



Comunidad
de Madrid

Área de Calidad Atmosférica
Dirección General de Transición Energética y Economía Circular
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE, AGRICULTURA E INTERIOR

INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE LA COMUNIDAD DE MADRID

Periodo 1990-2022

Edición 2024

Documento de síntesis
Gases de Efecto Invernadero
Categoría CRF



Índice

1. Introducción.....	3
2. Metodología.....	4
3. Emisiones GEI directas en la Comunidad de Madrid.....	4
3.1. Datos de emisiones brutas (excluido LULUCF).....	5
3.2. Descripción e interpretación de las emisiones de GEI brutas por gases (excluido LULUCF)	9
3.3. Variación con la edición anterior	12
3.4. Absorciones y emisiones en LULUCF	12
3.5. Datos de emisiones netas (Incluido LULUCF).....	14
4. Emisiones GEI indirectas en la Comunidad de Madrid.....	15
4.1. Emisiones indirectas de N ₂ O.....	15
4.2. Emisiones indirectas de CO ₂	16

1. Introducción

El presente documento ha sido elaborado en el marco del encargo a la empresa Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A., S.M.E., M.P.(TRAGSATEC), como medio propio personificado y servicio técnico de la Comunidad de Madrid, para la “ELABORACIÓN DEL INVENTARIO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE LA COMUNIDAD DE MADRID, EDICIÓN 2024 (PERIODO 1990-2022).

Este documento presenta un resumen de los resultados obtenidos en la edición 2024 del Inventario de Emisiones a la Atmosfera de la Comunidad de Madrid, correspondiente a la serie 1990-2022, que tiene como objetivo la cuantificación de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (en adelante GEI) que se generan en la Comunidad de Madrid.

Este informe recoge la estimación de las emisiones de CO₂ y otros GEI reportadas por el Inventario Nacional para la Comunidad de Madrid para el periodo 1990-2022. Los gases cuyas emisiones se contemplan en el presente documento de Inventario se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 1.1. Emisiones reportadas en el presente informe

Emisiones directas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dióxido de carbono (CO₂) ▪ Metano (CH₄) ▪ Óxido nitroso (N₂O) ▪ Hidrofluorocarburos (HFC) ▪ Perfluorocarburos (PFC)
Emisiones indirectas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dióxido de carbono (CO₂) ▪ Óxido nitroso (N₂O)

En anteriores ediciones del Inventario de la Comunidad de Madrid se llevaba a cabo el estudio del trifluoruro de nitrógeno (NF₃). En la actualidad, no se contemplan las emisiones de este gas en el Inventario Nacional, por ello, se ha decidido no incluirlo en la edición 2024.

El estudio de los GEI se realiza en los diferentes sectores y actividades emisoras de la Comunidad de Madrid, siguiendo la clasificación CRF (*Common Reporting Format*) empleada por el IPCC. Estos sectores CRF se dividen en:

- Energía (CRF 1): incluye el conjunto de actividades relacionadas con el transporte, transformación y consumo de energía.
- Procesos industriales y uso de productos (CRF 2): incluye todas las actividades industriales que debidas a sus características en el proceso de producción son fuentes de emisiones de este tipo de gases, exceptuando los procesos de combustión en la industria que están recogidos en CRF 1. También se incluye el uso de productos en el sector industrial, como por ejemplo disolventes o gases fluorados (F-gases¹).
- Sector agrario (CRF 3): incluye las emisiones de GEI por el uso de la tierra en agricultura y ganadería, salvo los procesos de combustión y tratamiento de aguas.
- Uso de la tierra, cambios de usos de la tierra y selvicultura (CRF 4): conocido por las siglas LULUCF (en inglés *Land use, land-use change, and forestry*) incluye las emisiones y absorciones de GEI debido al uso de la tierra, así como sus posibles cambios y selvicultura.
- Residuos (CRF 5): incluye las emisiones debidas al tratamiento de residuos y aguas residuales.

¹ Dentro de F-gases se recogen las emisiones de HFC, PFC y SF₆.

- Otros (CRF 6): incluye aquellas actividades emisoras no recogidas en las categorías anteriores. El Inventario Nacional no registra emisiones en la categoría CRF 6 ya que todas sus actividades emisoras se encuentran descritas en las categorías anteriores.

Las emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid se han obtenido a partir del cálculo de emisiones llevado a cabo por el Sistema Español de Inventario (en adelante SEI) para el Inventario Nacional. Por ello, tanto las fuentes de información como el tratamiento de datos y la metodología se corresponden con la del informe NIR del Inventario Nacional.

2. Metodología

Los cálculos de emisiones contaminantes realizados por el SEI para la Comunidad de Madrid, se han llevado a cabo siguiendo las directrices contenidas en la Guía IPCC² 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Para realizar la estimación de emisiones del territorio nacional se aplican varias metodologías según la información recopilada en cada caso.

- Métodos basados en datos de emisiones observados.
- Métodos basados en cálculos.

Dentro de los métodos basados en cálculos, se diferencian a su vez varias metodologías, como, es el caso del cálculo de balance de masas o la aplicación de factores de emisión. Esta última es la más sencilla y utilizada en el Inventario. La ecuación general de cálculo de emisiones por factor de emisión es la siguiente:

$$Emisiones = VA \cdot FE$$

- Variable de actividad (VA): datos del alcance de una actividad humana (por ejemplo, consumo de combustible).
- Factor de emisión (FE): coeficiente que cuantifica las emisiones por actividad unitaria. Generalmente es un valor proporcionado por guías de organismos oficiales (por ejemplo, Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero).

Esta es la metodología utilizada por el SEI para reportar las emisiones de todo el territorio nacional. Posteriormente se realiza una desagregación autonómica de las emisiones siguiendo diferentes criterios en función de la variable de actividad utilizada. Permitiendo así la obtención de las emisiones correspondientes al territorio de la Comunidad de Madrid.

Es preciso señalar que las emisiones y absorciones estimadas por tipo de gas han sido expresadas en términos de CO₂ equivalente.

3. Emisiones de GEI directas en la Comunidad de Madrid

A continuación, se presenta un resumen de los aspectos más relevantes de las tendencias observadas de las emisiones en la serie temporal analizada (1990-2022) para la Comunidad de Madrid.

² <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>

En la siguiente tabla se muestran las emisiones de la Comunidad de Madrid, diferenciando entre emisiones brutas (emisiones GEI sin tener en cuenta LULUCF), absorciones de LULUCF, y las emisiones netas, que son el resultado de la suma de las emisiones brutas y LULUCF.

Tabla 3.1. Emisiones GEI totales en la Comunidad de Madrid (cifras en kt de CO₂-eq)

	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021	2022
Emisiones brutas	16.242	29.799	26.722	22.848	24.066	20.419	23.051	22.492
LULUCF	-492,82	-977,37	-611,97	-799,79	-844,56	-802,56	-891,24	-900,96
Emisiones netas	15.750	28.822	26.110	22.048	23.222	19.617	22.160	21.591

3.1. Datos de emisiones brutas (excluido LULUCF)

En la siguiente tabla pueden observarse las emisiones brutas de GEI en la Comunidad de Madrid, donde destaca su aumento progresivo desde 1990 hasta el año 2007 (+38,48 % con respecto a 1990). Desde el año 2007, estas emisiones disminuyen, comportamiento que puede explicarse por la reducción de la actividad debido a la crisis económica que tuvo lugar entre los años 2008 y 2013.

La tendencia de bajada de las emisiones cambia a partir de 2013, año en que se observa un ligero aumento. En 2020 se produce una fuerte disminución de las emisiones (-32,83 % respecto al año 2007 y +25,72 % respecto al año 1990) debida a la reducción de la actividad por la COVID-19.

Tabla 3.1.1. Emisiones brutas de GEI en la Comunidad de Madrid. Valores absolutos y variación porcentual con respecto al año 1990 y 2007

	1990	2005	2007	2010	2015	2019	2020	2021	2022
CO₂-eq (kt)	16.242	29.799	30.399	26.722	22.848	24.066	20.419	23.051	22.492
Variación % vs. 1990	100,00%	183,47%	187,16%	164,52%	140,67%	148,17%	125,72%	141,92%	138,48%
Variación % vs. 2007	-	-	100,00%	87,90%	75,16%	79,17%	67,17%	75,83%	73,99%

La figura 3.1.1 refleja la evolución de las emisiones de GEI de la Comunidad de Madrid durante toda la serie histórica (1990-2022) por sector CRF.

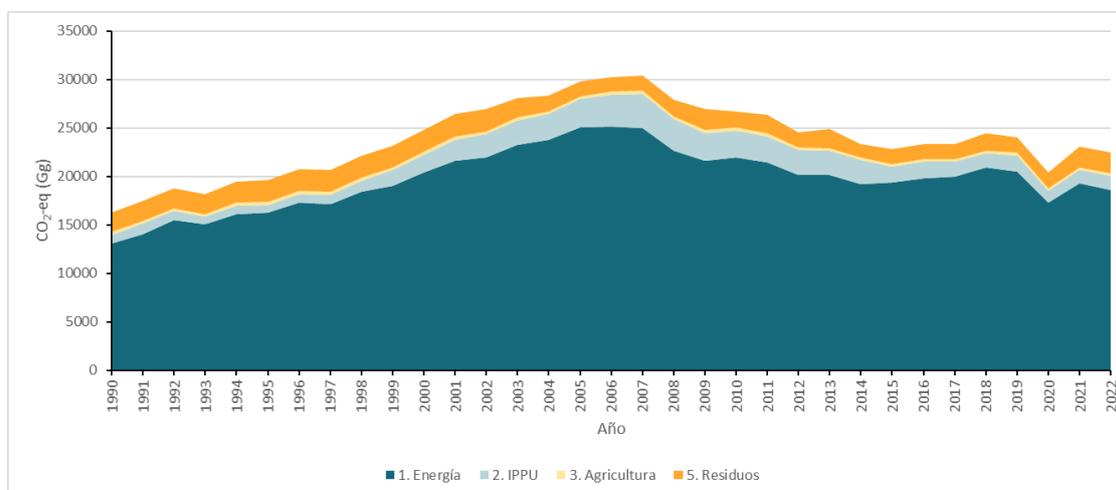


Figura 3.1.1. Evolución de las emisiones en CO₂ equivalente en los distintos sectores CRF en la Comunidad de Madrid

Tal y como se observa en la figura anterior, en general, para todos los años de la serie el sector que más contribuye a las emisiones es Energía (CRF 1), con un 82,88 % de las emisiones totales en el año 2022,

seguido de Residuos (CRF 5), IPPU (CRF 2) y Sector Agrario (CRF 3) con un 9,70 %, 6,19 % y 1,24 % del total de las emisiones en 2022 respectivamente. Las emisiones presentan un perfil diferenciado que sigue la evolución del crecimiento poblacional y la evolución económico-social de la región.

Como se ha detallado anteriormente, la variación de las emisiones puede explicarse en base a dos grandes eventos socio-económicos acontecidos en las últimas décadas como son la crisis económica en 2008, que provoca una importante disminución del consumo entre 2007 y 2014, y la crisis provocada por la pandemia mundial del SARS-CoV-2, donde puede observarse una disminución considerable de las emisiones debida a la reducción de la actividad y las restricciones de movilidad acaecidas en 2020.

Con respecto a las emisiones procedentes del proceso industrial y uso de productos (IPPU), cabe destacar el aumento de estas hasta el año 2007, probablemente debido al crecimiento del tejido industrial hasta la llegada de la crisis económica. A partir de ese año, se observa una disminución de las emisiones en este sector hasta reducirse a valores de finales del siglo pasado.

El resto de sectores reportan emisiones similares en toda la serie histórica del Inventario de la Comunidad de Madrid.

En la tabla 3.1.2 se muestran, tanto en términos absolutos (kilotoneladas de CO₂-eq) como en términos de variación temporal relativa (base 100 = año 1990), los valores correspondientes a las emisiones brutas totales de la Comunidad de Madrid. La representación gráfica del índice temporal se ofrece en la figura siguiente, donde se muestra, la variación temporal relativa respecto a 1990 (figura 3.1.2).

Tabla 3.1.2. Evolución y variación relativa de las emisiones brutas agregadas respecto a 1990

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020	2021	2022
kt CO₂-eq	16.242	19.605	24.846	29.799	26.722	22.848	24.066	20.419	23.051	22.492
Variación vs 1990	100%	121%	153%	183%	165%	141%	148%	126%	142%	138%

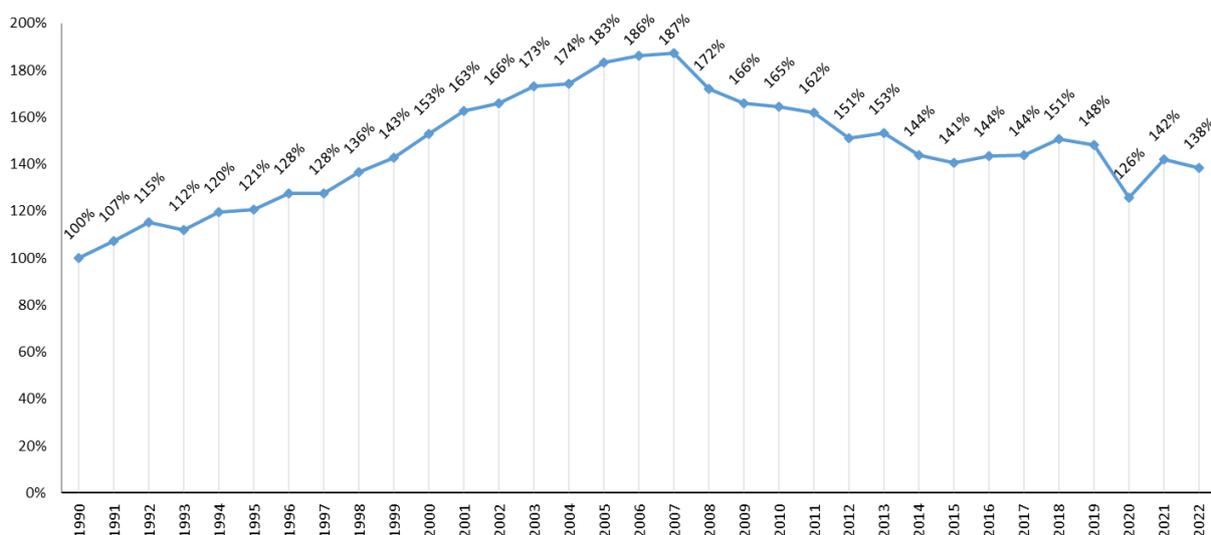
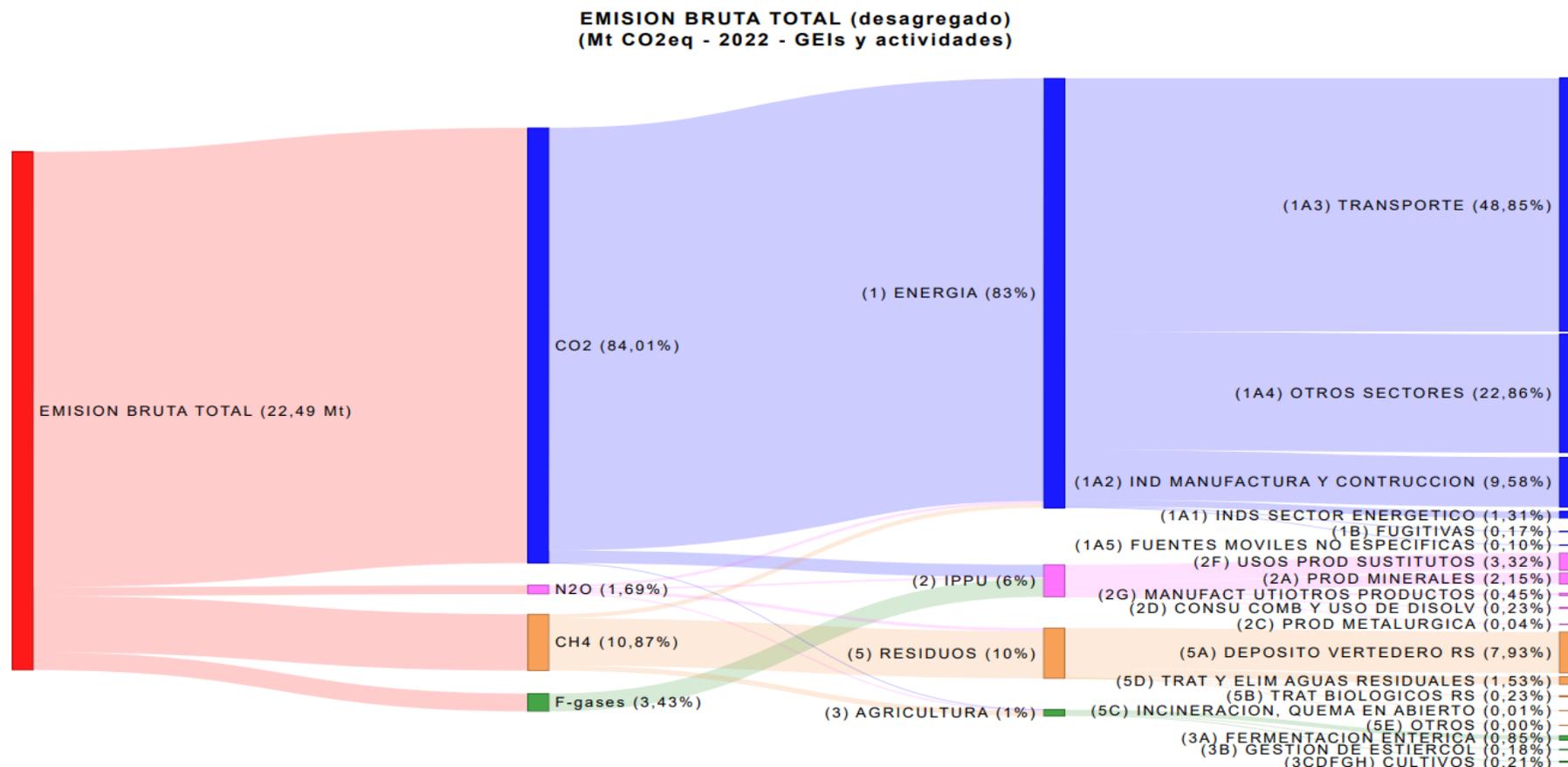


Figura 3.1.2. Variación relativa del agregado de emisiones brutas (sin LULUCF) respecto a 1990 (año 1990 = 100%)

En la siguiente figura (3.1.3), se pueden apreciar las emisiones brutas de GEI de la Comunidad de Madrid en términos de CO₂ equivalente para el año 2022, así como el peso de los distintos gases de efecto invernadero y las distintas actividades dispuestas en la guía IPCC. Como puede observarse, la mayoría de las emisiones corresponden a CO₂ proveniente del sector energía, principalmente emitido en el transporte. En el caso del CH₄, se observa que la gran mayoría proviene de las emisiones de residuos sólidos en vertederos. Por otro lado, los gases fluorados (F-gases), emitidos únicamente en actividades del sector



industrial (IPPU), suponen un porcentaje muy bajo de las emisiones brutas estimadas para la Comunidad de Madrid.



Agradecimientos: Mike Bostok

Figura 3.1.3. Emisión bruta total (Mt CO₂-eq) en 2022, desagregada por GEI, sectores y categorías de la Comunidad de Madrid

3.2. Descripción e interpretación de las emisiones de GEI brutas por gases (excluido LULUCF)

Se presenta a continuación, a modo informativo, un análisis de las emisiones de la Comunidad de Madrid según los diferentes gases de efecto invernadero emitidos. En este análisis puede observarse el peso de las emisiones de cada uno de estos gases en el total de las emisiones de GEI en los años inventariados.

Tabla 3.2.1. Emisiones brutas por gas de los GEI en la Comunidad de Madrid: valores absolutos, índices y ratios

		1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021	2022
CO₂-eq (kt)	CO ₂	13.683	26.165	22.322	19.543	20.975	17.469	19.536	18.896
	CH ₄	2.249	1.778	1.971	1.775	1.888	1.849	2.406	2.444
	N ₂ O	303,2	436,8	418,0	332,6	398,3	402,9	393,6	379,3
	F-gases	7,27	1.419	2.011	1.198	804,7	698,2	715,8	772,3
Variación % vs. 1990	CO ₂	100,0%	191,2%	163,1%	142,8%	153,3%	127,7%	142,8%	138,1%
	CH ₄	100,0%	79,06%	87,66%	78,91%	83,96%	82,20%	107,0%	108,7%
	N ₂ O	100,0%	144,0%	137,9%	109,7%	131,3%	132,9%	129,8%	125,1%
	F-gases ¹	100,0%	19535%	27678%	16483%	11075%	9610%	9852%	10630%
Contribución % vs. Inventario	CO ₂	84,24%	87,81%	83,53%	85,54%	87,16%	85,55%	84,75%	84,01%
	CH ₄	13,85%	5,97%	7,38%	7,77%	7,85%	9,05%	10,44%	10,87%
	N ₂ O	1,87%	1,47%	1,56%	1,46%	1,66%	1,97%	1,71%	1,69%
	F-gases	0,04%	4,76%	7,53%	5,24%	3,34%	3,42%	3,11%	3,43%

¹ El gran aumento en variación con 1990 se debe a que en el año base (1990) solo se registran pequeñas emisiones de SF₆, mientras que desde 1995 comienzan a reportarse emisiones de HFC y PFC que aumentan considerablemente el valor absoluto de la categoría F-gases.

Como puede observarse en la tabla anterior, las emisiones de CO₂ supusieron la gran mayoría de las emisiones de GEI totales de la Comunidad de Madrid, superando el 80 % de las emisiones durante todos los años de estudio. Las emisiones de metano (CH₄) ocupan el segundo lugar en importancia, habiendo aumentado su porcentaje a lo largo de los últimos años estudiados (alcanzan el 10,87 % en 2022). En cuanto a los F-gases, sufren un gran aumento hasta 2014, año en que comienza su disminución hasta estabilizarse en torno al 3% en los últimos años. Por último, cabe indicar que el óxido nitroso (N₂O) es el gas GEI que menor aporte tiene al total de GEI de la Comunidad de Madrid en la gran mayoría de años, suponiendo entre un 1,5 y 2 % del total de emisiones en todos los años inventariados.

A continuación, en las siguientes figuras, se analizan las emisiones del año 2022 por contaminante GEI, cuantificadas en el territorio de la Comunidad de Madrid. De esta forma, en las gráficas que se muestran se representan las emisiones brutas por gases y sectores emisores de dichos gases del último año estudiado en la presente edición del inventario (2022). Esto permite analizar con mayor detalle los sectores más contaminantes de cada gas.

En la figura 3.2.1 se observa que más del 97% de las emisiones de CO₂ provienen del sector energía (CRF 1) y en menor medida del sector IPPU (CRF 2) (no se tiene en cuenta la combustión en este sector, ya que esta se contabiliza en el sector energía). Dentro del sector energía, el transporte, la industria manufacturera y de construcción y otras categorías son las que emiten la mayor parte del CO₂ en la Comunidad de Madrid en el año 2022.

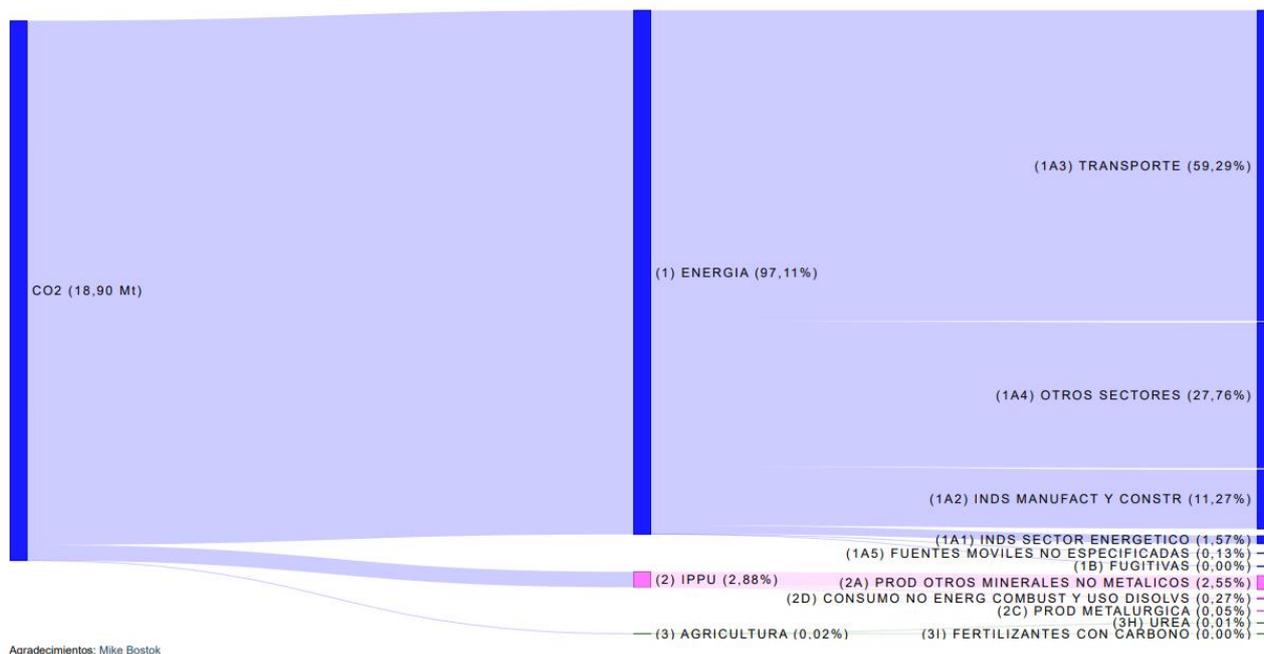


Figura 3.2.1. Emisión bruta de CO₂ (Mt CO₂-eq) en 2022, desagregada por sectores y categorías

Con respecto a la figura 3.2.2 destaca que la mayor parte de las emisiones en 2022 de CH₄ provienen del sector residuos (CRF 5), principalmente de la gestión de residuos sólidos y aguas residuales. En menor medida, este gas es emitido también en agricultura (CRF 3) y energía (CRF 1).

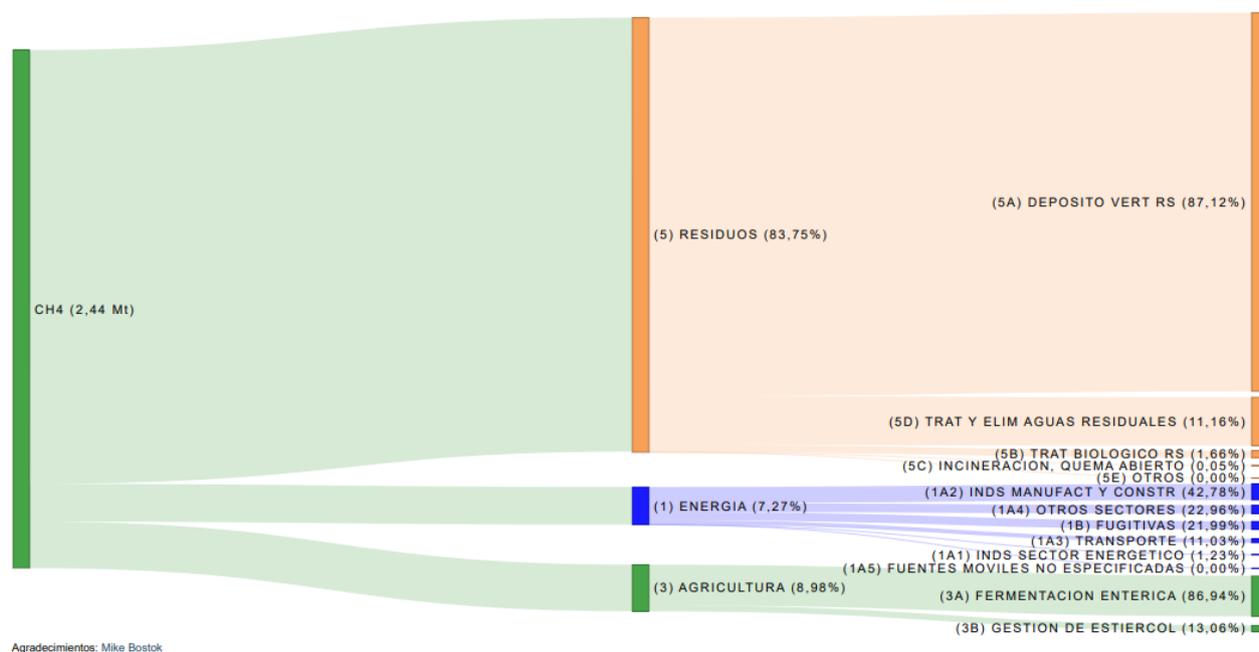


Figura 3.2.2. Emisión bruta de CH₄ (Mt CO₂-eq) en 2022, desagregada por sectores y categorías

En la figura 3.2.3 se puede observar que las emisiones de N₂O en 2022 en la Comunidad de Madrid se reparten de manera bastante equitativa entre todos los sectores. La emisión de este gas se debe principalmente a la depuración de aguas residuales, a la industria manufacturera y de construcción, al transporte, a las actividades en suelos agrícolas (principalmente fertilizaciones) y a la gestión de estiércoles.

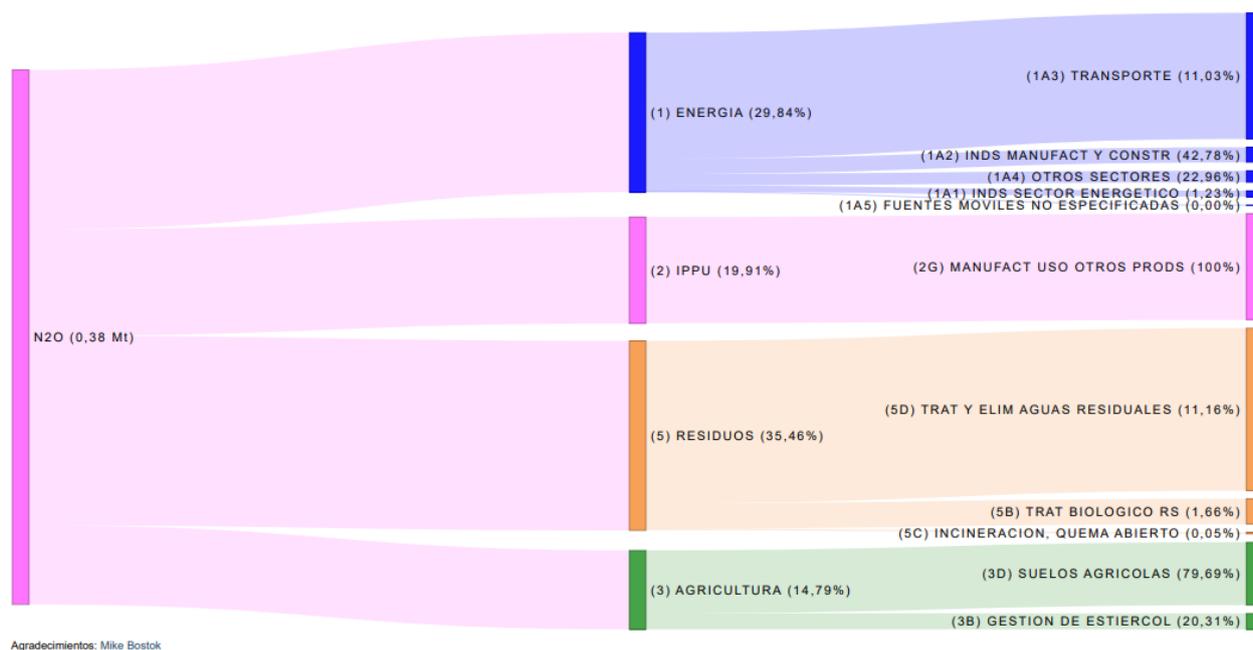


Figura 3.2.3. Emisión bruta de N₂O (Mt CO₂-eq) en 2022, desagregada por sectores y categorías

Por último, la figura 3.2.4 refleja las emisiones de gases fluorados (F-gases). Se observa que la mayoría de estas emisiones en el año 2022 se corresponden con HFC, estos gases proceden únicamente del uso de productos sustitutos de gases CFC, que fueron regulados debido a su impacto en la destrucción de la capa de ozono³. También se observa que el 100 % del SF₆ se emite en categorías de la industria manufacturera y de la construcción, ya que está muy ligado con procesos de refrigeración.

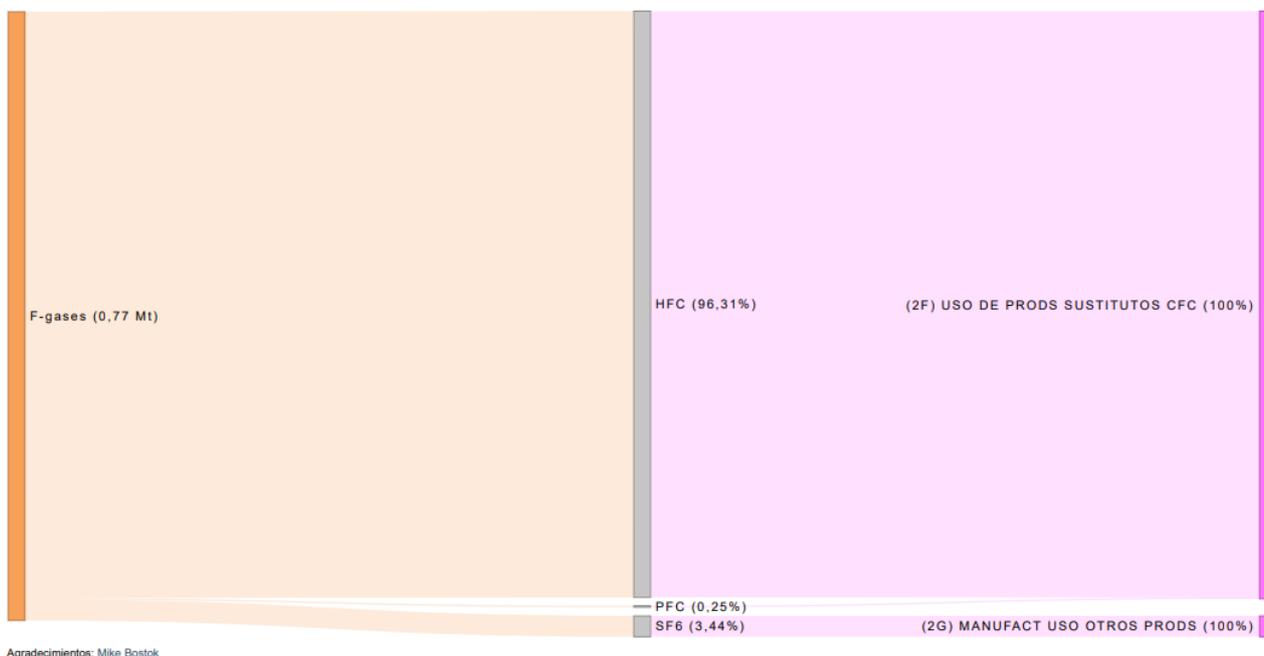


Figura 3.2.4. Emisión bruta de F-gases (Mt CO₂-eq) en 2022, desagregada por sectores y actividades

³ En el protocolo de Montreal (protocolo del Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono) se prohibió el uso de CFCs por ser sustancias que agotan la capa de ozono y se estableció su sustitución con HFCs.

3.3. Variación con la edición anterior

Debido a las necesidades de reporte de los distintos organismos internacionales, en cada edición el Inventario Nacional se recalculan las emisiones para todos los años del periodo de reporte. De esta forma, si se ha producido algún cambio metodológico o se ha subsanado alguna errata, todos los años de una misma edición son comparables al estar calculados de la misma manera.

La tabla y figura que se muestran a continuación reflejan las variaciones para algunos años entre ediciones (edición 2020 *versus* edición 2024). Estos cambios (recálculos) son reflejo de las modificaciones efectuadas por el Inventario Nacional en las distintas ediciones. Para asegurar la transparencia y trazabilidad de los cambios, el Inventario Nacional incluye en cada edición una explicación detallada en el capítulo 10 del informe de gases de efecto invernadero (NIR) publicado por el Ministerio.

En este caso concreto, es difícil dar una explicación precisa a las variaciones reflejadas en la Tabla y Figura 3.3.1, dado que existen cuatro ediciones intermedias y es complicado aquilatar el impacto de cada una de las modificaciones realizadas por el Inventario Nacional en las emisiones de la Comunidad de Madrid para la edición presente (Edición 2024).

Tabla 3.3.1. Emisiones brutas de CO₂-eq en la Edición 2020 y Edición 2024

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2018
Edición 2020	14.975,26	18.269,76	23.402,20	27.885,46	24.807,93	20.909,78	21.860,88
Edición 2024	16.242,39	19.604,68	24.846,44	29.799,33	26.722,02	22.847,99	24.502,19

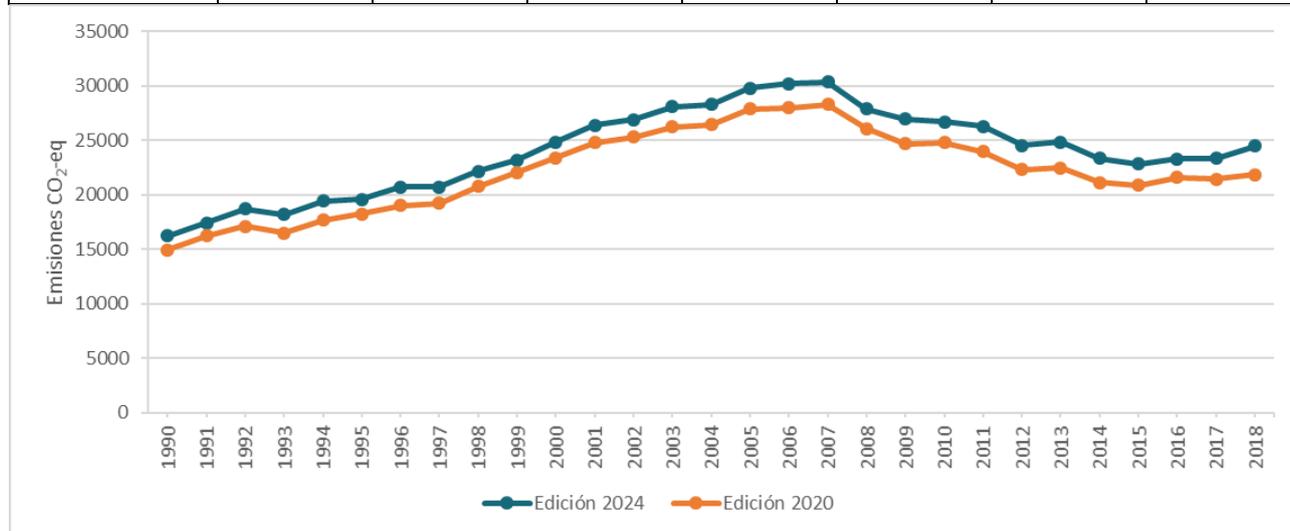


Figura 3.3.1. Comparación de las emisiones estimadas en la Edición 2020 y la Edición 2024 (cifras en kt CO₂-eq)

3.4. Absorciones y emisiones en LULUCF

El sector CRF 4, Uso de la tierra, cambios de usos de la tierra y silvicultura, conocido por las siglas LULUCF (en inglés *Land use, land-use change, and forestry*) incluye las emisiones y absorciones de GEI debido al uso de la tierra, así como sus posibles cambios y silvicultura. Generalmente, este sector se considera un sumidero de GEI, debido a que se produce una mayor absorción que emisión de estos gases contaminantes.

En la tabla 3.4.1 se muestran 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.

Tabla 3.4.1. Evolución de las emisiones (+) y absorciones (-) en LULUCF en la Comunidad de Madrid (kt de CO₂-eq)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021	2022
4A Tierras forestales	-279,77	-543,42	-575,11	-523,98	-484,46	-479,71	-478,22	-475,89
4B Tierras de cultivo	31,004	29,027	3,703	-0,733	-8,494	-1,670	-12,988	17,622
4C Pastizales	-14,188	-37,340	-41,091	-28,773	-24,409	-24,848	-27,814	-28,532
4D Humedales	-1,113	-0,917	-0,875	-0,716	-0,736	-0,674	-0,651	-0,629
4E Asentamientos	69,301	76,255	103,450	56,860	45,575	43,493	42,100	40,707
4F Otras tierras	0,198	0,412	0,379	0,192	0,077	0,044	0,048	0,053
4G Productos madereros	-298,35	-501,51	-102,55	-302,75	-372,21	-339,28	-413,80	-454,37
4(IV) Emisiones indirectas de N ₂ O	0,095	0,113	0,121	0,105	0,089	0,085	0,082	0,078
TOTAL	-492,82	-977,37	-611,97	-799,79	-844,56	-802,56	-891,24	-900,96

La contribución del sector LULUCF en la Comunidad de Madrid está claramente dominada por las absorciones de las categorías 4A (tierras forestales) y 4G (productos madereros). La categoría 4A incluye las absorciones (sumidero) de las tierras forestales que permanecen como tales y las tierras en tierras forestales.

La categoría 4B (tierras de cultivo) pasa de fuente emisora a sumidero en los últimos años de la serie, exceptuando el año 2022, donde vuelve a ser emisora debido posiblemente a los cambios de tipo de cultivo de herbáceo (menos absorción) y leñoso (más absorción).

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), aunque esta última con unas cifras más bajas.

Como principal 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 a su conversión a asentamiento. Las categorías 4F (otras tierras) y 4(IV) (emisiones indirectas de N₂O) son fuentes emisoras, pero con valores de kt de CO₂-eq muy reducidos en comparación con el resto.

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

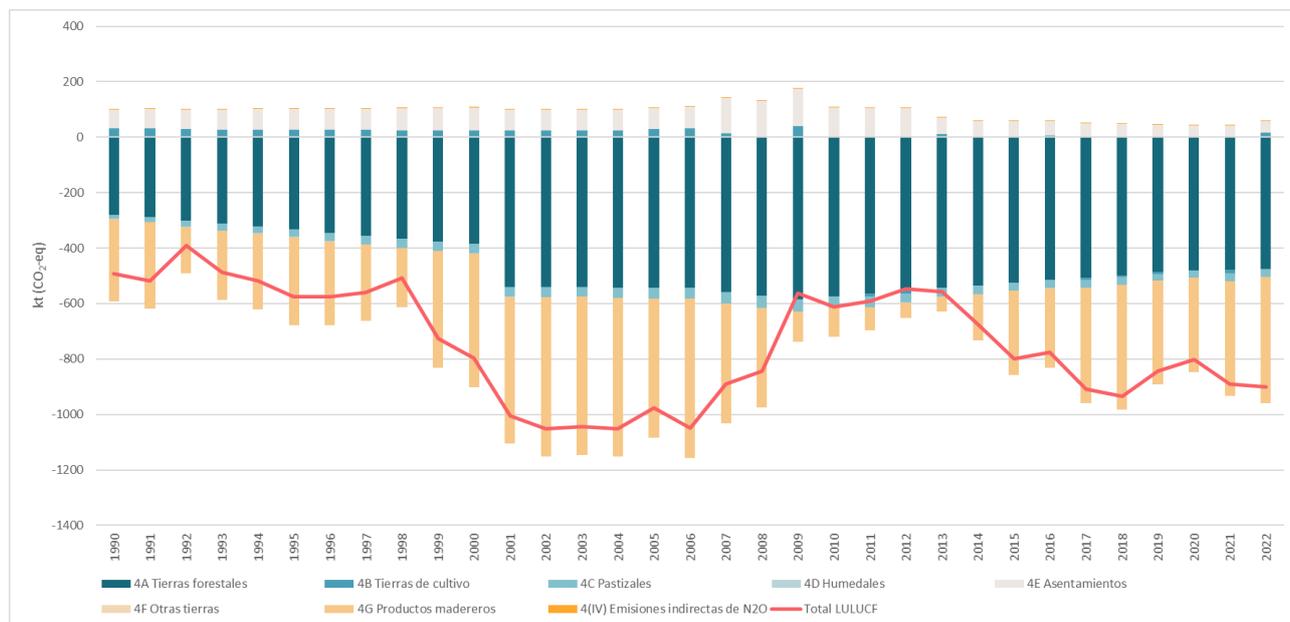


Figura 3.4.1. Emisiones/absorciones en el sector LULUCF (cifras en kt CO₂-eq)

3.5. Datos de emisiones netas (Incluido 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 de las emisiones brutas descritas en el apartado 3.1.

En la tabla 3.5.1 se muestran los valores absolutos de estas emisiones netas y en la figura 3.5.1 la evolución temporal de las mismas.

Tabla 3.5.1. Evolución de las emisiones netas (kt CO₂-eq) y variación relativa respecto a 1990

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2019	2020	2021	2022
Emisiones netas	15.750	19.029	24.051	28.822	26.110	22.048	23.222	19.617	22.160	21.591
Variación vs 1990	100%	121%	153%	183%	166%	140%	147%	125%	141%	137%

En términos generales, se observa que el perfil del índice se mantiene con relación a las emisiones brutas del inventario (sin LULUCF), alcanzándose en 2022 un aumento de emisiones netas de 37,1 % respecto al año 1990.

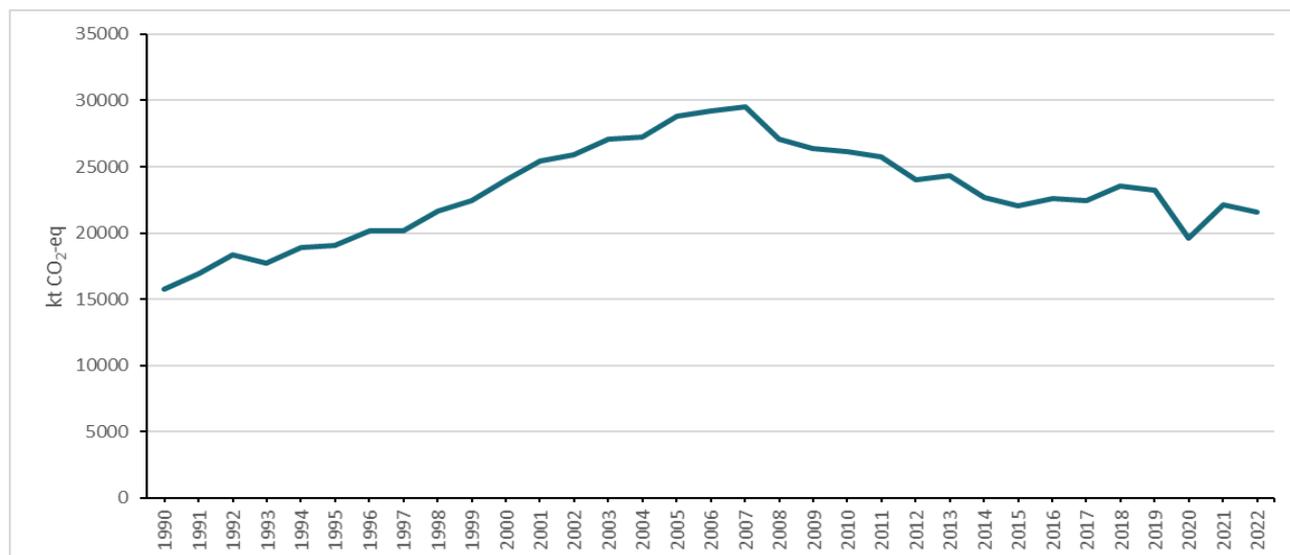


Figura 3.5.1. Variación de las emisiones netas (con LULUCF) en la Comunidad de Madrid

4. Emisiones GEI indirectas en la Comunidad de Madrid

Las emisiones indirectas contempladas en el presente informe son las correspondientes a los gases N₂O y CO₂. En el caso del N₂O se consideran emisiones indirectas aquellas emisiones derivadas de los procesos de lixiviación y escorrentía del N mineralizado en suelos. Por otro lado, las emisiones indirectas de CO₂ han sido estimadas a partir de las emisiones de este gas en la generación de energía eléctrica que es importada a la Comunidad de Madrid desde otros territorios.

4.1. Emisiones indirectas de N₂O

Las emisiones indirectas de N₂O están recogidas dentro de la categoría 4(IV) Emisiones indirectas de N₂O procedentes de suelos gestionados (CRF 4, LULUCF)

Estas emisiones indirectas se producen porque parte del N del suelo, forma especies móviles (principalmente en forma de NO₃⁻) que no quedan retenidas en el suelo ni en la vegetación y son transportadas en el flujo de agua superficial (escorrentía) o a través de los perfiles del suelo (lixiviación). Los procesos de nitrificación y desnitrificación que se producen en las aguas superficiales o subterráneas que hayan recibido el N móvil (en forma de NH₄⁺ y NO₃⁻) transportado por la escorrentía o lixiviación del suelo, transformarán parte de este N en N₂O. Por tanto, esta emisión se considera indirecta.

En la mayoría de los suelos, un incremento del nitrógeno (N) disponible o una reducción de materia orgánica que favorezca su movilidad en el suelo, aumenta las tasas de nitrificación y desnitrificación que, a su vez, incrementan la producción de N₂O que se libera a la atmósfera.

En la siguiente tabla se recogen las emisiones/absorciones de la categoría 4(IV) en la Comunidad de Madrid (cifras en kt de CO₂-eq).

Tabla 4.1.1. Evolución de las emisiones/absorciones de la categoría 4(IV) (cifras en kt CO₂-eq)

Categoría	1990	2005	2010	2015	2019	2020	2021	2022
4(IV)	0,10	0,11	0,12	0,11	0,09	0,08	0,08	0,08
Variación % vs. 1990	100,00%	119,17%	127,28%	110,74%	93,64%	89,37%	85,95%	82,54%

En el gráfico siguiente, se representan las emisiones/absorciones de la categoría 4(IV) en la Comunidad de Madrid (cifras en kt CO₂-eq). Se observa el aumento progresivo en las emisiones hasta el año 2009, alcanzando ese año el pico máximo de emisiones (0,12 kt de CO₂-eq). A partir de dicho año se observa una disminución de las emisiones que sigue hasta el último año estudiado en esta edición (2022).

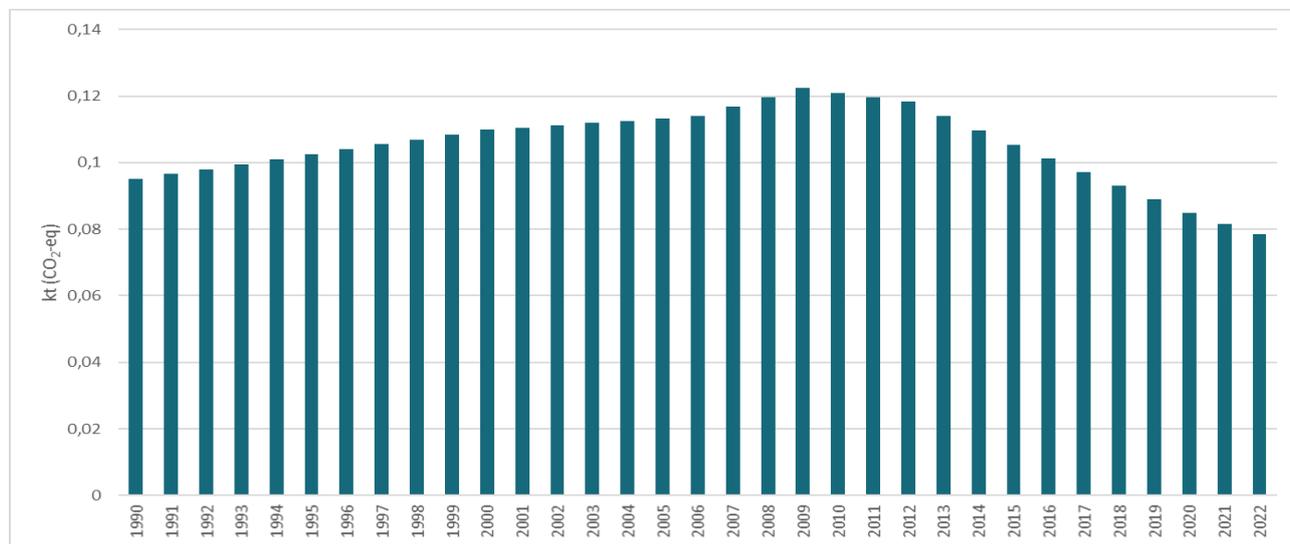


Figura 4.1.1. Evolución de las emisiones/absorciones de la categoría 4(IV) (cifras en kt CO₂-eq)

4.2. Emisiones indirectas de CO₂

En la actualidad el Inventario Nacional no estima emisiones indirectas de CO₂, dado que no es obligatorio su reporte. Sin embargo, el presente Inventario de la Comunidad de Madrid realiza una estimación de las emisiones indirectas de CO₂ siguiendo una metodología propia, propuesta en la edición anterior (Ed. 2020).

Se consideran emisiones indirectas de CO₂, derivadas de la importación de energía, aquellas emisiones producidas en la generación de energía eléctrica que no se emiten en el territorio de la Comunidad de Madrid. Sin embargo, el producto de esta actividad es importado y consumido en dicha región.

Las emisiones indirectas estimadas de CO₂ derivadas de la importación de energía en los distintos sectores de la Comunidad de Madrid quedan recogidas en la siguiente tabla.

Tabla 4.2.1. Emisiones indirectas de CO₂ derivadas de la importación de energía en la Comunidad de Madrid (cifras en kt CO₂)

Año	Agricultura	Energía	Industria	Transporte	Servicios	Doméstico	Otros	Total
	kt CO ₂							
2005	17,38	36,30	2.012,52	437,17	3.546,96	3.125,64	390,13	9.566,12
2006	20,45	40,91	2.096,49	475,54	3.794,13	3.328,81	357,94	10.114,27
2007	20,92	41,84	2.133,73	475,91	4.168,10	3.566,68	345,16	10.752,34
2008	17,67	39,75	1.881,37	437,22	3.793,65	3.170,95	291,48	9.632,08
2009	16,74	37,65	1.832,50	418,38	3.849,08	3.183,86	238,48	9.576,67
2010	16,60	84,93	1.410,58	334,83	3.250,03	2.551,08	175,39	7.823,43
2011	19,17	115,04	1.744,77	383,47	4.041,73	3.067,73	191,73	9.563,65
2012	21,50	85,98	1.986,20	490,10	4.664,55	3.516,69	202,06	10.967,08
2013	16,85	33,70	1.513,02	414,48	3.851,64	2.887,89	151,64	8.869,22
2014	21,62	28,82	1.441,03	331,44	4.236,63	3.130,64	97,27	9.287,44
2015	27,89	41,84	1.854,51	436,08	5.421,28	3.955,89	87,40	11.824,91
2016	21,62	28,82	1.340,33	601,71	3.884,07	2.947,28	57,65	8.881,47

Año	Agricultura	Energía	Industria	Transporte	Servicios	Doméstico	Otros	Total
	kt CO ₂							
2017	22,66	40,80	1.282,79	734,32	4.614,41	3.336,15	36,26	10.067,39
2018	14,88	29,76	985,64	304,99	4.005,77	2.637,04	14,88	7.992,95
2019	13,95	61,36	839,58	435,13	2.867,41	2.117,09	11,16	6.345,68
2020	15,69	64,50	889,64	463,41	3.048,94	2.220,32	11,62	6.714,12
2021	18,13	63,45	954,71	256,81	3.374,73	2.329,38	12,08	7.009,28

En la siguiente figura, la 4.2.1, se observa que las emisiones de CO₂ derivadas de la importación de energía en la Comunidad de Madrid presentan una tendencia que disminuye a lo largo de la serie anual estudiada, con grandes variaciones en algunos años, posiblemente debido a los cambios en el consumo y generación de energía eléctrica en la Comunidad. En estas emisiones, los sectores más relevantes, por orden de importancia, son; el sector servicios (48,15 % en 2021), el sector doméstico (33,23 % en 2021), el sector industrial (13,62 % en 2021) y el sector transporte (3,66 % en 2021).

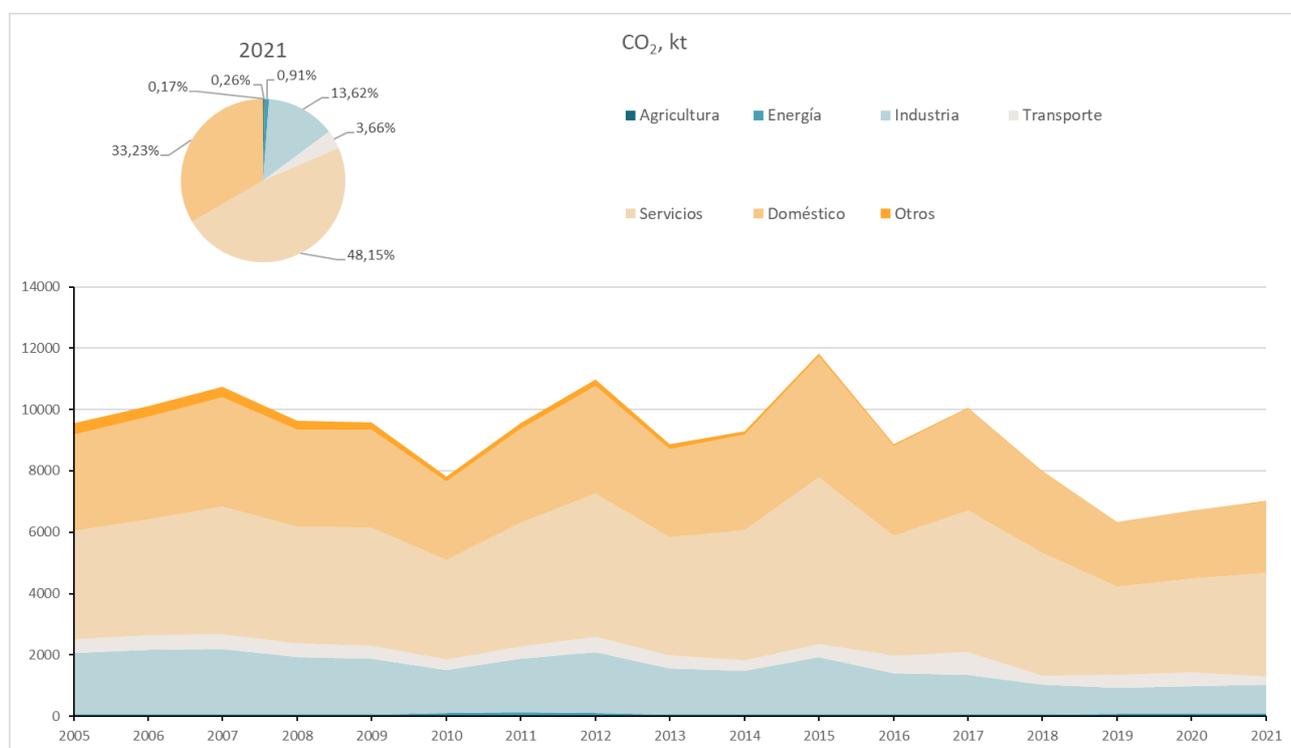


Figura 4.2.1. Evolución de las emisiones indirectas de CO₂ (kt) en la Comunidad de Madrid

La variación en las estimaciones de las emisiones respecto a la anterior edición (de 2020) se debe a la actualización de las variables de actividad y factores de emisión efectuados en la presente edición.