for 1990–2015.</p> <p>Resolved. The Party reported in its NIR (section 5.3.2.2, p.366) that until new data on manure management systems for swine become available, it has decided to keep the 2015 values constant instead of prolonging the interpolation over time because such prolongation would lead to negative values in the distribution fractions of the various manure management systems (e.g. as in “anaerobic lagoon”), which result in unrealistic values.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. A4	Resolved.		NIR 2023 edition, section 5.3.2.2.
3.D.b.1 Atmospheric deposition – N ₂ O	<p>Ensure full consistency with the 2006 IPCC Guidelines when adopting the methodology from the EMEP/EEA guidebook for calculating indirect N₂O emissions and replacing the parameters related to the vaporization of ammonia and nitrates, such as FracGASF or FracGASM, with a view to enhancing the accuracy of its estimates for indirect N₂O emissions from agricultural soils, and provide the relevant documentation and justifications in the NIR.</p> <p>Resolved. The Party reported in its NIR (section 5.6.2.2, pp.394–395) that the amounts of N input from animal manure applied to soils and N excretion on pasture, range and paddock were obtained using the N balance process included in the EMEP/EEA guidebook (section 3.4.1), replacing the previous emission calculations based on the volatilization fractions provided in the 2006 IPCC Guidelines (FracGASF and FracGASM). The Party further documented and</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. A5	Resolved.		NIR 2023 edition, section 5.6.2.

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
	justified in that section of its NIR that this was motivated by the 2006 IPCC Guidelines (vol. 4, chap. 10.5.2, p.10.61), which encourages countries to estimate the amounts of N volatilized as NH ₃ and nitrogen oxides from manure management using the EMEP/EEA methodology. For this reason, recalculations have been undertaken in category 3.D as shown in the NIR (section 5.6.5, figure 5.6.14, p.401, and figure 5.6.15, p.402).				
LULUCF					
Land representation	<p>Include in the NIR a detailed explanation of the project for the improvement of LULUCF cartography (i.e. the spatial data sources used, the procedure implemented for the remote sensing and cartographical data, elaboration of methods and the hierarchy established among land-use categories) and use its results. Provide information on how time-series consistency is ensured and harmonization of the various data sources is achieved.</p> <p>Addressing. In the NIR (section 6.1.3, p.428) and during the review, the Party explained the ongoing work on a project to develop a consistent and spatially explicit cartography (tier 3) for the complete time series. The new LULUCF cartography will be implemented in the 2023 submission. Spain further indicated that the next NIR will include a detailed explanation of the project, including the data sources used, the methodology applied and the efforts made to ensure time-series consistency and data quality.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. L1	Resolved.		NIR 2023 edition, section 6.1.3.
4.C.1 Grassland remaining grassland – CO ₂	<p>Implement and/or report on progress in the implementation of the reporting of CSC in the soil pool in grassland remaining grassland.</p> <p>Addressing. The Party continued to report the CSC in mineral soils in grassland remaining grassland as “NE”. In its NIR (section 6.4.5, p.469) and during the review, the Party reported information on progress to include CSC for grassland remaining grassland in the inventory. Work is ongoing to collect sufficient information on herbaceous grasslands to make a first estimate of the CSC in the soil organic carbon pool using the tier 1 approach from the 2006 IPCC Guidelines (vol. 4, chap. 6, p 6.14). The ERT considers that the recommendation has not yet been fully addressed because the Party has not yet estimated CSC in the soil organic carbon pool for grassland remaining grassland.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. L4	Resolved/Addressing. Spain has included a new estimate of CSC in mineral soils for herbaceous grasslands remaining as such (see section 6.4.2.1.3).	In progress.	NIR 2023 edition, chapter 6, sections 6.4.2.1.3 (new estimate) and section 6.5 (planned improvements).

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
4.C.1 Grassland remaining grassland – CO ₂	<p>Develop an approach to collect sufficient information on this category so as to be able to determine if it is a key category and therefore whether applying tier 1 methodologies to the dead organic matter and living biomass pools is appropriate.</p> <p>Addressing. The ERT noted that the Party reported CSCs in living biomass and dead organic matter pools under grassland remaining grassland as “NE” and “NA”, respectively. The Party reported in its NIR (section 6.4.5, p.469) and explained during the review, that work is currently under way to improve the information used for estimating CSC in grassland remaining grassland (see also ID# L.4 above). This is essential to assess whether the category is a key category.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. L5	Addressing.	In progress.	NIR 2023 edition, chapter 6, section 6.5 (planned improvements).
4(V) Biomass burning – CO ₂	<p>Estimate and report the CO₂ emissions from biomass burning on cropland remaining cropland and grassland remaining grassland if suitable data become available, or either use “NA” if the emissions released can be assumed to be absorbed in the next growing season in accordance with the 2006 IPCC Guidelines, or use “IE” to indicate that they are included elsewhere if Spain can demonstrate that these emissions are already covered in CRF tables 4.B and 4.C.</p> <p>Resolved. The Party now reports CO₂ emissions from woody crop wildfires using notation keys in table CRF 4(V), which is also described in the NIR (section 6.13, p.498). The Party reported “IE” when woody crops are burned because these emissions are already included in the calculation of the decrease in carbon stock of living biomass in cropland remaining cropland. For emissions of CO₂ from burning of non-woody biomass on cropland remaining cropland and grassland remaining grassland the Party used “NA” because it is assumed that the carbon released during the combustion process is reabsorbed by the vegetation during the following growing season.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. L6	Resolved.		NIR 2022 edition, section 6.13; and CRF table 4(V).
Land representation	<p>Correct the inconsistencies in the total national land areas reported in CRF tables 4.1 and 4.A–4.F, giving consideration to areas affected by peat extraction within the areas reported in all relevant tables.</p> <p>Resolved. The Party reported in its CRF tables 4.1 and 4.A–4.F consistent areas over the entire time series (1990–2020), including peat extraction areas in CRF tables.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. L2	Resolved.		NIR 2022 edition, section 6.1.7. Information available within 2022 CRF.
4.B.1 Cropland remaining cropland – CO ₂	Consider other, more appropriate, splicing techniques, as set out in the 2006 IPCC Guidelines (vol. 1, chap. 5.3.3, pp.5.8–5.14), including the use of surrogate	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. L3	Resolved.		NIR 2023 edition,

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
	<p>data such as crop production or harvested crop area by crop type (e.g. almonds, apples, etc.), by year and by source of information type (e.g. official data, FAO estimate) available from the statistics published by the FAO for 1961 onward, to improve time-series consistency, in particular for 1990–2004 for CSCs in the living biomass carbon pool for category 4.B.1 cropland remaining cropland. If the Party finds that no other splicing techniques as set out in the 2006 IPCC Guidelines can be applied to improve the consistency and accuracy of its CSCs in living biomass estimates for cropland remaining cropland, document this in the NIR with a clear explanation demonstrating why other splicing techniques, less uncertain than the trend extrapolation currently used, cannot be applied.</p> <p>Addressing. The Party reported in its NIR (section 6.3.1.1, p.452) how the distribution of crops was calculated for the first half of the time series (1990–2004); that is, as an average distribution for 2005–2014. This is the same information as in the NIR of the 2021 submission. However, the NIR contained no documentation to justify the advantages of the selected approach.</p> <p>During the review, the Party clarified that it has studied the feasibility of applying alternative techniques and data sources to improve time-series consistency for its estimates of CSCs in the living biomass carbon pool for cropland remaining cropland. The result of the analysis will be provided in the NIR of the next annual submission.</p> <p>The Party concluded that the correlations between the transitions of crop types reported in the Spanish crop surface area and yield survey (known as ESYRCE) and other available national data are low during the years when both data sources can be used; and that this is partially due to differences in definitions, classifications and groupings of crop types between the data sources. The Party finally concluded that (1) none of the data sources and options analysed seems adequate to complete the time series and improve its consistency; and (2) the low correlation indicates that these data are not accurate enough to be used for generating a model. The Party is therefore of the view that, after having studied the issue, it may be more reasonable to continue using an average to complete the time series.</p> <p>Although the view by the Party on this matter seems reasonable to the ERT, the ERT considers that the recommendation has not yet been fully addressed because the Party has not yet included in the NIR the information that justifies continuing to use the average value to complete the time series.</p>				chapter 6, section 6.3.2.1.1 .

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
Waste					
5.A Solid waste disposal – CH ₄	<p>Continue the efforts to reduce the uncertainties of the AD and EFs.</p> <p>Not resolved. The Party reported in its NIR (section 7.2.3, table 7.2.8, p.526) uncertainties of 30 per cent for AD and 36 per cent for EFs, which are the same as in the previous submission.</p> <p>During the review, the Party clarified that consultations with the Sub-directorate General for Circular Economy found that the electronic processing of AD (using the Electronic Waste Management Platform designed to reduce uncertainties) has not yet been implemented. The changes to data processing will also improve the uncertainty value of EFs.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. W1	Addressing.	Despite our efforts, the implementation of possible improvements in the system of our source of information (focal point) is not currently a reality and the Inventory Team does not estimate to reduce AD and EF uncertainties in future editions.	In future editions of NIR
5.E Other (waste) – CH ₄	<p>Provide in the NIR of its next annual submission an analysis of the impact of recalculations of CH₄ emissions from sludge spreading and explain the reasons for any recalculations, where they occur.</p> <p>Resolved. The Party provided in its NIR (section 7.6.2.4, pp.562–563) an analysis of the impact of recalculations of CH₄ emissions from sludge spreading and explained that recalculations were made owing to new information obtained through the National Sludge Registry.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. W5	Resolved.		NIR 2022 edition, (p.562-563), ch. 7.6.2.4.
5.A.1 Managed waste disposal sites – CH ₄	<p>Explain in the NIR that the inter-annual changes in the CH₄ IEFs for subcategory 5.A.1.a anaerobic result from the dynamic of AD for municipal waste disposal sites associated with fluctuations in the amount of CH₄ captured and used for energy recovery over the years, as explained to the ERT during the review.</p> <p>Resolved. The Party reported the AD for municipal waste disposal sites (quantity of waste deposited in landfills) in table 7.2.5 of its NIR (section 7.2.2.1, p.522); reported the AD for the CH₄ captured and burned (with and without energy recovery) in table 7.2.6 of its NIR (section 7.2.2.2, p.524); and explained the inter-</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. W2	Resolved.		NIR 2022 edition, tables 7.2.5 and 7.2.6.

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
	annual changes of the CH ₄ IEFs (section 7.2.2.2, p.525) as being caused by the fluctuations in the AD (tonnes of waste deposited), as well as the amount of biogas captured and used for energy production purposes throughout the time series, as shown in the NIR (tables 7.2.5 and 7.2.6 respectively).				
5.D.2 Industrial wastewater – CH ₄	<p>(a) Report in the NIR the correct methane correction factor value for 2006, ensuring accurate reporting of CH₄ IEFs, and update the methodological fact sheet accordingly.</p> <p>(b) Clarify in the NIR the nature of the CH₄ capture measures in place in the country and when they were introduced.</p> <p>Resolved.</p> <p>(a) The Party corrected the methane correction factor values for 1996 and 2006 and described this in its NIR (section 7.5.2.2, pp.545–546). The Party further explained that the recalculations were made to correct the error in the previous submission (section 7.5.5, p.548), and showed that the recalculations resulted in decreases in CH₄ emissions of 2 and 3 per cent in 1996 and 2006 respectively (section 7.5.5, figure 7.5.4, p.548). The corresponding methodological fact sheet referenced in the NIR (available in Spanish only at https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacionambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/091001-trat-ag-res-industr_tcm30-429867.pdf) was also updated accordingly (see p.2, and annex II, pp.10–11 of that reference).</p> <p>(b) Furthermore, Spain provided in the NIR (section 7.5.2.3, table 7.5.9, pp.547–548) information on the nature of the CH₄ capture process and the percentage shares of the CH₄ captured for the different burning devices and the amounts captured by year and used for energy purposes.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. W3	Resolved.		NIR 2022 edition, chap7.5.5.
5.D.2 Industrial wastewater – N ₂ O	<p>Report “IE” instead of “NE” for N₂O emissions for category 5.D.2 industrial wastewater.</p> <p>Resolved. The Party has changed its reporting of “NE” to “IE” for N₂O emissions under category 5.D.2 in CRF table 5.D as included under 5.D.1 domestic wastewater. During the review, Spain indicated that N₂O emissions from on-site industrial treatment will be calculated according to the 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines using the default methodology (vol. 5, chap. 6, equation 6.12) in future submissions.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 3. W4	Resolved.		In future editions of NIR

TABLE 5

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
General					
CRF tables	<p>The Party reported national total emission estimates with and without LULUCF in CRF tables 10s1 and 10s6, with indirect CO₂ reported as “NA” throughout even though indirect CO₂ emissions had been estimated and reported in the GHG inventory. The ERT noted that this is not in accordance with the mandatory requirement set out in paragraph 29 of the UNFCCC Annex I inventory reporting guidelines, which states that for Parties that decide to report indirect CO₂, the national totals shall be presented with and without indirect CO₂. The Party reported in CRF table 6 the indirect CO₂ emissions as “IE” for IPPU and as “NE” for the other sectors. For IPPU the indirect emissions are included in category 2.D.3 (other) in CRF table 2(l).A-H s2 (see also ID#1.2 above). During the review, the Party provided, for the entire time series, national total emission estimates (with and without LULUCF) including and not including those indirect CO₂ emissions that had been reported as direct CO₂, as requested by the ERT. Spain further stated that its reporting in this regard will be revised in future annual submissions.</p> <p>The ERT recommends that the Party report the national total emission estimates with and without indirect CO₂ emissions in the relevant CRF tables in accordance with paragraph 29 of the UNFCCC Annex I inventory reporting guidelines, making also revisions in CRF table 6 and the respective IPPU sectoral tables, as necessary.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 5. G1	Resolved.		NIR 2023 edition. 4.21
IPPU					
2.B.1 Ammonia production – CO ₂	<p>The Party reported in its NIR (section 4.6, p.295) that, until 2004, it could not use the consumption data for natural gas, naphtha or refinery gas used as raw material in the manufacturing process owing to confidentiality reasons. The Party's estimation method was chosen to reflect this circumstance and the plants themselves estimated emissions based on EFs and fuel consumption. However, the ERT noted that, firstly, there is information on nonenergy use of natural gas in CRF table 1.A(d) for ammonia production, which could be used to cross-check the emission estimates, and secondly, that previous submissions showed ammonia production as activity data for all years, suggesting that the methodology applied might have been tier 2 instead of tier 3 as reported in the NIR.</p> <p>During the review, the Party clarified that, for 1990–2003, emissions were estimated using EFs related to ammonia production for each plant gathered through individual questionnaires, which also provided information on total fuel</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 5. I7	Addressing.	In progress.	NIR 2023 Edition Section 4.6.

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
	<p>consumption (without differentiating between the fuel used as feedstock and that used for combustion). Regarding the data in CRF table 1.A(d), the Party explained that, in order to split the total fuel consumption between process and combustion for completing the non-energy use part of CRF table 1.A(d), the Party applied a ratio estimated using the known data on fuel consumption (for 2004 onward) for each plant. The Party indicated that it would improve its explanation of the methodology in its next annual submission. It also noted that the consumption of natural gas for non-energy uses reported in CRF table 1.A(d) corresponds not only to ammonia production but also to hydrogen production.</p> <p>The ERT recommends that the Party improve the explanation in the NIR of the methodology used for ammonia production from 1990 to 2003, confirm that natural gas is used only for ammonia production, and update the explanation on consumption of natural gas for non-energy uses reported in CRF table 1.A(d).</p>				
2.D.1 Lubricant use – CO ₂	<p>The Party reported in its NIR (chap. 10, appendix 10.4, table 10A.4.1, p.645) that it undertook recalculations in this category owing to updating the methodology for road transportation. However, no further explanations on this update were provided. The ERT noted recalculations affecting the AD, emissions and IEF across the entire time series. The references to the method and EF used continue to be tier 1 and default across the time series. In addition, the ERT noted that the AD reported in CRF table 2(l).A-Hs2 is “lubricant production” instead of “lubricant use” as requested.</p> <p>During the review, the Party clarified that a new model for road transportation resulted in a change in the data for the consumption of lubricants and thus the related emissions. The Party explained that it did not use an ODU factor but only the lubricant oil consumption rate and a stoichiometric factor. The ERT could not see information on whether lubricant use resulting from the new model for road transportation has been cross-checked against the energy balance. In addition, the methodology for estimating emissions from lubricant use was not clear to the ERT, because the 2006 IPCC Guidelines (vol.3, chap,5, p. 5.5) indicate that an ODU factor, rather than the stoichiometric factor, should be used for tier 1 method. Furthermore, the use of the new road transportation model recalculated not the AD but the EF, estimated on the basis of information in the EMEP/EEA guidebook (section 1.A.3.b.i-iv, Road transport), which incorporates the ODU factor from the 2006 IPCC Guidelines.</p> <p>During the review, Spain clarified that the data provided in CRF table 2(l).A-Hs2 are indeed for lubricant use and that the information referring to lubricant</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 5. 18	Resolved.		NIR 2023 Edition Chapter 4.21

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
	<p>production is due to a limitation in the reporting software, which will be addressed in the next annual submission with the addition of clarifying information. Finally, Spain confirmed that lubricant use is reported in the energy balance as a non-energy use, and that it will consult the Spanish energy statistics unit to check the sources of information and allocation of data, with the aim of ensuring the coherence of the reported data in its next annual submission.</p> <p>The ERT recommends that the Party report in the NIR enhanced information on the methodology and the EF for lubricant use, consistent with the information on method and EF used summarized in CRF summary 3, and make sure that the information on the AD in CRF table 2(l).A-Hs2 refers to lubricant use and is cross-checked against the national energy balance and CRF table 1.A(d).</p>				
Agriculture					
3. General (agriculture)	<p>Not an issue/problem.</p> <p>The Party reported in its inventory GHG emissions from the following animal categories: cattle (dairy cattle and non-dairy cattle), sheep, swine (white swine and Iberian swine), goats, horses, mules and asses, poultry and other (turkeys, ducks, geese, partridges and common quail). The ERT noted that other animal categories could exist on Spanish territory, such as rabbits, ostriches and minks.</p> <p>During the review, the Party clarified that rabbit production is a minor livestock production, representing less than 1 per cent of total meat production (https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticasagrarias/ganaderia/encuestas-sacrificio-ganado), and an even smaller share of GHG emissions from livestock. Furthermore, Spain is collecting the necessary data to obtain the AD for the time series for rabbits and it expects to be able to report on these in the next annual submission. Regarding ostriches, the Party explained that these are irrelevant to livestock production because of a strong decreasing trend due to changes in market demand. In the case of minks, Spain explained that there are legal limitations derived from their status as an invasive alien species that prevent new authorizations or extensions of existing farms. Therefore, given the minimal level of production and the lack of official data from which to obtain AD or EFs on minks and ostriches, Spain does not plan to include these in the inventory of its future annual submissions.</p> <p>The ERT considers that the clarifications provided by Spain during the review are reasonable and encourages the Party to start to estimate the emissions from rabbits, even if it is considered a minor source, and provide transparent</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 5. A6	Resolved.		NIR 2023 edition, section 5.2.5

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
	information on the status of other animal categories (such as ostriches and minks) in the next annual submission.				
LULUCF					
4.A.2.5 Other land converted to forest land – CO ₂	<p>The Party reported conversions to forest land in CRF table 4.A. It appears that the subcategory 4.A.2.5 other land converted to forest land represents a significant part of the total annual land area converted to forest land. However, the ERT noted that the NIR does not include information on the type of land that is forested under this subcategory.</p> <p>During the review, the Party clarified that the category other land includes all land areas that do not fall into any of the other five land-use categories. In Spain, other land includes beaches, dunes, sands, bare rock, sparsely vegetated areas, and glaciers and perpetual snow. The Party also emphasized that these categories do not correspond to sterile soils and that, for instance, a coastal dune could be revegetated with trees for conservation purposes.</p> <p>The ERT recommends that the Party enhance transparency by including in the NIR information on the type of land (areas) that is forested within subcategory 4.A.2.5 other land converted to forest land.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 5. L10	Resolved.		NIR 2023 edition, sections 6.1.7 and 6.2.1.2.
Land representation	<p>The Party reported land areas as well as associated CSC for forest land converted to other land-use categories in CRF tables 4.1, 4.B (category 2.1), 4.C (category 2.1), 4.D (category 2.2.1), 4.E (category 2.1) and 4.F (category.2.1). In the NIR (section 6.1.3, p.426), and during the review, the Party explained how the land use and land-use changes are estimated.</p> <p>The ERT noted that the approach to estimate the land-use change from forest land to other land uses differs among categories. For 2013 onward the transition from forest land to cropland and to settlement the values from 2012 are maintained, whereas the average of the last seven years (2006–2012) is applied for the transition from forest land to wetland. For the transitions from forest land to grassland the annual transition area for 2000–2005 is extrapolated.</p> <p>The ERT recommends that the Party use the same approach (i.e. using the average of a period of years reflecting the average situation, rather than a single year) to estimate the annual land-use transfer rate for all subcategories for the years where no data are available.</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 5. L8	Resolved.		NIR 2023 edition, section 6.1.3.
4.A.2 Land converted to forest land – CO ₂	The Party reported in its NIR (section 6.2.2.2, p.447, and annex 3, sections A3.2.1, p.834, and A3.2.7, p.855) the methods used for estimating CSCs in living biomass, litter, deadwood and soil organic carbon for land conversions to forest	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 5. L9	Addressing. Spain proposes changing the text	In progress.	Information will be provided

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
	<p>land. The CSCs in biomass and soil organic carbon are based on provincial values of carbon stocks, where available, whereas the CSCs for other carbon pools are based on national averages.</p> <p>During the review, the Party emphasized that most of the estimates of CSC in soils for land-use transfers are estimated at national level, since the estimates of land-use changes areas are also national. However, as some CSC estimates were also based on provincial values, the IEF does not always match the national values provided in table 6.1.10 of the NIR (p.432).</p> <p>To enhance transparency when using different CSCs for different provinces, the ERT recommends that the Party include in the NIR, a table presenting the annual area of afforestation per province and per land-use category (source category) and the associated CSCs per carbon pool.</p>		<p>indicated in the second paragraph to "...the ERT recommends that the Party share with ERT in the following annual review process..."; instead of "...the ERT recommends that the Party include in its NIR of future annual submissions..."; since the table is too large to include in the NIR and to make it readable.</p>		<p>within the following annual review process</p>
Land representation	<p>The Party reported in its NIR (section 6.1.3, table 6.1.4, p.427) the approach used for assessing land use and landuse change for the land-use matrix (CRF table 4.1) and for estimating CSCs for the reported land use and land-use change categories.</p> <p>The ERT noted that there is a large difference in detail relating to the estimation of areas for different land-use categories because some land-use transfers are based on historical maps and trends whereas afforestation is estimated using annual statistics. This makes it very challenging to detect and follow consecutive land-use changes (e.g. when forested land is deforested sooner than 20 years after it was forested, or when land that was deforested is replanted again sooner than 20 years after it was deforested).</p> <p>During the review clarified that the areas of land use and land-use changes are balanced, and thus, the total area of the country remains constant over the time</p>	FCCC/ARR/2022/ESP DRAFT // Table 5. L7	Resolved.		NIR 2023 edition, section 6.1.3.

Member State:	ES				
Year of latest UNFCCC inventory review:	2022				
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Reason for non-implementation	Chapter / section in the NIR
	<p>series. The Party also noted that the case of consecutive land use transfers are not likely or only rarely to occur in the country.</p> <p>The ERT recommends that the Party include in the NIR information on how consecutive land-use changes will be handled in conjunction with the reporting on the project for the improvement of LULUCF cartography (see also ID# L.1 in table 3).</p>				

Apéndice 10.3 Implementación revisión ESD

En la tabla siguiente se presenta el grado de implementación de las recomendaciones de la última revisión de la Comisión Europea (*Effort Sharing Decision* 406/2009/EC) (edición 2022 del Inventario Nacional), de conformidad con el apartado 2 del artículo 35(2) del Reglamento 749/2014.

Tabla 10A.3.1. Formulario para la notificación de información sobre la aplicación de recomendaciones y ajustes según el artículo 10 del Reglamento (UE) 2018/1999

Member State:	ES			
Year of latest EU-internal inventory review:	2022			
CRF category / issue	Review recommendation	Review report / paragraph	MS response / status of implementation	Chapter / section in the NIR
NA	NA	2022ESD-Final_Review_Report_Spain.pdf / Conclusions	No recommendations were included in the most recent review report (2022)	NA

Apéndice 10.4 Principales cambios realizados en la edición 2023 y categorías afectadas

Tabla 10A.4.1. Principales cambios realizados en la edición 2023

ID	Categoría	Explicación de recálculo
767	3A1	Incorporación de los valores de %Ym de la guía IPCC 2019 Refinement de la tabla 10.12 para vacuno lechero (3A11) y vacuno no lechero (3A12), desagregados según la productividad y la digestibilidad de la ingesta en sustitución de los valores anteriores por defecto y no desagregados de la guía IPCC 2006.
770	1A1	En las subcategorías 1A1ai y 1A1aaii (categoría NFR 1A1a), sustitución de FE de la tabla 2.2 por los de la tabla 2.6 de la Guía IPCC 2006 (para CH ₄ y N ₂ O). Aplicable para fuelóleo, gasóleo, gas natural y biomasa quemados en calderas.
772	1A1	Dentro de la subcategoría 1A1aaii (DH, redes de calefacción urbana), desde el IDAE se informa de correcciones en la variable de actividad del censo correspondiente al año 2019 y se proporciona el censo del año 2020 (para el que se replicaron los datos del año anterior en el Inventario). En esta edición, se corrigen los consumos de 2019 y se cargan los datos reales del censo 2020.
773	1A1	Dentro de la categoría NFR 1A1a, corrección de los datos de consumo de gas natural en dos CCTT para el año 2020, que fueron proporcionados erróneamente por los operadores en sus respectivos IQ.
774	4(IV), 4A1, 4A2, 4B1, 4B2, 4C2, 4D2, 4E2, 4F2	Actualización de la cartografía utilizada para identificar los usos de la tierra y los cambios de uso de la tierra, para el periodo 1970-2018. Esta actualización afecta al CO ₂ y a los gases no-CO ₂ (p.ej. CH ₄ , N ₂ O).
775	1B2	Adición de nueva empresa de transporte de gas natural
781	4A1, 4A2, 4C1, 4C2	Reubicación de las emisiones de incendios de matorral de las Tierras forestales (4A) a Pastizales (4C). Esta actualización afecta al CO ₂ y a los gases no-CO ₂ (p.ej. CH ₄ , N ₂ O).
785	4A1, 4B2, 4C2, 4E2, 4F2	Nueva estimación del contenido de C de la biomasa viva en Tierras forestales que permanecen como tierras forestales. Esta actualización afecta al CO ₂ .
786	4A1, 4A2, 4C1, 4C2	Datos actualizados de incendios en Tierras forestales (4A) y Pastizales (4C) para el periodo 2016-2019. Esta actualización afecta al CO ₂ y a los gases no-CO ₂ (p.ej. CH ₄ , N ₂ O).
788	4B1	Incorporación de los datos de prácticas de gestión de suelos de cultivos leñosos del año 2021, con recálculo de las absorciones asociadas, dado que el procedimiento de cálculo considera la superficie mínima de toda la serie. Esta actualización afecta al CO ₂ .
789	4D1	Nuevos datos disponibles de producción de turba provinciales del año 2020. Esta actualización afecta al CO ₂ y a los gases no-CO ₂ (p.ej. CH ₄ , N ₂ O).
793	1A2	Reubicación de las rúbricas G28 (03.01.05) y G29 (03.01.04 y 03.01.05) de la categoría 1A2gv a la 1A2f.
794	1A2	Reubicación de las rúbricas G28 (03.01.05) y G29 (03.01.04 y 03.01.05) de la categoría 1A2gv a la 1A2f.
796	1B1	El cierre de las minas de carbón se cuenta como abandonadas desde 2019.
801	1A2	Corrección del factor de emisión de N ₂ O para el combustible 23H2 en el sector de "ladrillos y tejas", 1A2a (03.01.05-G28) para los años 2018-2020.
803	4(IV), 4C1	Incorporación de una nueva estimación del cambio en las existencias de carbono orgánico del suelo en suelos minerales derivadas de las prácticas de gestión de pastizales herbáceos. Esta nueva estimación afecta al CO ₂ y al N ₂ O.
804	1B2	Se añadido una nueva empresa de distribución de Gas natural snap 5-6-1 rubrica F08 fuel 301A (GAS NATURAL TRANSPORTE NEDGIA).
805	1A1	Dentro de la categoría NFR 1A1a, nueva planta incineradora de RSU en Guipúzcoa, operativa desde el año 2020.
806	4G1	Incorporación de información de productos madereros actualizada en la base de datos FAOSTAT de los años 2018, 2019 y 2020. Esta actualización afecta al CO ₂ .
821	2F1	Actualización de los datos de producción de una de las factorías fabricante de automóviles.

ID	Categoría	Explicación de recálculo
825	2F1	Detección de nuevo gas utilizado en equipos estacionarios de refrigeración en los datos del impuesto de gases fluorados. Actualización del porcentaje de equipos de refrigeración precargados con la mezcla R-410A para los años 2019 y 2020.
827	2F1	A falta de datos de la SGEC para estimar el factor de emisiones de fin de vida durante 2020 de las actividades 2F1a, 2F1c, 2F1d y 2F1f se ha corregido el criterio del año pasado replicando solo parcialmente los datos de cantidad de gas exportado fuera para destrucción.
830	2F4	Error en la carga de datos de una de las empresas fabricantes.
836	5E1	Recálculo por nueva información recibida del Registro Nacional de Lodos (RNL) para los años 2019 y 2020 (el 2021 por tanto, es réplica del 2020).
838	1D1	1.D.1.b. - Búnkeres internacionales. Inclusión del consumo de gas natural.
839	1A3	1A3d, 1D1b - Navegación doméstica, búnkeres internacionales. Actualización del factor de emisión de CO ₂ del fuelóleo marítimo (<i>country specific</i>). Los FE de CH ₄ y N ₂ O cambian a consecuencia de modificar el PCI del fuelóleo para cada año.
841	1A4	Desagregación de consumo de biomasa según combustibles y tecnologías para el sector residencial.
842	1A4	Actualización de la serie de datos para el consumo de gas natural para toda la serie.
843	1A4	Actualización de factores de emisión y correcciones menores (1A4ai, 1A4bi, 1A4ci).
846	1A4	Pesca nacional. Recálculo en 2020 por actualización de la variable de actividad para pesca marítima (Consumo pesca para el año "n-1").
850	1A3	1A3b - Transporte por carretera. Actualización de la serie de consumo de gas natural (2018- 2020). Corrección de las características del combustible GNC de 2020. También hay recálculos menores en toda la serie debidos a la actualización de los FE de acuerdo a la última versión de la guía EMEP/EEA 2019 (octubre 2021) y a pequeños ajustes en el parque de vehículos.
851	1A3	1A3b- Transporte por carretera. Los recálculos se deben a distintas mejoras. - Variables de actividad: · Actualización de reparto de autobuses/autocares según datos del OMM. · Ajustes menores del parque de vehículos por automatización de la carga. · Actualización del valor de PCI de GLP de automoción para toda la serie.
852	1A4	Actualización de datos de variable de actividad para el año "n-1" (categoría 1A4cii).
855	1A5	Actualización de datos de variable de actividad y factores de emisión para tráfico por carretera y transporte marítimo (categoría 1A5b).
856	3A4	Se da de alta el cálculo de emisiones de conejos como nuevo animal.
861	5B1	Recálculo por actualización de SGR en 2020. Además se ha incluido una planta CMG1 (2020-2021).
862	1A1	Recálculo por nueva información del SGR de 2020 (replicándose el 2021). Además, se corrigieron composiciones molares del biogás por nueva información, que afecta al 2019 y 2020. Por último se incluyen nuevos vertederos: 13412001, 14805601, 14809401.
863	5B2	Recálculo por nueva información de SGR para 2020 y, además, se incluyeron 10 nuevas plantas con datos desde 2015 algunas de ellas.
864	5D1	Se cambiaron los datos de consumo de proteínas al incluir la alimentación extradoméstica, lo que cambia los años 1999-2020. Además, corrección del parámetro Tplanta para 2020 y nueva información obtenida de la producción de lodos para los años 2019 y 2020.
867	3B1	Incorporación de datos de formas de manejo de estiércoles para vacuno lechero, vacuno no lechero y aves de puesta procedentes de las encuestas realizadas en 2010 por el MAPA.
873	1A1	Recálculo por nueva información de SGR para 2020 (réplica 2021) y, además, se incluyeron 10 nuevas plantas con datos desde 2015 y 2016.
876	1A1	El cuadro de balance ha generado movimientos en los combustibles. Además, se terminó de revisar en esta edición 2019 los factores de emisión de combustión inespecífica para las rúbricas de balance.
878	1A1	Se modifican los consumos de los combustibles (308K,3803, 3083 y 308P) en los LPS 82 y 81, se estaban reportando en las refinerías de forma errónea, al ser consumos asociados a la fabricación del etileno. Esto afecta a las emisiones de todos los contaminantes allí reportados.

ID	Categoría	Explicación de recálculo
881	3B1	Incorporación de datos de formas de manejo de estiércoles para ovino, caprino y equino provenientes de informes técnicos.
882	3B	Revisión de coeficientes zootécnicos realizada por el MAPA. Ligeras modificaciones en la redistribución provincial de porcino blanco que según la T media provincial generan ligeras modificaciones en CH ₄ .
883	5C1	Recálculo de la VA para 2019 y 2020 debido a nueva información del Registro Nacional de Lodos (RNL).
884	3D1	Recálculo en el año n-2 por la no disponibilidad de datos de VA a cierre del inventario, así como otros que la fuente publicó de manera provisional, por lo que han sido revisados y que es necesario recalcular en la edición siguiente.
885	3D1	Nuevos Factores de Emisión de N ₂ O desagregados por provincias Dry-Wet de la Guía IPCC 2019 Refinement.
886	3D	Variaciones de MTD que afectan al balance de masas y flujos de N EMEP/EEA y por tanto al N que se aplica a los suelos agrícolas.
892	2C1	Se han actualizado los FE del CO ₂ en algunas acerías que han proporcionado nuevos datos.
900	1A2	1A2f (SNAP 03.02.04): Se corrige el FE del CO ₂ para el combustible 3031 y años 2016-2020 ya que eran incorrectos.
902	2D3	En ediciones anteriores se ha venido reportando erróneamente emisiones indirectas de CO ₂ como directas. Tras varios comentarios en revisiones se ha decidido corregir este error y dejar de reportar emisiones de CO ₂ dentro de la actividad CRF 2D3.
903	1A3	Navegación doméstica. Datos de la distribución provincial actualizados para los años 2019 y 2020.

Tabla 10A.4.2. Identificación de las categorías y los gases afectados por los cambios (año 2020) (AR4)

CATEGORÍA	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	EE CO ₂ -eq (kt)		VARIACIONES			Id
							Ed. 2022	Ed. 2023	Diferencia (kt)	%	% vs. Total	
1A1	772, 773, 805, 862, 873, 876, 878	770, 773, 805, 862, 873, 876, 878	770, 773, 805, 862, 873, 876				43.556,43	40.835,35	-2.721,08	-6,25 %	-0,99 %	770, 772, 773, 805, 862, 873, 876, 878
1A2	793, 794, 876, 900	793, 794, 876	793, 794, 801, 876				40.210,76	43.487,88	3.277,11	8,15 %	1,19 %	793, 794, 801, 876, 900
1A3	839, 850, 851, 903	839, 850, 851, 903	839, 850, 851, 903				74.255,79	73.952,34	-303,44	-0,41 %	-0,11 %	839, 850, 851, 903
1A4	841, 842, 843, 846, 852	841, 842, 843, 846, 852	841, 842, 843, 846, 852				37.108,51	37.487,54	379,03	1,02 %	0,14 %	841, 842, 843, 846, 852
1A5	855	855	855				439,47	439,47	0,00	0,00 %	0,00 %	855
1B1		796					38,64	49,99	11,35	29,37 %	0,00 %	796
1B2	775, 804	775, 804					3.709,67	3.710,64	0,97	0,03 %	0,00 %	775, 804
2A							10.784,10	10.784,10	0,00	0,00 %	0,00 %	
2B							3.891,51	3.891,51	0,00	0,00 %	0,00 %	
2C	892						2.229,61	2.254,38	24,77	1,11 %	0,01 %	892
2D	902						738,32	356,97	-381,35	-51,65 %	-0,14 %	902
2E							0,00	0,00	0,00		0,00 %	
2F				821, 825, 827, 830	827		5.175,48	5.210,80	35,32	0,68 %	0,01 %	821, 825, 827, 830
2G							890,11	890,24	0,13	0,01 %	0,00 %	
2H							0,00	0,00	0,00		0,00 %	
3A		767, 856, 882					16.085,01	15.245,28	-839,73	-5,22 %	-0,31 %	767, 856, 882
3B		856, 867, 881, 882	856, 867, 881, 882				8.909,53	9.518,45	608,92	6,83 %	0,22 %	856, 867, 881, 882
3C							418,58	413,31	-5,27	-1,26 %	0,00 %	
3D			856, 867, 882, 884, 885, 886				12.403,97	7.068,52	-5.335,45	-43,01 %	-1,94 %	856, 867, 882, 884, 885, 886
3E							0,00	0,00	0,00		0,00 %	

CATEGORÍA	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	EE CO ₂ -eq (kt)		VARIACIONES			Id
							Ed. 2022	Ed. 2023	Diferencia (kt)	%	% vs. Total	
3F		884	884				26,47	24,20	-2,27	-8,57 %	0,00 %	884
3G							30,37	30,37	0,00	0,00 %	0,00 %	
3H							544,96	544,96	0,00	0,00 %	0,00 %	
3I							62,49	62,49	0,00	0,00 %	0,00 %	
3J							0,00	0,00	0,00		0,00 %	
4A			774, 803				3,94	10,83	6,89	174,75 %	-0,02 %	774, 803
4B	774, 781, 785, 786	774, 781, 786	774, 781, 786				-32.007,71	-40.261,87	-8.254,16	25,79 %	23,22 %	774, 781, 785, 786
4C	774, 785, 788	774	774				-3.681,94	-2.757,02	924,93	-25,12 %	-2,60 %	774, 785, 788
4D	774, 781, 785, 786, 803	774, 781, 786	774, 781, 786, 803				307,05	-1.432,58	-1.739,63	-566,57 %	4,89 %	774, 781, 785, 786, 803
4E	774, 789	789	774, 789				74,72	-82,56	-157,28	-210,49 %	0,44 %	774, 789
4F	774, 785		774				1.322,32	1.800,33	478,01	36,15 %	-1,34 %	774, 785
4G	774, 785		774				0,00	6,22	6,22		-0,02 %	774, 785
4H	806						-1.567,18	-1.357,56	209,62	-13,38 %	-0,59 %	806
4(IV)2							0,00	0,00	0,00		0,00 %	
5A		862					9.484,61	9.331,90	-152,71	-1,61 %	-0,06 %	862
5B		861, 863	861				532,58	561,75	29,17	5,48 %	0,01 %	861, 863
5C		883, 884	883, 884				584,35	722,84	138,49	23,70 %	0,05 %	883, 884
5D			864				2.631,07	2.769,39	138,32	5,26 %	0,05 %	864
5E		836					0,50	0,50	0,00	-0,03 %	0,00 %	836
6							0,00	0,00	0,00		0,00 %	
TOTAL							239.194,10	225.570,99	-13.623,12	-5,70 %	-5,70 %	
TOTAL SIN LULUCF							274.742,89	269.645,18	-5.097,71	-1,86 %	-1,86 %	



11. INFORMACIÓN RELATIVA A LA CONTABILIDAD DE UNIDADES DEL PROTOCOLO DE KIOTO

ÍNDICE

11	INFORMACIÓN RELATIVA A LA CONTABILIDAD DE UNIDADES DEL PROTOCOLO DE KIOTO	651
11.1	Introducción y antecedentes	651
11.2	Información presentada a través de las tablas SEF.....	651
11.2.1	Formulario electrónico estándar (de acuerdo con la Decisión 3/CMP.11 Anexo II párrafo 1)	651
11.3	Discrepancias y notificaciones	651
11.3.1	Información sobre transacciones discrepantes (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 12).....	651
11.3.2	Información sobre notificaciones recibidas del MDL (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 13-14).....	652
11.3.3	Información sobre casos de no sustitución (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 15).....	652
11.3.4	Información sobre unidades que no se puedan utilizar para cumplir los compromisos (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 16).....	652
11.3.5	Medidas tomadas para corregir los problemas que puedan haber causado una discrepancia (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 17).....	652
11.4	Información accesible al público	652
11.5	Cálculo de la reserva para el período de compromiso (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 18).....	654

11 INFORMACIÓN RELATIVA A LA CONTABILIDAD DE UNIDADES DEL PROTOCOLO DE KIOTO

11.1 Introducción y antecedentes

El presente capítulo recoge información suplementaria a la presentada en el Informe Nacional de Inventario (NIR, por sus siglas en inglés) presentado por España. Esta información se remite en cumplimiento de lo establecido en la Decisión 15/CMP.1 Anexo I (Información suplementaria requerida bajo el artículo 7.1 del Protocolo de Kioto), en lo que se refiere a información relativa a la contabilidad de las unidades del Protocolo de Kioto.

Para la presentación de la información se ha tenido en cuenta una estructura común acordada en el marco del Foro de Administradores de Sistemas de Registro (*RSA Forum*, en inglés) y transmitida a los RSA a través del documento “SIAR Reporting Requirements and Guidance for registries v 5.3”, que se ha utilizado como orientación. Se han seguido asimismo las recomendaciones de dicho documento en cuanto al contenido de la información y su presentación bajo una estructura común, acorde con los requisitos recogidos en las Decisiones relevantes (13/CMP.1, anexo II Decisión 3/CMP.11 y 15/CMP.1).

En el presente capítulo se hace referencia al formulario electrónico estándar para la presentación de información sobre las unidades del Protocolo de Kioto (SEF, por sus siglas en inglés), aunque no se incluye como parte de él. Dicho formulario se remite como informe aparte, oficialmente presentado por España a través del portal *UNFCCC submission portal* bajo el tipo de comunicación “*Submission type: SEF*”.

11.2 Información presentada a través de las tablas SEF

11.2.1 Formulario electrónico estándar (de acuerdo con la Decisión 3/CMP.11 Anexo II párrafo 1)

Los formularios electrónicos estándar (SEF) correspondientes al año 2022 relativos al segundo periodo de compromiso (CP2) han sido presentados oficialmente por España a través del portal *UNFCCC submission portal* bajo el tipo de comunicación *Submission type: SEF* en cumplimiento del párrafo 4 de la Decisión 10/CMP.11.

La denominación del fichero es del tipo “*REG_ES_1_202X_CP_v_estado.xlsx*” (fuente: (ITL/Registro), código del país (dígitos ISO 3166-1 alpha-2), tipo de informe, año de reporte, periodo de compromiso, versión, estado (Final/Borrador).

La denominación del fichero SEF relativo al año 2022 para el para el segundo periodo de compromiso es *REG_ES_1_2022_CP2_v1_final.xlsx*. Se ha remitido el archivo asimismo en formato xml.

Para su elaboración se ha utilizado la herramienta “*SEF application version 3.8.3*” facilitada a través del Foro de Administradores de Sistemas de Registro (*RSA Forum*) y se han seguido las indicaciones del documento “*SIAR Reporting Requirements and Guidance for registries v 5.3*”. Se corresponden con el informe denominado “R-1” en dicho documento.

11.3 Discrepancias y notificaciones

11.3.1 Información sobre transacciones discrepantes (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 12)

No existen transacciones discrepantes para el año 2022 en el Registro Español por lo que no se remite el informe denominado “R2” en el documento “*SIAR Reporting Requirements and Guidance for registries v 5.3*”.

11.3.2 Información sobre notificaciones recibidas del MDL (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 13-14)

No ha habido notificaciones procedentes del registro para el MDL durante el año 2022 por lo que no se remite el informe denominado “R3” en el documento “SIAR Reporting Requirements and Guidance for registries v 5.3”.

11.3.3 Información sobre casos de no sustitución (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 15)

No ha habido casos de no sustitución durante el 2022 (conforme al párrafo 56 del anexo a la Decisión 5/CMP.1) en el Registro Nacional Español por lo que no se remite el informe denominado “R4” en el documento “SIAR Reporting Requirements and Guidance for registries v 5.3”.

11.3.4 Información sobre unidades que no se puedan utilizar para cumplir los compromisos (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 16)

No existen unidades inválidas en el registro a fecha 31 de diciembre de 2022 con respecto a los compromisos establecidos bajo el artículo 3.1 del Protocolo de Kioto por lo que no se remite el informe denominado “R5” en el documento “SIAR Reporting Requirements and Guidance for registries v 5.3”.

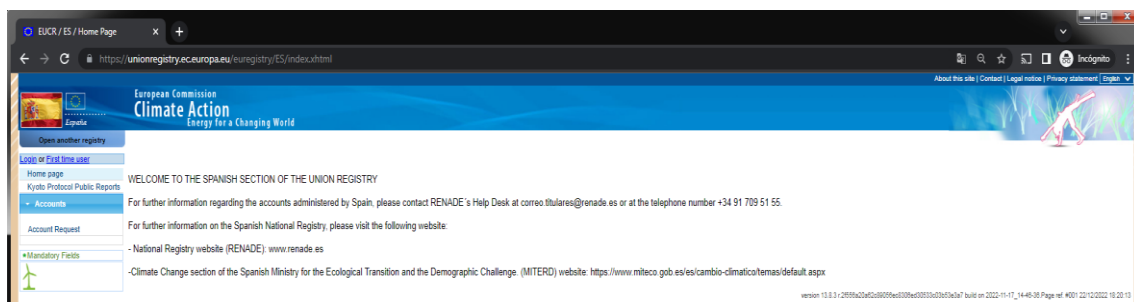
11.3.5 Medidas tomadas para corregir los problemas que puedan haber causado una discrepancia (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 17)

Durante 2022 no se han producido en el registro nacional español discrepancias en relación con las transacciones por lo que no ha sido necesario tomar ninguna medida al respecto.

11.4 Información accesible al público

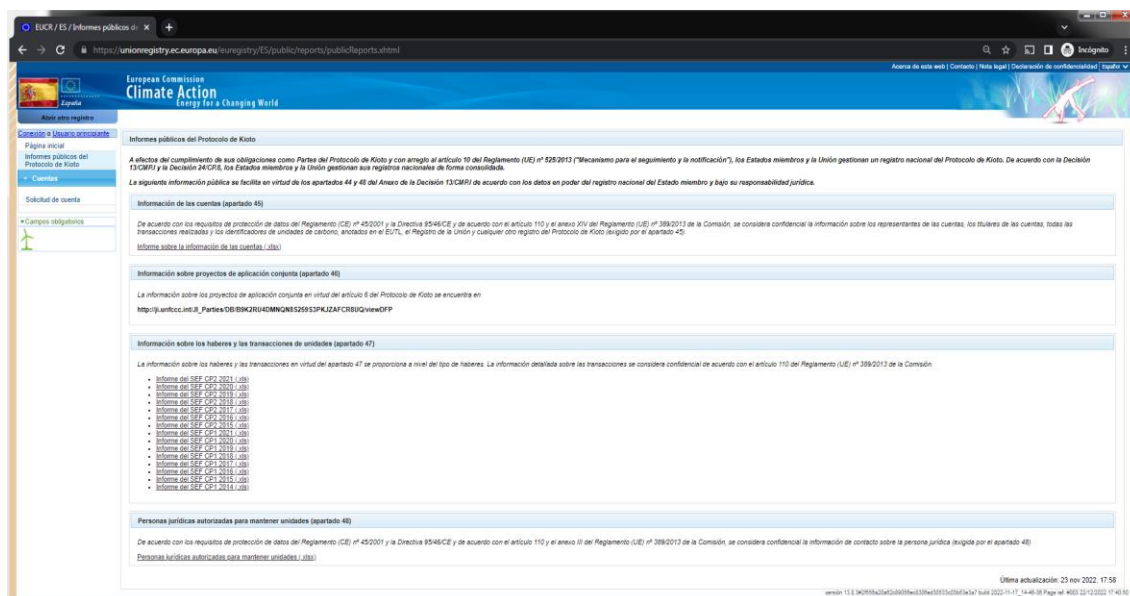
La dirección web de acceso al interfaz público del registro nacional español, tras la consolidación de los registros nacionales de la Unión Europea, realizada en junio de 2012, es:

<https://unionregistry.ec.europa.eu/euregistry/ES/index.xhtml>



La información exigida por los párrafos 44 a 48 del anexo de la Decisión 13/CMP.1 se encuentra disponible en el enlace:

<https://unionregistry.ec.europa.eu/euregistry/ES/public/reports/publicReports.xhtml>



Durante el año 2022 no se han producido cambios en la información pública disponible, más allá de los relativos a la actualización periódica de la información mostrada.

En el ámbito de la Unión Europea, el reglamento comunitario de registros establece el carácter confidencial de parte de la información recogida dentro de las obligaciones de información pública identificadas en la Decisión 13/CMP.1. Este hecho ha sido identificado en la información pública disponible en las páginas web indicadas. La versión en vigor de dicho reglamento durante el año 2021 a este respecto es el Reglamento (UE) nº 389/2013 de la Comisión, de 2 de mayo, por el que se establece el Registro de la Unión¹.

El artículo 110 de dicha norma, establece la confidencialidad por defecto de la información contenida en el Diario de Transacciones de la Unión Europea (DTUE), el Registro de la Unión y todos los demás registros Kioto de los Estados Miembros sobre los haberes de todas las cuentas, la totalidad de las transacciones efectuadas, el código exclusivo de identificación de unidad de los derechos y el valor numérico exclusivo del número de serie de unidad de las unidades de Kioto contenidas o afectadas por la transacción. También tienen carácter confidencial por defecto, los datos de contacto y códigos de identificación de cualquiera de los titulares, representantes autorizados y personas de contacto de las cuentas alojadas en cualquier registro de la Unión Europea así como los códigos identificadores de las mismas.

En lo que se refiere a las entidades autorizadas por España para la tenencia de unidades Kioto, entre la información pública se muestra una tabla explicativa bajo la denominación "Autorización tenencia de unidades". De acuerdo con la normativa nacional de desarrollo del marco de participación en los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto (Real Decreto 1031/2007, de 20 de julio), todos los titulares de cuenta en el registro nacional de derechos de emisión podrán transferir y adquirir Reducciones Certificadas de Emisiones (RCE) y Unidades de Reducción de Emisiones (URE) con arreglo al artículo 17 del Protocolo de Kioto.

¹ Cabe destacar que dicho Reglamento ha sido derogado parcialmente a partir del 1 de enero de 2021 por el Reglamento Delegado (UE) 2019/1122 de la Comisión, de 12 de marzo de 2019, que completa la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta al funcionamiento del Registro de la Unión, manteniendo no obstante en vigor todas aquellas disposiciones que afecten al segundo periodo de compromiso del Protocolo de Kioto hasta el 1 de enero de 2026.

11.5 Cálculo de la reserva para el período de compromiso (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo I.E párrafo 18)

Conforme a lo establecido en las decisiones de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y la Reunión de las Partes del Protocolo de Kioto, la reserva del periodo de compromiso² (cantidad mínima que debe mantenerse en el registro, con la que no se puede comerciar, para garantizar en la medida de lo posible que las Partes estarán en disposición de cumplir con sus compromisos) ha de calcularse tomando el menor de los valores siguientes:

- El 90 % de la cantidad atribuida: En el caso de España, el 90 % de la cantidad asignada propuesta da como resultado: 1.590.189.508,8 toneladas de CO₂-eq.
- Las emisiones correspondientes al inventario revisado del último año del segundo periodo de compromiso del Protocolo de Kioto (2020), multiplicadas por ocho: en el caso de España, el inventario correspondiente a la edición de 2022 incluye un dato de emisiones reportadas del año 2020 de 274.742.895 toneladas de CO₂-eq (sin LULUCF). Multiplicando esta cifra por ocho, resulta en 2.197.943.160 toneladas de CO₂-eq.

Por lo tanto, se propone como valor para la reserva del periodo de compromiso: 1.590.189.508,8 toneladas de CO₂-eq.

² La decisión 11/CMP.1 establece: "Cada Parte del anexo I mantendrá en su registro nacional una reserva para el periodo de compromiso que no deberá bajar del 90 % de la cantidad asignada a la Parte, calculada con arreglo a los párrafos 7 y 8 del artículo 3 del Protocolo de Kioto, o el 100 % de cinco veces la cantidad correspondiente al inventario más reciente que se haya examinado, si esta segunda cantidad es menor.". Esta decisión sigue vigente para el segundo periodo de compromiso. Se aplica "ocho" donde dice "cinco", de acuerdo con la nueva longitud del periodo de compromiso.



12. INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS DEL SEI

ÍNDICE

12	INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL SISTEMA ESPAÑOL DE INVENTARIO (SEI).....	659
-----------	---	------------

12 INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL SISTEMA ESPAÑOL DE INVENTARIO (SEI)

En este capítulo se presenta, de acuerdo con lo requerido en el artículo 26 y el anexo V, parte 1, letra k), la relación de cambios introducidos en el SEI en el último año.

No ha habido cambios en el marco de actuación del Sistema Español de Inventario de Emisiones durante el año 2022.



13. INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL REGISTRO NACIONAL Y OTRA INFORMACIÓN RELATIVA AL REGISTRO NACIONAL

ÍNDICE

13	INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL REGISTRO NACIONAL Y OTRA INFORMACIÓN RELATIVA AL REGISTRO NACIONAL.....	665
13.1	Introducción y antecedentes	665
13.2	Información sobre cambios en el Registro Nacional	665
13.2.1	Cambios en la información de contacto del administrador del registro (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.a)	665
13.2.2	Cambios en la información de colaboración con otras Partes (sistemas unificados) (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.b)	665
13.2.3	Cambios en la estructura o capacidad de la base de datos del Registro Nacional (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.c)	665
13.2.4	Cambios de la manera en que el Registro Nacional cumple las normas técnicas para el intercambio de datos (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.d)	665
13.2.5	Cambios en los procedimientos empleados en el Registro Nacional español para reducir al mínimo las discrepancias (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.e)	666
13.2.6	Cambios en las medidas empleadas en el Registro Nacional para impedir manipulaciones no autorizadas y evitar los errores de los operadores (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.f)	666
13.2.7	Cambios en la lista de la información accesible al público (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.g)	666
13.2.8	Cambios en la dirección en Internet (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.h)	666
13.2.9	Cambios en las medidas tomadas con objeto de garantizar la integridad de los datos almacenados y la recuperación de los servicios del registro en caso de catástrofe (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.i)	666
13.2.10	Cambios en los resultados de los procedimientos de prueba (de acuerdo con la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.j).....	666
13.3	Información sobre recomendaciones de revisiones previas.....	666
	Annex A: CSEUR Database structure	667
	Annex B: Changes in EUCR v13.6.1 to v13.8.2	668

13 INFORMACIÓN SOBRE CAMBIOS EN EL REGISTRO NACIONAL Y OTRA INFORMACIÓN RELATIVA AL REGISTRO NACIONAL

13.1 Introducción y antecedentes

El presente capítulo recoge información suplementaria a la presentada en el Informe Nacional de Inventario (NIR, por sus siglas en inglés) presentado por España. Esta información se remite en cumplimiento de lo establecido en la Decisión 15/CMP.1 Anexo I (información suplementaria requerida bajo el artículo 7.1 del Protocolo de Kioto), en lo que se refiere a información relativa al Registro Nacional.

Para la presentación de la información se han tenido en cuenta una estructura común acordada en el marco del Foro de Administradores de Sistemas de Registro (*RSA Forum*, en inglés) y transmitida a los RSA a través del documento “*SIAR Reporting Requirements and Guidance for registries v 5.3*”, que se ha utilizado como orientación. Se han seguido asimismo las recomendaciones de dicho documento en cuanto al contenido de la información y su presentación bajo una estructura común, acorde con los requisitos recogidos en las Decisiones relevantes (13/CMP.1, anexo II Decisión 3/CMP.11, 15/CMP.1).

13.2 Información sobre cambios en el Registro Nacional

13.2.1 Cambios en la información de contacto del administrador del registro (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.a)

No se han producido cambios en la información de contacto del administrador del registro durante el año 2022.

13.2.2 Cambios en la información de colaboración con otras Partes (sistemas unificados) (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.b)

No ha ocurrido ningún cambio en la información de colaboración con otras Partes durante el año 2022.

13.2.3 Cambios en la estructura o capacidad de la base de datos del Registro Nacional (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.c)

Durante el año 2022 han existido 3 nuevas versiones (versión 13.6.1, versión 13.7.1 y versión 13.8.2) del software del sistema consolidado de registros de la UE (EUCR, por sus siglas en inglés), que son posteriores a la versión 13.5.2 (versión de producción notificada en el capítulo 14 de la edición del inventario de 2022).

No se produjo ningún cambio en la base de datos, cuyo diagrama de su estructura se adjunta en el Anexo A. No se produjo ningún cambio en software asociado al plan de contingencia o al plan de recuperación frente a desastres.

No hubo cambios en la capacidad de la base de datos del registro nacional durante el año 2022.

13.2.4 Cambios de la manera en que el Registro Nacional cumple las normas técnicas para el intercambio de datos (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.d)

Durante el año 2022, los cambios que han sido introducidos con las versiones 13.6.1, 13.7.1 y 13.8.2 en comparación con la versión 13.5.2 se adjuntan en el Anexo B.

Es preciso señalar que cada nueva versión de software del sistema consolidado de registros europeos es sometida a exámenes de regresión y exámenes relativos a las nuevas funcionalidades. Estas pruebas incluyen exámenes detallados frente al DES. Estas versiones

fueron testeadas con resultados satisfactorios antes de su subida al entorno de producción (ver Anexo B).

No se han producido más cambios en la manera en que el registro nacional cumple las normas técnicas para el intercambio de datos durante el periodo de referencia.

13.2.5 Cambios en los procedimientos empleados en el Registro Nacional español para reducir al mínimo las discrepancias (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.e)

No ha habido cambios en los procedimientos empleados por el registro nacional para reducir al mínimo las discrepancias durante el año 2022.

13.2.6 Cambios en las medidas empleadas en el Registro Nacional para impedir manipulaciones no autorizadas y evitar los errores de los operadores (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.f)

No se han producido cambios en las medidas de seguridad durante el año 2022.

13.2.7 Cambios en la lista de la información accesible al público (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.g)

No se han producido cambios en la información pública disponible durante el año 2022.

13.2.8 Cambios en la dirección en Internet (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.h)

No se ha producido ningún cambio en la dirección de Internet del registro nacional durante el año 2022.

13.2.9 Cambios en las medidas tomadas con objeto de garantizar la integridad de los datos almacenados y la recuperación de los servicios del registro en caso de catástrofe (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.i)

No se han producido cambios en las medidas tomadas para garantizar la integridad de los datos durante el año 2022.

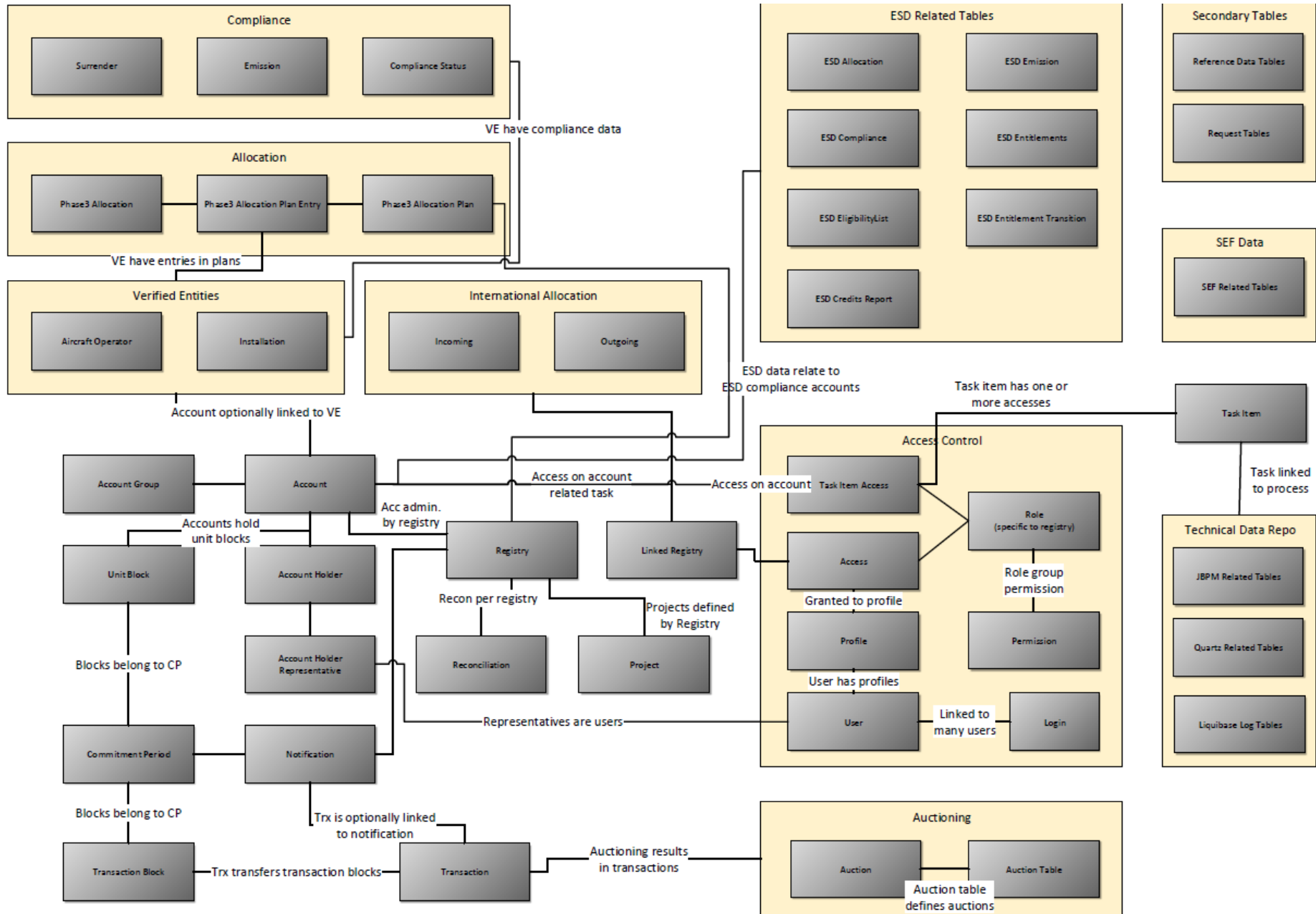
13.2.10 Cambios en los resultados de los procedimientos de prueba (de acuerdo a la Decisión 15/CMP.1 Anexo II.E párrafo 32.j)

No se han producido cambios en los resultados de los procedimientos de prueba durante el año 2022.

13.3 Información sobre recomendaciones de revisiones previas

No se recibieron recomendaciones en la revisión anterior.

Annex A: CSEUR Database Structure



Annex B: Changes in EUCR v13.6.1 to v13.8.2

Issue Type	Summary	Description / Test Cases	Component	Version	Status
Bug	KP Account with no AAR transfer to non-TAL warning message is incorrect	The warning message displayed when a non-TAL transfer is attempted from a KP account with no AAR is incorrect. The message is updated in v13.6.1 in order to contain the correct KP role and account type.	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Surrender Screen - Incorrect required amount for EU surrender message	When an AOHA has a negative carry-over from Phase 3, the surrender proposal screen displays a message informing about the unit type, ETS Phase and the number of allowances to surrender to become compliant. The total number of Phase 3 allowances displayed that are needed for surrender for EU is the total amount for both EU and CH.	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Claim Functionality issues	Dropdowns with country selections are very slow when choosing a country. e.g. account holder's country and countries where account holder has other open. When no AR is added and the user clicks Next there was no error message displayed requiring the user to add ARs. This also triggers the claim process to be unstable since when you try adding an AR afterwards, the changes cannot be saved accounts. Not possible to go back to previous steps	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Update of Parent and Subsidiary Undertaking issues	Update of the parent and/or subsidiary undertaking of an OHA: Company registration number of Subsidiary undertaking cannot be entered (when NULL) when explore feature is used. The display warning is also not shown: "The Union Registry does not have the information about the company registration number of this subsidiary undertaking. If you have this information, please enter the company registration number in the field provided to record this information. Not possible to update any other field related to the Installation without making any updates on the company registration number of the parent. Please see below screenshot of the error.	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Installation Info Update issue	Under the Installation page and upon clicking Update the before value of Subsidiary Company is not displayed correctly	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Auction Delivery Account label not changed to Auction Collateral Delivery Account	Auction Delivery Account label should be changed to Auction Collateral Delivery Account on EUCR and EUTL pages	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Missing ETS Phase in Issuance Confirmation pop-up	In the Issuance Confirmation page the ETS phase was missing	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Incorrect transaction type label: 01-31 Issuance EU General Allowance (EUAA)	Upon initiating an Issuance of Allowance, under the task description the label was displayed incorrectly "01-31 Issuance EU General Allowance (EUAA)" instead of "01-31 Issuance EU General Allowance (EUA)"	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	The account is set to open after closure pending without being dependent of the current compliance	The account is set to OPEN status after closure pending without being dependent of the current compliance.	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED

Issue Type	Summary	Description / Test Cases	Component	Version	Status
Bug	Account opening - PDF Issues	Below issues are fixed: <ul style="list-style-type: none"> · All the information related to communication with the Registry shall be displayed on one page. · No space between the rows of the address. · The following sections shall not be underlined & bold: <ul style="list-style-type: none"> · Authorised signature of Account Holder · Authorised signature of Umweltbundesamt GmbH · Names of signatories (printed) 	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	International Transfer of allowances - Confirmation screen - Wrong ETS Phase	The display of ETS Phase for CH units when Applicable Commitment Period <> Original Commitment Period is incorrect. When the CH unit has an ACP of 3 and OCP of 2, it is shown as ETS Phase 4 instead of ETS Phase 3 in the confirmation pop-up of the international transfer. Please take note that in the holdings this is correctly displayed.	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Matrix - permission that allows user to publish contact info	The AR can update the publication of contact information on EUTL Public even when AR does not have the permission assigned to them. This is fixed.	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Ensure TAL preference update pop-up is adapted to the change	The confirmation screen when updating only one out of the two TAL preferences display incorrectly both of the preferences as being changed.	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Holdings display	Two different Totals displayed at the same time in the holdings tab. AEUA holdings split into two separate rows with no apparent reason. Below are the issues: <ul style="list-style-type: none"> · First issue is the total on the ETS allowances table is wrong, looks like the CH allowances are not considered. · 2nd issue is the display of the EUAs wherein two separate rows are displayed for the same unit type and ETS Phase. 	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Task stuck in "User Approved" when NA updates a user's "First Name" or "Last Name"	If the updated field is "First Name" or "Last Name" in a personal update request, the task is stuck in "User Approved" state. This issue affects National administrators who change the last name and first name of a user via personal details update request.	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	ARs of open accounts are not able to view transactions searching from the transaction list when the other account (transferring or acquiring) is closed.	Account hyperlink in the transaction list is removed to prohibit the AR access to closed account(s) involved in transactions. Nonetheless, the transactions are still available in the transactions page.	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED

Issue Type	Summary	Description / Test Cases	Component	Version	Status
Bug	TMS error when approving MUDI change	Users who have changed mobile device and proposed 2 personal details update requests from 2 different registries. The national administrator is not able to approve the second personal details update request with a misleading error message. Error messages are implemented for two cases below: Case 1: Request change device for the same user EU login for different registries: Message: "The personal details update request cannot be fulfilled, as the device change is already applied. Please reject this pending request." Case 2: Request MUDI removal for the same user EU login from different registries: Message: "The requested MUDI removal cannot be fulfilled because the MUDI has already been removed. Please reject this pending request"	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Returned quantity not correctly displayed in the allocation details page	<ul style="list-style-type: none"> · The RETURNED amount is correctly displayed on the NAT/NAVAT table. · The REA transaction link is not available unless there is another year with over-allocation. 	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Unable to enter LEI for an AH after rejection	When an account claim request with a new account holder and LEI entered is rejected, a new account claim request indicating the same LEI displays an erroneous message "The illegal identifier already exists". This issue is fixed in v13.6.	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Tasks status not updated	When releasing an account, tasks remained in status user_approved even though the transactions completed successfully. Root cause is a code issue regarding duplicate urids in the Accesses Table for the same account_id.	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED

Issue Type	Summary	Description / Test Cases	Component	Version	Status
Bug	Dynamic Compliance Status Display	<p>To sum up on the final approach as communicated to all MS:</p> <ul style="list-style-type: none"> · No new columns will be added. The only change that will be required is to hide the DCS = '-' and its tooltip in all places for Phase 4 dynamic compliance status, including the account search list and the compliance tab. This will also impact the operators that are legitimately excluded as they will see that their DCS as empty. · The above will apply also to surrender page where the compliance status is displayed and to compliance tab "EU Compliance Status" and "Swiss Compliance status" for the accounts with dual compliance obligations. · The view of the account from the account list for phase 4 compliance status '-' will be displayed as it is for trading account. · No change in the filter of Swiss Dynamic Compliance Status. Value '-' will remain in the filter and when used it will bring the results based on the values of the db (regardless if their display has changed to blank). · Accounts with YLE = 2021. The compliance status for Phase 4 is calculated as if the reporting year is 2021 right now. Meaning that, if those accounts were excluded for 2021, their "{}" Compliance Status is correct. This falls under the "This will also impact the operators that are legitimately excluded as they will see that their DCS as empty.{}" specification. Therefore, no compliance status display even for them. <p>The above implementation will be reverted back on v13.7.</p>	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Allocation job issues due to very high amount of allocation transactions	Allocation job gets stuck when there's a huge number of allocation transactions being executed at the same time for all Member States.	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Mix of languages in ES Registry	Some elements on the ES registry are not translated.	EUCR	EUCR 13.6.1	PASSED
Bug	Display back the DCS = '-' in EUCR as appropriate to the operator	The changes implemented in ETS-16608 is reverted back in v13.7.1. This means that excluded accounts will display again the DCS of '-' with tooltip text "Exempted from compliance obligations".	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	Force closure button is still incorrectly displayed for accounts with no Phase 4 compliance status	The force closure button was incorrectly displayed for accounts with no Phase 4 compliance status.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	Change of Role Task in General Task List	The task "Account Representative change of Role" was under the General task list instead of the Exclusive task list.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	KP transactions contain CP = ETS Phase	Cancellation of KP units' Commitment Period dropdown list contains ETS Phase instead of CP.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	Missing Cancel button is EDIT AR feature in Account Opening	When updating the details of an AR the Cancel button was missing	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	National Registration Number field in KP account opening	National Registration Number field removed from KP account opening form.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED

Issue Type	Summary	Description / Test Cases	Component	Version	Status
Bug	Incorrect Search Results: Parent and Subsidiary Undertaking	For account opening and installation update: - The search result of Parent/Subsidiary undertaking was not accurate - 'Not available' was not displayed when the address information was not available.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	Account opening - PDF Issues Summary	All of the below issues are fixed up until v1.3.7.1: 1. account.creation.contract.after (justified) 2. Create space between paragraphs (account.creation.contract.before and account.creation.contract.after) – Preamble must be justified 3. A lot of "title" elements are showing in plain text. They should display as the following example Format titles: (grey, bold, underlined until the end of the line) _AT.report.account.creation.account.holder.title AT.report.account.creation.contract.before.0.title AT.report.account.creation.contract.after.0.title AT.report.account.creation.contract.after.4.title AT.report.account.creation.contract.after.16.title AT.report.account.creation.contract.after.22.title 4. Margin has increased, it needs to be increased slightly more though (same as in the old pdf) 5. No page break between the AO details and the custom text.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	Changed Device detected warning	Removed the opportunity to report change of email from warning when different/changed device is detected by EUCR	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	Search Feature issues: Name of Parent undertaking and Subsidiary undertaking	In account opening (OHA) and update of installation the following issues occurred: 1. The implemented label was Company Name instead of Name of Parent Undertaking or Name of Subsidiary Undertaking 2. The table was empty while it should display the listed items. 3. The columns at the end displayed Line 1&2 instead of Address Line 1&2	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	10-76 international transfers displayed as terminated in the account statements while in status "international response pending"	International transfers that are in "international response pending" are displayed under terminated transactions in the account statements.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	Task Approve Account Representative Change of Role visible in general task list	The task " Account Representative Change of Role" was found on general task list of NA instead of the exclusive task list.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	Business details shown inconsistently	When editing of the business details of a user, the "Employer Name" is displayed as "Company Name" and the "Department at the Employer" is displayed as "Company Department". These labels are both corrected.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	Transfers To TAL Without Second Approval Task Details	Before value of "Transfers To TAL Without Second Approval" is not kept in the task history after the task has been approved. The BEFORE and AFTER values are the same as displayed in the task history.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED

Issue Type	Summary	Description / Test Cases	Component	Version	Status
Bug	Unauthenticated users not able to request an account opening	There was an issue with CAPTCHA not being rendered properly which caused issue for unauthenticated users trying to request an account opening.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	Stuck Return of Excess allocation request should be cleared automatically	Stuck REA is being rejected automatically by the clean-up job in v13.7.1.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	TAL addition tasks rejected do not clean the TAL status	The rejection of TAL addition tasks does not change the status of the trusted account from APPROVAL_PENDING to DELETED. Therefore, even if the TAL addition requests have been rejected successfully, the trusted accounts remain to status APPROVAL_PENDING.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	Force closure incorrectly displayed for accounts with no Phase 4 compliance status	If an account does not have phase 4 compliance status, it will wrongly show the "force closure" button instead of the normal closure button. It is just a display issue, not preventing the NA to approve the account closure task.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Improvement	TAL preferences text	The 'Update' button is not available at all times as the option to update preferences relies on the Roles and Permissions as well as whether there is pending task to update TAL preferences. The sentence "To update the preferred options click the Update button, perform the change and then submit for approval." Is removed.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Improvement	Transaction Aggregation for Kyoto transactions	On EUTL Public, the number of units per project identifier are now aggregated so as not to show multiple rows for the same project identifier.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Improvement	Add Period to Transaction outcome notification	The transaction outcome notification sent by e-mail to the users now includes the phase of the involved units.	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Improvement	OHA incorrectly set to the status blocked showing the dynamic compliance status C	When the LYE is set to the current year and there is no missing VE for any previous years then, the account should not be blocked. The account will only be blocked during the 1st of April blocking job run. Hence, for these accounts, they should be able to operate like a normal open account. This should work similarly to any account with no LYE set. The dynamic compliance calculation and account status are calculated accordingly to the availability of VE from all the years the account is in scope of the ETS (CH and EU for AOHA).	EUCR	EUCR 13.7.1	PASSED
Bug	Linked Registries Activity Reports - Reports are available to NAs	The permissions regarding the Swiss Linking reports below will not be granted by default to NAs, since the permissions are for CA/CA-CHL only. <ul style="list-style-type: none"> · View Swiss Deletion Report · View Swiss Holdings Report · View Swiss International Allocation Report · View Swiss compliance report 	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED
Bug	EUCR NAVAT not migrated to the new registry after release and claim	NAVAT and its history is not migrated to the new registry after release and claim.	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED

Issue Type	Summary	Description / Test Cases	Component	Version	Status
Bug	Transfer to CH: No error message when not enough allowances	Issue reported: When performing an international transfer and the user entered an amount that is more than the available quantity and clicked on Next, no error message is displayed. Expected error message: 80000: The amount 5 of EU General Allowance (EUA) is not available in the account: 5009327 Fix applied: Error 80000 is displayed after user clicks "Confirm" to the proposed transaction (not after clicks on Next).	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED
Bug	Abort Button not visible to AR - Approver Only	Abort Button of transaction was not available to AR (Approver Only).	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED
Improvement	Missing headers from csv file	Issue: the headers from several csv files were missing at export. Issue is now verified and fixed in v13.8. The following tables can now be exported in excel/csv with headers being displayed correctly: Account Government Accounts Transactions Task List Entitlements View ICH Lists Reconciliations Unit Blocks ITL Notifications Auction Delivery KP2 Entitlements Reconciliations Linked Registries Activities reports In registry ESD: View ESD ELigibility List List of Account Requests Users	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED
Bug	Trading account opening - No TAL preference displayed in the task details	When requesting the opening of a trading account, the selected TAL preference is not displayed in the "approve account opening" task.	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED
Bug	Popup during actions on the account	A popup window appears to inform the user of new role.	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED
Bug	Surrender warning not displayed	The modal dialogue is missing when the surrender proposed is insufficient and indicating that the account is not yet compliant. Furthermore, after having approved the surrender, no modal dialogue is displayed anymore, to inform me that surrender is required.	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED

Issue Type	Summary	Description / Test Cases	Component	Version	Status
Bug	Account Holder of VA cannot open other account	<p>Fixes made in v13.8.2:</p> <p>1. On account opening of a verifier account, a new check is introduced that will restrict users using Account Holders of any other account type/s, when these accounts are on a status <> closed. Error Message: "On Verifier Account opening, it is not allowed to use Account Holders already assigned to other accounts" E.g: Open a Verifier account picking an existing AH of an OHA (in status Open) will be restricted. Open a Verifier account picking an existing AH of an OHA (in status Closed) will be allowed.</p> <p>2. On account opening of other account types, existing check is enriched which restricts using the AH of an existing Verifier account, to consider account status, account status should be <> closed. Error Message will remain the same: "The account holder of a verifier account cannot be used for another account" E.g: Open a Trading account picking an existing AH of a Verifier account (in status Open) will be restricted. Open a Trading account picking an existing AH of a Verifier account (in status Closed) will be allowed.</p>	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED
Bug	Unrecoverable Error in Account Opening - Contact Person Information	An error was encountered when opening an account and filling in the contact person information.	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED
Bug	Incoming GB transactions are not correctly completed in EUCR	When a transaction from GB to an EU account is executed, the unit block is created successfully in EUTL but not in EUCR.	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED
Bug	NAT upload notification email attachment	When a NAT file is transferred from the ETS Reporting ALC to the Union Registry, the attachment of the e-mail notification sent to the National Administrator does not have an xml extension or an understandable filename.	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED
Bug	Missing information that "other countries where account holder has other open accounts" was changed	AR addition and replacement tasks, previously, do not contain the information about the 'other countries where account holder has other open accounts'. Therefore, the NAs are not aware when the selections have changed.	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED
Bug	Unrecoverable error when trying to add a new AR to the account	AR cannot be added to accounts having an Account Holder with at least one country associated with it and belonging to a registry whose configuration parameter ENABLE_AH_COUNTRIES_DROPDOWN is set to false.	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED
Bug	Message to automatically reject tasks upon account closure does not display the correct request id	When there are pending tasks related to an account proposed to be closed, NAs are informed of the pending tasks that would be automatically rejected. The message used to display the internal task id of the database, now it displays the request id as displayed in the user interface.	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED

Issue Type	Summary	Description / Test Cases	Component	Version	Status
Bug	Error 80202: GB Account not trusted	A GB account is successfully added to the trusted account list and can be selected from the list of trusted accounts, but when transfer is confirmed an error message appear (80202: The account number GB-.... is not trusted).	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED
Bug	Account Representative is displayed twice	After conducting an operator change, an account representative is displayed twice in two accounts. If either one of the two entries is deleted, the other one is also deleted. If the account representative is added again, it is displayed twice again. This is a specific case when the AR is attempted to be added to the account, then initially rejected, and added again successfully. The same account must be released and claimed by a new account holder and the same AR is added again to the new account holder.	EUCR	EUCR 13.8.2	PASSED



14. UNIDADES-ACRÓNIMOS

UNIDADES Y CONVERSIONES

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

UNIDADES BÁSICAS			MÚLTIPLOS Y SUBMÚLTIPLOS		
MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO	FACTOR	PREFIJO	SÍMBOLO
Longitud	metro	m	10^{-15}	femto	f
Masa	kilogramo	kg	10^{-12}	pico	p
Tiempo	segundo	s	10^{-9}	nano	n
Intensidad eléctrica	amperio	A	10^{-6}	micro	u
Temperatura	kelvin	K	10^{-3}	mili	m
Cantidad de materia	mol	mol	10^{-2}	centi	c
Intensidad luminosa	candela	cd	10^{-1}	deci	d
ALGUNAS UNIDADES DERIVADAS			10	deca	da
MAGNITUD	NOMBRE	SÍMBOLO	10^2	hecto	h
Superficie	metro cuadrado	m ²	10^3	kilo	k
Volumen	metro cúbico	m ³	10^6	mega	M
Energía, Trabajo o	julio	J	10^9	giga	G
Cantidad de calor			10^{12}	tera	T
Presión	pascal	Pa	10^{15}	peta	P

En cuanto a la magnitud masa se utilizará, según sea el caso, un prefijo antepuesto a la unidad gramo o directamente la expresión equivalente utilizada más comúnmente. Así, en concreto, para las emisiones se utilizará frecuentemente la expresión en kilotoneladas (kt), equivalente a gigagramos (Gg) o en toneladas (t), equivalente a megagramos (Mg).

En cuanto a la magnitud energía se utilizará, según sea el caso, un prefijo antepuesto a la unidad Julio (J), habitualmente se tratará de gigajulios (GJ).

En cuanto a la magnitud superficie se utilizará, según sea el caso, un prefijo antepuesto a la unidad metro cuadrado (m²) o directamente la expresión equivalente utilizada más frecuentemente. Así se tratará de metros al cuadrado (m²) o de hectáreas (ha, igual a 10.000 m²).

En cuanto a la magnitud volumen se utilizará, según sea el caso un prefijo antepuesto a la unidad metro cúbico (m³). En el caso de los gases se referirá la medición a condiciones normales (m³N) es decir a 0 °C y 1 atmósfera de presión.

POTENCIALES DE CALENTAMIENTO ATMOSFÉRICO

GAS	FÓRMULA	AR4	AR5
Dióxido de carbono	CO ₂	1	1
Metano	CH ₄	25	28
Óxido nitroso	N ₂ O	298	265
HIDROFLUOROCARBURUS			
HFC-23	CHF ₃	14.800	12.400
HFC-32	CH ₂ F ₂	675	677
HFC-41	CH ₃ F	92	116
HFC-43-10mee	C ₅ H ₂ F ₁₀	1.640	1.650
HFC-125	C ₂ HF ₅	3.500	3.170
HFC-134	C ₂ H ₂ F ₄ (CHF ₂ CHF ₂)	1.100	1.120
HFC-134a	C ₂ H ₂ F ₄ (CH ₂ FCF ₃)	1.430	1.300
HFC-152a	C ₂ H ₄ F ₂ (CH ₃ CHF ₂)	124	138
HFC-143	C ₂ H ₃ F ₃ (CHF ₂ CH ₂ F)	353	328
HFC-143a	C ₂ H ₃ F ₃ (CF ₃ CH ₃)	4.470	4.800
HFC-227ea	C ₃ HF ₇	3.220	3.350
HFC-236fa	C ₃ H ₂ F ₆	9.810	8.060
HFC-245ca	C ₃ H ₃ F ₅	693	716
HFC-245fa	CHF ₂ CH ₂ CF ₃	1030	858
HFC-365mfc	CH ₃ CF ₂ CH ₂ CF ₃	794	804
PERFLUOROCARBURUS			
Perfluorometano (PFC-14)	CF ₄	7.390	6.630
Perfluoroetano (PFC-116)	C ₂ F ₆	12.200	11.100
Perfluoropropano (PFC-218)	C ₃ F ₈	8.830	8.900
Perfluorobutano (PFC-3-1-10 / PFC-410)	C ₄ F ₁₀	8.860	9.200
Perfluorociclobutano (c-C ₄ F ₈ / PFC-318)	c-C ₄ F ₈	10.300	9.540
Perfluoropentano (PFC-4-1-12 / PFC-512)	C ₅ F ₁₂	9.160	8.550
Perfluorohexano (PFC-5-1-14 / PFC-614)	C ₆ F ₁₄	9.300	7.910
Perfluorodecalin (PFC-9-1-18 / PFC-1018)	C ₁₀ F ₁₈	7.500	7.190
Perfluorociclopropano (c-C ₃ F ₆ / PFC-216)	c-C ₃ F ₆	17.340	9.200
MEZCLA DE HFC-PFC		990	936
HEXAFLUORURO DE AZUFRE	SF ₆	22.800	23.500

Las emisiones de gases de efecto invernadero con efecto directo sobre el calentamiento se computan de forma agregada en términos de CO₂ equivalente (CO₂-eq) ponderando los gases individuales del Inventario Nacional de acuerdo con la tabla de potenciales de calentamiento tomados del Quinto Informe de Evaluación sobre el Cambio Climático mostrada más arriba.

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ADHAC	Asociación de Empresas de Redes de Calor y Frío
ADIF	Administrador de Infraestructuras Ferroviarias
AEDA	Asociación Española de Aerosoles
AEMET	Agencia Estatal de Meteorología
AENA	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AGB	<i>Above-Ground Biomass</i> (Biomasa aérea)
AIE	Agencia Internacional de la Energía
AITEMIN	Asociación para la Investigación y Desarrollo Industrial de los Recursos Naturales
ANCADE	Asociación Nacional de Fabricantes de Cales y Derivados de España
ANFFE	Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes
ANFFECC	Asociación Nacional de Fabricantes de Fritas, Esmaltes y Colores Cerámicos
ANEFRYC	<i>Entrepreneurial Association of air conditioning</i> (Asociación Empresarial de Aire Acondicionado)
AQ-AOS	<i>Annual Questionnaire - Annual Coal Statistics</i> (Cuestionarios Anuales - Cuestionarios Internacionales de Productos Petrolíferos)
API	<i>American Petroleum Institute</i> (Instituto Americano del Petróleo)
AR	<i>Assessment Report</i> (Informe de Evaluación)
AR4	<i>4th Assessment Report</i> (4º Informe de Evaluación)
AR5	<i>5th Assessment Report</i> (5º Informe de Evaluación)
ARR	<i>Annual Inventory Review Report</i> (Informe Anual de Revisión del Inventario)
ASCER	Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos
ASEFAPI	Asociación Española de Fabricantes de Pinturas y Tintas de Imprimir
ASPAPEL	Asociación Española de Fabricantes de Pasta, Papel y Cartón
AVEBIOM	Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa
BC	Black Carbon (Humo negro)
BDCIE	Base de Datos Central del Inventario de Emisiones
BDSI	Base de Datos de Solicitudes de Información
BEDCA	Base de Datos Española de Composición de Alimentos
BGB	Below-ground biomass (Biomasa subterránea)
BNPAE	Balance de Nitrógeno y Fósforo en la Agricultura Española
BOD	Biochemical oxygen demand (Demanda Bioquímica de Oxígeno)
BREF	<i>Best Available Techniques Reference Document</i> (Documento de referencia sobre mejores técnicas disponibles)
CAD	Ciclos de aterrizaje-despegue
CAP	Common Agricultural Policy
CDGAE	Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos
CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (MITECO)

CEPE	Consejo Europeo de la Industria de la Pintura, Tintas de Imprimir y Colores para Artistas
CER	Catálogo Europeo de Residuos
CIEMAT	Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas
CITEPA	<i>Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique</i> (Centro Técnico Interprofesional de Estudios de la Contaminación Atmosférica)
CLH	Compañía Logística de Hidrocarburos, S.A. (actualmente, Exolum)
CLRTAP	<i>Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution</i> (Convenio de Ginebra sobre Contaminación Transfronteriza a gran Distancia)
CNAE	Clasificación Nacional de Actividades Económicas
CODA	<i>Central Office for Delay Analysis</i> , EUROCONTROL (Oficina Central para el Análisis de las Demoras)
CONCAWE	<i>The Oil Companies International Study Group for Conservation of Clean Air and Water in Europe</i> (División de la Asociación Europea de Compañías de Refino de Petróleo para la Conservación del Aire y Agua en Europa)
COPERT	Programa informático para el cálculo de emisiones del transporte por carretera
CORES	Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos
CORINAIR	Subprograma CORINE sobre emisiones de contaminantes a la atmósfera
CORINE	Programa de Coordinación de la Información sobre el Medio Ambiente
COVNM	Compuestos Orgánicos Volátiles No Metánicos
CRF	Common Reporting Format (Formulario Común para Informes)
CVM	Cloruro de vinilo monómero
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DCE	Dicloruro de etileno
DGA	Dirección General del Agua
DGBBD	Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación
DGBCA	Dirección General de Biodiversidad y Calidad Ambiental
DGCEA	Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental
DGC	Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento)
DG ENV	Dirección General de Medio Ambiente
DGT	Dirección General de Tráfico (Ministerio del Interior)
DOC	Degradable Organic Carbon (Carbono Orgánico Degradable)
DOM	<i>Dead Organic Matter</i> (Materia Orgánica Muerta)
DQO	Demanda Química de Oxígeno
DW	<i>Dead Wood</i> (Madera muerta)
ECOEMBES	Ecoembalajes España, S.A.
EDAR	Estación Depuradora de Aguas Residuales
EEA	<i>European Environment Agency</i> (Agencia Europea de Medio Ambiente)
EF	<i>Emission Factor</i> (Factor de Emisión)
EMEP	<i>European Monitoring Evaluation Programme of CLRTAP</i> (Programa Europeo de Vigilancia Continua y Evaluación del CLRTAP)

ENAGÁS	Empresa Nacional de Gas, S.A.
ENESA	Entidad Estatal de Seguros Agrarios
E-PRTR	Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes
EPTMC	Encuesta Permanente de Transporte de Mercancías por Carretera
ERM	Estaciones de regulación y medida de la red de distribución de gas
ERT	<i>Expert Review Team</i> (Equipo de revisores expertos)
ESIG	<i>European Solvents Industry Group</i> (Grupo Industrial Europeo de Disolventes)
ESYRCE	Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos
ETP	Evapotranspiración potencial
EU	<i>European Union</i> (Unión Europea)
EU ETS	<i>European Union Emission Trading Scheme</i> (Comercio de Derechos de Emisión de la Unión Europea)
EUROCONTROL	<i>European Organisation for the Safety of Air Navigation</i> (Asociación Europea para la Seguridad en la Navegación Aérea)
EUROSTAT	Oficina Estadística de la Unión Europea
FAME	Fatty Acid Methyl Ester (ésteres metílicos de ácidos grasos)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FAOSTAT	Statistics Division of the Food and Agriculture Organization of the United Nations (División de estadística sobre alimentación y agricultura de la Organización de las Naciones Unidas)
FCC	<i>Fluid Catalytic Cracking</i> (Craqueo Catalítico Fluido)
FE	Factor de Emisión
FEAF	Federación Española de Asociaciones de Fundidores
FEI	Factor de Emisión Implícito
FEIQUE	Federación Empresarial de la Industria Química en España
FEIS	Fuel Burn and Emissions Inventory System
FEMP	Federación Española de Municipios y Provincias
FENT	Fermentación entérica
FOI	Agencia sueca de investigación de la Defensa
GASNAM	Asociación Española de Gas Natural para la Movilidad
GDP	<i>Gross Domestic Product</i> (Producto Interior Bruto)
GE	<i>Gross Energy</i> (Energía Bruta (ingesta de))
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GHG	<i>Greenhouse Gases</i> (Gases de Efecto Invernadero)
GFP	Gran Foco Puntural
GLP	Gases Licuados del Petróleo
HCB	Hexaclorobenzeno
HCFC	Hidroclorofluorocarburos
HFC	Hidrofluorocarburos
HGCIEE	Herramienta de Gestión de la Calidad del Inventario Español de Emisiones

HISPALYT	Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida
HWP	<i>Harvested Wood Products</i> (Productos madereros)
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i> (Organización Internacional de Aviación Civil)
IDAE	Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (MITECO)
IFN	Inventario Forestal Nacional
IE	<i>Included Elsewhere</i> (Incluido en otra parte)
IEA	<i>International Energy Agency</i> (Agencia Internacional de la Energía)
IEF	<i>Implicit Emission Factor</i> (Factor de Emisión Implícito)
IGME	Instituto Geológico y Minero Español
IIR	<i>Informative Inventory Report</i> (Informe Informativo del Inventario)
INE	Instituto Nacional de Estadística
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático)
IPI	Índice de Producción Industrial
IPUR	Asociación de la Industria del Poliuretano Rígido
IPPU	Sector Industrial y de Uso de Productos
IQ	<i>Individual Questionnaire</i> (Cuestionario individual)
KC	<i>Key Categories</i> (Categorías clave)
KP	<i>Kyoto Protocol</i> (Protocolo de Kioto)
LB	<i>Living biomass</i> (Biomasa viva)
LHV	<i>Lower Heating Value</i> (Poder calorífico inferior)
LPG	<i>Liquefied Petroleum Gases</i> (Gases licuados del petróleo)
LPS	<i>Large Point Sources</i> (Gran foco puntual)
LT	<i>Litter</i> (Detritus)
LTO	<i>Landing and Take-Off</i> (Ciclos de aterrizaje-despegue)
LULUCF	<i>Land Use, Land-Use Change and Forestry</i> (Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Selvicultura)
MAGRAMA	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (actualmente Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico -MITECO y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación -MAPA)
MAPA	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
MAPAMA	Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (actualmente Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación - MAPA y Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - MITECO)
MARM	Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (actualmente Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - MITECO y el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación - MAPA)
MCF	Factor de conversión de metano en los estiércoles
MDE	Dirección General de Infraestructuras del Ministerio de Defensa
MINCOTUR	Ministerio de Industria, Comercio y Turismo
MINER	Ministerio de Industria y Energía (actualmente Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - MITECO y Ministerio de Industria, Comercio y Turismo - MINCOTUR)

MINETAD	Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (actualmente Dirección General de Política Energética y Minas dentro del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - MITECO)
MITECO	Ministerio para la Transición Ecológica (actualmente Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - MITECO)
MITYC	Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (actualmente Ministerio de Industria, Comercio y Turismo - MINCOTUR)
MMR	Reglamento (UE) Nº 525/2013
MMS	<i>Manure Management System</i> (Sistema de tratamiento de estiércol)
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transporte (actualmente Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana - MITMA)
MOPTMA	Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente (actualmente Ministerio de Transporte, Movilidad y Agenda Urbana - MITMA y Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico - MITECO)
NA	<i>Not Applicable</i> (No Aplicable)
NAPFUE	Nomenclatura de combustibles de CORINAIR
NE	<i>Not Estimated</i> (No Estimado)
NEX (NE)	Nitrógeno excretado
NFR	<i>Nomenclature for reporting</i> (Nomenclatura de reporte)
NIR	<i>National Inventory Report</i> (Informe del Inventario Nacional)
NK	<i>Notation Key</i> (Claves de notación)
NO	<i>Not Occuring</i> (No Ocurre)
NUTS	Clasificación de Unidades Territoriales Administrativas de EUROSTAT
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i> (Organización de Aviación Civil Internacional)
OECC	Oficina Española de Cambio Climático
OCDE	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i> (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico)
OFICEMEN	Agrupación de Fabricantes de Cemento de España
OFICO	Oficina de Compensaciones de la Energía Eléctrica
PAH	<i>Polycyclic Aromatic Hydrocarbons</i> (Hidrocarburos aromáticos policíclicos)
PCB	<i>Polychlorinated Biphenyls</i> (Bifenilos policlorados)
PCDD/PCDF	Dioxinas y furanos
PCI	Poder Calorífico Inferior
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i> (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar)
PEMAR	Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos
PFC	Perfluorocarburos
PIB	Producto Interior Bruto
PM	<i>Particulate Matter</i> (Materia Particulada)
PRTR	<i>Pollutant Release and Transfer Register</i> (Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes)
QA/QC	<i>Quality Assurance/Quality Control</i> (Seguro de Calidad / Control de Calidad)
RA-SA	<i>Reference Approach - Sectoral Approach</i> : comparativa entre Enfoque de Referencia y Enfoque Sectorial

RCE	1: Red de Carreteras del Estado 2: Reducciones Certificadas de Emisiones
REE	Red Eléctrica de España
REGA	Registro General de Explotaciones Ganaderas
RIIA	Registro de Identificación Individual de Animales
RNL	Registro Nacional de Lodos
RSU	Residuos Sólidos Urbanos
SAO	Sustancias que agotan la capa de ozono
SEDIGAS	Asociación Española del Gas
SEI	Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos
SGALSI	Subdirección General de Aire Limpio y Sostenibilidad Industrial
SGEC	Subdirección General de Economía Circular
SGIBP	Antigua Subdirección General de Industrias Básicas y de Proceso (SGIBP) del antiguo Ministerio de Industria y Energía (MINER))
SGPEN	Subdirección General de Prospectiva, Estrategia y Normativa en Materia de Energía (MITECO)
SNAP	Nomenclatura CORINAIR de actividades potencialmente contaminantes de la atmósfera
SOC	<i>Soil Organic Carbon</i> (Carbono orgánico del suelo)
TFEIP	<i>Task Force on Emission Inventories and Projections under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution</i> (Equipo especial sobre inventarios y proyecciones de emisiones en virtud del Convenio de la CEPE sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia)
TOW	<i>Total Organic Waste</i> (Carga orgánica total)
TMB	Tratamiento Mecánico-Biológico
TSP	<i>Total Suspended Particulate</i> (Partículas Suspendidas Totales)
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa)
UNESID	Unión de Empresas Siderúrgicas
UNFCCC	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático)
UNIPLOM	Unión de Industrias del Plomo
URE	Unidades de Reducción de Emisiones
US EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i> (Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos)
VA	Variable de Actividad
VOC	<i>Volatile Organic Compounds</i> (Compuestos Orgánicos Volátiles)
VS	<i>Volatile Solid</i> (Sólidos volátiles excretados)
YM	Factor de conversión de metano en la fermentación entérica



15. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- ADIF. *Memorias medioambientales: 2009-2013*. Madrid: ADIF, 2010-2014.
- AGUILAR PORTERO, M. *Producción integrada del arroz en el Sur de España*. 2011.
- AITEMIN (Asociación para la investigación y desarrollo de los recursos naturales). *Medición de la concentración de grisú en capa en diversas cuencas carboníferas españolas*. Informe inédito. 1989.
- AITEMIN (Asociación para la investigación y desarrollo de los recursos naturales). *Estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las minas abandonadas en España y desarrollo de una mejora metodológica en la estimación de las mismas en el inventario Nacional de emisiones*. 2014.
- AITEMIN (Asociación para la investigación y desarrollo de los recursos naturales). *Revisión de las estimaciones de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las minas en España*. 2015.
- ALBERDI, I., HERNÁNDEZ, L., SAURA, S., BARRERA, M., GIL, P., CONDÉS, S., CANTERO, A., SANDOVAL, V.J., VALLEJO, R., CAÑELLAS, I. *Estimación de la biodiversidad en el País Vasco*. Dirección General del Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid. 2012.
- ALLUÉ, J.L. *Atlas fitoclimático de España: taxonomías*. Madrid: INIA. 1990. [en línea] https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mapa_subregiones_fitoclim_descargas.aspx
- ALVARO-FUENTES, J. *Potential soil carbon sequestration in a semiarid Mediterranean agroecosystem under climate change: Quantifying management and climate effects*. Plant Soil 338 (261–272). 2011.
- ALVARO-FUENTES, J., LÓPEZ SÁNCHEZ, M.V., ARRÚE UGARTE, J.L., MORET-FERNÁNDEZ, D. and PAUSTIAN K. *Tillage and cropping effects on soil organic carbon in Mediterranean semiarid agroecosystems: Testing the Century model*. Agriculture, Ecosystems and Environment 134 (211–217). 2009.
- Anuario de ingeniería química*. Madrid: Ingeniería Química. 2003.
- Anuario de ingeniería química*. Madrid: Ingeniería Química. 2007.
- API (American Petroleum Institute). *Compendium of Greenhouse Gas Emissions estimation methodologies for the oil and gas industry*. Washington D.C.: API. 2001.
- APPLUS NORCONTROL. *Plan piloto de caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario*. Madrid: MAGRAMA. 2012.
- AYUNTAMIENTO DE MADRID. *Estudio de parque circulante de la ciudad de Madrid* (Ediciones año 2013 y año 2017). Dirección General de Sostenibilidad y control ambiental. [en línea] <https://datos.madrid.es/FWProjects/egob/Catalogo/Transporte/ficheros/EstudioPCMadrid2017.pdf>
- BALANGEIS. 2007 - 2010. *Balance de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas y agropecuarios seleccionados* (Ministerio de Educación y Ciencia / INIA). *Subproyecto: Capacidad de fijación de carbono de los suelos españoles: respuesta a los cambios de uso del suelo, a las prácticas de manejo y a las perturbaciones*. Inv. Principal del subproyecto: Joan Romanyà Ref N°: SUM2006-00030-C02-02. Inv. Principal del proyecto coordinado: M^a José Sanz Ref N° SUM2006-00030-C02-00.
- de BLAS, C., GASA, J., MATEOS, G.G. *Necesidades nutricionales para ganado porcino: normas FEDNA*. Ed: Fundación Española para el Desarrollo de la Alimentación Animal (FEDNA). Madrid. 2006.
- BRAVO F, GUIJARRO M, CÁMARA A, DÍAZ BALTEIRO L, FERNÁNDEZ P, PAJARES JA, PEMÁN J, RUIZ PEINADO R. *La situación de los bosques y el sector forestal en España - ISFE 2017*. Edit. Sociedad Española de Ciencias Forestales. Lourizán (Pontevedra), 2017.

- CAMBRA-LÓPEZ, M., GARCÍA-REBOLLAR, P., ESTELLES, F. y TORRES, A. *Estimación de las emisiones de los rumiantes en España: El factor de conversión de metano*. Arch. Zootec. 75 (R): 89-101. 2008.
- CASTRO, G. *Materiales y compuestos*. Departamento de ingeniería mecánica F.I.U.B.A. 2008.
- CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas). *Estimación de la producción y tratamiento de lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales*. Madrid: MAGRAMA. 2011.
- CIBICK, S., FONTELLE, J.P. *Facteurs d'émission du protoxyde d'azote pour les installations de combustion et les procédés industriels: étude bibliographique*. Paris: CITEPA. 2002.
- CORES. Corporación de reservas estratégicas de productos petrolíferos. *Informe estadístico anual 2017*. [en línea] <https://www.cores.es/es/publicaciones>
- DÄMMGEN, U., SCHULTZ, H., KLAUSING, K., HUTCHINGS, N.J., HAENEL, H.D., RÖSEMANN, C. *Enteric methane emissions from German pigs*. Agriculture and Forestry Research 3(62): 83- 96. 2012.
- DIRECCIÓN GENERAL DE TRÁFICO. *Anuario estadístico general [1990-2021]*. Madrid: Centro de Publicaciones.
- DIOT, M., BOGNER, J., CHANTON, J., GUERBOIS, M., HÉBÉ, I., MOREAU-LE-GOLVAN, Y., SPOKAS, K. y TREGOURÈS, A. (2001). *LFG mass balance: a key to optimize LFG recovery, in Proceedings of the Eighth International Waste Management and Landfill Symposium Sardinia 2001*, S. Margherita di Pula (Cagliari, Italia), October 1-5, 2001.
- EMEP/CORINAIR *atmospheric emission inventory guidebook 2007*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2007.
- EMEP/CORINAIR *atmospheric emission inventory guidebook*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2006.
- EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook 2009. Technical guidance to prepare national emission inventories*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2009.
- EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook 2013. Technical guidance to prepare national emission inventories*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2013.
- EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook 2016. Technical guidance to prepare national emission inventories*. EEA Report No 21/2016. CLRTAP & European Environment Agency. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 2016.
- EMEP/EEA *air pollutant emission inventory guidebook 2019. Technical guidance to prepare national emission inventories*. EEA Report No 13/2019. UNECE-Convention on long-range transboundary air pollution & European Environment Agency. Publications Office of the European Union, 2019.
- EUROCONTROL (European Organisation for the Safety of Air Navigation). *European Aviation Fuel Burn and Emissions Inventory System for the European Environment Agency (for data from 2005)*. Version 2021.01 (20 August, 2021). Pan-European Single Sky Directorate, Environment and Climate Change Section. 2021.
- EUROPEAN COMMISSION. *Energy balance sheets*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- EUROSTAT. (Statistical Office of the European Union). *Population connected to wastewater treatment plants* [en línea] http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_ww_con&lang=en
- Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP). *Climatización urbana en las ciudades españolas*. Red Española de Ciudades por el Clima - FEMP/MAGRAMA, 2012.
- FOI *turboprop engine emissions data base*. Stockholm: FOI (Swedish Defence Research Agency). 2003.

- HARVEST *Crop parametres*. Harvest index. 2006.
- HERNANZ, J.L. *et al. Soil carbon sequestration and stratification in a cereal/leguminous crop rotation with three tillage systems in semiarid conditions*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133 (114–122). 2009.
- IAI (International Aluminium Institute). *The aluminium sector greenhouse gas protocol: greenhouse gas emissions monitoring and reporting by the aluminium industry*. 2003.
- IEA (International Energy Agency). *Energy statistics of OECD countries* [1990-1991, 1994-1995, 1996-1997]. Paris: OCDE, 1993, 1997, 1999.
- IFN2: *Segundo Inventario Forestal Nacional 1986-1996*. Madrid: ICONA.
- IFN3: *Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2007*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). *Anuario estadístico de España*.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). *Cifras de población*. [en línea] https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254735572981
- INE (Instituto Nacional de Estadística). *Encuesta industrial anual de productos* [en línea] http://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736149053&menu=resultados&idp=1254735576715
- INE (Instituto Nacional de Estadística). *Índice de producción industrial (IPI)*. [en línea] https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/operacion.htm?c=Estadistica_C&cid=1254736145519&menu=ultiDatos&idp=1254735576715
- INRA. *Alimentación de los animales monogástricos: cerdo, conejo, aves*. Madrid: Mundi-Prensa. 1985.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). “*Annex 16 Environmental protection Volume II Aircraft engine emissions*”. International standards and recommended practices. 2nd ed. 1993.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). Aircraft engine exhaust emissions databank. [en línea] <http://www.easa.europa.eu/environment/edb/aircraft-engine-emissions.php>
- IPCC 2019, *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P. and Federici, S. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- IPCC 2006, *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
- IPCC 2014, *2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol*, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- IPCC 2014, *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands*, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: IPCC, Switzerland.
- IPCC. *Good practice guidance and uncertainty management in national greenhouse gas inventories*. 2000.
- IPCC. *Good practice guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. 2003.
- IPCC. *Revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories*. 1997.
- JAURENA, G., CANTET, J.M., ARROQUY, J.I., PALLADINO, R.A., WAWRZKIEWICZ, M., and COLOMBATTO, D. *Prediction of the Ym factor for livestock from on-farm accessible data*. *Livestock Science*, 177, 52-62. 2015.

- JRC-CONCAWE. *Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context*. 2014.
- KRIDER, J.N. and RICKMAN, J.D. *Agricultural waste management field handbook*. Washington D.C.: Natural Resources Conservation Service (NRCS), 1996.
- LÓPEZ-BELLIDO, R.J., FONTÁN, J.M., LÓPEZ-BELLIDO, F.J., and LÓPEZ-BELLIDO, L. *Carbon Sequestration by Tillage, Rotation, and Nitrogen Fertilization in a Mediterranean Vertisol*. *Agronomy Journal*, 2010.
- MADRID, F., LÓPEZ, R., CABRERA, F., MURILLO, J.M. *Caracterización de los composts de residuos sólidos urbanos de la planta de Villarrasa (Huelva)*, 2001.
- MANUEL LÓPEZ, F. de. *Evaluación de las Consecuencias de la Nueva Regulación de la OMI sobre Combustibles Marinos*. Tesis Doctoral. E.T.S.I. Navales (UPM), 2015.
- MAPA. *Anuario de estadística*. Madrid: Centro de Publicaciones
<https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/default.aspx>
- MAPA. *Boletín mensual de estadística*. Madrid: Secretaría General Técnica.
<https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/boletin-mensual/default.aspx>
- MAPA. *Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos de España (ESYRCE)*. Madrid:
<https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/>
- MAPA. *Estadísticas agrarias*. Madrid. Centro de publicaciones.
<http://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/ganaderia/default.aspx>
- MAPA. *Los incendios forestales en España Madrid*. Centro de publicaciones.
<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/incendios-forestales/estadisticas-incendios.aspx>
- MAPA. *Producción y consumo sostenibles y residuos agrarios*. Madrid. Centro de Publicaciones.
https://www.miteco.gob.es/images/es/Residuos%20agrarios_tcm30-193059.pdf
- MAPA. *Registro de Identificación Individual de Animales (RIIA)*. Madrid. Centro de publicaciones <http://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/trazabilidad-animal/registro/>
- MAPA. *Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA)*. Madrid. Centro de publicaciones: <http://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/trazabilidad-animal/registro/>
- MAPA. *Documentos zootécnicos*. <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/ganaderia-y-medio-ambiente/balance-de-nitrogeno-e-inventario-de-emisiones-de-gases/default.aspx>
- MAPA. Cunicultura. <https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/sistemas-prodnut-animal/cunicultura.aspx>
- MAPA. Encuestas 2010 sobre Sistemas de gestión de estiércoles en vacuno lechero, vacuno no lechero y aves de puesta.
https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/Bovino%20cebo_tcm30-105325.pdf
https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/Bovino%20leche_tcm30-105326.pdf
https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/publicaciones/AVES%20DE%20PUESTA_tcm30-105324.pdf
- MARTÍNEZ, X. "Gestión y tratamiento de residuos agrícolas". RETEMA: Revista Técnica de Medio Ambiente, año 19, nº 111 (mar.-abr. 2006), p. 62-75. 2006.
- MÉDA, B., LAMOTHE, L. Y HASSOUNA, M. (2014) Prediction of nutrient flows with potential impacts on the environment in a rabbit farm: a modelling approach. *Animal Production Science*, 54 (11-12), pp.2042-2051. 10.1071/an14530.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. *Balance de Nitrógeno y Fósforo en la Agricultura Española*. Informes Anuales de la SG de Medios de Producción Agrícola y Oficina Española de Variedades Vegetales-DG de Producciones y Mercados Agrarios.

- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. *Bases Zootécnicas para el Cálculo del balance alimentario de Nitrógeno y de Fósforo*. Colección de documentos de la SG de Medios de Producción Ganaderos - DG de Producciones y Mercados Agrarios.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. *Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero: agricultura año 2000*. Informe inédito, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2002.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA. *Estrategia de ahorro y eficiencia energética 2004-2012 del sector agricultura y pesca*. [Madrid]: Ministerio de Economía. 2003.
- MINISTERIO DE ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL. *Estrategia de ahorro y eficiencia energética en Agricultura de Regadío*, Serie “Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura”, IDAE, 2005.
- MINISTERIO DE ENERGÍA, TURISMO Y AGENDA DIGITAL. *La energía en España 2016*.
- MINISTERIO DE FOMENTO. *Anuario estadístico*. Madrid. Centro de Publicaciones, <https://www.fomento.gob.es/informacion-para-el-ciudadano/informacion-estadistica/anuario-estadisticas-de-sintesis-y-boletin/anuario-estadistico>
- MINISTERIO DE FOMENTO. *Encuesta permanente de transporte de mercancías por carretera [1998-2012]*. Madrid: Centro de Publicaciones, 1999-2013.
- MINISTERIO DE FOMENTO. *Los transportes y las infraestructuras [2010-2012]*. Madrid: Centro de Publicaciones, 2011-2013. [Es continuación de: Los transportes, las infraestructuras y los servicios postales, 2008-2009, de Los transportes y los servicios postales, 1999-2007, y de Los transportes y las comunicaciones, 1990-1998].
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO. *Industrias del cemento [1990-1998]*. Madrid: Centro de Publicaciones, 1991-2000.
- MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO. *La industria química en España [1990-2001]*. Madrid: Centro de Publicaciones, 1991-2002.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO. *Caracterización de los lodos de depuradora generados en España, 2009*.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE. *Medio ambiente en España*, 1991.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTE Y TURISMO. *Estudio sobre tratamiento y eliminación final de los fangos de depuradoras de aguas residuales urbanas*, 1993.
- MITECO. *Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente en España*. Madrid: Centro de Publicaciones. <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/memorias.aspx>
- MITECO. *Anuario de estadística forestal*. Madrid: Centro de Publicaciones https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/estadisticas/forestal_anuarios_todos.aspx
- MONTERO G, R RUIZ-PEINADO, M MUÑOZ. 2005. *Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles*. Madrid, España. Monografías INIA, Serie Forestal 13. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Ministerio de Educación y Ciencia. 270 p.
- MORENO, F., MURILLO, J.M., PELEGRIN, F. and GIRON I.F. *Long-term impact of conservation tillage on stratification ratio of soil organic carbon and loss of total and active CaCO₃*. Soil & Tillage Research 85 (86–93), 2006.
- D MORENO-FERNÁNDEZ, L HERNÁNDEZ, I CAÑELLAS, P ADAME, I ALBERDI. 2020. *Analyzing the dynamics of the deadwood carbon pool in Spain through the European Level I Monitoring Programme*. *Forest Ecology and Management*, Volume 463, 2020, 118020, ISSN 0378-1127.
- NIETO. *Simulation of soil organic carbon stocks in a Mediterranean olive grove under different soil-management systems using the RothC model*. Soil Use and Management, (118–125), 2010.

- NRC (National Research Council). *Nutrient requirements of beef cattle*. 7th ed. Washington D.C.: The National Academies Press, 1996.
- NRC (National Research Council). *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7th ed. Washington D.C.: The National Academies Press, 2001.
- OFICEMEN, Agrupación de fabricantes de cementos de España y Consulnima, Consultoría e Ingeniería Ambiental. *Guía de Métodos de Medición y Factores de Emisión del sector cementero en España*, diciembre 2013.
- OFICEMEN, Agrupación de fabricantes de cementos de España y Consulnima, Consultoría e Ingeniería Ambiental. *Guía de Métodos de Medición y Factores de Emisión del sector cementero en España*, noviembre 2014.
- OFICEMEN, Agrupación de fabricantes de cementos de España. *Guía de monitorización de Emisiones de dióxido de carbono del sector Cementero español de acuerdo al Reglamento (UE) nº 601/2012 de 21 de junio de 2012*, enero 2014.
- OFICEMEN, Agrupación de fabricantes de cementos de España y Consulnima, Consultoría e Ingeniería Ambiental. *Guía de Métodos de medición y Factores de emisión del sector cementero en España*, julio 2017.
- OFICEMEN, Agrupación de fabricantes de cementos de España y Consulnima, Consultoría e Ingeniería Ambiental. *Guía de métodos de medición y factores de emisión para el sector del cemento en España*, noviembre 2019.
- OILGAS. *Enciclopedia nacional del petróleo, petroquímica y gas [1991-2012]*. Madrid: Sede Técnica, 1991-2012.
- OONK, H. y BOOM, T. *Landfill gas formation, recovery and emissions*. TNO-report R95-203, TNO. Appeldoorn, The Netherlands. 1995.
- RAMOS CARPIO, M.A. *Refino de petróleo, gas natural y petroquímica*. Madrid: Fundación Fomento Innovación Industrial, 1997.
- RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA (REE). *El Sistema Eléctrico Español 2020*. Madrid, Junio de 2021.
- RODRÍGUEZ MARTÍN, J.A. LÓPEZ ARIAS, M. y GRAU CORBÍ J.M. *Metales pesados, materia orgánica y otros parámetros de los suelos agrícolas y pastos de España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, INIA, 2009.
- RODRIGUEZ MURILLO, J.C. *The carbon budget of the Spanish forests*. Biogeochemistry 25: 197-217, 1994.
- ROSELLÓ J, DOMÍNGUEZ A, AGUADO J. (2002) Diversidad vegetal en agricultura ecológica. SEAE-PHYTOMA.
- ROVIRA P., ROMANYÀ, J., ALLOZA, J.A., VALLEJO, R. *Evaluación del contenido y la capacidad de acumulación de carbono en los suelos del área mediterránea*. Convenio de colaboración entre la Oficina Española del Cambio Climático y la Universidad de Barcelona, 2004.
- ROVIRA, P., ROMANYÀ, J., RUBIO, A., ROCA, N., ALLOZA, J.A. y VALLEJO, R. Capítulo 6: "Estimación del carbono orgánico en los suelos peninsulares españoles". *El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático*. ISBN: 978-84-611-6599-5. Barcelona: Fundación Gas Natural, 2007.
- SABATÉ, S., GRACIA, C., VAYREDA, J., IBÁÑEZ, J. *Differences among species in aboveground biomass expansion factors in Mediterranean forests*. Working paper, Center for Ecological Research and Forestry Applications (CREAF), Universitat Autònoma de Barcelona, Spain, 2005.
- SAUVANT, D., PÉREZ, J.M., TRAN, G. *Tablas de composición y de valor nutritivo de las materias primas destinadas a los animales de interés ganadero: cerdos, aves, bovinos, ovinos, caprinos, conejos, caballos y peces*. Madrid: Mundi-Prensa, 2002.

- SCHARFF, H., MARTHA, A., VAN RIJN, D.M.M., HENSEN, A., V.D. BULK, W.C.M., FLECHARD, C., OONK H., VROON, R., DE VISSCHER, A. y BOECKX, P. *A comparison of measurement methods to determine landfill methane emissions*, report by Afvalzorg Deponie B.V., Haarlem, the Netherlands. 2003.
- SEDIGÁS. *Anuario gas [1990-2012]*. Barcelona: SEDIGÁS, 1991-2013.
- SENOVILLA, L., ANTOLÍN, G. *Revalorización energética de los residuos de la industria vitivinícola*. Proyecto Final de Carrera, Universidad de Valladolid, 2005.
- SODEAN. *Potencial y aprovechamiento energético de la biomasa del olivar en Andalucía*. 1999.
- SOMBRERO, A. y DE BENITO, A. *Carbon accumulation in soil. Ten-year study of conservation tillage and crop rotation in a semi-arid area of Castile-Leon, Spain*. *Soil & Tillage Research* 107 (64–70), 2010.
- SPOKAS, K., BOGNER, J., CHANTON, J., MORCET, M., ARAN, C., GRAFF, C., MOREAU-LE-GOLVAN, Y. y HÉBÉ, I. *Methane mass balance at three landfill sites: What is the efficiency of capture by gas collection systems?* *Waste Management*, 26: 516-525. 2006.
- MAQUEDA GÓMEZ, D. Proyecto fin de grado: “Análisis comparativo de las tecnologías de aprovechamiento energético del biogás en estaciones depuradoras de aguas residuales industriales en España – Estudio en profundidad de la motogeneración de biogás”. UNIVERSIDAD DE NEBRIJA en colaboración con OECC, 2016.
- US EPA (United States Environmental Protection Agency). *Series AP-42 Manuals*, various editions.
- VERMOREL, M., MARTIN-ROSSET, W. and VERNET, J. *Energy utilisation of twelve forage or mixed diets for maintenance by sport horses*. *Livest. Prod. Sci.* 47: 157-167. 1997.
- VILLALOBOS, F.J., MATEOS, L., ORGAZ, F. y FERERES, E. *Fitotecnia: bases y tecnológicas de la producción agrícola*. Ediciones Mundi-Prensa. 2002.
- WBCSD (World Business Council for Sustainable Development), WRI (World Resource Institute). *The Greenhouse Gas Protocol: a corporate accounting and reporting standard*. Geneva: WBCSD, WRI, 2001.
- WBCSD (World Business Council for Sustainable Development). *The Cement CO₂ Protocol: CO₂ emissions monitoring and reporting Protocol for the European emissions reduction & trading system - Guide to the Protocol*. WBCSD, 2003.
- WHEELER, R.M. *Carbon balance in biogenerative life support systems: some effects of system closure, waste management, and crop harvest index*. *Advances in Space Research: the official journal of the Committee on Space Research (COSPAR)*, 2003, 31(1):169-75.
- YÁÑEZ, D., GARCÍA RAMOS, F.J., DAZA ANDRADA, A., ALBERDI, O., VEGA GARCÍA, S. Y ALCALDE ALDEA, M.J. (2013) *Sistemas de gestión de deyecciones en ovino, caprino y equino*.



ANEXO 1. CATEGORÍAS CLAVE

ÍNDICE

ANEXO 1.	CATEGORÍAS CLAVE	701
-----------------	-------------------------------	------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A1.1.	Resumen de categorías clave para el año 2021	702
Tabla A1.2.	Contribución por categorías al "Nivel" con un análisis de enfoque 1 (sin LULUCF) – año referencia 90/95.....	706
Tabla A1.3.	Contribución por categorías al "Nivel" con un análisis de enfoque 1 (sin LULUCF) - año 2021	707
Tabla A1.4.	Contribución por categorías a la "Tendencia" con un análisis de enfoque 1 (sin LULUCF) - año 2021.....	708
Tabla A1.5.	Contribución por categorías al "Nivel" con un análisis de enfoque 2 (sin LULUCF) - año referencia 90/95.....	709
Tabla A1.6.	Contribución por categorías al "Nivel" con un análisis de enfoque 2 (sin LULUCF) - año 2021	710
Tabla A1.7.	Contribución por categorías a la "Tendencia" con un análisis de enfoque 2 (sin LULUCF) - año 2021.....	711
Tabla A1.8.	Contribución por categorías al "Nivel" con un análisis de enfoque 1 (con LULUCF) - año referencia 90/95	712
Tabla A1.9.	Contribución por categorías al "Nivel" con un análisis de enfoque 1 (con LULUCF) - año 2021	713
Tabla A1.10.	Contribución por categorías a la "Tendencia" con un análisis de enfoque 1 (con LULUCF) - año 2021	715
Tabla A1.11.	Contribución por categorías al "Nivel" con un análisis de enfoque 2 (con LULUCF) - año referencia 90/95	716
Tabla A1.12.	Contribución por categorías al "Nivel" con un análisis de enfoque 2 (con LULUCF) - año 2021	717
Tabla A1.13.	Contribución por categorías a la "Tendencia" con un análisis de enfoque 2 (con LULUCF) - año 2021	718
Tabla A1.14.	Comparativa de categorías clave entre CRF e Inventario Nacional en el sector Energía	719
Tabla A1.15.	Comparativa de categorías clave entre CRF e Inventario Nacional en el sector IPPU	720
Tabla A1.16.	Comparativa de categorías clave entre CRF e Inventario Nacional en el sector Agricultura	721
Tabla A1.17.	Comparativa de categorías clave entre CRF e Inventario Nacional en el sector Residuos.....	721

ANEXO 1. CATEGORÍAS CLAVE

Una categoría clave es una categoría prioritaria en el Inventario Nacional porque su estimación influye significativamente sobre el inventario total de gases de efecto invernadero del país en cuanto al nivel absoluto, la tendencia, o la incertidumbre de emisiones y absorciones. Siempre que se utiliza el término categoría principal, incluye tanto las categorías de fuente como de sumidero.

La identificación de categorías clave en el Inventario Nacional permite priorizar los recursos limitados disponibles para elaborar los inventarios. Es una buena práctica orientar los recursos disponibles a la mejora de los datos y los métodos destinados a las categorías identificadas como clave. Por otra parte, generalmente deben seleccionarse métodos de nivel superior más detallados para las categorías clave. Y, además, es una buena práctica prestar atención extra a las categorías clave respecto del sistema QA/QC del Inventario Nacional.

Para la identificación de categorías clave, España aplica de forma combinada un enfoque de nivel 1, que se establece exclusivamente en función de los niveles de emisión, y un enfoque de nivel 2, que pondera el nivel de emisión con la incertidumbre de su estimación.

A1.1. Relación de categorías analizadas

La identificación de categorías clave se ha realizado para el conjunto de categorías del Inventario Nacional, incluyendo y excluyendo el sector LULUCF (LULUCF-UNFCCC). La identificación de las categorías clave de LULUCF-UNFCCC se ha realizado de manera agregada para el conjunto del Inventario Nacional (incluyendo LULUCF-UNFCCC), según los principios establecidos en la GPG-LULUCF 2003 de IPCC (que en todo caso deja un amplio margen para incorporar consideraciones nacionales).

Entre los elementos específicamente nacionales, se han considerado relevantes para la identificación de las categorías clave, con el objetivo de permitir un análisis más pormenorizado de categorías significativas del Inventario Nacional, los siguientes:

- Las emisiones de CO₂ por combustión dentro del sector Energía (excluyendo las originadas por transporte) se han desglosado cruzando el grupo de combustibles, según clasificación en grandes categorías: sólidos, líquidos, gaseosos y otros, con las siguientes subcategorías: centrales térmicas (1A1a), refinerías de petróleo (1A1b), transformación de combustibles sólidos (1A1c), combustión en el sector industrial (1A2) y otras fuentes (1A4). De forma análoga las emisiones de CH₄ y de N₂O se han discriminado por grupo de combustible y fuente de actividad emisora, estableciendo en este caso las siguientes subcategorías: generación de energía y transformación de combustibles (1A1), combustión en el sector industrial (1A2) y otras fuentes (1A4).
- Dentro del tráfico por carretera, las emisiones de CO₂ se han desagregado en tres grandes categorías en función del tipo de combustible, analizando por separado las aportaciones de los vehículos diésel, de los vehículos de gasolina y del parque de combustibles gaseosos (gas natural y GLP).
- Con relación a las emisiones fugitivas en el sector Energía, se han diferenciado las emisiones para cada una de las subcategorías que la componen, combustibles sólidos (1B1) y productos petrolíferos y gas (1B2), por tipo de contaminante, CO₂ y CH₄.
- De acuerdo con las recomendaciones de la revisión ESD (Decisión 406/2009/EC) de 2017 (*Issue: G.3-Table 3*), el nivel de desagregación del análisis de categorías clave se revisó en función del cuadro 4.1 de la Guía IPCC 2006. Como resultado se agruparon tres subcategorías en una única categoría 2D, convergiendo así con el criterio de agregación utilizado por la UNFCCC.

A1.2. Análisis cuantitativo

Para desarrollar el análisis cuantitativo se ha evaluado la significación de una categoría en el Inventario Nacional con las medidas definidas en la Guía IPCC 2006 (ecuaciones 4.1 a 4.4). A partir de las funciones propuestas se calcula para cada categoría una distancia a los valores absolutos totales (a la tendencia global con respecto al año base¹) del Inventario Nacional. Mediante la ordenación decreciente de las distancias asociadas se determina una relación de las categorías en función de su influencia al nivel (tendencia) del Inventario Nacional, definiendo como clave por nivel (tendencia) aquellas categorías contempladas dentro de los umbrales prefijados en la Guía 2006 IPCC (apartados 4.3.1 y 4.3.2).

En la edición actual del Inventario Nacional, la identificación de categorías clave se ha realizado de forma complementaria, con los enfoques de nivel 1 y nivel 2, considerando una categoría clave para el Inventario Nacional si ha sido identificada como tal en alguno de los dos niveles.

En el procedimiento de nivel 1, atendiendo a las recomendaciones de la Guía IPCC 2006, la relación de categorías clave por nivel para el año en curso se ha extendido incorporando categorías clave para años precedentes cuya contribución acumulada para el año en curso se sitúe próxima al umbral prefijado del 95 %; en concreto, dentro del rango comprendido entre el 95 % y el 97 %. La tabla A1.1 muestra un resumen de la asignación de categorías clave. Las tablas A1.2 y A1.8, muestran el análisis completo para el año base, ya sea en valor absoluto o tendencia a nivel 1. Para el año actual, véanse tablas A1.3 y A1.9 con los resultados del análisis en términos del valor absoluto, y las tablas A1.4 y A1.10, para el análisis de tendencia.

En el procedimiento de nivel 2 se han tomado los umbrales del 90 %, fijados por defecto en la Guía IPCC 2006, para las funciones acumuladas de contribución a las valoraciones del nivel (y tendencia) con incertidumbre². Las tablas A1.6 y A1.12 muestran el análisis completo para el valor absoluto, y en las tablas A1.7 y A1.13 para la tendencia a nivel 2. Análogamente, para el año base³ se ha desarrollado un análisis de categorías clave por nivel, tal y como aparece reflejado en las tablas A1.5 y A1.11.

Tabla A1.1. Resumen de categorías clave para el año 2021

Actividad IPCC	Gas	Análisis de categoría clave 2021 Posición (Contribución %)				Nueva KC 2021
		ENFOQUE 1		ENFOQUE 2		
		L	T	L	T	
1A1-Industrias de la energía	N₂O	-	-	15 (1,5 %)	20 (1,2 %)	
1A1-Industrias de la energía	CH ₄	-	-	-	-	
1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Gaseosos	CO₂	5 (5,8 %)	4 (7 %)	-	19 (1,4 %)	
1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Sólidos	CO₂	12 (2,5 %)	1 (22,4 %)	-	1 (8,3 %)	
1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Líquidos	CO₂	15 (1,8 %)	26 (0,4 %)	-	-	
1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Otros	CO₂	26 (0,6 %)	22 (0,7 %)	-	23 (1,1 %)	
1A1b-Refino de petróleo - Líquidos	CO₂	13 (2,1 %)	10 (2,1 %)	-	28 (0,7 %)	
1A1b-Refino de petróleo - Gaseosos	CO₂	19 (1,1 %)	15 (1,3 %)	-	-	
1A1b-Refino de petróleo - Otros	CO ₂	-	-	-	-	
1A1c-Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Gaseosos	CO ₂	-	-	-	-	
1A1c-Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Sólidos	CO₂	-	21 (0,7 %)	-	-	

¹ El año base para el análisis de las categorías clave se refiere a la suma de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O de 1990 y de los gases fluorados de 1995 (ver apartado 1.1.1 del capítulo 1).

² Dado que la valoración de nivel con incertidumbre, LU, aplica un factor reductor a la contribución de la categoría a la incertidumbre global del Inventario Nacional (véase anexo 7 del presente documento), bajo el supuesto de correlaciones poco significativas entre categorías, el conjunto de categorías clave por valor absoluto con el nivel 2 concentran más del 90 % de la incertidumbre estimada para la totalidad del Inventario Nacional.

³ Para el análisis de categorías clave del Inventario Nacional (incluyendo y excluyendo LULUCF-UNFCCC) el año base se refiere a la suma de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O de 1990 y de los gases fluorados de 1995.

Actividad IPCC	Gas	Análisis de categoría clave 2021 Posición (Contribución %)				Nueva KC 2021
		ENFOQUE 1		ENFOQUE 2		
		L	T	L	T	
1A1c-Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Líquidos	CO ₂	-	-	-	-	
1A2-Combustión estacionaria en la industria - Gaseosos	CO₂	2 (10,6 %)	3 (9,4 %)	12 (2,4 %)	8 (4,4 %)	
1A2-Combustión estacionaria en la industria - Líquidos	CO ₂	10 (2,9 %)	5 (6,3 %)	16 (1,3 %)	6 (5,9 %)	
1A2-Combustión estacionaria en la industria - Sólidos	CO ₂	14 (2 %)	8 (3,2 %)	17 (1,3 %)	9 (4,2 %)	
1A2-Combustión estacionaria en la industria	CH ₄	29 (0,4 %)	24 (0,4 %)	9 (3,5 %)	2 (7,9 %)	
1A2-Combustión estacionaria en la industria - Otros	CO ₂	-	-	-	-	
1A2-Combustión estacionaria en la industria	N₂O	-	-	23 (0,7 %)	-	Nueva
1A3a-Tráfico aéreo nacional	CO₂	21 (0,8 %)	-	-	-	
1A3a-Tráfico aéreo nacional	N ₂ O	-	-	-	-	
1A3a-Tráfico aéreo nacional	CH ₄	-	-	-	-	
1A3b-Transporte por carretera - Gasóleo	CO₂	1 (21,6 %)	2 (16,3 %)	6 (5 %)	3 (7,8 %)	
1A3b-Transporte por carretera - Gasolina	CO₂	6 (5,5 %)	7 (4,3 %)	18 (1,3 %)	13 (2 %)	
1A3b-Transporte por carretera - Otros	CO₂	30 (0,3 %)	-	24 (0,7 %)	16 (1,7 %)	
1A3b-Transporte por carretera	N ₂ O	-	-	-	-	
1A3b-Transporte por carretera	CH ₄	-	-	-	-	
1A3c-Ferrocarriles	CO ₂	-	-	-	-	
1A3c-Ferrocarriles	N ₂ O	-	-	-	-	
1A3c-Ferrocarriles	CH ₄	-	-	-	-	
1A3d-Tráfico marítimo nacional	CO₂	20 (1 %)	16 (1 %)	10 (3,2 %)	4 (7 %)	
1A3d-Tráfico marítimo nacional	N ₂ O	-	-	-	-	
1A3d-Tráfico marítimo nacional	CH ₄	-	-	-	-	
1A3e-Otros modos de transporte	CO ₂	-	-	-	-	
1A3e-Otros modos de transporte	CH ₄	-	-	-	-	
1A3e-Otros modos de transporte	N ₂ O	-	-	-	-	
1A4-Combustión en otros sectores - Líquidos	CO₂	3 (7,6 %)	-	7 (5 %)	-	
1A4-Combustión en otros sectores - Gaseosos	CO₂	7 (5,2 %)	6 (5,9 %)	19 (1,2 %)	12 (2,7 %)	
1A4-Combustión en otros sectores	CH₄	31 (0,3 %)	-	13 (1,8 %)	-	
1A4-Combustión en otros sectores - Sólidos	CO₂	-	19 (0,7 %)	-	17 (1,6 %)	
1A4-Combustión en otros sectores	N₂O	-	-	22 (0,9 %)	-	
1A5-Otros transportes	CO ₂	-	-	-	-	
1A5-Otros transportes	N ₂ O	-	-	-	-	
1A5-Otros transportes	CH ₄	-	-	-	-	
1B1-Emisiones fugitivas - combustibles sólidos	CO₂	-	-	-	32 (0,6 %)	Nueva
1B1-Emisiones fugitivas - combustibles sólidos	CH₄	-	18 (0,8 %)	-	11 (3,2 %)	
1B2-Emisiones fugitivas - petróleo y gas natural	N ₂ O	-	-	-	-	
1B2a-Emisiones fugitivas de distribución de combustibles líquidos	CO₂	18 (1,1 %)	20 (0,7 %)	-	31 (0,6 %)	
1B2a-Emisiones fugitivas de distribución de combustibles líquidos	CH ₄	-	-	-	-	
1B2b-Emisiones fugitivas de distribución de combustibles gaseosos	CH ₄	-	-	-	-	
1B2b-Emisiones fugitivas de distribución de combustibles gaseosos	CO ₂	-	-	-	-	
1B2c-Emisiones fugitivas de antorchas	CO ₂	-	-	-	-	
1B2c-Emisiones fugitivas de antorchas	CH ₄	-	-	-	-	
2A1-Producción de cemento	CO₂	9 (2,9 %)	14 (1,7 %)	21 (0,9 %)	22 (1,1 %)	
2A2-Producción de cal	CO₂	28 (0,5 %)	-	-	-	
2A3-Producción de vidrio	CO ₂	-	-	-	-	
2A4-Otros usos de carbonatos	CO ₂	-	-	-	-	
2B1-Producción de amoníaco	CO ₂	-	-	-	-	
2B10-Producción de hidrógeno	CO ₂	-	-	-	-	

Actividad IPCC	Gas	Análisis de categoría clave 2021 Posición (Contribución %)				Nueva KC 2021
		ENFOQUE 1		ENFOQUE 2		
		L	T	L	T	
2B2-Producción de ácido nítrico	N₂O	-	17 (1 %)	-	25 (0,8 %)	
2B4-Caprolactama	N ₂ O	-	-	-	-	
2B5-Producción de carburos	CO ₂	-	-	-	-	
2B5-Producción de carburos	CH ₄	-	-	-	-	
2B7-Producción de carbonato sódico	CO ₂	-	-	-	-	
2B8-Industria petroquímica y negro de humo	CO₂	22 (0,7 %)	-	14 (1,6 %)	-	
2B8-Industria petroquímica y negro de humo	CH ₄	-	-	-	-	
2B9-Producción de halocarburos	HFC&PFC	-	9 (2,1 %)	-	-	
2C1-Producción de hierro y acero	CO₂	23 (0,6 %)	-	-	-	
2C1-Producción de hierro y acero	CH ₄	-	-	-	-	
2C1-Producción de hierro y acero	N ₂ O	-	-	-	-	
2C2-Producción de ferroleaciones	CO ₂	-	-	-	-	
2C2-Producción de ferroleaciones	CH ₄	-	-	-	-	
2C3-Producción de aluminio	CO ₂	-	-	-	-	
2C3-Producción de aluminio	PFC	-	25 (0,4 %)	-	-	
2C5-Producción de plomo	CO ₂	-	-	-	-	
2C6-Producción de zinc	CO ₂	-	-	-	-	
2C7-Otros / Producción de silicio	CO ₂	-	-	-	-	
2D-Uso de disolventes y otros	CO ₂	-	-	-	-	
2F1-Refrigeración y aire acondicionado	HFC&PFC	17 (1,6 %)	11 (2 %)	-	24 (0,9 %)	
2F2-Agentes espumantes	HFC&PFC	-	-	-	-	
2F3-Protección contra incendios	HFC&PFC	-	-	-	-	
2F4-Aerosoles	HFC&PFC	-	-	-	-	
2G-Uso y fabricación de otros productos	N ₂ O	-	-	-	-	
2G-Uso y fabricación de otros productos	SF ₆	-	-	-	-	
3A-Fermentación entérica	CH₄	4 (6 %)	23 (0,6 %)	3 (7,1 %)	18 (1,5 %)	
3B1-Gestión de estiércoles	CH₄	11 (2,9 %)	-	5 (6,6 %)	30 (0,6 %)	
3B2-Gestión de estiércoles	N₂O	24 (0,6 %)	-	11 (3 %)	26 (0,8 %)	
3C1-Cultivo de arroz	CH ₄	-	-	-	-	
3D1-Suelos agrícolas - Emisiones directas	N₂O	16 (1,6 %)	-	2 (12,6 %)	14 (1,9 %)	
3D2-Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N₂O	27 (0,5 %)	-	8 (4,4 %)	27 (0,8 %)	
3F-Quema de residuos agrícolas	CH₄	-	-	-	15 (1,8 %)	
3F-Quema de residuos agrícolas	N ₂ O	-	-	-	-	
3G-Enmienda caliza	CO ₂	-	-	-	-	
3H-Urea	CO ₂	-	-	-	-	
3I-Otros fertilizantes con carbono.	CO ₂	-	-	-	-	
5A-Depósito en vertederos de residuos sólidos	CH₄	8 (3,6 %)	12 (1,8 %)	4 (6,6 %)	5 (7 %)	
5B-Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH₄	-	-	25 (0,7 %)	21 (1,1 %)	
5B-Tratamiento biológico de residuos sólidos	N₂O	-	-	-	29 (0,7 %)	
5C-Incineración y quema al aire libre de residuos	CH ₄	-	-	-	-	
5C-Incineración y quema al aire libre de residuos	N ₂ O	-	-	-	-	
5C-Incineración y quema al aire libre de residuos	CO ₂	-	-	-	-	
5D-Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH₄	25 (0,6 %)	13 (1,7 %)	20 (0,9 %)	7 (5,6 %)	
5D-Tratamiento y eliminación de aguas residuales	N₂O	-	-	1 (16,2 %)	10 (3,9 %)	
5E1-Extendido de lodos	CH ₄	-	-	-	-	

Se desprende de los resultados expuestos en la tabla anterior que las nuevas categorías clave aparecidas en esta edición afectan al sector de Energía. Concretamente, en la edición 2023 del Inventario las nuevas categorías clave son:

- 1A2 (N₂O) - Combustión estacionaria en la industria
- 1B1 (CO₂) - Emisiones fugitivas - combustibles sólidos

Con base en los criterios de la Guía IPCC 2006, se establece que las categorías clave deben utilizar una metodología al menos de nivel 2. A este respecto, se ha establecido un protocolo mediante el cual se requiere que la categoría se encuentre dos años consecutivos dentro de los umbrales prefijados en la Guía 2006 IPCC (95 %) para considerarla una nueva categoría clave. Se ha establecido esta norma con el fin de verificar con solvencia la mayor relevancia de una nueva categoría antes de proceder a realizar cambios metodológicos a fin de elevar el nivel de precisión de las estimaciones.

Tabla A1.2. Contribución por categorías al “Nivel” con un análisis de enfoque 1 (sin LULUCF) – año referencia 90/95

Categorías IPCC		Combustible	Gas	kt CO ₂ -eq	Contribución ⁽¹⁾	Acumulado ⁽²⁾
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Sólidos	CO ₂	58.931,31	20,32	20,32
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	25.638,71	8,84	29,16
1A3b	Transporte por carretera	Gasóleo	CO ₂	24.706,02	8,52	37,68
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Líquidos	CO ₂	22.893,20	7,89	45,57
1A4	Combustión en otros sectores	Líquidos	CO ₂	21.790,78	7,51	53,09
3A	Fermentación entérica		CH ₄	15.786,61	5,44	58,53
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Sólidos	CO ₂	13.192,75	4,55	63,08
2A1	Producción de cemento		CO ₂	12.279,01	4,23	67,31
1A1b	Refino de petróleo	Líquidos	CO ₂	10.812,13	3,73	71,04
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Gaseosos	CO ₂	8.652,02	2,98	74,02
3B1	Gestión de estiércoles		CH ₄	8.001,28	2,76	76,78
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos		CH ₄	6.130,66	2,11	78,90
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Líquidos	CO ₂	6.086,98	2,10	81,00
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		CH ₄	5.801,71	2,00	83,00
1A3d	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	5.202,62	1,79	84,79
2B9	Producción de halocarburos		HFC&PFC	4.915,36	1,69	86,48
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	4.309,72	1,49	87,97
2C1	Producción de hierro y acero		CO ₂	2.500,73	0,86	88,83
2B2	Producción de ácido nítrico		N ₂ O	2.427,69	0,84	89,67
1A4	Combustión en otros sectores	Sólidos	CO ₂	2.218,39	0,76	90,43
1B1	Emisiones fugitivas - combustibles sólidos		CH ₄	1.814,78	0,63	91,06
1A1c	Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	Sólidos	CO ₂	1.808,83	0,62	91,68
2B8	Industria petroquímica y negro de humo		CO ₂	1.683,50	0,58	92,26
1A3a	Tráfico aéreo nacional		CO ₂	1.654,69	0,57	92,84
3B2	Gestión de estiércoles		N ₂ O	1.620,49	0,56	93,39
1B2a	Emisiones fugitivas - petróleo y gas natural		CO ₂	1.476,61	0,51	93,90
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	1.417,16	0,49	94,39
2A4	Otros usos de carbonatos		CO ₂	1.357,56	0,47	94,86
1A4	Combustión en otros sectores	Gaseosos	CO ₂	1.296,92	0,45	95,31
SUBTOTAL				276.408,24	95,31	
TOTAL				290.018,46	100,00	
PORCENTAJE DEL TOTAL				95,31 %	95,31 %	

⁽¹⁾ Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del Inventario Nacional.⁽²⁾ Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del Inventario Nacional.

Tabla A1.3. Contribución por categorías al “Nivel” con un análisis de enfoque 1 (sin LULUCF) - año 2021

Categorías IPCC		Combustible	Gas	kt CO ₂ -eq	Contribución ⁽¹⁾	Acumulado ⁽²⁾
1A3b	Transporte por carretera	Gasóleo	CO ₂	62.525,06	21,65	21,65
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Gaseosos	CO ₂	30.517,94	10,57	32,21
1A4	Combustión en otros sectores	Líquidos	CO ₂	21.888,92	7,58	39,79
3A	Fermentación entérica		CH ₄	17.222,25	5,96	45,75
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Gaseosos	CO ₂	16.758,89	5,80	51,55
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	15.791,02	5,47	57,02
1A4	Combustión en otros sectores	Gaseosos	CO ₂	14.916,12	5,16	62,19
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos		CH ₄	10.377,74	3,59	65,78
2A1	Producción de cemento		CO ₂	8.471,59	2,93	68,71
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Líquidos	CO ₂	8.383,63	2,90	71,61
3B1	Gestión de estiércoles		CH ₄	8.324,17	2,88	74,50
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Sólidos	CO ₂	7.246,19	2,51	77,00
1A1b	Refino de petróleo	Líquidos	CO ₂	5.982,15	2,07	79,07
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Sólidos	CO ₂	5.801,08	2,01	81,08
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Líquidos	CO ₂	5.207,29	1,80	82,89
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	4.594,56	1,59	84,48
2F1	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono		HFC&PFC	4.577,42	1,58	86,06
1B2a	Emisiones fugitivas - petróleo y gas natural		CO ₂	3.143,84	1,09	87,15
1A1b	Refino de petróleo	Gaseosos	CO ₂	3.050,05	1,06	88,21
1A3d	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	2.809,14	0,97	89,18
1A3a	Tráfico aéreo nacional		CO ₂	2.174,50	0,75	89,93
2B8	Industria petroquímica y negro de humo		CO ₂	1.924,25	0,67	90,60
2C1	Producción de hierro y acero		CO ₂	1.864,56	0,65	91,24
3B2	Gestión de estiércoles		N ₂ O	1.820,27	0,63	91,87
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		CH ₄	1.775,52	0,61	92,49
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Otros	CO ₂	1.636,72	0,57	93,05
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	1.525,82	0,53	93,58
2A2	Producción de cal		CO ₂	1.514,57	0,52	94,11
1A2	Combustión estacionaria en la industria		CH ₄	1.108,73	0,38	94,49
1A3b	Transporte por carretera	Otros	CO ₂	967,07	0,33	94,83
1A4	Combustión en otros sectores		CH ₄	891,56	0,31	95,13
SUBTOTAL				274.792,59	95,13	
TOTAL				288.847,82	100,00	
PORCENTAJE DEL TOTAL				95,13 %	95,13 %	

⁽¹⁾ Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del Inventario Nacional.

⁽²⁾ Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del Inventario Nacional.

Tabla A1.4. Contribución por categorías a la “Tendencia” con un análisis de enfoque 1 (sin LULUCF) - año 2021

Categorías IPCC		Combustible	Gas	kt CO ₂ -eq año base	kt CO ₂ -eq 2021	Valoración ⁽¹⁾	Contribución ⁽²⁾	Acumulado ⁽³⁾
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Sólidos	CO ₂	58.931,31	7.246,19	0,18	22,43	22,4
1A3b	Transporte por carretera	Gasóleo	CO ₂	24.706,02	62.525,06	0,13	16,30	38,7
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Gaseosos	CO ₂	8.652,02	30.517,94	0,08	9,43	48,2
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Gaseosos	CO ₂	447,47	16.758,89	0,06	7,05	55,2
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Líquidos	CO ₂	22.893,20	8.383,63	0,05	6,31	61,5
1A4	Combustión en otros sectores	Gaseosos	CO ₂	1.296,92	14.916,12	0,05	5,88	67,4
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	25.638,71	15.791,02	0,03	4,30	71,7
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Sólidos	CO ₂	13.192,75	5.801,08	0,03	3,22	74,9
2B9	Producción de halocarburos		HFC&PFC	4.915,36	0,00	0,02	2,13	77,0
1A1b	Refino de petróleo	Líquidos	CO ₂	10.812,13	5.982,15	0,02	2,11	79,2
2F1	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono		HFC&PFC	0,00	4.577,42	0,02	1,98	81,1
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos		CH ₄	6.130,66	10.377,74	0,01	1,82	83,0
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		CH ₄	5.801,71	1.775,52	0,01	1,75	84,7
2A1	Producción de cemento		CO ₂	12.279,01	8.471,59	0,01	1,67	86,4
1A1b	Refino de petróleo	Gaseosos	CO ₂	45,99	3.050,05	0,01	1,30	87,7
1A3d	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	5.202,62	2.809,14	0,01	1,04	88,7
2B2	Producción de ácido nítrico		N ₂ O	2.427,69	115,69	0,01	1,00	89,7
1B1	Emissiones fugitivas - combustibles sólidos		CH ₄	1.814,78	26,59	0,01	0,78	90,5
1A4	Combustión en otros sectores	Sólidos	CO ₂	2.218,39	552,05	0,01	0,72	91,2
1B2a	Emissiones fugitivas - petróleo y gas natural		CO ₂	1.476,61	3.143,84	0,01	0,72	91,9
1A1c	Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	Sólidos	CO ₂	1.808,83	293,56	0,01	0,66	92,6
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Otros	CO ₂	127,54	1.636,72	0,01	0,65	93,2
3A	Fermentación entérica		CH ₄	15.786,61	17.222,25	0,00	0,59	93,8
1A2	Combustión estacionaria en la industria		CH ₄	144,84	1.108,73	0,00	0,42	94,3
2C3	Producción de aluminio		PFC	948,23	28,36	0,00	0,40	94,6
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Líquidos	CO ₂	6.086,98	5.207,29	0,00	0,39	95,0
SUBTOTAL				233.786,38	228.318,60		95,04	
TOTAL				290.018,46	288.847,82		100,00	
PORCENTAJE DEL TOTAL				80,61 %	79,04 %		95,04 %	

(1) Enfoque con las fórmulas de métricas dadas en la Guía IPCC 2006 (cap. 4, vol. 1).

(2) Porcentaje simple de la categoría de actividad respecto al agregado de las tendencias de las categorías.

(3) Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al agregado de la tendencia de las categorías.

Tabla A1.5. Contribución por categorías al “Nivel” con un análisis de enfoque 2 (sin LULUCF) - año referencia 90/95

Categorías IPCC		Combustible	Gas	kt CO ₂ -eq	Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución ⁽¹⁾	Acumulado ⁽²⁾
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		N ₂ O	767,29	1.400,04	3,70	15,57	15,6
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	4.309,72	200,81	2,98	12,55	28,1
3A	Fermentación entérica		CH ₄	15.786,61	30,15	1,64	6,90	35,0
3B1	Gestión de estiércoles		CH ₄	8.001,28	58,40	1,61	6,77	41,8
1A3d	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	5.202,62	75,05	1,35	5,66	47,5
1A4	Combustión en otros sectores	Líquidos	CO ₂	21.790,78	15,16	1,14	4,79	52,2
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	1.417,16	212,16	1,04	4,36	56,6
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos		CH ₄	6.130,66	46,86	0,99	4,16	60,8
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Sólidos	CO ₂	58.931,31	4,47	0,91	3,82	64,6
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Líquidos	CO ₂	22.893,20	10,50	0,83	3,48	68,1
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		CH ₄	5.801,71	39,05	0,78	3,28	71,4
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Sólidos	CO ₂	13.192,75	15,91	0,72	3,04	74,4
3B2	Gestión de estiércoles		N ₂ O	1.620,49	122,53	0,68	2,88	77,3
1A4	Combustión en otros sectores		CH ₄	927,64	151,33	0,48	2,04	79,3
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	25.638,71	5,39	0,48	2,00	81,3
1A3b	Transporte por carretera	Gasóleo	CO ₂	24.706,02	5,39	0,46	1,93	83,2
2B8	Industria petroquímica y negro de humo		CO ₂	1.683,50	60,83	0,35	1,48	84,7
2A1	Producción de cemento		CO ₂	12.279,01	8,04	0,34	1,43	86,2
1B1	Emisiones fugitivas - combustibles sólidos		CH ₄	1.814,78	50,01	0,31	1,32	87,5
1A1	Industrias de la energía		N ₂ O	257,27	275,01	0,24	1,03	88,5
1A4	Combustión en otros sectores	Sólidos	CO ₂	2.218,39	25,06	0,19	0,81	89,3
1A2	Combustión estacionaria en la industria		N ₂ O	198,96	275,05	0,19	0,79	90,1
SUBTOTAL				235.569,85			90,10	
TOTAL				290.018,46			100,00	
PORCENTAJE DEL TOTAL				81,23 %			90,10 %	

⁽¹⁾ Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del Inventario Nacional.

⁽²⁾ Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del Inventario Nacional.

Tabla A1.6. Contribución por categorías al “Nivel” con un análisis de enfoque 2 (sin LULUCF) - año 2021

Categorías IPCC		Combustible	Gas	kt CO ₂ -eq	Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución ⁽¹⁾	Acumulado ⁽²⁾
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		N ₂ O	848,58	1.400,04	4,11	16,24	16,2
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	4.594,56	200,81	3,19	12,61	28,8
3A	Fermentación entérica		CH ₄	17.222,25	30,15	1,80	7,10	35,9
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos		CH ₄	10.377,74	46,86	1,68	6,65	42,6
3B1	Gestión de estiércoles		CH ₄	8.324,17	58,40	1,68	6,64	49,2
1A3b	Transporte por carretera	Gasóleo	CO ₂	62.525,06	5,85	1,27	5,00	54,2
1A4	Combustión en otros sectores	Líquidos	CO ₂	21.888,92	16,65	1,26	4,98	59,2
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	1.525,82	212,16	1,12	4,42	63,6
1A2	Combustión estacionaria en la industria		CH ₄	1.108,73	233,06	0,89	3,53	67,2
1A3d	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	2.809,14	82,54	0,80	3,17	70,3
3B2	Gestión de estiércoles		N ₂ O	1.820,27	122,53	0,77	3,05	73,4
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Gaseosos	CO ₂	30.517,94	5,70	0,60	2,38	75,8
1A4	Combustión en otros sectores		CH ₄	891,56	151,60	0,47	1,85	77,6
2B8	Industria petroquímica y negro de humo		CO ₂	1.924,25	60,83	0,41	1,60	79,2
1A1	Industrias de la energía		N ₂ O	385,84	275,01	0,37	1,45	80,7
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Líquidos	CO ₂	8.383,63	11,46	0,33	1,31	82,0
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Sólidos	CO ₂	5.801,08	16,07	0,32	1,27	83,2
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	15.791,02	5,85	0,32	1,26	84,5
1A4	Combustión en otros sectores	Gaseosos	CO ₂	14.916,12	5,70	0,29	1,16	85,7
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		CH ₄	1.775,52	39,05	0,24	0,95	86,6
2A1	Producción de cemento		CO ₂	8.471,59	8,04	0,24	0,93	87,6
1A4	Combustión en otros sectores		N ₂ O	227,18	275,88	0,22	0,86	88,4
1A2	Combustión estacionaria en la industria		N ₂ O	195,98	275,05	0,19	0,74	89,1
1A3b	Transporte por carretera	Otros	CO ₂	967,07	55,04	0,18	0,73	89,9
5B	Tratamiento biológico de residuos sólidos		CH ₄	381,48	127,58	0,17	0,67	90,5
SUBTOTAL				223.675,49			90,54	
TOTAL				288.847,82			100,00	
PORCENTAJE DEL TOTAL				77,44 %			90,54 %	

(1) Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del Inventario Nacional.

(2) Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del Inventario Nacional.

Tabla A1.7. Contribución por categorías a la “Tendencia” con un análisis de enfoque 2 (sin LULUCF) - año 2021

Categorías IPCC		Combustible	Gas	kt CO ₂ -eq año base	kt CO ₂ -eq 2021	Valoración ⁽¹⁾	Contribución ⁽²⁾	Acumulado ⁽³⁾
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Sólidos	CO ₂	58.931,31	7.246,19	0,82	8,34	8,3
1A2	Combustión estacionaria en la industria		CH ₄	144,84	1.108,73	0,77	7,90	16,2
1A3b	Transporte por carretera	Gasóleo	CO ₂	24.706,02	62.525,06	0,76	7,76	24,0
1A3d	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	5.202,62	2.809,14	0,69	7,01	31,0
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos		CH ₄	6.130,66	10.377,74	0,68	6,96	38,0
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Líquidos	CO ₂	22.893,20	8.383,63	0,58	5,88	43,9
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		CH ₄	5.801,71	1.775,52	0,55	5,56	49,4
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Gaseosos	CO ₂	8.652,02	30.517,94	0,43	4,38	53,8
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Sólidos	CO ₂	13.192,75	5.801,08	0,41	4,21	58,0
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		N ₂ O	767,29	848,58	0,38	3,85	61,9
1B1	Emisiones fugitivas - combustibles sólidos		CH ₄	1.814,78	26,59	0,31	3,16	65,0
1A4	Combustión en otros sectores	Gaseosos	CO ₂	1.296,92	14.916,12	0,27	2,73	67,7
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	25.638,71	15.791,02	0,20	2,05	69,8
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	4.309,72	4.594,56	0,19	1,89	71,7
3F	Quema de residuos agrícolas		CH ₄	701,36	20,71	0,17	1,78	73,5
1A3b	Transporte por carretera	Otros	CO ₂	84,64	967,07	0,17	1,71	75,2
1A4	Combustión en otros sectores	Sólidos	CO ₂	2.218,39	552,05	0,15	1,57	76,7
3A	Fermentación entérica		CH ₄	15.786,61	17.222,25	0,14	1,45	78,2
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Gaseosos	CO ₂	447,47	16.758,89	0,14	1,40	79,6
1A1	Industrias de la energía		N ₂ O	257,27	385,84	0,12	1,23	80,8
5B	Tratamiento biológico de residuos sólidos		CH ₄	133,46	381,48	0,11	1,11	81,9
2A1	Producción de cemento		CO ₂	12.279,01	8.471,59	0,11	1,09	83,0
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Otros	CO ₂	127,54	1.636,72	0,11	1,08	84,1
2F1	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono		HFC&PFC	0,00	4.577,42	0,08	0,87	85,0
2B2	Producción de ácido nítrico		N ₂ O	2.427,69	115,69	0,08	0,83	85,8
3B2	Gestión de estiércoles		N ₂ O	1.620,49	1.820,27	0,08	0,83	86,6
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	1.417,16	1.525,82	0,08	0,77	87,4
1A1b	Refino de petróleo	Líquidos	CO ₂	10.812,13	5.982,15	0,06	0,66	88,1
5B	Tratamiento biológico de residuos sólidos		N ₂ O	75,79	198,14	0,06	0,66	88,7
3B1	Gestión de estiércoles		CH ₄	8.001,28	8.324,17	0,06	0,60	89,3
1B2a	Emisiones fugitivas - petróleo y gas natural		CO ₂	1.476,61	3.143,84	0,06	0,60	89,9
1B1	Emisiones fugitivas - combustibles sólidos		CO ₂	17,63	97,84	0,06	0,56	90,5
SUBTOTAL				237.367,09	238.903,82		90,48	
TOTAL				290.018,46	288.847,82		100,00	
PORCENTAJE DEL TOTAL				81,85 %	82,71 %		90,48 %	

(1) Enfoque con las fórmulas de métricas dadas en la Guía IPCC 2006 (cap. 4, vol. 1).

(2) Porcentaje simple de la categoría de actividad respecto al agregado de las tendencias de las categorías.

(3) Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al agregado de la tendencia de las categorías.

Tabla A1.8. Contribución por categorías al “Nivel” con un análisis de enfoque 1 (con LULUCF) - año referencia 90/95

Categorías IPCC		Combustible	Gas	kt CO ₂ -eq		Contribución ⁽¹⁾	Acumulado ⁽²⁾
				Emisiones	Absorciones		
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Sólidos	CO ₂	58.931,31		17,68	17,68
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	25.638,71		7,69	25,37
1A3b	Transporte por carretera	Gasóleo	CO ₂	24.706,02		7,41	32,78
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Líquidos	CO ₂	22.893,20		6,87	39,65
1A4	Combustión en otros sectores	Líquidos	CO ₂	21.790,78		6,54	46,19
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales - Cambio de existencias de C		CO ₂		-20.186,71	6,06	52,24
3A	Fermentación entérica		CH ₄	15.786,61		4,74	56,98
4A2	Tierras convertidas en tierras forestales - Cambio de existencias de C		CO ₂		-14.711,72	4,41	61,39
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Sólidos	CO ₂	13.192,75		3,96	65,35
2A1	Producción de cemento		CO ₂	12.279,01		3,68	69,03
1A1b	Refino de petróleo	Líquidos	CO ₂	10.812,13		3,24	72,28
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Gaseosos	CO ₂	8.652,02		2,60	74,87
3B1	Gestión de estiércoles		CH ₄	8.001,28		2,40	77,27
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos		CH ₄	6.130,66		1,84	79,11
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Líquidos	CO ₂	6.086,98		1,83	80,94
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		CH ₄	5.801,71		1,74	82,68
1A3d	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	5.202,62		1,56	84,24
2B9	Producción de halocarburos		HFC&PFC	4.915,36		1,47	85,71
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	4.309,72		1,29	87,01
2C1	Producción de hierro y acero		CO ₂	2.500,73		0,75	87,76
2B2	Producción de ácido nítrico		N ₂ O	2.427,69		0,73	88,49
1A4	Combustión en otros sectores	Sólidos	CO ₂	2.218,39		0,67	89,15
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo - Cambio de existencias de C		CO ₂		2.178,21	0,65	89,81
4Gs	Productos madereros		CO ₂		-2.163,34	0,65	90,45
1B1	Emisiones fugitivas - combustibles sólidos		CH ₄	1.814,78		0,54	91,00
1A1c	Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	Sólidos	CO ₂	1.808,83		0,54	91,54
2B8	Industria petroquímica y negro de humo		CO ₂	1.683,50		0,51	92,05
1A3a	Tráfico aéreo nacional		CO ₂	1.654,69		0,50	92,54
3B2	Gestión de estiércoles		N ₂ O	1.620,49		0,49	93,03
1B2a	Emisiones fugitivas - petróleo y gas natural		CO ₂	1.476,61		0,44	93,47
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	1.417,16		0,43	93,90
2A4	Otros usos de carbonatos		CO ₂	1.357,56		0,41	94,30
1A4	Combustión en otros sectores	Gaseosos	CO ₂	1.296,92		0,39	94,69
4C2	Tierras convertidas en pastizales - Cambio de existencias de C		CO ₂		-1.146,27	0,34	95,04
SUBTOTAL				276.408,24	-36.029,83	95,04	
TOTAL				294.730,15	-38.607,68	100,00	
PORCENTAJE DEL TOTAL				93,78 %	93,32 %	95,04 %	

Tabla A1.9. Contribución por categorías al “Nivel” con un análisis de enfoque 1 (con LULUCF) - año 2021

Categorías IPCC		Combustible	Gas	kt CO ₂ -eq		Contribución ⁽¹⁾	Acumulado ⁽²⁾
				Emisiones	Absorciones		
1A3b	Transporte por carretera	Gasóleo	CO ₂	62.525,06		18,33	18,33
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Gaseosos	CO ₂	30.517,94		8,95	27,28
4A1s	Tierras forestales que permanecen como tales - Cambio de existencias de C		CO ₂		-30.111,72	8,83	36,11
1A4	Combustión en otros sectores	Líquidos	CO ₂	21.888,92		6,42	42,53
3A	Fermentación entérica		CH ₄	17.222,25		5,05	47,57
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Gaseosos	CO ₂	16.758,89		4,91	52,49
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	15.791,02		4,63	57,12
1A4	Combustión en otros sectores	Gaseosos	CO ₂	14.916,12		4,37	61,49
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos		CH ₄	10.377,74		3,04	64,53
4A2s	Tierras convertidas en tierras forestales - Cambio de existencias de C		CO ₂		-10.008,04	2,93	67,47
2A1	Producción de cemento		CO ₂	8.471,59		2,48	69,95
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Líquidos	CO ₂	8.383,63		2,46	72,41
3B1	Gestión de estiércoles		CH ₄	8.324,17		2,44	74,85
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Sólidos	CO ₂	7.246,19		2,12	76,98
1A1b	Refino de petróleo	Líquidos	CO ₂	5.982,15		1,75	78,73
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Sólidos	CO ₂	5.801,08		1,70	80,43
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Líquidos	CO ₂	5.207,29		1,53	81,96
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	4.594,56		1,35	83,30
2F1	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono		HFC&PFC	4.577,42		1,34	84,65
4B1s	Tierras de cultivo que permanecen como tales - Cambio de existencias de C		CO ₂		-4.491,01	1,32	85,96
1B2a	Emisiones fugitivas - petróleo y gas natural		CO ₂	3.143,84		0,92	86,88
1A1b	Refino de petróleo	Gaseosos	CO ₂	3.050,05		0,89	87,78
1A3d	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	2.809,14		0,82	88,60
1A3a	Tráfico aéreo nacional		CO ₂	2.174,50		0,64	89,24
2B8	Industria petroquímica y negro de humo		CO ₂	1.924,25		0,56	89,80
4Gs	Productos madereros		CO ₂		-1.882,76	0,55	90,36
2C1	Producción de hierro y acero		CO ₂	1.864,56		0,55	90,90
3B2	Gestión de estiércoles		N ₂ O	1.820,27		0,53	91,44
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		CH ₄	1.775,52		0,52	91,96
4E2s	Tierras convertidas en asentamientos - Cambio de existencias de C		CO ₂		1.729,84	0,51	92,46
4C2s	Tierras convertidas en pastizales - Cambio de existencias de C		CO ₂		-1.722,88	0,51	92,97
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Otros	CO ₂	1.636,72		0,48	93,45
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	1.525,82		0,45	93,90
2A2	Producción de cal		CO ₂	1.514,57		0,44	94,34

Categorías IPCC		Combustible	Gas	kt CO ₂ -eq		Contribución ⁽¹⁾	Acumulado ⁽²⁾
				Emisiones	Absorciones		
1A2	Combustión estacionaria en la industria		CH ₄	1.108,73		0,33	94,67
1A3b	Transporte por carretera	Otros	CO ₂	967,07		0,28	94,95
4B2s	Tierras convertidas en tierras de cultivo - Cambio de existencias de C		CO ₂		959,68	0,28	95,23
SUBTOTAL				273.901,03	-45.526,89	95,23	
TOTAL				292.700,09	-48.374,26	100,00	
PORCENTAJE DEL TOTAL				93,58 %	94,11 %	95,23 %	

⁽¹⁾ Porcentaje simple de la categoría de actividad al nivel total del Inventario Nacional.

⁽²⁾ Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al nivel total del Inventario Nacional.

Tabla A1.10. Contribución por categorías a la “Tendencia” con un análisis de enfoque 1 (con LULUCF) - año 2021

Categorías IPCC		Combustible	Gas	kt CO ₂ -eq año base	kt CO ₂ -eq 2021	Valoración ⁽¹⁾	Contribución ⁽²⁾	Acumulado ⁽³⁾
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Sólidos	CO ₂	58.931,31	7.246,19	0,16	20,91	20,91
1A3b	Transporte por carretera	Gasóleo	CO ₂	24.706,02	62.525,06	0,11	14,10	35,02
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Gaseosos	CO ₂	8.652,02	30.517,94	0,06	8,25	43,27
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Gaseosos	CO ₂	447,47	16.758,89	0,05	6,26	49,53
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Líquidos	CO ₂	22.893,20	8.383,63	0,05	5,98	55,52
1A4	Combustión en otros sectores	Gaseosos	CO ₂	1.296,92	14.916,12	0,04	5,21	60,73
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	25.638,71	15.791,02	0,03	4,24	64,97
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales - Cambio de existencias de C		CO ₂	-20.186,71	-30.111,72	0,03	4,17	69,14
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Sólidos	CO ₂	13.192,75	5.801,08	0,02	3,08	72,22
1A1b	Refino de petróleo	Líquidos	CO ₂	10.812,13	5.982,15	0,02	2,05	74,26
2B9	Producción de hidrocarburos		HFC&PFC	4.915,36	0,00	0,02	1,98	76,24
2F1	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono		HFC&PFC	0,00	4.577,42	0,01	1,76	78,00
2A1	Producción de cemento		CO ₂	12.279,01	8.471,59	0,01	1,68	79,68
4B1	Tierras de cultivo que permanecen como tales - Cambio de existencias de C		CO ₂	-206,86	-4.491,01	0,01	1,65	81,33
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		CH ₄	5.801,71	1.775,52	0,01	1,65	82,98
4A2	Tierras convertidas en tierras forestales - Cambio de existencias de C		CO ₂	-14.711,72	-10.008,04	0,01	1,55	84,53
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos		CH ₄	6.130,66	10.377,74	0,01	1,52	86,06
1A1b	Refino de petróleo	Gaseosos	CO ₂	45,99	3.050,05	0,01	1,15	87,21
1A3d	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	5.202,62	2.809,14	0,01	1,01	88,22
2B2	Producción de ácido nítrico		N ₂ O	2.427,69	115,69	0,01	0,93	89,15
1B1	Emisiones fugitivas - combustibles sólidos		CH ₄	1.814,78	26,59	0,01	0,72	89,87
1A4	Combustión en otros sectores	Sólidos	CO ₂	2.218,39	552,05	0,01	0,68	90,55
1B2a	Emisiones fugitivas - petróleo y gas natural		CO ₂	1.476,61	3.143,84	0,00	0,61	91,17
1A1c	Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	Sólidos	CO ₂	1.808,83	293,56	0,00	0,61	91,78
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Otros	CO ₂	127,54	1.636,72	0,00	0,58	92,36
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo - Cambio de existencias de C		CO ₂	2.178,21	959,68	0,00	0,51	92,87
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Líquidos	CO ₂	6.086,98	5.207,29	0,00	0,45	93,31
2C3	Producción de aluminio		PFC	948,23	28,36	0,00	0,37	93,68
1A2	Combustión estacionaria en la industria		CH ₄	144,84	1.108,73	0,00	0,37	94,05
1A4	Combustión en otros sectores	Líquidos	CO ₂	21.790,78	21.888,92	0,00	0,35	94,40
4E2	Tierras convertidas en asentamientos - Cambio de existencias de C		CO ₂	800,81	1.729,84	0,00	0,34	94,74
1A3b	Transporte por carretera	Otros	CO ₂	84,64	967,07	0,00	0,34	95,08
SUBTOTAL				207.748,90	192.031,09		95,08	
TOTAL				256.122,47	244.325,83		100,00	
PORCENTAJE DEL TOTAL				81,11 %	78,60 %		95,08 %	

⁽¹⁾ Enfoque con las fórmulas de métricas dadas en la Guía IPCC 2006 (cap. 4, vol. 1).

⁽²⁾ Porcentaje simple de la categoría de actividad respecto al agregado de las tendencias de las categorías.

⁽³⁾ Porcentaje acumulado de las categorías de actividad al agregado de la tendencia de las categorías.

Tabla A1.11. Contribución por categorías al “Nivel” con un análisis de enfoque 2 (con LULUCF) - año referencia 90/95

Categorías IPCC		Combustible	Gas	kt CO ₂ -eq		Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado
				Emisiones	Absorciones				
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		N ₂ O	767,29		1400,04	3,22	11,12	11,12
4A2	Tierras convertidas en tierras forestales - CSC		CO ₂		-14.711,72	70,46	3,11	10,73	21,85
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales - CSC		CO ₂		-20.186,71	50,64	3,07	10,58	32,44
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	4.309,72		200,81	2,60	8,96	41,40
3A	Fermentación entérica		CH ₄	15.786,61		30,15	1,43	4,93	46,33
3B1	Gestión de estiércoles		CH ₄	8.001,28		58,40	1,40	4,84	51,16
1A3d	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	5.202,62		75,05	1,17	4,04	55,21
1A4	Combustión en otros sectores	Líquidos	CO ₂	21.790,78		15,16	0,99	3,42	58,63
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	1.417,16		212,16	0,90	3,11	61,74
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos		CH ₄	6.130,66		46,86	0,86	2,97	64,72
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Sólidos	CO ₂	58.931,31		4,47	0,79	2,73	67,44
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Líquidos	CO ₂	22.893,20		10,50	0,72	2,49	69,93
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		CH ₄	5.801,71		39,05	0,68	2,35	72,28
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo - CSC		CO ₂		2.178,21	100,32	0,66	2,26	74,54
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Sólidos	CO ₂	13.192,75		15,91	0,63	2,17	76,71
3B2	Gestión de estiércoles		N ₂ O	1.620,49		122,53	0,60	2,06	78,77
1A4	Combustión en otros sectores		CH ₄	927,64		151,33	0,42	1,45	80,22
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	25.638,71		5,39	0,41	1,43	81,65
1A3b	Transporte por carretera	Gasóleo	CO ₂	24.706,02		5,39	0,40	1,38	83,03
4G	Productos madereros		CO ₂		-2.163,34	58,31	0,38	1,31	84,34
4C2	Tierras convertidas en pastizales - CSC		CO ₂		-1.146,27	100,32	0,34	1,19	85,53
2B8	Industria petroquímica y negro de humo		CO ₂	1.683,50		60,83	0,31	1,06	86,59
2A1	Producción de cemento		CO ₂	12.279,01		8,04	0,30	1,02	87,61
1B1	Emisiones fugitivas - combustibles sólidos		CH ₄	1.814,78		50,01	0,27	0,94	88,55
4(III)	Mineralización de N por pérdida de C en suelos minerales		N ₂ O		210,10	360,56	0,23	0,78	89,33
1A1	Industrias de la energía		N ₂ O	257,27		275,01	0,21	0,73	90,07
SUBTOTAL				233.152,50	-35.819,73			90,07	
TOTAL				294.730,15	-38.607,68			100,00	
PORCENTAJE DEL TOTAL				79,11 %	92,78 %			90,07 %	

Tabla A1.12. Contribución por categorías al “Nivel” con un análisis de enfoque 2 (con LULUCF) - año 2021

Categorías IPCC		Combustible	Gas	kt CO ₂ -eq		Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado
				Emisiones	Absorciones				
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales - CSC		CO ₂		-30.111,72	50,64	4,47	13,83	13,83
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		N ₂ O	848,58		1400,04	3,48	10,78	24,61
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas		N ₂ O	4.594,56		200,81	2,71	8,37	32,97
4B1	Tierras de cultivo que permanecen como tales - CSC		CO ₂		-4.491,01	200,16	2,64	8,15	41,13
4A2	Tierras convertidas en tierras forestales – CSC		CO ₂		-10.008,04	70,46	2,07	6,40	47,52
3A	Fermentación entérica		CH ₄	17.222,25		30,15	1,52	4,71	52,23
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos		CH ₄	10.377,74		46,86	1,43	4,41	56,64
3B1	Gestión de estiércoles		CH ₄	8.324,17		58,40	1,43	4,41	61,05
1A3b	Transporte por carretera	Gasóleo	CO ₂	62.525,06		5,85	1,07	3,32	64,37
1A4	Combustión en otros sectores	Líquidos	CO ₂	21.888,92		16,65	1,07	3,30	67,68
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas		N ₂ O	1.525,82		212,16	0,95	2,94	70,61
1A2	Combustión estacionaria en la industria		CH ₄	1.108,73		233,06	0,76	2,34	72,96
1A3d	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	2.809,14		82,54	0,68	2,10	75,06
3B2	Gestión de estiércoles		N ₂ O	1.820,27		122,53	0,65	2,02	77,08
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Gaseosos	CO ₂	30.517,94		5,70	0,51	1,58	78,66
4C2	Tierras convertidas en pastizales - CSC		CO ₂		-1.722,88	100,32	0,51	1,57	80,23
1A4	Combustión en otros sectores		CH ₄	891,56		151,60	0,40	1,23	81,45
2B8	Industria petroquímica y negro de humo		CO ₂	1.924,25		60,83	0,34	1,06	82,52
4G	Productos madereros		CO ₂		-1.882,76	58,31	0,32	1,00	83,51
1A1	Industrias de la energía		N ₂ O	385,84		275,01	0,31	0,96	84,47
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo - Cambio de existencias de C		CO ₂		959,68	100,32	0,28	0,87	85,35
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Líquidos	CO ₂	8.383,63		11,46	0,28	0,87	86,22
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Sólidos	CO ₂	5.801,08		16,07	0,27	0,85	87,06
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	15.791,02		5,85	0,27	0,84	87,90
1A4	Combustión en otros sectores	Gaseosos	CO ₂	14.916,12		5,70	0,25	0,77	88,67
4E2	Tierras convertidas en asentamientos - CSC		CO ₂		1.729,84	40,79	0,21	0,64	89,31
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		CH ₄	1.775,52		39,05	0,20	0,63	89,94
2A1	Producción de cemento		CO ₂	8.471,59		8,04	0,20	0,62	90,56
SUBTOTAL				221.903,77	-45.526,89			90,56	
TOTAL				292.700,09	-48.374,26			100,00	
PORCENTAJE DEL TOTAL				75,81 %	94,11 %			90,56 %	

Tabla A1.13. Contribución por categorías a la “Tendencia” con un análisis de enfoque 2 (con LULUCF) - año 2021

Categorías IPCC		Combustible	Gas	kt CO ₂ -eq año base	kt CO ₂ -eq 2021	Incertidumbre (%)	Valoración	Contribución	Acumulado
4B1	Tierras de cultivo que permanecen como tales - CSC		CO ₂	-206,86	-4.491,01	200,16	2,58	17,92	17,9
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales - CSC		CO ₂	-20.186,71	-30.111,72	50,64	1,65	11,46	29,4
4A2	Tierras convertidas en tierras forestales - CSC		CO ₂	-14.711,72	-10.008,04	70,46	0,85	5,91	35,3
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Sólidos	CO ₂	58.931,31	7.246,19	4,57	0,75	5,18	40,5
1A2	Combustión estacionaria en la industria		CH ₄	144,84	1.108,73	233,06	0,67	4,65	45,1
1A3d	Tráfico marítimo nacional		CO ₂	5.202,62	2.809,14	82,54	0,65	4,53	49,6
1A3b	Transporte por carretera	Gasóleo	CO ₂	24.706,02	62.525,06	5,85	0,64	4,48	54,1
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos		CH ₄	6.130,66	10.377,74	46,86	0,56	3,87	58,0
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Líquidos	CO ₂	22.893,20	8.383,63	11,46	0,53	3,72	61,7
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		CH ₄	5.801,71	1.775,52	39,05	0,50	3,50	65,2
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo - CSC		CO ₂	2.178,21	959,68	100,32	0,40	2,76	68,0
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Sólidos	CO ₂	13.192,75	5.801,08	16,07	0,39	2,68	70,6
1A2	Combustión estacionaria en la industria	Gaseosos	CO ₂	8.652,02	30.517,94	5,70	0,37	2,55	73,2
1B1	Emisiones fugitivas - combustibles sólidos		CH ₄	1.814,78	26,59	50,01	0,28	1,95	75,2
1A4	Combustión en otros sectores	Gaseosos	CO ₂	1.296,92	14.916,12	5,70	0,23	1,61	76,8
1A3b	Transporte por carretera	Gasolina	CO ₂	25.638,71	15.791,02	5,85	0,19	1,35	78,1
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales		N ₂ O	767,29	848,58	1.400,04	0,19	1,34	79,5
4C2	Tierras convertidas en pastizales - Cambio de existencias de C		CO ₂	-1.146,27	-1.722,88	100,32	0,19	1,32	80,8
3F	Quema de residuos agrícolas		CH ₄	701,36	20,71	74,15	0,16	1,10	81,9
1A3b	Transporte por carretera	Otros	CO ₂	84,64	967,07	55,04	0,15	1,01	82,9
1A4	Combustión en otros sectores	Sólidos	CO ₂	2.218,39	552,05	26,68	0,14	0,98	83,9
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Gaseosos	CO ₂	447,47	16.758,89	2,44	0,12	0,83	84,7
4E2	Tierras convertidas en asentamientos - CSC		CO ₂	800,81	1.729,84	40,79	0,11	0,76	85,4
2A1	Producción de cemento		CO ₂	12.279,01	8.471,59	8,04	0,11	0,73	86,2
1A1	Industrias de la energía		N ₂ O	257,27	385,84	275,01	0,10	0,67	86,9
5B	Tratamiento biológico de residuos sólidos		CH ₄	133,46	381,48	127,58	0,09	0,64	87,5
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor	Otros	CO ₂	127,54	1.636,72	20,27	0,09	0,64	88,1
2B2	Producción de ácido nítrico		N ₂ O	2.427,69	115,69	10,20	0,07	0,52	88,6
2F1	Uso de productos sustitutos de sustancias que agotan la capa ozono		HFC&PFC	0,00	4.577,42	5,39	0,07	0,51	89,2
4(III)	Mineralización de N por pérdida de C en suelos minerales		N ₂ O	210,10	156,42	360,56	0,07	0,48	89,6
3A	Fermentación entérica		CH ₄	15.786,61	17.222,25	30,15	0,06	0,45	90,1
SUBTOTAL				176.573,83	169.729,33			90,08	
TOTAL				256.122,47	244.325,83			100,00	
PORCENTAJE DEL TOTAL				68,94 %	69,47 %			90,08 %	

A1.3. Comparativa entre la asignación de categorías clave

A continuación, se realiza un análisis comparativo entre la clasificación de categorías clave excluyendo LULUCF, realizada por la UNFCCC, y la realizada por el Inventario Nacional (estos criterios de agregación específicos utilizados por España se han detallado en el apartado “Relación de categorías analizadas” de la página 1 de este anexo). Con el objeto de facilitar el análisis, este se ha estructurado por sectores.

Por lo general, se observa coherencia entre ambas clasificaciones. Cabe destacar que la clasificación del Inventario Nacional contiene 12 categorías más que CRF. Dentro de estas categorías de más, un total de 6 aparecen representadas como categoría clave en el Inventario Nacional debido al análisis realizado a segundo nivel; estas categorías clave, enumeradas según sectores, son:

- Energía: 1A1 (N₂O); 1A2 (N₂O); y 1A4 (N₂O)
- Residuos: 5B (N₂O y CH₄); y 5D (N₂O)

Hay que resaltar que la coherencia es casi completa entre ambas clasificaciones. Las principales divergencias se deben a los diferentes criterios de agregación dentro del sector Energía.

Tabla A1.14. Comparativa de categorías clave entre CRF e Inventario Nacional en el sector Energía

Clasificación de categorías clave según CRF (excluyendo LULUCF)				Clasificación de categorías clave según el Inventario Nacional					
Categoría clave	Gas	N	T	Categoría clave	Gas	Enfoque 1		Enfoque 2	
						N	T	N	T
				1A1-Industrias de la energía	N ₂ O	-	-	X	X
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Liquid Fuels	CO ₂	X	X	1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Líquidos	CO ₂	X	X	-	-
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Solid Fuels	CO ₂	X	X	1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Sólidos	CO ₂	X	X	-	X
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Gaseous Fuels	CO ₂	X	X	1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Gaseosos	CO ₂	X	X	-	X
1.A.1 Fuel combustion - Energy Industries - Other Fossil Fuels	CO ₂	X	X	1A1a-Plantas de servicio público de electricidad y calor - Otros	CO ₂	X	X	-	X
				1A1b-Refino de petróleo - Líquidos	CO ₂	X	X	-	-
				1A1b-Refino de petróleo - Gaseosos	CO ₂	X	X	-	-
				1A1c-Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Sólidos	CO ₂	-	X	-	-
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Liquid Fuels	CO ₂	X	X	1A2-Combustión estacionaria en la industria - Líquidos	CO ₂	X	X	X	X
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Solid Fuels	CO ₂	X	X	1A2-Combustión estacionaria en la industria - Sólidos	CO ₂	X	X	X	X
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CO ₂	X	X	1A2-Combustión estacionaria en la industria - Gaseosos	CO ₂	X	X	X	X
1.A.2 Fuel combustion - Manufacturing Industries and Construction - Gaseous Fuels	CH ₄	X	X	1A2-Combustión estacionaria en la industria	CH ₄	X	X	X	X
				1A2-Combustión estacionaria en la industria	N ₂ O	-	-	X	-

Clasificación de categorías clave según CRF (excluyendo LULUCF)				Clasificación de categorías clave según el Inventario Nacional					
Categoría clave	Gas	N	T	Categoría clave	Gas	Enfoque 1		Enfoque 2	
						N	T	N	T
1.A.3.a Domestic Aviation	CO ₂	X	-	1A3a-Tráfico aéreo nacional	CO ₂	X	-	-	-
1.A.3.b Road Transportation	CO ₂	X	X	1A3b-Transporte por carretera - Gasóleo	CO ₂	X	X	X	X
				1A3b-Transporte por carretera - Gasolina	CO ₂	X	X	X	X
				1A3b-Transporte por carretera - Otros	CO ₂	X	-	X	X
1.A.3.d Domestic Navigation - Liquid Fuels	CO ₂	X	X	1A3d-Tráfico marítimo nacional	CO ₂	X	X	X	X
1.A.4 Other Sectors - Liquid Fuels	CO ₂	X	X	1A4-Combustión en otros sectores - Líquidos	CO ₂	X	-	X	-
1.A.4 Other Sectors - Gaseous Fuels	CO ₂	X	X	1A4-Combustión en otros sectores - Gaseosos	CO ₂	X	X	X	X
				1A4-Combustión en otros sectores	CH ₄	X	-	X	-
1.A.4 Other Sectors - Solid Fuels	CO ₂	-	X	1A4-Combustión en otros sectores - Sólidos	CO ₂	-	X	-	X
				1A4-Combustión en otros sectores	N ₂ O	-	-	X	-
				1B1-Emissiones fugitivas - combustibles sólidos	CO ₂	-	-	-	X
1.B.1 Fugitive emissions from Solid Fuels	CH ₄	-	X	1B1-Emissiones fugitivas - combustibles sólidos	CH ₄	-	X	-	X
1.B.2.a Fugitive Emissions from Fuels - Oil and Natural Gas - Oil	CO ₂	X	X	1B2a-Emissiones fugitivas de distribución de combustibles líquidos	CO ₂	X	X	-	X

Tabla A1.15. Comparativa de categorías clave entre CRF e Inventario Nacional en el sector IPPU

Clasificación de categorías clave según CRF (excluyendo LULUCF)				Clasificación de categorías clave según el Inventario Nacional					
Categoría clave	Gas	N	T	Categoría clave	Gas	Enfoque 1		Enfoque 2	
						N	T	N	T
2.A.1 Cement Production	CO ₂	X	X	2A1-Producción de cemento	CO ₂	X	X	X	X
2.A.2 Lime Production	CO ₂	X	-	2A2-Producción de cal	CO ₂	X	-	-	-
2.B.2 Nitric Acid Production	N ₂ O	-	X	2B2-Producción de ácido nítrico	N ₂ O	-	X	-	X
2.B.8 Petrochemical and Carbon Black Production	CO ₂	X	-	2B8-Industria petroquímica y negro de humo	CO ₂	X	-	X	-
2.B.9 Fluorochemical Production	Aggregate F-gases	-	X	2B9-Producción de halocarburos	HFC & PFC	-	X	-	-
2.B.10 Other	CO ₂	-	X						
2.C.1 Iron and Steel Production	CO ₂	X	-	2C1-Producción de hierro y acero	CO ₂	X	-	-	-
2.C.3 Aluminium Production	PFC	-	X	2C3-Producción de aluminio	PFC	-	X	-	-
2.F.1 Refrigeration and Air conditioning	Aggregate F-gases	X	X	2F1-Refrigeración y aire acondicionado	HFC & PFC	X	X	-	X

Tabla A1.16. Comparativa de categorías clave entre CRF e Inventario Nacional en el sector Agricultura

Clasificación de categorías clave según CRF (excluyendo LULUCF)				Clasificación de categorías clave según el Inventario Nacional					
Categoría clave	Gas	N	T	Categoría clave	Gas	Enfoque 1		Enfoque 2	
						N	T	N	T
3.A Enteric Fermentation	CH ₄	X	X	3A-Fermentación entérica	CH ₄	X	X	X	X
3.B Manure Management	CH ₄	X	-	3B1-Gestión de estiércoles	CH ₄	X	-	X	X
3.B Manure Management	N ₂ O	X	-	3B2-Gestión de estiércoles	N ₂ O	X	-	X	X
3.D.1 Direct N ₂ O Emissions From Managed Soils	N ₂ O	X	-	3D1-Suelos agrícolas - Emisiones directas	N ₂ O	X	-	X	X
3.D.2 Indirect N ₂ O Emissions From Managed Soils	N ₂ O	X	-	3D2-Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N ₂ O	X	-	X	X
3.F Field burning of agricultural residues	CH ₄	-	X	3F-Quema de residuos agrícolas	CH ₄	-	-	-	X

Tabla A1.17. Comparativa de categorías clave entre CRF e Inventario Nacional en el sector Residuos

Clasificación de categorías clave según CRF (excluyendo LULUCF)				Clasificación de categorías clave según el Inventario Nacional					
Categoría clave	Gas	N	T	Categoría clave	Gas	Enfoque 1		Enfoque 2	
						N	T	N	T
5.A Solid Waste Disposal	CH ₄	X	X	5A-Depósito en vertederos de residuos sólidos	CH ₄	X	X	X	X
				5B-Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH ₄	-	-	X	X
				5B-Tratamiento biológico de residuos sólidos	N ₂ O	-	-	-	X
5.D Wastewater Treatment and Discharge	CH ₄	X	X	5D-Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH ₄	X	X	X	X
				5D-Tratamiento y eliminación de aguas residuales	N ₂ O	-	-	X	X



ANEXO 2. BALANCE DE CONSUMO DE COMBUSTIBLES DEL INVENTARIO NACIONAL PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES

ÍNDICE

ANEXO 2. BALANCE DE CONSUMO DE COMBUSTIBLES DEL INVENTARIO NACIONAL PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES.....	727
A2.1. Información sobre consumos	727
A2.1.1. Consumo de combustibles	727
A2.1.2. Metodología empleada en el balance	729

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A2.1.	Fuentes de información para la elaboración del balance de combustibles.....	727
Tabla A2.2.	Consumos por sectores de actividad para el fuelóleo en 2019 (cifras en kt).....	731
Tabla A2.3.	Consumos por sectores de actividad para el fuelóleo en 2020 (cifras en kt).....	732
Tabla A2.4.	Consumos por sectores de actividad para el fuelóleo en 2021 (cifras en kt).....	733
Tabla A2.5.	Ejemplo de tratamiento del consumo y ajuste del gas natural no energético 2019-2021.....	734
Tabla A2.6.	Consumo de combustibles por sectores. Año 1990 (fósiles)	736
Tabla A2.7.	Consumo de combustibles por sectores. Año 2005 (fósiles)	740
Tabla A2.8.	Consumo de combustibles por sectores. Año 2010 (fósiles)	744
Tabla A2.9.	Consumo de combustibles por sectores. Año 2015 (fósiles)	748
Tabla A2.10.	Consumo de combustibles por sectores. Año 2019 (fósiles)	752
Tabla A2.11.	Consumo de combustibles por sectores. Año 2020 (fósiles)	756
Tabla A2.12.	Consumo de combustibles por sectores. Año 2021 (fósiles)	760

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura A2.1.	Porcentaje del consumo por el cuadro del balance y los consumos registrados por sectores o categorías.....	730
Figura A2.2.	Ajuste de los consumos del gas natural registrados por el Inventario y las estadísticas nacionales (EUROSTAT)	731

ANEXO 2. BALANCE DE CONSUMO DE COMBUSTIBLES DEL INVENTARIO NACIONAL PARA LA ESTIMACIÓN DE EMISIONES

En este anexo se complementa la información del capítulo 3 “Energía” del presente informe, presentando la información desagregada a nivel de cruce de sector de actividad y combustible del balance de consumo de combustibles.

Como se especifica en el citado capítulo 3 “Energía”, son diversas las fuentes que contribuyen a determinar los consumos de combustibles fósiles y que se utilizan para la estimación de las emisiones de combustión en el Inventario Nacional (CRF 1A).

Es importante reseñar que, desde la pasada edición del Inventario Nacional, se realiza el recálculo del balance de consumo de combustibles para toda la serie temporal. Este recálculo, genera pequeñas diferencias en los consumos y afecta a las categorías 1A1 y 1A2, que son las que reciben aporte del balance como información complementaria a la obtenida por cuestionarios individualizados y otras fuentes propias del Inventario.

A2.1. Información sobre consumos

A nivel del conjunto del Inventario Nacional, el consumo de los combustibles y su caracterización juega un papel preponderante en las emisiones de la categoría CRF 1A (categorías de combustión).

A2.1.1. Consumo de combustibles

El consumo de combustibles utilizado por el Inventario Nacional se obtiene mediante un cuadro o ajuste entre la información recabada por el Inventario y la procedente de los cuestionarios energéticos internacionales elaborados por el MITECO para su remisión a los organismos internacionales, tras los oportunos procesos de verificación y contraste, y cuyo resultado final se muestra en las tablas A2.6 – A2.13 del presente anexo.

En líneas generales, el Inventario Nacional recibe información directa a partir de cuestionarios individualizados de las plantas o bien información estadística de asociaciones o compañías. Esta información tiene un enfoque de abajo arriba o *bottom-up* y se registra directamente, denominándose “consumos registrados”.

En algunos casos, estos consumos registrados no son completos como para definir todo un sector. En esas ocasiones, los datos deben de ser complementados con información procedente de las estadísticas energéticas elaboradas por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). Estas estadísticas son las que se remiten a la Agencia Internacional de la Energía (AIE) y a la Oficina Estadística de la Unión Europea (EUROSTAT)¹ y suponen un enfoque de arriba abajo o *top-down*.

La información utilizada para la elaboración del balance de combustibles procede de las siguientes fuentes según su orden de importancia:

Tabla A2.1. Fuentes de información para la elaboración del balance de combustibles

Periodo	Nombre	Fuente
1900-2021	Cuestionarios de combustibles remitidos a la AIE y EUROSTAT	S.G. de Prospectiva, Estrategia y Normativa en Materia de Energía (SGPEN)-MITECO
	- “Annual coal statistics” (<i>Energy questionnaire – coal</i>)	
	- “Annual oil statistics” (<i>Energy questionnaire – oil</i>)	
	- “Annual questionnaire on natural gas” (<i>Energy questionnaire – natural gas</i>)	
	- “Annual questionnaire on renewables and wastes” (<i>Energy</i>)	

¹ La cumplimentación de las estadísticas energéticas oficiales es acometida por la Dirección General de Política Energética y Minas de MITECO, así como por el Instituto de Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), organismo público adscrito a la citada dirección general.

Periodo	Nombre	Fuente
	<i>questionnaire – renewables and wastes</i>)	
	- “Annual questionnaire on electricity and heat” (<i>Energy questionnaire – electricity & heat</i>)	
1990-2021	Información directa vía cuestionarios a plantas, asociaciones y otras entidades (consumos y características de combustibles)	Instalaciones, asociaciones y otras entidades
2000 2002-2021	Estadísticas sobre consumos de combustibles en cogeneración por tipo de combustible y sector consumidor	Instituto de Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)
2002-2009	Información sobre consumos de combustibles en la autoproducción de electricidad. Encuesta a las plantas cogeneradoras y autoproductoras puras	SGPEN - MITECO

El Inventario Nacional tiene unos requerimientos informativos, que obligan a utilizar parte de las informaciones anteriores para poder desagregar y complementar la información de las estadísticas energéticas oficiales. Este es el caso de la información suministrada por el IDAE en relación con la cogeneración, que desglosa el consumo destinado a la generación de electricidad y calor para la venta, por tipo de combustible y sector consumidor. Esto nos permite sectorizar la parte de consumo de combustibles que en las estadísticas energéticas oficiales aparece agrupada en dos únicos apartados (“*Autoproducer CHP Plants*” y “*Main activity producer CHP Plants*”), entre los diferentes sectores socioeconómicos que conforman los consumos totales de Energía del Inventario Nacional. Lo mismo ocurre con la información facilitada sobre consumos de combustibles en la autoproducción de electricidad facilitada por la SGPEN (MITECO), que permite distribuir por sectores socioeconómicos el apartado “*Autoproducer electricity Plants*”, recogido en las estadísticas energéticas oficiales.

La información proveniente de los cuestionarios elaborados por parte de la SGPEN (MITECO) es fundamental para la realización del balance. A lo largo de los años, la SGPEN ha ido actualizando sus metodologías, con cambios en la información suministrada a partir de ciertos años, hecho que en ocasiones ha provocado divergencias en las series tras su incorporación al Inventario Nacional.

Con el objeto de que la información del Inventario Nacional sea consistente con las estadísticas energéticas nacionales, éste viene manteniendo reuniones periódicas con la SGPEN-MITECO, buscando alcanzar la mayor coherencia posible entre los datos suministrados por parte de la SGPEN-MITECO y aquellos que conforman los diferentes sectores del Inventario. El resultado de esta colaboración, puede observarse en los últimos años de la serie inventariada, donde los datos son cada vez más coherentes entre sí. En este sentido, desde la SGPEN-MITECO se considera la inclusión de las observaciones y peticiones del Inventario Nacional en las posibles mejoras que se acometan en el futuro².

Siguiendo esta premisa, en los datos proporcionados por la SGPEN-MITECO para la edición 1990-2019, se actualizó la serie de consumos de gas natural para el transporte a la previamente estimada por el Inventario Nacional, adecuando el reparto del resto de consumo de este combustible entre otras categorías (principalmente al sector Comercial e Institucional, 1A4ai). En este sentido, en la presente edición del Inventario Nacional y a partir de nuevos datos proporcionados por las distribuidoras de venta de gas natural, se ha actualizado de nuevo el consumo de gas natural de transporte para los años 2018-2020.

Además, en esta edición del Inventario, se ha llevado a cabo una actualización para toda la serie a partir del afinamiento en la sectorización del consumo de combustibles suministrada por

² Los vigentes formularios oficiales para remitir la información a CORES son los recogidos en la Resolución de 29 de mayo de 2007, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se aprueban los nuevos formularios oficiales para la remisión de información a la Dirección General de Política Energética y Minas, a la Comisión Nacional de Energía y a la Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos.

el IDAE en relación con la cogeneración que se utiliza, como se ha comentado previamente, para desagregar y complementar la información de las estadísticas oficiales.

Sin embargo, para otros sectores como el 1A1c (ver epígrafe 3.4.2.1 del capítulo 3 “Energía”), desde la SGPEN-MITECO se afirma que no es posible corregir los datos de las series de consumos de combustibles oficialmente reportadas a lo largo de los años.

Cabe citar expresamente el caso particular del consumo no energético del coque de petróleo anterior al año 2013. La SGPEN-MITECO comunica un consumo de coque de petróleo no energético superior al que registra el Inventario Nacional. Desde el Inventario se desconoce el origen de esta diferencia, tal y como queda documentado en el informe de la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2011³. En dicha revisión, finalmente el ERT recomendó que la diferencia de consumo del coque de petróleo no energético se imputara a un consumo energético y desde entonces es así como ha sido implementado.

A2.1.2. Metodología empleada en el balance

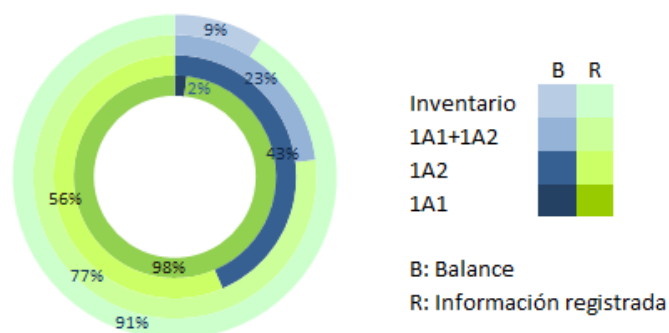
Como ya se ha citado anteriormente, para la elaboración del balance se parte de la información registrada por el Inventario Nacional y de las estadísticas energéticas proporcionadas por la SGPEN-MITECO.

Previamente a la elaboración del balance, las cifras originales recopiladas de las estadísticas energéticas oficiales de la SGPEN-MITECO pueden ser corregidas, ocasionalmente, en función de la disponibilidad por parte del Inventario de información complementaria y/o más exhaustiva para alguna de las partidas que motive una rectificación de las cantidades originalmente asignadas. Esto se conoce con el nombre de “corrección_IV”.

La realización del balance implica asignar consumos de combustibles al Inventario Nacional por sector de actividad y tipo de combustible para “cuadrar” los datos totales con los de las estadísticas energéticas (en adelante, cuadro del balance). Como resultado de este proceso de elaboración, se presentan en las tablas A2.6-A2.12 las matrices de consumos de combustibles asumidas en este Inventario Nacional para los años 1990, 2005, 2010, 2015, 2019, 2020 y 2021.

Las categorías que se ven afectadas por este cuadro de balance son la 1A1 y la 1A2. La información facilitada, en datos de porcentaje de consumo por este mismo balance, se resume en la figura a continuación.

El círculo interior muestra el porcentaje de información proporcionada por el cuadro del balance y la información registrada por el Inventario para la categoría 1A1; el siguiente círculo refleja la información para la categoría 1A2; el tercero se refiere al conjunto de las categorías 1A1+1A2 y, por último, el círculo exterior se corresponde con el total de categorías del Inventario.



³ <http://unfccc.int/resource/docs/2012/arr/esp.pdf>

Figura A2.1. Porcentaje del consumo por el cuadro del balance y los consumos registrados por sectores o categorías

El cuadro del balance es un proceso complejo que incluye tres objetivos fundamentales:

- Minimizar por tipo de combustible las diferencias con las estadísticas energéticas oficiales asegurando la semejanza en las cifras totales de consumo. De este modo, se confirma la total consistencia para los consumos (como especifica la E.12 de la revisión *in-country* de la UNFCCC de 2017⁴).
- Tener en cuenta los consumos preasignados por el Inventario Nacional. Esto ocurre cuando hay una cobertura total de la información disponible en el Inventario Nacional para el cruce de sector consumidor, tipo de uso y combustible. Suele coincidir con sectores en los que, con los cuestionarios individualizados a las plantas, se dispone de una información completa y directa.
- Ajustar o “cuadrar” los consumos finales, priorizando los datos registrados por el Inventario Nacional. Es decir, el consumo que finalmente se asigna a cada sector y tipo ha de ser igual o superior al consumo registrado por el Inventario Nacional.

En el Inventario Nacional se asume un principio de coherencia con las estadísticas energéticas oficiales elaboradas por la SGPEN-MITECO en cuanto a los totales de consumo por cada tipo de combustible.

Sin embargo, puede ocurrir que los consumos a nivel sectorial no coincidan con los que presentan las estadísticas energéticas oficiales, ya que como se ha comentado, el objetivo último es asegurar exclusivamente los consumos totales para cada combustible.

Estas diferencias obedecen a la obtención por parte del Inventario de mejor información individualizada con cuestionarios a plantas sobre consumos en algunos sectores de importancia en el cálculo de las emisiones.

Dichas discrepancias entre los consumos a nivel de sector de actividad pueden ocurrir debido a que, cuando existen diferencias entre la información registrada por el Inventario y la que proporcionan las estadísticas energéticas oficiales, siendo la del Inventario menor, estos huecos se van rellenando con los excedentes existentes en otros sectores, de modo que el ajuste total por combustible sea exacto, aunque no lo sea para cada sector del balance.

Cada año los sectores que se balancean no tienen por qué coincidir, ya que el ajuste por balance depende de la completitud de los datos por sector que recibe el Inventario a través de sus fuentes de información para cada tipo de combustible.

Los pasos que se siguen en la realización del balance de energía para cada sector y tipo de combustible son los siguientes⁴:

1. Se establecen las diferencias entre el consumo de los datos provenientes de las estadísticas oficiales de energía y aquellos consumos registrados por el inventario.
2. Se establece un factor de corrección o la ratio de la diferencia entre los dos valores.
3. Se aplica este factor de corrección a todos los sectores “no prefijados” que se balancean.

El consumo nacional total de las estadísticas oficiales de energía constituye el límite superior de este ajuste.

⁴ Siguiendo la recomendación del informe de la revisión anual de UNFCCC de 2019 (*Table 3 E.2*), cuyo informe final de revisión (ARR en sus siglas en inglés) puede consultarse en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2019_ESP.pdf.

Con objeto de ratificar el principio de plena consistencia entre las estadísticas nacionales y el Inventario a lo largo de todo el periodo⁵, y asegurando que el ajuste del balance se realiza para cada tipo de combustible en todo el Inventario, a continuación se ofrece como ejemplo una serie de gráficos para el gas natural. La figuras muestran las aproximaciones entre los sectores más afectados por el balance en el Inventario (1A1 y 1A2), seguidas por un gráfico que abarca, además de esos dos sectores, las emisiones fugitivas (sector 1B), y un último gráfico de ajuste global de todos los sectores del consumo de gas natural del Inventario respecto a las estadísticas nacionales.

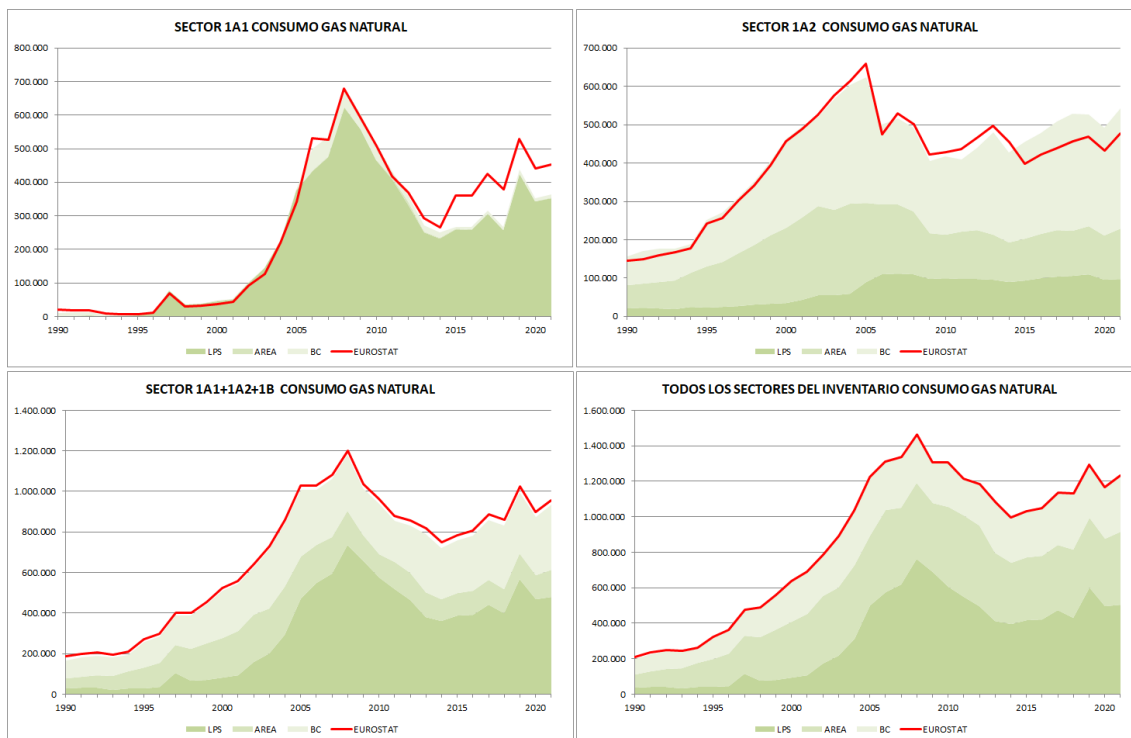


Figura A2.2. Ajuste de los consumos del gas natural registrados por el Inventario y las estadísticas nacionales (EUROSTAT)

Aunque se observan huecos por sectores⁶ (por ejemplo, individualmente en el sector 1A1), estos son cubiertos en el sector 1A2 y van desapareciendo a medida que progresa la aproximación *bottom-up* con la incorporación de nuevos sectores (fugitivas, y el resto de sectores). Para el conjunto del Inventario, el ajuste es perfecto como se observa en el último gráfico.

Por otro lado, con el fin de mejorar la transparencia y poner de manifiesto que el consumo que finalmente se asigna a cada sector y combustible es igual o superior al consumo registrado por el Inventario Nacional, y que los consumos finales asumidos por el Inventario Nacional son consistentes con las estadísticas energéticas nacionales, a continuación se presenta un ejemplo para el fuelóleo y su consumo para los años 2019, 2020 y 2021 (Tablas A2.2 – A2.4).

Tabla A2.2. Consumos por sectores de actividad para el fuelóleo en 2019 (cifras en kt)

SECTOR	GRUPO_BC	TIPO	AIE	AIE_IV	IV	PREFIJADO	CONSUMO
CCTT	ENERGÍA	EE	1175	1175	1174	IV	1174

⁵ Siguiendo la recomendación del informe de la revisión anual de UNFCCC de 2019 (Table 3 E.3), cuyo informe final de revisión (ARR en sus siglas en inglés) puede consultarse en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2019_ESP.pdf.

⁶ Estas diferencias se pueden producir porque existan discrepancias entre la captura de información de consumo directa que realiza el Inventario y el consumo reflejado en las estadísticas nacionales (por ejemplo, un uso energético o no energético que no esté claro a qué sector asignarlo).

SECTOR	GRUPO_BC	TIPO	AIE	AIE_IV	IV	PREFIJADO	CONSUMO
REF		TF	45	77	32	IV	32
ALIM	INDUSTRIA	EE	305	305	0	BC	248
CNST		EE	34	34	0	BC	28
EQP		EE	2	2	0	BC	2
MAD		EE	117	117	0	BC	95
MAQ		EE	40	40	0	BC	33
MINNE		EE	43	43	43	BC	43
MNF		EE	19	19	156	BC	156
MNM		EE	4	4	0	BC	3
PAP		EE	29	29	54	BC	54
QUIM		EE	70	70	2	BC	58
SID		EE	49	49	3	BC	40
TEX		EE	2	2	0	BC	2
AGR		OTROS SECTORES	EE	5	5	5	IV
COM	EE		9	9	17	IV	17
DOM	EE		5	5	5	IV	5
OOSC	NE		8	8	0	IV	0
TRNF	TRANSFERENCIAS	EE	974	942	0	AIE	942
NAV	TRANSPORTE	EE	585	585	585	IV	585
TOTALES			3521	3521	2076	0	3521

AIE: datos de las estadísticas energéticas oficiales (SGPEN-MITECO)

AIE_IV: corrección que en algunos casos necesita realizar el Inventario Nacional a las estadísticas energéticas oficiales para asegurar la comparabilidad de los datos

IV: datos del Inventario Nacional

Prefijados: datos que se prefijan para el balance: IV (se prefija el Inventario Nacional); BC (ejecución del balance aportando consumos a aquellos sectores que lo necesiten); AIE (se prefijan los datos de las estadísticas); CONSUMO: datos finalmente asignados al Inventario Nacional

Tabla A2.3. Consumos por sectores de actividad para el fuelóleo en 2020 (cifras en kt)

SECTOR	GRUPO_BC	TIPO	AIE	AIE_IV	IV	PREFIJADO	CONSUMO
CCTT	ENERGÍA	EE	849	849	849	IV	849
REF		TF	36	52	24	IV	24
ALIM	INDUSTRIA	EE	244	244	0	BC	171
CNST		EE	27	27	0	BC	19
EQP		EE	2	2	0	BC	1
MAD		EE	104	104	0	BC	73
MAQ		EE	31	31	0	BC	22
MINNE		EE	27	27	38	BC	38
MNF		EE	13	13	159	BC	159
MNM		EE	4	4	0	BC	3
PAP		EE	26	26	44	BC	44
QUIM		EE	51	51	1	BC	36
SID		NE	30	30	4	BC	22
TEX		EE	1	1	0	BC	1
AGR		OTROS SECTORES	NE	1	1	1	IV
COM	EE		4	4	45	IV	45
DOM	EE		3	3	3	IV	3
OOSC	EE		41	41	0	IV	0
NAV	TRANSPORTE	NE	357	357	357	IV	357
TOTALES			1851	1867	1524	0	1867

AIE: datos de las estadísticas energéticas oficiales (SGPEN-MITECO)

AIE_IV: corrección que en algunos casos necesita realizar el Inventario Nacional a las estadísticas energéticas oficiales para asegurar la comparabilidad de los datos

IV: datos del Inventario Nacional

Prefijados: datos que se prefijan para el balance: IV (se prefija el Inventario Nacional); BC (ejecución del balance aportando consumos a aquellos sectores que lo necesiten); AIE (se prefijan los datos de las estadísticas); CONSUMO: datos finalmente asignados al Inventario Nacional

Tabla A2.4. Consumos por sectores de actividad para el fuelóleo en 2021 (cifras en kt)

SECTOR	GRUPO_BC	TIPO	AIE	AIE_IV	IV	PREFIJADO	CONSUMO
CCTT	ENERGÍA	EE	772	772	763	IV	763
REF		TF	34	40	29	IV	29
ALIM	INDUSTRIA	EE	176	176	0	BC	105
CNST		EE	26	26	0	BC	15
EQP		EE	2	2	0	BC	1
MAD		EE	91	91	0	BC	54
MAQ		EE	19	19	0	BC	11
MINNE		EE	30	30	38	BC	38
MNF		EE	12	12	163	BC	163
MNM		EE	6	6	0	BC	4
PAP		EE	17	17	43	BC	43
QUIM		EE	60	60	1	BC	36
SID		NE	32	32	4	BC	21
TEX		EE	1	1	0	BC	0
AGR		OTROS SECTORES	NE	2	2	2	IV
COM	EE		4	4	45	IV	45
DOM	EE		3	3	3	IV	3
OOSC	EE		41	41	0	IV	0
NAV	TRANSPORTE	NE	402	402	402	IV	402
TOTALES			1731	1737	1493	0	1737

AIE: datos de las estadísticas energéticas oficiales (SGPEN-MITECO)

AIE_IV: corrección que en algunos casos necesita realizar el Inventario Nacional a las estadísticas energéticas oficiales para asegurar la comparabilidad de los datos

IV: datos del Inventario Nacional

Prefijados: datos que se prefijan para el balance: IV (se prefija el Inventario Nacional); BC (ejecución del balance aportando consumos a aquellos sectores que lo necesiten); AIE (se prefijan los datos de las estadísticas); CONSUMO: datos finalmente asignados al Inventario Nacional

Sectores de actividad:

CCTT: centrales térmicas	EQP: equipamiento transporte	MNF: metales no férreos
REF: refinerías de petróleo	MAD: madera	MNM: minerales no metálicos
ALIM: alimentación	MAQ: maquinaria	PAP: papel e impresión
CNST: construcción	MINNE: minería y extracción	QUIM: química y petroquímica
SID: siderurgia	TEX: textil y piel	AGR: agricultura/silvicultura
COM: comercio y servicios	DOM: residencial	NAV: tráfico marítimo

Tipo: TF: transformación, EE: consumo energético; TR: transferencias

Para terminar, con el fin de clarificar dentro de los consumos totales del Inventario, qué tratamiento se da al consumo no energético⁷, y establecer cómo se tiene en cuenta y que no existe subestimación de emisiones por este consumo, a continuación se muestra un ejemplo para los años 2019 a 2021 con el gas natural:

⁷ Siguiendo la recomendación del informe de la revisión anual de UNFCCC de 2019 (Table 5 E.14), cuyo informe final de revisión (ARR en sus siglas en inglés) puede consultarse en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/arr2019_ESP.pdf.

Tabla A2.5. Ejemplo de tratamiento del consumo y ajuste del gas natural no energético 2019-2021

2019

Localización	Explicación	Consumo (TJ)
Tabla A2.10 anexo 2	Consumo final NE (industria química)	59.575

Sector 1A(d) CRF	Producción amoniaco + Producción hidrógeno	27.359
Tabla A4.5 anexo 4	Fugitivas de las plantas de hidrógeno (1B2a4)	32.217
Total		59.576

2020

Localización	Explicación	Consumo (TJ)
Tabla A2.11 anexo 2	Consumo final NE (industria química)	53.897

Sector 1A(d) CRF	Producción amoniaco + Producción hidrógeno	24.628
Tabla A4.5 anexo 4	Fugitivas de las plantas de hidrógeno (1B2a4)	29.269
Total		53.897

2021

Localización	Explicación	Consumo (TJ)
Tabla A2.12 anexo 2	Consumo final NE (industria química)	48.610

Sector 1A(d) CRF	Producción amoniaco + Producción hidrógeno	20.366
Tabla A4.5 anexo 4	Fugitivas de las plantas de hidrógeno (1B2a4)	28.244
Total		48.610

Como se observa, el consumo considerado no energético de la industria química en el balance, se corresponde con la suma de los consumos no energéticos del gas natural utilizado en la producción de amoniaco (*Ammonia Production*) y en la producción de hidrógeno (incluida en *Chemical Industry - Other*) en el sector IPPU (tabla 1A(d) del CRF), más el consumo no energético para la producción de las plantas de hidrógeno en refinerías (tabla A4.5 del anexo 4).

En el informe de revisión FCCC/ARR/2021/ESP, el ERT recomendó introducir una aclaración más detallada sobre los usos no energéticos del gas natural, que asegure la coherencia entre las tablas 1A(b) y 1A(d) del reporte CRF y confirme que no existe subestimación de emisiones por la combustión del gas natural.

Los consumos no energéticos del gas natural se producen dentro del sector químico (IPPU), y se corresponden con la producción de amoniaco y de hidrógeno, ambos usos están declarados en la tabla 1A(d) del Inventario Nacional y su coherencia con los datos de la tabla 1A(b) queda reflejada en la tabla 1A(c).

Si se comparan los datos de consumos no energéticos reportados en la tabla 1A(d) con los datos del balance energético reflejados en el anexo 2 (tablas A2.10, A2.11 y A2.12), se observa una discrepancia entre los valores. Esto se debe a que la producción de hidrógeno de autoconsumo que tiene lugar en las refinerías (Energía), tiene un consumo no energético de gas natural que no se computa en la tabla 1A(d) del Inventario Nacional, para mantener la coherencia entre tablas, ya que según las indicaciones de la Guía IPCC 2006 (volumen 2, capítulo 4, sección 4.2.2) sus emisiones de CO₂ generadas se reportan bajo la subcategoría

1B2a4, como emisiones fugitivas. Para asegurar la transparencia de la información, se deja trazabilidad de ello en el anexo 4 del NIR (tabla A4.5).

Adicionalmente, dentro de la columna *Reported under* de la tabla 1A(d) se han concretado con mayor detalle los sectores de la industria química donde se contabilizan las emisiones de CO₂ procedentes de los consumos no energéticos de gas natural. De esta forma, tal y como como se puede comprobar, las emisiones de CO₂ generadas por los consumos no energéticos de gas natural están plenamente contabilizadas, quedando recogidas en las tablas 1A(d) y 1B2 del reporte CRF.

A continuación, en las tablas A2.6 - A2.12 se recogen los consumos de combustibles por sectores para toda la serie temporal inventariada, empleados para la estimación de emisiones que son resultado del cuadro del balance explicado anteriormente.

Tabla A2.6. Consumo de combustibles por sectores. Año 1990 (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	kilotoneladas										
	Carbón coquizable	Hulla y antracita	Carbón sub-bitum.	Aglomer. de hulla	Coque	Lignito pardo	Briquetas de lignito	Breas y benzol	Petróleo crudo	GNL	Inputs intermed.
Producción primaria	279	14.194	4.697	-	-	16.373	-	-	795	349	-
Recuperación	-	139	-	-	-	-	-	-	-	-	358
Importaciones totales	4.169	6.286	1	-	172	-	316	-	50.630	-	2.638
Variaciones de existencias	8	975	-501	-	24	206	-	-	-767	-	225
Exportaciones totales	-	3	-	-	42	-	-	-	-	-	-
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	4.456	21.591	4.197	-	154	16.579	316	-	50.658	349	3.221
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	4.456	18.832	4.077	-	2.709	16.605	304	-	50.630	-	3.127
Centrales térmicas públicas	-	18.803	4.077	-	-	16.605	304	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	4.456	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	2.709	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-	-	-	50.630	-	3.127
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	-	-	5	3.211	-	-	-	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	3.211	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-349	-	-318
Intercambios de productos	-	-	-	-	-	-	-	-	-349	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-318
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	-	200	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Minas de Carbón	-	200	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	-	2.559	119	5	656	-26	12	-	28	-	-224
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	3	52	-	-	73	-	-	-	-	-	-
Industria química	-	0	-	-	22	-	-	-	-	-	-
Otros sectores	3	52	-	-	51	-	-	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	-	2.892	119	5	584	-	-	-	-	-	-
Industria	-	2.383	50	-	584	-	-	-	-	-	-
Siderurgia	-	61	-	-	366	-	-	-	-	-	-
Metales no férreos	-	10	-	-	53	-	-	-	-	-	-
Industria química	-	223	25	-	47	-	-	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	-	1.986	3	-	6	-	-	-	-	-	-
Extracción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	-	-	-	-	31	-	-	-	-	-	-
Textil y piel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Papel e impresión	-	102	22	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipamientos de transporte	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
Maquinaria	-	-	-	-	81	-	-	-	-	-	-
Madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Construcción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otras industrias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transportes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Serv. públicos, etc.	-	509	69	5	-	-	-	-	-	-	-
Residencial	-	480	40	5	-	-	-	-	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	-	29	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Agricultura	-	-	28	-	-	-	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-3	-385	-0	0	0	-26	12	0	28	0	-224

Tabla A2.6. Consumo de combustibles por sectores. Año 1990 (cont.) (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	Kilotoneladas											
	Total prod. petrolíf.	Gas de refinería	GLP	Gasolinas motores	Gasolina aviación	Jet Fuel	Queroseno	Nafta	Gasóleo diésel	Fuelóleo	Coque de petróleo	Otros prod. petrolíferos
Producción primaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Importaciones totales	7.712	-	482	597	12	55	-	2.324	1.231	1.107	1.705	199
Variaciones de existencias	-54	-	139	-377	-1	-198	-2	138	47	87	-37	150
Exportaciones totales	12.274	-	104	1.392	-	1.538	71	927	401	6.231	38	1.572
Abastecimiento de buques	3.716	-	-	-	-	-	-	-	1.206	2.510	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	-8.332	-	517	-1.172	11	-1.681	-73	1.535	-329	-7.547	1.630	-1.223
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	2.412	-	24	-	-	-	-	371	162	1.855	-	-
Centrales térmicas públicas	1.977	-	-	-	-	-	-	-	162	1.815	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	52	-	14	-	-	-	-	38	-	-	-	-
Refinerías	383	-	10	-	-	-	-	333	-	40	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	52.796	1.371	1.783	9.230	-	4.230	227	2.196	14.571	14.980	305	3.903
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	52.796	1.371	1.783	9.230	-	4.230	227	2.196	14.571	14.980	305	3.903
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	641	10	288	78	-	-137	-119	-635	65	945	-	146
Intercambios de productos	323	10	288	82	-	-137	-119	-606	85	1.072	-	-352
Productos transferidos	318	-	-	-4	-	-	-	-29	-20	-127	-	498
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	3.626	1.674	-	-	-	-	-	4	55	1.893	-	-
Minas de Carbón	46	-	-	-	-	-	-	-	45	1	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Refinerías de Petróleo	3.565	1.674	-	-	-	-	-	4	9	1.878	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	14	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	39.062	-298	2.564	8.136	11	2.412	35	2.721	14.090	4.630	1.935	2.826
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	5.607	53	2	-	-	-	-	2.721	2	5	170	2.654
Industria química	3.488	49	-	-	-	-	-	2.721	-	-	21	698
Otros sectores	2.118	4	2	-	-	-	-	-	2	5	149	1.956
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	34.283	28	2.570	8.145	11	2.069	30	-	14.962	4.697	1.770	-
Industria	6.095	28	298	-	-	-	-	-	10	4.003	1.755	-
Siderurgia	349	28	21	-	-	-	-	-	5	291	4	-
Metales no férreos	300	-	9	-	-	-	-	-	2	245	45	-
Industria química	923	-	133	-	-	-	-	-	-	782	8	-
Productos minerales no metálicos	2.777	-	43	-	-	-	-	-	3	1.104	1.626	-
Extracción	42	-	1	-	-	-	-	-	-	41	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	723	-	20	-	-	-	-	-	-	703	-	-
Textil y piel	180	-	7	-	-	-	-	-	-	173	-	-
Papel e impresión	403	-	11	-	-	-	-	-	0	388	4	-
Equipamientos de transporte	121	-	9	-	-	-	-	-	-	112	-	-
Maquinaria	158	-	35	-	-	-	-	-	-	54	69	-
Madera	18	-	1	-	-	-	-	-	-	17	-	-
Construcción	24	-	-	-	-	-	-	-	-	24	-	-
Otras industrias	78	-	8	-	-	-	-	-	-	70	-	-
Transportes	21.051	-	26	8.139	11	2.069	-	-	10.407	400	-	-
Ferrocarril	132	-	-	-	-	-	-	-	132	-	-	-
Transporte por carretera	17.160	-	26	8.139	-	-	-	-	8.995	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	1.505	-	-	-	2	1.503	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	574	-	-	-	9	565	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Navegación interior	1.679	-	-	-	-	-	-	-	1.279	400	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resid., Comercio, Serv. públicos, etc.	7.136	-	2.246	6	-	-	30	-	4.545	294	15	-
Residencial	3.344	-	2.059	-	-	-	-	-	1.260	15	10	-
Comercio y Servicios Públicos	1.065	-	165	-	-	-	-	-	631	264	5	-
Agricultura	2.728	-	22	6	-	-	30	-	2.655	15	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-828	-379	-8	-9	0	343	5	-0	-873	-73	-5	172

Tabla A2.6. Consumo de combustibles por sectores. Año 1990 (cont.) (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	TJ _{PCI}					
	Gas natural	Gas de coquería	Gas de horno alto	Gas de acería	Gas de fábrica	Otros gases
Producción primaria	53.305	-	-	1.222	-	16
Recuperación	-	-	-	-	11.597	-
Importaciones totales	154.488	-	-	-	-	-
Variaciones de existencias	307	-	-	-	-	-
Exportaciones totales	-	-	-	-	-	-
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	208.100	-	-	1.222	11.597	16
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	17.945	1.222	4.784	-	-	-
Centrales térmicas públicas	7.337	944	4.784	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	10.495	279	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	113	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	20.434	27.208	-	11.597	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	20.434	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	27.208	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	11.597	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-	-
Intercambios de productos	-	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-	-
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	2.444	7.702	6.259	490	10	-
Minas de Carbón	3	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	1.475	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	820	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	146	7.702	6.259	490	10	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	288	-	-	-	178	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	187.423	11.509	16.164	732	23.007	16
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	6.970	-	-	-	-	16
Industria química	6.970	-	-	-	-	16
Otros sectores	-	-	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	180.942	15.057	16.501	732	11.915	-
Industria	157.084	15.057	16.501	732	81	-
Siderurgia	14.438	15.057	16.501	732	-	-
Metales no férreos	1.331	-	-	-	-	-
Industria química	33.054	-	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	43.773	-	-	-	-	-
Extracción	623	-	-	-	-	-
Alimentación. bebidas y tabaco	11.989	-	-	-	10	-
Textil y piel	12.636	-	-	-	-	-
Papel e impresión	19.547	-	-	-	-	-
Equipamientos de transporte	8.344	-	-	-	-	-
Maquinaria	7.590	-	-	-	71	-
Madera	502	-	-	-	-	-
Construcción	99	-	-	-	-	-
Otras industrias	3.158	-	-	-	-	-
Transportes	296	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	296	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Servicios públicos, etc.	23.561	-	-	-	11.834	-
Residencial	16.572	-	-	-	10.600	-
Comercio y Servicios Públicos	6.878	-	-	-	1.234	-
Agricultura	112	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-489	-3.547	-337	0	11.091	0

Tabla A2.6. Consumo de combustibles por sectores. Año 1990 (cont.) (biomasa)

SUMINISTRO Y CONSUMO	TJ _{PCI}		kilotoneladas		TJ _{PCI}
	Biocomb. sólidos (exc. carbón vegetal)	Carbón Vegetal	Biodiésel (biogénico)	Bioetanol (biogénico)	Biogás
Producción primaria	165.624	-	-	-	1.716
Recuperación	-	-	-	-	-
Importaciones totales	-	-	-	-	-
Variaciones de existencias	-	-	-	-	-
Exportaciones totales	-	-	-	-	-
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	165.624	-	-	-	1.716
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	-	-	-	-	1.353
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	1.353
Centrales nucleares	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	-	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-
Intercambios de productos	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	-	-	-	-	-
Minas de Carbón	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	-	-	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	165.624	-	-	-	363
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	305	-	-	-	-
Industria química	-	-	-	-	-
Otros sectores	305	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	165.319	-	-	-	363
Industria	78.493	-	-	-	363
Siderurgia	-	-	-	-	-
Metales no férreos	-	-	-	-	-
Industria química	-	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	4.815	-	-	-	-
Extracción	-	-	-	-	-
Alimentación. bebidas y tabaco	5	-	-	-	-
Textil y piel	0	-	-	-	-
Papel e impresión	21.648	-	-	-	363
Equipamientos de transporte	-	-	-	-	-
Maquinaria	-	-	-	-	-
Madera	-	-	-	-	-
Construcción	-	-	-	-	-
Otras industrias	52.026	-	-	-	-
Transportes	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-
Oleoductos	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Servicios públicos, etc.	86.826	-	-	-	-
Residencial	86.826	-	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	-	-	-	-	-
Agricultura	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-0	0	0	0	0

Tabla A2.7. Consumo de combustibles por sectores. Año 2005 (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	kilotoneladas										
	Carbón coquizable	Hulla y antracita	Carbón sub-bitum.	Aglomer. de hulla	Coque	Lignito pardo	Briquetas de lignito	Breas y benzol	Petróleo crudo	GNL	Inputs intermed.
Producción primaria	-	8.548	3.346	-	-	7.587	-	-	166	-	-
Recuperación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69
Importaciones totales	3.571	21.185	-	-	136	-	-	-	59.544	-	699
Variaciones de existencias	-108	-248	640	-	-161	-23	-	-	-200	-	102
Exportaciones totales	-	-	-	-	610	-	-	-	-	-	-
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	3.463	29.485	3.986	-	-635	7.564	-	-	59.510	-	870
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	3.599	28.758	4.120	-	1.546	7.573	-	-	59.498	-	1.395
Centrales térmicas públicas	-	27.937	4.120	-	-	7.573	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	3.599	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	821	-	-	1.546	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-	-	-	59.498	-	1.395
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	-	-	-	2.742	-	-	-	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	2.742	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	521
Intercambios de productos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	521
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minas de Carbón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	-136	727	-134	-	561	-9	-	-	12	-	-4
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	1	326	-	-	187	-	-	-	-	-	-
Industria química	-	0	-	-	21	-	-	-	-	-	-
Otros sectores	1	326	-	-	167	-	-	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	-	934	-	-	316	-	-	-	-	-	-
Industria	-	554	-	-	316	-	-	-	-	-	-
Siderurgia	-	78	-	-	250	-	-	-	-	-	-
Metales no férreos	-	5	-	-	24	-	-	-	-	-	-
Industria química	-	248	-	-	3	-	-	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	-	179	-	-	18	-	-	-	-	-	-
Extracción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	-	-	-	-	21	-	-	-	-	-	-
Textil y piel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Papel e impresión	-	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipamientos de transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maquinaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Construcción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otras industrias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transportes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Serv. públicos, etc.	-	380	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Residencial	-	330	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agricultura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-137	-533	-134	0	58	-9	0	0	12	0	-4

Tabla A2.7. Consumo de combustibles por sectores. Año 2005 (cont.) (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	kilotoneladas											
	Total prod. petrolíf.	Gas de refinería	GLP	Gasolinas motores	Gasolina aviación	Jet Fuel	Queroseno	Nafta	Gasóleo diésel	Fuelóleo	Coque de petróleo	Otros prod. petrolíferos
Producción primaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Importaciones totales	27.533	-	1.026	743	10	1.328	-	2.307	13.217	4.162	3.746	994
Variaciones de existencias	-1.020	-	-9	10	-1	-134	55	-12	-875	71	10	-135
Exportaciones totales	8.258	-	228	2.866	-	120	-	1.423	822	1.461	150	1.188
Abastecimiento de buques	8.132	-	-	-	-	-	-	-	980	7.152	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	10.123	-	789	-2.113	9	1.074	55	872	10.540	-4.380	3.606	-329
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	5.300	-	20	-	-	-	-	107	1.016	3.092	1.065	-
Centrales térmicas públicas	5.172	-	-	-	-	-	-	-	1.015	3.092	1.065	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	58	-	20	-	-	-	-	38	-	-	-	-
Refinerías	69	-	-	-	-	-	-	69	-	-	-	-
Calefacción urbana	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	60.310	1.853	1.050	10.152	-	2.653	4.027	530	23.457	9.019	1.049	6.520
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	60.310	1.853	1.050	10.152	-	2.653	4.027	530	23.457	9.019	1.049	6.520
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-1.484	276	411	-834	1	1.421	-4.082	1.032	-711	913	-69	158
Intercambios de productos	-963	276	411	-834	1	1.421	-4.082	1.032	-711	913	-69	679
Productos transferidos	-521	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-521
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	3.620	1.750	6	-	-	-	1	-	48	1.816	-	-
Minas de Carbón	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	3.615	1.750	4	-	-	-	1	-	47	1.814	-	-
Centrales Eléctricas	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	2	-	2	-	-	-	-	-	0	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	60.029	379	2.224	7.205	10	5.148	-1	2.327	32.222	644	3.521	6.349
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	9.481	367	152	-	-	-	-	2.401	-	-	218	6.343
Industria química	4.988	367	152	-	-	-	-	2.401	-	-	20	2.048
Otros sectores	4.493	-	-	-	-	-	-	-	-	-	198	4.295
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	54.013	-	2.081	7.260	9	5.037	-	-	32.286	3.161	4.180	-
Industria	7.391	-	244	-	-	-	-	-	196	2.782	4.169	-
Siderurgia	112	-	25	-	-	-	-	-	9	78	-	-
Metales no féreos	955	-	7	-	-	-	-	-	5	469	474	-
Industria química	378	-	122	-	-	-	-	-	15	240	1	-
Productos minerales no metálicos	4.354	-	21	-	-	-	-	-	37	607	3.689	-
Extracción	41	-	4	-	-	-	-	-	12	25	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	695	-	19	-	-	-	-	-	39	637	-	-
Textil y piel	93	-	2	-	-	-	-	-	16	75	-	-
Papel e impresión	231	-	16	-	-	-	-	-	7	203	5	-
Equipamientos de transporte	47	-	8	-	-	-	-	-	11	28	-	-
Maquinaria	50	-	14	-	-	-	-	-	6	30	-	-
Madera	23	-	4	-	-	-	-	-	4	16	-	-
Construcción	45	-	4	-	-	-	-	-	16	26	-	-
Otras industrias	366	-	-	-	-	-	-	-	17	349	-	-
Transportes	37.198	-	45	7.255	9	5.037	-	-	24.767	85	-	-
Ferrocarril	97	-	-	-	-	-	-	-	97	-	-	-
Transporte por carretera	30.516	-	45	7.255	-	-	-	-	23.216	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	3.671	-	-	-	1	3.669	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	1.375	-	-	-	7	1.368	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Navegación interior	1.539	-	-	-	-	-	-	-	1.454	85	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resid., Comercio, Serv. públicos, etc.	9.425	-	1.792	5	-	-	-	-	7.323	294	11	-
Residencial	4.078	-	1.530	-	-	-	-	-	2.499	43	6	-
Comercio y Servicios Públicos	2.117	-	205	-	-	-	-	-	1.672	235	5	-
Agricultura	3.230	-	57	5	-	-	-	-	3.152	16	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-3.467	12	-9	-55	1	111	-1	-74	-64	-2.517	-877	6

Tabla A2.7. Consumo de combustibles por sectores. Año 2005 (cont.) (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	TJ _{PCI}					
	Gas natural	Gas de coquería	Gas de horno alto	Gas de acería	Gas de fábrica	Otros gases
Producción primaria	6.025	-	-	1.882	-	5.992
Recuperación	-	-	-	-	1.738	-
Importaciones totales	1.266.440	-	-	-	-	-
Variaciones de existencias	-22.955	-	-	-	-	-
Exportaciones totales	-	-	-	-	-	-
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	1.249.511	-	-	1.882	1.738	5.992
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	351.412	2.410	9.922	-	6.466	2.379
Centrales térmicas públicas	351.260	2.410	9.922	-	6.466	2.379
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	152	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	18.999	18.172	-	1.738	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	18.999	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	18.172	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	1.738	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-	-
Intercambios de productos	-	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-	-
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	25.763	9.252	1.928	490	-	2.157
Minas de Carbón	32	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	23.259	-	-	-	-	2.157
Centrales Eléctricas	143	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	2.329	9.252	1.928	490	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	564	852	-	-	-	0
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	871.771	6.485	6.322	1.393	-2.990	1.456
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	26.823	-	-	-	-	535
Industria química	26.823	-	-	-	-	535
Otros sectores	-	-	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	817.347	7.690	8.189	1.393	1.771	921
Industria	623.915	7.690	8.189	1.393	-	921
Siderurgia	45.879	7.690	8.189	1.393	-	-
Metales no férreos	6.503	-	-	-	-	-
Industria química	126.161	-	-	-	-	921
Productos minerales no metálicos	164.476	-	-	-	-	-
Extracción	8.935	-	-	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	52.433	-	-	-	-	-
Textil y piel	21.370	-	-	-	-	-
Papel e impresión	78.692	-	-	-	-	-
Equipamientos de transporte	14.895	-	-	-	-	-
Maquinaria	19.610	-	-	-	-	-
Madera	5.337	-	-	-	-	-
Construcción	1.676	-	-	-	-	-
Otras industrias	77.950	-	-	-	-	-
Transportes	5.216	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	972	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	4.244	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Servicios públicos, etc.	188.216	-	-	-	1.771	-
Residencial	132.483	-	-	-	1.138	-
Comercio y Servicios Públicos	39.847	-	-	-	633	-
Agricultura	15.886	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	27.601	-1.205	-1.867	0	-4.761	-0

Tabla A2.7. Consumo de combustibles por sectores. Año 2005 (cont.) (biomasa)

SUMINISTRO Y CONSUMO	TJ _{PCI}		kilotoneladas		TJ _{PCI}
	Biocomb. sólidos (exc. carbón vegetal)	Carbón Vegetal	Biodiésel (biogénico)	Bioetanol (biogénico)	Biogás
Producción primaria	174.840	-	162	177	5.079
Recuperación	-	-	-	-	-
Importaciones totales	-	-	-	-	-
Variaciones de existencias	-	-	-	-	-
Exportaciones totales	-	-	-	-	-
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	174.840	-	162	177	5.079
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	1.530	-	-	-	3.569
Centrales térmicas públicas	1.432	-	-	-	3.569
Centrales nucleares	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	98	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	-	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-
Intercambios de productos	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	-	-	-	-	-
Minas de Carbón	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	-	-	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	173.310	-	162	177	1.511
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	2.138	-	-	-	-
Industria química	-	-	-	-	-
Otros sectores	2.138	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	171.172	-	153	177	1.511
Industria	83.783	-	-	-	490
Siderurgia	34	-	-	-	-
Metales no férreos	-	-	-	-	-
Industria química	642	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	5.810	-	-	-	-
Extracción	-	-	-	-	-
Alimentación. bebidas y tabaco	12.042	-	-	-	-
Textil y piel	226	-	-	-	-
Papel e impresión	39.249	-	-	-	490
Equipamientos de transporte	-	-	-	-	-
Maquinaria	46	-	-	-	-
Madera	15.730	-	-	-	-
Construcción	207	-	-	-	-
Otras industrias	9.796	-	-	-	-
Transportes	-	-	153	177	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	153	177	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-
Oleoductos	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Servicios públicos, etc.	87.389	-	-	-	1.020
Residencial	84.608	-	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	2.144	-	-	-	1.017
Agricultura	637	-	-	-	3
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-0	0	9	0	-0

Tabla A2.8. Consumo de combustibles por sectores. Año 2010 (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	kilotoneladas										
	Carbón coquizable	Hulla y antracita	Carbón sub-bitum.	Aglomer. de hulla	Coque	Lignito pardo	Briquetas de lignito	Breas y benzol	Petróleo crudo	GNL	Inputs intermed.
Producción primaria	-	5.986	2.444	-	-	-	-	-	123	-	-
Recuperación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88
Importaciones totales	2.777	10.040	-	-	204	-	-	-	52.461	-	3.747
Variaciones de existencias	-279	-3.160	-1.659	-	-44	-	-	-	222	-	-144
Exportaciones totales	-	1.488	-	-	370	-	-	-	-	-	-
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	2.498	11.378	785	-	-210	-	-	-	52.806	-	3.691
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	2.647	10.761	1.197	-	1.311	-	-	-	52.794	-	5.360
Centrales térmicas públicas	-	10.036	1.197	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	2.647	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	725	-	-	1.311	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-	-	-	52.794	-	5.360
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	-	-	-	2.050	-	-	80	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	2.050	-	-	80	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.669
Intercambios de productos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.669
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minas de Carbón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	-149	617	-412	-	529	-	-	80	12	-	-
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	0	282	-	-	153	-	-	80	-	-	-
Industria química	-	0	-	-	14	-	-	80	-	-	-
Otros sectores	0	281	-	-	139	-	-	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	-	764	32	-	270	-	-	-	-	-	-
Industria	-	414	32	-	270	-	-	-	-	-	-
Siderurgia	-	120	-	-	213	-	-	-	-	-	-
Metales no férreos	-	7	-	-	34	-	-	-	-	-	-
Industria química	-	242	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	-	37	32	-	12	-	-	-	-	-	-
Extracción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-
Textil y piel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Papel e impresión	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipamientos de transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maquinaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Construcción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otras industrias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transportes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Serv. públicos, etc.	-	350	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Residencial	-	270	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	-	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Agricultura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-149	-429	-444	0	105	0	0	0	12	0	0

Tabla A2.8. Consumo de combustibles por sectores. Año 2010 (cont.) (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	kilotoneladas											
	Total prod. petrolíf.	Gas de refinería	GLP	Gasolinas motores	Gasolina aviación	Jet Fuel	Queroseno	Nafta	Gasóleo diésel	Fuelóleo	Coque de petróleo	Otros prod. petrolíferos
Producción primaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Importaciones totales	24.337	-	801	163	6	2.434	13	2.184	10.801	3.408	3.713	814
Variaciones de existencias	-99	-	23	-45	4	11	-15	-23	-242	95	29	64
Exportaciones totales	11.579	-	228	3.423	-	51	-	1.264	1.148	2.143	516	2.806
Abastecimiento de buques	8.618	-	-	-	-	-	-	-	1.475	7.143	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	4.041	-	596	-3.305	10	2.394	-2	897	7.936	-5.783	3.226	-1.928
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	3.154	-	17	-	-	-	-	123	1.044	1.655	314	-
Centrales térmicas públicas	3.012	-	-	-	-	-	-	-	1.043	1.655	314	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	52	-	17	-	-	-	-	35	-	-	-	-
Refinerías	88	-	-	-	-	-	-	88	-	-	-	-
Calefacción urbana	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	57.644	1.782	1.456	8.013	-	848	5.487	519	22.900	8.334	1.150	7.155
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	57.644	1.782	1.456	8.013	-	848	5.487	519	22.900	8.334	1.150	7.155
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-1.669	779	-212	598	-2	1.994	-5.485	836	-569	180	-10	222
Intercambios de productos	-	779	-212	598	-2	1.994	-5.485	836	-569	180	-10	1.891
Productos transferidos	-1.669	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1.669
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	2.984	1.781	4	-	-	-	0	-	16	1.184	-	-
Minas de Carbón	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	2.982	1.781	3	-	-	-	0	-	15	1.184	-	-
Centrales Eléctricas	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	1	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	53.878	780	1.819	5.306	8	5.236	0	2.129	29.207	-108	4.052	5.449
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	7.766	338	250	-	-	-	-	2.167	-	-	184	4.827
Industria química	4.527	338	250	-	-	-	-	2.167	-	-	16	1.755
Otros sectores	3.240	-	-	-	-	-	-	-	-	-	168	3.072
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	46.872	-	1.572	5.311	7	5.228	-	-	29.274	1.571	3.908	1
Industria	5.287	-	74	-	-	-	-	-	90	1.222	3.900	1
Siderurgia	421	-	10	-	-	-	-	-	4	42	365	-
Metales no férricos	696	-	2	-	-	-	-	-	5	349	341	-
Industria química	257	-	34	-	-	-	-	-	7	106	110	-
Productos minerales no metálicos	3.189	-	11	-	-	-	-	-	21	222	2.934	1
Extracción	21	-	1	-	-	-	-	-	5	15	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	205	-	4	-	-	-	-	-	17	184	-	-
Textil y piel	29	-	1	-	-	-	-	-	4	24	-	-
Papel e impresión	127	-	4	-	-	-	-	-	4	115	5	-
Equipamientos de transporte	22	-	2	-	-	-	-	-	6	15	-	-
Maquinaria	170	-	4	-	-	-	-	-	5	16	145	-
Madera	11	-	1	-	-	-	-	-	1	10	-	-
Construcción	27	-	1	-	-	-	-	-	4	22	-	-
Otras industrias	110	-	-	-	-	-	-	-	7	104	-	-
Transportes	33.770	-	19	5.310	7	5.228	-	-	23.077	130	-	-
Ferrocarril	84	-	-	-	-	-	-	-	84	-	-	-
Transporte por carretera	27.389	-	19	5.310	-	-	-	-	22.060	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	4.003	-	-	-	1	4.002	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	1.232	-	-	-	6	1.226	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Navegación interior	1.062	-	-	-	-	-	-	-	932	130	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resid., Comercio, Serv. públicos, etc.	7.814	-	1.479	1	-	-	-	-	6.107	219	8	-
Residencial	3.201	-	1.262	-	-	-	-	-	1.821	114	4	-
Comercio y Servicios Públicos	1.400	-	179	-	-	-	-	-	1.129	88	4	-
Agricultura	3.213	-	38	1	-	-	-	-	3.157	17	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-760	442	-3	-5	1	8	-0	-38	-67	-1.679	-40	621

Tabla A2.8. Consumo de combustibles por sectores. Año 2010 (cont.) (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	TJ _{PCI}					
	Gas natural	Gas de coquería	Gas de horno alto	Gas de acería	Gas de fábrica	Otros gases
Producción primaria	1.867	-	-	1.459	-	3.968
Recuperación	-	-	-	-	1.387	-
Importaciones totales	1.337.885	-	-	-	-	-
Variaciones de existencias	5.646	-	-	-	-	-
Exportaciones totales	42.074	-	-	-	-	-
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	1.303.323	-	-	1.459	1.387	3.968
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	430.494	530	7.672	-	8.179	1.339
Centrales térmicas públicas	430.239	530	7.672	-	8.179	1.339
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	255	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	16.080	16.755	-	1.387	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	16.080	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	16.755	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	1.387	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-	-
Intercambios de productos	-	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-	-
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	84.510	7.962	2.541	100	-	1.827
Minas de Carbón	554	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	36.188	-	-	-	-	1.827
Centrales Eléctricas	192	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	47.576	7.962	2.541	100	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	774	1.444	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	787.546	6.144	6.542	1.359	-5.405	801
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	32.863	-	-	-	-	801
Industria química	32.863	-	-	-	-	801
Otros sectores	-	-	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	757.117	6.634	6.963	1.359	1.413	-
Industria	416.528	6.634	6.963	1.359	-	-
Siderurgia	31.449	6.634	6.963	1.359	-	-
Metales no férreos	12.619	-	-	-	-	-
Industria química	76.498	-	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	80.899	-	-	-	-	-
Extracción	4.242	-	-	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	33.626	-	-	-	-	-
Textil y piel	7.429	-	-	-	-	-
Papel e impresión	72.192	-	-	-	-	-
Equipamientos de transporte	8.920	-	-	-	-	-
Maquinaria	16.291	-	-	-	-	-
Madera	1.193	-	-	-	-	-
Construcción	4.583	-	-	-	-	-
Otras industrias	66.586	-	-	-	-	-
Transportes	5.109	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	2.572	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	2.537	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Servicios públicos, etc.	335.480	-	-	-	1.413	-
Residencial	178.090	-	-	-	126	-
Comercio y Servicios Públicos	151.638	-	-	-	1.287	-
Agricultura	5.752	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-2.434	-490	-420	0	-6.819	-0

Tabla A2.8. Consumo de combustibles por sectores. Año 2010 (cont.) (biomasa)

SUMINISTRO Y CONSUMO	TJ _{PCI}		kilotoneladas		TJ _{PCI}
	Biocomb. sólidos (exc. carbón vegetal)	Carbón Vegetal	Biodiésel (biogénico)	Bioetanol (biogénico)	Biogás
Producción primaria	195.340	36	841	420	6.933
Recuperación	-	-	-	-	-
Importaciones totales	-	-	857	88	-
Variaciones de existencias	-	-	-14	6	-
Exportaciones totales	-	-	341	153	-
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	195.340	36	1.344	360	6.933
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	9.350	-	-	-	4.652
Centrales térmicas públicas	3.662	-	-	-	4.652
Centrales nucleares	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	181	-	-	-	-
Otros	5.508	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	-	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-
Intercambios de productos	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	9.145	-	-	-	-
Minas de Carbón	4.883	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	4.262	-	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	176.845	36	1.344	360	2.281
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	1.900	-	-	-	-
Industria química	-	-	-	-	-
Otros sectores	1.900	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	174.945	36	1.270	360	2.281
Industria	68.109	-	-	-	891
Siderurgia	-	-	-	-	-
Metales no férreos	1	-	-	-	-
Industria química	153	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	5.532	-	-	-	-
Extracción	-	-	-	-	-
Alimentación. bebidas y tabaco	8.491	-	-	-	-
Textil y piel	6	-	-	-	-
Papel e impresión	38.629	-	-	-	891
Equipamientos de transporte	4	-	-	-	-
Maquinaria	1.026	-	-	-	-
Madera	9.807	-	-	-	-
Construcción	418	-	-	-	-
Otras industrias	4.042	-	-	-	-
Transportes	-	-	1.270	360	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	1.270	360	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-
Oleoductos	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Servicios públicos, etc.	106.836	36	-	-	1.390
Residencial	101.854	36	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	2.514	-	-	-	1.200
Agricultura	2.468	-	-	-	190
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-0	0	74	0	-0

Tabla A2.9. Consumo de combustibles por sectores. Año 2015 (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	kilotoneladas										
	Carbón coquizable	Hulla y antracita	Carbón sub-bitum.	Aglomer. de hulla	Coque	Lignito pardo	Briquetas de lignito	Breas y benzol	Petróleo crudo	GNL	Inputs intermed.
Producción primaria	-	1.747	1.317	-	-	-	-	-	232	-	-
Recuperación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65
Importaciones totales	1.721	17.014	-	-	337	-	-	-	64.726	-	2.856
Variaciones de existencias	113	2.630	960	-	34	-	-	-	73	-	62
Exportaciones totales	-	1.088	-	-	144	-	-	-	-	-	2.675
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	1.834	20.303	2.277	-	227	-	-	-	65.031	-	308
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	2.027	21.433	2.551	-	1.372	-	-	-	65.031	-	632
Centrales térmicas públicas	-	20.653	2.551	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	2.027	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	781	-	-	1.372	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-	-	-	65.031	-	632
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	-	-	-	1.571	-	-	65	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	1.571	-	-	65	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	324
Intercambios de productos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	324
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minas de Carbón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	-193	-1.130	-274	-	427	-	-	65	-	-	-
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	0	275	-	-	148	-	-	65	-	-	-
Industria química	-	0	-	-	11	-	-	65	-	-	-
Otros sectores	0	275	-	-	137	-	-	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	-	709	29	-	251	-	-	4	-	-	-
Industria	-	534	29	-	241	-	-	4	-	-	-
Siderurgia	-	221	-	-	169	-	-	-	-	-	-
Metales no férreos	-	8	-	-	46	-	-	-	-	-	-
Industria química	-	275	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	-	30	29	-	16	-	-	-	4	-	-
Extracción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	-	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-
Textil y piel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Papel e impresión	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipamientos de transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maquinaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Construcción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otras industrias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transportes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Serv. públicos, etc.	-	175	-	-	10	-	-	-	-	-	-
Residencial	-	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	-	35	-	-	10	-	-	-	-	-	-
Agricultura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-193	-2.114	-303	0	27	0	0	0	-4	0	0

Tabla A2.9. Consumo de combustibles por sectores. Año 2015 (cont.) (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	kilotoneladas											
	Total prod. petrolíf.	Gas de refinería	GLP	Gasolinas motores	Gasolina aviación	Jet Fuel	Queroseno	Nafta	Gasóleo diésel	Fuelóleo	Coque de petróleo	Otros prod. petrolíferos
Producción primaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Importaciones totales	16.098	-	780	103	5	2.212	-	1.212	4.642	4.484	2.042	618
Variaciones de existencias	-1.620	-	-7	-12	1	-436	34	-27	-994	-94	-20	-65
Exportaciones totales	20.565	-	395	4.741	-	516	-	344	5.400	2.298	2.814	4.057
Abastecimiento de buques	7.649	-	-	-	-	-	-	-	1.660	5.989	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	-13.736	-	378	-4.650	6	1.260	34	841	-3.412	-3.897	-792	-3.504
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	3.256	-	0	-	-	-	-	65	858	1.272	1.061	-
Centrales térmicas públicas	3.190	-	0	-	-	-	-	-	856	1.272	1.061	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	65	-	-	-	-	-	-	65	-	-	-	-
Calefacción urbana	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	64.967	2.364	1.699	9.105	-	226	9.285	1.240	27.467	3.984	3.660	5.937
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	64.967	2.364	1.699	9.105	-	226	9.285	1.240	27.467	3.984	3.660	5.937
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-486	1.724	-227	-138	-2	3.982	-9.319	-553	3.043	2.180	72	-1.248
Intercambios de productos	-162	1.724	-227	-138	-2	3.982	-9.319	-553	3.043	2.180	72	-924
Productos transferidos	-324	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-324
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	2.706	2.498	3	-	-	-	-	-	18	188	-	-
Minas de Carbón	11	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Refinerías de Petróleo	2.689	2.498	3	-	-	-	-	-	1	188	-	-
Centrales Eléctricas	5	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	44.783	1.590	1.847	4.317	4	5.468	-	1.463	26.222	807	1.879	1.185
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	5.942	411	806	-	-	-	-	2.847	-	-	185	1.693
Industria química	4.661	411	806	-	-	-	-	2.847	-	-	21	576
Otros sectores	1.281	-	-	-	-	-	-	-	-	-	164	1.117
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	41.251	-	1.216	4.349	4	5.507	-	-	27.438	1.033	1.703	2
Industria	2.598	-	13	-	-	-	-	-	9	872	1.703	2
Siderurgia	39	-	6	-	-	-	-	-	0	33	-	-
Metales no férreos	69	-	-	-	-	-	-	-	1	68	-	-
Industria química	123	-	-	-	-	-	-	-	0	123	-	-
Productos minerales no metálicos	1.844	-	7	-	-	-	-	-	8	130	1.697	2
Extracción	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	276	-	-	-	-	-	-	-	-	276	-	-
Textil y piel	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Papel e impresión	46	-	0	-	-	-	-	-	0	40	6	-
Equipamientos de transporte	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Maquinaria	54	-	-	-	-	-	-	-	-	54	-	-
Madera	95	-	-	-	-	-	-	-	-	95	-	-
Construcción	44	-	-	-	-	-	-	-	-	44	-	-
Otras industrias	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Transportes	31.313	-	43	4.333	4	5.507	-	-	21.316	111	-	-
Ferrocarril	76	-	-	-	-	-	-	-	76	-	-	-
Transporte por carretera	25.254	-	43	4.333	-	-	-	-	20.878	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	4.614	-	-	-	1	4.614	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	896	-	-	-	3	893	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Navegación interior	472	-	-	-	-	-	-	-	361	111	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resid., Comercio, Serv. públicos, etc.	7.340	-	1.160	16	-	-	-	-	6.114	50	-	-
Residencial	2.844	-	953	-	-	-	-	-	1.875	16	-	-
Comercio y Servicios Públicos	970	-	165	11	-	-	-	-	766	28	-	-
Agricultura	3.526	-	42	5	-	-	-	-	3.473	6	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-2.410	1.179	-175	-32	0	-39	0	-1.384	-1.216	-226	-9	-510

Tabla A2.9. Consumo de combustibles por sectores. Año 2015 (cont.) (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	TJ _{PCI}					
	Gas natural	Gas de coquería	Gas de horno alto	Gas de acería	Gas de fábrica	Otros gases
Producción primaria	2.264	-	-	1.605	-	5.158
Recuperación	-	-	-	-	9	-
Importaciones totales	1.179.918	-	-	-	-	-
Variaciones de existencias	29.691	-	-	-	-	-
Exportaciones totales	184.316	-	-	-	-	-
Abastecimiento de buques	196	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	1.027.362	-	-	1.605	9	5.158
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	203.329	-	11.374	-	6.135	766
Centrales térmicas públicas	202.782	-	11.374	-	6.135	766
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	438	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	11.705	23.789	-	9	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	11.705	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	23.789	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	9	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-	-
Intercambios de productos	-	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-	-
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	64.644	7.541	5.415	275	-	2.932
Minas de Carbón	23	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	82	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	58.653	-	-	-	-	2.932
Centrales Eléctricas	109	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	5.777	7.541	5.415	275	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	447	2.391	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	759.051	1.772	6.999	1.329	-6.117	1.460
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	58.082	-	-	-	-	1.460
Industria química	58.082	-	-	-	-	1.460
Otros sectores	-	-	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	703.226	3.883	8.501	1.329	9	-
Industria	456.121	3.883	8.501	1.329	-	-
Siderurgia	34.864	3.883	8.501	1.329	-	-
Metales no férreos	13.570	-	-	-	-	-
Industria química	123.613	-	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	83.266	-	-	-	-	-
Extracción	7.039	-	-	-	-	-
Alimentación. bebidas y tabaco	58.901	-	-	-	-	-
Textil y piel	7.210	-	-	-	-	-
Papel e impresión	68.446	-	-	-	-	-
Equipamientos de transporte	7.780	-	-	-	-	-
Maquinaria	18.408	-	-	-	-	-
Madera	4.080	-	-	-	-	-
Construcción	15.217	-	-	-	-	-
Otras industrias	13.725	-	-	-	-	-
Transportes	5.586	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	3.673	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	1.914	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Servicios públicos, etc.	241.519	-	-	-	9	-
Residencial	138.895	-	-	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	87.075	-	-	-	9	-
Agricultura	15.548	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-2.256	-2.111	-1.502	0	-6.126	-0

Tabla A2.9. Consumo de combustibles por sectores. Año 2015 (cont.) (biomasa)

SUMINISTRO Y CONSUMO	TJ _{PCI}		kilotoneladas		TJ _{PCI}
	Biocomb. sólidos (exc. carbón vegetal)	Carbón Vegetal	Biodiésel (biogénico)	Bioetanol (biogénico)	Biogás
Producción primaria	220.234	36	1.113	391	8.846
Recuperación	-	-	-	-	-
Importaciones totales	-	-	566	28	-
Variaciones de existencias	-	-	129	44	-
Exportaciones totales	-	-	914	166	-
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	220.234	36	894	298	8.846
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	33.447	-	-	-	6.980
Centrales térmicas públicas	27.512	-	-	-	6.980
Centrales nucleares	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	427	-	-	-	-
Otros	5.508	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	-	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-
Intercambios de productos	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	4.563	-	-	-	-
Minas de Carbón	4.563	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	-	-	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	182.224	36	894	298	1.866
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	1.562	-	-	-	-
Industria química	-	-	-	-	-
Otros sectores	1.562	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	180.663	36	859	298	1.866
Industria	70.629	-	-	-	1.044
Siderurgia	1	-	-	-	-
Metales no férreos	1	-	-	-	-
Industria química	153	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	7.210	-	-	-	-
Extracción	-	-	-	-	-
Alimentación. bebidas y tabaco	7.327	-	-	-	-
Textil y piel	86	-	-	-	-
Papel e impresión	40.902	-	-	-	1.044
Equipamientos de transporte	4	-	-	-	-
Maquinaria	950	-	-	-	-
Madera	9.616	-	-	-	-
Construcción	441	-	-	-	-
Otras industrias	3.939	-	-	-	-
Transportes	-	-	859	298	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	859	298	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-
Oleoductos	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Servicios públicos, etc.	110.033	36	-	-	823
Residencial	103.927	36	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	3.243	-	-	-	765
Agricultura	2.863	-	-	-	58
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-0	0	35	-0	0

Tabla A2.10. Consumo de combustibles por sectores. Año 2019 (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	Kilotoneladas										
	Carbón coquizable	Hulla y antracita	Carbón sub-bitum.	Aglomer. de hulla	Coque	Lignito pardo	Briquetas de lignito	Breas y benzol	Petróleo crudo	GNL	Inputs intermed.
Producción primaria	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-
Recuperación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79
Importaciones totales	780	7.806	-	-	841	-	-	-	66.303	-	2.751
Variaciones de existencias	80	500	729	-	-110	-	-	-	-695	-	-235
Exportaciones totales	-	1.525	-	-	143	-	-	-	-	-	2.869
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	860	6.781	729	-	588	-	-	-	65.648	-	-274
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	1.051	6.186	950	-	901	-	-	-	65.648	-	891
Centrales térmicas públicas	-	5.462	950	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	1.051	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	724	-	-	901	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-	-	-	65.648	-	891
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	-	-	-	1.075	-	-	40	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	1.075	-	-	40	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.165
Intercambios de productos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.165
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minas de Carbón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	-191	595	-221	-	762	-	-	40	-	-	-
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	0	247	-	-	99	-	-	40	-	-	-
Industria química	-	0	-	-	10	-	-	40	-	-	-
Otros sectores	0	247	-	-	89	-	-	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	-	634	-	-	333	-	-	-	-	-	-
Industria	-	494	-	-	253	-	-	-	-	-	-
Siderurgia	-	197	-	-	187	-	-	-	-	-	-
Metales no férreos	-	9	-	-	29	-	-	-	-	-	-
Industria química	-	250	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	-	38	-	-	26	-	-	-	-	-	-
Extracción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-
Textil y piel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Papel e impresión	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipamientos de transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maquinaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Construcción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otras industrias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transportes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Serv. públicos, etc.	-	140	-	-	80	-	-	-	-	-	-
Residencial	-	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	-	35	-	-	80	-	-	-	-	-	-
Agricultura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-191	-286	-221	0	330	0	0	0	0	0	0

Tabla A2.10. Consumo de combustibles por sectores. Año 2019 (cont.) (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	Kilotoneladas											
	Total prod. petrolíf.	Gas de refinería	GLP	Gasolinas motores	Gasolina aviación	Jet Fuel	Queroseno	Nafta	Gasóleo diésel	Fuelóleo	Coque de petróleo	Otros prod. petrolíferos
Producción primaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Importaciones totales	18.434	-	1.242	1.438	5	1.675	-	915	5.005	6.843	708	603
Variaciones de existencias	-167	-	15	-288	-	45	10	-8	-132	-25	176	40
Exportaciones totales	21.001	-	553	4.740	-	401	-	1.391	5.974	2.701	2.193	3.048
Abastecimiento de buques	7.307	-	-	-	-	-	-	-	1.594	5.713	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	10.041	-	704	-3.590	5	1.319	10	-484	-2.695	-1.596	-1.309	-2.405
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	2.101	-	0	-	-	-	-	79	819	1.174	28	-
Centrales térmicas públicas	2.022	-	0	-	-	-	-	-	819	1.174	28	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	79	-	-	-	-	-	-	79	-	-	-	-
Calefacción urbana	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	65.221	2.113	1.167	9.087	-	454	9.816	1.438	27.005	5.056	3.604	5.481
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	65.221	2.113	1.167	9.087	-	454	9.816	1.438	27.005	5.056	3.604	5.481
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-1.101	1.844	542	-388	-1	5.112	-9.826	118	3.790	-942	-287	-1.063
Intercambios de productos	64	1.844	542	-388	-1	5.112	-9.826	118	3.790	-942	-287	102
Productos transferidos	-1.165	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-1.165
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	2.638	2.577	4	-	-	-	-	-	25	32	-	-
Minas de Carbón	10	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	3	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Refinerías de Petróleo	2.617	2.577	3	-	-	-	-	-	5	32	-	-
Centrales Eléctricas	7	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	1	-	1	-	-	-	-	-	0	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	49.340	1.380	2.409	5.109	4	6.885	-	993	27.255	1.312	1.980	2.013
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	5.963	349	1.469	-	-	-	-	1.786	-	-	154	2.204
Industria química	4.647	349	1.469	-	-	-	-	1.786	-	-	22	1.021
Otros sectores	1.316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133	1.183
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	44.717	-	1.113	5.172	5	7.111	-	-	28.162	1.373	1.776	5
Industria	2.570	-	13	-	-	-	-	-	14	761	1.776	5
Siderurgia	45	-	5	-	-	-	-	-	0	40	-	-
Metales no férreos	90	-	-	-	-	-	-	-	1	43	46	-
Industria química	58	-	-	-	-	-	-	-	-	58	-	-
Productos minerales no metálicos	1.904	-	8	-	-	-	-	-	10	156	1.725	5
Extracción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	251	-	0	-	-	-	-	-	3	248	-	-
Textil y piel	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Papel e impresión	60	-	0	-	-	-	-	-	0	54	6	-
Equipamientos de transporte	2	-	-	-	-	-	-	-	0	2	-	-
Maquinaria	33	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	-
Madera	95	-	-	-	-	-	-	-	-	95	-	-
Construcción	28	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	-
Otras industrias	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Transportes	35.210	-	86	5.133	5	7.111	-	-	22.291	585	-	-
Ferrocarril	77	-	-	-	-	-	-	-	77	-	-	-
Transporte por carretera	26.947	-	86	5.133	-	-	-	-	21.728	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	6.027	-	-	-	1	6.026	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	1.089	-	-	-	4	1.085	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Navegación interior	1.070	-	-	-	-	-	-	-	485	585	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resid., Comercio, Serv. públicos, etc.	6.937	-	1.014	39	-	-	-	-	5.857	27	-	-
Residencial	2.244	-	797	-	-	-	-	-	1.442	5	-	-
Comercio y Servicios Públicos	1.153	-	164	33	-	-	-	-	939	17	-	-
Agricultura	3.541	-	53	6	-	-	-	-	3.477	5	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-1.399	1.031	-173	-63	-1	-226	0	-793	-907	-61	49	-196

Tabla A2.10. Consumo de combustibles por sectores. Año 2019 (cont.) (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	TJ _{PCI}					
	Gas natural	Gas de coquería	Gas de horno alto	Gas de acería	Gas de fábrica	Otros gases
Producción primaria	4.865	-	-	1.212	-	6.928
Recuperación	325	-	-	-	-	-
Importaciones totales	1.355.410	-	-	-	-	-
Variaciones de existencias	-24.233	-	-	-	-	-
Exportaciones totales	40.963	-	-	-	-	-
Abastecimiento de buques	1.491	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	1.293.914	-	-	1.212	-	6.928
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	366.531	-	10.350	-	-	1.029
Centrales térmicas públicas	365.511	-	10.350	-	-	1.029
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	1.020	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	8.482	17.272	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	8.482	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	17.272	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-	-
Intercambios de productos	-	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-	-
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	71.456	5.601	561	190	-	3.807
Minas de Carbón	36	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	507	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	59.046	-	-	-	-	3.807
Centrales Eléctricas	202	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	11.665	5.601	561	190	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	425	583	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	855.502	2.297	6.361	1.022	-	2.092
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	59.575	-	-	-	-	2.092
Industria química	59.575	-	-	-	-	2.092
Otros sectores	-	-	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	794.819	2.632	8.739	1.022	-	-
Industria	526.838	2.632	8.739	1.022	-	-
Siderurgia	31.281	2.632	8.739	1.022	-	-
Metales no férreos	20.747	-	-	-	-	-
Industria química	143.159	-	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	94.342	-	-	-	-	-
Extracción	7.342	-	-	-	-	-
Alimentación. bebidas y tabaco	68.911	-	-	-	-	-
Textil y piel	8.222	-	-	-	-	-
Papel e impresión	81.742	-	-	-	-	-
Equipamientos de transporte	12.212	-	-	-	-	-
Maquinaria	19.036	-	-	-	-	-
Madera	9.526	-	-	-	-	-
Construcción	22.261	-	-	-	-	-
Otras industrias	8.056	-	-	-	-	-
Transportes	8.926	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	6.643	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	2.283	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Servicios públicos, etc.	259.056	-	-	-	-	-
Residencial	144.347	-	-	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	97.819	-	-	-	-	-
Agricultura	16.889	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	1.107	-335	-2.377	0	0	-0

Tabla A2.10. Consumo de combustibles por sectores. Año 2019 (cont.) (biomasa)

SUMINISTRO Y CONSUMO	TJ _{PCI}		kilotoneladas		TJ _{PCI}
	Biocomb. sólidos (exc. carbón vegetal)	Carbón Vegetal	Biodiésel (biogénico)	Bioetanol (biogénico)	Biogás
Producción primaria	210.821	15	1.985	429	11.142
Recuperación	-	-	-	-	-
Importaciones totales	-	-	1.840	4	-
Variaciones de existencias	-	-	43	-8	-
Exportaciones totales	-	-	2.172	219	-
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	210.821	15	1.696	206	11.142
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	37.131	-	-	-	7.190
Centrales térmicas públicas	33.900	-	-	-	6.865
Centrales nucleares	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	1.066	-	-	-	-
Otros	2.165	-	-	-	325
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	-	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-
Intercambios de productos	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	-	-	-	-	-
Minas de Carbón	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	-	-	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	173.690	15	1.696	206	3.951
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	1.105	-	-	-	-
Industria química	-	-	-	-	-
Otros sectores	1.105	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	172.585	15	1.619	202	3.951
Industria	89.766	-	-	-	1.153
Siderurgia	-	-	-	-	-
Metales no férreos	2	-	-	-	-
Industria química	265	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	9.151	-	-	-	-
Extracción	11	-	-	-	-
Alimentación. bebidas y tabaco	21.122	-	-	-	-
Textil y piel	250	-	-	-	-
Papel e impresión	33.833	-	-	-	1.153
Equipamientos de transporte	11	-	-	-	-
Maquinaria	1.470	-	-	-	-
Madera	17.654	-	-	-	-
Construcción	217	-	-	-	-
Otras industrias	5.780	-	-	-	-
Transportes	-	-	1.619	202	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	1.619	202	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-
Oleoductos	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Servicios públicos, etc.	82.820	15	-	-	2.798
Residencial	75.910	15	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	4.073	-	-	-	2.653
Agricultura	2.837	-	-	-	145
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-0	0	77	4	-0

Tabla A2.11. Consumo de combustibles por sectores. Año 2020 (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	Kilotoneladas										
	Carbón coquizable	Hulla y antracita	Carbón sub-bitum.	Aglomer. de hulla	Coque	Lignito pardo	Briquetas de lignito	Breas y benzol	Petróleo crudo	GNL	Inputs intermed.
Producción primaria	-	-	-	-	-	-	-	-	28	-	-
Recuperación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63
Importaciones totales	361	3.607	-	-	888	-	-	-	54.855	-	3.686
Variaciones de existencias	320	1.800	105	-	-12	-	-	-	271	-	395
Exportaciones totales	-	1.986	-	-	96	-	-	-	-	-	3.142
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	681	3.421	105	-	780	-	-	-	55.154	-	1.002
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	675	2.939	374	-	337	-	-	-	55.154	-	1.464
Centrales térmicas públicas	-	2.470	374	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	675	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	469	-	-	337	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-	-	-	55.154	-	1.464
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	-	-	-	527	-	-	21	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	527	-	-	21	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	462
Intercambios de productos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	462
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minas de Carbón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	6	482	-269	-	970	-	-	21	-	-	-
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	0	195	-	-	69	-	-	21	-	-	-
Industria química	-	0	-	-	10	-	-	21	-	-	-
Otros sectores	0	194	-	-	59	-	-	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	-	465	-	-	870	-	-	-	-	-	-
Industria	-	360	-	-	770	-	-	-	-	-	-
Siderurgia	-	99	-	-	692	-	-	-	-	-	-
Metales no férreos	-	8	-	-	26	-	-	-	-	-	-
Industria química	-	227	-	-	13	-	-	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	-	25	-	-	17	-	-	-	-	-	-
Extracción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	-	-	-	-	22	-	-	-	-	-	-
Textil y piel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Papel e impresión	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipamientos de transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maquinaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Construcción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otras industrias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transportes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Serv. públicos, etc.	-	105	-	-	100	-	-	-	-	-	-
Residencial	-	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	-	30	-	-	100	-	-	-	-	-	-
Agricultura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	6	-177	-269	0	31	0	0	0	0	0	0

Tabla A2.11. Consumo de combustibles por sectores. Año 2020 (cont.) (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	Kilotoneladas											
	Total prod. petrolíf.	Gas de refinería	GLP	Gasolinas motores	Gasolina aviación	Jet Fuel	Queroseno	Nafta	Gasóleo diésel	Fuelóleo	Coque de petróleo	Otros prod. petrolíferos
Producción primaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Importaciones totales	15.191	-	997	1.065	3	1.228	-	1.018	5.802	3.974	601	503
Variaciones de existencias	-374	-	12	86	-	-338	46	40	-436	-11	197	30
Exportaciones totales	19.767	-	446	4.303	-	519	-	990	7.138	2.505	2.128	1.738
Abastecimiento de buques	6.429	-	-	-	-	-	-	-	2.464	3.965	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	11.379	-	563	-3.152	3	371	46	68	-4.236	-2.507	-1.330	-1.205
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	1.756	-	0	-	-	-	-	63	828	849	16	-
Centrales térmicas públicas	1.692	-	0	-	-	-	-	-	827	849	16	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	63	-	-	-	-	-	-	63	-	-	-	-
Calefacción urbana	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	55.673	1.907	920	7.822	-	155	7.839	1.309	24.240	2.443	3.529	5.509
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	55.673	1.907	920	7.822	-	155	7.839	1.309	24.240	2.443	3.529	5.509
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-483	1.742	564	-611	-2	1.853	-7.885	-22	4.384	1.839	-540	-1.805
Intercambios de productos	-21	1.742	564	-611	-2	1.853	-7.885	-22	4.384	1.839	-540	-1.343
Productos transferidos	-462	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-462
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	2.363	2.323	1	-	-	-	-	-	15	24	-	-
Minas de Carbón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	2	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Refinerías de Petróleo	2.354	2.323	1	-	-	-	-	-	7	24	-	-
Centrales Eléctricas	6	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	1	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	39.693	1.326	2.046	4.059	1	2.379	-	1.292	23.545	902	1.643	2.499
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	6.658	400	1.181	-	-	-	-	2.244	-	-	137	2.696
Industria química	5.517	400	1.181	-	-	-	-	2.244	-	-	14	1.677
Otros sectores	1.142	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123	1.019
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	34.616	-	976	4.108	4	2.617	-	-	24.443	994	1.474	0
Industria	2.088	-	13	-	-	-	-	-	13	588	1.474	0
Siderurgia	26	-	4	-	-	-	-	-	0	22	-	-
Metales no férreos	67	-	-	-	-	-	-	-	1	38	28	-
Industria química	36	-	-	-	-	-	-	-	-	36	-	-
Productos minerales no metálicos	1.619	-	9	-	-	-	-	-	10	159	1.441	0
Extracción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	173	-	0	-	-	-	-	-	2	171	-	-
Textil y piel	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Papel e impresión	49	-	0	-	-	-	-	-	0	44	5	-
Equipamientos de transporte	1	-	-	-	-	-	-	-	0	1	-	-
Maquinaria	22	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	-
Madera	73	-	-	-	-	-	-	-	-	73	-	-
Construcción	19	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-	-
Otras industrias	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
Transportes	25.657	-	66	4.071	4	2.617	-	-	18.543	357	-	-
Ferrocarril	53	-	-	-	-	-	-	-	53	-	-	-
Transporte por carretera	22.162	-	66	4.071	-	-	-	-	18.025	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	2.045	-	-	-	0	2.045	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	575	-	-	-	3	572	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Navegación interior	821	-	-	-	-	-	-	-	464	357	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resid., Comercio, Serv. públicos, etc.	6.870	-	897	37	-	-	-	-	5.887	49	-	-
Residencial	2.308	-	745	-	-	-	-	-	1.560	3	-	-
Comercio y Servicios Públicos	1.032	-	103	32	-	-	-	-	852	45	-	-
Agricultura	3.530	-	49	5	-	-	-	-	3.475	1	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-1.582	926	-111	-49	-3	-238	0	-952	-898	-92	32	-197

Tabla A2.11. Consumo de combustibles por sectores. Año 2020 (cont.) (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	TJ _{PCI}					
	Gas natural	Gas de coquería	Gas de horno alto	Gas de acería	Gas de fábrica	Otros gases
Producción primaria	1.746	-	-	902	-	6.340
Recuperación	342	-	-	-	-	-
Importaciones totales	1.183.333	-	-	-	-	-
Variaciones de existencias	27.777	-	-	-	-	-
Exportaciones totales	42.690	-	-	-	-	-
Abastecimiento de buques	893	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	1.169.615	-	-	902	-	6.340
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	292.748	-	6.406	-	-	980
Centrales térmicas públicas	291.830	-	6.406	-	-	980
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	918	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	4.962	13.001	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	4.962	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	13.001	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-	-
Intercambios de productos	-	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-	-
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	60.224	3.710	1.115	153	-	3.439
Minas de Carbón	48	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	546	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	50.475	-	-	-	-	3.439
Centrales Eléctricas	163	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	8.992	3.710	1.115	153	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	385	1.793	-	-	-	0
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	816.258	-541	5.480	748	-	1.922
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	53.897	0	-	-	-	1.922
Industria química	53.897	-	-	-	-	1.922
Otros sectores	-	0	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	758.039	1.063	6.892	748	-	-
Industria	491.758	1.063	6.892	748	-	-
Siderurgia	29.826	1.063	6.892	748	-	-
Metales no férreos	18.630	-	-	-	-	-
Industria química	137.984	-	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	91.794	-	-	-	-	-
Extracción	8.929	-	-	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	66.917	-	-	-	-	-
Textil y piel	8.293	-	-	-	-	-
Papel e impresión	68.795	-	-	-	-	-
Equipamientos de transporte	10.398	-	-	-	-	-
Maquinaria	17.771	-	-	-	-	-
Madera	8.319	-	-	-	-	-
Construcción	15.233	-	-	-	-	-
Otras industrias	8.867	-	-	-	-	-
Transportes	8.808	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	7.110	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	1.698	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Servicios públicos, etc.	257.473	-	-	-	-	-
Residencial	145.066	-	-	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	95.628	-	-	-	-	-
Agricultura	16.778	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	4.323	-1.604	-1.412	0	0	0

Tabla A2.11. Consumo de combustibles por sectores. Año 2020 (cont.) (biomasa)

SUMINISTRO Y CONSUMO	TJ _{PCI}		kilotoneladas		TJ _{PCI}
	Biocomb. sólidos (exc. carbón vegetal)	Carbón Vegetal	Biodiésel (biogénico)	Bioetanol (biogénico)	Biogás
Producción primaria	211.495	15	1.845	426	11.349
Recuperación	-	-	-	-	-
Importaciones totales	-	-	1.409	4	-
Variaciones de existencias	-	-	213	-68	-
Exportaciones totales	-	-	2.019	225	-
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	211.495	15	1.449	138	11.349
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	45.675	-	-	-	7.546
Centrales térmicas públicas	42.726	-	-	-	7.204
Centrales nucleares	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	784	-	-	-	-
Otros	2.165	-	-	-	342
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	-	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-
Intercambios de productos	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	-	-	-	-	-
Minas de Carbón	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	-	-	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	165.820	15	1.449	138	3.803
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	869	-	-	-	-
Industria química	-	-	-	-	-
Otros sectores	869	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	164.951	15	1.378	134	3.803
Industria	81.626	-	-	-	1.015
Siderurgia	-	-	-	-	-
Metales no férreos	2	-	-	-	-
Industria química	316	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	9.814	-	-	-	-
Extracción	11	-	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	20.135	-	-	-	-
Textil y piel	243	-	-	-	-
Papel e impresión	28.205	-	-	-	1.015
Equipamientos de transporte	11	-	-	-	-
Maquinaria	968	-	-	-	-
Madera	17.104	-	-	-	-
Construcción	211	-	-	-	-
Otras industrias	4.606	-	-	-	-
Transportes	-	-	1.378	134	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	1.378	134	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-
Oleoductos	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Servicios públicos, etc.	83.326	15	-	-	2.788
Residencial	76.072	15	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	4.420	-	-	-	2.638
Agricultura	2.834	-	-	-	150
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	0	0	71	4	0

Tabla A2.12. Consumo de combustibles por sectores. Año 2021 (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	kilotoneladas										
	Carbón coquizable	Hulla y antracita	Carbón sub-bitum.	Aglomer. de hulla	Coque	Lignito pardo	Briquetas de lignito	Breas y benzol	Petróleo crudo	GNL	Inputs intermed.
Producción primaria	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-
Recuperación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	54
Importaciones totales	1.421	3.854	-	-	800	-	-	-	56.172	-	4.760
Variaciones de existencias	80	-350	-	-	-20	-	-	-	745	-	75
Exportaciones totales	40	587	-	-	102	-	-	-	-	-	2.981
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	1.461	2.917	-	-	678	-	-	-	56.922	-	1.908
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	1.445	2.690	283	-	920	-	-	-	56.922	-	2.125
Centrales térmicas públicas	-	2.035	283	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	1.445	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	655	-	-	920	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-	-	-	56.922	-	2.125
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	-	-	-	1.112	-	-	37	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	1.112	-	-	37	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	217
Intercambios de productos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	217
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Minas de Carbón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	16	227	-283	-	870	-	-	37	0	-	-
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	0	256	-	-	80	-	-	37	-	-	-
Industria química	-	0	-	-	12	-	-	37	-	-	-
Otros sectores	0	256	-	-	68	-	-	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	-	571	-	-	732	-	-	-	-	-	-
Industria	-	481	-	-	642	-	-	-	-	-	-
Siderurgia	-	140	-	-	547	-	-	-	-	-	-
Metales no férreos	-	9	-	-	36	-	-	-	-	-	-
Industria química	-	249	-	-	10	-	-	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	-	82	-	-	21	-	-	-	-	-	-
Extracción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	-	-	-	-	28	-	-	-	-	-	-
Textil y piel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Papel e impresión	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Equipamientos de transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Maquinaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Construcción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otras industrias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transportes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Serv. públicos, etc.	-	90	-	-	90	-	-	-	-	-	-
Residencial	-	62	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	-	28	-	-	90	-	-	-	-	-	-
Agricultura	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	16	-600	-283	0	58	0	0	0	-0	0	0

Tabla A2.12. Consumo de combustibles por sectores. Año 2021 (cont.) (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	kilotoneladas											
	Total prod. petrolíf.	Gas de refinería	GLP	Gasolinas motores	Gasolina aviación	Jet Fuel	Queroseno	Nafta	Gasóleo diésel	Fuelóleo	Coque de petróleo	Otros prod. petrolíferos
Producción primaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Importaciones totales	15.438	-	723	504	6	696	-	1.286	6.620	4.129	939	535
Variaciones de existencias	1.613	-	-21	115	-1	452	-11	-18	999	239	-86	-55
Exportaciones totales	19.366	-	514	4.565	0	789	0	779	6.358	2.194	1.919	2.247
Abastecimiento de buques	7.313	-	-	-	-	-	-	-	2.736	4.577	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	-9.628	-	187	-3.945	5	359	-11	489	-1.475	-2.403	-1.067	-1.768
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	1.693	-	0	-	-	-	-	54	876	763	-	-
Centrales térmicas públicas	1.639	-	0	-	-	-	-	-	876	763	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	54	-	-	-	-	-	-	54	-	-	-	-
Calefacción urbana	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	58.057	1.953	1.240	9.668	-	316	8.379	1.444	24.186	2.645	2.887	5.340
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Refinerías	58.057	1.953	1.240	9.668	-	316	8.379	1.444	24.186	2.645	2.887	5.340
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-226	1.770	379	-740	-1	2.617	-8.367	-328	4.114	1.446	-314	-802
Intercambios de productos	-9	1.770	379	-740	-1	2.617	-8.367	-328	4.114	1.446	-314	-585
Productos transferidos	-217	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-217
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	2.323	2.277	1	-	-	-	-	-	16	29	-	-
Minas de Carbón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	3	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Refinerías de Petróleo	2.314	2.277	1	-	-	-	-	-	7	29	-	-
Centrales Eléctricas	6	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	1	-	0	-	-	-	-	-	0	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	44.186	1.446	1.806	4.982	4	3.292	0	1.551	25.933	895	1.507	2.770
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	6.843	396	1.504	-	-	-	-	2.416	-	-	130	2.397
Industria química	5.596	396	1.504	-	-	-	-	2.416	-	-	19	1.261
Otros sectores	1.247	-	-	-	-	-	-	-	-	-	111	1.136
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	38.839	-	1.132	5.065	5	3.401	0	-	26.957	945	1.332	3
Industria	1.938	-	91	-	-	-	-	-	19	493	1.332	3
Siderurgia	30	-	9	-	-	-	-	-	0	21	-	-
Metales no féreos	55	-	5	-	-	-	-	-	1	38	10	-
Industria química	38	-	2	-	-	-	-	-	-	36	-	-
Productos minerales no metálicos	1.521	-	26	-	-	-	-	-	11	163	1.318	3
Extracción	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alimentación, bebidas y tabaco	134	-	23	-	-	-	-	-	6	105	-	-
Textil y piel	2	-	1	-	-	-	-	-	-	0	-	-
Papel e impresión	55	-	7	-	-	-	-	-	0	43	4	-
Equipamientos de transporte	4	-	3	-	-	-	-	-	0	1	-	-
Maquinaria	15	-	4	-	-	-	-	-	-	11	-	-
Madera	55	-	1	-	-	-	-	-	-	54	-	-
Construcción	24	-	9	-	-	-	-	-	-	15	-	-
Otras industrias	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
Transportes	29.868	-	83	5.013	5	3.401	-	-	20.965	402	-	-
Ferrocarril	46	-	-	-	-	-	-	-	46	-	-	-
Transporte por carretera	25.489	-	83	5.013	-	-	-	-	20.393	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	2.632	-	-	-	0	2.631	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	774	-	-	-	4	769	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-
Navegación interior	927	-	-	-	-	-	-	-	525	402	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resid., Comercio, Serv. públicos, etc.	7.033	-	957	52	-	-	0	-	5.974	50	-	-
Residencial	2.308	-	793	-	-	-	-	-	1.512	3	-	-
Comercio y Servicios Públicos	1.154	-	120	47	-	-	-	-	942	45	-	-
Agricultura	3.571	-	44	5	-	-	0	-	3.520	2	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-1.413	1.050	-830	-83	-1	-108	0	-865	-1.024	-49	44	370

Tabla A2.12. Consumo de combustibles por sectores. Año 2021 (cont.) (fósiles)

SUMINISTRO Y CONSUMO	TJ _{PCI}					
	Gas natural	Gas de coquería	Gas de horno alto	Gas de acería	Gas de fábrica	Otros gases
Producción primaria	1.425	-	-	1.786	-	6.131
Recuperación	324	-	-	-	-	-
Importaciones totales	1.346.625	-	-	-	-	-
Variaciones de existencias	-2.341	-	-	-	-	-
Exportaciones totales	110.035	-	-	-	-	-
Abastecimiento de buques	4.054	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	1.231.945	-	-	1.786	-	6.131
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	298.513	-	11.031	-	-	785
Centrales térmicas públicas	297.594	-	11.031	-	-	785
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	918	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	9.976	17.952	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-	-
Coquerías	-	9.976	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	17.952	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-	-
Intercambios de productos	-	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-	-
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	65.575	6.662	978	780	-	3.254
Minas de Carbón	48	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	8	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	54.842	-	-	-	-	3.254
Centrales Eléctricas	154	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	10.522	6.662	978	780	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	375	1.413	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	867.483	1.901	5.943	1.006	-	2.093
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	48.610	-	-	-	-	2.093
Industria química	48.610	-	-	-	-	2.093
Otros sectores	-	-	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	819.448	2.899	8.856	1.006	-	-
Industria	542.106	2.899	8.856	1.006	-	-
Siderurgia	31.771	2.899	8.856	1.006	-	-
Metales no férreos	27.557	-	-	-	-	-
Industria química	144.671	-	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	106.405	-	-	-	-	-
Extracción	8.344	-	-	-	-	-
Alimentación. bebidas y tabaco	78.384	-	-	-	-	-
Textil y piel	8.126	-	-	-	-	-
Papel e impresión	71.311	-	-	-	-	-
Equipamientos de transporte	10.710	-	-	-	-	-
Maquinaria	17.645	-	-	-	-	-
Madera	8.083	-	-	-	-	-
Construcción	19.628	-	-	-	-	-
Otras industrias	9.471	-	-	-	-	-
Transportes	11.829	-	-	-	-	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	9.205	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-	-
Oleoductos	2.624	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Servicios públicos, etc.	265.514	-	-	-	-	-
Residencial	144.527	-	-	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	103.736	-	-	-	-	-
Agricultura	17.251	-	-	-	-	-
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-575	-998	-2.913	-0	0	0

Tabla A2.12. Consumo de combustibles por sectores. Año 2021 (cont.) (biomasa)

SUMINISTRO Y CONSUMO	TJ _{PCI}		kilotoneladas		TJ _{PCI}
	Biocomb. sólidos (exc. carbón vegetal)	Carbón Vegetal	Biodiésel (biogénico)	Bioetanol (biogénico)	Biogás
Producción primaria	221.099	15	1.769	437	12.199
Recuperación	-	-	-	-	-
Importaciones totales	-	-	1.828	4	-
Variaciones de existencias	-	-	441	-59	-
Exportaciones totales	-	-	2.616	203	-
Abastecimiento de buques	-	-	-	-	-
CONSUMO INTERIOR BRUTO	221.099	15	1.422	180	12.199
ENTRADAS EN TRANSFORMACIÓN	52.315	-	-	-	7.767
Centrales térmicas públicas	49.366	-	-	-	7.443
Centrales nucleares	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	784	-	-	-	-
Otros	2.165	-	-	-	324
SALIDAS DE TRANSFORMACIÓN	-	-	-	-	-
Centrales térmicas públicas	-	-	-	-	-
Centrales nucleares	-	-	-	-	-
Fabricación de aglomerados y de briquetas	-	-	-	-	-
Coquerías	-	-	-	-	-
Altos hornos	-	-	-	-	-
Fábricas de gas	-	-	-	-	-
Refinerías	-	-	-	-	-
Calefacción urbana	-	-	-	-	-
Otros	-	-	-	-	-
INTERCAMBIOS Y TRANSFERENCIAS	-	-	-	-	-
Intercambios de productos	-	-	-	-	-
Productos transferidos	-	-	-	-	-
CONSUMO DEL SECTOR ENERGÉTICO	-	-	-	-	-
Minas de Carbón	-	-	-	-	-
Extracción de Petróleo y Gas	-	-	-	-	-
Refinerías de Petróleo	-	-	-	-	-
Centrales Eléctricas	-	-	-	-	-
Bombeo (Electricidad)	-	-	-	-	-
Otros Sectores Energéticos	-	-	-	-	-
PÉRDIDAS DE DISTRIBUCIÓN	-	-	-	-	-
DISPONIBILIDAD PARA CONSUMO FINAL	168.784	15	1.422	180	4.432
CONSUMO FINAL NO ENERGÉTICO	1.335	-	-	-	-
Industria química	-	-	-	-	-
Otros sectores	1.335	-	-	-	-
CONSUMO FINAL DE ENERGÍA	167.448	15	1.350	177	4.432
Industria	83.646	-	-	-	1.035
Siderurgia	-	-	-	-	-
Metales no férreos	2	-	-	-	-
Industria química	356	-	-	-	-
Productos minerales no metálicos	10.372	-	-	-	-
Extracción	10	-	-	-	-
Alimentación. bebidas y tabaco	18.370	-	-	-	-
Textil y piel	217	-	-	-	-
Papel e impresión	32.696	-	-	-	1.035
Equipamientos de transporte	10	-	-	-	-
Maquinaria	1.225	-	-	-	-
Madera	15.260	-	-	-	-
Construcción	188	-	-	-	-
Otras industrias	4.942	-	-	-	-
Transportes	-	-	1.350	177	-
Ferrocarril	-	-	-	-	-
Transporte por carretera	-	-	1.350	177	-
Transporte Aéreo Civil Internacional	-	-	-	-	-
Transporte Aéreo Doméstico	-	-	-	-	-
Oleoductos	-	-	-	-	-
Navegación interior	-	-	-	-	-
No especificado	-	-	-	-	-
Residencial, Comercio, Servicios públicos, etc.	83.803	15	-	-	3.397
Residencial	76.305	15	-	-	-
Comercio y Servicios Públicos	4.719	-	-	-	3.189
Agricultura	2.779	-	-	-	209
DIFERENCIA ESTADÍSTICA	-0	0	72	4	0



**ANEXO 3. OTRAS
DESCRIPCIONES
METODOLÓGICAS
DETALLADAS DE
DETERMINADOS SECTORES**

ÍNDICE

ANEXO 3. OTRAS DESCRIPCIONES METODOLÓGICAS DETALLADAS DE DETERMINADOS SECTORES	769
A3.1. Emisiones fugitivas. Transformación de combustibles sólidos (CO ₂).....	769
A3.2. Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura	770
A3.2.1. Contenido de biomasa viva en tierras forestales que permanecen como tales	770
A3.2.2. Metodología de estimación del incremento de biomasa provincial en las transiciones a tierras forestales.....	775
A3.2.3. Metodología de estimación de las emisiones causadas por los incendios.....	779
A3.2.4. Metodología de estimación de las emisiones causadas por las quemas controladas	783
A3.2.5. Metodología de estimación de las emisiones/absorciones debidas a las transiciones entre cultivos	785
A3.2.6. Metodología de estimación de las emisiones/absorciones debidas a las prácticas de conservación de los suelos en cultivos leñosos.....	788
A3.2.7. Metodología de estimación de las emisiones/absorciones debidas a las prácticas de gestión de los suelos en pastizales herbáceos	792
A3.2.8. Estimación de los valores de C en suelos (SOC) por uso y provincia.....	795
A3.2.9. Estimación del contenido de carbono en la madera muerta en tierras forestales con bosques estables	799
A3.2.10. Estimación del <i>stock</i> de C en detritus en bosque que permanece como tal	802
A3.2.11. Justificación de que el carbono orgánico del suelo no es fuente de emisiones en las superficies de gestión forestal.....	804
A3.2.12. Justificación de que la madera muerta y el detritus no son fuente de emisiones en las superficies de gestión forestal.....	808
A3.2.13. Análisis del proceso de regeneración de las superficies quemadas	815
A3.2.14. Justificación de que el carbono orgánico del suelo de los cultivos herbáceos que se mantienen como tales no es una fuente de emisiones de GEI	818
A3.3. Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A). Reparto residuos en masa.....	822

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A3.1.	Coeficiente raíz-vástago (R) y fracción de carbono (CF)	771
Tabla A3.2.	Factor de expansión de biomasa (BEFD) (cifras en t m.s./m ³ volumen maderable)	772
Tabla A3.3.	Existencias anuales de C en la biomasa viva en Tierras forestales que permanecen como tales (4A1) (C _{LB}) (cifras en t C/ha)	773
Tabla A3.4.	Superficies acumuladas y CSC de la biomasa viva en Tierras forestales que permanecen como tales (4A1) (cifras en hectáreas y en t C/ha, respectivamente)	774
Tabla A3.5.	Incremento anual provincial de la biomasa viva en Tierras convertidas en tierras forestales (4A2) (Gt) (cifras en t m.s./ha-año)	776
Tabla A3.6.	Incremento anual provincial de C en biomasa viva en Tierras convertidas en tierras forestales (4A2) (Ct) (cifras en t C/ha-año)	777
Tabla A3.7.	Parámetros del modelo de emisiones de incendios forestales	780
Tabla A3.8.	Valores de consumo de combustible en incendios (cifras en t m.s./ha)	781
Tabla A3.9.	Factores de emisión en incendios (cifras en g/kg m.s. quemada)	781
Tabla A3.10.	Variable de actividad para el cálculo de las emisiones causadas por incendios (cifras en hectáreas)	782
Tabla A3.11.	Emisiones causadas por incendios (cifras en kt para CO ₂ y en toneladas para CH ₄ y N ₂ O)	782
Tabla A3.12.	Asignaciones de modelos de combustible y de carga de combustible (cifras en t m.s./ha)	783
Tabla A3.13.	Factores de emisión en quemas controladas (cifras en g/kg m.s. quemada)	784
Tabla A3.14.	Variable de actividad para el cálculo de las emisiones causadas por quemas controladas (cifras en hectáreas)	784
Tabla A3.15.	Emisiones causadas por quemas controladas (cifras en kt para CO ₂ y en toneladas para CH ₄ y N ₂ O)	784
Tabla A3.16.	Resumen de la información de partida para el cálculo de la tasa de acumulación y pérdida de biomasa en la categoría CL (4B)	786
Tabla A3.17.	Transiciones de cultivos con origen o destino un cultivo leñoso (cifras en hectáreas)	787
Tabla A3.18.	Factores de cambio de existencias de SOC para prácticas de gestión en cultivos leñosos	789
Tabla A3.19.	Factores de cambio de existencias de SOC para prácticas de gestión en cultivos leñosos. Caso concreto: región climática templada seca	789
Tabla A3.20.	Superficies de las regiones climáticas por provincias (cifras en hectáreas)	790
Tabla A3.21.	Aprovechamiento y prácticas de gestión de los grupos de pastizales	793
Tabla A3.22.	Factores de cambio de existencias de SOC para la gestión en los grupos de pastizales herbáceos	794
Tabla A3.23.	Asignación perfiles a categorías UNFCCC	796
Tabla A3.24.	Correspondencia de código Allué y Orden con Región Climática	797
Tabla A3.25.	Valores de SOC según uso de la tierra y región climática (cifras en t C/ha)	798
Tabla A3.26.	Valores de SOC según uso de la tierra y provincia (cifras en t C/ha)	798
Tabla A3.27.	Valores de SOC según uso de la tierra a nivel nacional (cifras en t C/ha)	799
Tabla A3.28.	Factor de reducción (fr) para estimar el peso de C en función de los niveles de decaimiento (GD) de la madera muerta (DW)	801
Tabla A3.29.	Valores provinciales de biomasa y carbono por hectárea (cifras en t m.s/ha y t C/ha, respectivamente)	802
Tabla A3.30.	Valores nacionales del balance de SOC	805
Tabla A3.31.	Valores del balance de SOC por formación arbolada (cifras en hectáreas y toneladas de C)	806
Tabla A3.32.	Valores nacionales del balance de volumen, biomasa y carbono de DW	809
Tabla A3.33.	Fechas de realización de los IFN	811
Tabla A3.34.	Serie histórica de cortas de madera (cifras en m ³ con corteza)	813
Tabla A3.35.	Clasificación de la abundancia de regeneración en parcelas del IFN	815
Tabla A3.36.	Porcentajes de regeneración en parcelas incendiadas. Fuente: IFN3	816
Tabla A3.37.	Composición nacional (cifras en %)	823
Tabla A3.38.	Composición nacional corregida (cifras en %)	824
Tabla A3.39.	Distribución de residuos según tipología (cifras en toneladas)	826

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura A3.1.	Mapa de regiones climáticas por provincias	790
Figura A3.2.	Stock de C en LT de las parcelas de la Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques de Nivel I	803
Figura A3.3.	Evolución de las existencias forestales en España (periodo 1975-2016)	812
Figura A3.4.	Evolución del volumen maderable (periodo 1975-2016)	812
Figura A3.5.	Evolución de la madera cortada (cifras en m ³ con corteza)	814
Figura A3.6.	Índice de extracción (cifras en %)	814
Figura A3.7.	Evolución del contenido de SOC simulado y medido en una rotación de cebada-barbecho bajo diferentes tratamientos de laboreo (cifras en g C/m ²)	819
Figura A3.8.	Concentraciones de SOC en cada tratamiento de laboreo a diferentes profundidades (cifras en g C/kg)	820
Figura A3.9.	Contenido (%) y ratio de estratificación de SOC bajo diferentes tratamientos de laboreo	821

ANEXO 3. OTRAS DESCRIPCIONES METODOLÓGICAS DETALLADAS DE DETERMINADOS SECTORES

En los apartados de este anexo se presentan en detalle algunas descripciones metodológicas de la estimación de las emisiones/absorciones para determinados sectores o categorías de actividad que amplían la exposición realizada en los correspondientes capítulos sectoriales.

A3.1. Emisiones fugitivas. Transformación de combustibles sólidos (CO₂)

En España operan en el periodo 1995-2021 (tras el cierre en 1994 de una planta de siderurgia integral) cuatro plantas de transformación de combustibles sólidos (coquerías): dos de ellas, pertenecientes a la misma empresa, están integradas en sendas instalaciones de siderurgia integral (una detuvo su producción durante el periodo 2013-2019 para renovar sus instalaciones, que volvieron a ponerse en marcha en 2020 y comportaron el cierre definitivo de la otra planta) y las dos restantes son coquerías independientes (no emplazadas en instalaciones de siderurgia integral).

Para las dos plantas emplazadas en siderurgia integral, la información recogida en el Inventario para determinar el balance de carbono del proceso y los combustibles consumidos para calentar las baterías de coque se recaba vía cuestionario individualizado.

Para las dos plantas independientes la información análoga se extraía de la publicación *Estadística de fabricación de pasta coquizable, coquerías y gas de horno*¹, y, desde 2008, de los cuestionarios individualizados que envía cada una de las dos plantas con su balance de carbono.

Una vez procesada la información mencionada de las cuatro plantas, se contrasta el total con las cifras del balance energético nacional (cuestionarios internacionales y publicaciones de EUROSTAT y la Agencia Internacional de la Energía).

El problema de la *Estadística de fabricación de pasta coquizable, coquerías y gas de horno* es que, al presentar la información en términos de masa y de energía, pero no en términos de contenidos de carbono, permitía sólo una aproximación al balance de carbono (utilizando parámetros externos de los contenidos de carbono de los combustibles y de las entradas y salidas de las baterías de coque). Una problemática similar se presentaba al cuadrar los resultados agregados de las cuatro plantas al utilizar la información del balance energético nacional más arriba referido.

Así, salvo para determinados subperiodos (2000-2004) en que se recibía un balance detallado de carbono por planta para cada una de las dos instalaciones emplazadas en siderurgia integral, el resultado sólo podía ser una buena aproximación a la mejor estimación posible que se puede derivar del conocimiento del balance específico de carbono y consumo de combustibles de cada una de las cuatro coquerías.

Para hacer más transparente el proceso de estimación de emisiones seguido para las coquerías, y siguiendo las recomendaciones de los ERT de las ediciones 2010 y 2011 del inventario, se elaboró una plantilla homogénea para recoger y tratar la información de estas plantas, estimar el balance de carbono en los procesos (entradas menos salidas) de las baterías de coque y los combustibles utilizados para su calentamiento. Con la información solicitada se realiza tanto el balance de masas (y se estiman las emisiones correspondientes) como un balance de energía que sirve de control de calidad (QC) del balance de carbono y de las emisiones resultantes. Estas plantillas se han utilizado para la recogida de información individualizada por coquería, facilitando la cumplimentación de los balances de carbono y la estimación de las emisiones para los años

¹ La información de base reportada al instrumento de Comercio de Derechos de Emisión (ETS) no resulta útil aquí, pues no permite identificar el proceso específico de las coquerías, ya que las plantas reportan sus emisiones de CO₂ como "burbuja" del conjunto de procesos de la planta.

2008-2021. No obstante, dada la confidencialidad que exige el tratamiento de esta información, no es posible incluirla en el presente informe.

A3.2. Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura

En este apartado se presenta la información referida en los capítulos 6 “Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura”.

A3.2.1. Contenido de biomasa viva en tierras forestales que permanecen como tales

El *stock* de biomasa viva (LB, por sus siglas en inglés) por hectárea, provincia y año en las Tierras forestales que permanecen como tales (4A1) se estima con la información contenida en los Inventarios Forestales Nacionales de España (IFN) 2, 3 y 4² y siguiendo un procedimiento basado en la Guía IPCC 2006 (apdo. 2.3.1, cap. 2, vol. 4) que se describe a continuación.

Los IFN aportan información del *stock* de biomasa viva por hectárea (medido en volumen maderable por hectárea - m³/ha) y por provincia, en el año en que se realiza el IFN en cada provincia. Para estimar el incremento de biomasa anual en el resto de los años se ha procedido a la interpolación lineal entre los datos de los dos inventarios más cercanos.

La biomasa viva aérea, en toneladas de materia seca por hectárea (t m.s./ha), se calcula multiplicando el volumen maderable provincial (*V*) recogido en los IFN, en metros cúbicos por hectárea y especie, por los factores de expansión de biomasa (*BEFD*) propios de cada especie (que en el caso de España incluye la densidad de la madera). Aplicando el factor de expansión de raíces (*R*) a la biomasa viva aérea, se obtiene el valor total anual de biomasa por hectárea (*B_{ha}*), que integra tanto la biomasa aérea como la subterránea. A continuación, se muestra la fórmula de cálculo:

$$B_{ha} = V \times BEFD \times (1 + R)$$

donde,

<i>B_{ha}</i>	biomasa total anual por hectárea (t m.s./ha).
<i>V</i>	volumen maderable anual por hectárea (m ³ /ha).
<i>BEFD</i>	factor de expansión de biomasa, para transformar el volumen maderable en biomasa arbórea sobre el suelo (t m.s./m ³ volumen maderable), que incluye la influencia de la densidad de la madera (ver apartado “Información adicional facilitada al ERT”).
<i>R</i>	coeficiente raíz-vástago ³ (adimensional).

El contenido de C de la biomasa total (aérea y subterránea) estimada se calcula multiplicándola por la fracción de carbono (CF).

Los valores de BEFD, R y CF utilizados son valores de referencia nacionales. La fuente de información de los valores BEFD es un estudio del Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF), cuya referencia se incluye al final del presente apartado del Inventario Nacional; y la de los valores de R y CF es la Monografía 13 del Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), Serie Forestal *Producción de biomasa y*

² El IFN4 se encuentra en proceso de elaboración, por lo que no se dispone de información para todas las provincias, sólo de las siguientes: Navarra, La Coruña, Lugo, Orense, Pontevedra, Baleares, Murcia, Asturias, Cantabria, La Rioja, Madrid, Barcelona, Tarragona, Lérida, Gerona, Cáceres, Badajoz, Las Palmas, Santa Cruz de Tenerife, Salamanca, Burgos, Segovia, Soria, Ávila, León, Palencia y Valladolid; así como de las provincias de la comunidad autónoma del País Vasco (Álava, Vizcaya y Guipúzcoa). Para realizar el cálculo a nivel provincial de estas últimas se han utilizado los datos autonómicos del País Vasco del IFN4 y los datos provinciales y autonómicos del País Vasco del IFN3.

³ Entendido vástago como el total de la biomasa aérea.

fijación de CO₂ por los bosques españoles (Gregorio Montero, Ricardo Ruiz Peinado y Marta Muñoz, 2005).

En las tablas siguientes se reflejan los valores de R, CF y BEFD utilizados para cada especie, agrupados por especies de coníferas y frondosas.

Tabla A3.1. Coeficiente raíz-vástago (R) y fracción de carbono (CF)

	Especies	R	CF		Especies	R	CF
CONÍFERAS	<i>Abies alba</i>	0,188	0,506	FRONDOSAS	<i>Fagus sylvatica</i>	0,859	0,486
	<i>Abies pinsapo</i>	0,387	0,500		<i>Frangula alnus</i>	0,536	0,500
	<i>Cedrus</i> spp.	0,387	0,500		<i>Fraxinus</i> spp.	0,730	0,478
	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i>	0,387	0,500		<i>Ilex aquifolium</i>	0,536	0,500
	<i>Cupressus</i> spp.	0,387	0,500		<i>Ilex canariensis</i>	0,653	0,500
	<i>Juniperus communis</i>	3,587	0,500		<i>Laurus azorica</i>	0,397	0,500
	<i>Juniperus oxycedrus</i>	3,587	0,500		<i>Malus sylvestris</i>	0,536	0,500
	<i>Juniperus phoenicea</i>	0,587	0,500		<i>Myrica faya</i>	0,639	0,500
	<i>Juniperus sabina</i>	0,587	0,500		<i>Myrtus communis</i>	0,536	0,500
	<i>Juniperus thurifera</i>	0,314	0,475		<i>Ocotea phoetens</i>	0,479	0,500
	<i>Larix</i> spp.	0,387	0,500		<i>Olea europaea</i>	0,458	0,473
	<i>Picea abies</i>	0,387	0,500		<i>Persea indica</i>	0,479	0,500
	<i>Pinus canariensis</i>	0,264	0,500		<i>Phillyrea latifolia</i>	0,536	0,500
	<i>Pinus halepensis</i>	0,309	0,499		<i>Platanus</i> spp.	0,536	0,500
	<i>Pinus nigra</i>	0,244	0,509		<i>Populus alba</i>	0,536	0,500
	<i>Pinus pinaster</i>	0,284	0,511		<i>Populus tremula</i>	0,536	0,500
	<i>Pinus pinaster</i> (norte)	0,284	0,511		<i>Pyrus</i> spp.	0,536	0,500
	<i>Pinus pinaster</i> (resto)	0,284	0,511		<i>Quercus canariensis</i>	0,323	0,486
	<i>Pinus pinea</i>	0,183	0,508		<i>Quercus faginea</i>	0,462	0,480
	<i>Pinus radiata</i>	0,274	0,497		<i>Quercus ilex</i> ssp. <i>ballota</i>	0,529	0,475
<i>Pinus sylvestris</i>	0,272	0,509	<i>Quercus ilex</i> ssp. <i>ilex</i>	0,529	0,475		
<i>Pinus uncinata</i>	0,330	0,509	<i>Quercus petraea</i>	0,284	0,500		
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	0,387	0,500	<i>Quercus pyrenaica</i>	0,300	0,475		
<i>Taxus baccata</i>	0,387	0,500	<i>Quercus robur</i>	0,536	0,484		
Otras coníferas	0,387	0,500	<i>Quercus rubra</i>	0,536	0,500		
FRONDOSAS	<i>Acacia</i> spp.	0,536	0,500	<i>Quercus suber</i>	0,290	0,472	
	<i>Ailanthus altissima</i>	0,536	0,500	Otros <i>quercus</i>	0,536	0,500	
	<i>Alnus glutinosa</i>	0,675	0,500	<i>Rhamnus alaternus</i>	0,536	0,500	
	<i>Amelanchier ovalis</i>	0,536	0,500	<i>Salix</i> spp.	0,536	0,500	
	<i>Betula</i> spp.	0,202	0,485	<i>Sambucus nigra</i>	0,536	0,500	
	<i>Castanea sativa</i>	0,869	0,484	<i>Sambucus racemosa</i>	0,536	0,500	
	<i>Celtis australis</i>	0,536	0,500	<i>Tamarix</i> spp.	0,536	0,500	
	<i>Ceratonia siliqua</i>	0,953	0,500	<i>Ulmus</i> spp.	0,536	0,500	
	<i>Cornus sanguinea</i>	0,536	0,500	Otros árboles ripícolas	0,536	0,500	
	<i>Crataegus</i> spp.	0,536	0,500	Otras laurisilvas	0,479	0,500	
	<i>Erica arborea</i>	0,443	0,500	Otras frondosas	0,536	0,500	
	<i>Eucalyptus</i> spp.	0,495	0,475	- Coníferas/frondosas	0,462	0,500	
	<i>Euonymus europaeus</i>	0,536	0,500				

Tabla A3.2. Factor de expansión de biomasa (BEFD) (cifras en t m.s./m³ volumen maderable)

	Especies	BEFD
CONÍFERAS	<i>Abies alba</i>	0,61
	<i>Pinus halepensis</i>	0,74
	<i>Pinus nigra</i>	0,64
	<i>Pinus pinaster</i>	0,55
	<i>Pinus pinea</i>	0,73
	<i>Pinus radiata</i>	0,44
	<i>Pinus sylvestris</i>	0,62
	<i>Pinus uncinata</i>	0,61
	Otras coníferas	0,62
FRONDOSAS	<i>Alnus glutinosa</i>	0,62
	<i>Betula pendula</i>	0,73
	<i>Castanea sativa</i>	0,75
	<i>Eucalyptus globulus</i>	0,81
	<i>Fagus sylvatica</i>	0,81
	<i>Fraxinus excelsior</i>	0,83
	<i>Populus nigra</i>	0,53
	<i>Populus tremula</i>	0,66
	<i>Quercus canariensis</i>	1,00
	<i>Quercus faginea</i>	1,11
	<i>Quercus ilex</i>	1,28
	<i>Quercus petraea</i>	0,84
	<i>Quercus pubescens</i>	0,89
	<i>Ulmus minor</i>	0,90
	Otras frondosas	0,84
-	Coníferas/frondosas	0,73

El CSC de LB se estima con el “método de diferencia de existencias” de la Guía IPCC 2006 (ecuación 2.8, cap. 2, vol. 4), mediante la interpolación lineal, por hectárea y provincia, entre los datos de los dos inventarios más cercanos; multiplicando al final del proceso el valor estimado por la superficie de tierra del año correspondiente. Este procedimiento de cálculo sigue las directrices establecidas en el apartado 2.3.3 de la Guía Suplementaria KP 2013⁴.

$$\Delta C_B = \left(\frac{(C_{t_2}/A_{t_2} - C_{t_1}/A_{t_1})}{(t_2 - t_1)} \right) \times A_{t_2}$$

donde,

- ΔC_B cambio anual en las existencias de C de la biomasa total (t C/año).
 C_{t_x} contenido de C de la biomasa total en el momento t_x (t C).
 A_{t_x} superficie de Tierras forestales que permanecen como tales en el momento t_x (ha).

⁴ Dado que la superficie cambia entre IFN, de acuerdo con el apartado 2.3.3 de la Guía Suplementaria KP 2013, es una buena práctica realizar todos los cálculos de CSC anual con la superficie en el momento final (t_2); de acuerdo con las indicaciones realizadas por el JRC (*Joint Research Centre*) en las jornadas técnicas del sector LULUCF celebradas en año 2015 en Arona, Italia (https://forest.jrc.ec.europa.eu/media/filer_public/e9/12/e9126b4e-600d-488c-b37c-4497aec90e32/implementationofstockchangemethod.pdf). Esta información responde a las recomendaciones provisionales de la revisión de la UNFCCC de 2019 (ID# L.22).

La tabla siguiente muestra el contenido de C de la biomasa viva (aérea y subterránea) anual por provincia (C_{LB}), en toneladas de C por hectárea (t C/ha); y la información directa de los IFN (año de realización y existencias de C en la biomasa en el citado año, en t C/ha).

Tabla A3.3. Existencias anuales de C en la biomasa viva en Tierras forestales que permanecen como tales (4A1) (C_{LB}) (cifras en t C/ha)

Provincia		C_{LB} (t C/ha)			Año de realización			Diferencia entre IFN (C_{LB} /año)	
		IFN2	IFN3	IFN4	IFN2	IFN3	IFN4	IFN2 vs. IFN3	IFN3 vs. IFN4
1	Álava	51,70	62,93	73,16	1996	2005	2011	1,25	1,71
2	Albacete	13,90	13,96	-	1993	2004	-	0,00	-
3	Alicante	7,87	12,07	-	1994	2006	-	0,35	-
4	Almería	8,26	12,19	-	1995	2007	-	0,33	-
5	Ávila	22,86	25,77	32,86	1991	2002	2020	0,26	0,39
6	Badajoz	9,30	12,93	14,43	1990	2001	2017	0,33	0,09
7	Baleares (Illes)	23,86	24,44	26,81	1987	1999	2010	0,05	0,22
8	Barcelona	28,95	37,20	48,16	1990	2001	2015	0,75	0,78
9	Burgos	25,58	35,12	44,93	1991	2003	2018	0,79	0,65
10	Cáceres	8,40	12,48	14,44	1990	2001	2017	0,37	0,12
11	Cádiz	16,62	19,39	-	1996	2007	-	0,25	-
12	Castellón	13,17	17,21	-	1994	2006	-	0,34	-
13	Ciudad Real	13,01	11,14	-	1993	2004	-	-0,17	-
14	Córdoba	10,40	13,31	-	1995	2006	-	0,26	-
15	Coruña (A)	44,44	57,89	82,61	1986	1997	2009	1,22	2,06
16	Cuenca	20,00	21,55	-	1992	2003	-	0,14	-
17	Girona	40,49	54,95	65,70	1989	2001	2015	1,21	0,77
18	Granada	12,77	15,39	-	1995	2007	-	0,22	-
19	Guadalajara	16,53	18,93	-	1992	2003	-	0,22	-
20	Guipúzcoa	55,24	71,58	83,19	1996	2006	2011	1,63	2,32
21	Huelva	12,12	12,89	-	1996	2008	-	0,06	-
22	Huesca	26,20	30,65	-	1993	2004	-	0,40	-
23	Jaén	19,00	21,05	-	1995	2006	-	0,19	-
24	León	25,58	26,66	36,86	1992	2003	2020	0,10	0,60
25	Lleida	28,99	37,20	50,04	1989	2000	2015	0,75	0,86
26	Rioja (La)	42,35	53,74	66,21	1987	1999	2012	0,95	0,96
27	Lugo	39,13	52,86	68,15	1987	1998	2009	1,25	1,39
28	Madrid	19,81	22,15	28,38	1990	2000	2013	0,23	0,48
29	Málaga	15,07	17,72	-	1995	2007	-	0,22	-
30	Murcia	5,97	11,39	14,34	1987	1999	2010	0,45	0,27
31	Navarra	73,31	74,29	87,10	1989	1999	2008	0,10	1,42
32	Ourense	29,36	35,63	48,52	1987	1998	2009	0,57	1,17
33	Asturias	52,73	67,07	82,06	1988	1998	2010	1,43	1,25
34	Palencia	18,27	31,46	41,45	1991	2003	2020	1,10	0,59
35	Palmas (Las)	14,87	22,88	18,89	1992	2002	2017	0,80	0,16
36	Pontevedra	50,39	57,12	79,65	1986	1998	2009	0,56	2,05
37	Salamanca	11,48	14,77	16,85	1992	2002	2018	0,33	0,13
38	Santa Cruz de Tenerife	43,03	52,36	60,45	1992	2002	2017	0,93	0,54
39	Cantabria	70,79	73,96	80,31	1988	2000	2010	0,26	0,64
40	Segovia	29,68	32,23	38,95	1991	2004	2019	0,20	0,45
41	Sevilla	7,12	9,38	-	1996	2007	-	0,21	-
42	Soria	23,23	32,88	38,08	1991	2004	2019	0,74	0,35
43	Tarragona	15,93	21,08	33,33	1989	2001	2015	0,43	0,87
44	Teruel	15,51	20,72	-	1994	2005	-	0,47	-
45	Toledo	14,50	13,22	-	1993	2004	-	-0,12	-

Provincia		C _{LB} (t C/ha)			Año de realización			Diferencia entre IFN (C _{LB} /año)	
		IFN2	IFN3	IFN4	IFN2	IFN3	IFN4	IFN2 vs. IFN3	IFN3 vs. IFN4
46	Valencia	8,76	13,15	-	1994	2006	-	0,37	-
47	Valladolid	14,94	21,07	22,00	1992	2002	2020	0,61	0,05
48	Vizcaya	42,95	54,63	63,45	1996	2005	2011	1,30	1,47
49	Zamora	13,11	16,88	24,40	1992	2002	2020	0,38	0,42
50	Zaragoza	12,41	16,02	-	1993	2005	-	0,30	-

A continuación se incluye una síntesis de la serie temporal nacional de las superficies de Tierras forestales que permanecen como tales (4A1) y el CSC de la biomasa viva⁵.

Tabla A3.4. Superficies acumuladas y CSC de la biomasa viva en Tierras forestales que permanecen como tales (4A1) (cifras en hectáreas y en t C/ha, respectivamente)

Variable	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Superficie (ha)	11.981.312	13.450.159	14.004.488	14.705.126	15.252.027	15.388.753	15.546.696
CSC LB (t C/ha)	0,46	0,52	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53

Información adicional facilitada al ERT

A continuación, se incluyen, siguiendo las recomendaciones del ERT, la explicación y la documentación remitidas durante la revisión de la edición 2014 del Inventario Nacional (serie 1990-2012).

España está aplicando valores específicos del país para la combinación de los factores de expansión de la biomasa (BEF) y de las densidades de madera (D) y, por lo tanto, está utilizando un valor único para el producto de factores BEF y D, en lugar de valores separados para cada parámetro. Como se ha indicado en revisiones anteriores, estos valores combinados, específicos del país, se derivan de la información recopilada por el Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF).

Por lo tanto, la metodología española no proporciona información desagregada de BEF y densidad de madera utilizado para cada especie.

Esta es una posibilidad que se reflejaba en la GPG-LULUCF 2003 de IPCC⁶: “*Due to country-specific conditions (e.g. Lehtonen et al., 2003; Smith et al., 2003) BEF and D may be combined in one value. In such cases, the guidance given on BEF and D should be applied to the combined values as appropriate*” (pág. 3.26, apdo. 3.2.1.1.1.1, cap. 3); y se refleja también en la Guía IPCC 2006: “*El BCEFS transforma el volumen venable de existencias en crecimiento directamente en su biomasa aérea. Los valores del BCEFS son más convenientes porque se pueden aplicar directamente a datos de inventario de bosques basados en volumen y a registros operativos, sin tener que recurrir a densidades boscosas básicas (D)*” (pág. 2.14, apdo. 2.3.1.1, cap. 2, vol. 4), siendo $BCEFS = BEFs \times D$, donde BEFs es el factor de expansión de la biomasa y D la densidad básica de madera.

El estudio realizado por CREAF puede consultarse en la edición 2017 del Inventario Nacional (serie 1990-2015)⁷ (apartado A3.3.1).

⁵ Esta información responde a las recomendaciones de la revisión de la UNFCCC de 2019 (ID# L.22).

⁶ *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*, 2003. (Guía de Buenas Prácticas para el Uso de la Tierra, el Cambio de Uso de la Tierra y la Selvicultura). <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf.html>

⁷ La edición 2017 del Inventario Nacional (serie 1990-2015) puede consultarse en: <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/submissions/national-inventory-submissions-2017>.

A3.2.2. Metodología de estimación del incremento de biomasa provincial en las transiciones a tierras forestales

El cálculo del incremento anual de biomasa viva en Tierras convertidas en tierras forestales (4A2) se ha realizado utilizando un procedimiento basado en la información existente en: los Inventarios Forestales Nacionales (IFN1, IFN2 e IFN3), el Mapa Forestal de España a escala 1:50.000 (MFE50), la cartografía base del IFN3 y los Anuarios de Estadísticas Forestales (AEF) entre los años 2006 y 2013.

Los resultados obtenidos serán de aplicación para las transiciones a tierras forestales.

Se ha considerado que un bosque pasa a ser maduro cuando alcanza el estado de fustal⁸ (20 cm de diámetro).

Para cada especie, se ha estimado la edad a la que alcanza el diámetro de 20 cm (E_{20}) y el volumen maderable que tendrá la masa a esa edad (V_{20}), a partir de los datos del IFN1⁹, IFN2 e IFN3. Considerando un crecimiento lineal, el incremento de volumen maderable anual de la especie se obtiene dividiendo el volumen V_{20} entre la edad E_{20} , tal y como se refleja en la siguiente fórmula:

$$\Delta V_{anual} = \frac{V_{20}}{E_{20}}$$

donde,

- ΔV_{anual} incremento de volumen maderable anual de la especie, en m³/ha.año;
- V_{20} volumen maderable de la especie correspondiente a un diámetro de 20 cm, en m³/ha;
- E_{20} edad necesaria para que la especie alcance un diámetro de 20 cm, en años.

A partir del citado incremento de volumen anual por especie, en m³/ha.año, se calcula el incremento anual de biomasa viva por especie, $G_{t_{especie}}$, en t m.s./ha.año, utilizando los valores por especie del factor de expansión de biomasa (BEFD) y la relación raíz-vástago (R) (ver apartado A3.2.1). A continuación, para el cálculo del $C_{t_{especie}}$, en t C/ha.año, se aplican los coeficientes CF, particulares para cada especie.

Este incremento anual de biomasa viva obtenido para cada especie se aplicará a los primeros 20 años de vida de la repoblación, que se considera el tiempo necesario para que un bosque en transición se convierta en un bosque que permanece como tal. A partir de 20 años se usará el incremento anual utilizado en el bosque que permanece como tal.

Para la estimación de la composición de especies de las repoblaciones realizadas en cada provincia, se parte de los datos disponibles en los AEF y en el MFE50. Las masas puras se estiman a partir de los datos de AEF y las mixtas a partir del MFE50. El resultado es la composición y proporción de especies para cada uno de los cinco grupos analizados: repoblaciones puras de conífera, repoblaciones puras de frondosa, repoblaciones de mezcla de coníferas, repoblaciones de mezcla de frondosas o repoblaciones mixtas de coníferas-frondosas.

Teniendo en cuenta esta proporción se calcula el incremento anual provincial, tanto de biomasa viva como de carbono, para los cinco grupos de especies mencionados, denominados $G_{t_{grupo}}$, en

⁸ Según el Diccionario Forestal (Sociedad Española de Ciencias Forestales, 2005), fustal es una de las clases naturales de edad del arbolado, que se inicia cuando el diámetro supera los 20 cm y se mantiene hasta el final de la vida de la masa o del pie.

⁹ Tablas nacionales del IFN1 para las especies que están disponibles en las publicaciones "Las Coníferas en el primer Inventario Forestal Nacional" y "Las Frondosas en el primer Inventario Forestal Nacional". Para el resto de especies se asimilan a otras conocidas similares, a una media del grupo correspondiente y, para casos concretos, se estiman con datos del IFN2 e IFN3.

t m.s./ha.año y C_{grupo} , en t C/ha.año, respectivamente. Multiplicando estos valores por la superficie ocupada por cada uno de los grupos citados, se obtiene el G_{total} , en t m.s./año y el C_{total} , en t C/año.

Por último, los cinco grupos de especies se agrupan en tres tipos de bosque: bosque de coníferas, bosque de frondosas y bosques mixtos; y se calcula el incremento anual de biomasa viva y de carbono para cada tipo de bosque, bajo la denominación $G_{\text{tipo de bosque}}$, en t m.s./año y $C_{\text{tipo de bosque}}$, en t C/año, para cada provincia.

Teniendo en cuenta la superficie ocupada por cada tipo de bosque en cada provincia, en hectáreas, se calcula el incremento anual, tanto de biomasa viva como de carbono, por hectárea de cada uno de ellos, $G_{\text{tipo de bosque}}$ (t m.s./ha.año) y $C_{\text{tipo de bosque}}$ (t C/ha.año).

El $G_{\text{provincial}}$ (t m.s./ha.año) se calcula ponderando el G_{t} (por ha y año) de cada tipo de bosque, $G_{\text{tipo de bosque}}$ (t m.s./ha.año), por la superficie ocupada, tal y como se refleja en la fórmula siguiente:

$$G_{\text{provincial}} = \frac{G_{\text{coníferas}} \times S_{\text{coníferas}} + G_{\text{frondosas}} \times S_{\text{frondosas}} + G_{\text{mixtas}} \times S_{\text{mixtas}}}{S_{\text{coníferas}} + S_{\text{frondosas}} + S_{\text{mixtas}}}$$

donde,

$G_{\text{provincial}}$	incremento anual provincial de la biomasa viva en las Tierras convertidas en tierras forestales (4A2), en t m.s./ha;
$G_{\text{coníferas}}$, $G_{\text{frondosas}}$ y G_{mixtas}	incremento anual de biomasa para cada tipo de bosque, $G_{\text{tipo de bosque}}$, en t m.s./ha;
$S_{\text{coníferas}}$, $S_{\text{frondosas}}$ y S_{mixtas}	superficie de cada tipo de bosque, $S_{\text{tipo de bosque}}$, en hectáreas (ha).

Los cálculos para el carbono son idénticos.

Tras el análisis de los resultados se detectó que el dato obtenido en las masas mixtas para la provincia de Murcia era muy elevado. Aplicando un criterio conservador, se estimó conveniente aplicar el dato nacional para masas mixtas, 2,22 t m.s./ha-año, en lugar del dato obtenido, con lo que el $G_{\text{provincial}}$ de Murcia es muy similar al de las provincias de Almería y Alicante.

Tabla A3.5. Incremento anual provincial de la biomasa viva en Tierras convertidas en tierras forestales (4A2) (Gt) (cifras en t m.s./ha-año)

Provincia		Gt (t m.s./ha-año)			
		Coníferas	Frondosas	Mixtas	Provincial
1	Álava	-	2,30	-	2,30
2	Albacete	1,91	0,25	1,64	1,12
3	Alicante	1,67	1,04	2,95	2,55
4	Almería	2,52	0,71	-	1,98
5	Ávila	2,25	1,63	1,56	1,81
6	Badajoz	2,21	1,59	2,81	1,64
7	Baleares (Illes)	1,91	0,57	-	1,79
8	Barcelona	2,34	3,34	1,86	2,47
9	Burgos	2,27	2,13	1,89	1,95
10	Cáceres	2,21	1,42	2,14	1,48
11	Cádiz	-	1,02	1,73	1,44
12	Castellón	1,81	1,06	1,47	1,69
13	Ciudad Real	-	1,13	1,75	1,31
14	Córdoba	-	1,27	-	1,27
15	Coruña (A)	5,19	5,21	-	5,20
16	Cuenca	1,99	0,68	1,58	1,19

Provincia		Gt (t m.s./ha-año)			
		Coníferas	Fronosas	Mixtas	Provincial
17	Girona	5,25	1,95	4,04	4,02
18	Granada	-	1,37	-	1,37
19	Guadalajara	3,00	1,04	1,98	1,35
20	Guipúzcoa	5,25	2,22	4,24	3,65
21	Huelva	-	1,23	-	1,23
22	Huesca	2,19	1,25	-	1,99
23	Jaén	-	1,27	1,72	1,48
24	León	2,69	2,67	2,43	2,56
25	Lleida	2,24	0,96	1,54	1,59
26	Rioja (La)	2,47	2,42	1,97	2,45
27	Lugo	5,06	5,29	-	5,09
28	Madrid	2,16	1,54	1,65	1,79
29	Málaga	2,38	1,09	-	1,46
30	Murcia	2,01	0,71	2,22	2,17
31	Navarra	2,03	2,06	2,95	2,06
32	Ourense	4,20	5,67	-	4,44
33	Asturias	4,75	8,00	7,84	5,61
34	Palencia	2,44	3,05	1,91	2,13
35	Palmas (Las)	2,37	1,58	-	1,80
36	Pontevedra	5,10	8,30	-	7,05
37	Salamanca	3,05	1,46	2,49	1,68
38	Santa Cruz de Tenerife	2,96	1,08	0,96	1,50
39	Cantabria	4,19	12,50	4,40	8,84
40	Segovia	2,23	1,71	1,92	1,92
41	Sevilla	-	1,03	5,16	1,58
42	Soria	2,53	1,65	1,89	2,03
43	Tarragona	1,95	1,08	-	1,56
44	Teruel	2,36	1,09	1,57	1,86
45	Toledo	2,32	1,46	2,02	1,70
46	Valencia	1,89	0,96	1,53	1,51
47	Valladolid	2,50	1,93	1,69	2,34
48	Vizcaya	5,07	12,84	-	6,26
49	Zamora	2,50	2,05	1,99	2,23
50	Zaragoza	2,27	0,92	-	1,98
ESPAÑA		3,34	2,40	2,22	2,67

Tabla A3.6. Incremento anual provincial de C en biomasa viva en Tierras convertidas en tierras forestales (4A2) (Ct) (cifras en t C/ha-año)

Provincia		Ct (t C/ha-año)			
		Coníferas	Fronosas	Mixtas	Provincial
1	Álava	-	1,13	-	1,13
2	Albacete	0,95	0,12	0,82	0,56
3	Alicante	0,84	0,51	1,47	1,27
4	Almería	1,28	0,34	-	1,00
5	Ávila	1,15	0,79	0,78	0,91
6	Badajoz	1,12	0,77	1,41	0,79
7	Baleares (Illes)	0,95	0,27	-	0,89
8	Barcelona	1,18	1,66	0,93	1,24
9	Burgos	1,15	1,05	0,95	0,98
10	Cáceres	1,12	0,68	1,07	0,71

Provincia		Ct (t C/ha-año)			
		Coníferas	Fronchosas	Mixtas	Provincial
11	Cádiz	-	0,48	0,87	0,71
12	Castellón	0,92	0,53	0,73	0,86
13	Ciudad Real	-	0,54	0,88	0,63
14	Córdoba	-	0,60	-	0,60
15	Coruña (A)	2,64	2,58	-	2,62
16	Cuenca	1,00	0,33	0,78	0,59
17	Girona	2,64	0,95	2,01	2,01
18	Granada	-	0,67	-	0,67
19	Guadalajara	1,52	0,51	0,99	0,67
20	Guipúzcoa	2,63	1,08	2,11	1,81
21	Huelva	-	0,58	-	0,58
22	Huesca	1,10	0,62	-	1,00
23	Jaén	-	0,60	0,86	0,72
24	León	1,36	1,33	1,22	1,28
25	Lleida	1,13	0,46	0,76	0,79
26	Rioja (La)	1,24	1,20	0,98	1,22
27	Lugo	2,55	2,63	-	2,57
28	Madrid	1,09	0,76	0,83	0,89
29	Málaga	1,19	0,54	-	0,73
30	Murcia	1,01	0,35	1,11	1,09
31	Navarra	1,03	1,01	1,47	1,02
32	Ourense	2,14	2,81		2,25
33	Asturias	2,41	3,85	3,94	2,79
34	Palencia	1,24	1,52	0,95	1,06
35	Palmas (Las)	1,18	0,77	0,00	0,89
36	Pontevedra	2,61	4,13	-	3,54
37	Salamanca	1,55	0,70	1,25	0,82
38	Santa Cruz de Tenerife	1,48	0,54	0,48	0,75
39	Cantabria	2,10	6,09	2,20	4,33
40	Segovia	1,14	0,83	0,95	0,95
41	Sevilla	-	0,49	2,58	0,77
42	Soria	1,29	0,81	0,94	1,02
43	Tarragona	0,98	0,52	-	0,78
44	Teruel	1,18	0,54	0,78	0,93
45	Toledo	1,18	0,70	1,01	0,83
46	Valencia	0,95	0,47	0,75	0,75
47	Valladolid	1,27	0,95	0,84	1,18
48	Vizcaya	2,52	6,10	-	3,07
49	Zamora	1,28	1,00	1,00	1,13
50	Zaragoza	1,14	0,44	-	0,99
ESPAÑA		1,69	1,17	1,11	1,33

A3.2.3. Metodología de estimación de las emisiones causadas por los incendios

La metodología que se describe a continuación permite estimar las emisiones de CO₂, CH₄, N₂O, CO y NO_x procedentes de la quema de biomasa que los incendios producen en Tierras forestales (FL, por sus siglas en inglés) (4A), Tierras de cultivo (CL, por sus siglas en inglés) (4B) y Pastizales (GL, por sus siglas en inglés) (4C).

La estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), y precursores de estos, a causa del fuego se realiza mediante la siguiente ecuación (basada en la ecuación 2.27, cap. 2, vol. 4 de la Guía IPCC 2006):

$$L_{fire} = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-3}$$

donde,

L_{fire}	cantidad de emisiones de GEI provocada por el fuego, en toneladas de cada gas de efecto invernadero (p.ej., CH ₄ , N ₂ O, etc.).
A	superficie quemada, en hectáreas (ha).
M_B	masa de combustible disponible para la combustión, en t por hectárea (t/ha). Incluye biomasa, hojarasca molida y madera muerta. Cuando se aplican métodos de nivel 1, entonces se supone que los depósitos de hojarasca y de madera muerta equivalen a cero, a excepción de los casos en los que hay un cambio en el uso de la tierra (véase el apartado 2.3.2.2, cap. 2, vol. 4 de la Guía IPCC 2006).
C_f	factor de combustión, sin dimensión (valores por defecto del cuadro 2.6, cap. 2, vol. 4 de la Guía IPCC 2006).
G_{ef}	factor de emisión, en g/kg de materia seca quemada (valores por defecto del cuadro 2.5, cap. 2, vol. 4 de la Guía IPCC 2006).

De acuerdo con la Guía IPCC 2006, cuando no se dispone de datos para M_B y C_f , se puede utilizar un valor por defecto para la cantidad de combustible realmente quemado (el producto de $M_B \times C_f$) (cuadro 2.4, cap. 2, vol. 4, Guía IPCC 2006), según la metodología de nivel 1.

La variable de actividad de los incendios en FL y GL para el periodo 1990-2020¹⁰, superficie quemada en hectáreas (ha), procede de los partes de incendios forestales de la D.G. de Biodiversidad, Bosques y Desertificación. Las superficies quemadas se agrupan por tipo de vegetación en: superficies con vegetación leñosa arbolada, diferenciando coníferas y frondosas, que se asigna a FL; superficies con vegetación leñosa no arbolada (matorral) y superficies con vegetación herbácea, que se asignan a GL.

Por otra parte, la variable de actividad de los incendios ocurridos en tierras de cultivo aseguradas para el periodo 1990-2021, superficie siniestrada por el riesgo de incendio, en hectáreas (ha), por línea de seguro¹¹, procede de la Entidad Estatal de Seguros Agrarios (ENESA)¹², dependiente del MAPA.

Dadas las diferencias existentes en la estimación de la cantidad de combustible realmente quemado entre la vegetación leñosa arbolada y el resto de la vegetación afectada por los incendios (vegetación leñosa no arbolada (matorral), vegetación herbácea y cultivos asegurados), la descripción de este cálculo se realiza de forma independiente.

¹⁰ A falta de información oficial de incendios para el año 2021, se ha adoptado, como variable de actividad para este año, el valor promedio de los datos provinciales de los últimos 10 años disponibles (2011-2020).

¹¹ https://www.mapa.gob.es/es/enesa/lineas_de_seguros/seguros_agricolas/default.aspx

¹² <https://www.mapa.gob.es/es/enesa/>

Incendios de vegetación leñosa arbolada

El procedimiento empleado para la estimación del combustible quemado en incendios de vegetación leñosa arbolada sigue la metodología de Rodríguez Murillo (1994)¹³ y comienza con la estimación del carbono (C) existente en la superficie quemada antes del incendio.

En las superficies arboladas se distinguen los siguientes componentes de biomasa total (T) susceptibles de ser afectados por el fuego:

- Biomasa aérea:
 - Fracción comercial (M), formada por los troncos de tamaño comercial.
 - Resto de biomasa aérea (B), formada por las ramas, hojas y partes no comerciales del tronco.
- Biomasa subterránea (U), formada por las raíces.
- Biomasa de residuos en el suelo (PL), formada por los residuos de la biomasa aérea caídos al suelo.

La biomasa total (T) se expresa como la suma de los componentes anteriores:

$$T = M + B + U + PL$$

La metodología de Rodríguez Murillo (1994) establece las siguientes relaciones entre los componentes de la biomasa total (T), tomando como referencia la variable fracción comercial (M):

$$T = 2,7 \times M;$$

$$B = 0,9636 \times M;$$

$$U = 0,25 \times (M + B); \text{ y, por tanto, } U = 0,4909 \times M;$$

$$PL = 0,1 \times (M + B + U); \text{ y, por tanto, } PL = 0,24545 \times M.$$

La fracción comercial (M) se estima mediante la siguiente ecuación:

$$M = Sc \times ic \times dc + Sf \times if \times df$$

donde,

- Sc* y *Sf* Superficies arboladas de coníferas y frondosas, respectivamente, que constituye la variable de actividad de la estimación, en hectáreas (ha).
- ic* e *if* Índices de biomasa coníferas y frondosas, respectivamente, en m³/ha.
- dc* y *df* Densidad de C en coníferas y frondosas, respectivamente, en t C/m³.

En la tabla siguiente se recogen los valores adoptados para los parámetros citados:

Tabla A3.7. Parámetros del modelo de emisiones de incendios forestales

Variable	Coníferas	Frondosas
Índices de biomasa (m ³ /ha)	43	73
Densidad de C (t C/m ³)	0,227	0,316

Fuente: Rodríguez Murillo (1994)

Con este procedimiento se calcula la biomasa total (T) existente antes del incendio, en toneladas de C.

La fracción de biomasa efectivamente quemada es del orden del 20 % del C que forma parte de la biomasa aérea (M y B) y del 60 % del C de la biomasa de residuos (PL).

¹³ Rodríguez Murillo (1994). *The carbon budget of the Spanish Forests*. Biogeochemistry 25: págs. 197-217.

Para convertir las toneladas de C estimadas de la fracción de biomasa efectivamente quemada en toneladas de materia seca (t m.s.), y poder incorporarlas en la ecuación 2.27 de la Guía IPCC 2006 (cap. 2, vol. 4) sustituyendo el producto de $A \times M_B \times C_f$, se utilizan los valores por defecto de la fracción de carbono en materia seca (CF) definidos en la propia Guía IPCC 2006. Para la biomasa aérea y subterránea (M + B + U) se adopta el valor por defecto de 0,47 t C/t m.s. (cuadro 4.3, cap. 4, vol. 4 de la Guía IPCC 2006), mientras que para la biomasa de residuos en el suelo (PL) se adopta, como criterio conservador, el valor por defecto de madera muerta, 0,5 t C/t m.s. (anexo 4A.1, cap. 4, vol. 4 de la Guía IPCC 2006), por ser el valor más alto de los posibles y generar, por tanto, mayor emisión.

Incendios de vegetación leñosa no arbolada, herbácea y cultivos

Para los incendios que se producen en la vegetación leñosa no arbolada y herbácea, así como en los cultivos asegurados, no se dispone de datos para M_B y C_f , por lo que, según la metodología de nivel 1 de la Guía IPCC 2006, se adoptan los valores por defecto para la cantidad de combustible realmente quemado (el producto de $M_B \times C_f$), (cuadro 2.4, cap. 2, vol. 4), que se muestran en la tabla siguiente, por tipo de vegetación afectada.

Tabla A3.8. Valores de consumo de combustible en incendios (cifras en t m.s./ha)

Tipo de vegetación	Subcategoría	Media
Todos los demás bosques de zonas templadas	-	50,4
Vegetación arbustiva	Arbustos (general)	26,7
Todos los pastizales de la sabana (quemadas medias/tardías de la estación seca) ⁽¹⁾	-	10,0

⁽¹⁾ Solo combustión de la capa superficial.

Aplicando un criterio conservador, se utiliza: el valor de la categoría “Todos los demás bosques de zonas templadas” para los cultivos leñosos; el valor de la subcategoría “Arbustos” para la vegetación leñosa no arbolada (matorral); y el valor de la categoría “Todos los pastizales de la sabana (quemadas medias/tardías de la estación seca)” para la vegetación herbácea y los cultivos herbáceos; por ser los valores más altos y que, por tanto, generan una emisión mayor.

La biomasa realmente quemada en el incendio se obtiene de la multiplicación de los valores por defecto de la tabla anterior por las superficies quemadas de cada tipo de vegetación.

Incendios de vegetación leñosa/herbácea y cultivos

Una vez determinada la biomasa quemada en los incendios de la vegetación leñosa arbolada y no arbolada, de la vegetación herbácea y de los cultivos asegurados, se estiman las emisiones de los GEI causadas por los incendios aplicando la citada ecuación 2.27 de la Guía IPCC 2006 (cap. 2, vol. 4).

Los factores de emisión (G_{ef}) empleados proceden del cuadro 2.5 de la Guía IPCC 2006 (cap. 2, vol. 4) y se recogen en la siguiente tabla.

Tabla A3.9. Factores de emisión en incendios (cifras en g/kg m.s. quemada)

Categoría	CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x
Bosque tropical extra ⁽¹⁾	1569	107	4,7	0,26	3,0
Sabana y pastizal	1613	65	2,3	0,21	3,9

⁽¹⁾ La categoría “Bosque tropical extra” incluye todos los demás tipos de bosque.

Para la vegetación leñosa arbolada y los cultivos leñosos se utilizan los valores de “Bosque tropical extra” y para el resto de vegetación quemada (vegetación leñosa no arbolada (matorral) y vegetación herbácea y cultivos herbáceos) los valores de “Sabana y pastizal”.

Las tablas siguientes muestran, respectivamente, una síntesis de los valores de la variable de actividad y las emisiones de los incendios sobre Tierras forestales (FL), Tierras de cultivo (CL) y Pastizales (GL).

Tabla A3.10. Variable de actividad para el cálculo de las emisiones causadas por incendios (cifras en hectáreas)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
FL	73.198	69.397	10.185	32.830	14.426	6.874	27.321
FL → FL	58.777	55.677	8.457	29.001	12.974	6.083	24.584
L → FL	14.421	13.719	1.728	3.829	1.452	790	2.737
CL	9.898	7.099	4.956	9.039	11.360	6.317	9.601
CL → CL	9.746	6.945	4.864	8.892	11.172	6.231	9.434
L → CL	152	154	92	147	188	85	167
GL	130.443	119.301	44.585	76.902	45.808	37.406	63.564
GL → GL	125.172	112.596	42.716	74.307	43.953	35.165	60.325
L → GL	5.271	6.704	1.869	2.595	1.855	2.241	3.240

Tabla A3.11. Emisiones causadas por incendios (cifras en kt para CO₂ y en toneladas para CH₄ y N₂O)

Categoría	Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
FL → FL ⁽¹⁾	CO ₂	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	CH ₄	4.204,3	4.183,3	669,3	2.359,0	1.184,3	587,4	1.971,9
	N ₂ O	232,6	231,4	37,0	130,5	65,5	32,5	109,1
L → FL	CO ₂	352,4	348,1	46,0	105,0	43,6	25,0	73,2
	CH ₄	1.055,8	1.042,8	137,8	314,5	130,5	74,8	219,2
	N ₂ O	58,4	57,7	7,6	17,4	7,2	4,1	12,1
CL → CL ⁽²⁾	CO ₂	IE,NA	IE,NA	IE,NA	NA	NA	IE,NA	IE,NA
	CH ₄	225,3	161,8	131,2	221,6	281,3	183,1	301,3
	N ₂ O	20,5	14,7	11,2	19,6	24,8	15,2	24,3
L → CL	CO ₂	2,5	2,5	1,7	2,5	3,2	1,6	3,2
	CH ₄	3,5	3,6	2,6	3,8	4,8	2,7	5,4
	N ₂ O	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,2	0,4
GL → GL ⁽³⁾	CO ₂	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	CH ₄	6.786,5	6.444,6	2.428,6	4.124,0	2.405,5	1.895,4	3.334,2
	N ₂ O	619,6	588,4	221,7	376,5	219,6	173,1	304,4
L → GL	CO ₂	191,1	266,1	74,0	96,1	63,7	81,3	120,7
	CH ₄	272,5	379,5	105,5	137,0	90,8	115,9	172,2
	N ₂ O	24,9	34,6	9,6	12,5	8,3	10,6	15,7

⁽¹⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa en FL → FL ya son computadas en el IFN, por lo que se informa con la clave de notación IE, ya que están incluidas en las emisiones asociadas al cambio de existencias de carbono (CSC, por sus siglas en inglés) de LB en la categoría 4A1.

⁽²⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa leñosa en CL → CL ya son computadas en el cálculo del CSC de LB, asociado a las transiciones entre cultivos en las que interviene, al menos, un cultivo leñoso; por lo que se informan con la clave de notación IE. Sin embargo, las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa no leñosa en CL → CL no deben declararse, según la Guía IPCC 2006, por lo que se informan con la clave de notación NA.

⁽³⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa no leñosa en GL → GL no deben declararse, según la Guía IPCC 2006, por lo que se informan con la clave de notación NA; y por quema de biomasa leñosa no arbolada (matorral) no se declaran, porque tampoco se declaran las ganancias y pérdidas de CSC en este tipo de vegetación.

A3.2.4. Metodología de estimación de las emisiones causadas por las quemas controladas

En este apartado se recoge la metodología de estimación de las emisiones debidas a las quemas controladas en las Tierras forestales que permanecen como tales (modelos de combustible 2, y del 4 al 13, en la tabla siguiente) y en los Pastizales herbáceos que permanecen como tales (modelos de combustible 1 y 3, en la tabla siguiente).

La metodología está basada en la información recogida en los partes de actuación de los Equipos de Prevención de Riesgos de Incendios Forestales (EPRIF), para el periodo 2003¹⁴-2021.

Los partes de actuación de los EPRIF aportan información sobre el tipo de vegetación afectada por las quemas controladas y los modelos de combustible asociados a ella. La carga de combustible asociada a los modelos de combustible citados más ampliamente utilizada para el caso particular de España es la elaborada en el Centro de Investigación Forestal de Lourizán.

A continuación, se presenta una tabla en la que se incluyen las asignaciones empleadas en los partes de los EPRIF y la carga de combustible de cada modelo, en t m.s./ha:

Tabla A3.12. Asignaciones de modelos de combustible y de carga de combustible (cifras en t m.s./ha)

ID Modelo de combustible	Grupo	Descripción	Carga de combustible (t m.s./ha)
1	PASTOS	Pastizal bajo	1,6
2	PASTOS	Arbolado abierto con pastizal y matorral disperso	8,9
3	PASTOS	Pastizal alto	6,7
4	MATORRAL	Matorral alto y continuo (2 m)	35,9
5	MATORRAL	Matorral verde (0,60 m)	7,8
6	MATORRAL	Matorral más inflamable	13,5
7	MATORRAL	Arbolado con sotobosque	10,9
8	HOJARASCA	Hojarasca compacta bosque cerrado	11,2
9	HOJARASCA	Hojarasca no compacta	7,7
10	HOJARASCA	Arbolado (combustible muerto y regeneración)	26,9
11	RESTOS	Restos ligeros	25,8
12	RESTOS	Restos medios	77,4
13	RESTOS	Restos pesados	130,1

Con la superficie quemada en los distintos modelos de combustible que figura en la base de datos de EPRIF y la carga de combustible recogida en la tabla anterior, se puede calcular la cantidad de combustible quemado por modelo de combustible, en t m.s.

Para los casos en los que una misma superficie tenga asociados dos o más modelos de combustible, y dado que en los partes de actuación de los EPRIF no se especifica a qué porcentaje de superficie se refiere cada modelo, se aplican los siguientes criterios para asignar un único modelo a la totalidad de la superficie quemada:

- En las superficies con modelo de combustible de matorral y de pastizal, prevalece el modelo de matorral.
- En las superficies con modelo de combustible de matorral y de arbolado, prevalece el modelo de matorral.
- En las superficies con modelo de combustible de restos y otro, prevalece el modelo de restos.

¹⁴ Aunque los EPRIF se crearon en el año 1998, las estadísticas de quemas controladas comienzan con la propia actividad, en el año 2003, siendo testimoniales las quemas controladas realizadas con anterioridad a este año.

Además, en la base de datos EPRIF se incluye información sobre el grado de combustión de la biomasa quemada, por lo que se puede calcular el combustible realmente quemado, en t m.s.

Los valores así estimados se incorporan en la ecuación 2.27 de la Guía IPCC 2006 (cap. 2, vol. 4) que se muestra a continuación, sustituyendo el producto de $A \times M_B \times C_f$:

$$L_{fire} = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-3}$$

donde,

L_{fire}	cantidad de emisiones de GEI provocada por el fuego, en t de GEI (p. ej., CH ₄ , N ₂ O, etc.).
A	superficie quemada, en ha.
M_B	masa de combustible disponible para la combustión, en t de materia seca por hectárea.
C_f	factor de combustión, sin dimensión.
G_{ef}	factor de emisión, en g/kg de materia seca quemada.

Los factores de emisión (G_{ef}) empleados proceden del cuadro 2.5 de la Guía IPCC 2006 (cap. 2, vol. 4) y se recogen en la siguiente tabla.

Tabla A3.13. Factores de emisión en quemas controladas (cifras en g/kg m.s. quemada)

Categoría	CO ₂	CO	CH ₄	N ₂ O	NO _x
Sabana y pastizal	1.613	65	2,3	0,21	3,9

Las tablas siguientes muestran, respectivamente, una síntesis de los valores de la variable de actividad y las emisiones de las quemas controladas realizadas en Tierras forestales que permanecen como tales (FL → FL) y Pastizales herbáceos que permanecen como tales (GL_g → GL_g).

Tabla A3.14. Variable de actividad para el cálculo de las emisiones causadas por quemas controladas (cifras en hectáreas)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
FL	NO	749	1.249	1.801	1.054	718	1.693
FL → FL	NO	749	1.249	1.801	1.054	718	1.693
L → FL	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
GL	NO	21	6	77	10	9	2
GL → GL	NO	21	6	77	10	9	2
L → GL	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

NO: No ocurre la actividad.

Tabla A3.15. Emisiones causadas por quemas controladas (cifras en kt para CO₂ y en toneladas para CH₄ y N₂O)

Categoría	Gas	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
FL → FL ⁽¹⁾	CO ₂	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE
	CH ₄	NO	26,725	29,480	54,662	25,174	20,559	51,410
	N ₂ O	NO	2,440	2,692	4,991	2,298	1,877	4,694
GL → GL ⁽²⁾	CO ₂	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	CH ₄	NO	0,144	0,012	0,249	0,082	0,127	0,026
	N ₂ O	NO	0,013	0,001	0,023	0,007	0,012	0,002

⁽¹⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa en FL → FL ya son computadas en el IFN, por lo que se informa con la clave de notación IE, ya que están incluidas en las emisiones de CSC de LB en la categoría 4A1.

⁽²⁾ Las emisiones de CO₂ provocadas por quema de biomasa no leñosa en GL → GL no deben declararse, según la Guía IPCC 2006, por lo que se informan con la clave de notación NA; y por quema de biomasa leñosa no arbolada (matorral) no se declaran, porque tampoco se declaran las ganancias y pérdidas de CSC en este tipo de vegetación.

NO: No ocurre la actividad.

A3.2.5. Metodología de estimación de las emisiones/absorciones debidas a las transiciones entre cultivos

De acuerdo con la Guía IPCC 2006 (apdo. 5.2.1.1, cap. 5, vol. 4), tal y como se ha mencionado en el apartado 6.3 del capítulo 6 de este informe, solamente se considerarán los cambios en las existencias de C de la biomasa viva en aquellas superficies en las que haya una transición entre cultivos en la que intervenga, al menos, un cultivo leñoso. Para los cultivos herbáceos, siguiendo lo establecido por la Guía IPCC 2006 (apdo. 5.2.1.1, cap. 5, vol. 4), se supone que el incremento anual de las existencias de biomasa viva equivale a las pérdidas de biomasa por la cosecha y la mortalidad en ese mismo año, es decir, no hay acumulación neta del C en la biomasa viva en cultivos herbáceos. Por lo tanto, únicamente se estiman emisiones/absorciones para las transiciones en las que interviene un cultivo leñoso, es decir: herbáceo → leñoso, leñoso → herbáceo y leñoso → leñoso.

El procedimiento de estimación asume que, en las transiciones entre cultivos:

- se pierde toda la biomasa del cultivo de origen en el año en que se produce dicha transición;
- el incremento de biomasa del cultivo de destino se produce a lo largo de su periodo de maduración; y
- no hay acumulación neta del C almacenado en la biomasa viva en cultivos herbáceos y barbechos.

Para estas tres transiciones (que excluyen la de herbáceo → herbáceo) se estima la variación anual de las reservas de C en la biomasa viva (ΔC_B) siguiendo la ecuación 2.7 de la Guía IPCC 2006 (cap. 2, vol. 4):

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

donde,

ΔC_B	cambio anual en las existencias de C de la biomasa viva (incluye la biomasa aérea y subterránea) en la categoría CL (t C/año).
ΔC_G	aumento anual de las existencias de C debido al crecimiento de la biomasa (t C/año).
ΔC_L	reducción anual de las existencias de C debida a la pérdida de la biomasa (t C/año).

Para ello, se han calculado las tasas anuales de crecimiento y pérdida de biomasa, a partir de la información facilitada por la entonces Subdirección General de Frutas y Hortalizas, Aceite de Oliva y Vitivinicultura. Esta Subdirección, tras consultar a varias fuentes, proporcionó información para tres grandes grupos de cultivos (olivar, viñedo y otros cultivos leñosos) de los contenidos característicos de:

- biomasa aérea y radicular;
- contenidos de humedad presentes;
- fracciones de C características de cada uno de estos tipos de cultivos; y
- edad que tenían los cultivos cuando se realizó la estimación de la biomasa.

Estos contenidos se estimaron considerando densidades de plantación, características facilitadas por expertos del sector.

Partiendo de la información anterior, se pudieron calcular tasas de ganancia y pérdida de biomasa anuales y se fijaron periodos de transición característicos para cada tipo de cultivo. Los periodos de transición adoptados se fundamentaron en las edades que tenían los cultivos objeto de análisis según las fuentes de información de referencia. Los cultivos ya se encontraban, a dicha edad, en fase productiva y, según indicaban las fuentes de referencia, era razonable suponer que las ganancias de biomasa posteriores que experimentara el cultivo serían marginales y quedarían compensadas con las pérdidas por poda, recolección o mortandad.

En el caso del viñedo, la información disponible en relación a los contenidos de biomasa no refiere la edad para la cual las ganancias de biomasa se pueden considerar compensadas con las pérdidas, por lo que se decidió recurrir al mismo periodo de transición adoptado para otros cultivos leñosos. Esta información es coherente con la disponible que especifica que una explotación de viñedo se considera que comienza a ser productiva a partir del cuarto año de implantación del cultivo.

Para otros cultivos leñosos la información disponible se proporcionaba en datos de biomasa fresca sin referencia al contenido de humedad. Para poder emplear datos de biomasa en masa seca, la conversión se hizo considerando los contenidos de humedad del olivar.

Los datos sobre los parámetros característicos de los tres tipos de cultivos indicados (olivar, viñedo y otros cultivos leñosos) se presentan en la tabla siguiente.

Tabla A3.16. Resumen de la información de partida para el cálculo de la tasa de acumulación y pérdida de biomasa en la categoría CL (4B)

Densidad de plantación (pies/ha)	Período de maduración (años)	Fracción de C en la masa seca (%)	Contenido en humedad (%)			Biomasa viva			Tasa de acumulación de biomasa (t C/ha.año)	Tasa de pérdida de biomasa (t C/ha)	
			Sistema radicular	Tronco y ramas	Hojas	Biomasa inicial (kg/ha en masa fresca)	Biomasa final (kg/ha en masa seca)				
							Sistema radicular	Tronco y ramas			Hojas
OLIVAR											
200	40	49,5	50	30	45	40	2.437,5	13.650	3.056	0,24	9,46
VIÑEDO											
2.500	10	45	No utilizado			212,5 ⁽¹⁾	6.112,5 ⁽¹⁾	6.175 ⁽¹⁾	942 ⁽¹⁾	0,59	5,86
OTROS CULTIVOS LEÑOSOS											
300	10	50	50	30	45	90	3.150	14.840	3.162,5	1,05	10,53

Fuente: punto focal de la entonces S.G. de Frutas y Hortalizas, Aceite de Oliva y Vitivinicultura del MAPA.

⁽¹⁾ Se asume que corresponde a masa seca.

Los cultivos herbáceos, por su parte, se agrupan en dos tipologías: tierras propiamente cultivadas (herbáceos) y tierras dejadas en barbecho (barbechos).

La variable de actividad es la superficie de un tipo de cultivo que transita a otro entre un año y el siguiente y procede de la *Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España (ESYRCE)*¹⁵ de la Subdirección General de Análisis, Coordinación y Estadística del MAPA. La información disponible para la presente edición del Inventario de Emisiones cubre, por provincia, el periodo 2005-2021, siendo la última transición disponible la que transcurre entre los años 2020 y 2021, que se asigna al año 2021. Al no disponerse de datos anteriores al año 2005 que permitan asegurar la coherencia de la serie temporal, se calcula el promedio de las transiciones entre cultivos de la ESYRCE del primer decenio disponible (entre 2004-2005 y 2014-2015)¹⁶.

¹⁵ <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/>

¹⁶ Las transiciones del periodo 2006-2007, se sustituyen, de acuerdo con la S.G. de Análisis, Coordinación y Estadística (dada la modificación que se realiza en la muestra del año 2007), por la media, por provincia, de las transiciones anterior (2005-2006) y posterior (2007-2008).

Este promedio se ha extendido hasta el año 1950, para que en el año 1990 ya estén consideradas las transiciones del olivar, que es el cultivo con mayor periodo de transición (40 años) (véase la tabla anterior).

Tabla A3.17. Transiciones de cultivos con origen o destino un cultivo leñoso (cifras en hectáreas)

Transición	Superficies anuales						
	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
Barbechos a Cítricos	2.886	5.159	1.896	2.287	2.945	1.705	2.690
Barbechos a No Cítricos	11.071	9.864	7.724	17.293	24.088	20.880	23.846
Barbechos a Olivar	10.956	5.312	5.141	10.962	16.451	10.509	11.604
Barbechos a Otros leñosos	4.553	3.939	5.285	2.696	2.112	1.165	1.915
Barbechos a Viñedo	14.485	18.302	7.193	15.831	7.800	13.245	12.449
Cítricos a Barbechos	2.041	4.251	1.025	612	2.800	1.262	1.074
Cítricos a Herbáceos	10.508	8.710	5.352	16.602	19.084	26.621	21.251
Cítricos a No Cítricos	15.074	12.031	8.230	8.356	26.516	14.261	11.562
Cítricos a Olivar	8.413	8.553	11.498	4.242	4.922	605	4.745
Cítricos a Otros leñosos	11.681	11.012	5.751	11.800	5.743	7.752	6.659
Cítricos a Viñedo	4.653	3.130	4.048	4.009	2.071	1.897	2.384
Herbáceos a Cítricos	1.701	2.873	1.069	1.078	438	331	463
Herbáceos a No Cítricos	1.249	797	1.063	1.742	745	658	667
Herbáceos a Olivar	572	181	375	190	242	542	60
Herbáceos a Otros leñosos	2.478	6.579	1.664	2.285	1.382	1.575	1.524
Herbáceos a Viñedo	140	102	12	0	164	2	67
No Cítricos a Barbechos	9.147	8.885	7.055	9.828	7.514	12.116	8.984
No Cítricos a Cítricos	6.631	6.246	3.526	4.490	5.151	6.697	4.851
No Cítricos a Herbáceos	958	1.717	503	147	730	666	783
No Cítricos a Olivar	3.978	2.920	2.434	1.507	1.820	5.461	1.606
No Cítricos a Otros leñosos	4.772	4.384	3.253	2.208	2.132	1.431	1.855
No Cítricos a Viñedo	1.418	1.212	745	455	470	923	306
Olivar a Barbechos	7.350	3.703	3.781	4.445	4.769	6.595	4.356
Olivar a Cítricos	8.220	3.597	3.504	2.390	2.412	2.469	2.215
Olivar a Herbáceos	579	452	213	62	97	253	29
Olivar a No Cítricos	3.394	2.719	2.044	2.077	2.311	3.105	1.958
Olivar a Otros leñosos	4.107	6.149	3.544	1.450	1.002	1.385	565
Olivar a Viñedo	2.660	1.995	1.452	637	1.149	450	669
Otros leñosos a Barbechos	6.230	3.553	3.818	3.408	3.858	2.986	4.752
Otros leñosos a Cítricos	8.921	7.037	7.607	7.138	5.856	4.089	4.796
Otros leñosos a Herbáceos	5.242	8.186	1.192	1.992	1.624	1.663	1.534
Otros leñosos a No Cítricos	7.509	11.476	3.527	1.602	1.880	1.593	862
Otros leñosos a Olivar	7.886	6.299	8.399	2.267	2.825	3.212	2.106
Otros leñosos a Viñedo	2.370	1.914	1.171	616	353	279	107
Viñedo a Barbechos	27.653	20.674	41.066	16.095	12.303	15.333	15.887
Viñedo a Cítricos	11.475	6.758	8.772	4.654	3.476	2.740	3.168
Viñedo a Herbáceos	257	879	32	3	72	1	30
Viñedo a No Cítricos	2.689	2.371	3.210	1.290	1.869	2.537	1.690
Viñedo a Olivar	4.336	2.252	2.022	1.166	1.683	1.353	1.487
Viñedo a Otros leñosos	2.733	1.837	2.252	1.098	693	273	153
TOTAL	242.975	218.011	182.449	171.009	183.552	180.618	167.710

Las emisiones/absorciones debidas a las transiciones entre cultivos se presentan en el capítulo 6 del presente Inventario Nacional, apartado 6.3.2.1.1.

A3.2.6. Metodología de estimación de las emisiones/absorciones debidas a las prácticas de conservación de los suelos en cultivos leñosos

El procedimiento de estimación de las emisiones/absorciones causadas por el cambio de existencias de C de los suelos minerales, debido a los cambios de gestión que repercuten en ellas, se basa en la ecuación 2.25 de la Guía IPCC 2006 (cap. 2, vol. 4).

$$\Delta C_{Mineral} = \frac{(SOC_0 - SOC_{0-T})}{T}$$

$$SOC = \sum_{c,s,i} (SOC_{REF_{c,s,i}} \times F_{LU_{c,s,i}} \times F_{MG_{c,s,i}} \times F_{I_{c,s,i}} \times A_{c,s,i})$$

Donde,

$\Delta C_{Mineral}$	cambio anual en las existencias de C de los suelos minerales, en t C/año.
SOC_0	existencias de carbono orgánico en el suelo en el último año de un periodo de inventario, en t C.
SOC_{0-T}	existencias de carbono orgánico en el suelo al comienzo de un periodo de inventario, en t C.
T	cantidad de años de un período de inventario dado, en años.
SOC_{REF}	existencias de carbono de referencia, en t C/ha.
F_{LU}	factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra o subsistemas de un uso de la tierra en particular, sin dimensión.
F_{MG}	factor de cambio de existencias para el régimen de gestión, sin dimensión.
F_I	factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica, sin dimensión.
A	superficie de tierra del estrato que se estima, en ha.
"x"	"c" representa las zonas climáticas, "s" los tipos de suelo, e "i" el conjunto de sistemas de gestión presentes en un país dado.

En la estimación se ha tomado como periodo de transición el valor por defecto de 20 años de la Guía IPCC 2006.

Los valores de SOC (existencias de C orgánico en suelos) empleados en la estimación se han calculado por uso y provincia, de acuerdo con la metodología descrita en el apartado A3.2.8.

Las superficies de cultivos leñosos bajo prácticas de gestión contempladas proceden de la Encuesta de Superficies y Rendimientos de Cultivos de España (ESYRCE), que las registra estadísticamente desde el año 2006; y que la Subdirección General de Análisis, Coordinación y Estadística remite por provincia. Al no disponerse de datos anteriores al año 2006 se realiza, a petición del ERT y para conseguir la completitud de la serie inventariada, la interpolación lineal de las absorciones desde 2006 al comienzo del periodo, considerando como cero las absorciones en 1990, ya que no existían estas prácticas en dicha fecha¹⁷.

Las técnicas registradas en la ESYRCE se definen de la forma siguiente.

- Laboreo tradicional: alterar y remover, mediante implementos mecánicos, el perfil del suelo en una profundidad igual o superior a 20 cm.
- Laboreo mínimo: laboreo superficial mediante la utilización de cultivadores, gradas y arado de cincel, cuya profundidad es menor de 20 cm.
- Cubiertas vegetales espontáneas: el suelo no recibe labor mecánica alguna, está protegido por una cubierta vegetal espontánea, cuyo crecimiento se controla ya sea de manera mecánica (siega), química (herbicidas) o pastoreo.

¹⁷ La ficha de juicio de experto de referencia INV-ESP-JE/AGR/2014-001 se puede consultar en el anexo 8 del Inventario Nacional.

- Cubiertas vegetales sembradas: el suelo no recibe labor mecánica alguna, está protegido por una cubierta vegetal sembrada de gramíneas (cebada, ballico, bromo, etc.) o leguminosas (vezas, altramuces, etc.), cuyo crecimiento se controla ya sea de manera mecánica (siega), química (herbicidas) o pastoreo.
- Cubiertas inertes: el suelo está cubierto de restos de podas, piedras u otros compuestos inertes.
- Sin mantenimiento: el terreno no ha recibido en la última campaña ninguna labor de mantenimiento ni de control de vegetación, ya sea mecánica, química o pastoreo.
- No laboreo: en cultivos leñosos, la calle de las plantaciones no recibe labor mecánica alguna, no se mantiene en ningún momento cubierta vegetal y suelen aparecer problemas de compactación.

En el apartado 6.3.2.1.3 del capítulo 6 de este informe se incluye una tabla con las superficies de cultivos leñosos bajo prácticas conservadoras del suelo utilizadas para estimar las emisiones/absorciones debidas a este tipo de prácticas.

Las ternas de factores de uso de la tierra (F_{UT}), de gestión (F_{MG}) y de aporte (F_I) adoptadas para las prácticas agrícolas se muestran en la tabla siguiente.

Tabla A3.18. Factores de cambio de existencias de SOC para prácticas de gestión en cultivos leñosos

Tipo de práctica	F_{UT}	F_{MG}	F_I
Laboreo tradicional	Cultivo de perennes/árboles	Total	Bajo
Laboreo mínimo	Cultivo de perennes/árboles	Reducido	Bajo
Cubierta vegetal espontánea	Cultivo de perennes/árboles	Sin laboreo	Medio
Cubierta vegetal sembrada	Cultivo de perennes/árboles	Sin laboreo	Alto
Cubierta inerte	Cultivo de perennes/árboles	Sin laboreo	Medio
Sin mantenimiento	Cultivo de perennes/árboles	Sin laboreo	Bajo
No laboreo	Cultivo de perennes/árboles	Sin laboreo	Bajo

Los valores de referencia de los factores citados proceden del cuadro 5.5 de la Guía IPCC 2006 (cap. 5, vol. 4). Para el caso concreto de la región climática templada seca, por ejemplo, los factores adoptan los siguientes valores por defecto de la Guía IPCC 2006.

Tabla A3.19. Factores de cambio de existencias de SOC para prácticas de gestión en cultivos leñosos. Caso concreto: región climática templada seca

Tipo de práctica	Región climática templada seca		
	F_{UT}	F_{MG}	F_I
Laboreo tradicional	1,00	1,00	0,95
Laboreo mínimo	1,00	1,02	0,95
Cubierta vegetal espontánea	1,00	1,10	1,00
Cubierta vegetal sembrada	1,00	1,10	1,04
Cubierta inerte	1,00	1,10	1,00
Sin mantenimiento	1,00	1,10	0,95
No laboreo	1,00	1,10	0,95

Para poder utilizar los valores por defecto de los factores de cambio de existencias de SOC de la Guía IPCC 2006 y las superficies provinciales de las prácticas de conservación de suelos de la ESYRCE, se ha realizado una clasificación de la superficie nacional por zonas climáticas a partir del mapa de zonas climáticas (basado en la clasificación de la Guía IPCC 2006) elaborado

en el año 2010 por el *Joint Research Centre (JRC)* como apoyo a la Directiva 2009/28/CE sobre Energías Renovables¹⁸

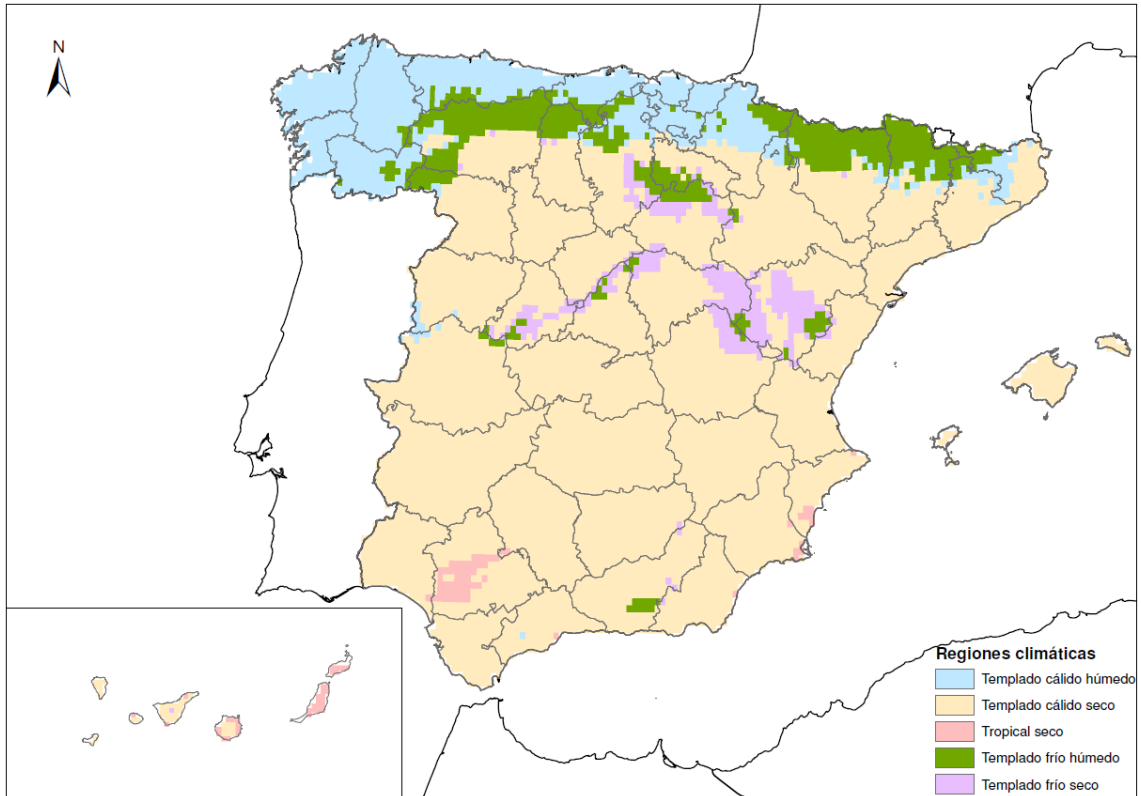


Figura A3.1. Mapa de regiones climáticas por provincias

La clasificación realizada de las superficies de las provincias por zonas climáticas se presenta en la tabla siguiente.

Tabla A3.20. Superficies de las regiones climáticas por provincias (cifras en hectáreas)

Provincias	Boreal		Templada fría		Templada cálida		Tropical			TOTAL
	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Muy húmeda	
Álava	0	0	0	9.899	40.276	253.335	0	0	0	303.509
Albacete	0	0	0	0	1.491.729	0	0	0	0	1.491.729
Alicante	0	0	0	0	503.356	0	78.756	0	0	582.112
Almería	0	0	3.458	581	865.887	0	6.838	0	0	876.763
Ávila	0	0	183.689	49.849	571.338	0	0	0	0	804.876
Badajoz	0	0	0	0	2.179.021	0	0	0	0	2.179.021
Baleares (Illes)	0	0	0	0	501.613	0	0	0	0	501.613
Barcelona	0	0	0	45.939	630.218	99.846	0	0	0	776.002
Burgos	0	0	159.409	272.231	705.947	289.515	0	0	0	1.427.102
Cáceres	0	0	258	20.813	1.954.309	13.519	0	0	0	1.988.899
Cádiz	0	0	0	0	745.635	0	0	0	0	745.635
Castellón	0	0	8.653	185	654.895	0	0	0	0	663.733
Ciudad Real	0	0	0	0	1.980.114	0	0	0	0	1.980.114
Córdoba	0	0	0	0	1.369.264	0	7.637	0	0	1.376.901
Coruña (A)	0	0	0	0	0	798.595	0	0	0	798.595
Cuenca	0	0	193.106	14.125	1.505.653	0	0	0	0	1.712.885
Girona	0	0	0	81.726	350.630	161.155	0	0	0	593.511
Granada	0	0	20.574	67.893	1.175.304	0	0	0	0	1.263.770

¹⁸ <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/support-renewable-energy-directive#tabs-0-description=1>

Provincias	Boreal		Templada fría		Templada cálida		Tropical			TOTAL
	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Seca	Húmeda	Muy húmeda	
Guadalajara	0	0	364.625	35.766	819.896	0	0	0	0	1.220.288
Guipúzcoa	0	0	0	4.876	0	192.953	0	0	0	197.829
Huelva	0	0	0	0	1.002.188	0	12.510	0	0	1.014.698
Huesca	0	0	6.374	661.847	818.803	77.718	0	0	0	1.564.743
Jaén	0	0	9.986	0	1.338.640	0	0	0	0	1.348.626
León	0	0	14.030	753.023	698.404	93.661	0	0	0	1.559.118
Lleida	0	0	0	485.069	628.227	106.020	0	0	0	1.219.315
Rioja (La)	0	0	32.846	144.347	325.453	1.487	0	0	0	504.132
Lugo	0	0	0	50.153	0	937.852	0	0	0	988.005
Madrid	0	0	51.312	27.221	724.026	0	0	0	0	802.559
Málaga	0	0	0	0	705.882	6.886	17.917	0	0	730.686
Murcia	0	0	0	0	1.092.412	0	38.893	0	0	1.131.306
Navarra	0	0	0	166.082	362.243	510.256	0	0	0	1.038.581
Ourense	0	0	0	117.750	1.009	610.580	0	0	0	729.339
Asturias	0	0	0	219.266	0	841.817	0	0	0	1.061.082
Palencia	0	0	11.315	180.376	580.944	32.313	0	0	0	804.947
Palmas (Las)	0	0	0	0	72.770	0	333.811	0	0	406.581
Pontevedra	0	0	0	0	0	451.916	0	0	0	451.916
Salamanca	0	0	0	8.016	1.171.245	56.822	0	0	0	1.236.083
Santa Cruz de Tenerife	0	0	7.547	0	272.448	0	57.780	0	0	337.775
Cantabria	0	0	0	152.561	0	378.801	0	0	0	531.362
Segovia	0	0	89.753	15.897	587.186	0	0	0	0	692.836
Sevilla	0	0	0	0	1.096.635	0	307.821	0	0	1.404.456
Soria	0	0	243.725	113.063	673.160	0	0	0	0	1.029.949
Tarragona	0	0	0	0	631.675	0	0	0	0	631.675
Teruel	0	0	566.855	115.503	798.709	0	0	0	0	1.481.067
Toledo	0	0	0	0	1.536.008	0	0	0	0	1.536.008
Valencia	0	0	10.223	218	1.065.574	0	5.176	0	0	1.081.191
Valladolid	0	0	0	0	810.897	0	0	0	0	810.897
Vizcaya	0	0	0	3.999	0	216.828	0	0	0	220.827
Zamora	0	0	0	105.723	921.497	29.693	0	0	0	1.056.913
Zaragoza	0	0	29.993	41.580	1.584.847	70.846	0	0	0	1.727.267
Ceuta	0	0	0	0	1.980	0	0	0	0	1.980
Melilla	0	0	0	0	4	0	1.389	0	0	1.393
ESPAÑA	0	0	2.007.732	3.965.575	37.547.951	6.232.413	868.529	0	0	50.622.199

La aplicación de la citada ecuación 2.25 de la Guía IPCC 2006 (cap. 2, vol. 4) con los valores y criterios descritos con anterioridad permiten estimar el cambio anual en las existencias de C de los suelos minerales, debido a las prácticas de gestión mencionadas ($\Delta C_{\text{Mineral}}$) en toneladas de C al año.

Finalmente, las emisiones/absorciones de CO₂ se estiman multiplicando el cambio en las existencias de C por -44/12, de acuerdo con la Guía IPCC 2006 (apdo. 2.2.3, cap. 2, vol. 4); y se incluyen en el apartado 6.3.2.1.3 del capítulo 6 de este informe.

A3.2.7. Metodología de estimación de las emisiones/absorciones debidas a las prácticas de gestión de los suelos en pastizales herbáceos

El procedimiento de estimación de las emisiones/absorciones causadas por el cambio de existencias de C de los suelos minerales, debido a los cambios de gestión que repercuten en ellas, se basa en la ecuación 2.25 de la Guía IPCC 2006 (cap. 2, vol. 4).

$$\Delta C_{Mineral} = \frac{(SOC_0 - SOC_{0-T})}{D}$$

$$SOC = \sum_{c,s,i} (SOC_{REF_{c,s,i}} \times F_{LU_{c,s,i}} \times F_{MG_{c,s,i}} \times F_{I_{c,s,i}} \times A_{c,s,i})$$

Donde,

$\Delta C_{Mineral}$	cambio anual en las existencias de C de los suelos minerales, en t C/año.
SOC_0	existencias de carbono orgánico en el suelo en el último año de un periodo de inventario, en t C.
SOC_{0-T}	existencias de carbono orgánico en el suelo al comienzo de un periodo de inventario, en t C.
D	dependencia temporal de los factores de cambio de existencias, que es el lapso por defecto para la transición entre los valores de equilibrio del SOC, habitualmente 20 años.
SOC_{REF}	existencias de carbono de referencia, en t C/ha.
F_{LU}	factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra o subsistemas de un uso de la tierra en particular, sin dimensión.
F_{MG}	factor de cambio de existencias para el régimen de gestión, sin dimensión.
F_I	factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica, sin dimensión.
A	superficie de tierra del estrato que se estima, en ha.
"x"	"c" representa las zonas climáticas, "s" los tipos de suelo, e "i" el conjunto de sistemas de gestión presentes en un país dado.

En la estimación se ha tomado como periodo de transición el valor por defecto de 20 años de la Guía IPCC 2006.

Los valores de SOC empleados en la estimación se han calculado por uso y provincia, de acuerdo con la metodología descrita en el apartado A3.2.8.

Las superficies de pastizales herbáceos bajo prácticas de gestión contempladas proceden de una propuesta metodológica que una asociación científica de ámbito nacional, la Sociedad Española de Pastos (SEP, en adelante), desarrolló teniendo en cuenta la información disponible.

La propuesta metodológica de la SEP establece el tipo de pastizal herbáceo como parámetro fundamental que determina las prácticas de gestión que en él se realizan, dada la íntima y estrecha relación existente entre ellos.

La SEP diseñó una clasificación de los pastizales herbáceos españoles en grupos de pastizales sometidos a prácticas homogéneas de gestión, que se muestran en la tabla siguiente; y que dependen, en algunos casos, de la ubicación geográfica, con factores ecológicos diferentes.

Tabla A3.21. Aprovechamiento y prácticas de gestión de los grupos de pastizales

Grupo de pastizales		Prácticas agrarias asociadas											
Grupo	Nombre	P	R	D	F	S	MO	L	M	GR	E	A	
A	Pastos de puerto												
	A1	Pastos de alta montaña de C. Cantábrica	1-2	0	0	0	0	N	0	0	0	V	2
	A2	Pastos de alta montaña de Pirineos	1-2	0	0	0	0	N	0	0	0	V	2
	A3	Pastos de alta montaña de Sistema Ibérico	1-2	0	0	0	0	N	0	0	0	V	2
	A4	Pastos de alta montaña de Sistema Central	1-2	0	0	0	0	N	0	0	0	V	2
	A5	Pastos de alta montaña de Sistema Bético	1	0	0	0	0	N	0	0	0	V	2
B	Cervunales de Sierra Nevada	2	1A	0	0	0	N	0	0	0	V	2-3	
C	Pastos seriales de alta y media montaña												
	C1	Seriales de alta/media montaña, zona Eurosiberiana	2-3	1B	SD	1	0-1	N	SD	0	0	P/V/OT	2-3
	C2	Seriales de alta/media montaña, excepto zona Eurosiberiana	2	1B	SD	0-1	0-1	N	0	0	0	P/V/OT	2-3
D	Pastos perennes mediterráneos	2	0	0	0	0	N	SD	SD	0	C/P	2	
E	Pastos perennes mediterráneos algo húmedos	2	0-1B	SD	1	1	N	SD	SD	0	P/V	2-3	
F	Pastos de anuales mediterráneos	2-3	0	0	SD	0-1	S-N	0-A	SD	0	P/OT	3	
G	Majadales	4	0	0	0	0	S-N	SD	SD	0	P/OT	4	
H	Dehesas												
	H1	Dehesas genuinamente mediterráneas	3	0	SD	0	0	S	0-B	0-A	0	P/OT/I	3-4
	H2	Resto de dehesas	3	0	SD	0	0	S	0-B	0-A	0	C	3-4
I	Prados/Pradería												
	I1	Prados/pradería eurosiberianos a altitud < 700m	3-4	1B	SD	0-2	2-3	N	0	SD	0	P/V/OT	3-4
	I2	Prados/pradería eurosiberianos a altitud >700m	3	1B	SD	1	1-2	N	0	SD	0	P/V/OT	3-4
	I3	Prados/ pradería no eurosiberianos	3-4	1B	SD	1	1-2	N	0	SD	0	P/V/OT	3-4
J	Prados encharcados	1-2	0	SD	SD	0	N	SD	SD	0	P/V/OT	2-3	
K	Espartinales	1	0	SD	0	0	N	SD	0	0	SD	2	
L	Pastos de dunas	1	0	0	0	0	N	0	0	0	P/V	1	
M	Estepas salinas	1	0	SD	0	0	N	SD	0	0	P/V	2	

P. Pastoreo (a diente): 0. Sin pastoreo a diente; 1. Ocasional; 2. Habitual; 3. Constante; 4. Intenso. // **R. Riego**: 0. Sin riego; 1A. Con riego; 1B. Riego según áreas geográficas. // **D. Drenaje**: 0. Sin drenaje; 1. Con drenaje. // **F. Fertilización**: 0. Sin fertilización; 1 Fertilizaciones puntuales; 2. Fertilizaciones continuas. // **S. Siega o corte**: 0. Sin siega; 1. Ocasional; 2. Habitual; 3. Constante. // **MO. Mejora del nivel de materia orgánica por efecto del arbolado**: N. No existente. S. Existente. // **L. Laboreo**: 0. Sin laboreo; A. Laboreo mínimo; B. Laboreo tradicional. // **M. Mejora de especies/rejuvenecimiento**: 0. Sin mejora/rejuvenecimiento; A. Mejora de especies por siembra; B. Mejora de especies por quema controlada; C. Mejora de especies por eliminación de malas hierbas, herbicidas. // **GR. Gestión de residuos**: 0 Sin gestión de residuos; A. Eliminación de residuos, recogida y transporte; B. Eliminación de residuos, por quema controlada en campo. // **E. Estacionalidad del aprovechamiento**: 0. Sin aprovechamiento regulado; P. Primavera; V. Verano; OT. Otoño; I. Invierno; C. Continuo. // **A. Presión del aprovechamiento**: 0. Sin presión; 1. Excesivamente baja; 2. Baja; 3. Media/óptima; 4. Alta; 5. Excesivamente alta. **SD**: sin datos.

La SEP estableció un procedimiento para asignarles una superficie utilizando las siguientes bases cartográficas:

- la cartografía de los Tipos de Hábitat de Interés comunitario (THIC), disponible para los sexenios 2007-2012¹⁹ y 2013-2018²⁰, como cuadrícula base para la asignación territorial de los grupos de pastizales establecidos; y
- la cartografía del Atlas y Manual de los Hábitats Naturales y Seminaturales de España²¹ y la cartografía de dehesas²² se emplean como muestra que permite estimar la proporción (o peso) de cada grupo de pastizales herbáceos en cada tesela de la capa THIC.

La superficie de cada uno de los grupos de pastizales por provincia y clase climática se obtiene cruzando la capa de proporciones (o pesos) con los pastizales herbáceos de la nueva serie cartográfica LULUCF y la capa de clasificación de la superficie nacional por zonas climáticas²³ mencionada en el apartado A3.2.6.

La capa de proporciones de cada grupo de pastizales herbáceos de la cartografía de THIC del sexenio 2013-2018 se cruza con el mapa LULUCF de fecha de referencia 2015; mientras que la capa de proporciones de cada grupo de pastizales herbáceos de la cartografía de THIC del sexenio 2007-2012 se cruza con el mapa LULUCF de fecha de referencia 2009. Además, dada la ausencia de cartografía de THIC previa al sexenio 2007-2012, la SEP propone asumir como estática la información del citado sexenio en su proyección hacia el pasado; por lo que también se cruza con los mapas LULUCF de fechas de referencia 1990 y 2000.

En el apartado 6.4.2.1.3 del capítulo 6 de este informe se incluye una tabla con las superficies de pastizales herbáceos sometidos a prácticas de gestión utilizadas para estimar las emisiones/absorciones debidas a este tipo de prácticas.

Las ternas de factores de uso de la tierra (F_{UT}), de gestión (F_{MG}) y de aporte (F_i) adoptadas para los grupos de pastizales herbáceos españoles se muestran en la tabla siguiente.

Tabla A3.22. Factores de cambio de existencias de SOC para la gestión en los grupos de pastizales herbáceos

Grupo de pastizales		Nivel de los factores de cambio de existencias de SOC			
Grupo	Nombre	F_{UT}	F_{MG}	F_i	
A	Pastos de puerto				
	A1	Pastos de alta montaña de C. Cantábrica	Todos	No degradado	-
	A2	Pastos de alta montaña de Pirineos	Todos	No degradado	-
	A3	Pastos de alta montaña de Sistema Ibérico	Todos	No degradado	-
	A4	Pastos de alta montaña de Sistema Central	Todos	No degradado	-
	A5	Pastos de alta montaña de Sistema Bético	Todos	No degradado	-
B	Cervunales de Sierra Nevada	Todos	Mejorado	Medio	
C	Pastos seriales de alta y media montaña				
	C1	Seriales de alta/media montaña, zona Eurosiberiana	Todos	Mejorado	Medio
	C2	Seriales de alta/media montaña, excepto zona Eurosiberiana	Todos	Mejorado	Medio
D	Pastos perennes mediterráneos	Todos	No degradado	-	
E	Pastos perennes mediterráneos algo húmedos	Todos	Mejorado	Medio	
F	Pastos de anuales mediterráneos	Todos	No degradado	-	

¹⁹ https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/habitat-art17-2007_2012.aspx.

²⁰ https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/habitat-art17-2013_2018.aspx.

²¹ https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/atlas_manual_habitats_espanoles.aspx.

²² Cartografía de dehesas extraída de la Cartografía de los Tipos de Hábitat Forestales de España 1:50.000 (CHFE50), desarrollada en el marco de la Serie "Metodologías para el seguimiento del estado de conservación de los tipos de hábitat". Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico.

²³ Capa realizada a partir del mapa de zonas climáticas elaborado en el año 2010 por el JRC.

Grupo de pastizales			Nivel de los factores de cambio de existencias de SOC		
Grupo	Nombre		F _{UT}	F _{MG}	F _I
G	Majadales		Todos	Moderadamente degradado	
H	Dehesas				
	H1	Dehesas genuinamente mediterráneas	Todos	Moderadamente degradado	-
	H2	Resto de dehesas	Todos	Moderadamente degradado	-
I	Prados/Pradería				
	I1	Prados/pradería eurosiberianos a altitud < 700m	Todos	Mejorado	Medio
	I2	Prados/pradería eurosiberianos a altitud >700m	Todos	Mejorado	Medio
	I3	Prados/ pradería no eurosiberianos	Todos	Mejorado	Medio
J	Prados encharcados		Todos	No degradado	-
K	Espartinales		Todos	No degradado	-
L	Pastos de dunas		Todos	No degradado	-
M	Estepas salinas		Todos	No degradado	-

Los valores de referencia de los factores citados utilizados en la estimación proceden del cuadro 6.2 de la Guía IPCC 2006 (cap. 6, vol. 4), en función de la región climática.

La aplicación de la citada ecuación 2.25 de la Guía IPCC 2006 (cap. 2, vol. 4) con los valores y criterios descritos con anterioridad permiten estimar el cambio anual en las existencias de C de los suelos minerales, debido a las prácticas de gestión mencionadas ($\Delta C_{Mineral}$) en toneladas de C al año.

De acuerdo con la Guía IPCC 2006 (apdo. 2.3.3.1, cap. 2, vol. 4), SOC_{0-T} se estima para el momento más distante que se emplee en los cálculos del inventario de hasta 20 años previos al último año de los períodos de inventario (SOC_0), teniendo en cuenta la dependencia temporal por defecto de los factores de cambio de existencias. Por tanto, es el cruce con el mapa 1990 el momento más distante para los cruces 2000 y 2009; y 2000 el momento más distante para el cruce 2015. La serie se completa manteniendo el CSC de SOC estimado para el último cruce.

Finalmente, las emisiones/absorciones de CO₂ se estiman multiplicando el cambio en las existencias de C por -44/12, de acuerdo con la Guía IPCC 2006 (apdo. 2.2.3, cap. 2, vol. 4); y se incluyen en el apartado 6.4.2.1.3 del capítulo 6 de este informe.

A3.2.8. Estimación de los valores de C en suelos (SOC) por uso y provincia

En este apartado se recoge la metodología seguida para la obtención de los valores de las existencias de C en suelos (SOC) por uso y provincia a 30 cm.

Resumen metodológico

La información sobre suelos procede de la base de datos de perfiles recopilada, revisada y actualizada en el marco del Convenio de colaboración entre la Oficina Española del Cambio Climático y la Universidad de Barcelona (Rovira *et al.*, 2004²⁴), que ha sido ampliada

²⁴ Rovira P., Romanyà J., Alloza J.A., Vallejo R. (2004). *Evaluación del contenido y la capacidad de acumulación de carbono en los suelos del área mediterránea*. Convenio de colaboración entre la Oficina Española del Cambio Climático (Dirección General de Calidad Ambiental, Ministerio de Medio Ambiente), Universidad de Barcelona.

posteriormente (Rovira *et al.*, 2007²⁵ y BALANGEIS 2007-2010²⁶). Las fuentes de la información para constituir esta base de datos han sido múltiples (artículos publicados en revistas nacionales, tesis doctorales, informes de proyectos y datos propios), lo cual ha permitido contar con una muestra inicial de más de 2.000 perfiles de suelo en España.

Por su parte, para la estimación del contenido de carbono en el suelo se aplica la siguiente ecuación, en línea con la metodología presentada en Rovira *et al.* (2007):

$$C_t = 100 \times C \times D_a \times Grosor \times \frac{100 - V}{100}$$

Donde,

C_t	carbono de un horizonte, en g/m ² ,
C	concentración de carbono en la tierra fina (en %),
D_a	densidad aparente (g/cm ³),
$Grosor$	grosor del horizonte en cm, y
V	% del volumen del horizonte ocupado por piedras y gravas.

Se ha estimado el contenido de carbono en los primeros 30 cm de un total de 748 perfiles, debido a las lagunas de información existentes en el resto de los registros de la base de datos.

A continuación, se ha incorporado la información sobre uso de la tierra y región climática a cada uno de los perfiles de los que se ha calculado el SOC. Por un lado, la asignación a uso de la tierra se realiza mediante la correspondencia incluida en la tabla siguiente entre la información sobre tipo de vegetación contenida en cada uno de los registros de la base de datos de perfiles del suelo y las categorías UNFCCC:

Tabla A3.23. Asignación perfiles a categorías UNFCCC

Tipo de vegetación (BD perfiles de suelo)	Categoría
Bosque	FL
Garriga o similar	GL
Matorral o Landas (arbustivas)	GL
Prado	GL
Cultivo	CL
Marismas y humedales	WL

La información sobre región climática en la que se localiza cada perfil se asigna a partir de las coordenadas del perfil (incluidas en la base de datos), mediante la superposición del Mapa de Subregiones Fitoclimáticas de España Peninsular y Balear (Allué, 1990)²⁷, y previa agrupación de tipos, tal y como se expone en la siguiente tabla.

²⁵ Rovira, P., Romanyà, J., Rubio, A., Roca, N., Alloza, J.A., Vallejo V. (2007). Capítulo 6: "Estimación del carbono orgánico en los suelos peninsulares españoles". *El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático*. Coord. Felipe Bravo. Edita: Fundación Gas Natural, 1ª Edición, 2007. ISBN: 978-84-611-6599-5. Depósito Legal: B-22410-2007.

²⁶ BALANGEIS (2007-2010). *Balance de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas y agropecuarios seleccionados* (Ministerio de Educación y Ciencia / INIA). Subproyecto: Capacidad de fijación de carbono de los suelos españoles: respuesta a los cambios de uso del suelo, a las prácticas de manejo y a las perturbaciones. Inv. Principal del subproyecto: Joan Romanyà Ref N°: SUM2006-00030-C02-02. Inv. Principal del proyecto coordinado: Mª José Sanz Ref N° SUM2006-00030-C02-00.

²⁷ Allué Andrade J.L. (1990). *Atlas fitoclimático de España: Taxonomías*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Disponible en línea: https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mapa_subregiones_fitoclim_descargas.aspx

Tabla A3.24. Correspondencia de código Allué y Orden con Región Climática

Clasificación en el mapa original de Subregiones Fitoclimáticas		Región Climática
Clasificación "Allué"	Clasificación de "Orden"	
III(IV)	1	Árido
IV(III)	2	Mediterráneo
IV(VI)1	7	Mediterráneo
IV(VI)2	8	Mediterráneo
IV(VII)	3	Mediterráneo
IV1	3	Mediterráneo
IV2	4	Mediterráneo
IV3	5	Mediterráneo
IV4	6	Mediterráneo
VI	15	Atlántico
VI	17	Atlántico
VI(IV)1	9	Continental
VI(IV)2	10	Continental
VI(IV)3	11	Continental
VI(IV)4	12	Continental
VI(V)	14	Atlántico
VI(VII)	13	Continental
VIII(VI)	16	Montano
X(IX)1	18	Culminal
X(IX)2	18	Culminal
X(VIII)	17	Montano

Resultados: valores de SOC por uso del suelo y clima

Analizando la relación entre los valores de SOC de los perfiles y la información asociada sobre uso del suelo y región climática, se ha observado que la muestra de perfiles en clima culminal es muy reducida y, por ello, se han agrupado los perfiles de esta región climática con los de clima montano, en una única categoría montano-culminal.

Por tanto, se han estimado valores de referencia de SOC diferenciando las cuatro categorías de uso de la tierra (CL, FL, GL y WL) y cuatro regiones climáticas (atlántico, continental, mediterráneo y montano-culminal). Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

Tabla A3.25. Valores de SOC según uso de la tierra y región climática (cifras en t C/ha)

Categoría	Atlántico	Continental	Mediterráneo	Montano-Culminal
CL	<u>50,28</u>	<u>33,72</u>	29,03	<u>47,63</u>
FL	64,21	50,35	46,36	57,44
GL	76,94	45,79	37,02	75,6
WL	62,86	62,86	62,86	62,86

Valores en negrita en la tabla: FL, CL y GL: se obtienen como mediana de los valores de SOC en cada grupo de perfiles de suelo (según clasificación por uso y clima).

Valores subrayados en la tabla: CL: Existe información de perfiles sólo para el clima mediterráneo (no se dispone de perfiles en clima atlántico ni en montano-culminal; y en clima continental sólo se dispone de un perfil, lo cual resulta insuficiente). Por ello, la estimación de SOC para los climas atlántico, continental y montano-culminal se ha calculado a partir del valor para el clima mediterráneo, según la proporción obtenida en GL y FL (se ha tomado el promedio de las dos) para los valores de SOC entre cada clima y el clima mediterráneo.

Valores en cursiva en la tabla: WL: Para este uso la muestra de perfiles es muy reducida. Solo se dispone de un perfil para el clima atlántico, dos para el clima continental y seis para el clima mediterráneo. En este caso se ha asumido que los valores de SOC en WL no se ven influidos de forma importante por el clima, ya que según indican Rovira *et al.* (2007): “*la abundancia de agua hace que ésta no sea un factor limitante*”. En consecuencia, se ha estimado un único valor de SOC para WL, igual a la mediana de los valores obtenidos en los nueve perfiles disponibles.

Resultados: valores de SOC por uso del suelo (nivel provincial y nacional)

A partir de los valores de SOC por uso del suelo indicados en la tabla anterior, que dependen de la región climática, se han calculado valores de SOC de referencia para cada uso de la tierra en cada provincia. Para ello se ha utilizado información sobre el porcentaje de cada provincia comprendido en cada una de las regiones climáticas. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Tabla A3.26. Valores de SOC según uso de la tierra y provincia (cifras en t C/ha)

Provincia	FL	CL	GL	WL
1	57,53	34,82	62,10	62,86
2	46,61	29,05	37,21	62,86
3	46,97	29,25	37,85	62,86
4	46,39	29,03	37,04	62,86
5	50,01	31,26	53,42	62,86
6	46,36	29,04	37,02	62,86
7	46,73	29,10	37,78	62,86
8	50,26	32,99	46,64	62,86
9	53,86	34,33	53,38	62,86
10	46,79	29,28	38,46	62,86
11	46,51	29,04	37,24	62,86
12	49,40	30,10	41,78	62,86
13	46,45	29,04	37,07	62,86
14	46,36	29,03	37,02	62,86
15	63,92	49,98	76,34	62,86
16	50,21	30,82	44,33	62,86
17	53,22	32,96	55,99	62,86
18	46,51	29,04	37,40	62,86
19	50,61	32,49	47,77	62,86
20	64,21	50,28	76,94	62,86
21	46,36	29,03	37,02	62,86
22	53,46	32,59	55,74	62,86
23	47,12	29,07	38,21	62,86
24	53,03	33,13	59,31	62,86
25	52,57	31,88	60,63	62,86
26	51,74	33,56	49,41	62,86
27	61,58	46,26	70,26	62,86
28	50,24	29,26	45,83	62,86
29	46,42	29,04	37,19	62,86
30	46,45	29,04	37,08	62,86
31	60,72	34,52	61,88	62,86
32	56,73	39,47	63,01	62,86
33	63,59	50,27	76,81	62,86
34	52,11	33,33	52,24	62,86
35	53,53	53,53	53,53	86,35
36	60,36	45,83	73,63	62,86
37	48,55	30,47	42,00	62,86
38	64,57	64,57	64,57	87,54
39	62,22	48,58	73,92	62,86
40	50,83	32,86	48,27	62,86
41	46,36	29,03	37,02	62,86
42	51,36	33,76	47,81	62,86
43	49,09	30,57	41,61	62,86
44	50,57	32,88	46,36	62,86
45	46,93	29,05	37,49	62,86
46	47,95	30,04	39,19	62,86
47	48,41	31,13	42,32	62,86
48	64,21	50,28	76,94	62,86
49	49,19	29,86	46,59	62,86
50	49,27	30,94	41,76	62,86

Por último, el valor medio nacional de SOC (en t C/ha) se ha calculado ponderando el valor de SOC de referencia para cada uno de los usos del suelo con la superficie que representa. El resultado se muestra en la tabla siguiente:

Tabla A3.27. Valores de SOC según uso de la tierra a nivel nacional (cifras en t C/ha)

Depósito	FL	CL	GL	WL
SOC (t C/ha)	51,39	31,48	48,73	62,95

A3.2.9. Estimación del contenido de carbono en la madera muerta en tierras forestales con bosques estables

Para la estimación del contenido en carbono almacenado en la madera muerta (DW) se han utilizado datos de 27.567²⁸ parcelas de dos ciclos del Inventario Forestal Nacional (IFN), para bosque con FCC $\geq 20\%$, en donde se ha muestreado la madera muerta. Se han utilizado datos provinciales tanto del IFN3 como del IFN4 puesto que no se dispone de datos de madera muerta para todo el territorio nacional ya que el IFN4 no está finalizado y en el IFN3 no se tomaron datos de madera muerta en todas las comunidades autónomas²⁹.

En la toma de datos del IFN se identifican en cada parcela las categorías de madera muerta siguientes, diferenciando por especie y grado de descomposición:

- Pies mayores muertos en pie ($dn \geq 7,5$ cm)
- Pies mayores muertos caídos (diámetro a 1,3 m de longitud medido desde la base del fuste, mayor de 7,5 cm)
- Pies menores muertos en pie ($2,5 \leq dn \leq 7,5$ y $h \geq 1,3$ m)
- Pies menores muertos caídos ($2,5 \leq$ diámetro a 1,3 m de longitud medido desde la base del fuste $\leq 7,5$ cm y $l \geq 1,30$ m)
- Ramas y leñas gruesas (diámetro medio $\geq 7,5$ cm y $l \geq 0,3$ m)
- Tocones (diámetro medio $\geq 7,5$ cm y $h \leq 1,3$ m)
- Tocones de brotes de cepa (tocones procedentes de una cepa totalmente muerta y con diámetro medio de ésta mayor o igual a 7,5 cm y altura máxima de 1,3 m)
- Acumulaciones (con diámetro a la mitad de su longitud del tronco o troza media superior o igual a 7,5 cm)³⁰

Se toman las dimensiones de la madera muerta procedente tanto de especies arbóreas como de matorral, siempre y cuando cumpla los criterios de dimensiones descritos (“dn” es el diámetro medido a una altura “h” = 1,30 m; “l” es la longitud del fuste caído o de las ramas).

Los grados de descomposición (GD) de la madera muerta que se identifican en el IFN son los propuestos por Hunter (1990), y se añade una categoría nueva (6):

- GD 1: Corteza intacta, presencia de pequeñas ramillas (menores de 3 cm), textura de la madera intacta. En el caso de árboles muertos en pie, tronco arraigado con firmeza.
- GD 2: Corteza intacta, sin presencia de pequeñas ramillas. En el caso de árboles muertos en pie, tronco que puede moverse ligeramente.

²⁸ Incluye las parcelas con valor de DW igual a 0 (descartadas anteriormente).

²⁹ En las parcelas del IFN en las que no se tomaron datos de DW, este depósito ha sido calculado a partir de los datos de madera viva.

³⁰ Se incluye la madera muerta de acumulaciones y tocones procedentes de brotes de cepa medidos en las parcelas.

- GD 3: Rastros de corteza, sin pequeñas ramillas, madera dura. En el caso de árboles muertos en pie, tronco que se puede desarraigar.
- GD 4: Sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura que se desprende en trozos.
- GD 5: Sin corteza, sin ramillas, madera blanda con una textura pulverulenta.
- GD 6³¹: Madera verde, cuando acaban de realizarse las cortas o podas y la madera está cortada pero aún no ha comenzado a descomponerse.

Por lo tanto, en las provincias muestreadas se conocen los datos de madera muerta por parcela según especies, categorías de madera muerta y grados de descomposición (Alberdi *et al.*, 2012)³².

Se ha considerado, adicionalmente, la clasificación realizada por el entonces Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA) de las parcelas del IFN en las formaciones arboladas establecidas para el Mapa Forestal Español.

Cubicación y transformación del volumen a peso en carbono

En primer lugar, se cubió la madera muerta por parcela³³ para cada una de las especies, con base en las distintas tipologías de madera muerta, con: las ecuaciones de cubicación provinciales determinadas por el IFN para el caso de los árboles en pie (muertos o caídos); y con fórmulas geométricas (Hubert o Smalian) para el resto de las tipologías. Para el caso de los árboles menores, se supuso una forma del fuste cónica.

Los volúmenes, en m³/ha, se transformaron en biomasa aérea³⁴, en t m.s./ha, mediante los valores por defecto de densidad básica de la madera por especie (D) (cuadro 4.14, cap. 4, vol. 4, Guía IPCC 2006 y cuadro 3A.1.9-1, anexo 3A.1, GPG-LULUCF 2003 de IPCC).

A estos valores por defecto de la densidad se les aplicó un factor de reducción (fr), dependiente de los grados de descomposición de la madera. Para establecer el citado factor de reducción, se utilizaron las 3 clases de densidad de la madera del apartado 4.3.3.5.3 de la GPG-LULUCF 2003 de IPCC y muestreada mediante el método del machete (*machete test*, en inglés). Así, según el corte en el tronco o rama con un machete, se definen 3 clases de densidad: *sound* o sano, *intermediate* o intermedio y *rotten* o podrido. Desde el INIA se propuso la siguiente correspondencia con los grados de descomposición establecidos:

- GD 1, 6: Sano (*Sound*)
- GD 2, 3: Intermedio (*Intermediate*)
- GD 4, 5: Podrido (*Rotten*)

Por tanto, en el cálculo de biomasa de la madera en descomposición, la densidad de la especie se multiplicó por un factor de reducción (fr) de la densidad asignado a cada clase. En ausencia de valores propios para estos factores, se aplicaron los siguientes valores por defecto (UNFCCC; A/R MDL³⁵):

³¹ Para armonizar los GD, en el caso del GD 6, se asimiló al GD 1.

³² Alberdi I, Hernández L, Saura S, Barrera M, Gil P, Condés S, Cantero A, Sandoval VJ, Vallejo R, Cañellas I (2012) *Estimación de la biodiversidad en el País Vasco*. Dirección General del Medio Natural y Política Forestal. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.

³³ Para las parcelas del IFN en las que se disponen de datos reales (medidos) de DW, se ha aplicado la relación de madera viva y muerta de la parcela calculada para cada formación, en lugar del valor medio de DW calculado para cada formación, por considerarse más ajustado a la realidad.

³⁴ Aplicando un criterio más conservador, no se han considerado las raíces, al no disponer de valores específicos sobre la relación existente entre la biomasa aérea y subterránea tanto en el caso de árboles muertos como en el de tocones.

³⁵ Metodologías del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL - *Clean Development Mechanism* (CDM), en inglés), para la actividad Forestación/Reforestación del Protocolo de Kioto (*Afforestation/Reforestation* (AR), en inglés) de la UNFCCC.

Tabla A3.28. Factor de reducción (fr) para estimar el peso de C en función de los niveles de decaimiento (GD) de la madera muerta (DW)

Factores	Clase de densidad					
	Sano (<i>Sound</i>)		Intermedio (<i>Intermediate</i>)		Podrido (<i>Rotten</i>)	
Factor de reducción (fr)	1.00		0.80		0.45	
Grado de descomposición (GD)	1	6	2	3	4	5

Por último, se consideró que la mitad del peso de la biomasa se correspondía con el peso de C³⁶ y se obtuvo el contenido medio de C, en t C/ha, de las distintas formaciones arboladas de cada provincia, promediando el contenido total de C de todas las parcelas de cada provincia.

Las ecuaciones utilizadas para las estimaciones de la biomasa y del C son las siguientes:

$$B_d = V_{cc} \times D \times fr$$

$$C_d = B_d \times 0,5$$

donde:

B_d	peso en biomasa considerando el grado de descomposición de la madera muerta (t m.s./ha).
D	densidad básica de la madera (t m.s./m ³).
fr	factor de reducción de la biomasa debido al grado de descomposición de la madera (adimensional).
V_{cc}	volumen de madera con corteza (m ³ /ha).
C_d	peso en C considerando el grado de descomposición de la madera (t C/ha).

Una vez estimado el contenido de C por hectárea de las distintas formaciones arboladas de cada provincia muestreada, se obtuvo el C total de cada provincia, multiplicado el contenido en C por hectárea por la superficie, en hectáreas, de las distintas formaciones.

Debido a que no se disponían de datos de madera muerta en todas las provincias ni en todas las formaciones arboladas, se realizó una extrapolación del contenido en C según el siguiente procedimiento:

- Obtener las superficies (ha) de cada formación forestal en cada una de las provincias (FCC ≥ 20 %).
- En cada provincia, seleccionar las formaciones que tienen parcelas que han sido muestreadas.
- Ponderar el C reducido (t C/ha) a nivel nacional de las formaciones que tengan parcelas muestreadas (parcelas seleccionadas en (2) con superficies de (1)).
- Multiplicar las medias ponderadas de cada formación obtenidas en (3) por la superficie de las formaciones en las que no se muestreó la madera muerta obteniendo, de esta manera, el C a nivel provincial (t C).
- Para cada formación, sumar el contenido en C en cada provincia obteniendo, así el contenido en C a nivel nacional.

Resultados

Los contenidos medios por hectárea de biomasa y carbono en la madera muerta en bosques estables a nivel nacional son 2,17 t m.s./ha y 1,07 t C/ha, respectivamente.

³⁶ De acuerdo con la Guía IPCC 2006, la cantidad de C se obtiene como resultado de multiplicar la cantidad de biomasa en el componente respectivo por la fracción de carbono aplicable, generalmente el 50 % (anexo 4A.1, cap. 4, vol. 4, Guía IPCC 2006).

Tabla A3.29. Valores provinciales de biomasa y carbono por hectárea (cifras en t m.s./ha y t C/ha, respectivamente)

Provincia	Biomasa estimada (t m.s./ha)	Carbono estimado (t C/ha)	Provincia	Biomasa estimada (t m.s./ha)	Carbono estimado (t C/ha)
Álava	2,96	1,45	Rioja (La)	3,34	1,64
Albacete	1,82	0,91	Lugo	3,77	1,85
Alicante	0,61	0,30	Madrid	1,80	0,89
Almería	0,88	0,44	Málaga	1,41	0,69
Ávila	2,91	1,46	Murcia	0,99	0,49
Badajoz	0,96	0,46	Navarra	3,21	1,58
Baleares (Illes)	1,80	0,89	Ourense	3,01	1,49
Barcelona	3,40	1,69	Asturias	4,03	1,97
Burgos	3,13	1,55	Palencia	2,72	1,33
Cáceres	1,20	0,59	Palmas (Las)	1,11	0,53
Cádiz	1,58	0,76	Pontevedra	3,47	1,71
Castellón	0,83	0,41	Salamanca	1,22	0,60
Ciudad Real	1,42	0,71	Santa Cruz de Tenerife	1,70	0,83
Córdoba	0,56	0,27	Cantabria	3,90	1,89
Coruña (A)	3,41	1,67	Segovia	3,47	1,76
Cuenca	2,05	1,03	Sevilla	0,63	0,30
Girona	5,17	2,53	Soria	3,21	1,61
Granada	1,23	0,61	Tarragona	2,58	1,28
Guadalajara	1,90	0,95	Teruel	2,06	1,03
Guipúzcoa	4,98	2,45	Toledo	1,60	0,79
Huelva	0,84	0,41	Valencia	0,60	0,30
Huesca	2,23	1,12	Valladolid	2,39	1,20
Jaén	1,24	0,62	Vizcaya	3,55	1,75
León	2,40	1,18	Zamora	1,89	0,93
Lleida	2,72	1,36	Zaragoza	1,95	0,97

A3.2.10. Estimación del stock de C en detritus en bosque que permanece como tal

La fuente de datos empleada para estimar el contenido de C en el detritus (LT, por sus siglas en inglés) es la Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques de Nivel I³⁷.

Entre los años 2014 y 2017 se ha llevado a cabo el muestreo y análisis del contenido de C en LT de 596 parcelas correspondientes a la citada Red, cuyas parcelas se encuentran sistemáticamente distribuidas por toda la geografía española, en una malla de 16 x 16 km. Los pasos que se han seguido en la cuantificación del contenido de C en LT a nivel nacional han sido los siguientes:

³⁷ El objetivo de la Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques de Nivel I es conocer la variación en el tiempo y en el espacio del estado de vitalidad de los bosques, definida en este caso por dos parámetros básicos como son la pérdida de follaje y los daños en el arbolado, así como su relación con los diferentes factores de estrés, incluida la contaminación atmosférica.

Para más información puede consultarse la página web oficial de ICP Forests (<http://icp-forests.net/>) y del MITECO (<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/redes-europeas-seguimiento-bosques/default.aspx>).

Paso 1: Muestras de campo

Los muestreos se han llevado a cabo conforme a un protocolo de campo que ha consistido en la recolección sistemática de 4 muestras por parcela, separadas del centro de la parcela 6 metros, en orientaciones norte, sur, este y oeste. Se recogió el LT contenido en cuadrados de 50 x 50 cm.

Paso 2: Análisis de laboratorio

Los análisis se han llevado a cabo en el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). Tras su traslado a laboratorio, las muestras fueron secadas a 70 °C de temperatura para calcular su peso seco, y posteriormente se analizó la concentración de C del total de la muestra agregada de la parcela, mediante el método de análisis de combustión LECO.

Paso 3: Cálculo de valores por parcela

Aplicando la concentración de C de cada parcela al contenido de biomasa recogido, se obtuvo la cantidad de C (t C/ha) correspondiente a cada parcela muestreada:

Stock de carbono en el litter de las parcelas de la Red de Seguimiento de Daños en los Bosques Nivel I

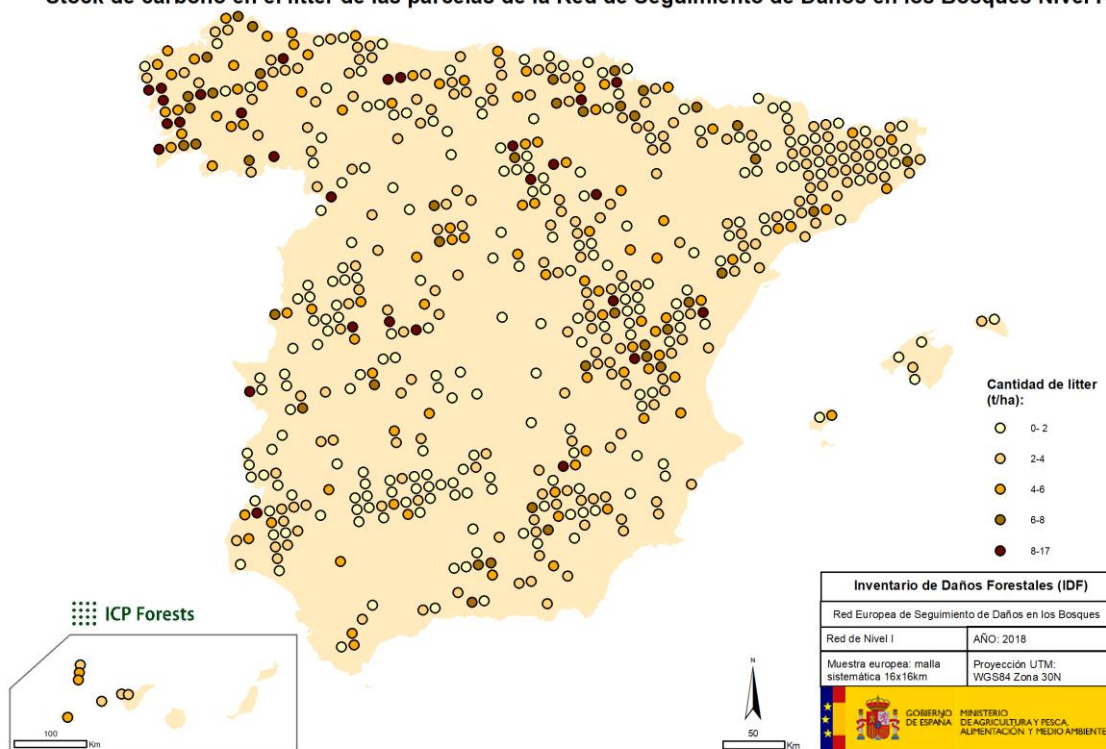


Figura A3.2. Stock de C en LT de las parcelas de la Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques de Nivel I

Paso 4: Cálculo de valores por formación

Seguidamente, se estratificaron los resultados según el tipo de formación arbolada, asignando así a las diferentes formaciones establecidas en el Mapa Forestal de España (MFE) un contenido de C en LT.

Paso 5: Cálculo del valor nacional

Finalmente, los valores se multiplican por la superficie de cada formación según el MFE, para obtener un valor nacional. Los resultados muestran un valor medio de 3,02 t C/ha.

A3.2.11. Justificación de que el carbono orgánico del suelo no es fuente de emisiones en las superficies de gestión forestal

La fuente de datos empleada para estimar los cambios en el contenido de C del depósito carbono orgánico del suelo (SOC, por sus siglas en inglés) son las Redes Europeas de Seguimiento de Daños en los Bosques de Nivel I y II³⁸. Para el balance del *stock*, están disponibles dos mediciones de un total de 373 parcelas de las Redes, que se llevaron a cabo entre dos ciclos de muestreo.

Antecedentes

Hasta la fecha, se han llevado a cabo dos muestreos de suelos, ambos en el marco de *ICP-Forests* (Redes de Seguimiento de Daños en Bosques):

- Primer ciclo de muestreo, entre los años 1997 y 1998.
- Segundo ciclo de muestreo, entre los años 2006 y 2007, y que se incluyó entre las acciones del proyecto *Biosoil*, que a su vez estaba contenido en el proyecto *Forest Focus*.

Las citadas Redes cuentan con dos niveles de intensidad de muestreo: Nivel I (distribución sistemática malla de 16 x 16 km) y Nivel II (14 parcelas en la actualidad).

Los pasos que se han seguido cuantificación de la variación de SOC han sido los siguientes:

Paso 1: Cálculo de valores por parcela

Para el análisis del C y el cálculo del SOC (t C/ha), los parámetros necesarios son: la concentración de C (g/kg o %), la densidad aparente y el volumen de gruesos.

El resultado del proceso de las bases de datos, tanto del primer como del segundo muestreo, ha sido la selección del 373 con los datos disponibles para hacer los cálculos en ambos muestreos. Así, se ha obtenido un dato de SOC por parcela y muestro.

A continuación, para cada parcela, se ha calculado la diferencia entre el valor del segundo muestreo respecto al obtenido en el primero.

Paso 2: Cálculo de valores por formación

Seguidamente, se estratificaron los resultados de los balances según el tipo de formación arbolada, asignando así a las diferentes formaciones establecidas en el Mapa Forestal de España (MFE) un balance SOC entre los dos ciclos de medición (cuyos resultados pueden consultarse al final de este apartado).

Paso 3: Cálculo de valor nacional

Finalmente, los balances obtenidos se multiplican por la superficie de cada formación según el MFE para obtener un balance nacional.

Los resultados muestran que el balance SOC entre los ciclos estudiados se mantiene muy cercano al cero, aunque positivo; es decir, que existe una ligera ganancia de *stock* de C. Esto

³⁸ Los objetivos de las Redes Europeas de Seguimiento de Daños en los Bosques de Nivel I y II son:

- Nivel I: conocer la variación en el tiempo y en el espacio del estado de vitalidad de los bosques, definida en este caso por dos parámetros básicos como son la pérdida de follaje y los daños en el arbolado, así como su relación con los diferentes factores de estrés, incluida la contaminación atmosférica.
- Nivel II: exhaustivo seguimiento de los ecosistemas forestales mediante medidas numerosas y complejas, aportando información completa sobre la relación entre los diferentes factores de estrés y el estado de vitalidad y la funcionalidad de los bosques (relaciones causa - efecto).

Para más información puede consultarse la página web oficial de ICP Forests (<http://icp-forests.net/>) y del MITECO (<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/redes-europeas-seguimiento-bosques/default.aspx>).

indica, desde el punto de vista del secuestro de C, que los suelos en nuestros bosques habrían estado actuando como sumidero de C.

Tabla A3.30. Valores nacionales del balance de SOC

Variable	Incremento (t C/ha)	Incremento total (t C)
Carbono (t C)	0,11	2.089.097

Tabla A3.31. Valores del balance de SOC por formación arbolada (cifras en hectáreas y toneladas de C)

Tipo de formación (estrato)	ID_FORARB	Superficie (ha)	Tipo de masa	ΔCOS (t C/ha)	Total Variación C (t C)
Abedulares (<i>Betula</i> sp.)	8	39.148,33	F	-2,76	-107.873
Abetales (<i>Abies alba</i>)	2	12.122,92	C	-0,08	-959
Acebedas (<i>Ilex aquifolium</i>)	9	4.127,47	F	-2,76	-11.373
Acebuchales (<i>Olea europaea</i>)	35	127.842,87	F	-2,76	-352.269
Alcornocales (<i>Quercus suber</i>)	19	269.977,25	F	-2,76	-743.917
Algarrobales (<i>Ceratonia siliqua</i>)	52	7.312,99	F	-2,76	-20.151
Avellanedas (<i>Corylus avellana</i>)	13	8.499,84	F	-2,76	-23.421
Bosque mixto de frondosas en la región biogeográfica alpina	54	26.098,41	M	-3,65	-95.218
Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica atlántica	3	348.993,30	M	-3,65	-1.273.277
Bosques mixtos de frondosas en región biogeográfica mediterránea	31	771.187,04	M	-3,65	-2.813.620
Bosques ribereños	33	243.440,17	M	-3,65	-888.174
Castañares (<i>Castanea sativa</i>)	29	164.715,19	F	-2,76	-453.870
Choperas y plataneras de producción	44	98.637,76	F	-2,76	-271.795
Coníferas alóctonas de gestión (<i>Cupressus</i> sp., <i>Cedrus</i> sp., otros pinos, etc.)	46	1.653,65	M	-3,65	-6.033
Dehesas	34	2.465.472,41	F	4,54	11.197.713
Encinares (<i>Quercus ilex</i>)	18	2.809.263,36	F	-2,76	-7.740.875
Enebrales (<i>Juniperus</i> sp.)	7	113.108,46	C	-0,08	-8.943
Eucaliptales	57	639.968,26	F	-2,76	-1.763.421
Fayal-Brezal	51	20.843,41	M	-3,65	-76.046
Fresnedas (<i>Fraxinus</i> sp.)	56	10.053,55	F	-2,76	-27.702
Frondosas alóctonas con autóctonas	41	65.274,08	M	-3,65	-238.148
Frondosas alóctonas invasoras	49	4.513,73	M	-3,65	-16.468
Hayedos (<i>Fagus sylvatica</i>)	1	395.413,12	F	-2,76	-1.089.554
Laurisilvas macaronésicas	36	3.474,00	M	-3,65	-12.675
Madroñales (<i>Arbutus unedo</i>)	43	29.519,50	F	-2,76	-81.340
Melojares (<i>Quercus pyrenaica</i>)	15	845.547,05	F	-2,76	-2.329.890
Mezcla de coníferas autóctonas con alóctonas	65	12.727,88	M	-3,65	-46.437
Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica alpina	391	31.557,49	M	-3,65	-115.135
Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica atlántica	392	9.224,37	M	-3,65	-33.654
Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica macaronésica	394	695,47	M	-3,65	-2.537

Tipo de formación (estrato)	ID_FORARB	Superficie (ha)	Tipo de masa	ΔCOS (t C/ha)	Total Variación C (t C)
Mezcla de coníferas autóctonas en la región biogeográfica mediterránea	393	610.241,70	M	-3,65	-2.226.423
Mezcla de coníferas con frondosas, autóctonas con alóctonas	66	37.378,39	M	-3,65	-136.372
Mezclas de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica alpina	401	46.264,88	M	-3,65	-168.794
Mezclas de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica atlántica	402	87.057,33	M	-3,65	-317.622
Mezclas de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica macaronésica	404	7.052,57	M	-3,65	-25.731
Mezclas de coníferas y frondosas autóctonas en la región biogeográfica mediterránea	403	1.001.354,62	M	-4,02	-4.022.942
Otras coníferas alóctonas de producción (<i>Larix</i> sp., <i>Pseudotsuga</i> sp., etc.)	64	29.135,11	M	-3,65	-106.297
Otras especies de producción en mezcla	38	191.173,91	M	-3,65	-697.484
Otras mezclas de frondosas macaronésicas	55	7.586,49	M	-3,65	-27.679
Palmerales y mezclas de palmeras con otras especies	37	1.730,66	M	-3,65	-6.314
Pinares de pino albar (<i>Pinus sylvestris</i>)	21	1.030.480,89	C	-0,08	-81.479
Pinares de pino canario (<i>Pinus canariensis</i>)	27	79.933,80	C	-0,08	-6.320
Pinares de pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>)	24	2.064.603,84	C	10,51	21.690.258
Pinares de pino negro (<i>Pinus uncinata</i>)	22	96.835,47	C	-0,08	-7.657
Pinares de pino pinaster en región atlántica (<i>Pinus pinaster</i> spp. <i>atlantica</i>)	62	242.061,74	C	-0,08	-19.140
Pinares de pino pinaster en región mediterránea (<i>Pinus pinaster</i> spp. <i>hamiltonii</i>)	61	824.527,53	C	-0,08	-65.194
Pinares de pino piñonero (<i>Pinus pinea</i>)	23	399.595,26	C	-0,08	-31.595
Pinares de <i>Pinus radiata</i>	58	264.162,62	C	-0,08	-20.887
Pinares de pino salgareño (<i>Pinus nigra</i>)	25	709.272,30	C	-0,08	-56.081
Pinsapares (<i>Abies pinsapo</i>)	28	1.762,15	C	-0,08	-139
Quejigares (<i>Quercus faginea</i>)	16	320.746,11	F	-2,76	-883.810
Quejigares de <i>Quercus canariensis</i>	17	5.528,46	F	-2,76	-15.234
Repoblación de <i>Quercus rubra</i>	63	5.739,59	F	-2,76	-15.815
Robledales de <i>Quercus robur</i> y/o <i>Quercus petraea</i>	4	244.456,05	M	-3,65	-891.880
Robledales de roble pubescente (<i>Quercus humilis</i>)	14	109.849,13	F	-2,76	-302.687
Sabinares albares (<i>Juniperus thurifera</i>)	20	196.894,16	C	-0,08	-15.568
Sabinares canarios (<i>Juniperus turbinata</i>)	50	1.005,51	C	-0,08	-80
Sabinares de <i>Juniperus phoenicea</i>	6	61.634,13	C	-0,08	-4.873
TOTAL NACIONAL		18.258.477,72-	-	-	2.089.097
INCREMENTO TOTAL (t C/ha)					0,11

Tipo de masa: C: Coníferas; F: Frondosas; y M: Mixtas.

A3.2.12. Justificación de que la madera muerta y el detritus no son fuente de emisiones en las superficies de gestión forestal

A3.2.12.1. Justificación cuantitativa de que la madera muerta no es fuente de emisiones en las superficies de gestión forestal, utilizando datos de las Parcelas de la Red de Seguimiento de Daños en los Bosques de Nivel I

La fuente de datos empleada para estimar el contenido de C en la madera muerta (DW) es la Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques de Nivel I³⁹. Las parcelas de la misma se encuentran sistemáticamente distribuidas por toda la geografía española, en una malla de 16 x 16 km.

Para el balance de *stock* de C, están disponibles dos mediciones en un total de 595 parcelas de la Red que se llevaron a cabo entre los años 2009 y 2017:

- Primer ciclo de muestreo, entre los años 2009 y 2012.
- Segundo ciclo de muestreo, entre los años 2013 y 2017.

Los pasos que se han seguido han sido los siguientes:

Paso 1: Muestreos de campo

Las mediciones tomadas en campo se han llevado a cabo siguiendo un protocolo establecido y consensuado con el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), responsable en pasos posteriores del procesado de datos que se describe a continuación.

Paso 2: Cálculo de valores por parcela

La estimación de volumen incluye tanto el volumen del fuste (VCC) como el de leñas (VLE), aplicando las ecuaciones de cubicación del Inventario Forestal Nacional (IFN) a las tipologías de madera muerta de pies mayores muertos en pie y pies mayores muertos caídos. Para el resto de tipologías se han utilizado distintas ecuaciones geométricas.

Una vez calculado el volumen se ha tenido en cuenta, para reducirlo, el grado de descomposición (GD) que indica que la madera está hueca. Además, en el caso de los pies mayores muertos, se ha tenido en cuenta el estado de la copa (multiplicando por un factor con cuatro posibles valores que varían entre 0 y 1 para copas en muy mal estado o muy buen estado, respectivamente).

El cálculo de la biomasa (que se refiere únicamente a biomasa aérea) se hace a partir del volumen calculado anteriormente, previamente ajustado mediante un factor de reducción (*fr*) que evita contabilizar los posibles huecos de aire producidos por la descomposición de la madera en función del grado de descomposición de la misma. Este volumen es multiplicado por la densidad de la madera (Sabaté *et al.* 2005⁴⁰) para cada especie. Cuando no existe un valor para la especie, se ha aplicado la media correspondiente para coníferas y frondosas de las especies que sí tienen un valor de densidad.

³⁹ El objetivo de la Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques de Nivel I es: conocer la variación en el tiempo y en el espacio del estado de vitalidad de los bosques, definida en este caso por dos parámetros básicos como son la pérdida de follaje y los daños en el arbolado, así como su relación con los diferentes factores de estrés, incluida la contaminación atmosférica.

Para más información puede consultarse la página web oficial de ICP Forests (<http://icp-forests.net/>) y del MITECO (<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/redes-europeas-seguimiento-bosques/default.aspx>).

⁴⁰ Sabaté, S., Gracia, C.A., Vayreda, J. & Ibáñez, J. 2005. *Differences among species in aboveground biomass expansion factors in Mediterranean forests*. Forest ecology and management.

El cálculo de carbono se ha hecho a partir de la biomasa aérea, aplicando los valores de la fracción de carbono en materia seca (CF, por sus siglas en inglés) del INIA (Montero *et al.* 2005⁴¹) directamente cuando se trata de la misma especie. Cuando no existe un valor para la especie, se ha aplicado la media correspondiente para coníferas y frondosas de las especies que sí tienen un valor de CF.

En este punto ya se empieza a calcular el balance unitario. Para cada parcela, se calcula la diferencia entre el valor obtenido en el segundo ciclo de muestreo y el valor obtenido en el primero.

Paso 3: Cálculo de valores por formación

A continuación, se han agrupado los resultados de los balances dependiendo del tipo de formación arbolada, asignando así a las diferentes formaciones establecidas en el Mapa Forestal de España (MFE) un balance de volumen, biomasa y carbono entre los dos ciclos de medición.

Paso 4: Cálculo de valor nacional

Finalmente, los valores se multiplican por la superficie de cada formación según el MFE para obtener un balance nacional.

Los resultados muestran que el balance de volumen, biomasa y carbono de madera muerta entre los ciclos estudiados se mantiene muy cercano al cero, aunque positivo; es decir, que existe una ligera ganancia de *stock* de C. Esto indica, desde el punto de vista del secuestro de C, que la madera muerta en nuestros bosques habría estado actuando como sumidero de C.

Tabla A3.32. Valores nacionales del balance de volumen, biomasa y carbono de DW

Variable	Incremento (ud/ha)	Incremento total (ud)
Volumen (m ³)	0,89	16.373.328
Biomasa (t m.s.)	0,39	7.133.515
Carbono (t C)	0,20	3.567.047

En el año 2020 se publicó un artículo científico demostrativo de que la madera muerta en los bosques españoles no es fuente de emisiones⁴².

A3.2.12.2. Justificación cuantitativa de que el depósito de detritus no es fuente de emisiones en las superficies de gestión forestal

La justificación de que el detritus (LT) no constituye una fuente emisora en Tierras forestales se basa en las mediciones realizadas en el Inventario Forestal Nacional en sus ciclos segundo, tercero y cuarto (IFN2, IFN3, IFN4). Entre uno y otro ciclo, dependiendo de la provincia, transcurren entre 10 y 12 años. Entre los denominados Parámetros Complementarios que se evalúan en las parcelas se encuentra el “Espesor de la capa muerta, césped, musgo y líquenes”. El libro *Segundo Inventario Forestal Nacional. Explicaciones y Métodos* recoge la definición del mencionado parámetro junto con la codificación que utiliza:

“Parámetro 1.2. Espesor de la capa muerta, césped, musgo y líquenes cuya estimación consiste en medir la altura en centímetros que desde el suelo tiene la masa de acículas, hojas, ramillas, cenizas, musgo u otros elementos vegetales pegados al suelo que rodea la zanja excavada. Si no llega a 0,5 cm se pondrá la cifra cero; de 0,5 a 1,4 la cifra uno; de 1,5 a 2,4 la dos, y así sucesivamente. Cuando la capa sea profunda conviene abrir un hueco con la mano hasta tocar

⁴¹ Montero G, R Ruiz-Peinado, M Muñoz. 2005. *Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles*. Madrid, España. Monografías INIA, Serie Forestal 13. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Ministerio de Educación y Ciencia. 270 p.

⁴² D Moreno-Fernández, L Hernández, I Cañellas, P Adame, I Alberdi. 2020. *Analyzing the dynamics of the deadwood carbon pool in Spain through the European Level I Monitoring Programme. Forest Ecology and Management, Volume 463*, 2020, 118020, ISSN 0378-1127, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112719314896>.

el suelo firme, pues de esa manera se favorece la medición. Si en la parcela hay zonas con diferentes espesores de capa muerta se apunta el valor medio estimado aproximadamente”.

Por tanto, en las parcelas revisadas del IFN se está en condiciones de estimar la variación del espesor de la capa muerta, es decir del detritus. No se evalúa la cantidad sino su variación, entendiendo que las condiciones en que se encuentra el detritus para una misma parcela se mantienen a lo largo del tiempo y, por tanto, la variación del volumen es proporcional a la variación del contenido en C.

De la muestra de las parcelas de campo existente, alrededor de 90.000, se ha realizado una depuración de datos en aras de obtener un conjunto de parcelas de las que se tuviera plena certeza de que los valores que proporcionan están de acuerdo con lo que se quiere obtener. Así, se han eliminado las parcelas en las que este dato no aparece registrado (hay que tener en cuenta que este dato es de última categoría en cuanto a importancia del dato en el IFN, no de la estimación); y aquellas en las que existe un único dato, correspondiente a la medición en un solo ciclo (no podría estimarse la variación). De esta manera, se ha trabajado con un total de 53.686 parcelas, número suficientemente grande para que la estimación esté dentro de unos límites de confianza adecuados.

Para cada parcela de las estudiadas, solo se han considerado los datos de dos ciclos consecutivos, bien IFN2/IFN3 o IFN3/IFN4. Aunque la separación temporal entre las medidas consideradas está entre los 10 y los 12 años, no se ha considerado esta diferencia significativa, tanto por las pequeñas variaciones anuales que pueden existir, como porque la exactitud de la medición supera, en muchos casos, a las variaciones anuales. La diferencia de espesor del detritus que se anota en cada parcela va con su signo, positivo si hay ganancia y negativo en caso de pérdida.

Haciendo la media ponderada de la diferencia de espesor respecto a la superficie que representa cada parcela, se obtiene una media nacional de 0,016. Por tanto, se puede inferir que la evolución a lo largo del tiempo del depósito de detritus en tierras forestales se mantiene prácticamente constante, por lo que no se puede considerar como fuente de emisión.

A3.2.12.3. Justificación cualitativa de que los depósitos de detritus y madera muerta no son fuente de emisiones en las superficies de gestión forestal

En la estimación de los flujos de gases de efecto invernadero en la actividad *Gestión forestal* se han tenido en cuenta los cambios en las existencias de C en los depósitos de biomasa viva (aérea y subterránea), que son los dominantes en la categoría *Tierras forestales*, pero se omiten tales flujos para los depósitos de madera muerta (DW), detritus (LT) y carbono orgánico del suelo (SOC). En la actividad de Forestación/Reforestación se han estimado las variaciones tanto en la biomasa viva como en el carbono orgánico del suelo, salvo para las repoblaciones realizadas en otras tierras.

En cuanto a la omisión del depósito SOC, se asume que los suelos en bosques sometidos a gestión forestal están en balance neutro de C. No obstante, se argumenta que este depósito no constituye una fuente. En efecto, tomando como base el argumento (véase exposición que sigue más abajo en este apartado) de que en un bosque con biomasa creciente (como es el caso de los bosques incluidos en la gestión forestal), al aumentar los depósitos de detritus y madera muerta se estaría también aumentando el depósito de carbono orgánico del suelo, ya que se nutre de los aportes adicionales de aquellos depósitos.

En lo que se refiere a los depósitos DW y LT del bosque se puede razonar fundadamente que, en España, y al menos en el periodo inventariado (1990-2021), el conjunto de ambos depósitos no ha constituido una fuente, sino más bien un sumidero. No obstante, la cuantificación precisa de la fijación neta de C por el conjunto de estos dos depósitos no se presenta en esta edición del Inventario Nacional, pues el proceso de estimación se encuentra todavía en desarrollo.

Los elementos clave de la argumentación de que el depósito conjunto de madera muerta y detritus no constituye fuente, sino que resulta sumidero, son los siguientes:

- i. El bosque ha experimentado en España, desde los años 70, un crecimiento en superficie y un incremento en la densidad de biomasa arbórea.⁴³
- ii. Las cortas de madera en el bosque gestionado se han mantenido prácticamente estables en el periodo con información disponible.
- iii. Las prácticas de gestión forestal han cambiado por lo que respecta al tratamiento de los residuos de las cortas de madera, en el sentido de disminuir la quema *in situ* y aumentar la trituración de los mismos y su posterior incorporación al suelo.
- iv. El aporte anual de madera muerta y detritus, tanto de origen natural como derivado de la gestión forestal, muestra, por la combinación de los tres elementos anteriores, una pauta temporal creciente a lo largo de los años.
- v. Se asume que el perfil temporal (años i hacia el pasado, $i = 0, 1, 2, \dots$) con relación a cada año t de referencia del Inventario Nacional ($t = 1990, 1991, \dots$) de las fracciones de madera muerta y detritus remanentes del pasado i se mantienen estacionarias al variar t .

Con la conjunción de los cinco elementos anteriores el contenido de C en el depósito conjunto de madera muerta y detritus resulta necesariamente creciente y excluye, por tanto, que sea fuente emisora de CO₂. De hecho, constituye un sumidero, aunque sus absorciones de C quedan pendientes de cuantificar.

Seguidamente se presenta información que soporta los posicionamientos adoptados sobre los elementos i-iii anteriores.

Apoyatura del elemento i)

En España se han finalizado tres rotaciones del Inventario Forestal Nacional (IFN). En cada una de estas rotaciones (decenales) se ha analizado todo el territorio nacional. En la tabla siguiente se exponen las fechas de realización de los IFN.

Tabla A3.33. Fechas de realización de los IFN

Inventario Forestal Nacional	Periodo de toma de datos	Fecha de referencia para los datos a nivel estatal
IFN1	1966 – 1975	1970
IFN2	1986 – 1996	1990
IFN3	1997 – 2007	2000
IFN4	2008 – (actualidad)	-

Comparando las existencias de los tres IFN completos hasta este momento, la biomasa acumulada en las superficies forestales arboladas es creciente. Este aumento de biomasa supone también un aumento de la madera muerta y detritus presente en el suelo.

La figura siguiente muestra una tabla donde se puede observar el aumento de las existencias obtenido de la comparación de inventarios entre el IFN1, IFN2, IFN3 e IFN4 para las comunidades autónomas en las que está completo, procedente del informe *La situación de los bosques y el sector forestal en España*, del año 2017⁴⁴.

⁴³ Esta tendencia es el resultado de: i) una fuerte explotación de los recursos madereros durante las décadas de 1940 y 1950, que incluía la conversión de bosques a tierras de labor; y ii) una política forestal, durante las décadas de 1960 y 1970, que incluía el abandono de tierras de labor y una importante forestación.

⁴⁴ Informe de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, disponible en la página web siguiente: <http://www.secforestales.org/content/informe-isfe>

Tabla 1.13. Evolución de las existencias forestales en España considerando el número de árboles totales (pies mayores y menores), su espesura, el volumen de madera con corteza (VCC, en millones de m³) y el volumen de madera con corteza por unidad de superficie (m³/ha de superficie forestal arbolada)

Año	Nº de pies (x 10 ⁶)	Nº de pies por hectárea	VCC (x10 ⁶ m ³)	VCC (m ³ /ha)
1975	7.730	657	457	38,7
1996	12.353	869	594	42,2
2010	17.805	977	928	50,8
2016	18.056	983	1.063	57,8

Fuente: MAPAMA (2017a); MONTERO y SERRADA (2013).

Figura A3.3. Evolución de las existencias forestales en España (periodo 1975-2016)

En el siguiente gráfico, obtenido del mismo informe, se presenta la evolución creciente del volumen total y relativo a la superficie forestal arbolada.

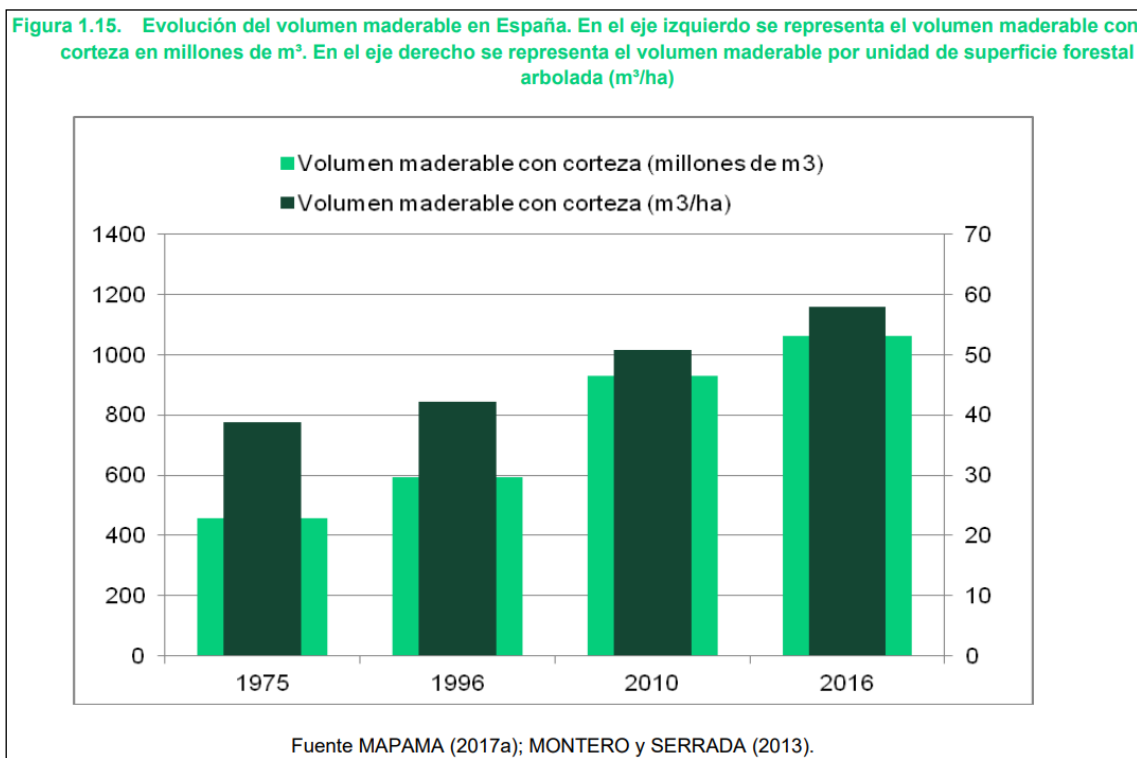


Figura A3.4. Evolución del volumen maderable (periodo 1975-2016)

Apoyatura del elemento ii)

Según los datos publicados en el *Anuario de Estadística Forestal* del año 2020⁴⁵, las cortas presentan variaciones anuales, aunque no son muy elevadas y las cifras de cortas se encuentran, en todo caso, por debajo del crecimiento de las masas. En la tabla y gráfico siguientes se presenta la serie histórica de cortas.

⁴⁵ Anuario de Estadística Forestal, disponible en la página web siguiente: https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/estadisticas/forestal_anuarios_todos.aspx.

Tabla A3.34. Serie histórica de cortas de madera (cifras en m³ con corteza)

CORTAS DE MADERA (miles de m ³ con corteza)				
AÑO	Coníferas	Fronosas	Sin clasificar	TOTAL
1990	8.517	4.229	2.714	15.460
1991	7.200	4.301	3.347	14.848
1992	6.711	4.142	3.221	14.074
1993	6.372	4.197	3.027	13.596
1994	7.549	4.601	3.244	15.394
1995	7.882	5.068	2.623	15.573
1996	7.507	4.662	2.571	14.739
1997	8.160	5.116	2.378	15.654
1998	7.981	5.710	2.183	15.874
1999	7.816	5.447	2.099	15.362
2000	6.838	5.058	2.193	14.090
2001	6.148	5.407	2.546	14.101
2002	5.525	5.382	3.806	14.713
2003	6.631	5.582	3.396	15.609
2004	6.037	5.409	3.353	14.799
2005	7.804	5.578	2.466	15.848
2006	8.270	5.260	3.523	17.053
2007	7.406	5.408	1.281	14.095
2008	6.501	5.788	4.761	17.050
2009	5.318	5.038	3.754	14.110
2010	6.164	5.788	1.288	13.239
2011	7.115	6.978	-	14.093
2012	7.598	6.521	-	14.119
2013	8.378	6.681	-	15.060
2014	8.779	6.982	-	15.762
2015	9.218	7.411	-	16.630
2016	8.135	8.713	-	16.848
2017	9.589	8.091	-	17.680
2018	10.644	9.104	-	19.747
2019	9.902	8.085	-	17.987
2020	8.392	7.545	-	15.937

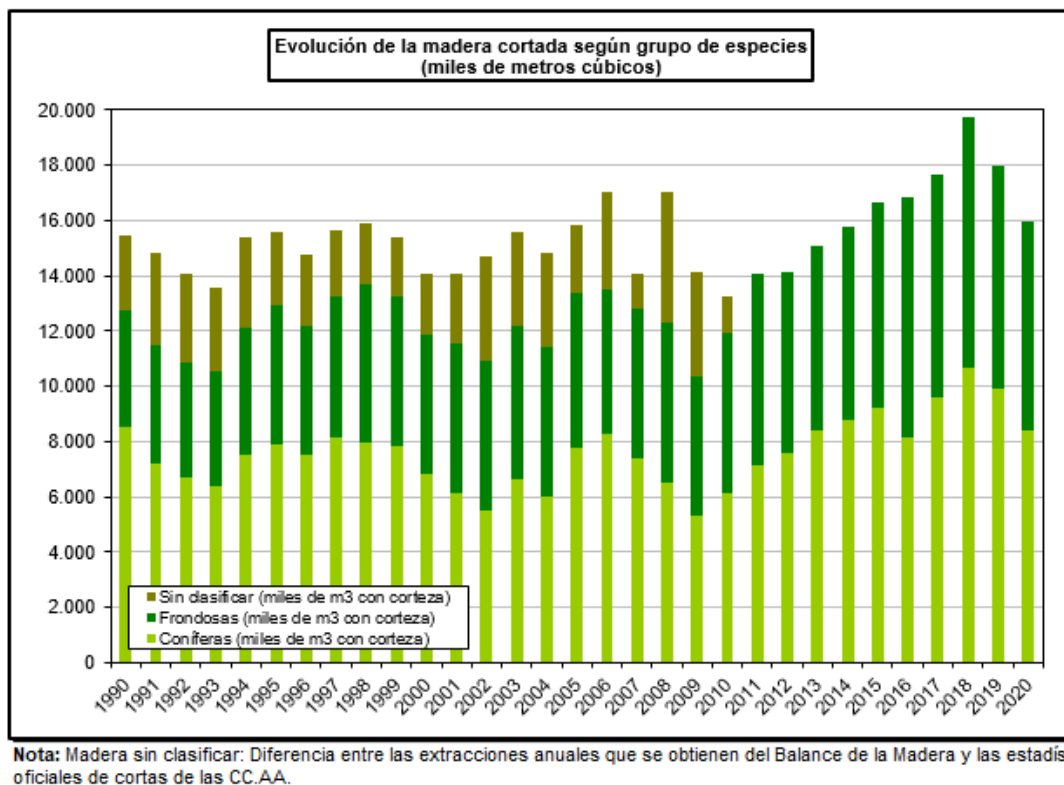


Figura A3.5. Evolución de la madera cortada (cifras en m³ con corteza)

Aunque en el año 2018 se registran 19.747 m³, en el periodo 1990-2020, las cortas en España varían, aproximadamente, entre los 14.000 y los 17.000 m³ con corteza (con un máximo de 17.987 y un mínimo de 13.239), lo que representa una variación sobre la media entre el -14 % y el +16%. Teniendo en cuenta esta información, se concluye que las cortas en España pueden considerarse estables.

En el gráfico siguiente, publicado en el documento *Criterios e indicadores de la gestión forestal sostenible* de 2011, se analiza el Índice de Extracción, que representa el porcentaje de crecimiento que se corta cada año, para los años 1990, 2000, 2005 y 2010.

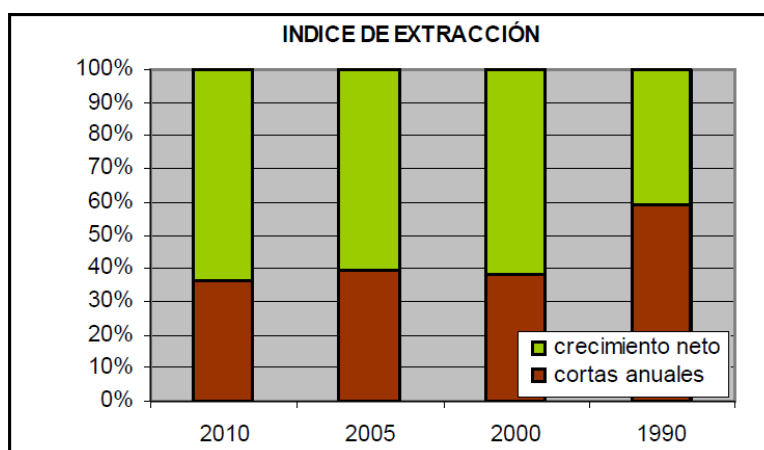


Figura A3.6. Índice de extracción (cifras en %)

Tal y como se muestra en la figura anterior, si bien en el año 1990 se cortaba un 60 % del crecimiento neto de las masas forestales; a lo largo de los años 2000, 2005 y 2010, sólo se ha cortado algo menos del 40 % del citado crecimiento neto. Estos valores confirman el incremento

de la biomasa acumulada en los bosques españoles estimado en el Inventario Nacional y permiten afirmar que es posible incrementar las cortas de madera y leña bajo criterios de gestión sostenibles.

Esta (casi) constancia de las cortas con una diferencia cada vez mayor respecto al crecimiento de las masas boscosas, no ha de verse como un “dejar de gestionar”. Al contrario, se debe tener en cuenta que la gestión de los bosques españoles no siempre se basa en la obtención de un aprovechamiento maderero, que solo en casos muy concretos es productivo, sino que se encamina, al menos en la zona de montañas atlánticas y en la mediterránea, a la conservación, apareciendo otros aprovechamientos, como la caza, el corcho, el piñón, etc., los cuales no se reflejan en las cortas de madera, aunque sí tienen una gestión específica.

Apoyatura del elemento iii)

Tradicionalmente, la eliminación de residuos de cortas y tratamientos silvícolas se realizaba mediante quema. Por ello, apenas se concentraba madera muerta en el suelo y esto producía una emisión inmediata, impidiendo prácticamente la incorporación de materia orgánica al suelo procedente de restos de cortas y tratamientos silvícolas.

Estas quemas de restos se han reducido en España, debido fundamentalmente a prácticas orientadas a la prevención de incendios, y se han sustituido, en muchos casos, por una eliminación de restos por trituración mediante mecanización, con incorporación posterior al suelo. Este tratamiento permite, además de reducir el riesgo de incendio, incorporar materia orgánica al suelo.

A3.2.13. Análisis del proceso de regeneración de las superficies quemadas

La constatación de este hecho se ha basado en los datos de las parcelas del Inventario Forestal Nacional (IFN) que, como se ha explicado anteriormente, tienen una periodicidad aproximadamente decenal cubriendo todo el territorio boscoso nacional (90.000 parcelas). Los resultados preliminares que se presentan corresponden al análisis de las parcelas revisitadas en zonas en las que ha habido incendios forestales y que conforman las tablas 517 de las publicaciones provinciales del IFN3.

Los datos de las citadas tablas 517 se basan en los estudios de regeneración de las parcelas del IFN3. En el levantamiento de las parcelas se mide, en el radio de 5 m, toda la regeneración arbórea existente (pies de altura menor de 1,30 m y 2,5 cm de diámetro), clasificando los pies medidos, de manera objetiva, según se muestra en la tabla siguiente.

Tabla A3.35. Clasificación de la abundancia de regeneración en parcelas del IFN

REGENERACIÓN PRESENTE EN LA PARCELA (pies/parcela)	REGENERACIÓN PRESENTE EN LA PARCELA (pies/ha)
de 1 a 4	de 127 a 637
de 5 a 15	de 637 a 1.910
más de 15	más de 1.910

A continuación, se incluye otra tabla en la que se presentan los resultados para aquellas provincias en las que existe un levantamiento de las parcelas incendiadas. En el resto de provincias, o bien no se han incluido parcelas en la muestra, o la significación de los incendios es mucho menor que en el resto, debido a sus características climáticas, silvícolas, etc.

Tabla A3.36. Porcentajes de regeneración en parcelas incendiadas. Fuente: IFN3

TABLA 517 IFN3				PORCENTAJES DE REGENERACIÓN DE LAS PARCELAS INCENDIADAS				
Código C.A.	Comunidad Autónoma	Código provincia	Provincia	Año del inventario	Sin regeneración natural	Nº de plantas por hectárea		
						De 127 a 637	De 637 a 1910	Más de 1910
11	Galicia	15	Coruña (A)	1997	18,18	22,73	40,91	18,18
		27	Lugo	1998	25,00	50,00	-	25,00
		32	Ourense	1998	-	37,50	25,00	37,50
		36	Pontevedra	1998	14,29	28,57	42,86	14,29
			GALICIA	1998	-	-	-	-
12	Principado de Asturias	33	ASTURIAS	1998	22	27,78	33,33	16,67
13	Cantabria	39	CANTABRIA	2000	16	47,37	26,32	10,53
21	País Vasco	1	Álava	2005	-	-	-	-
		20	Guipúzcoa	2005-2006	-	-	-	-
		48	Vizcaya	2005	-	-	-	-
			PAÍS VASCO	2005	-	0,00	0,00	0,00
22	Comunidad Foral de Navarra	31	NAVARRA	1999	67	-	-	33,33
23	La Rioja	26	LA RIOJA	1999	-	-	-	-
24	Aragón	22	Huesca	2004	-	-	-	-
		44	Teruel	2004-2005	-	-	-	-
		50	Zaragoza	2004-2005	-	-	-	100,00
			ARAGÓN	2004-2005	-	0,00	0,00	-
41	Castilla y León	5	Ávila	2002	3	58,62	34,48	3,45
		9	Burgos	2003	-	-	71,43	28,57
		24	León	2003	67	-	33,33	-
		34	Palencia	2003	-	-	-	-
		37	Salamanca	2002	-	-	33,33	66,67
		40	Segovia	2004	-	-	-	-
		42	Soria	2004	-	40,00	60,00	-
		47	Valladolid	2002	-	-	-	-
		49	Zamora	2002	-	-	-	-
	CASTILLA LEÓN	2002-04	-	-	-	-		
31	Comunidad de Madrid	28	MADRID	2000	-	25,00	50,00	25,00
42	Castilla La Mancha	2	Albacete	2004	-	35,29	-	64,71
		13	Ciudad Real	2004	-	25,00	75,00	-
		16	Cuenca	2003	-	21,05	42,11	36,84
		19	Guadalajara	2003	-	50,00	50,00	-
		45	Toledo	2004	-	-	-	100,00
			CASTILLA LA MANCHA	2003-04	-	-	-	-
43	Extremadura	6	Badajoz	2001-02	-	-	100,00	-
		10	Cáceres	2001	9	25,00	45,46	20,45
			EXTREMADURA	2001	-	-	-	-

TABLA 517 IFN3				PORCENTAJES DE REGENERACIÓN DE LAS PARCELAS INCENDIADAS				
Código C.A.	Comunidad Autónoma	Código provincia	Provincia	Año del inventario	Sin regeneración natural	Nº de plantas por hectárea		
						De 127 a 637	De 637 a 1910	Más de 1910
51	Cataluña	8	Barcelona	2000-01	3	14,53	41,88	41,03
		17	Girona	2001	-	50,00	-	50,00
		25	Lleida	2000-01	13	52,89	20,66	13,22
		43	Tarragona	2000	-	21,43	41,07	37,50
			CATALUÑA	2000-01	-	-	-	-
52	Comunidad Valenciana	3	Alicante	2006	-	50	50	-
		12	Castellón	2005	-	-	-	-
		46	Valencia	2006	-	-	-	-
			COMUNIDAD VALENCIANA	2006	-	-	-	-
53	Islas Baleares	7	BALEARES	1999	-	18,18	36,36	45,46
61	Andalucía	4	Almería	2007	-	100,00	-	-
		11	Cádiz	2007	-	50	50	-
		14	Córdoba	2006	-	-	-	-
		18	Granada	2007	-	50	40	10
		21	Huelva	-	-	-	-	-
		23	Jaén	2006	20	20	60	-
		29	Málaga	2007	-	100	-	-
		41	Sevilla	-	-	-	-	-
	ANDALUCÍA	-	-	-	-	-		
62	Región de Murcia	30	MURCIA	1999	4	14,00	80,00	2,00
70	Canarias	35	Las Palmas	2002	-	-	-	-
		38	Santa Cruz de Tenerife	2002	-	-	-	-
			CANARIAS	2002	-	0,00	0,00	0,00

A la luz de los resultados del análisis de estas tablas, se observa, de forma general, que en las parcelas estudiadas existe un alto grado de regeneración. Un 75 % de las provincias presentan regeneración normal o abundante en la mitad o más de las parcelas analizadas y en las demás no se excluye, por ahora, un proceso de regeneración posterior.

Así pues, la superficie deforestada se limita a la informada por la transición de bosque a otros usos según se ha identificado a partir de la nueva explotación cartográfica realizada entre los años 1970 y 2018 (véanse los apartados 6.1.2 y 6.1.3 del capítulo 6 del Inventario Nacional para una descripción del procedimiento de estimación de superficies de usos de la tierra⁴⁶).

⁴⁶ Información adicional puede consultarse en la página web del MITECO-SEI: [Ficha introductoria al proyecto cartográfico de LULUCF](#).

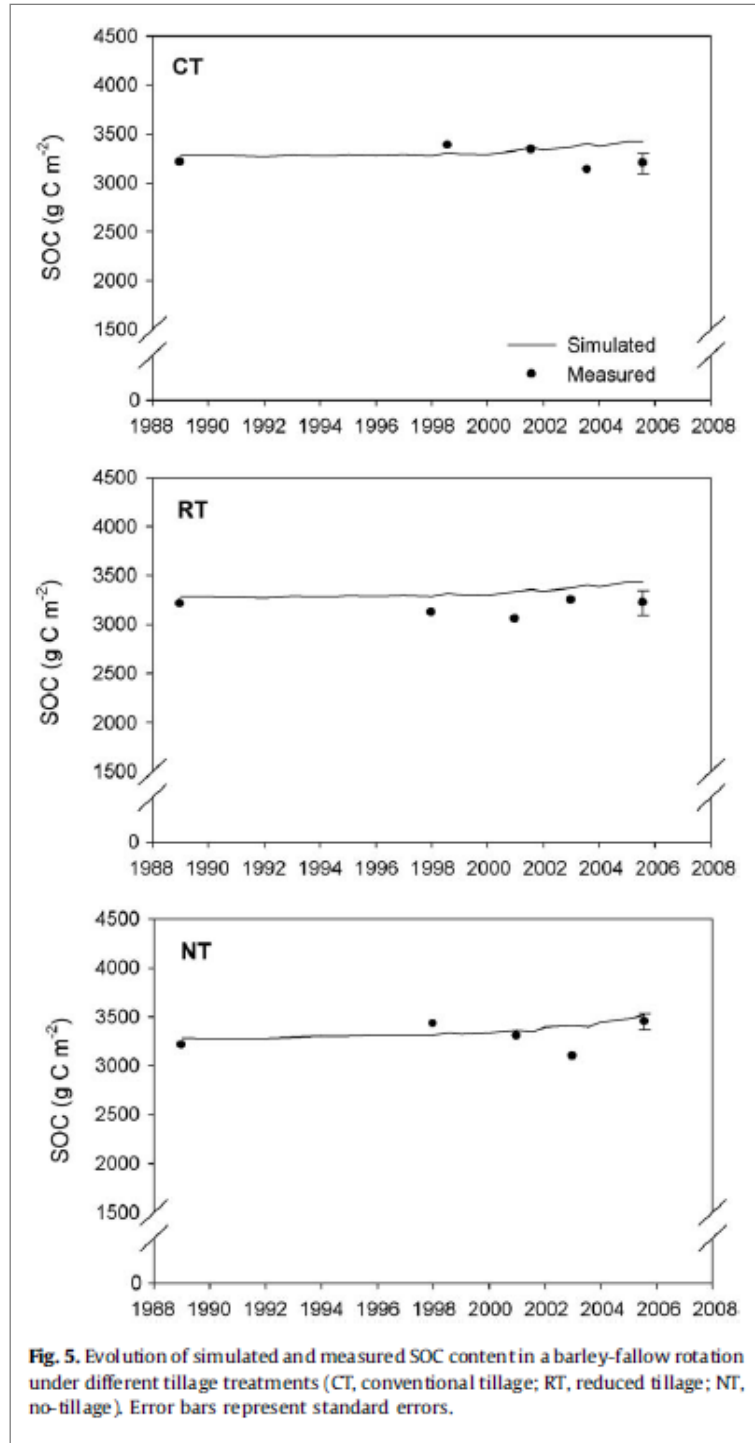
A3.2.14. Justificación de que el carbono orgánico del suelo de los cultivos herbáceos que se mantienen como tales no es una fuente de emisiones de GEI

Se ha realizado una revisión bibliográfica sobre las prácticas de gestión de suelos en los cultivos herbáceos en España, de tal manera que los hechos que se exponen a continuación están basados en los artículos publicados en revistas científicas de prestigio internacional.

Se debe partir de la premisa de que los contenidos de materia orgánica en los suelos españoles son bajos, si bien, las prácticas de gestión convencional que se realizan en España no suponen en ningún caso una pérdida del contenido de carbono orgánico de los suelos españoles, tal y como queda demostrado en los datos que se presentan a continuación. Es más, queda demostrado que en aquellas superficies en las que se han utilizado prácticas de laboreo de conservación (mínimo laboreo o de no laboreo), los contenidos de carbono orgánico de los suelos se han visto incrementados.

Según Sombrero y Benito (2010) las prácticas de mínimo laboreo o de no laboreo aumentan el contenido de carbono de los suelos. En sus experimentos llevados a cabo durante 10 años en suelos cultivados en los que se comparaban distintas prácticas de gestión de los suelos se ha comprobado que el contenido de carbono de los suelos era muy superior cuando se realizaban prácticas de siembra directa (NT), o superior cuando se realizaba mínimo laboreo (MT), en comparación con la gestión convencional (CT) a lo largo del período de 10 años.

En la siguiente figura de Álvaro *et al.* (2009) queda probado que la gestión de suelos agrícolas en España no es fuente de emisiones, sea cual sea el tipo de manejo, si bien la siembra directa o el laboreo de conservación permiten aumentar el contenido de carbono orgánico de nuestros suelos.



Fuente: Álvaro-Fuentes *et al.*, 2009.

Figura A3.7. Evolución del contenido de SOC simulado y medido en una rotación de cebada-barbecho bajo diferentes tratamientos de laboreo (cifras en g C/m²)

La siguiente tabla de Hernanz *et al.* 2009, vuelve a aportar información sobre lo dicho anteriormente, pues en los experimentos llevados a cabo durante 20 años, el contenido de carbono orgánico no disminuyó en los suelos, aumentando en un 14 % en el caso de los suelos con siembra directa.

Table 2
Soil organic carbon concentrations (C_c) (g C kg⁻¹) in each tillage treatment compared at different depths from 1985 to 2005. "El Encín" Experimental Station.

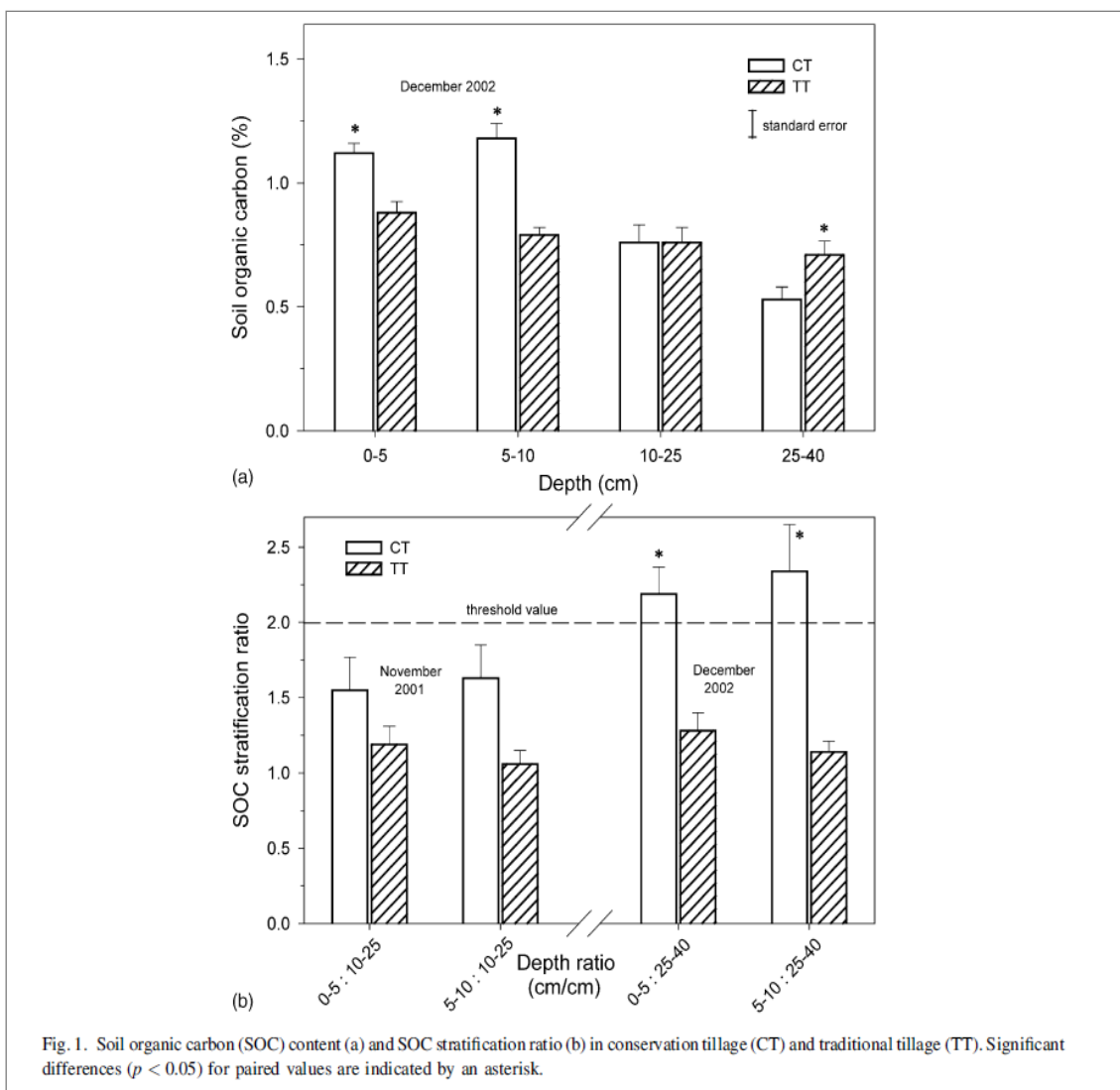
Year	Depth (cm)	CT	MT	NT	Year	Depth (cm)	CT	MT	NT												
SOC (g C kg⁻¹)																					
1991	0-10	6.2	b ^a A ^b	B ^c	7.0	bA	CD	8.8	aA	E	2002	0-10	7.1	cA	AB	9.4	bA	A	13.8	aA	A
	10-20	6.0	aA	B	6.1	aAB	ABC	5.6	aB	C		10-20	6.5	abA	AB	7.2	aB	A	5.4	bB	C
	20-30	5.5	aAB	BC	5.1	aBC	AB	4.9	aB	C		20-30	6.3	aA	AB	5.1	bC	AB	5.1	bB	BC
	30-40	4.6	aB	C	4.5	aC	AB	4.5	aB	A		30-40	6.2	aA	A	3.7	bD	B	4.3	bB	A
	Mean	5.6	a	CD	5.7	a	BC	6.0	a	B		Mean	6.6	ab	AB	6.3	b	A	7.2	a	A
1996	0-10	7.6	bA	A	8.1	bA	BC	10.3	aA	D	2003	0-10	6.9	cA	AB	9.2	bA	AB	13.1	aA	AB
	10-20	7.3	aA	A	7.0	aAB	AB	7.1	aB	AB		10-20	6.1	aAB	B	5.7	aB	C	5.8	aB	C
	20-30	7.0	aA	A	6.0	aB	A	6.6	aB	A		20-30	6.0	aAB	ABC	5.0	aB	AB	4.9	aBC	C
	30-40	5.8	aB	AB	4.5	bC	AB	4.8	abC	A		30-40	4.9	aB	BC	4.6	aB	AB	4.6	aC	A
	Mean	6.9	ab	A	6.4	b	A	7.2	aA	A		Mean	6.0	b	BC	6.1	b	AB	7.1	a	A
1998	0-10	7.5	cA	A	8.9	bA	AB	11.3	aA	CD	2004	0-10	7.2	cA	AB	9.4	bA	A	14.2	aA	A
	10-20	6.6	aAB	AB	6.5	aB	ABC	7.3	aB	A		10-20	7.0	aA	AB	6.9	aB	ABC	5.2	bB	C
	20-30	6.2	aBC	AB	5.6	aB	A	6.2	aBC	AB		20-30	5.5	aB	BC	4.2	bC	B	4.5	abB	C
	30-40	5.1	aC	ABC	3.9	aC	AB	5.0	aC	A		30-40	4.9	aB	BC	3.8	aC	B	4.1	aB	A
	Mean	6.3	b	AB	6.2	b	AB	7.5	a	A		Mean	6.2	b	BC	6.1	b	AB	7.0	a	A
2000	0-10	7.2	cA	AB	8.6	bA	AB	12.5	aA	BC	2005	0-10	7.2	cA	AB	8.5	bA	AB	13.2	aA	AB
	10-20	6.3	aA	AB	5.8	aB	C	5.7	aB	C		10-20	6.5	aA	AB	6.7	aB	ABC	5.9	aB	BC
	20-30	6.1	aAB	AB	5.4	aB	AB	5.1	aB	BC		20-30	6.0	aA	ABC	4.8	aC	AB	4.9	aBC	C
	30-40	5.0	aB	BC	5.1	aB	A	4.9	aB	A		30-40	4.7	aB	BC	4.1	aC	AB	4.6	aC	A
	Mean	6.2	b	BC	6.2	b	AB	7.1	a	A		Mean	6.1	b	BC	6.0	b	AB	7.1	a	A
Mean tillage × depth (1996-2005)					Initial conditions																
	0-10	7.2	cA	8.9	bA	12.6	aA	1985	0-10	6.4	aA	AB	6.4	aA	D	6.4	aA	F			
	10-20	6.6	aB	6.5	abB	6.1	bB		10-20	5.9	aAB	B	5.9	aAB	BC	5.9	aAB	C			
	20-30	6.1	aB	5.2	bC	5.3	bC		20-30	4.8	aBC	C	4.8	aBC	AB	4.8	aBC	C			
	30-40	5.2	aC	4.3	bD	4.6	bD		30-40	4.2	aC	C	4.2	aC	AB	4.2	aC	A			
	Mean	6.3	b	6.2	b	7.2	a		Mean	5.3	a	D	5.3	a	C	5.3	a	C			
Mean tillage (1996-2005)		6.3		b		6.2		b		7.2		a									

CT, conventional tillage; MT, minimum tillage; NT, no-tillage.
^a Means in each row followed by the same lower case letter are not significantly different between tillage treatments at the same depth ($P < 0.01$).
^b Means in each column followed by the same upper case letter are not significantly different between depths for the same treatment and year ($P < 0.01$).
^c Means in each column followed by the same upper case letter are not significantly different between years at the same tillage treatment and depth ($P < 0.01$).

Fuente: Hernanz *et al.*, 2009

Figura A3.8. Concentraciones de SOC en cada tratamiento de laboreo a diferentes profundidades (cifras en g C/kg)

La siguiente figura muestra, de nuevo, que las prácticas que se vienen realizando no empeoran el contenido de carbono orgánico de los suelos con cultivos herbáceos.



Fuente: Moreno *et al.*, 2006.

Figura A3.9. Contenido (%) y ratio de estratificación de SOC bajo diferentes tratamientos de laboreo

Se concluye, por tanto, que las prácticas de gestión de suelos en cultivos herbáceos en España no suponen emisiones (no son fuente) y que las prácticas de mínimo laboreo o de siembra directa contribuyen a aumentar el contenido de materia orgánica de los suelos.

A continuación, se incluye un listado de los artículos consultados:

- Alvaro-Fuentes *et al.*, 2009. *Tillage and cropping effects on soil organic carbon in Mediterranean semiarid agroecosystems: Testing the Century model*. Agriculture, Ecosystems and Environment 134 (2009) 211–217
- Hernanz *et al.*, 2009. *Soil carbon sequestration and stratification in a cereal/leguminous crop rotation with three tillage systems in semiarid conditions*. Agriculture, Ecosystems and Environment 133 (2009) 114–122.
- Moreno *et al.*, 2006. *Long-term impact of conservation tillage on stratification ratio of soil organic carbon and loss of total and active CaCO_3* . Soil & Tillage Research 85 (2006) 86–93.

- Sombrero y Benito, 2010. *Carbon accumulation in soil. Ten-year study of conservation tillage and crop rotation in a semi-arid area of Castile-Leon, Spain*. Soil & Tillage Research 107 (2010) 64–70.
- Nieto, 2010. *Simulation of soil organic carbon stocks in a Mediterranean olive grove under different soil-management systems using the RothC model*. Soil Use and Management, June 2010, 26, 118–125.
- Álvaro-Fuentes, 2011. *Potential soil carbon sequestration in a semiarid Mediterranean agroecosystem under climate change: Quantifying management and climate effects*. Plant Soil (2011) 338:261–272.
- Lopez-Bellido *et al.*, 2010. *Carbon Sequestration by Tillage, Rotation, and Nitrogen Fertilization in a Mediterranean Vertisol*. Agronomy Journal.

A3.3. Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A). Reparto residuos en masa

En el presente apartado se documenta la metodología aplicada en categoría Depósito en vertedero de residuos sólidos (5A), para obtener las cantidades depositadas desagregadas según los tipos de residuos contemplados en la Guía IPCC 2006 (vol. 5, cap. 2).

Para la información procedente del punto focal correspondiente a los residuos obtenidos de la recogida directa domiciliaria (residuos en masa), se ha aplicado una composición nacional proporcionada por el punto focal cuya fuente básica es la publicación Medio Ambiente en España para el año 1984 en adelante, realizándose extrapolaciones desde 1984 hasta 1970. Para el periodo 1984 en adelante, fue actualizada tomando como base el estudio realizado por la SGEC en el año 2010 Plan piloto de caracterización de residuos urbanos de origen domiciliario, interpolándose los datos de composición del año 1997 al 2010 y subrogando el año 2010 para los sucesivos.

En dicha composición nacional se describen los distintos tipos de residuos:

- Materia orgánica
- Papel y cartón
- Plásticos
- Vidrio
- Metales férreos
- Metales no férreos
- Madera
- Textiles
- Gomas y caucho
- Pilas y baterías
- Otros

Tabla A3.37. Composición nacional (cifras en %)

Año	Materia orgánica	Papel y cartón	Plásticos	Vidrio	Metales férreos	Metales no férreos	Madera	Textiles	Gomas y caucho	Pilas y baterías	Otros
1950 - 1970	52	17	3	2,5	4,5	1,3	4	4,8	4	0,1	6,8
1971	51,86	17,29	3,43	2,57	4,43	1,26	3,86	4,80	3,86	0,11	6,53
1972	51,71	17,57	3,86	2,64	4,36	1,21	3,71	4,80	3,71	0,11	6,32
1973	51,57	17,86	4,29	2,71	4,29	1,17	3,57	4,80	3,57	0,12	6,05
1974	51,43	18,14	4,71	2,79	4,21	1,13	3,43	4,80	3,43	0,13	5,80
1975	51,29	18,43	5,14	2,86	4,14	1,09	3,29	4,80	3,29	0,14	5,53
1976	51,14	18,71	5,57	2,93	4,07	1,04	3,14	4,80	3,14	0,14	5,32
1977	51,00	19,00	6,00	3,00	4,00	1,00	3,00	4,80	3,00	0,15	5,05
1978	50,88	19,06	6,00	3,13	4,00	1,00	2,98	4,80	3,00	0,15	5,00
1979	50,75	19,13	6,00	3,25	4,00	1,00	2,95	4,80	3,00	0,15	4,97
1980	50,63	19,19	6,00	3,38	4,00	1,00	2,93	4,80	3,00	0,15	4,92
1981	50,50	19,25	6,00	3,50	4,00	1,00	2,90	4,80	3,00	0,15	4,90
1982	50,38	19,31	6,00	3,63	4,00	1,00	2,88	4,80	3,00	0,15	4,85
1983	50,25	19,38	6,00	3,75	4,00	1,00	2,85	4,80	3,00	0,15	4,82
1984	50,13	19,44	6,00	3,88	4,00	1,00	2,83	4,80	3,00	0,15	4,77
1985	50,00	19,50	6,00	4,00	4,00	1,00	2,80	4,80	3,00	0,15	4,75
1986	48,13	19,88	6,75	6,10	4,00	1,00	2,73	4,80	1,88	0,15	4,58
1987	48,75	19,75	6,50	5,40	4,00	1,00	2,76	4,80	2,25	0,15	4,64
1988	49,38	19,63	6,25	4,70	4,00	1,00	2,78	4,80	2,63	0,15	4,68
1989	47,50	20,00	7,00	6,80	4,00	1,00	2,71	4,80	1,50	0,15	4,54
1990	46,75	20,00	7,00	6,80	4,00	1,00	2,71	4,80	1,50	0,15	5,29
1991	46,00	20,00	7,00	6,80	4,00	1,00	2,71	4,80	1,50	0,15	6,04
1992	45,00	20,25	8,79	6,85	4,06	1,00	1,84	4,81	1,26	0,18	5,96
1993	44,00	20,50	10,57	6,90	4,12	1,00	0,96	4,82	1,02	0,20	5,91
1994	44,00	20,70	10,57	6,90	4,12	1,00	0,96	4,82	1,02	0,20	5,71
1995	44,00	20,85	10,58	6,95	3,81	1,00	0,98	4,91	1,01	0,20	5,71
1996	44,00	21,00	10,58	7,00	3,50	1,00	1,00	5,00	1,00	0,20	5,72
1997	44,00	21,20	10,59	6,90	3,43	0,68	0,96	4,81	1,01	0,20	6,22
1998	44,24	20,63	10,85	6,75	3,39	0,67	1,04	5,26	0,93	0,18	6,05
1999	44,49	20,07	11,11	6,60	3,34	0,66	1,12	5,70	0,85	0,17	5,88
2000	44,73	19,50	11,37	6,45	3,30	0,65	1,21	6,15	0,78	0,15	5,71
2001	44,98	18,94	11,62	6,30	3,25	0,65	1,29	6,60	0,70	0,14	5,54
2002	45,22	18,37	11,88	6,15	3,21	0,64	1,37	7,05	0,62	0,12	5,37
2003	45,47	17,81	12,14	6,00	3,17	0,63	1,45	7,49	0,54	0,11	5,20
2004	45,71	17,24	12,40	5,85	3,12	0,62	1,53	7,94	0,47	0,09	5,03
2005	45,95	16,68	12,66	5,70	3,08	0,61	1,62	8,39	0,39	0,08	4,86
2006	46,20	16,11	12,92	5,55	3,03	0,60	1,70	8,83	0,31	0,06	4,69
2007	46,44	15,55	13,17	5,40	2,99	0,59	1,78	9,28	0,23	0,05	4,52
2008	46,69	14,98	13,43	5,25	2,94	0,58	1,86	9,73	0,16	0,03	4,35
2009	46,93	14,42	13,69	5,10	2,90	0,58	1,94	10,18	0,08	0,02	4,18
2010	47,18	13,85	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01
2011	47,18	13,85	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01
2012	47,18	13,85	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01
2013	47,18	13,85	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01
2014	47,18	13,85	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01
2015	47,18	13,85	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01

Siguiendo la recomendación W.8 de la revisión de la UNFCCC de 2016⁴⁷, donde se desagregó el porcentaje de materia orgánica de la Composición Nacional para el periodo 2012-2018, que contenía en su composición un 15 % de residuos de parques y jardines y un 6 % de residuos de celulosa, se corrige la composición anterior para los años 2012-2021 en la siguiente tabla:

Tabla A3.38. Composición nacional corregida (cifras en %)

Año	Materia orgánica	Papel y cartón	Plásticos	Vidrio	Metales férreos	Metales no férreos	Madera	Textiles	Gomas y caucho	Pilas y baterías	Otros	Parques y jardines
1950 - 1970	52	17	3	2,5	4,5	1,3	4	4,8	4	0,1	6,8	-
1971	51,86	17,29	3,43	2,57	4,43	1,26	3,86	4,80	3,86	0,11	6,53	-
1972	51,71	17,57	3,86	2,64	4,36	1,21	3,71	4,80	3,71	0,11	6,32	-
1973	51,57	17,86	4,29	2,71	4,29	1,17	3,57	4,80	3,57	0,12	6,05	-
1974	51,43	18,14	4,71	2,79	4,21	1,13	3,43	4,80	3,43	0,13	5,80	-
1975	51,29	18,43	5,14	2,86	4,14	1,09	3,29	4,80	3,29	0,14	5,53	-
1976	51,14	18,71	5,57	2,93	4,07	1,04	3,14	4,80	3,14	0,14	5,32	-
1977	51,00	19,00	6,00	3,00	4,00	1,00	3,00	4,80	3,00	0,15	5,05	-
1978	50,88	19,06	6,00	3,13	4,00	1,00	2,98	4,80	3,00	0,15	5,00	-
1979	50,75	19,13	6,00	3,25	4,00	1,00	2,95	4,80	3,00	0,15	4,97	-
1980	50,63	19,19	6,00	3,38	4,00	1,00	2,93	4,80	3,00	0,15	4,92	-
1981	50,50	19,25	6,00	3,50	4,00	1,00	2,90	4,80	3,00	0,15	4,90	-
1982	50,38	19,31	6,00	3,63	4,00	1,00	2,88	4,80	3,00	0,15	4,85	-
1983	50,25	19,38	6,00	3,75	4,00	1,00	2,85	4,80	3,00	0,15	4,82	-
1984	50,13	19,44	6,00	3,88	4,00	1,00	2,83	4,80	3,00	0,15	4,77	-
1985	50,00	19,50	6,00	4,00	4,00	1,00	2,80	4,80	3,00	0,15	4,75	-
1986	48,13	19,88	6,75	6,10	4,00	1,00	2,73	4,80	1,88	0,15	4,58	-
1987	48,75	19,75	6,50	5,40	4,00	1,00	2,76	4,80	2,25	0,15	4,64	-
1988	49,38	19,63	6,25	4,70	4,00	1,00	2,78	4,80	2,63	0,15	4,68	-
1989	47,50	20,00	7,00	6,80	4,00	1,00	2,71	4,80	1,50	0,15	4,54	-
1990	46,75	20,00	7,00	6,80	4,00	1,00	2,71	4,80	1,50	0,15	5,29	-
1991	46,00	20,00	7,00	6,80	4,00	1,00	2,71	4,80	1,50	0,15	6,04	-
1992	45,00	20,25	8,79	6,85	4,06	1,00	1,84	4,81	1,26	0,18	5,96	-
1993	44,00	20,50	10,57	6,90	4,12	1,00	0,96	4,82	1,02	0,20	5,91	-
1994	44,00	20,70	10,57	6,90	4,12	1,00	0,96	4,82	1,02	0,20	5,71	-
1995	44,00	20,85	10,58	6,95	3,81	1,00	0,98	4,91	1,01	0,20	5,71	-
1996	44,00	21,00	10,58	7,00	3,50	1,00	1,00	5,00	1,00	0,20	5,72	-
1997	44,00	21,20	10,59	6,90	3,43	0,68	0,96	4,81	1,01	0,20	6,22	-
1998	44,24	20,63	10,85	6,75	3,39	0,67	1,04	5,26	0,93	0,18	6,05	-
1999	44,49	20,07	11,11	6,60	3,34	0,66	1,12	5,70	0,85	0,17	5,88	-
2000	44,73	19,50	11,37	6,45	3,30	0,65	1,21	6,15	0,78	0,15	5,71	-
2001	44,98	18,94	11,62	6,30	3,25	0,65	1,29	6,60	0,70	0,14	5,54	-
2002	45,22	18,37	11,88	6,15	3,21	0,64	1,37	7,05	0,62	0,12	5,37	-
2003	45,47	17,81	12,14	6,00	3,17	0,63	1,45	7,49	0,54	0,11	5,20	-
2004	45,71	17,24	12,40	5,85	3,12	0,62	1,53	7,94	0,47	0,09	5,03	-
2005	45,95	16,68	12,66	5,70	3,08	0,61	1,62	8,39	0,39	0,08	4,86	-
2006	46,20	16,11	12,92	5,55	3,03	0,60	1,70	8,83	0,31	0,06	4,69	-
2007	46,44	15,55	13,17	5,40	2,99	0,59	1,78	9,28	0,23	0,05	4,52	-
2008	46,69	14,98	13,43	5,25	2,94	0,58	1,86	9,73	0,16	0,03	4,35	-
2009	46,93	14,42	13,69	5,10	2,90	0,58	1,94	10,18	0,08	0,02	4,18	-
2010	47,18	13,85	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01	-

⁴⁷ El informe final de revisión puede consultarse en: <http://unfccc.int/resource/docs/2017/arr/esp.pdf>

Año	Materia orgánica	Papel y cartón	Plásticos	Vidrio	Metales férreos	Metales no férreos	Madera	Textiles	Gomas y caucho	Pilas y baterías	Otros	Parques y jardines
2011	47,18	13,85	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01	-
2012	37,27	16,68	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01	7,07
2013	37,27	16,68	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01	7,07
2014	37,27	16,68	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01	7,07
2015	37,27	16,68	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01	7,07
2016	37,27	16,68	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01	7,07
2017	37,27	16,68	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01	7,07
2018	37,27	16,68	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01	7,07
2019	37,27	16,68	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01	7,07
2020	37,27	16,68	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01	7,07
2021	37,27	16,68	13,95	4,95	2,86	0,57	2,02	10,62	0,00	0,00	4,01	7,07

Una vez aplicados estos porcentajes a la cantidad de residuos en masa, obtenemos el desglose para cada instalación y tipo de residuo.

La información sobre la variable de actividad se recibe del punto focal con un año de retraso, por lo que el último año reportado (2021) es una réplica del último año actualizado (2020).

En la siguiente tabla se muestra el reparto por tipo de residuo para toda la serie (1950-2021).

Tabla A3.39. Distribución de residuos según tipología (cifras en toneladas)

AÑO	MATERIA ORGÁNICA	PAPEL Y CARTÓN	PLÁSTICOS	VIDRIO	METALES FÉRREOS	METALES NO FÉRREOS	MADERA	TEXTILES	NEUMÁTICOS	PILAS Y BATERÍAS	PARQUES Y JARDINES	OTROS RESIDUOS - INERTES	LODOS	INDUSTRIALES	CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	RECHAZOS - MASA	HOSPITALARIOS	TOTAL GENERAL
1950	407.526	133.230	23.511	19.593	35.267	10.188	31.348	37.618	31.348	784	-	53.292	-	-	-	-	-	783.704
1951	431.010	140.907	24.866	20.722	37.299	10.775	33.155	39.786	33.155	829	-	56.363	-	-	-	-	-	828.866
1952	455.660	148.966	26.288	21.907	39.432	11.391	35.051	42.061	35.051	876	-	59.586	-	-	-	-	-	876.268
1953	481.567	157.435	27.783	23.152	41.674	12.039	37.044	44.452	37.044	926	-	62.974	-	-	-	-	-	926.091
1954	508.834	166.349	29.356	24.463	44.034	12.721	39.141	46.969	39.141	979	-	66.540	-	-	-	-	-	978.526
1955	537.567	175.743	31.013	25.845	46.520	13.439	41.351	49.622	41.351	1.034	-	70.297	-	-	-	-	-	1.033.782
1956	567.884	185.654	32.763	27.302	49.144	14.197	43.683	52.420	43.683	1.092	-	74.262	-	-	-	-	-	1.092.084
1957	599.911	196.125	34.610	28.842	51.915	14.998	46.147	55.376	46.147	1.154	-	78.450	-	-	-	-	-	1.153.675
1958	633.785	207.199	36.564	30.470	54.847	15.845	48.753	58.503	48.753	1.219	-	82.880	-	-	-	-	-	1.218.817
1959	669.652	218.925	38.634	32.195	57.951	16.741	51.512	61.814	51.512	1.288	-	87.570	-	-	-	-	-	1.287.792
1960	707.672	231.354	40.827	34.023	61.241	17.692	54.436	65.324	54.436	1.361	-	92.542	-	-	-	-	-	1.360.907
1961	753.940	246.480	43.497	36.247	65.245	18.848	57.995	69.594	57.995	1.450	-	98.592	-	-	-	-	-	1.449.884
1962	802.717	262.427	46.311	38.592	69.466	20.068	61.747	74.097	61.747	1.544	-	104.971	-	-	-	-	-	1.543.687
1963	854.205	279.259	49.281	41.068	73.922	21.355	65.708	78.850	65.708	1.643	-	111.704	-	-	-	-	-	1.642.701
1964	908.617	297.048	52.420	43.684	78.630	22.715	69.894	83.872	69.894	1.747	-	118.819	-	-	-	-	-	1.747.341
1965	966.188	315.869	55.742	46.451	83.612	24.155	74.322	89.187	74.322	1.858	-	126.348	-	-	-	-	-	1.858.054
1966	1.027.170	335.806	59.260	49.383	88.890	25.679	79.013	94.816	79.013	1.975	-	134.322	-	-	-	-	-	1.975.327
1967	1.091.834	356.946	62.990	52.492	94.486	27.296	83.987	100.785	83.987	2.100	-	142.778	-	-	-	-	-	2.099.681
1968	1.160.474	379.386	66.950	55.792	100.426	29.012	89.267	107.121	89.267	2.232	-	151.754	-	-	-	-	-	2.231.680
1969	1.233.406	403.229	71.158	59.298	106.737	30.835	94.877	113.853	94.877	2.372	-	161.292	-	-	-	-	-	2.371.936
1970	1.310.974	428.588	75.633	63.028	113.450	32.774	100.844	121.013	100.844	2.521	-	171.435	-	-	-	-	-	2.521.104
1971	1.395.956	465.408	92.328	69.179	119.246	33.916	103.903	129.205	103.903	2.961	-	175.773	-	-	-	-	-	2.691.777
1972	1.478.010	502.198	110.329	75.458	124.620	34.585	106.042	137.197	106.042	3.144	-	180.643	-	-	-	-	-	2.858.268
1973	1.559.032	539.932	129.693	81.927	129.693	35.371	107.926	145.111	107.926	3.628	-	182.900	-	-	-	-	-	3.023.138
1974	1.806.328	664.858	171.934	106.985	141.318	40.713	113.583	163.218	113.955	4.324	-	206.942	-	-	-	-	-	3.534.158
1975	2.458.478	920.488	258.058	154.223	185.351	53.047	147.403	218.011	143.530	6.152	-	259.774	-	-	58.497	-	-	4.863.011
1976	2.519.646	951.936	282.984	158.453	190.736	52.193	147.538	226.812	143.908	6.449	-	259.624	-	-	64.346	-	-	5.004.626
1977	2.632.270	1.012.796	317.566	170.015	197.035	52.961	148.807	237.697	144.202	7.199	54	260.451	-	-	70.781	-	-	5.251.834
1978	2.770.016	1.074.776	337.257	186.790	207.947	55.970	156.354	250.586	151.601	7.647	59	272.902	-	-	77.859	-	-	5.549.764
1979	2.888.923	1.130.715	354.908	202.536	217.710	58.624	162.427	261.988	158.035	7.980	125	284.429	-	-	85.645	-	-	5.814.044
1980	3.268.705	1.278.260	401.298	233.812	249.843	66.209	185.088	300.070	182.143	9.195	110	319.902	-	-	94.209	-	-	6.588.843
1981	3.210.721	1.261.475	395.954	236.674	247.190	65.263	181.600	296.493	180.122	9.090	147	314.149	-	-	103.630	-	-	6.502.507

AÑO	MATERIA ORGÁNICA	PAPEL Y CARTÓN	PLÁSTICOS	VIDRIO	METALES FÉRREOS	METALES NO FÉRREOS	MADERA	TEXTILES	NEUMÁTICOS	PILAS Y BATERÍAS	PARQUES Y JARDINES	OTROS RESIDUOS - INERTES	LODOS	INDUSTRIALES	CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	RECHAZOS - MASA	HOSPITALARIOS	TOTAL GENERAL
1982	3.311.320	1.310.712	411.444	253.471	255.776	67.576	186.986	306.523	185.796	9.452	154	322.352	-	-	113.993	-	-	6.735.555
1983	3.507.355	1.401.128	439.891	278.384	271.642	71.898	196.994	325.158	196.489	10.014	229	341.042	2.497	-	131.813	8.399	-	7.182.933
1984	3.843.525	1.547.080	487.200	316.224	298.203	79.035	215.296	356.542	214.495	10.965	256	370.788	2.606	-	144.634	8.767	-	7.895.615
1985	3.988.417	1.603.687	511.874	334.983	309.710	81.528	220.847	370.564	220.785	11.269	295	385.306	2.694	-	158.652	9.062	-	8.209.674
1986	4.012.412	1.699.814	591.223	498.448	321.991	85.092	224.883	385.023	148.877	11.731	324	390.288	37.799	-	174.095	9.415	-	8.591.416
1987	4.216.499	1.757.569	601.974	466.103	334.521	88.372	236.290	399.916	180.344	12.084	393	413.242	38.001	-	192.085	10.094	-	8.947.487
1988	5.018.564	2.049.678	713.085	488.082	393.784	101.025	279.098	458.269	231.039	13.510	473	495.618	39.074	-	256.017	11.185	-	10.548.501
1989	4.801.556	2.058.519	778.424	648.424	388.976	100.417	269.011	450.367	136.344	13.074	599	482.834	45.671	-	306.435	11.376	-	10.492.028
1990	4.968.251	2.165.290	830.150	680.513	404.649	105.498	283.891	472.208	140.104	13.651	711	566.977	51.417	-	402.122	11.838	-	11.097.270
1991	5.529.690	2.436.421	945.698	768.062	455.131	118.985	318.638	531.154	155.108	15.259	906	701.175	54.216	-	640.620	12.319	-	12.683.381
1992	6.036.788	2.724.276	1.224.074	860.021	510.223	132.394	273.648	591.221	149.741	19.624	1.721	778.461	55.372	-	854.131	31.665	-	14.243.361
1993	6.012.604	2.760.753	1.417.771	868.455	523.738	134.171	192.144	592.968	127.633	21.540	2.638	794.690	58.648	-	1.032.613	31.192	-	14.571.557
1994	5.989.283	2.773.768	1.453.319	854.368	518.591	133.508	193.647	594.383	123.882	21.074	4.898	777.987	145.685	-	1.095.891	29.052	-	14.709.334
1995	5.922.523	2.746.835	1.457.634	854.202	486.436	133.194	194.564	597.911	118.728	20.481	7.598	784.729	195.936	-	1.256.879	25.570	-	14.803.220
1996	5.717.301	2.657.146	1.436.764	831.164	446.487	129.510	193.387	587.221	110.355	19.249	11.212	771.857	176.526	-	1.303.262	475.895	-	14.867.338
1997	6.282.308	2.937.977	1.610.999	897.797	486.462	113.901	199.744	643.539	120.280	21.233	17.878	911.714	198.294	-	1.350.310	587.038	-	16.379.475
1998	6.355.734	2.899.846	1.673.728	885.378	489.143	118.770	214.731	701.566	110.831	19.500	22.653	920.291	243.188	-	1.605.117	752.552	-	17.013.028
1999	6.552.539	2.907.696	1.767.020	888.237	498.591	124.105	225.383	770.193	101.861	18.043	27.701	951.137	317.170	-	1.612.721	715.735	-	17.478.132
2000	6.227.079	2.761.525	1.808.839	835.561	475.607	130.895	263.223	774.695	84.445	14.212	49.643	973.477	328.534	-	1.738.946	1.161.587	-	17.628.268
2001	6.023.252	2.687.068	1.856.209	808.745	460.119	133.953	264.237	804.310	75.673	12.718	64.356	938.291	593.026	-	1.772.252	1.156.901	-	17.651.110
2002	5.742.380	2.631.145	1.953.097	767.727	454.177	143.207	294.745	840.036	65.078	10.299	71.842	914.303	514.488	-	1.794.392	1.862.301	-	18.059.220
2003	5.524.407	2.464.186	1.826.254	720.352	453.375	128.095	286.956	863.337	61.249	9.029	106.704	869.905	424.302	-	1.827.381	1.898.521	-	17.464.053
2004	5.419.463	2.393.036	1.829.220	699.151	465.513	136.386	296.454	905.329	52.289	7.613	115.821	877.394	474.570	-	2.027.736	3.346.345	-	19.046.318
2005	5.179.176	2.328.426	1.950.853	689.308	440.412	133.336	311.900	894.541	46.261	6.317	146.144	892.714	459.488	-	2.050.324	3.963.474	-	19.492.674
2006	5.321.310	2.423.483	2.024.164	715.215	458.113	138.667	339.080	980.260	51.517	5.462	158.422	829.495	398.160	-	2.035.690	4.318.959	-	20.197.998
2007	5.082.086	2.236.753	1.918.230	776.488	468.358	134.106	325.189	959.263	31.333	3.195	188.846	771.599	360.233	-	1.908.868	4.816.971	-	19.981.519
2008	4.717.348	2.119.725	1.872.577	624.737	431.443	124.834	318.152	974.303	24.262	1.939	255.065	764.171	351.094	-	1.555.572	5.861.000	-	19.996.222
2009	3.627.588	1.138.802	1.086.721	394.606	231.080	50.035	151.242	799.816	10.523	1.546	172.568	323.256	296.274	411.783	457.468	7.631.353	-	16.784.661
2010	3.592.849	1.077.799	1.089.559	377.323	224.403	48.376	155.053	821.078	4.146	-	239.325	306.231	262.176	284.313	415.473	6.868.080	-	15.766.183
2011	3.089.551	917.518	925.962	324.317	190.307	39.599	132.839	701.088	1.896	-	237.137	262.680	216.888	209.125	317.474	7.639.587	-	15.205.967
2012	2.764.464	1.049.745	878.529	311.736	180.114	35.897	127.213	668.815	-	-	513.978	252.535	164.535	-	355.867	6.909.562	-	14.212.990
2013	2.155.603	964.729	806.833	286.296	165.415	32.967	116.832	614.234	-	-	416.762	231.928	175.574	-	-	6.813.910	-	12.781.084
2014	1.668.179	746.585	624.392	221.558	128.012	25.513	90.414	475.344	-	-	398.059	179.485	256.766	341.674	337.619	7.432.334	10.270	12.936.203

AÑO	MATERIA ORGÁNICA	PAPEL Y CARTÓN	PLÁSTICOS	VIDRIO	METALES FÉRREOS	METALES NO FÉRREOS	MADERA	TEXTILES	NEUMÁTICOS	PILAS Y BATERÍAS	PARQUES Y JARDINES	OTROS RESIDUOS - INERTES	LODOS	INDUSTRIALES	CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	RECHAZOS - MASA	HOSPITALARIOS	TOTAL GENERAL
2015	1.662.487	733.241	613.232	217.598	125.724	25.057	91.679	467.787	-	-	351.715	462.137	71.322	507.808	297.345	7.773.723	6.112	13.406.966
2016	1.607.480	704.229	588.969	208.989	120.749	24.065	88.880	448.390	-	-	352.454	433.055	81.778	71.021	334.342	8.079.474	13.710	13.157.585
2017	1.473.226	644.872	539.326	191.374	110.572	22.037	80.263	417.716	-	-	317.947	325.044	59.428	265.376	312.579	7.912.926	15.996	12.688.680
2018	1.419.698	625.705	523.296	185.686	107.285	21.382	75.775	398.380	-	-	306.777	473.644	93.954	0	316.245	8.730.630	0	13.278.457
2019	1.240.522	519.866	434.780	154.277	89.138	17.765	62.957	330.994	-	-	259.142	507.498	88.527	0	502.243	8.575.417	0	12.783.126
2020	1.156.638	489.361	409.268	145.224	83.907	16.723	59.263	311.571	-	-	239.866	466.136	105.150	0	284.009	8.346.984	0	12.114.101
2021	1.156.638	489.361	409.268	145.224	83.907	16.723	59.263	311.571	-	-	239.866	466.136	105.150	0	284.009	8.346.984	0	12.114.101



ANEXO 4. ENFOQUE DE REFERENCIA Y SU COMPARACIÓN CON EL ENFOQUE SECTORIAL

ÍNDICE

ANEXO 4. ENFOQUE DE REFERENCIA Y SU COMPARACIÓN CON EL ENFOQUE SECTORIAL (RA-SA)	833
A4.1. Enfoque de referencia.....	833
A4.1.1. Descripción del enfoque.....	833
A4.1.2. Aspectos metodológicos	833
A4.2. Comparación del enfoque de referencia con el enfoque sectorial	838
A4.2.1. Consumos de combustibles en las categorías 1B y 2C1f (emisiones fugitivas).....	843
A4.2.2. Diferencias estadísticas en los cuestionarios energéticos internacionales del MITECO	844
A4.2.3. Consumos de gas natural no registrado por el Inventario Nacional en los primeros años de la serie.....	845
A4.2.4. Otras causas	846

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A4.1.	Actividades con información directa de consumo de combustibles con fines no energéticos	834
Tabla A4.2.	PCI y contenido en carbono empleado para el cálculo del carbono excluido (media ponderada para el periodo 1990-2021)	837
Tabla A4.3.	Sectores de consumo, fuentes de información y porcentaje de carbono emitido (media ponderada para el periodo 1990-2021)	837
Tabla A4.4.	Diferencia enfoque de referencia vs. enfoque sectorial	839
Tabla A4.5.	Consumos energéticos registrados por el Inventario Nacional en la categoría 1B (TJ)	843
Tabla A4.6.	Consumos energéticos registrados del Inventario Nacional en la categoría 2C1f (TJ)	844

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura A4.1.	Diagrama de flujo combinado del enfoque de referencia y el enfoque sectorial	839
Figura A4.2.	Tasa de variación de la estimación. Diferencia porcentual en las estimaciones de PJ	840
Figura A4.3.	Tasa de variación de la estimación. Diferencia porcentual en las estimaciones de CO ₂	841
Figura A4.4.	Diferencia porcentual en las estimaciones de CO ₂ por grupos de combustibles	842
Figura A4.5.	Diferencias estadísticas en los cuestionarios energéticos internacionales (combustibles líquidos)	845
Figura A4.6.	Diferencias estadísticas en los cuestionarios energéticos internacionales (combustibles sólidos)	845
Figura A4.9.	Consumo de gas natural en el sector de la transformación en España	846

ANEXO 4. ENFOQUE DE REFERENCIA Y SU COMPARACIÓN CON EL ENFOQUE SECTORIAL (RA-SA)

A4.1. Enfoque de referencia

El enfoque de referencia proporciona una aproximación a las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) procedentes principalmente de la quema de combustibles fósiles (categoría 1A), partiendo de información agregada a nivel nacional de:

- Producción de combustibles primarios.
- Saldo neto de comercio exterior (importaciones menos exportaciones) de combustibles primarios y secundarios.
- Variación de existencias (diferencia entre las existencias al inicio del año menos las existencias al final del año) de combustibles primarios y secundarios.
- Uso no energético de combustibles primarios y secundarios.

Este procedimiento *top-down* sirve como método de contraste de las estimaciones de emisiones de CO₂ en procesos de combustión realizadas con el enfoque sectorial, que sigue un tratamiento *bottom-up* y es el empleado para la estimación de los resultados del Inventario Nacional.

A4.1.1. Descripción del enfoque

El principio de este procedimiento es el cómputo del carbono total emitido procedente de los combustibles fósiles consumidos en el país, sin distinguir el proceso o actividad socioeconómica en la cual se empleó. Los datos socioeconómicos relativos al comercio exterior, procedencia o destino de los combustibles, determinan la disponibilidad para consumo nacional (consumo aparente)¹.

El enfoque de referencia asume que todo el combustible se consume íntegramente en actividades de combustión o bien con fines no energéticos, y se compara con el enfoque sectorial (1A). Sin embargo, como se verá más adelante, el enfoque de referencia lleva implícitos pequeños consumos no computados en la categoría 1A, debido a que parte del carbono de ciertos combustibles no es consumido en una actividad de combustión sino que es emitido en forma de fugas o evaporaciones en la etapa de producción y/o transformación (categoría 1B).

A4.1.2. Aspectos metodológicos

Los cálculos del enfoque de referencia siguen los criterios metodológicos expuestos en la Guía IPCC 2006.

Las variables que intervienen en estos cálculos están asociadas con los combustibles fósiles y son:

- Balance de suministro de combustibles primarios y secundarios: comprende la exportación, importación, búnkeres internacionales (marinos y aéreos) y variación nacional de existencias. En el caso de combustibles primarios se incluye además la producción.
- Consumos con fines no energéticos incluidos en el sector Procesos industriales y usos de otros productos (IPPU).

La fuente de información principal empleada para los datos relativos al balance de suministro de combustibles primarios y secundarios son las estadísticas energéticas elaboradas por la Secretaría de Estado de Energía del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto

¹ Disponibilidad total de combustibles primarios y cantidad neta (saldo neto del comercio exterior ajustado por la variación de existencias) para combustibles secundarios.

Demográfico (MITECO) para informar a la AIE y EUROSTAT. Como excepción a lo anterior se encuentran los consumos de los búnkeres internacionales aéreos, cuyos datos proceden del modelo desarrollado por EUROCONTROL² para la cuantificación del consumo y emisiones por el tráfico aéreo.

Respecto a las fuentes de información sobre los consumos con fines no energéticos, el Inventario Nacional emplea en su mayoría información directa de las plantas o de asociaciones sectoriales, a la que se da prioridad sobre la información de estadísticas energéticas del MITECO. Estas fuentes también se emplean para derivar la fracción de carbono que no queda retenida en el producto y que, por tanto, debe ser excluida del enfoque de referencia por estar sus emisiones ya contabilizadas en el sector IPPU. Entre los sectores/procesos investigados, en la mayoría de los casos a nivel individualizado de planta, se citan los siguientes:

Tabla A4.1. Actividades con información directa de consumo de combustibles con fines no energéticos

Carbonato sódico
Carburo de calcio y de silicio
Silicio
Ferroaleaciones (ferrosilicio, ferromanganeso o silicio de manganeso)
Zinc
Amoniaco
Vidrio
Acero en acerías eléctricas
Aluminio (fabricación de ánodos)
Etileno
Producción de hidrógeno (fuera de las refinerías)

Adicionalmente, como fuente de información sobre consumos con fines no energéticos de lubricantes, parafinas, bitumen y aguarrás, el Inventario Nacional emplea los datos de los cuestionarios energéticos internacionales del MITECO, ya que también es la información de base para la estimación de sus emisiones asociadas en el sector IPPU (ver apartado 4.21 del capítulo 4 “Procesos industriales y uso de otros productos”, para más información).

Algoritmo de estimación de emisiones

La metodología del enfoque de referencia de la Guía IPCC 2006 desglosa el cálculo de las emisiones de CO₂ 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 C 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:

² Para una descripción metodológica del modelo, véase el apartado 3.1.3 del capítulo 3 “Energía” de este informe.

<p>ECUACIÓN</p> <p>EMISIONES DE CO₂ PROCEDENTES DE LA QUEMA DE COMBUSTIBLE A TRAVÉS DEL MÉTODO DE REFERENCIA</p> $Emisiones\ CO_2 = \sum_{\text{todos los combustibles}} \left[\left(\begin{array}{l} ((Consumo\ aparente_{combustible} \cdot Factor\ conv_{combustible} \cdot CC_{combustible}) \cdot 10^{-3}) \\ - Carbono\ excluido_{combustible} \cdot FOC_{combustible} \cdot 44/12 \end{array} \right) \right]$
--

Fuente: Guía IPCC 2006; sección 6.3, cap. 6, vol. 2.

Donde:

Emisiones de CO₂ = emisiones de CO₂ (kt CO₂)

Consumo aparente = producción + importaciones – exportaciones – búnkeres internacionales – cambio en las existencias

Factor conv (factor de conversión) = factor de conversión para el combustible en unidades de energía (TJ) sobre una base de valor calórico neto

CC = contenido de carbono (tonelada de C/TJ)

Carbono excluido = carbono en la alimentación a procesos y uso no energético excluido del combustible con emisiones de la quema (kt C)

FOC (factor de oxidación del carbono) = fracción de carbono que se oxida

44/12 = relación del peso molecular del CO₂ al C.

En el algoritmo de estimación intervienen determinadas características de los combustibles fósiles y de sus formas de utilización: poderes caloríficos inferiores (PCI), contenidos de carbono (C), carbono excluido y factor de oxidación del carbono (FOC).

Las características expresadas en las tablas de reporte oficiales corresponden a datos medios anuales del combustible tipo consumido. En la determinación de los valores medios anuales de PCI y C se han tenido en cuenta las características implícitas de los combustibles empleados para la estimación de emisiones en los sectores Energía e IPPU. El Inventario Nacional dispone de información específica, a nivel de sector o de planta, de combustibles consumidos en sectores socioeconómicos de relevancia tales como refinerías, centrales térmicas, siderurgia integral, transporte y distribución de gas natural, así como de actividades del sector IPPU descritas anteriormente como consumidoras de combustibles con fines no energéticos; a los combustibles de las restantes actividades de combustión se les ha asignado en el enfoque de referencia unas características estándares.

El carbono excluido del enfoque de referencia contenido en los productos de uso no energético se ha obtenido a partir de la información proporcionada por las diferentes empresas que emplean dichos productos, así como de los cuestionarios energéticos internacionales, tal y como se ha descrito en el apartado anterior.

A continuación, se realiza una descripción más pormenorizada de los valores y procedimientos de estimación de los distintos parámetros:

a) Poderes caloríficos inferiores (PCI)

Los datos de suministros de los combustibles fósiles sólidos y líquidos en el enfoque de referencia vienen expresados en términos de masa, reproduciendo las cifras originales del balance de combustibles del Inventario Nacional. El consumo aparente de estos combustibles es posteriormente convertido a unidades energéticas de PCI (TJ_{PCI}) aplicando un PCI representativo nacional.

En el caso de combustibles fósiles contemplados a nivel sectorial, se seleccionó en el enfoque de referencia el factor anual promedio obtenido ponderando el PCI aplicado en cada actividad A, PCI_A , por el correspondiente consumo de combustible en términos de masa, M_A :

$$PCI_{E.R,t} = \frac{\sum_A PCI_{A,t} M_{A,t}}{\sum_A M_{A,t}} \quad t = t_0, \dots, t_n$$

Cuando no se ha dispuesto de las características elementales de un determinado combustible, o éstas no han sido representativas del consumo de dicho combustible a nivel nacional, se ha adaptado directamente el PCI por defecto propuesto en la Guía IPCC 2006.

Los datos originales de los combustibles gaseosos (gas natural) vienen expresados en términos de energía de poder calorífico superior (TJ_{PCS}). Para la conversión a unidades energéticas de poder calorífico inferior (TJ_{PCI}) se ha aplicado el factor deducido con la información proporcionada por la principal compañía nacional de transporte de gas natural (ENAGÁS).

b) Contenido de carbono (C)

El criterio observado en la elección del contenido de carbono ha sido favorecer el contraste con el enfoque sectorial³. Así, en el enfoque de referencia se asignaron a los combustibles los contenidos de carbono anual implícito del Inventario Nacional, C_{ES} , a partir de la emisión de carbono asociada y el consumo imputado del combustible:

$$C_{E.R,t} = C_{E.S,t} = \frac{EmisiónC_{E.S,t}}{EnergíaCon\ sumida_{E.S,t}} = \frac{\left(\frac{12}{44}\right) \left(\frac{1}{CO_{oxidado}}\right) EmisiónCO_{2E.S,t}}{EnergíaCon\ sumida_{E.S,t}} \quad t = t_0, \dots, t_n$$

Desarrollando la fórmula anterior con las emisiones de CO_2 y los consumos por actividad emisora, A, podría expresarse la ecuación como sigue:

$$C_{E.R,t} = \left(\frac{12}{44}\right) \left(\frac{1}{CO_{oxidado}}\right) \frac{\sum_A EmisiónCO_{2A,t}}{PCI_{E.R,t} \sum_A M_{A,t}} \quad t = t_0, \dots, t_n$$

Igual que sucedía con los PCI, este algoritmo no ha sido aplicado cuando no se ha dispuesto de las características elementales de un determinado combustible, seleccionando en tal caso los valores por defecto de la Guía IPCC 2006.

c) Carbono excluido del enfoque de referencia

Cuando se emplean combustibles como materia prima o intermedia, éstos no se traducen en emisiones por quema de los mismos, por lo que se excluyen del enfoque de referencia. Los principales flujos de carbono conectados con el cálculo del carbono excluido son aquellos utilizados como alimentación a procesos, reductores o productos no energéticos.

El carbono excluido se ha calculado según la ecuación 6.4 del capítulo 6, volumen 2 de la Guía IPCC 2006. Los datos de actividad (TJ) y contenido en carbono se obtienen a partir de los datos de consumo (toneladas), de PCI (GJ/t) y de % de carbono facilitados directamente por las empresas del sector industrial. Lo anterior es a excepción de los lubricantes, las ceras parafínicas, el aguarrás y el alquitrán, para los que se emplean consumos de cuestionarios energéticos internacionales, y valores de PCI y contenido en carbono por defecto de la Guía IPCC 2006.

³ Comparación orientada a la detección de coberturas parciales tanto en imputaciones de combustible como en identificación de actividades fuente de combustión en el Inventario Nacional.

Tabla A4.2. PCI y contenido en carbono empleado para el cálculo del carbono excluido (media ponderada para el periodo 1990-2021)

Combustible	PCI (GJ/t)	Contenido en carbono (%)
Alquitrán	40,2	88,4
Coque de horno de coque	28,7	86,5
Carbón para coque	28,4	72,6
Gasoil	42,4	86,7
GLP	45,6	81,3
Lubricantes	40,2	80,4
Nafta	47,3	81,4
Gas natural (seco)	48,3	73,9
Otros carbones bituminosos	26,8	78,5
Otros productos petrolíferos	46,0	76,4
Coque de petróleo	32,5	88,7
Fuelóleo	40,2	85,6
Biomasa sólida	14,4	35,5

Por otro lado, en la tabla de reporte 1.A(d) se incluye el CO₂ que es emitido debido al uso no energético de los combustibles así como el sector en el que son reportadas dichas emisiones. La estimación del CO₂ emitido incluido en el enfoque de referencia se realiza a partir de porcentajes promedio de carbono emitido respecto a las entradas en los procesos, facilitados por las propias plantas productoras.

Es preciso destacar que en la tabla 1.A(d) se incluyen, por definición, únicamente aquellos consumos de combustible con fines no energéticos cuyas emisiones relacionadas son reportadas en el sector IPPU. De este modo, quedan fuera aquellos consumos no energéticos (o fugas) cuyas emisiones son consideradas en la categoría 1B. Es el caso, por ejemplo, del gas natural empleado para la producción de hidrógeno dentro de las refinerías, cuyas emisiones son reportadas en el sector 1B. Este hecho, como se verá más adelante, es una de las razones que explican las diferencias observadas entre el enfoque de referencia y el enfoque sectorial.

En la tabla A4.3 se exponen, por tipo de combustible, el sector o sectores donde se consume cada producto, la fuente de información sobre el dato de actividad, la fuente de información sobre el porcentaje de carbono emitido y el promedio ponderado de la serie 1990-2021 para el porcentaje de carbono emitido.

Tabla A4.3. Sectores de consumo, fuentes de información y porcentaje de carbono emitido (media ponderada para el periodo 1990-2021)

Combustible	Sector de consumo	Fuente: consumo	Fuente: C emitido	Promedio de C emitido
Alquitrán	Asfaltado de carreteras e impermeabilización de tejados	Cuestionarios energéticos internacionales	Guía IPCC 2006, vol. 2, cap. 6, apdo. 6.6.2	0%
Coque de horno de coque	Producción de carburo de calcio, carbonato sódico, acero, ferroaleaciones, silicio	Información directa de plantas	Información directa de plantas	77%
Carbón para coque	Producción de acero	Información directa de plantas	Información directa de plantas	85%
Gasoil	Producción de acero	Información directa de plantas	Información directa de plantas	85%
GLP	Producción de etileno, producción de hidrógeno, acero	Información directa de plantas	Información directa de plantas	51%

Combustible	Sector de consumo	Fuente: consumo	Fuente: C emitido	Promedio de C emitido
Lubricantes	Transporte por carretera, industria y otros usos	Información directa de plantas	Guía IPCC 2006, vol. 3, cap. 5, apdo. 5.2.2.2, tabla 5.2	20%
Nafta	Producción de etileno, producción de hidrógeno	Información directa de plantas	Manual de referencia. Guía IPCC 1996, vol. 3, tabla 1-5	55%
Gas natural (seco)	Producción de amoniaco, producción de hidrógeno	Información directa de plantas	Información directa de plantas	100%
Otros carbones bituminosos	Producción de vidrio, carburo de calcio, carbonato sódico, acero, ferroaleaciones, silicio	Información directa de plantas	Información directa de plantas	81%
Otros productos petrolíferos	Producción de hidrógeno, producción de acero, uso de ceras parafínicas y uso de aguarrás	Información directa de plantas y cuestionarios energéticos internacionales	Información directa de plantas, Guía IPCC 2006	27%
Coque de petróleo	Producción de carburo de silicio y carburo de calcio, acero, ferroaleaciones, aluminio y silicio	Información directa de plantas	Información directa de plantas	85%
Fuelóleo	Producción de acero	Información directa de plantas	Información directa de plantas	85%
Biomasa sólida	Producción de ferroaleaciones y silicio	Información directa de plantas	Información directa de plantas	99%

d) Factor de oxidación del carbono (FOC)

Según la Guía IPCC 2006, a los efectos del enfoque de referencia el valor por defecto es 1, lo que refleja la oxidación completa. Se podrían utilizar valores inferiores, en caso de conocerse, únicamente para justificar el carbono que queda retenido en forma indefinida en la ceniza o en el hollín.

A4.2. Comparación del enfoque de referencia con el enfoque sectorial

En la figura A4.1 se muestra la comparación entre los enfoques de referencia y sectorial, considerando las cantidades (en términos de energía) de las entradas que se producen en el enfoque de referencia y las salidas considerando el enfoque sectorial.

Las entradas en el sistema las constituyen las importaciones, producción primaria y cambios de *stock* de signo negativo, información que es incluida en la tabla CRF 1.A(b) del enfoque de referencia (RA). En las salidas se incluyen los consumos contabilizados a nivel sectorial (SA) en la industria de la producción de la energía (1A1), en la industria manufacturera (1A2), en el transporte (1A3) y en el sector RCI (1A4). Se contabilizan también en las salidas los consumos no energéticos del sector IPPU (CRF 2) declarados en la tabla 1.A(d), así como las exportaciones, los búnkeres y las variaciones de *stock* positivas reportadas en la tabla 1.A(b). Se produce un buen ajuste RA-SA, con una diferencia porcentual del 1,68 %.

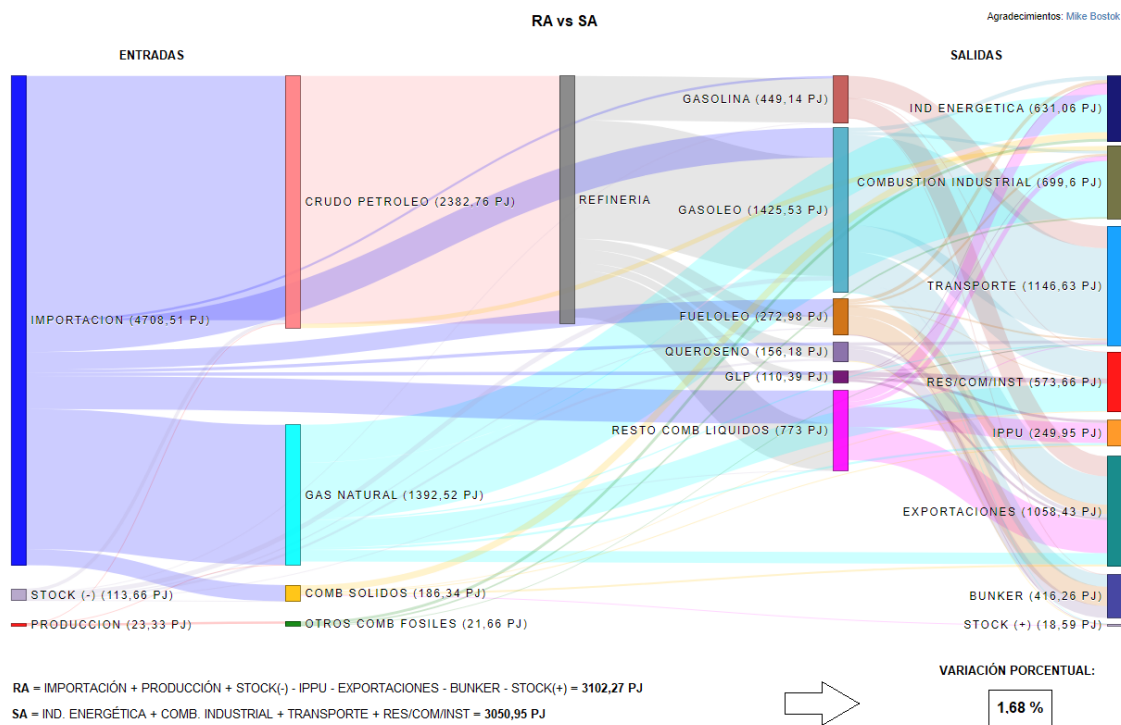


Figura A4.1. Diagrama de flujo combinado del enfoque de referencia y el enfoque sectorial

La tabla A4.4 recoge las diferencias porcentuales entre ambos enfoques, en términos de CO₂ emitido.

Tabla A4.4. Diferencia enfoque de referencia vs. enfoque sectorial

Emisiones de CO ₂ (kt)			
Año	Enfoque Referencia ⁽¹⁾	Enfoque Sectorial (1A)	Diferencia (%)
1990	215.902	206.730	4,44
1991	225.482	217.344	3,74
1992	234.664	227.313	3,23
1993	224.804	219.052	2,63
1994	235.182	228.712	2,83
1995	250.595	242.739	3,24
1996	238.185	230.162	3,49
1997	258.284	241.581	6,91
1998	266.832	248.567	7,35
1999	286.185	271.034	5,59
2000	290.478	282.164	2,95
2001	293.293	283.602	3,42
2002	309.369	302.880	2,14
2003	313.464	306.689	2,21
2004	329.339	322.339	2,17
2005	337.584	336.476	0,33
2006	330.731	327.062	1,12
2007	339.536	334.763	1,43
2008	315.666	307.322	2,72
2009	282.359	272.930	3,45
2010	262.137	258.268	1,50
2011	264.001	260.667	1,28
2012	257.597	256.032	0,61

Emisiones de CO ₂ (kt)			
Año	Enfoque Referencia ⁽¹⁾	Enfoque Sectorial (1A)	Diferencia (%)
2013	229.187	230.531	-0,58
2014	220.837	230.346	-4,13
2015	236.715	246.085	-3,81
2016	227.562	235.223	-3,26
2017	249.233	249.724	-0,20
2018	244.032	244.359	-0,13
2019	226.917	228.049	-0,50
2020	192.541	192.680	-0,07
2021	210.391	208.495	0,91
PROMEDIO	262.471	257.810	1,78

⁽¹⁾ Enfoque de Referencia: emisiones asociadas al carbono total emitido efectivo (descuento del carbono almacenado en productos no energéticos y no retenido en el producto final).

La Guía IPCC 2006 acepta diferencias del 5 % o menos entre los enfoques sectorial y de referencia (sección 6.8, capítulo 6, volumen 2).

A nivel global, el Inventario Nacional cuenta con un buen ajuste entre ambos enfoques, siendo la diferencia para el año 2021 de 0,91 % y la media para el periodo inventariado de 1,78 %. En un análisis por año se observan fluctuaciones en los porcentajes de diferencias, encontrándose la mayoría de los años dentro del margen estipulado por la Guía IPCC 2006. El rango de variación oscila entre el 7,35 % de 1998 y el -4,13 % de 2014, siendo 2,16 % el valor de la mediana de la serie de diferencias.

En las figuras siguientes se representan las tasas de variación anuales de las estimaciones de consumos de combustibles (en PJ) y de emisiones de CO₂, obtenidas con los dos enfoques (referencia vs. sectorial). Son las recogidas en la tabla de reporte CRF 1.A(c).

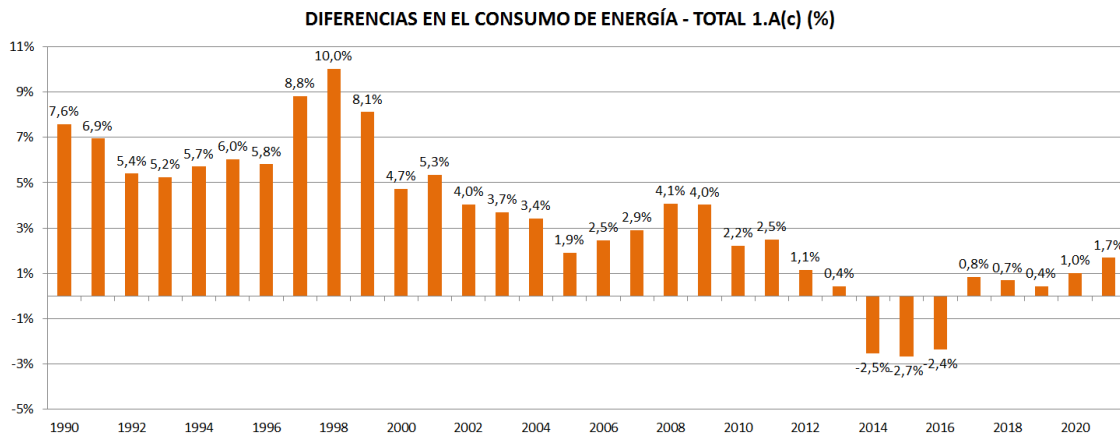


Figura A4.2. Tasa de variación de la estimación. Diferencia porcentual en las estimaciones de PJ

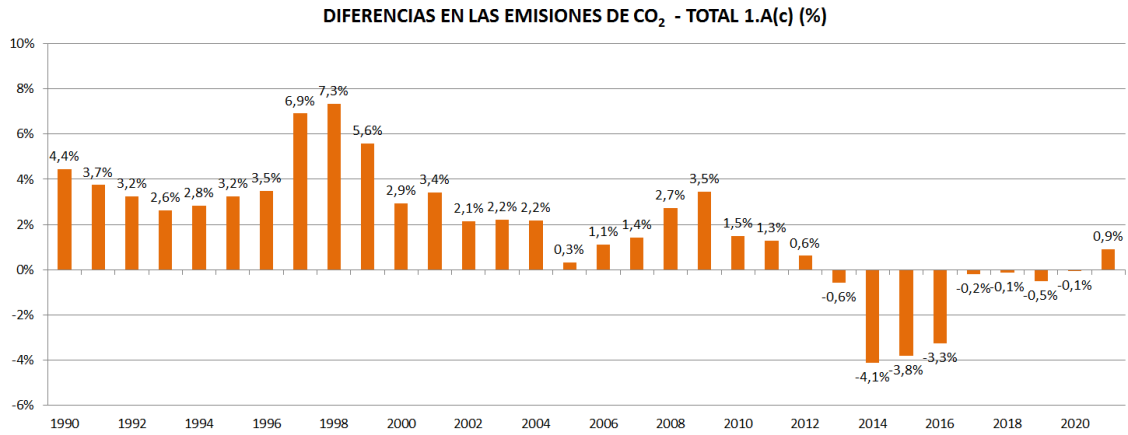


Figura A4.3. Tasa de variación de la estimación. Diferencia porcentual en las estimaciones de CO₂

El examen de las figuras evidencia que la comparación en términos de energía suele ser más favorable al enfoque de referencia que la comparación en términos de CO₂. A partir del año 2013, la diferencia porcentual en las estimaciones de CO₂ entre enfoques pasa a ser negativa, arrojando el enfoque de referencia valores inferiores a los estimados mediante el enfoque sectorial, en los últimos años de la serie. Esta tendencia cambia de nuevo en 2021.

Al realizar un análisis de las emisiones por grupos de combustibles (figura A4.4), se aprecia que los combustibles líquidos siguen un comportamiento muy similar al de la figura A4.3, incluyendo los picos observados en los años 1997 a 1999 y el último cambio de signo en 2021, lo que pone de manifiesto que es este grupo el que marca la tendencia general.

En el grupo de los combustibles sólidos, las discrepancias son más heterogéneas, aunque domina un marcado signo negativo hacia el final de la serie. En contraste, las diferencias entre enfoques en las emisiones de CO₂, son siempre positivas para el caso de los combustibles gaseosos.

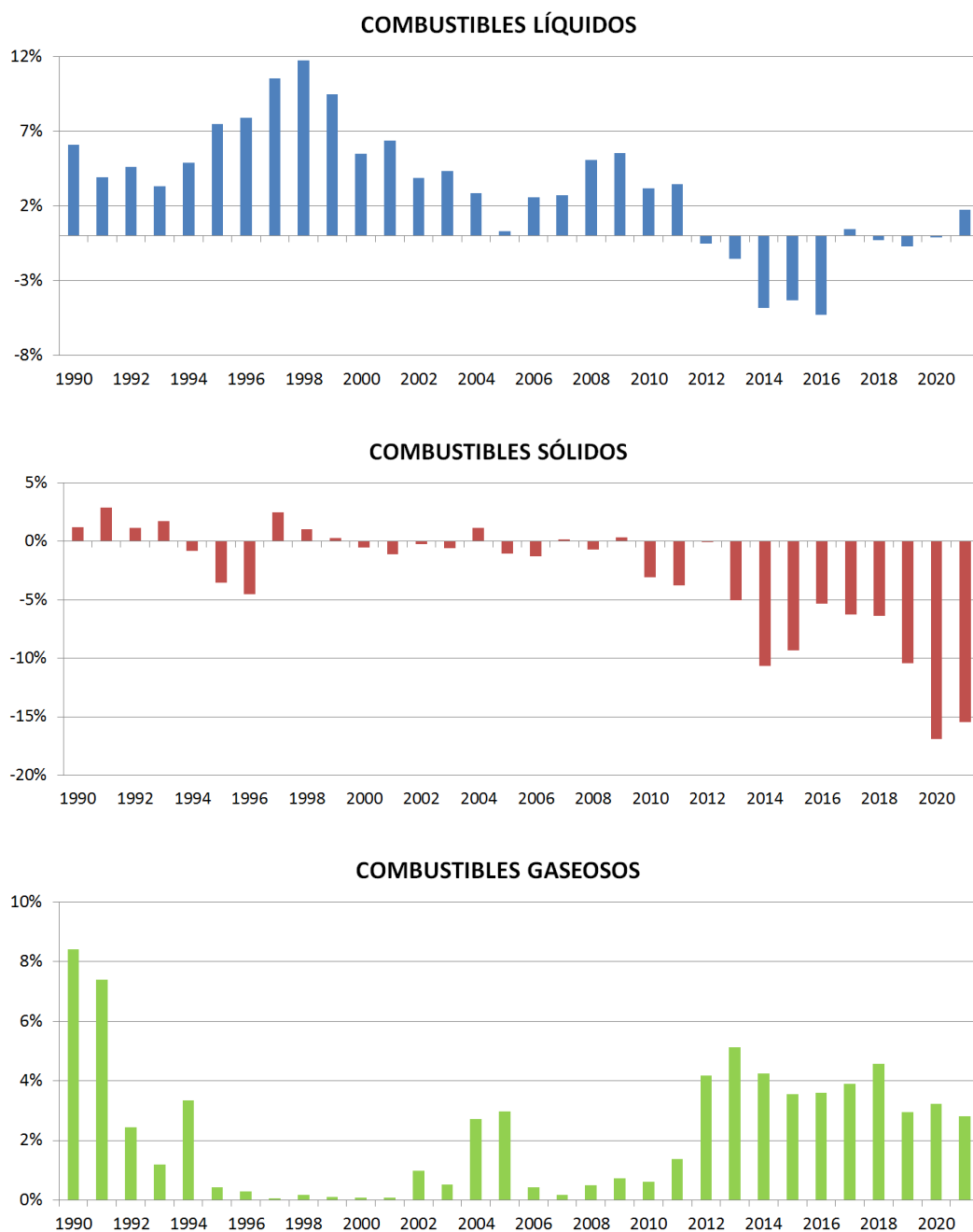


Figura A4.4. Diferencia porcentual en las estimaciones de CO₂ por grupos de combustibles

Las variaciones observadas en las estimaciones de ambos enfoques se hallan justificadas por las siguientes causas, que se desarrollan en los apartados siguientes:

- Consumos de combustibles en la categoría 1B y 2C1f (emisiones fugitivas).
- Diferencias estadísticas en los cuestionarios energéticos internacionales del MITECO.
- Consumos de gas natural no registrado por el Inventario Nacional en los primeros años de la serie.
- Otras causas.

A4.2.1. Consumos de combustibles en las categorías 1B y 2C1f (emisiones fugitivas)

El enfoque de referencia asume que el consumo disponible (consumo aparente) coincide con el consumo interior, por lo que aquellos consumos, y las emisiones de CO₂ asociadas que son reportadas bajo la categoría 1B y 2C1f (antorchas en siderurgia), se estarían contabilizando como consumo energético. Sin embargo, la comparativa que se realiza entre el enfoque de referencia y el enfoque sectorial (1A) deja fuera la contribución de las categorías de emisiones fugitivas, en su mayoría bajo el 1B, y en una pequeña porción en el 2C1f, lo que de partida ya supone un ligero desajuste intrínseco (conceptual) entre ambos enfoques.

El Inventario Nacional tiene identificados los diferentes consumos, y las emisiones de CO₂ derivadas de su contenido en carbono, que se contemplan bajo las categorías 1B y 2C1f.

Los consumos identificados en las emisiones fugitivas, como fuga o evaporación en la etapa de producción y/o transformación (categoría 1B), se recogen en la siguiente tabla.

Tabla A4.5. Consumos energéticos registrados por el Inventario Nacional en la categoría 1B (TJ)

AÑO	GLP		NAFTA	GAS NATURAL						OTROS COMB. FÓSILES	OTROS DERIV. DEL PETRÓLEO	
	1B2a4	1B2c2i	1B2b4	1B2a4	1B2b4	1B2b5	1B2c1ii	1B2c2i	1B2c2ii	1B2a4	1B2a4	1B2c2i
1990	-	-	-	-	72	215	-	-	-	16	12	-
1991	-	-	-	-	76	221	-	-	-	2	9	-
1992	-	-	-	-	79	222	-	-	-	3	7	-
1993	-	-	-	-	83	256	-	-	-	8	28	-
1994	-	-	-	-	88	320	-	-	-	11	75	78
1995	-	-	-	-	92	330	-	-	-	15	62	392
1996	-	-	-	-	96	222	-	-	-	12	79	410
1997	-	-	-	-	100	250	-	-	-	10	83	246
1998	-	-	-	-	104	369	-	-	-	11	65	272
1999	-	-	-	-	110	438	18	-	-	14	120	291
2000	-	-	-	-	118	350	16	-	-	13	95	360
2001	-	-	-	-	126	335	33	-	-	21	98	480
2002	-	-	-	-	134	452	79	-	-	23	195	656
2003	-	-	-	-	141	363	39	-	-	21	98	390
2004	-	-	1.099	6.027	154	325	33	-	8	22	680	2.031
2005	121	-	863	4.574	163	334	66	-	11	23	606	2.368
2006	966	-	-	5.387	167	472	51	-	21	2.404	1.183	2.277
2007	-	-	-	5.608	169	475	112	-	80	236	1.437	2.319
2008	-	-	60	5.993	179	576	159	-	84	-	2.772	3.064
2009	-	-	86	6.627	195	472	147	-	61	-	1.617	3.329
2010	-	-	318	7.982	209	432	133	-	52	-	1.506	3.666
2011	-	-	169	15.313	230	294	192	-	132	-	2.236	3.607
2012	-	-	-	30.624	242	221	142	-	808	-	2.639	3.077
2013	-	-	90	33.014	255	205	123	-	3.556	-	2.831	4.927
2014	-	-	48	35.342	189	218	114	-	5.675	-	2.149	4.926
2015	6	-	370	33.465	198	187	61	-	302	-	2.173	3.648
2016	-	2	173	34.430	190	228	61	-	62	-	2.289	3.587
2017	62	-	142	33.719	171	185	49	-	42	983	1.366	4.217
2018	-	28	3	35.621	167	230	67	-	56	959	1.305	4.411
2019	-	29	53	32.217	159	221	46	-	43	958	1.174	5.730
2020	-	29	440	29.269	103	209	73	15	56	737	1.318	4.851
2021	-	27	638	28.244	41	243	91	34	93	707	1.390	4.402

Los consumos identificados de combustibles quemados en antorchas en la siderurgia (categoría 2C1f), se muestran a continuación, en la tabla A4.6.

Tabla A4.6. Consumos energéticos registrados del Inventario Nacional en la categoría 2C1f (TJ)

COMBUSTIBLE (TJ)	GLP	GAS NATURAL	OTROS COMBUSTIBLES FÓSILES SÓLIDOS
CATEGORÍA	2C1f		
1990	-	-	2.801
1991	-	-	2.259
1992	-	-	2.229
1993	-	-	2.542
1994	-	10	2.592
1995	-	-	481
1996	-	-	1.156
1997	-	-	1.808
1998	-	-	2.165
1999	-	-	1.502
2000	-	-	1.102
2001	-	-	1.626
2002	-	-	1.437
2003	87	-	995
2004	112	-	516
2005	93	-	1.049
2006	105	-	869
2007	70	-	931
2008	40	-	1.072
2009	14	-	413
2010	41	-	1.627
2011	32	-	1.014
2012	46	-	2.115
2013	28	-	2.088
2014	29	-	4.077
2015	0	-	6.848
2016	0	-	5.544
2017	7	-	1.398
2018	14	-	2.150
2019	29	-	1.179
2020	13	-	2.497
2021	14	-	2.658

Si se sustrajesen del enfoque de referencia también todos estos consumos de las categorías 1B y 2C1f, las diferencias entre ambos enfoques se reducirían sensiblemente. Esto sería especialmente relevante en los grupos de combustibles líquidos y gaseosos. De esta forma, el ajuste de la tabla 1.A(c) en su conjunto, resultaría más preciso, principalmente en los últimos años.

Sin embargo, en la desagregación por tipo de combustible se producen desajustes más patentes. Las posibles causas de estos desajustes se recogen en el apartado A4.2.4 (Otras causas).

A4.2.2. Diferencias estadísticas en los cuestionarios energéticos internacionales del MITECO

Para ciertos años, se observa que las diferencias estadísticas son relativamente altas respecto al resto de la serie. Merecen especial atención los periodos 1999-2005 y 2012-2018. Si se

representan gráficamente los valores agregados de las diferencias estadísticas contenidas en los cuestionarios (figuras A4.5 y A4.6), se observa cómo las fluctuaciones del enfoque de referencia siguen en muchos casos las propias fluctuaciones de las diferencias estadísticas. El motor de estas tendencias reside en los líquidos y los sólidos, los cuales comparten para muchos años las mismas variaciones que el agregado de la tabla CRF 1.A(c) (ver figuras A4.3 y A4.4). La razón de estas fluctuaciones puede deberse a las propias diferencias estadísticas de los cuestionarios energéticos internacionales del MITECO.

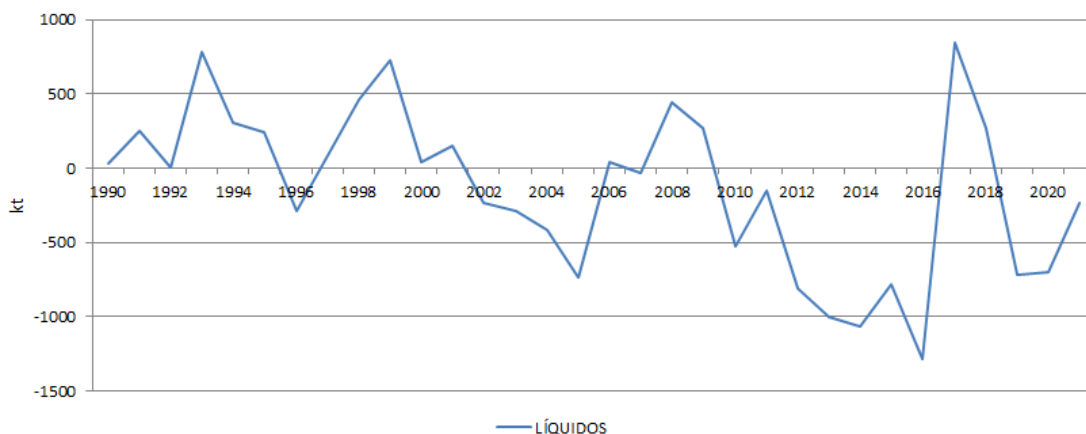


Figura A4.5. Diferencias estadísticas en los cuestionarios energéticos internacionales (combustibles líquidos)

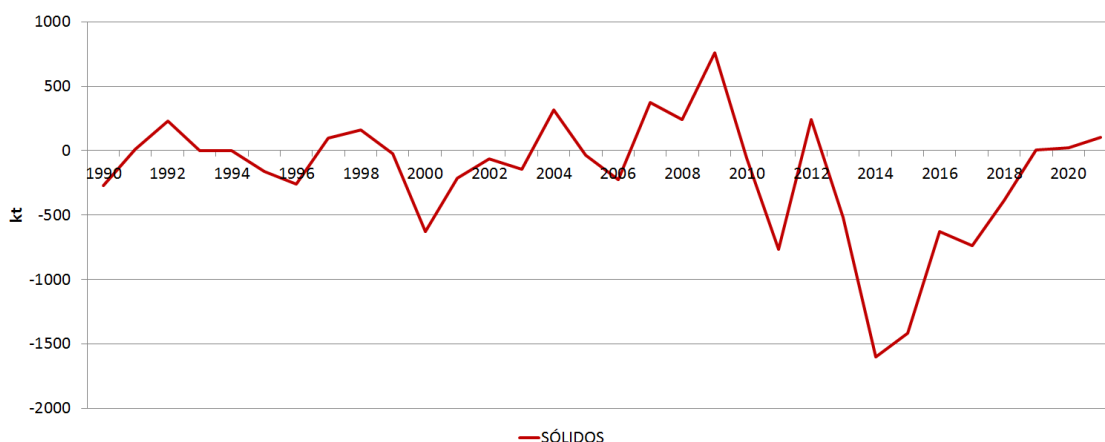


Figura A4.6. Diferencias estadísticas en los cuestionarios energéticos internacionales (combustibles sólidos)

Estas diferencias intrínsecas a los cuestionarios energéticos internacionales, explican por sí mismas buena parte de las divergencias observadas en el RA-SA en combustibles sólidos y líquidos, en los últimos años.

A4.2.3. Consumos de gas natural no registrado por el Inventario Nacional en los primeros años de la serie

En el cuestionario internacional de gas natural elaborado por el MITECO puede observarse que, durante los primeros años de la serie (1990-1998), se registran consumos de gas natural en el sector de la transformación, concretamente en la síntesis de gas de fábrica (*Gas works gas*). Estos consumos se corresponden con la actividad de antiguas plantas de gas manufacturado que existieron en España en esos años. Observando la serie del cuestionario internacional, el consumo de gas natural en este sector disminuye considerablemente entre 1990 y 1998, coincidiendo esta caída con la bajada en las diferencias entre el enfoque de referencia y el

enfoque sectorial. Debido a la falta de información de base y, dado que la actividad ya no tiene lugar en España, el Inventario Nacional no estima las emisiones asociadas a esta actividad y, por lo tanto, tampoco registra su consumo asociado.

Table 2a - Consumption

Spain	Menu										
Terajoules	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Inland demand (Total consumption)	231,251,000	259,529,000	274,017,000	270,452,000	288,027,000	359,241,000	402,036,000	526,057,000	540,052,000	618,220,000	707,992,000
Transformation sector	24,357,000	22,035,000	22,387,000	14,127,000	28,321,000	36,432,000	45,684,000	129,967,000	98,872,000	137,847,000	124,891,000
Main activity producer electricity	8,118,000	7,739,000	9,495,000	1,610,000	2,396,000	2,966,000	7,106,000	69,696,000	25,319,000	26,784,000	33,178,000
Autoproducer electricity	128,000	280,000	330,000	431,000	437,000	248,000	239,000	240,000	280,000	880,000	880,000
Main activity producer CHP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autoproducer CHP	4,476,000	4,157,000	4,700,000	6,138,000	21,767,000	31,804,000	37,603,000	59,583,000	72,900,000	110,183,000	90,833,000
Main activity producer heat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Autoproducer heat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gas works (Transformation)	11,635,000	9,859,000	7,862,000	5,948,000	3,721,000	1,414,000	736,000	448,000	373,000	-	-
Coke ovens (Transformation)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Blast furnaces (Transformation)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gas-to-liquids plants (Transformation)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
of which GTL technology (Transformation)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Not elsewhere specified (Transformation)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura A4.7. Consumo de gas natural en el sector de la transformación en España

A4.2.4. Otras causas

- Falta de cobertura por parte del Inventario Nacional sobre el uso de determinados combustibles con fines no energéticos. Para los años iniciales de la serie, el acceso a la información acerca de los consumos asociados a las actividades del sector IPPU es más limitado. El ejemplo más relevante sería el consumo de nafta en la producción de etileno para los años anteriores al 2000. Como se puede comprobar en la tabla de reporte CRF 1.A(d), el Inventario Nacional reporta entre 1992-1999 “NE” (no estimado), a pesar de existir producción de etileno en esos años (ver tabla de reporte CRF 2(I).A-Hs1). Esta limitación provoca diferencias positivas más elevadas en la comparativa del enfoque de referencia respecto al enfoque sectorial en esos años.
- Aparente trasgresión en el principio de conservación de energía o de carbono, que se podría producir en la transformación de combustibles primarios a secundarios cuyo consumo principal o exclusivo está destinado a ello. Los ejemplos más representativos serían el crudo de petróleo y el carbón coquizable:
 - En el caso del crudo de petróleo, el PCI y factor de emisión de CO₂ empleados en la tabla 1.A(b) son valores por defecto. Sin embargo, los valores empleados a nivel sectorial en sus derivados (combustibles secundarios) son medias nacionales procedentes de información directa. Dado el elevado orden de magnitud del crudo procesado, la estimación con el enfoque de referencia resulta sumamente sensible a variaciones en los parámetros aplicados para el crudo de petróleo; así, es factible que dicha aproximación en el crudo pudiera constituir una de las principales fuentes de discrepancia entre los dos enfoques.
 - Respecto al carbón coquizable, los valores de PCI y factor de emisión de CO₂ empleados en la tabla 1.A(b) son valores promedio nacionales de este tipo de carbones, que difieren claramente de las características de sus productos derivados (gas de horno alto y gas de coquería).



**ANEXO 5. INFORMACIÓN
ADICIONAL CONSIDERADA
COMO PARTE DEL INFORME
SOBRE EL INVENTARIO
NACIONAL**

ÍNDICE

ANEXO 5. INFORMACIÓN ADICIONAL CONSIDERADA COMO PARTE DEL INFORME SOBRE EL INVENTARIO NACIONAL.....	851
--	------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A5.1.	Emisiones totales en CO ₂ equivalente (cifras en kt de CO ₂ equivalente).....	852
Tabla A5.2.	Emisiones de CO ₂ por sector (cifras en kt de CO ₂ equivalente)	853
Tabla A5.3.	Emisiones de CH ₄ por sector (cifras en kt de CO ₂ equivalente).....	854
Tabla A5.4.	Emisiones de N ₂ O por sector (cifras en kt de CO ₂ equivalente)	855
Tabla A5.5.	Emisiones de mezclas de HFC y PFC por sector (cifras en kt de CO ₂ equivalente).....	856
Tabla A5.6.	Emisiones de SF ₆ por sector (cifras en kt de CO ₂ equivalente)	857
Tabla A5.7.	Emisiones de NO _x por sector (cifras en kt).....	858
Tabla A5.8.	Emisiones de CO por sector (cifras en kt).....	859
Tabla A5.9.	Emisiones de COVNM por sector (cifras en kt)	860
Tabla A5.10.	Emisiones de SO ₂ por sector (cifras en kt).....	861
Tabla A5.11.	Emisiones totales en CO ₂ equivalente del sector LULUCF (cifras en kt de CO ₂ equivalente)	862
Tabla A5.12.	Emisiones de CO ₂ del sector LULUCF (cifras en kt de CO ₂ equivalente)	862
Tabla A5.13.	Emisiones de CH ₄ del sector LULUCF (cifras en kt de CO ₂ equivalente)	862
Tabla A5.14.	Emisiones de N ₂ O del sector LULUCF (cifras en kt de CO ₂ equivalente)	863
Tabla A5.15.	Emisiones de NO _x del sector LULUCF (cifras en kt)	863
Tabla A5.16.	Emisiones de CO del sector LULUCF (cifras en kt).....	863

ANEXO 5. INFORMACIÓN ADICIONAL CONSIDERADA COMO PARTE DEL INFORME SOBRE EL INVENTARIO NACIONAL

Se incluyen en este anexo las tablas que muestran la tendencia de las emisiones para el total del agregado del Inventario Nacional y para los gases con efecto, tanto directo como indirecto, sobre el calentamiento general de la atmósfera. Estas tablas vienen a complementar la información presentada en los apartados 0.2, 0.3 y 0.4 del capítulo “Resumen ejecutivo”, y en los apartados 2.1, 2.2, 2.3 y 2.4 del capítulo 2 “Tendencias de las emisiones”. Por limitaciones de espacio se ha restringido la presentación de las tablas a los años siguientes: 1990, 2005, 2010, 2015, 2019, 2020 y 2021.

Las tablas que aquí se presentan muestran para cada sustancia las emisiones del Inventario Nacional con desglose por categoría de fuente (según las tablas resumen del *CRF Reporter*). Las referencias y contenidos de las tablas son las siguientes:

- La tabla A5.1 muestra las emisiones totales del Inventario Nacional de CO₂ equivalente, excepción hecha de las emisiones/absorciones que correspondan al sector Uso de la tierra, cambios del uso de la tierra y silvicultura (LULUCF, por sus siglas en inglés), cuyos valores se presentan en tablas por separado.
- Las tablas A5.2 a A5.6, muestran las emisiones por gases: CO₂, CH₄, N₂O, HFC y PFC y SF₆, respectivamente (excepción hecha de las correspondientes al sector LULUCF), también en términos de CO₂ equivalente. Se observa que las emisiones de los gases fluorados quedan encuadradas en un número reducido de categorías de actividad, a saber, industria metalúrgica y producción y consumo de halocarburos y SF₆.
- En las tablas A5.7, A5.8 y A5.9 se presentan las emisiones de los gases con efecto indirecto sobre el calentamiento atmosférico (NO_x, CO y COVNM), y en la tabla A5.10 las emisiones de SO₂. Todas estas emisiones corresponden al total nacional (incluidas las Islas Canarias) excluyendo el sector LULUCF. Se pueden observar diferencias con las emisiones de contaminantes atmosféricos reportadas en el marco de la Directiva (UE) 2016/2284, relativa a la reducción de emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos (Directiva NECD 2016/2284) o del Convenio de Ginebra contra la contaminación transfronteriza a larga distancia (CLRTAP, por sus siglas en inglés). El origen de las diferencias es: las emisiones reportadas bajo la Directiva NECD 2016/2284 y en el CLRTAP no incluyen bajo su cobertura geográfica las emisiones de las Islas Canarias; las emisiones reportadas bajo la Directiva NECD 2016/2284 y en el CLRTAP no incluyen las emisiones de los incendios forestales, y el alcance de las emisiones del sector de la aviación difiere entre ambos sistemas en cuanto a la consideración de los ciclos LTO (*Landing and Take-Off*) de los vuelos internacionales y la no consideración de la fase de crucero nacional.
- Por último, en las tablas A5.11 a A5.16 se presentan las emisiones y absorciones del sector LULUCF, para todos los gases referidos en las tablas anteriores¹.

¹ Para el sector LULUCF, sólo se presentan las tablas correspondientes a aquellos gases con un cómputo efectivo en el Inventario Nacional.

Tabla A5.1. Emisiones totales en CO₂ equivalente (cifras en kt de CO₂ equivalente)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
TOTAL (Emisión bruta)	287.710,3	438.759,6	354.652,3	333.623,4	309.814,2	272.244,4	288.847,8
1. Energía	213.191,3	344.337,2	265.609,7	254.039,6	235.843,0	200.019,6	216.048,5
A. Actividades de combustión	209.424,5	341.088,2	262.572,3	249.986,1	231.955,3	196.234,7	212.321,8
1. Industria de la energía	78.851,5	125.694,4	74.440,2	85.216,7	55.263,3	40.797,0	41.246,9
2. Combustión estacionaria en la industria	45.201,3	69.884,3	49.845,1	42.193,9	46.924,8	43.571,7	46.696,8
3. Transporte	58.650,1	102.839,8	91.915,8	83.746,2	91.425,6	73.873,4	85.502,0
4. Otros sectores	26.421,1	42.164,8	45.812,4	38.308,5	37.889,7	37.553,4	38.475,8
5. Otros	300,5	504,9	558,8	520,9	451,8	439,1	400,2
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	3.766,8	3.249,0	3.037,4	4.053,5	3.887,7	3.784,9	3.726,7
1. Combustibles sólidos	1.832,4	765,4	428,8	146,7	36,8	53,2	124,4
2. Petróleo y gas natural	1.934,3	2.483,6	2.608,5	3.906,8	3.850,9	3.731,7	3.602,3
2. Procesos Industriales y uso de otros productos	27.963,5	43.104,4	39.094,2	30.117,6	25.341,8	22.939,3	24.126,5
A. Productos minerales	15.120,0	21.427,9	14.209,5	12.143,2	11.979,8	10.784,1	11.293,9
B. Industria química	7.609,6	6.230,0	5.335,6	4.022,4	3.973,9	3.859,8	3.782,1
C. Producción metalúrgica	4.615,5	3.851,1	3.741,7	4.425,4	2.581,0	2.253,5	2.880,4
D. Consumo no energético de combustibles y usos de disolventes	192,8	391,3	373,7	365,4	410,9	357,0	396,5
E. Industrias electrónica	-	-	-	-	-	-	-
F. Consumo de gases fluorados	-	10.418,9	14.588,8	8.657,2	5.653,3	4.860,7	4.986,3
G. Otras fuentes de emisión de procesos industriales	425,6	785,2	845,0	503,9	742,8	824,3	787,3
H. Otros	-	-	-	-	-	-	-
3. Agricultura	33.022,6	35.897,0	33.208,2	33.236,2	33.898,4	34.675,0	34.369,4
A. Fermentación entérica	15.786,6	18.514,3	17.460,2	16.605,7	16.972,0	17.074,7	17.222,3
B. Gestión del estiércol	9.621,8	10.548,3	8.847,3	9.324,8	9.812,8	10.188,0	10.144,4
C. Cultivo de arroz	416,0	543,5	557,1	492,8	468,8	462,9	462,9
D. Suelos agrícolas	5.726,9	5.711,1	5.720,8	6.155,4	6.057,0	6.285,8	6.120,4
E. Quemadas planificadas de sabanas	-	-	-	-	-	-	-
F. Quema en campo de residuos agrícolas	873,5	44,2	14,0	32,4	28,2	25,8	25,8
G. Enmiendas calizas	82,8	97,9	53,9	39,0	32,2	30,4	30,5
H. Aplicación de urea	437,8	349,7	473,3	511,1	455,2	545,0	316,0
I. Otros fertilizantes con contenido orgánico	77,2	88,1	81,7	75,1	72,1	62,5	47,1
J. Otros	-	-	-	-	-	-	-
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y silvicultura	-	-	-	-	-	-	-
5. Residuos	13.532,9	15.421,1	16.740,2	16.229,9	14.731,1	14.610,5	14.303,4
A. Depósito en vertederos en residuos sólidos	6.130,7	10.650,6	11.867,5	11.991,4	10.757,3	10.451,7	10.377,7
B. Tratamiento de aguas residuales	209,2	603,8	804,0	676,4	547,6	577,7	579,6
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	574,9	452,9	642,8	648,5	580,6	721,5	721,4
D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	6.569,0	3.694,1	3.425,1	2.913,1	2.844,9	2.859,0	2.624,1
E. Otros	49,2	19,6	0,9	0,5	0,6	0,6	0,6

Tabla A5.2. Emisiones de CO₂ por sector (cifras en kt de CO₂ equivalente)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
TOTAL (Emisión bruta)	230.500,2	368.338,1	282.937,1	270.767,5	250.660,8	213.625,4	230.269,5
1. Energía	208.498,8	338.772,8	260.547,9	249.791,3	231.694,2	196.237,9	212.005,2
A. Actividades de combustión	206.729,8	336.476,1	258.268,1	246.084,6	228.049,3	192.679,6	208.494,6
1. Industria de la energía	78.540,9	124.936,7	73.685,5	84.599,3	54.728,7	40.355,3	40.785,5
2. Combustión estacionaria en la industria	44.857,5	68.319,4	48.781,0	41.127,2	45.649,0	42.380,1	45.392,1
3. Transporte	57.727,5	101.757,8	90.970,7	82.877,2	90.436,5	73.056,4	84.563,0
4. Otros sectores	25.306,1	40.961,5	44.276,6	36.964,2	36.787,0	36.452,4	37.357,1
5. Otros	297,9	500,8	554,3	516,6	448,1	435,4	396,8
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1.769,0	2.296,7	2.279,8	3.706,7	3.644,9	3.558,3	3.510,6
1. Combustibles sólidos	17,6	89,9	37,1	28,6	19,0	23,3	97,8
2. Petróleo y gas natural	1.751,4	2.206,8	2.242,7	3.678,0	3.625,8	3.535,0	3.412,8
2. Procesos Industriales y uso de otros productos	21.279,2	29.028,9	21.780,4	20.351,0	18.407,0	16.749,7	17.870,7
A. Productos minerales	15.120,0	21.427,9	14.209,5	12.143,2	11.979,8	10.784,1	11.293,9
B. Industria química	2.429,7	3.573,8	3.573,8	3.521,6	3.496,8	3.392,2	3.351,5
C. Producción metalúrgica	3.536,7	3.635,9	3.623,4	4.320,7	2.519,6	2.216,4	2.828,8
D. Consumo no energético de combustibles y usos de disolventes	192,8	391,3	373,7	365,4	410,9	357,0	396,5
E. Industrias electrónica	-	-	-	-	-	-	-
F. Consumo de gases fluorados	-	-	-	-	-	-	-
G. Otras fuentes de emisión de procesos industriales	-	-	-	-	-	-	-
H. Otros	-	-	-	-	-	-	-
3. Agricultura	597,8	535,7	608,8	625,2	559,6	637,8	393,6
A. Fermentación entérica	-	-	-	-	-	-	-
B. Gestión del estiércol	-	-	-	-	-	-	-
C. Cultivo de arroz	-	-	-	-	-	-	-
D. Suelos agrícolas	-	-	-	-	-	-	-
E. Quemas planificadas de sabanas	-	-	-	-	-	-	-
F. Quema en campo de residuos agrícolas	-	-	-	-	-	-	-
G. Enmiendas calizas	82,8	97,9	53,9	39,0	32,2	30,4	30,5
H. Aplicación de urea	437,8	349,7	473,3	511,1	455,2	545,0	316,0
I. Otros fertilizantes con contenido orgánico	77,2	88,1	81,7	75,1	72,1	62,5	47,1
J. Otros	-	-	-	-	-	-	-
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y silvicultura	-	-	-	-	-	-	-
5. Residuos	124,4	0,8	-	-	-	-	-
A. Depósito en vertederos en residuos sólidos	-	-	-	-	-	-	-
B. Tratamiento de aguas residuales	-	-	-	-	-	-	-
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	124,4	0,8	-	-	-	-	-
D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	-	-	-	-	-	-	-
E. Otros	-	-	-	-	-	-	-

Tabla A5.3. Emisiones de CH₄ por sector (cifras en kt de CO₂ equivalente)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
TOTAL (Emisión bruta)	40.973,0	45.439,0	43.789,9	42.287,9	41.433,1	41.467,0	41.492,5
1. Energía	3.584,3	3.575,2	3.281,9	2.560,2	2.417,3	2.276,0	2.412,9
A. Actividades de combustión	1.586,7	2.622,9	2.524,4	2.213,4	2.174,6	2.049,4	2.196,8
1. Industria de la energía	53,3	61,1	186,4	96,5	94,7	72,0	75,5
2. Combustión estacionaria en la industria	144,8	1.330,8	885,0	907,3	1.074,3	1.002,2	1.108,7
3. Transporte	460,5	253,9	162,8	116,1	126,4	98,6	120,8
4. Otros sectores	927,6	976,6	1.289,8	1.093,0	878,9	876,3	891,6
5. Otros	0,5	0,5	0,4	0,5	0,3	0,3	0,3
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	1.997,6	952,3	757,5	346,7	242,8	226,6	216,1
1. Combustibles sólidos	1.814,8	675,5	391,7	118,0	17,7	29,9	26,6
2. Petróleo y gas natural	182,8	276,8	365,8	228,7	225,0	196,7	189,5
2. Procesos Industriales y uso de otros productos	126,3	150,4	143,1	150,5	138,6	129,3	132,3
A. Productos minerales	-	-	-	-	-	-	-
B. Industria química	93,9	124,1	118,6	123,4	113,9	114,4	109,1
C. Producción metalúrgica	32,5	26,4	24,5	27,2	24,7	14,9	23,2
D. Consumo no energético de combustibles y usos de disolventes	-	-	-	-	-	-	-
E. Industrias electrónica	-	-	-	-	-	-	-
F. Consumo de gases fluorados	-	-	-	-	-	-	-
G. Otras fuentes de emisión de procesos industriales	-	-	-	-	-	-	-
H. Otros	-	-	-	-	-	-	-
3. Agricultura	24.905,3	27.722,3	25.141,7	24.705,5	25.480,7	25.924,5	26.030,0
A. Fermentación entérica	15.786,6	18.514,3	17.460,2	16.605,7	16.972,0	17.074,7	17.222,3
B. Gestión del estiércol	8.001,3	8.629,0	7.113,2	7.581,0	8.017,2	8.366,2	8.324,2
C. Cultivo de arroz	416,0	543,5	557,1	492,8	468,8	462,9	462,9
D. Suelos agrícolas	-	-	-	-	-	-	-
E. Quemas planificadas de sabanas	-	-	-	-	-	-	-
F. Quema en campo de residuos agrícolas	701,4	35,5	11,2	26,0	22,6	20,7	20,7
G. Enmiendas calizas	-	-	-	-	-	-	-
H. Aplicación de urea	-	-	-	-	-	-	-
I. Otros fertilizantes con contenido orgánico	-	-	-	-	-	-	-
J. Otros	-	-	-	-	-	-	-
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y silvicultura	-	-	-	-	-	-	-
5. Residuos	12.357,1	13.991,1	15.223,2	14.871,7	13.396,5	13.137,3	12.917,3
A. Depósito en vertederos en residuos sólidos	6.130,7	10.650,6	11.867,5	11.991,4	10.757,3	10.451,7	10.377,7
B. Tratamiento de aguas residuales	133,5	385,7	515,7	444,3	358,6	379,6	381,5
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	242,1	229,1	337,6	343,7	303,6	382,0	382,0
D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	5.801,7	2.706,0	2.501,4	2.091,9	1.976,3	1.923,4	1.775,5
E. Otros	49,2	19,6	0,9	0,5	0,6	0,6	0,6

Tabla A5.4. Emisiones de N₂O por sector (cifras en kt de CO₂ equivalente)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
TOTAL (Emisión bruta)	12.577,9	13.422,4	12.010,9	11.605,1	11.795,1	12.031,2	11.831,0
1. Energía	1.108,1	1.989,3	1.779,8	1.688,2	1.731,4	1.505,7	1.630,4
A. Actividades de combustión	1.107,9	1.989,2	1.779,8	1.688,1	1.731,4	1.505,7	1.630,4
1. Industria de la energía	257,3	696,5	568,3	520,8	439,9	369,7	385,8
2. Combustión estacionaria en la industria	199,0	234,2	179,1	159,3	201,6	189,3	196,0
3. Transporte	462,1	828,2	782,3	752,8	862,7	718,5	818,3
4. Otros sectores	187,4	226,7	245,9	251,4	223,9	224,8	227,2
5. Otros	2,2	3,7	4,1	3,8	3,4	3,3	3,1
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
1. Combustibles sólidos	-	-	-	-	-	-	-
2. Petróleo y gas natural	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
2. Procesos Industriales y uso de otros productos	2.898,8	2.365,0	1.256,4	653,2	870,9	939,7	868,7
A. Productos minerales	-	-	-	-	-	-	-
B. Industria química	2.539,1	1.798,9	653,4	377,4	363,2	353,2	321,5
C. Producción metalúrgica	0,1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1
D. Consumo no energético de combustibles y usos de disolventes	-	-	-	-	-	-	-
E. Industrias electrónica	-	-	-	-	-	-	-
F. Consumo de gases fluorados	-	-	-	-	-	-	-
G. Otras fuentes de emisión de procesos industriales	359,6	566,1	602,9	275,6	507,7	586,4	547,1
H. Otros	-	-	-	-	-	-	-
3. Agricultura	7.519,5	7.639,0	7.457,7	7.905,5	7.858,1	8.112,6	7.945,7
A. Fermentación entérica	-	-	-	-	-	-	-
B. Gestión del estiércol	1.620,5	1.919,2	1.734,1	1.743,8	1.795,6	1.821,8	1.820,3
C. Cultivo de arroz	-	-	-	-	-	-	-
D. Suelos agrícolas	5.726,9	5.711,1	5.720,8	6.155,4	6.057,0	6.285,8	6.120,4
E. Quemas planificadas de sabanas	-	-	-	-	-	-	-
F. Quema en campo de residuos agrícolas	172,1	8,7	2,8	6,4	5,6	5,1	5,1
G. Enmiendas calizas	-	-	-	-	-	-	-
H. Aplicación de urea	-	-	-	-	-	-	-
I. Otros fertilizantes con contenido orgánico	-	-	-	-	-	-	-
J. Otros	-	-	-	-	-	-	-
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y silvicultura	-	-	-	-	-	-	-
5. Residuos	1.051,5	1.429,1	1.517,0	1.358,2	1.334,6	1.473,2	1.386,2
A. Depósito en vertederos en residuos sólidos	-	-	-	-	-	-	-
B. Tratamiento de aguas residuales	75,8	218,1	288,3	232,1	189,0	198,1	198,1
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	208,4	222,9	305,2	304,9	277,0	339,5	339,5
D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	767,3	988,1	923,6	821,2	868,6	935,5	848,6
E. Otros	-	-	-	-	-	-	-

Tabla A5.5. Emisiones de mezclas de HFC y PFC por sector (cifras en kt de CO₂ equivalente)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
TOTAL (Emisión bruta)	3.593,2	11.340,9	15.672,3	8.734,6	5.690,0	4.882,8	5.014,7
1. Energía	-	-	-	-	-	-	-
A. Actividades de combustión	-	-	-	-	-	-	-
1. Industria de la energía	-	-	-	-	-	-	-
2. Combustión estacionaria en la industria	-	-	-	-	-	-	-
3. Transporte	-	-	-	-	-	-	-
4. Otros sectores	-	-	-	-	-	-	-
5. Otros	-	-	-	-	-	-	-
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	-	-	-	-	-	-	-
1. Combustibles sólidos	-	-	-	-	-	-	-
2. Petróleo y gas natural	-	-	-	-	-	-	-
2. Procesos Industriales y uso de otros productos	3.593,2	11.340,9	15.672,3	8.734,6	5.690,0	4.882,8	5.014,7
A. Productos minerales	-	-	-	-	-	-	-
B. Industria química	2.547,0	733,3	989,7	-	-	-	-
C. Producción metalúrgica	1.046,3	188,7	93,8	77,4	36,7	22,1	28,4
D. Consumo no energético de combustibles y usos de disolventes	-	-	-	-	-	-	-
E. Industrias electrónica	-	-	-	-	-	-	-
F. Consumo de gases fluorados	-	10.418,9	14.588,8	8.657,2	5.653,3	4.860,7	4.986,3
G. Otras fuentes de emisión de procesos industriales	-	-	-	-	-	-	-
H. Otros	-	-	-	-	-	-	-
3. Agricultura	-	-	-	-	-	-	-
A. Fermentación entérica	-	-	-	-	-	-	-
B. Gestión del estiércol	-	-	-	-	-	-	-
C. Cultivo de arroz	-	-	-	-	-	-	-
D. Suelos agrícolas	-	-	-	-	-	-	-
E. Quemas planificadas de sabanas	-	-	-	-	-	-	-
F. Quema en campo de residuos agrícolas	-	-	-	-	-	-	-
G. Enmiendas calizas	-	-	-	-	-	-	-
H. Aplicación de urea	-	-	-	-	-	-	-
I. Otros fertilizantes con contenido orgánico	-	-	-	-	-	-	-
J. Otros	-	-	-	-	-	-	-
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y selvicultura	-	-	-	-	-	-	-
5. Residuos	-	-	-	-	-	-	-
A. Depósito en vertederos en residuos sólidos	-	-	-	-	-	-	-
B. Tratamiento de aguas residuales	-	-	-	-	-	-	-
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	-	-	-	-	-	-	-
D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	-	-	-	-	-	-	-
E. Otros	-	-	-	-	-	-	-

Tabla A5.6. Emisiones de SF₆ por sector (cifras en kt de CO₂ equivalente)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
TOTAL (Emisión bruta)	66,0	219,1	242,1	228,4	235,2	237,9	240,2
1. Energía	-	-	-	-	-	-	-
A. Actividades de combustión	-	-	-	-	-	-	-
1. Industria de la energía	-	-	-	-	-	-	-
2. Combustión estacionaria en la industria	-	-	-	-	-	-	-
3. Transporte	-	-	-	-	-	-	-
4. Otros sectores	-	-	-	-	-	-	-
5. Otros	-	-	-	-	-	-	-
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	-	-	-	-	-	-	-
1. Combustibles sólidos	-	-	-	-	-	-	-
2. Petróleo y gas natural	-	-	-	-	-	-	-
2. Procesos Industriales y uso de otros productos	66,0	219,1	242,1	228,4	235,2	237,9	240,2
A. Productos minerales	-	-	-	-	-	-	-
B. Industria química	-	-	-	-	-	-	-
C. Producción metalúrgica	-	-	-	-	-	-	-
D. Consumo no energético de combustibles y usos de disolventes	-	-	-	-	-	-	-
E. Industrias electrónica	-	-	-	-	-	-	-
F. Consumo de gases fluorados	-	-	-	-	-	-	-
G. Otras fuentes de emisión de procesos industriales	66,0	219,1	242,1	228,4	235,2	237,9	240,2
H. Otros	-	-	-	-	-	-	-
3. Agricultura	-	-	-	-	-	-	-
A. Fermentación entérica	-	-	-	-	-	-	-
B. Gestión del estiércol	-	-	-	-	-	-	-
C. Cultivo de arroz	-	-	-	-	-	-	-
D. Suelos agrícolas	-	-	-	-	-	-	-
E. Quemadas planificadas de sabanas	-	-	-	-	-	-	-
F. Quema en campo de residuos agrícolas	-	-	-	-	-	-	-
G. Enmiendas calizas	-	-	-	-	-	-	-
H. Aplicación de urea	-	-	-	-	-	-	-
I. Otros fertilizantes con contenido orgánico	-	-	-	-	-	-	-
J. Otros	-	-	-	-	-	-	-
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y selvicultura	-	-	-	-	-	-	-
5. Residuos	-	-	-	-	-	-	-
A. Depósito en vertederos en residuos sólidos	-	-	-	-	-	-	-
B. Tratamiento de aguas residuales	-	-	-	-	-	-	-
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	-	-	-	-	-	-	-
D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	-	-	-	-	-	-	-
E. Otros	-	-	-	-	-	-	-

Tabla A5.7. Emisiones de NO_x por sector (cifras en kt)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
TOTAL (Emisión bruta)	1.376,8	1.422,1	1.011,7	872,6	736,7	647,9	671,9
1. Energía	1.231,5	1.298,4	877,3	733,9	603,3	501,4	526,7
A. Actividades de combustión	1.224,9	1.293,6	873,0	729,0	598,3	497,5	522,7
1. Industria de la energía	243,5	351,5	139,1	179,4	89,6	70,3	70,1
2. Combustión estacionaria en la industria	190,4	209,7	156,0	102,6	112,0	101,2	104,1
3. Transporte	653,1	567,1	434,9	337,2	305,3	237,4	259,0
4. Otros sectores	134,4	161,2	139,0	105,1	88,1	85,3	86,6
5. Otros	3,5	4,1	4,1	4,8	3,4	3,2	3,0
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	6,6	4,8	4,3	4,9	5,0	3,9	4,0
1. Combustibles sólidos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. Petróleo y gas natural	6,6	4,8	4,3	4,9	5,0	3,9	4,0
2. Procesos Industriales y uso de otros productos	10,7	5,4	4,7	3,9	3,7	3,4	3,7
A. Productos minerales	-	-	-	-	-	-	-
B. Industria química	7,9	1,5	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
C. Producción metalúrgica	1,4	2,1	2,0	1,7	1,5	1,3	1,5
D. Consumo no energético de combustibles y usos de disolventes	-	-	-	-	-	-	-
E. Industrias electrónica	-	-	-	-	-	-	-
F. Consumo de gases fluorados	-	-	-	-	-	-	-
G. Otras fuentes de emisión de procesos industriales	-	-	-	-	-	-	-
H. Otros	1,4	1,8	2,0	1,7	1,8	1,7	1,8
3. Agricultura	98,7	80,1	77,7	82,5	81,8	84,1	82,5
A. Fermentación entérica	-	-	-	-	-	-	-
B. Gestión del estiércol	6,2	7,7	7,1	7,0	7,1	7,1	7,2
C. Cultivo de arroz	-	-	-	-	-	-	-
D. Suelos agrícolas	70,8	71,3	70,3	74,7	74,0	76,4	74,7
E. Quemas planificadas de sabanas	-	-	-	-	-	-	-
F. Quema en campo de residuos agrícolas	21,8	1,1	0,3	0,8	0,7	0,6	0,6
G. Enmiendas calizas	-	-	-	-	-	-	-
H. Aplicación de urea	-	-	-	-	-	-	-
I. Otros fertilizantes con contenido orgánico	-	-	-	-	-	-	-
J. Otros	-	-	-	-	-	-	-
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y silvicultura	-	-	-	-	-	-	-
5. Residuos	35,9	38,2	51,9	52,3	47,8	58,9	58,9
A. Depósito en vertederos en residuos sólidos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
B. Tratamiento de aguas residuales	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	35,9	38,2	51,9	52,2	47,7	58,9	58,9
D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
E. Otros	-	-	-	-	-	-	-

Tabla A5.8. Emisiones de CO por sector (cifras en kt)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
TOTAL (Emisión bruta)	4.204,1	2.105,9	1.916,4	1.776,1	1.571,2	1.558,1	1.675,5
1. Energía	2.907,3	1.405,6	1.097,7	927,8	807,8	685,0	768,6
A. Actividades de combustión	2.904,5	1.402,9	1.095,4	925,6	805,8	683,5	766,7
1. Industria de la energía	14,3	22,8	23,6	30,8	29,2	30,2	33,9
2. Combustión estacionaria en la industria	269,8	235,4	189,1	181,0	190,3	148,1	179,2
3. Transporte	2.176,0	730,0	427,0	278,8	266,7	195,5	240,1
4. Otros sectores	443,2	413,4	454,6	434,1	318,6	308,8	312,8
5. Otros	1,2	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	2,8	2,7	2,3	2,2	2,0	1,6	1,9
1. Combustibles sólidos	1,5	1,3	0,9	0,7	0,5	0,2	0,5
2. Petróleo y gas natural	1,3	1,4	1,3	1,5	1,5	1,3	1,4
2. Procesos Industriales y uso de otros productos	182,3	188,9	156,6	169,3	143,6	114,9	148,7
A. Productos minerales	-	-	-	-	-	-	-
B. Industria química	22,6	34,1	13,7	16,9	16,1	13,7	20,2
C. Producción metalúrgica	151,7	140,5	128,6	139,7	114,8	89,1	116,0
D. Consumo no energético de combustibles y usos de disolventes	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
E. Industrias electrónica	-	-	-	-	-	-	-
F. Consumo de gases fluorados	-	-	-	-	-	-	-
G. Otras fuentes de emisión de procesos industriales	-	-	-	-	-	-	-
H. Otros	8,1	14,3	14,3	12,7	12,7	12,1	12,5
3. Agricultura	667,7	31,3	9,9	22,9	20,0	18,3	18,3
A. Fermentación entérica	-	-	-	-	-	-	-
B. Gestión del estiércol	-	-	-	-	-	-	-
C. Cultivo de arroz	-	-	-	-	-	-	-
D. Suelos agrícolas	-	-	-	-	-	-	-
E. Quemadas planificadas de sabanas	-	-	-	-	-	-	-
F. Quema en campo de residuos agrícolas	667,7	31,3	9,9	22,9	20,0	18,3	18,3
G. Enmiendas calizas	-	-	-	-	-	-	-
H. Aplicación de urea	-	-	-	-	-	-	-
I. Otros fertilizantes con contenido orgánico	-	-	-	-	-	-	-
J. Otros	-	-	-	-	-	-	-
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y silvicultura	-	-	-	-	-	-	-
5. Residuos	446,8	480,1	652,3	656,1	599,8	740,0	739,9
A. Depósito en vertederos en residuos sólidos	0,1	0,3	0,2	0,3	0,6	0,7	0,6
B. Tratamiento de aguas residuales	-	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	446,5	479,5	651,7	655,6	598,9	739,0	739,0
D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
E. Otros	-	-	-	-	-	-	-

Tabla A5.9. Emisiones de COVNM por sector (cifras en kt)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
TOTAL (Emisión bruta)	1.055,5	756,4	619,4	564,7	565,6	591,7	565,2
1. Energía	479,0	214,8	162,9	143,2	136,3	120,7	129,8
A. Actividades de combustión	432,3	183,3	136,4	116,7	110,6	99,5	107,5
1. Industria de la energía	1,8	2,8	3,8	8,5	9,4	9,7	11,1
2. Combustión estacionaria en la industria	30,8	29,6	18,3	16,0	25,0	22,3	22,0
3. Transporte	340,5	95,2	52,7	31,9	29,3	22,1	26,2
4. Otros sectores	59,0	55,6	61,6	60,3	46,9	45,3	48,2
5. Otros	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	46,7	31,5	26,5	26,5	25,7	21,2	22,3
1. Combustibles sólidos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. Petróleo y gas natural	46,7	31,5	26,5	26,4	25,7	21,2	22,3
2. Procesos Industriales y uso de otros productos	428,8	420,5	335,5	297,3	304,5	344,2	307,3
A. Productos minerales	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
B. Industria química	6,1	9,5	9,2	10,0	9,9	9,8	10,2
C. Producción metalúrgica	1,4	1,0	0,9	0,8	0,8	0,6	0,8
D. Consumo no energético de combustibles y usos de disolventes	399,1	382,6	302,6	261,9	268,0	311,1	271,9
E. Industrias electrónica	-	-	-	-	-	-	-
F. Consumo de gases fluorados	-	-	-	-	-	-	-
G. Otras fuentes de emisión de procesos industriales	-	-	-	-	-	-	-
H. Otros	22,1	27,4	22,7	24,6	25,7	22,6	24,4
3. Agricultura	135,2	109,1	106,3	109,4	111,4	111,2	112,5
A. Fermentación entérica	-	-	-	-	-	-	-
B. Gestión del estiércol	61,1	69,9	69,0	70,5	72,8	72,6	73,6
C. Cultivo de arroz	-	-	-	-	-	-	-
D. Suelos agrícolas	34,0	38,9	37,2	38,7	38,4	38,5	38,7
E. Quemas planificadas de sabanas	-	-	-	-	-	-	-
F. Quema en campo de residuos agrícolas	40,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
G. Enmiendas calizas	-	-	-	-	-	-	-
H. Aplicación de urea	-	-	-	-	-	-	-
I. Otros fertilizantes con contenido orgánico	-	-	-	-	-	-	-
J. Otros	-	-	-	-	-	-	-
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y selvicultura	-	-	-	-	-	-	-
5. Residuos	12,6	12,0	14,7	14,8	13,5	15,6	15,6
A. Depósito en vertederos en residuos sólidos	2,2	3,8	4,2	4,3	3,8	3,7	3,7
B. Tratamiento de aguas residuales	-	-	-	-	-	-	-
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	9,2	7,6	10,4	10,4	9,5	11,8	11,8
D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
E. Otros	1,2	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla A5.10. Emisiones de SO₂ por sector (cifras en kt)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
TOTAL (Emisión bruta)	2.127,1	1.231,0	262,2	271,4	167,6	135,6	130,9
1. Energía	2.103,7	1.210,5	242,1	254,1	150,9	119,3	113,7
A. Actividades de combustión	2.039,0	1.170,3	218,6	229,2	127,2	97,8	92,3
1. Industria de la energía	1.604,4	994,0	109,0	146,3	35,8	15,9	13,3
2. Combustión estacionaria en la industria	282,0	115,6	71,2	58,3	52,5	58,0	54,6
3. Transporte	112,0	17,4	7,3	5,0	19,7	5,1	5,9
4. Otros sectores	40,3	43,1	30,9	19,4	19,1	18,6	18,4
5. Otros	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
B. Emisiones fugitivas de los combustibles	64,7	40,2	23,5	24,9	23,7	21,5	21,4
1. Combustibles sólidos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2. Petróleo y gas natural	64,7	40,2	23,5	24,9	23,7	21,5	21,4
2. Procesos Industriales y uso de otros productos	18,3	18,7	17,9	15,0	14,5	13,8	14,7
A. Productos minerales	-	-	-	-	-	-	-
B. Industria química	9,9	5,8	5,1	3,0	3,4	3,3	3,6
C. Producción metalúrgica	6,0	9,6	9,0	8,9	7,8	7,3	7,7
D. Consumo no energético de combustibles y usos de disolventes	-	-	-	-	-	-	-
E. Industrias electrónica	-	-	-	-	-	-	-
F. Consumo de gases fluorados	-	-	-	-	-	-	-
G. Otras fuentes de emisión de procesos industriales	-	-	-	-	-	-	-
H. Otros	2,4	3,3	3,8	3,1	3,4	3,2	3,4
3. Agricultura	3,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
A. Fermentación entérica	-	-	-	-	-	-	-
B. Gestión del estiércol	-	-	-	-	-	-	-
C. Cultivo de arroz	-	-	-	-	-	-	-
D. Suelos agrícolas	-	-	-	-	-	-	-
E. Quemas planificadas de sabanas	-	-	-	-	-	-	-
F. Quema en campo de residuos agrícolas	3,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
G. Enmiendas calizas	-	-	-	-	-	-	-
H. Aplicación de urea	-	-	-	-	-	-	-
I. Otros fertilizantes con contenido orgánico	-	-	-	-	-	-	-
J. Otros	-	-	-	-	-	-	-
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y silvicultura	-	-	-	-	-	-	-
5. Residuos	1,9	1,6	2,2	2,2	2,0	2,4	2,4
A. Depósito en vertederos en residuos sólidos	-	-	-	-	-	-	-
B. Tratamiento de aguas residuales	-	-	-	-	-	-	-
C. Incineración y quema en espacio abierto de residuos sólidos	1,9	1,6	2,2	2,2	2,0	2,4	2,4
D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	-	-	-	-	-	-	-
E. Otros	-	-	-	-	-	-	-

Tabla A5.11. Emisiones totales en CO₂ equivalente del sector LULUCF (cifras en kt de CO₂ equivalente)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y silvicultura	-33.896,0	-44.381,7	-44.144,9	-44.558,5	-45.229,4	-44.094,8	-44.522,0
A. Tierras forestales	-34.249,6	-42.066,0	-43.402,2	-40.962,9	-40.391,9	-40.265,5	-39.916,6
B. Tierras de cultivo	2.089,5	1.035,7	-1.101,4	-2.165,6	-2.974,3	-2.763,1	-3.471,7
C. Pastizales	-433,0	-1.081,0	-1.574,3	-1.094,9	-1.392,0	-1.433,2	-1.395,8
D. Humedales	-137,9	-103,9	-129,0	-111,8	-96,3	-82,6	-78,5
E. Asentamientos	829,9	1.114,5	2.407,6	1.595,8	1.776,8	1.791,4	1.801,9
F. Otras tierras	4,9	8,9	5,8	4,3	6,1	6,2	6,3
G. Productos madereros	-2.019,7	-3.307,9	-367,8	-1.836,4	-2.168,1	-1.357,6	-1.476,9
(IV)2. Emisiones indirectas de N ₂ O	19,9	17,9	16,4	12,9	10,3	9,6	9,2

Tabla A5.12. Emisiones de CO₂ del sector LULUCF (cifras en kt de CO₂ equivalente)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y silvicultura	-34.730,8	-45.226,3	-44.573,5	-45.120,6	-45.611,2	-44.409,9	-44.982,0
A. Tierras forestales	-34.546,0	-42.361,9	-43.501,3	-41.126,5	-40.487,2	-40.330,6	-40.046,6
B. Tierras de cultivo	1.972,5	903,3	-1.215,4	-2.253,7	-3.043,6	-2.821,6	-3.532,2
C. Pastizales	-805,0	-1.443,3	-1.714,2	-1.323,9	-1.527,5	-1.543,1	-1.583,6
D. Humedales	-138,0	-103,9	-129,1	-111,8	-96,3	-82,6	-78,5
E. Asentamientos	800,8	1.078,8	2.348,8	1.527,5	1.705,8	1.719,7	1.729,8
F. Otras tierras	4,7	8,5	5,4	4,0	5,7	5,8	5,9
G. Productos madereros	-2.019,7	-3.307,9	-367,8	-1.836,4	-2.168,1	-1.357,6	-1.476,9
(IV)2. Emisiones indirectas de N ₂ O	-	-	-	-	-	-	-

Tabla A5.13. Emisiones de CH₄ del sector LULUCF (cifras en kt de CO₂ equivalente)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y silvicultura	351,3	342,8	98,1	202,0	115,4	80,6	169,6
A. Tierras forestales	147,3	147,1	23,4	76,4	37,5	19,1	62,8
B. Tierras de cultivo	6,4	4,6	3,7	6,3	8,0	5,2	8,6
C. Pastizales	197,7	191,1	71,0	119,3	69,9	56,3	98,2
D. Humedales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
E. Asentamientos	-	-	-	-	-	-	-
F. Otras tierras	-	-	-	-	-	-	-
G. Productos madereros	-	-	-	-	-	-	-
(IV)2. Emisiones indirectas de N ₂ O	-	-	-	-	-	-	-

Tabla A5.14. Emisiones de N₂O del sector LULUCF (cifras en kt de CO₂ equivalente)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y silvicultura	483,5	501,9	330,5	360,1	266,4	234,5	290,4
A. Tierras forestales	149,1	148,9	75,7	87,2	57,8	45,9	67,2
B. Tierras de cultivo	110,6	127,7	110,2	81,7	61,3	53,3	51,9
C. Pastizales	174,4	171,2	69,0	109,6	65,6	53,6	89,6
D. Humedales	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
E. Asentamientos	29,0	35,7	58,8	68,4	71,0	71,7	72,1
F. Otras tierras	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4
G. Productos madereros	-	-	-	-	-	-	-
(IV)2. Emisiones indirectas de N ₂ O	19,9	17,9	16,4	12,9	10,3	9,6	9,2

Tabla A5.15. Emisiones de NO_x del sector LULUCF (cifras en kt)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y silvicultura	15,7	15,2	5,1	9,4	5,6	4,1	7,9
A. Tierras forestales	3,4	3,4	0,6	1,8	0,9	0,5	1,5
B. Tierras de cultivo	0,4	0,3	0,2	0,4	0,5	0,3	0,4
C. Pastizales	12,0	11,6	4,3	7,2	4,2	3,4	5,9
D. Humedales	-	-	-	-	-	-	-
E. Asentamientos	-	-	-	-	-	-	-
F. Otras tierras	-	-	-	-	-	-	-
G. Productos madereros	-	-	-	-	-	-	-
(IV)2. Emisiones indirectas de N ₂ O	-	-	-	-	-	-	-

Tabla A5.16. Emisiones de CO del sector LULUCF (cifras en kt)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021
4. Uso de la tierra, cambios de uso la tierra y silvicultura	325,7	317,3	94,5	189,1	109,1	77,5	158,6
A. Tierras forestales	119,7	119,7	19,2	62,4	30,6	15,7	51,3
B. Tierras de cultivo	6,5	4,7	3,7	6,3	7,9	5,0	8,2
C. Pastizales	199,5	192,9	71,6	120,4	70,5	56,8	99,1
D. Humedales	-	-	-	-	-	-	-
E. Asentamientos	-	-	-	-	-	-	-
F. Otras tierras	-	-	-	-	-	-	-
G. Productos madereros	-	-	-	-	-	-	-
(IV)2. Emisiones indirectas de N ₂ O	-	-	-	-	-	-	-



ANEXO 6. EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE

ÍNDICE

ANEXO 6.	EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE	869
-----------------	--	------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A6.1.	Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (sin LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año base	871
Tabla A6.2.	Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (sin LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2020	872
Tabla A6.3.	Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (sin LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2021	873
Tabla A6.4.	Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año base	874
Tabla A6.5.	Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2020	875
Tabla A6.6.	Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2021	876

ANEXO 6. EVALUACIÓN DE INCERTIDUMBRE

En este anexo se presenta la evaluación de la incertidumbre del Inventario Nacional. Para la presentación de los resultados agregados se establecen dos niveles:

- i. el total del Inventario Nacional, incluyendo el sector LULUCF; y
- ii. el conjunto de sectores del Inventario Nacional con exclusión del sector LULUCF.

Para la determinación de la incertidumbre de la emisión ponderada de la presente edición del Inventario Nacional se ha adoptado el enfoque de nivel 1 del informe "Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero".

Este enfoque aborda la valoración de la incertidumbre utilizando las ecuaciones de propagación del error en dos etapas.

El procedimiento de cálculo se desarrolla mediante una hoja de cálculo que reproduce los conceptos y fórmulas de las columnas A a M de la tabla 3.2, sección 3.2.3.1, de la Guía IPCC 2006.

En las tablas A6.1 a A6.6 de este anexo se incluyen los cálculos, reproduciendo la estructura y fórmulas de la tabla 3.2, para la estimación de la incertidumbre para los años base¹, y los años 2020 y 2021 del Inventario Nacional (sin LULUCF) y del Inventario Nacional con LULUCF. Las categorías representadas en estas tablas son las identificadas como categoría clave por su contribución al nivel para cada año² (para análisis de nivel 1 y 2) agrupándose el resto de categorías como "Otras categorías". La incertidumbre de las categorías que han sido designadas como clave exclusivamente por la tendencia puede consultarse en los capítulos sectoriales, donde se describe con profundidad cada una de ellas.

Para la determinación de las incertidumbres aplicables a los factores de emisión y datos de actividad introducidas en las columnas E y F de las tablas, además de la información detallada proporcionada en cada uno de los correspondientes capítulos sectoriales, como referencias principales se han considerado el Manual de Referencia IPCC 1996, la Guía de Buenas Prácticas IPCC 2000 y la Guía IPCC 2006. Adicionalmente se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Para lo referente a las variables de actividad de los combustibles, el análisis de la variabilidad de los balances de combustibles (oferta vs. demanda, y errores estadísticos) y la proveniente de los cuestionarios individualizados a plantas.
- Para los factores de emisión de CO₂ en la combustión, el análisis de la variabilidad de los poderes caloríficos y contenidos de carbono de los combustibles por unidad energética o por unidad de masa o volumen. A su vez, el factor de oxidación aplicado, tanto cuando es por defecto (el factor 1 de la Guía IPCC 2006) como cuando es proporcionado por las plantas (solo desde 2016 y para carbones, aunque hay previsión de ampliarlo a valores nacionales en próximas ediciones del Inventario Nacional), usa los valores de incertidumbre por defecto proporcionados por la Guía IPCC 2006. Para los factores de emisión de CH₄ y de N₂O en la combustión se han tomado bandas amplias que cubran la variabilidad observada en las referencias de IPCC, tanto para la combustión estacionaria como para la móvil.

¹ El año base para el análisis de las categorías clave se refiere a la suma de las emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O de 1990 y de los gases fluorados de 1995 (ver apartado 1.1.1 del capítulo 1).

² Para la identificación de categorías clave se han adoptado los procedimientos (métricas, umbrales y criterios de determinación) de nivel 1 y nivel 2 propuestos en la Guía 2006 IPCC. Véase el anexo 1 del presente documento para un mayor detalle.

- Para las emisiones generadas en los procesos industriales y las emisiones fugitivas de la energía, se ha complementado la información de las guías IPCC con información recibida por el Inventario Nacional y, en su caso, de cuestionarios individualizados a plantas.
- Para la determinación de la incertidumbre de las variables de actividad y los factores de emisión de CH₄ y N₂O provenientes de la agricultura, se ha considerado la información disponible en la Guía IPCC 2006 y en documentos oficiales del MAPA.
- Para la determinación de la incertidumbre de las variables de actividad y los factores de emisión de CH₄ y N₂O provenientes del tratamiento de residuos, se ha complementado la información disponible en las guías IPCC con supuestos asumidos por el Inventario Nacional sobre la incertidumbre de los sistemas de gestión de residuos y parámetros relevantes en los procesos de tratamiento.
- Para las variables de actividad y factores de emisión en la producción de hidrocarburos fluorados, se han considerado las pautas de la Guía IPCC 2006 y la asignación de incertidumbre propia a datos provenientes de estadísticas nacionales.
- Para un conjunto amplio de actividades y gases, se ha contrastado la incertidumbre con la información declarada en los inventarios de otros países de la Unión Europea. Todas estas consideraciones están explicadas particularmente en cada capítulo sectorial en los apartados correspondientes de incertidumbre y coherencia temporal.

Tabla A6.1. Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (sin LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año base

A		B	D		E	F	G	H	
Código IPCC	Fuentes claves (Año BASE)	Gas	Emisiones Año BASE	Contribución Nivel BASE	Acumulado Nivel BASE	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada
	Descripción categoría		(Gg CO ₂ -e)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(% Emisiones totales BASE)
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Sólidos	CO2	58.931	20,3	20	2	4	4,5	0,8
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO2	25.639	8,8	29	5	2	5,4	0,2
1A3b	Transporte por carretera - Gasóleo	CO2	24.706	8,5	38	5	2	5,4	0,2
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Líquidos	CO2	22.893	7,9	46	10	3	10,5	0,7
1A4	Combustión en otros sectores - Líquidos	CO2	21.791	7,5	53	15	2	15,2	1,3
3A	Fermentación entérica	CH4	15.787	5,4	59	3	30	30,1	2,7
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Sólidos	CO2	13.193	4,5	63	5	15	15,9	0,5
2A1	Producción de cemento	CO2	12.279	4,2	67	2	8	8,0	0,1
1A1b	Refino de petróleo - Líquidos	CO2	10.812	3,7	71	3	3	3,7	0,0
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Gaseosos	CO2	8.652	3,0	74	5	2	5,2	0,0
3B1	Gestión de estiércoles	CH4	8.001	2,8	77	50	30	58,4	2,6
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos	CH4	6.131	2,1	79	30	36	46,9	1,0
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Líquidos	CO2	6.087	2,1	81	2	2	2,5	0,0
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH4	5.802	2,0	83	25	30	39,1	0,6
1A3d	Tráfico marítimo nacional	CO2	5.203	1,8	85	75	3	75,0	1,8
2B9	Producción de halocarburos	HFC&PFC	4.915	1,7	86	1	1	1,4	0,0
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	4.310	1,5	88	18	200	200,8	8,9
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	2.501	0,9	89	5	5	7,0	0,0
2B2	Producción de ácido nítrico	N2O	2.428	0,8	90	2	10	10,2	0,0
1A4	Combustión en otros sectores - Sólidos	CO2	2.218	0,8	90	20	15	25,1	0,0
1B1	Emisiones fugitivas - combustibles sólidos	CH4	1.815	0,6	91	1	50	50,0	0,1
1A1c	Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Sólido	CO2	1.809	0,6	92	5	5	7,1	0,0
2B8	Industria petroquímica y negro de humo	CO2	1.684	0,6	92	10	60	60,8	0,1
1A3a	Tráfico aéreo nacional	CO2	1.655	0,6	93	15	5	15,8	0,0
3B2	Gestión de estiércoles	N2O	1.620	0,6	93	71	100	122,5	0,5
1B2a	Emisiones fugitivas de distribución de combustibles líquidos	CO2	1.477	0,5	94	10	2	10,2	0,0
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	1.417	0,5	94	71	200	212,2	1,1
2A4	Otros usos de carbonatos	CO2	1.358	0,5	95	5	5	7,1	0,0
1A4	Combustión en otros sectores - Gaseosos	CO2	1.297	0,4	95	5	2	5,2	0,0
2A2	Producción de cal	CO2	1.109	0,4	96	10	2	10,2	0,0
2C3	Producción de aluminio	PFC	948	0,3	96	1	9	9,1	0,0
1A4	Combustión en otros sectores	CH4	928	0,3	96	20	150	151,3	0,2
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	N2O	767	0,3	97	10	1400	1400,0	13,7
3F	Quema de residuos agrícolas	CH4	701	0,2	97	63	39	74,1	0,0
*	Otras categorías		9.157	3,2	100	100	100	141,4	19,9
Emisiones totales brutas			290.018						
Incertidumbre							En las emisiones brutas:		7,6

Tabla A6.2. Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (sin LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2020

A		B	C	D		E	F	G	H	SN	I	J	K	L	M	
Categorías clave (año 2020)		Gas	Emisiones año base	Emisiones año 2020	Contribución al nivel en 2020	Acumulado por nivel en 2020	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada	Correlación VA en el tiempo	Sensibilidad Tipo A	Sensibilidad Tipo B	Incertidumbre evoluc FE	Incertidumbre evoluc VA	Incertidumbre evoluc emisiones
Código IPCC	Descripción categoría		(kt CO2-eq)	(kt CO2-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(% Emisiones totales)	(S/N)			(%)	(%)	(%)
1A3b	Transporte por carretera - Gasóleo	CO2	24.706	55.174	20,3	20	5	2	5,4	1,2	N	0,110	0,190	0,22	1,35	1,86
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Gaseosos	CO2	8.652	27.637	10,2	30	5	1,5	5,2	0,3	N	0,067	0,095	0,10	0,67	0,46
1A4	Combustión en otros sectores - Líquidos	CO2	21.791	21.394	7,9	38	15	2,2	15,2	1,4	N	0,003	0,074	0,01	1,56	2,45
3A	Fermentación entérica	CH4	15.787	17.075	6,3	45	3	30	30,1	3,6	N	0,008	0,059	0,23	0,25	0,12
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Gaseosos	CO2	447	16.441	6,0	51	1,75	1,5	2,3	0,0	N	0,055	0,057	0,08	0,14	0,03
1A4	Combustión en otros sectores - Gaseosos	CO2	1.297	14.429	5,3	56	5	1,5	5,2	0,1	N	0,046	0,050	0,07	0,35	0,13
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO2	25.639	12.823	4,7	61	5	2	5,4	0,1	N	0,039	0,044	0,08	0,31	0,10
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos	CH4	6.131	10.452	3,8	64	30	36	46,9	3,2	S	0,016	0,036	0,58	0,49	0,58
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Líquidos	CO2	22.893	8.758	3,2	68	10	3,2	10,5	0,1	N	0,044	0,030	0,14	0,43	0,20
3B1	Gestión de estiércoles	CH4	8.001	8.366	3,1	71	50,1	30	58,4	3,2	N	0,003	0,029	0,09	2,04	4,19
2A1	Producción de cemento	CO2	12.279	8.192	3,0	74	1,5	7,9	8,0	0,0	N	0,011	0,028	0,09	0,06	0,01
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Sólidos	CO2	58.931	6.997	2,6	76	2	4	4,5	0,0	N	0,166	0,024	0,67	0,07	0,45
1A1b	Refino de petróleo - Líquidos	CO2	10.812	6.382	2,3	79	2,5	2,7	3,7	0,0	N	0,013	0,022	0,04	0,08	0,01
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Líquidos	CO2	6.087	5.384	2,0	81	1,5	2	2,5	0,0	N	0,001	0,019	0,00	0,04	0,00
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Sólidos	CO2	13.193	5.337	2,0	83	5	15,1	15,9	0,1	N	0,024	0,018	0,37	0,13	0,15
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	4.310	4.705	1,7	84	18	200	200,8	12,0	N	0,002	0,016	0,45	0,41	0,38
2F1	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	HFC&PFC	0	4.451	1,6	86	5	2	5,4	0,0	S	0,015	0,015	0,03	0,08	0,01
1B2a	Emisiones fugitivas de distribución de combustibles líquidos	CO2	1.477	3.190	1,2	87	10	2	10,2	0,0	N	0,006	0,011	0,01	0,16	0,02
1A1b	Refino de petróleo - Gaseosos	CO2	46	2.811	1,0	88	3	1,5	3,4	0,0	N	0,010	0,010	0,01	0,04	0,00
1A3d	Tráfico marítimo nacional	CO2	5.203	2.475	0,9	89	75	2,7	75,0	0,5	N	0,008	0,009	0,02	0,91	0,82
2B8	Industria petroquímica y negro de humo	CO2	1.684	1.972	0,7	90	10	60	60,8	0,2	S	0,001	0,007	0,08	0,01	0,01
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH4	5.802	1.923	0,7	90	25	30	39,1	0,1	N	0,012	0,007	0,36	0,23	0,19
3B2	Gestión de estiércoles	N2O	1.620	1.822	0,7	91	70,8	100	122,5	0,7	N	0,001	0,006	0,10	0,63	0,41
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	1.417	1.580	0,6	92	70,8	200	212,2	1,5	N	0,001	0,005	0,17	0,55	0,33
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Otros	CO2	128	1.547	0,6	92	3	20	20,2	0,0	N	0,005	0,005	0,10	0,02	0,01
1A3a	Tráfico aéreo nacional	CO2	1.655	1.516	0,6	93	15	5	15,8	0,0	N	0,000	0,005	0,00	0,11	0,01
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	2.501	1.346	0,5	93	5	4,9	7,0	0,0	N	0,003	0,005	0,02	0,03	0,00
2A2	Producción de cal	CO2	1.109	1.334	0,5	94	10	2	10,2	0,0	N	0,001	0,005	0,00	0,07	0,00
1A2	Combustión estacionaria en la industria	CH4	145	1.002	0,4	94	5	233	233,1	0,7	N	0,003	0,003	0,70	0,02	0,48
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	N2O	767	936	0,3	95	10	1400	1400,0	23,1	N	0,001	0,003	1,04	0,05	1,08
1A4	Combustión en otros sectores	CH4	928	876	0,3	95	20	150	151,3	0,2	N	0,000	0,003	0,00	0,09	0,01
2A4	Otros usos de carbonatos	CO2	1.358	818	0,3	95	5	5	7,1	0,0	N	0,002	0,003	0,01	0,02	0,00
1A3b	Transporte por carretera - Otros	CO2	85	800	0,3	95	50	2	50,0	0,0	N	0,002	0,003	0,00	0,20	0,04
2B10	Producción de hidrógeno	CO2	0	772	0,3	96	5	5	7,1	0,0	N	0,003	0,003	0,01	0,02	0,00
1A3b	Transporte por carretera	N2O	412	690	0,3	96	10	26	27,9	0,0	N	0,001	0,002	0,03	0,03	0,00
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Otros	CO2	120	648	0,2	96	17,5	5	18,2	0,0	N	0,002	0,002	0,01	0,06	0,00
1A4	Combustión en otros sectores - Sólidos	CO2	2.218	629	0,2	96	20	15,1	25,1	0,0	N	0,005	0,002	0,08	0,06	0,01
2G	Uso y fabricación de otros productos	N2O	360	586	0,2	97	10	2	10,2	0,0	N	0,001	0,002	0,00	0,03	0,00
3H	Urea	CO2	438	545	0,2	97	5	50	50,2	0,0	N	0,000	0,002	0,02	0,01	0,00
*	Otras categorías		19.593	8.427	3,1	100	100	100	141,4	19,2	N	0,034	0,029	3,43	4,11	28,68
Emisiones totales brutas			290.018	272.244						71,7						43,2
Incertidumbre										8,5	En la evolución (diferencia entre año 2020 y año base)					6,6
											En la evolución (% respecto al valor central para el "año de referencia 90/95"):					-0,4

Tabla A6.3. Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (sin LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2021

A		B	C	D		E	F	G	H	SN	I	J	K	L	M	
Categorías clave (año 2021)		Gas	Emisiones año base	Emisiones año 2021	Contribución al nivel en 2021	Acumulado por nivel en 2021	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada	Correlación VA en el tiempo	Sensibilidad Tipo A	Sensibilidad Tipo B	Incertidumbre evoluc. FE	Incertidumbre evoluc. VA	Incertidumbre evoluc. emisiones
Código IPCC	Descripción categoría		(kt CO2-eq)	(ktCO2-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(% Emisiones totales)	(S/N)			(%)	(%)	(%)
1A3b	Transporte por carretera - Gasóleo	CO2	24.706	62.525	21,6	22	5,5	2	5,9	1,6	N	0,131	0,216	0,26	1,68	2,88
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Gaseosos	CO2	8.652	30.518	10,6	32	5,5	1,5	5,7	0,4	N	0,075	0,105	0,11	0,82	0,68
1A4	Combustión en otros sectores - Líquidos	CO2	21.791	21.889	7,6	40	16,5	2,2	16,6	1,6	N	0,001	0,075	0,00	1,76	3,10
3A	Fermentación entérica	CH4	15.787	17.222	6,0	46	3	30	30,1	3,2	N	0,005	0,059	0,16	0,25	0,09
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Gaseosos	CO2	447	16.759	5,8	52	1,925	1,5	2,4	0,0	N	0,056	0,058	0,08	0,16	0,03
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO2	25.639	15.791	5,5	57	5,5	2	5,9	0,1	N	0,034	0,054	0,07	0,42	0,18
1A4	Combustión en otros sectores - Gaseosos	CO2	1.297	14.916	5,2	62	5,5	1,5	5,7	0,1	N	0,047	0,051	0,07	0,40	0,17
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos	CH4	6.131	10.378	3,6	66	30	36	46,9	2,8	S	0,015	0,036	0,53	0,44	0,48
2A1	Producción de cemento	CO2	12.279	8.472	2,9	69	1,5	7,9	8,0	0,1	N	0,013	0,029	0,10	0,06	0,01
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Líquidos	CO2	22.893	8.384	2,9	72	11	3,2	11,5	0,1	N	0,050	0,029	0,16	0,45	0,23
3B1	Gestión de estiércoles	CH4	8.001	8.324	2,9	74	50,1	30	58,4	2,8	N	0,001	0,029	0,04	2,03	4,14
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Sólidos	CO2	58.931	7.246	2,5	77	2,2	4	4,6	0,0	N	0,177	0,025	0,71	0,08	0,51
1A1b	Refino de petróleo - Líquidos	CO2	10.812	5.982	2,1	79	2,75	2,7	3,9	0,0	N	0,016	0,021	0,04	0,08	0,01
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Sólidos	CO2	13.193	5.801	2,0	81	5,5	15,1	16,1	0,1	N	0,025	0,020	0,38	0,16	0,17
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Líquidos	CO2	6.087	5.207	1,8	83	1,65	2	2,6	0,0	N	0,003	0,018	0,01	0,04	0,00
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	4.310	4.595	1,6	84	18	200	200,8	10,2	N	0,001	0,016	0,21	0,40	0,21
2F1	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	HFC&PFC	0	4.577	1,6	86	5	2	5,4	0,0	S	0,016	0,016	0,03	0,08	0,01
1B2a	Emisiones fugitivas de distribución de combustibles líquidos	CO2	1.477	3.144	1,1	87	10	2	10,2	0,0	N	0,006	0,011	0,01	0,15	0,02
1A1b	Refino de petróleo - Gaseosos	CO2	46	3.050	1,1	88	3,3	1,5	3,6	0,0	N	0,010	0,011	0,02	0,05	0,00
1A3d	Tráfico marítimo nacional	CO2	5.203	2.809	1,0	89	82,5	2,7	82,5	0,6	N	0,008	0,010	0,02	1,13	1,28
1A3a	Tráfico aéreo nacional	CO2	1.655	2.175	0,8	90	16,5	5	17,2	0,0	N	0,002	0,007	0,01	0,17	0,03
2B8	Industria petroquímica y negro de humo	CO2	1.684	1.924	0,7	91	10	60	60,8	0,2	S	0,001	0,007	0,05	0,01	0,00
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	2.501	1.865	0,6	91	5	4,9	7,0	0,0	N	0,002	0,006	0,01	0,05	0,00
3B2	Gestión de estiércoles	N2O	1.620	1.820	0,6	92	70,8	100	122,5	0,6	N	0,001	0,006	0,07	0,63	0,40
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH4	5.802	1.776	0,6	92	25	30	39,1	0,1	N	0,014	0,006	0,41	0,22	0,22
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Otros	CO2	128	1.637	0,6	93	3,3	20	20,3	0,0	N	0,005	0,006	0,10	0,03	0,01
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	1.417	1.526	0,5	94	70,8	200	212,2	1,3	N	0,000	0,005	0,08	0,53	0,28
2A2	Producción de cal	CO2	1.109	1.515	0,5	94	10	2	10,2	0,0	N	0,001	0,005	0,00	0,07	0,01
1A2	Combustión estacionaria en la industria	CH4	145	1.109	0,4	94	5,5	233	233,1	0,8	N	0,003	0,004	0,77	0,03	0,60
1A3b	Transporte por carretera - Otros	CO2	85	967	0,3	95	55	2	55,0	0,0	N	0,003	0,003	0,01	0,26	0,07
1A4	Combustión en otros sectores	CH4	928	892	0,3	95	22	150	151,6	0,2	N	0,000	0,003	0,02	0,10	0,01
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	N2O	767	849	0,3	95	10	1400	1400,0	16,9	N	0,000	0,003	0,41	0,04	0,17
2A4	Otros usos de carbonatos	CO2	1.358	844	0,3	96	5	5	7,1	0,0	N	0,002	0,003	0,01	0,02	0,00
2B10	Producción de hidrógeno	CO2	0	796	0,3	96	5	5	7,1	0,0	N	0,003	0,003	0,01	0,02	0,00
1A3b	Transporte por carretera	N2O	412	783	0,3	96	10	26	27,9	0,0	N	0,001	0,003	0,03	0,04	0,00
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Otros	CO2	120	689	0,2	97	19,25	5	19,9	0,0	N	0,002	0,002	0,01	0,06	0,00
1A1c	Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - G	CO2	89	589	0,2	97	22	1,5	22,1	0,0	N	0,002	0,002	0,00	0,06	0,00
*	Otras categorías		22.520	9.505	3,3	100	100	100	141,4	21,7	N	0,045	0,033	4,45	4,64	41,31
Emisiones totales brutas			290.018	288.848						65,6						57,3
Incertidumbre							En las emisiones netas:			8,1	En la evolución (diferencia entre año 2021 y año base)					7,6
											En la evolución (% respecto al valor central para el año base):					0,0

Tabla A6.4. Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año base

A		B	D			E	F	G	H
Fuentes claves (Año BASE)		Gas	Emisiones Año BASE	Contribución Nivel BASE	Acumulado Nivel BASE	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada
Código IPCC	Descripción categoría		(Gg CO2-e)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(% Emisiones totales BASE)
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Sólidos	CO2	58.931	23,0	23	2	4	4,5	1,1
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO2	25.639	10,0	33	5	2	5,4	0,3
1A3b	Transporte por carretera - Gasóleo	CO2	24.706	9,6	43	5	2	5,4	0,3
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Líquidos	CO2	22.893	8,9	52	10	3	10,5	0,9
1A4	Combustión en otros sectores - Líquidos	CO2	21.791	8,5	60	15	2	15,2	1,7
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales - Cambio de existencias de C	CO2	-20.187	-7,9	52	8	50	50,6	15,9
3A	Fermentación entérica	CH4	15.787	6,2	58	3	30	30,1	3,5
4A2	Tierras convertidas en tierras forestales - Cambio de existencias de C	CO2	-14.712	-5,7	53	8	70	70,5	16,4
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Sólidos	CO2	13.193	5,2	58	5	15	15,9	0,7
2A1	Producción de cemento	CO2	12.279	4,8	63	2	8	8,0	0,1
1A1b	Refino de petróleo - Líquidos	CO2	10.812	4,2	67	3	3	3,7	0,0
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Gaseosos	CO2	8.652	3,4	70	5	2	5,2	0,0
3B1	Gestión de estiércoles	CH4	8.001	3,1	73	50	30	58,4	3,3
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos	CH4	6.131	2,4	76	30	36	46,9	1,3
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Líquidos	CO2	6.087	2,4	78	2	2	2,5	0,0
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH4	5.802	2,3	80	25	30	39,1	0,8
1A3d	Tráfico marítimo nacional	CO2	5.203	2,0	82	75	3	75,0	2,3
2B9	Producción de halocarburos	HFC&PFC	4.915	1,9	84	1	1	1,4	0,0
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	4.310	1,7	86	18	200	200,8	11,4
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	2.501	1,0	87	5	5	7,0	0,0
2B2	Producción de ácido nítrico	N2O	2.428	0,9	88	2	10	10,2	0,0
1A4	Combustión en otros sectores - Sólidos	CO2	2.218	0,9	89	20	15	25,1	0,0
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo - Cambio de existencias de C	CO2	2.178	0,9	90	8	100	100,3	0,7
4G	Productos madereros	CO2	-2.163	-0,8	89	30	50	58,3	0,2
1B1	Emisiones fugitivas - combustibles sólidos	CH4	1.815	0,7	89	1	50	50,0	0,1
1A1c	Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Sólidos	CO2	1.809	0,7	90	5	5	7,1	0,0
2B8	Industria petroquímica y negro de humo	CO2	1.684	0,7	91	10	60	60,8	0,2
1A3a	Tráfico aéreo nacional	CO2	1.655	0,6	92	15	5	15,8	0,0
3B2	Gestión de estiércoles	N2O	1.620	0,6	92	71	100	122,5	0,6
1B2a	Emisiones fugitivas de distribución de combustibles líquidos	CO2	1.477	0,6	93	10	2	10,2	0,0
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	1.417	0,6	93	71	200	212,2	1,4
2A4	Otros usos de carbonatos	CO2	1.358	0,5	94	5	5	7,1	0,0
1A4	Combustión en otros sectores - Gaseosos	CO2	1.297	0,5	94	5	2	5,2	0,0
4C2	Tierras convertidas en pastizales - Cambio de existencias de C	CO2	-1.146	-0,4	94	8	100	100,3	0,2
2A2	Producción de cal	CO2	1.109	0,4	94	10	2	10,2	0,0
2C3	Producción de aluminio	PFC	948	0,4	95	1	9	9,1	0,0
1A4	Combustión en otros sectores	CH4	928	0,4	95	20	150	151,3	0,3
4E2	Tierras convertidas en asentamientos - Cambio de existencias de C	CO2	801	0,3	95	8	40	40,8	0,0
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	N2O	767	0,3	96	10	1400	1400,0	17,6
3F	Quema de residuos agrícolas	CH4	701	0,3	96	63	39	74,1	0,0
2C3	Producción de aluminio	CO2	610	0,2	96	2	5	5,4	0,0
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Gaseosos	CO2	447	0,2	96	2	2	2,3	0,0
1A3b	Transporte por carretera	CH4	445	0,2	96	10	34	35,4	0,0
3H	Urea	CO2	438	0,2	97	5	50	50,2	0,0
*	Otras categorías		8.549	3,3	100	100	100	141,4	22,3
Emisiones totales brutas			256.122						
Incertidumbre						En las emisiones brutas:		10,2	

Tabla A6.5. Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2020

A		B	C	D		E	F	G	H	SN	I	J	K	L	M	
Categorías clave (año 2020)		Gas	Emisiones año base	Emisiones año 2020	Contribución al nivel en 2020	Acumulado por nivel en 2020	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada	Correlación VA en el tiempo	Sensibilidad Tipo A	Sensibilidad Tipo B	Incertidumbre evoluc. FE	Incertidumbre evoluc. VA	Incertidumbre evoluc. emisiones
Código IPCC	Descripción categoría		(kt CO2-eq)	(kt CO2-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(% Emisiones totales)	(S/N)			(%)	(%)	(%)
1A3b	Transporte por carretera - Gasóleo	CO2	24.706	55.174	17,0	17	5	2	5,4	1,7	N	0,129	0,216	0,26	1,52	2,39
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales - Cambio de existencias de C	CO2	-20.187	-29.916	9,2	26	8	50	50,6	44,1	S	0,047	0,117	2,33	0,37	5,57
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Gaseosos	CO2	8.652	27.637	8,5	35	5	1,5	5,2	0,4	N	0,078	0,108	0,12	0,76	0,60
1A4	Combustión en otros sectores - Líquidos	CO2	21.791	21.394	6,6	41	15	2,2	15,2	2,0	N	0,008	0,084	0,02	1,77	3,14
3A	Fermentación entérica	CH4	15.787	17.075	5,3	47	3	30	30,1	5,1	N	0,012	0,067	0,35	0,28	0,20
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Gaseosos	CO2	447	16.441	5,1	52	1,75	1,5	2,3	0,0	N	0,063	0,064	0,09	0,16	0,03
1A4	Combustión en otros sectores - Gaseosos	CO2	1.297	14.429	4,5	56	5	1,5	5,2	0,1	N	0,052	0,056	0,08	0,40	0,16
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO2	25.639	12.823	4,0	60	5	2	5,4	0,1	N	0,039	0,050	0,08	0,35	0,13
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos	CH4	6.131	10.452	3,2	63	30	36	46,9	4,6	S	0,019	0,041	0,70	0,58	0,83
4A2	Tierras convertidas en tierras forestales - Cambio de existencias de C	CO2	-14.712	-10.440	3,2	67	8	70	70,5	10,4	S	0,010	0,041	0,73	0,08	0,54
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Líquidos	CO2	22.893	8.758	2,7	69	10	3,2	10,5	0,2	N	0,045	0,034	0,15	0,48	0,26
3B1	Gestión de estiércoles	CH4	8.001	8.366	2,6	72	50,1	30	58,4	4,6	S	0,005	0,033	0,14	0,24	0,08
2A1	Producción de cemento	CO2	12.279	8.192	2,5	74	1,5	7,9	8,0	0,1	N	0,011	0,032	0,08	0,07	0,01
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Sólidos	CO2	58.931	6.997	2,2	77	2	4	4,5	0,0	N	0,177	0,027	0,71	0,08	0,51
1A1b	Refino de petróleo - Líquidos	CO2	10.812	6.382	2,0	79	2,5	2,7	3,7	0,0	N	0,013	0,025	0,03	0,09	0,01
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Líquidos	CO2	6.087	5.384	1,7	80	1,5	2	2,5	0,0	N	0,000	0,021	0,00	0,04	0,00
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Sólidos	CO2	13.193	5.337	1,6	82	5	15,1	15,9	0,1	N	0,025	0,021	0,38	0,15	0,17
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	4.310	4.705	1,5	83	18	200	200,8	17,2	N	0,003	0,018	0,68	0,47	0,68
2F1	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	HFC&PFC	0	4.451	1,4	85	5	2	5,4	0,0	S	0,017	0,017	0,03	0,09	0,01
4B1	Tierras de cultivo que permanecen como tales - Cambio de existencias de C	CO2	-207	-3.824	1,2	86	8	200	200,2	11,3	S	0,014	0,015	2,84	0,11	8,10
1B2a	Emisiones fugitivas de distribución de combustibles líquidos	CO2	1.477	3.190	1,0	87	10	2	10,2	0,0	N	0,007	0,012	0,01	0,18	0,03
1A1b	Refino de petróleo - Gaseosos	CO2	46	2.811	0,9	88	3	1,5	3,4	0,0	N	0,011	0,011	0,02	0,05	0,00
1A3d	Tráfico marítimo nacional	CO2	5.203	2.475	0,8	88	75	2,7	75,0	0,7	N	0,008	0,010	0,02	1,03	1,05
2B8	Industria petroquímica y negro de humo	CO2	1.684	1.972	0,6	89	10	60	60,8	0,3	S	0,002	0,008	0,11	0,02	0,01
4C	Productos madereros	CO2	-2.163	-1.932	0,6	90	30	50	58,3	0,2	N	0,000	0,008	0,00	0,32	0,10
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH4	5.802	1.923	0,6	90	25	30	39,1	0,1	N	0,013	0,008	0,38	0,27	0,22
3B2	Gestión de estiércoles	N2O	1.620	1.822	0,6	91	70,8	100	122,5	1,0	N	0,001	0,007	0,15	0,71	0,53
4E2	Tierras convertidas en asentamientos - Cambio de existencias de C	CO2	801	1.720	0,5	91	8	40	40,8	0,1	S	0,004	0,007	0,16	0,03	0,03
4C2	Tierras convertidas en pastizales - Cambio de existencias de C	CO2	-1.146	-1.639	0,5	92	8	100	100,3	0,5	N	0,002	0,006	0,24	0,07	0,06
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	1.417	1.580	0,5	92	70,8	200	212,2	2,2	N	0,001	0,006	0,25	0,62	0,44
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Otros	CO2	128	1.547	0,5	93	3	20	20,2	0,0	N	0,006	0,006	0,11	0,03	0,01
1A3a	Tráfico aéreo nacional	CO2	1.655	1.516	0,5	93	15	5	15,8	0,0	N	0,000	0,006	0,00	0,13	0,02
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	2.501	1.346	0,4	94	5	4,9	7,0	0,0	N	0,003	0,005	0,02	0,04	0,00
2A2	Producción de cal	CO2	1.109	1.334	0,4	94	10	2	10,2	0,0	N	0,001	0,005	0,00	0,07	0,01
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo - Cambio de existencias de C	CO2	2.178	1.004	0,3	94	8	100	100,3	0,2	S	0,004	0,004	0,37	0,03	0,13
1A2	Combustión estacionaria en la industria	CH4	145	1.002	0,3	95	5	233	233,1	1,0	N	0,003	0,004	0,79	0,03	0,63
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	N2O	767	936	0,3	95	10	1400	1400,0	33,0	N	0,001	0,004	1,38	0,05	1,90
1A4	Combustión en otros sectores	CH4	928	876	0,3	95	20	150	151,3	0,3	N	0,000	0,003	0,03	0,10	0,01
2A4	Otros usos de carbonatos	CO2	1.358	818	0,3	96	5	5	7,1	0,0	N	0,002	0,003	0,01	0,02	0,00
1A3b	Transporte por carretera - Otros	CO2	85	800	0,2	96	50	2	50,0	0,0	N	0,003	0,003	0,01	0,22	0,05
2B10	Producción de hidrógeno	CO2	0	772	0,2	96	5	5	7,1	0,0	N	0,003	0,003	0,02	0,02	0,00
1A3b	Transporte por carretera	N2O	412	690	0,2	96	10	26	27,9	0,0	N	0,001	0,003	0,03	0,04	0,00
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Otros	CO2	120	648	0,2	96	17,5	5	18,2	0,0	N	0,002	0,003	0,01	0,06	0,00
1A4	Combustión en otros sectores - Sólidos	CO2	2.218	629	0,2	97	20	15,1	25,1	0,0	N	0,005	0,002	0,08	0,07	0,01
2G	Uso y fabricación de otros productos	N2O	360	586	0,2	97	10	2	10,2	0,0	N	0,001	0,002	0,00	0,03	0,00
*	Otras categorías		21.639	10.068	3,1	100	100	100	141,4	39,0	N	0,036	0,039	3,60	5,56	43,88
*	Otras categorías		-193	-165	0,1	100	100	100	141,4	0,0	N	0,000	0,001	0,00	0,09	0,01
CO2 eq. (neto)			255.998	228.150						180,6						72,6
CO2 eq. (ajustado: suma de valores absolutos)			333.213	323.980												
Incertidumbre										En las emisiones netas:		13,4	En la evolución (diferencia entre año 2020 y año base)			8,5
													En la evolución (% respecto al valor central para el año base):			-0,9

Tabla A6.6. Cálculo de incertidumbre para las emisiones GEI (con LULUCF) con el método IPCC de nivel 1 - Año 2021

A		B	C	D		E	F	G	H	SN	I	J	K	L	M	
Categorías clave (año 2021)		Gas	Emisiones año base	Emisiones año 2021	Contribución al nivel en 2021	Acumulado por nivel en 2021	Incertidumbre VA	Incertidumbre FE	Incertidumbre propagada	Incertidumbre combinada	Correlación VA en el tiempo	Sensibilidad Tipo A	Sensibilidad Tipo B	Incertidumbre evoluc. FE	Incertidumbre evoluc. VA	Incertidumbre evoluc. emisiones
Código IPCC	Descripción categoría		(kt CO2-eq)	(kt CO2-eq)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(% Emisiones totales)	(S/N)			(%)	(%)	(%)
1A3b	Transporte por carretera - Gasóleo	CO2	24.706	62.525	18,3	18	5,5	2	5,9	2,2	N	0,152	0,244	0,30	1,90	3,70
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Gaseosos	CO2	8.652	30.518	8,9	27	5,5	1,5	5,7	0,5	N	0,087	0,119	0,13	0,93	0,88
4A1	Tierras forestales que permanecen como tales - Cambio de existencias de C	CO2	-20.187	-30.112	8,8	36	8	50	50,6	38,9	S	0,042	0,118	2,12	0,34	4,61
1A4	Combustión en otros sectores - Líquidos	CO2	21.791	21.889	6,4	43	16,5	2,2	16,6	2,2	N	0,004	0,086	0,01	2,00	3,98
3A	Fermentación entérica	CH4	15.787	17.222	5,0	48	3	30	30,1	4,5	N	0,008	0,067	0,25	0,29	0,15
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Gaseosos	CO2	447	16.759	4,9	52	1,925	1,5	2,4	0,0	N	0,064	0,065	0,10	0,18	0,04
1A3b	Transporte por carretera - Gasolina	CO2	25.639	15.791	4,6	57	5,5	2	5,9	0,1	N	0,034	0,062	0,07	0,48	0,23
1A4	Combustión en otros sectores - Gaseosos	CO2	1.297	14.916	4,4	61	5,5	1,5	5,7	0,1	N	0,053	0,058	0,08	0,45	0,21
5A	Depósito en vertederos de residuos sólidos	CH4	6.131	10.378	3,0	65	30	36	46,9	4,0	S	0,018	0,041	0,64	0,53	0,69
4A2	Tierras convertidas en tierras forestales - Cambio de existencias de C	CO2	-14.712	-10.008	2,9	67	8	70	70,5	8,3	S	0,016	0,039	1,10	0,13	1,23
2A1	Producción de cemento	CO2	12.279	8.472	2,5	70	1,5	7,9	8,0	0,1	N	0,013	0,033	0,10	0,07	0,01
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Líquidos	CO2	22.893	8.384	2,5	72	11	3,2	11,5	0,2	N	0,053	0,033	0,17	0,51	0,29
3B1	Gestión de estiércoles	CH4	8.001	8.324	2,4	75	50,1	30	58,4	4,0	N	0,003	0,033	0,08	2,30	5,31
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Sólidos	CO2	58.931	7.246	2,1	77	2,2	4	4,6	0,0	N	0,191	0,028	0,76	0,09	0,59
1A1b	Refino de petróleo - Líquidos	CO2	10.812	5.982	1,8	79	2,75	2,7	3,9	0,0	N	0,017	0,023	0,05	0,09	0,01
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Sólidos	CO2	13.193	5.801	1,7	80	5,5	15,1	16,1	0,1	N	0,027	0,023	0,40	0,18	0,19
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Líquidos	CO2	6.087	5.207	1,5	82	1,65	2	2,6	0,0	N	0,002	0,020	0,00	0,05	0,00
3D1	Suelos agrícolas - Emisiones directas	N2O	4.310	4.595	1,3	83	18	200	200,8	14,3	N	0,002	0,018	0,38	0,46	0,35
2F1	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	HFC&PFC	0	4.577	1,3	85	5	2	5,4	0,0	S	0,018	0,018	0,04	0,09	0,01
4B1	Tierras de cultivo que permanecen como tales - Cambio de existencias de C	CO2	-207	-4.491	1,3	86	8	200	200,2	13,5	S	0,017	0,018	3,35	0,13	11,27
1B2a	Emisiones fugitivas de distribución de combustibles líquidos	CO2	1.477	3.144	0,9	87	10	2	10,2	0,0	N	0,007	0,012	0,01	0,17	0,03
1A1b	Refino de petróleo - Gaseosos	CO2	46	3.050	0,9	88	3,3	1,5	3,6	0,0	N	0,012	0,012	0,02	0,06	0,00
1A3d	Tráfico marítimo nacional	CO2	5.203	2.809	0,8	89	82,5	2,7	82,5	0,9	N	0,008	0,011	0,02	1,28	1,64
1A3a	Tráfico aéreo nacional	CO2	1.655	2.175	0,6	89	16,5	5	17,2	0,0	N	0,002	0,008	0,01	0,20	0,04
2B8	Industria petroquímica y negro de humo	CO2	1.684	1.924	0,6	90	10	60	60,8	0,2	S	0,001	0,008	0,07	0,01	0,01
4Gs	Productos madereros	CO2	-2.163	-1.883	0,6	90	30	50	58,3	0,2	N	0,001	0,007	0,04	0,31	0,10
2C1	Producción de hierro y acero	CO2	2.501	1.865	0,5	91	5	4,9	7,0	0,0	N	0,002	0,007	0,01	0,05	0,00
3B2	Gestión de estiércoles	N2O	1.620	1.820	0,5	91	70,8	100	122,5	0,8	N	0,001	0,007	0,11	0,71	0,52
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	CH4	5.802	1.776	0,5	92	25	30	39,1	0,1	N	0,015	0,007	0,44	0,25	0,25
4E2	Tierras convertidas en asentamientos - Cambio de existencias de C	CO2	801	1.730	0,5	92	8	40	40,8	0,1	S	0,004	0,007	0,15	0,03	0,02
4C2	Tierras convertidas en pastizales - Cambio de existencias de C	CO2	-1.146	-1.723	0,5	93	8	100	100,3	0,5	S	0,002	0,007	0,25	0,02	0,06
1A1a	Plantas de servicio público de electricidad y calor - Otros	CO2	128	1.637	0,5	93	3,3	20	20,3	0,0	N	0,006	0,006	0,12	0,03	0,01
3D2	Suelos agrícolas - Emisiones indirectas	N2O	1.417	1.526	0,4	94	70,8	200	212,2	1,8	N	0,001	0,006	0,14	0,60	0,37
2A2	Producción de cal	CO2	1.109	1.515	0,4	94	10	2	10,2	0,0	N	0,002	0,006	0,00	0,08	0,01
1A2	Combustión estacionaria en la industria	CH4	145	1.109	0,3	95	5,5	233	233,1	1,1	N	0,004	0,004	0,88	0,03	0,78
1A3b	Transporte por carretera - Otros	CO2	85	967	0,3	95	55	2	55,0	0,0	N	0,003	0,004	0,01	0,29	0,09
4B2	Tierras convertidas en tierras de cultivo - Cambio de existencias de C	CO2	2.178	960	0,3	95	8	100	100,3	0,2	S	0,004	0,004	0,44	0,03	0,19
1A4	Combustión en otros sectores	CH4	928	892	0,3	95	22	150	151,6	0,3	N	0,000	0,003	0,00	0,11	0,01
5D	Tratamiento y eliminación de aguas residuales	N2O	767	849	0,2	96	10	1400	1400,0	23,6	N	0,000	0,003	0,64	0,05	0,41
2A4	Otros usos de carbonatos	CO2	1.358	844	0,2	96	5	5	7,1	0,0	N	0,002	0,003	0,01	0,02	0,00
2B10	Producción de hidrógeno	CO2	0	796	0,2	96	5	5	7,1	0,0	N	0,003	0,003	0,02	0,02	0,00
1A3b	Transporte por carretera	N2O	412	783	0,2	96	10	26	27,9	0,0	N	0,002	0,003	0,04	0,04	0,00
1A2	Combustión estacionaria en la industria - Otros	CO2	120	689	0,2	97	19,25	5	19,9	0,0	N	0,002	0,003	0,01	0,07	0,01
1A1c	Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas - Gaseo	CO2	89	589	0,2	97	22	1,5	22,1	0,0	N	0,002	0,002	0,00	0,07	0,01
*	Otras categorías		24.128	10.668	3,1	100	100	100	141,4	38,1	N	0,048	0,042	4,82	5,89	58,00
*	Otras categorías		-193	-158	0,0	100	100	100	141,4	0,0	N	0,000	0,001	0,01	0,09	0,01
CO2 eq. (neto)			255.998	244.326						161,3						96,3
CO2 eq. (ajustado: suma de valores absolutos)			333.213	341.074												
Incetidumbre										En las emisiones netas:		12,7	En la evolución (diferencia entre año 2021 y año base)			9,8
													En la evolución (% respecto al valor central para el año base)			-0,4



ANEXO 7. FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ Y PCI DE LOS COMBUSTIBLES

ÍNDICE

ANEXO 7.	FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ Y PCI DE LOS COMBUSTIBLES	881
-----------------	--	------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A7.1.	Factores de emisión de CO ₂ y poderes caloríficos por defecto para la combustión estacionaria por tipo de combustible utilizados en la edición 2023 del Inventario Nacional.....	881
Tabla A7.2.	Categoría: combustión en la producción de cal (1A2f)	882

ANEXO 7. FACTORES DE EMISIÓN DE CO₂ Y PCI DE LOS COMBUSTIBLES

En este anexo se presenta la información sobre factores de emisión de CO₂ y poderes caloríficos inferiores (PCI) estándar de los combustibles que se han utilizado en la edición 2023 del Inventario Nacional de Emisiones.

En la presente edición del Inventario Nacional, en el caso de que no se haya contado con información específica, se han utilizado los factores de emisión por defecto proporcionados por la Guía IPCC 2006, asumiendo un factor de oxidación 1 para todos los combustibles.

Los datos para el carbón nacional y de importación se obtienen de las estadísticas energéticas anuales reportadas por España a EUROSTAT.

Los datos de gas natural se obtienen de la caracterización anual realizada por ENAGÁS.

Este anexo será la única fuente válida de factores estándar del Inventario Nacional a los efectos previstos en el artículo 31, apartado 1, letra b), del Reglamento (UE) nº 601/2012 de la Comisión, de 21 de junio de 2012, sobre el seguimiento y la notificación de las emisiones de gases de efecto invernadero en aplicación de la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Tabla A7.1. Factores de emisión de CO₂ y poderes caloríficos por defecto para la combustión estacionaria por tipo de combustible utilizados en la edición 2023 del Inventario Nacional

Combustible	Factor de emisión (kg CO ₂ /GJPCI) ⁽⁴⁾	PCI (GJ/t)
Hulla y antracita	98,30	26,70
Carbón coquizable	94,60	28,20
Carbón de importación	101,00	25,52
Carbón nacional	99,42	27,34
Coque	107,00	28,20
Coque de petróleo	97,50	32,50
Coque metalúrgico	107,00	28,20
Fuelóleo	77,40	40,40
Gasóleo	74,10	43,00
Gas natural ^(1,2)	56,18	48,31
GLP genérico	63,10	47,30
Gas de refinería	57,60	49,50
Neumáticos ⁽³⁾	60,44	31,57
Serrín impregnado ⁽³⁾	53,95	13,13
Aceites usados	73,30	40,20
Disolventes	85,08	18,36

⁽¹⁾ El PCI también se puede expresar en relación al volumen, siendo su valor de 37,78 GJ/miles m³N.

⁽²⁾ Para el paso de PCS (poder calorífico superior) a PCI, en el gas natural se utiliza el factor de conversión de 0,901.

⁽³⁾ Los factores de emisión que se muestran están referidos a la fracción fósil de carbono contenida en el combustible.

⁽⁴⁾ Los factores de oxidación por defecto recogidos en la Guía IPCC 2006 asumen un factor de oxidación de 1 para todos los combustibles.

Los factores de oxidación por defecto recogidos en la Guía IPCC 2006 y aplicados en el Inventario Nacional asumen un factor de oxidación de 1 para todos los combustibles. El Inventario Nacional únicamente aplica factores de oxidación distintos de 1 en los casos en los que existe información de base detallada y probada suministrada por las respectivas fuentes de información. En ausencia de esta información, el factor de oxidación aplicado es 1.

Los factores presentados en la tabla anterior son los valores por defecto, en general, para los combustibles y sectores que aparecen en el Inventario Nacional. Si bien, en la combustión

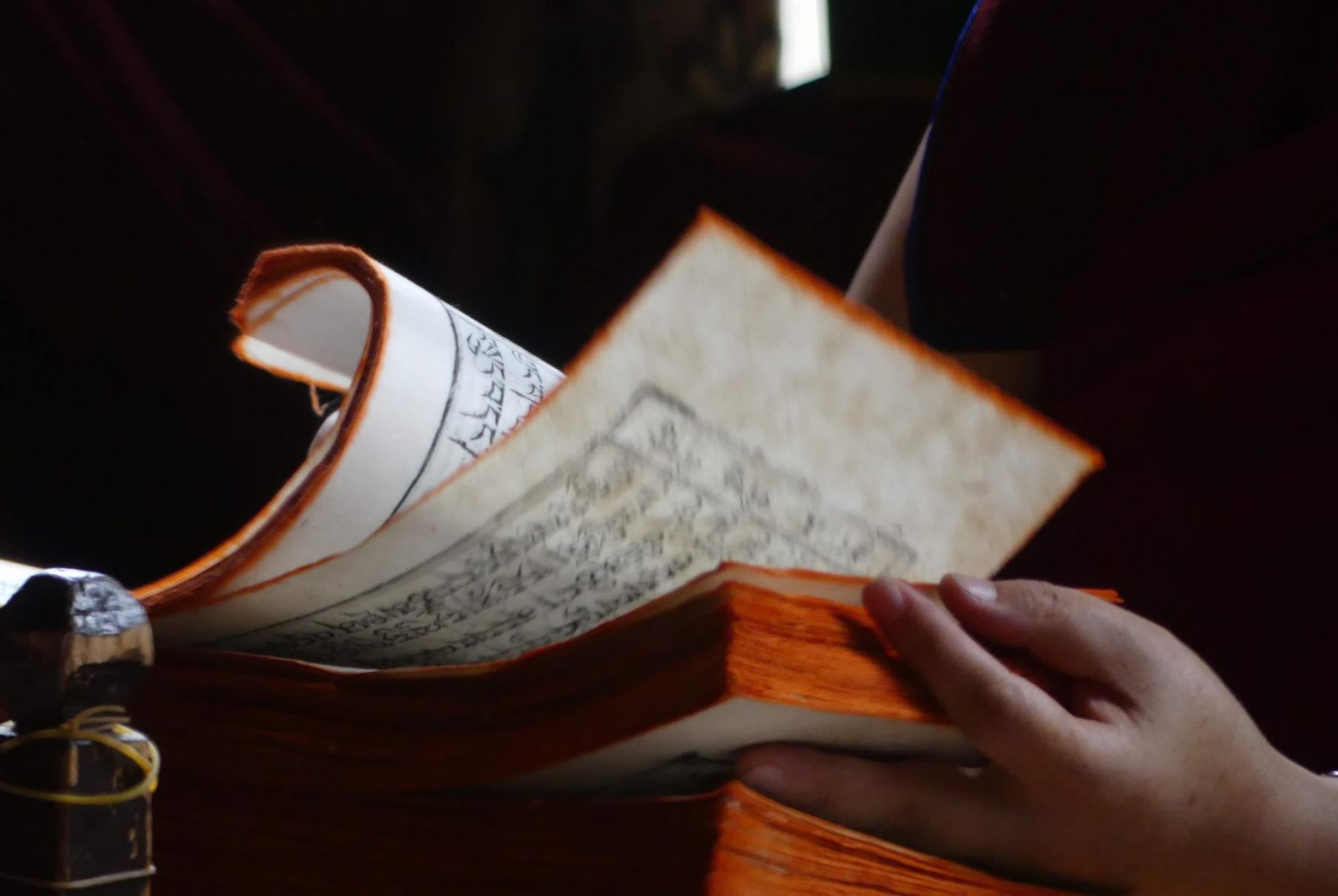
asociada a la actividad de producción de cal dentro de la categoría 1A2f, en concreto, aparece un factor específico promedio obtenido a partir de la información reportada por las plantas fabricantes de cal al Inventario (bien de forma directa o bien a través de ANCADE) y que coincide a su vez con la información reportada al EU-ETS por estas mismas plantas.

Tabla A7.2. Categoría: combustión en la producción de cal (1A2f)

Combustible	Factor de emisión (kg CO₂/GJPCI)	PCI (GJ/t)
Coque de petróleo	93,00	34,30

En el caso de precisar información sobre algún otro combustible no presente en esta tabla, se deberán consultar los valores por defecto recogidos en las tablas 2.2, 2.3 y 2.4 del volumen 2 “Energía”, de la Guía IPCC 2006¹.

¹ <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/>



ANEXO 8. FICHAS DE JUICIO DE EXPERTOS DE DETERMINADOS SECTORES

ÍNDICE

ANEXO 8.	FICHAS DE JUICIOS DE EXPERTOS DE DETERMINADOS SECTORES	887
-----------------	---	------------

ANEXO 8. FICHAS DE JUICIOS DE EXPERTOS DE DETERMINADOS SECTORES

En los apartados de este anexo se presentan las fichas de juicios de expertos disponibles en el Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de España.

A8.1. Energía

JUICIO DE EXPERTO	
Número de referencia del juicio de experto	INV-ESP-JE/ENER/2015-001
Fecha	10 de diciembre de 2015
Nombre de los expertos	María Pilar Martínez de la Calle, José Luis García-Siñeriz Martínez
Organizaciones a las que pertenecen los expertos	Asociación para la Investigación y Desarrollo Industrial de los Recursos Naturales (AITEMIN).
Evaluación	Emisiones de partículas y de compuestos orgánicos volátiles procedentes de la minería del carbón en España.
Fundamento	Aplicación de las nuevas Directrices del IPCC 2006 en el Inventario Nacional.
Resultados	Nueva serie de estimación de emisiones para el período 1990-2014.
Identificación de validadores externos	
Resultado de la validación externa	
Aprobación por el responsable nacional de inventarios	

El documento completo puede consultarse en:

[INV-ESP-JE/ENER/2015-001](#)

A8.2. Procesos industriales y uso de otros productos

JUICIO DE EXPERTO	
Número de referencia del juicio de experto	INV-ESP-JE/IPPU/2015-001
Fecha	17 de marzo de 2015
Nombre de los expertos	Mar Duque Sanchidrián ¹ Enrique Otegui Martínez ² Rafael Muñoz ³
Organizaciones a las que pertenecen los expertos	¹ Asociación Española de Fabricantes de Bienes de Equipo Eléctricos (AFBEL) ² Velatia S.L. ³ Schneider Electric España S.A.
Evaluación	Metodología para la elaboración de las estimaciones de las emisiones de SF ₆ en España
Fundamento	Aplicación de las nuevas Directrices del IPCC 2006 en el Inventario Nacional
Resultados	Nueva serie de estimación de emisiones para el período 1990-2013
Identificación de validadores externos	Grupo de Trabajo de Gestión Técnica (GTGT) del Acuerdo Voluntario entre el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, los fabricantes y proveedores de equipos eléctricos que usan SF ₆ representados por AFBEL, las compañías de transporte y distribución de energía eléctrica representadas por REE y UNESA y los gestores autorizados de residuos de gas SF ₆ y de equipos que lo contienen, para una gestión integral del uso del SF ₆ en la industria eléctrica más respetuosa con el medio ambiente.
Resultado de la validación externa	
Aprobación por el responsable nacional de inventarios	

El documento completo puede consultarse en:

[INV-ESP-JE/IPPU/2015-001](https://www.miteco.es/informacion-general/indicadores-y-bases-de-datos/inventarios/inventarios-gei/2015/001)

A8.3. Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura

JUICIO DE EXPERTO	
Número de referencia del juicio de experto	INV-ESP-JE/AGR/2014-001
Fecha	23 de octubre 2014
Nombre de los expertos	Emilio J. González Sánchez ¹ Jesús A. Gil Ribes ² Rafaela Ordóñez Fernández ³
Organizaciones a las que pertenecen los expertos	¹ Asociación Española Agricultura de Conservación Suelos Vivos (AEACSV). ² Departamento de Ingeniería Rural de la ETSI Agronómica y de Montes, Universidad de Córdoba. ³ Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA), Junta de Andalucía.
Cantidad evaluada	Superficie de tierra agrícola sometida a prácticas de gestión conservadoras del suelo en cultivos leñosos en el año 1990.
Fundamento lógico	La “Encuesta sobre Superficies y Rendimientos de Cultivos” (ESYRCE), como fuente de datos oficial sobre la superficie gestionada con técnicas de mantenimiento del suelo, únicamente proporciona datos sobre prácticas de gestión del suelo en cultivos leñosos desde el año 2006. Ante la ausencia de datos de base sobre la superficie gestionada con técnicas de mantenimiento del suelo en los cultivos leñosos entre los años 1990 y 2005 y con el fin de completar la estimación de la variación de las reservas de C en el suelo y, por ello, las emisiones/absorciones en suelos minerales para el total de la serie inventariada (1990-2012), se acude a los expertos Emilio J. González Sánchez, Jesús A. Gil Ribes y Rafaela Ordóñez Fernández para que emitan un juicio de experto que determine la superficie de tierra agrícola sometida a prácticas de gestión del suelo en cultivos leñosos en el año 1990.
Resultados	Los expertos consideran que las prácticas de gestión del suelo consideradas como más conservadoras del carbono orgánico (siembra directa, cubiertas vegetales, laboreo reducido o mínimo, etc.) eran casi inexistentes en los cultivos leñosos en España en el año 1990 y que, por tanto, las tierras cultivadas eran sometidas en su totalidad a laboreo tradicional (laboreo mayor de 20 cm).
Identificación de validadores externos	Instituto de Agricultura Sostenible (IAS) del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Prof Dr. Luis García Torres Profesor de Investigación Doctor Ingeniero Agrónomo, UPM, España PhD Agriculture and Weed Control, NDSU Fargo, USA Tel. + (34) 957 499206 lgarciatorres@ias.csic.es
Resultado de la validación externa	El Juicio de Experto fue validado el 23 de octubre de 2014 por el Prof. Dr. Luis García Torres.
Aprobación por el responsable nacional de inventarios	Aprobado el 23 de octubre de 2014. Martín Fernández Díez-Picazo. Coordinador de la Unidad de Inventarios. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

El documento completo puede consultarse en:

[INV-ESP-JE/AGR/2014-001](#)

A8.4. Residuos

JUICIO DE EXPERTO	
Número de referencia del juicio de experto	INV-ESP-JE/WASTE/2015-001
Fecha	20 de abril de 2015
Nombre de los expertos	
Organizaciones a las que pertenecen los expertos	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX).
Evaluación	Metodología para la elaboración de las estimaciones de las emisiones de CH ₄ procedentes de las aguas residuales domésticas en España.
Fundamento	Aplicación de las nuevas Directrices del IPCC 2006 en el Inventario Nacional.
Resultados	Nueva serie de estimación de emisiones para el período 1990-2013.
Identificación de validadores externos	
Resultado de la validación externa	
Aprobación por el responsable nacional de inventarios	

El documento completo puede consultarse en:

[INV-ESP-JE/WASTE/2015-001](#)



ANEXO 9. REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DEL REGLAMENTO (UE) 2018/1999

ÍNDICE

ANEXO 9. REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DEL REGLAMENTO ((UE) 2018/1999.....	895
---	------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla A9.1.	Información sobre emisiones de gases de efecto invernadero cubiertos por la Regulación (UE) 2018/842 (conforme al Artículo 19 ⁽¹⁾ del Reglamento (UE) 2018/1999 de Gobernanza, según el formato del Anexo XV)	896
-------------	--	-----

ANEXO 9. REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN DEL REGLAMENTO (UE) 2018/1999

Con el objetivo de dar cumplimiento a los requerimientos de información del Reglamento (UE) 2018/1999 de Gobernanza¹, se incluye la tabla siguiente:

- Tabla A9.1. Información sobre emisiones de gases de efecto invernadero cubiertos por la Regulación (UE) 2018/842 (conforme al Artículo 19 (1) del Reglamento (UE) 2018/1999 de Gobernanza, según el formato del Anexo XV).

¹ REGLAMENTO (UE) 2018/1999 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 11 de diciembre de 2018 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) nº 663/2009 y (CE) nº 715/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE y 2013/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo y las Directivas 2009/119/CE y (UE) 2015/652 del Consejo, y se deroga el Reglamento (UE) nº 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo.

Tabla A9.1. Información sobre emisiones de gases de efecto invernadero cubiertos por la Regulación (UE) 2018/842 (conforme al Artículo 19 ⁽¹⁾ del Reglamento (UE) 2018/1999 de Gobernanza, según el formato del Anexo XV)

A		X-2
B	Greenhouse gas emissions	kt CO ₂ -eq
C	Total greenhouse gas emissions without LULUCF (2)	288.847,8
D	Total verified emissions from stationary installations under Directive 2003/87/EC (3)	91.678,1
E	CO ₂ emissions from 1.A.3.a civil aviation	2.174,5
F	Total ESR emissions (= C-D-E)	194.995,2
G	Annual Emission Allocation for year X-2 as defined in the Implementing Act pursuant to Art. 4(3) of Regulation (EU) 2018/842	200.997,9
H	Difference between AEA allocation and reported total ESR emissions (= G-F)	6.002,8

⁽¹⁾ Reporting is obligatory in the years 2027 and 2032; reporting is optional in the years 2023, 2024, 2025, 2026, 2028, 2029, 2030 and 2031.

⁽⁶⁾ Total greenhouse gas emissions for the geographical scope of the Union, including indirect CO₂ emissions if reported, and consistent with total greenhouse gas emissions without LULUCF as reported in the respective summary table of the CRT for the same year.

⁽⁷⁾ In accordance with the scope defined in Article 2(1) of Directive 2003/87/EC of activities listed in Annex I to that Directive other than aviation activities. The data reported here shall be consistent with verified emissions as accounted for in the EU transaction log referred to in Article 20 of Directive 2003/87/EC five working days before the due date for the submission of this Annex.