



**INVENTARIO DE EMISIONES
DE CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA
EN EL MUNICIPIO DE MADRID 2023
Emisiones en el periodo 1999-2023**



**Dirección General de Sostenibilidad y Control
Ambiental**

Subdirección de Energía y Cambio Climático

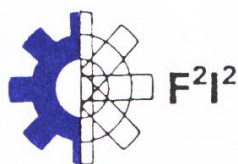
INVENTARIO DE EMISIONES DE CONTAMINANTES A LA ATMÓSFERA EN EL MUNICIPIO DE MADRID 2023

Emisiones en el periodo 1999-2023

Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental

Subdirección de Energía y Cambio Climático

Diciembre 2025



Trabajo realizado por:

Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de
Madrid

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	4
2	PRINCIPALES MODIFICACIONES INTRODUCIDAS EN LA PRESENTE EDICIÓN DEL INVENTARIO	7
3	EMISIONES EN EL MUNICIPIO DE MADRID	8
3.1	Emisiones globales	8
3.2	Emisiones desagregadas por tipo de impacto ambiental y grupo SNAP	10
3.2.1	<i>Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)</i>	10
3.2.2	<i>Emisiones de sustancias acidificantes</i>	14
3.2.3	<i>Emisiones de contaminantes precursores de ozono troposférico</i>	20
3.2.4	<i>Emisiones de material particulado</i>	24
3.3	Emisiones agregadas por sector de actividad	27
3.3.1	<i>Emisiones de GEI por sectores</i>	28
3.3.2	<i>Emisiones de CO₂ por sectores</i>	29
3.3.3	<i>Emisiones de CH₄ por sectores</i>	29
3.3.4	<i>Emisiones de N₂O por sectores</i>	30
3.3.5	<i>Emisiones de NO_x por sectores</i>	30
3.3.6	<i>Emisiones de SO₂ por sectores</i>	31
3.3.7	<i>Emisiones de NH₃ por sectores</i>	31
3.3.8	<i>Emisiones de COVNM por sectores</i>	32
3.3.9	<i>Emisiones de CO por sectores</i>	32
3.3.10	<i>Emisiones de PM_{2,5} por sectores</i>	33
3.3.11	<i>Emisiones de PM₁₀ por sectores</i>	33
3.3.12	<i>Emisiones de PST por sectores</i>	34
4	ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES POR GRUPO SNAP	35
4.1	SNAP 02 “Plantas de combustión no industrial”	35
4.2	SNAP 03 “Plantas de combustión industrial”	36
4.3	SNAP 04 “Procesos industriales sin combustión”	38
4.4	SNAP 05 “Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica”	39
4.5	SNAP 06 “Uso de disolventes y otros productos”	40
4.6	SNAP 07 “Transporte por carretera”	42
4.7	SNAP 08 “Otros modos de transporte y maquinaria móvil”	44
4.8	SNAP 09 “Tratamiento y eliminación de residuos”	46
4.9	SNAP 10 “Agricultura”	48
4.10	SNAP 11 “Otras fuentes y sumideros (Naturaleza)”	49
	ANEXO I. Emisiones de <i>Black Carbon</i> (BC)	51

1 INTRODUCCIÓN

El Área de Gobierno de Urbanismo, Medio Ambiente y Movilidad del Ayuntamiento de Madrid, en línea con su planteamiento de contar con los instrumentos más adecuados para el desarrollo de sus competencias en el ámbito de la protección de la calidad del aire, eficiencia y producción energética y prevención del cambio climático, elabora con periodicidad anual el Inventario de Emisiones Contaminantes a la Atmósfera (en adelante Inventario) a través de su Dirección General de Sostenibilidad y Control Ambiental.

Con ello, además de poder atender los requerimientos informativos que le impone la eficiencia de la gestión de dicha Dirección General, dispone de un instrumento analítico útil para la adopción de las estrategias de política ambiental más adecuadas, siendo un elemento imprescindible para el control de las actividades que inciden en la calidad del aire, en la gestión sostenible de la energía y en la lucha frente al cambio climático.

Los objetivos fundamentales del Inventario son los siguientes:

- estimar la carga contaminante total emitida a la atmósfera y la contribución de las distintas actividades emisoras
- servir de base para el análisis coste-beneficio de las medidas de reducción de emisiones y en la definición de las políticas de minimización de la carga contaminante
- suministrar los datos de emisiones a los modelos de simulación de la calidad del aire
- dar soporte al seguimiento y control de las políticas de actuación ambiental y vigilancia del cumplimiento de los compromisos y objetivos adoptados en materia de calidad del aire, cambio climático y gestión energética.

Para la elaboración de la presente versión del Inventario de Emisiones (Inventario de emisiones 1999-2023, en lo sucesivo Inventario 2023), siempre que ha sido posible se han seguido las recomendaciones de las guías para la elaboración de inventarios de emisiones publicadas por la Agencia Europea de Medio Ambiente (Libros Guía EMEP/CORINAIR y Libros Guía EMEP/EEA, en sus versiones de 2009, 2013, 2016, 2019 y 2023). Estas guías proporcionan asesoramiento para la compilación de inventarios de emisiones a la atmósfera en el marco del Convenio sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza de la Comisión Económica Europea de Naciones Unidas (UNECE/CLRTAP). La información de base ha sido recopilada a partir de cuestionarios enviados a las principales instalaciones emisoras ubicadas en el municipio de Madrid. También se ha dispuesto de informaciones suministradas por el Instituto Nacional de Estadística, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) y el Balance Energético del municipio de Madrid del año 2023, entre otros.

Las actividades potencialmente emisoras de contaminantes a la atmósfera tenidas en cuenta se han agrupado de acuerdo la nomenclatura SNAP (*Selected Nomenclature for Air Pollution*). Esta nomenclatura está jerarquizada en tres niveles: grupo, subgrupo y actividad. Los grupos SNAP se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Nomenclatura SNAP. Grupos de actividad

01	Combustión en la producción y transformación de energía (*)
02	Plantas de combustión no industrial
03	Plantas de combustión industrial
04	Procesos industriales sin combustión
05	Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica
06	Usos de disolventes y otros productos
07	Transporte por carretera
08	Otros modos de transporte y maquinaria móvil
09	Tratamiento y eliminación de residuos
10	Agricultura
11	Otras fuentes y sumideros (Naturaleza)

(*) No existen actividades de este grupo SNAP en el municipio de Madrid, por lo que no presenta emisiones.

En relación con los contaminantes evaluados, la Tabla 2 muestra aquellos para los que se han calculado las emisiones, distinguiendo entre gases de efecto invernadero (GEI), sustancias acidificantes y precursores de ozono y material particulado.

Tabla 2. Contaminantes

Gases de efecto invernadero (GEI)	CH ₄	Metano
	CO ₂	Dióxido de carbono
	HFC	Hidrofluorocarburos
	N ₂ O	Óxido nitroso
	PFC	Perfluorocarburos
	SF ₆	Hexafluoruro de azufre
	NF ₃	Trifluoruro de nitrógeno (no se computan emisiones dentro del municipio de Madrid)
Sustancias acidificantes y precursores de ozono	CO	Monóxido de carbono
	COVNM	Compuestos orgánicos volátiles no metánicos
	NH ₃	Amoníaco
	NO _x	Óxidos de nitrógeno (NO+NO ₂), medidos en masa de NO ₂
	SO _x (en adelante SO ₂)	Óxidos de azufre (SO ₂ +SO ₃), medidos en masa de SO ₂
Material particulado	PM _{2,5}	Partículas con diámetro aerodinámico inferior a 2,5 micras
	PM ₁₀	Partículas con diámetro aerodinámico inferior a 10 micras
	PST	Partículas sólidas totales
	BC	Black Carbon (ver Anexo I)

En este documento resumen se recogen las emisiones estimadas en el municipio de Madrid para el período 1999 – 2023. Los resultados se presentan en los siguientes grandes bloques:

- **Resultados globales para el municipio de Madrid**
- **Resultados desagregados por tipo de impacto ambiental y grupo SNAP**
 - **Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI):** agregado de GEI expresado en términos de CO₂ equivalente, ponderando la emisión de cada una de las sustancias consideradas por sus potenciales de calentamiento atmosférico (a horizonte de 100 años). Hasta el Inventario 2017 (versión del año 2019), los GWP utilizados fueron los del Cuarto Informe de Evaluación sobre Cambio Climático de IPCC (IPCC, 2007, http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml#1), en función de lo recomendado por la Decisión 24/CP.19 “Revisión de las directrices de la

Convención Marco para la presentación de informes sobre los inventarios anuales de las Partes incluidas en el anexo I de la Convención”. En la presente versión del Inventario (Inventario 2023), se han empleado los GWP del Quinto Informe de Evaluación sobre Cambio Climático de IPCC (IPCC, 2013), disponible en la página web:

<https://www.ipcc.ch/reports/>

- **Emisiones de sustancias acidificantes:** se incluye la información relacionada con las tres principales sustancias que causan impacto en acidificación: NO_x, SO₂ y NH₃
- **Emisiones de precursores de ozono:** COVNM y CO (las emisiones de NO_x se presentan en el bloque de sustancias acidificantes)
- **Emisiones de material particulado:** PST y fracciones PM_{2,5} y PM₁₀. Al final del documento (Anexo I) se incluye información sobre las emisiones de *Black Carbon* (BC).
- **Resultados agregados por sector de actividad,** coherentes con la desagregación sectorial del balance energético municipal.
- **Análisis de la evolución de las emisiones por grupo SNAP**

2 PRINCIPALES MODIFICACIONES INTRODUCIDAS EN LA PRESENTE EDICIÓN DEL INVENTARIO

En la edición del Inventario de Emisiones 1999-2023 se han introducido una serie de mejoras metodológicas y de actualizaciones de fuentes de información, con el objeto de mejorar el cálculo de las emisiones en algunos sectores. En todos los casos, los cambios se han trasladado a toda la serie histórica, si bien en muchos casos no han supuesto modificaciones importantes en el total de las emisiones. A continuación, se enumeran las mejoras o cambios incorporados:

- Grupo SNAP 02:
 - La serie histórica de emisiones procedente de las calderas de carbón, biomasa y gasóleo se ha actualizado de acuerdo con la última versión disponible del censo de instalaciones térmicas que consumen combustibles singulares
 - Actividad SNAP 02.02.02. Plantas de combustión residencial. Se han estimado emisiones de NH_3 para el consumo de biomasa de acuerdo con la revisión de los factores de emisión introducidos en las últimas ediciones del Libro Guía EMEP/EEA
- Grupo SNAP 04
 - Actividad SNAP 04.06.05. Producción de pan. La serie histórica de emisiones se ha actualizado de acuerdo con datos de producción nacionales ponderados para la población de Madrid
- Grupo SNAP 06
 - Actividad SNAP 06.05.02. Equipos de refrigeración y aire acondicionado que utilizan hidrocarburos halogenados. Se ha actualizado la serie histórica de las emisiones de HFC-134a, de acuerdo con la edición del Inventario Nacional de Emisiones 1990-2023
- Grupo SNAP 07:
 - La serie histórica de emisiones se ha actualizado de acuerdo con las últimas actualizaciones del modelo de tráfico del Ayuntamiento de Madrid y del Estudio del Parque Circulante del municipio de Madrid (disponible para los años 2013, 2017, 2022 y 2024)
- Grupo SNAP 10:
 - Subgrupo SNAP 10.04: ganadería (fermentación entérica). Se ha actualizado la serie histórica de $\text{kg CH}_4/\text{cabeza}$ y año de los distintos tipos de ganado, de acuerdo con la edición del Inventario Nacional de Emisiones 1990-2023
 - Subgrupo SNAP 10.05: gestión de estiércol con referencia a compuestos orgánicos. Se ha actualizado la serie histórica de $\text{kg CH}_4/\text{cabeza}$ y año de vacuno de leche, otro vacuno, cerdas reproductoras y equino, de acuerdo con la edición del Inventario Nacional de Emisiones 1990-2023.

3 EMISIONES EN EL MUNICIPIO DE MADRID

3.1 Emisiones globales

En la Tabla 3 se muestran las emisiones totales del municipio de Madrid para cada uno de los contaminantes inventariados a lo largo de la serie temporal 1999-2023.

Tabla 3. Emisiones totales del municipio de Madrid por contaminante*

Contaminante	Ud.	1999	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023
CH ₄	t	47.628	47.809	20.817	19.875	15.940	15.474	14.781	14.710	14.900
CO	t	112.897	95.963	42.242	19.229	11.488	7.622	7.268	7.077	6.741
CO ₂ (*)	kt	8.045	8.071	8.476	7.130	6.050	5.148	5.571	4.978	4.803
COVNM	t	51.407	48.096	31.643	22.312	18.411	15.527	15.826	15.666	15.650
HFC-125	kg	18.396	27.027	75.399	121.677	66.328	23.379	24.091	32.010	31.104
HFC-134a	kg	57.662	72.170	147.042	189.049	127.113	86.121	87.616	99.265	73.352
HFC-143a	kg	14.384	19.798	50.162	64.385	25.014	4.640	4.242	3.886	1.376
HFC-152a	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	164	75	49	35	21
HFC-227ea	kg	92	106	372	837	1.408	877	769	683	613
HFC-23	kg	223	300	595	625	477	297	266	239	215
HFC-236fa	kg	1,08	0,90	0,53	0,31	0,17	0,13	0,11	0,10	0,10
HFC-32	kg	4.730	7.909	25.691	34.102	27.667	20.371	22.707	35.255	54.450
N ₂ O	t	868	891	849	822	569	546	557	538	530
NH ₃	t	1.183	1.363	1.704	1.665	655	700	743	679	707
NO _x	t	30.201	29.923	28.374	19.773	15.177	10.648	10.678	11.052	10.518
PFC-116	kg	0,04	0,07	0,24	0,32	3,32	2,22	2,03	2,23	0,40
PFC-218	kg	0,23	0,31	1,88	4,39	46,60	39,71	169,78	96,73	0,14
PFC-410	kg	1,95	1,72	1,02	0,59	0,34	0,21	0,18	0,16	0,15
PM ₁₀	t	2.364	2.283	1.920	1.345	1.049	745	747	615	598
PM _{2,5}	t	2.094	2.011	1.634	1.097	829	591	564	480	466
SF ₆	kg	278	285	435	592	607	667	674	681	680
SO ₂	t	4.586	3.848	2.142	1.192	860	584	684	568	609
PST	t	2.672	2.595	2.238	1.615	1.290	925	948	773	763

(*) No se incluyen las absorciones de CO₂ de la naturaleza (grupo SNAP 11)

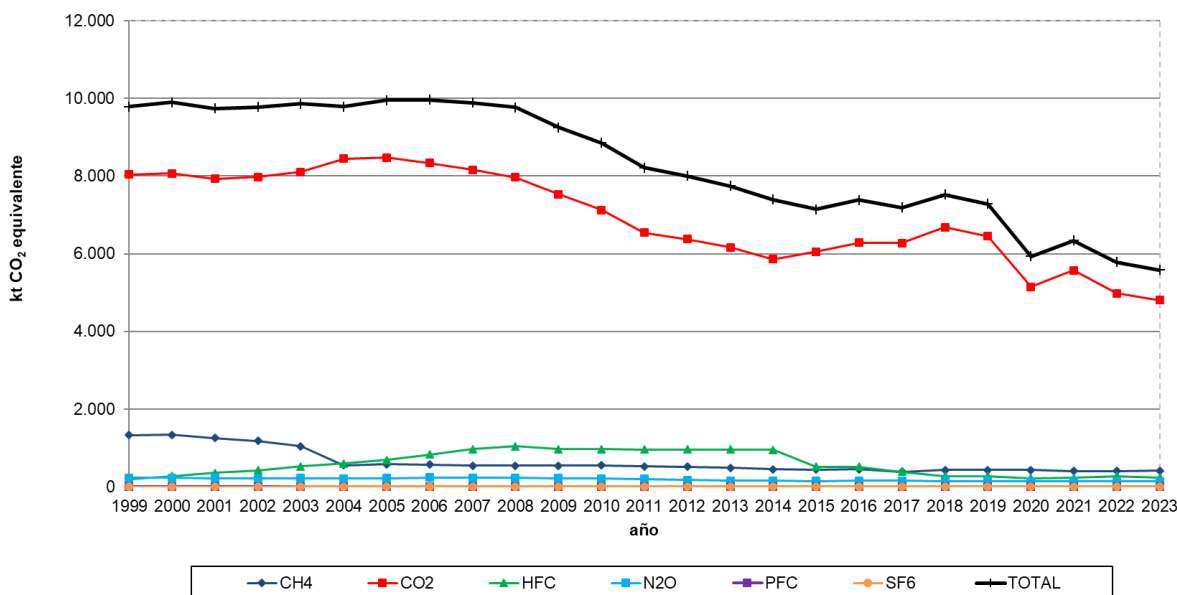
Se observa que, con la excepción de los compuestos fluorados (HFC, PFC y SF₆), las emisiones disminuyen entre 1999 y 2023. Especialmente relevantes son las reducciones de CH₄, CO, COVNM, SO₂ y PM_{2,5}, que alcanzan valores del 69, 94, 70, 87 y 78%, respectivamente.

En lo relativo a los compuestos fluorados, durante el periodo inventariado se observa un aumento importante de sus emisiones como resultado de la utilización cada vez mayor de este tipo de compuestos en equipos de refrigeración y aire acondicionado, extintores de incendios y equipos eléctricos. Esta tendencia creciente no es lineal, obteniéndose los mayores valores de emisión entre 2007 y 2014, para posteriormente iniciar una tendencia decreciente. Como excepción, las emisiones de HFC-143a y PFC-410 disminuyen entre 1999 y 2023 un 90 y un 92%, respectivamente. Entre 1999 y 2011, las emisiones de NH₃ aumentaron un 39% como consecuencia del crecimiento de los residuos tratados en procesos de compostaje. Sin embargo, entre 2011 y 2016 se observa un significativo descenso de estas (57%) que, en parte, se explica porque a partir de 2011 gran parte de los residuos que anteriormente se trataban mediante compostaje se llevan a metanización en las plantas de Las Dehesas y La Paloma (dentro del complejo del Parque Tecnológico de Valdemingómez, en el que se tratan los residuos municipales generados en la ciudad de Madrid). En los años 2017 y 2019 las emisiones vuelven a aumentar ligeramente, pero aun así se sitúan entre un 32 y un 39% por debajo de las de 1999. Finalmente, las emisiones de NH₃ asociadas a 2023 son un 40% inferiores a las de 1999.

En la Tabla 4 y en la Figura 1 se muestran las emisiones totales de GEI del municipio.

Tabla 4. Emisiones totales de GEI del municipio de Madrid (kt de CO₂ equivalente) *

Contaminante	1999	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023
CH ₄	1.334	1.339	583	556	446	433	414	412	417
CO ₂	8.045	8.071	8.476	7.130	6.050	5.148	5.571	4.978	4.803
HFC	209	284	697	974	525	229	232	278	242
N ₂ O	230	236	225	218	151	145	148	143	140
PFC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,4	1,5	0,9	0,0
SF ₆	7	7	10	14	14	16	16	16	16
TOTAL	9.823	9.936	9.991	8.893	7.187	5.971	6.381	5.828	5.619

(*) No se incluyen las absorciones de CO₂ de la naturaleza (grupo SNAP 11)**Figura 1. Evolución de las emisiones de GEI por tipo de gas (kt CO₂ equivalente)**

Las emisiones de GEI del año 2023 son un 43% menores que las de 1999. Este descenso se observa, fundamentalmente, a partir de 2008 y se debe, en gran parte, a la reducción de emisiones de CO₂ del transporte por carretera y de CH₄ en el tratamiento de residuos. En los últimos años inventariados, las emisiones de GEI disminuyen o aumentan ligeramente en función de las variaciones de emisión de los grupos SNAP 02 y 07, quedando únicamente el grupo SNAP 08 como el que presenta emisiones notablemente crecientes. En 2021, las emisiones de GEI crecieron un 7% respecto a las de 2020. Esto se debió principalmente a la recuperación parcial de la actividad tras el confinamiento y las etapas con más restricciones de la pandemia de COVID-19. En 2023, las emisiones de GEI disminuyeron en un 4% con respecto a 2022.

En la Tabla 5 y en la Figura 2 se muestra la contribución al total de emisiones de cada uno de los GEI.

Tabla 5. Emisiones de GEI. Contribución por tipo de gas (%)

Contaminante	1999	2000	2005	2010	2015	2020	2021	2022	2023
CH ₄	13,6	13,5	5,8	6,3	6,2	7,3	6,5	7,1	7,4
CO ₂	81,9	81,2	84,8	80,2	84,2	86,2	87,3	85,4	85,5
HFC	2,1	2,9	7,0	11,0	7,3	3,8	3,6	4,8	4,3
N ₂ O	2,3	2,4	2,3	2,4	2,1	2,4	2,3	2,4	2,5
PFC	0,0002	0,0002	0,0003	0,0005	0,0063	0,0064	0,0241	0,0152	0,0001
SF ₆	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100

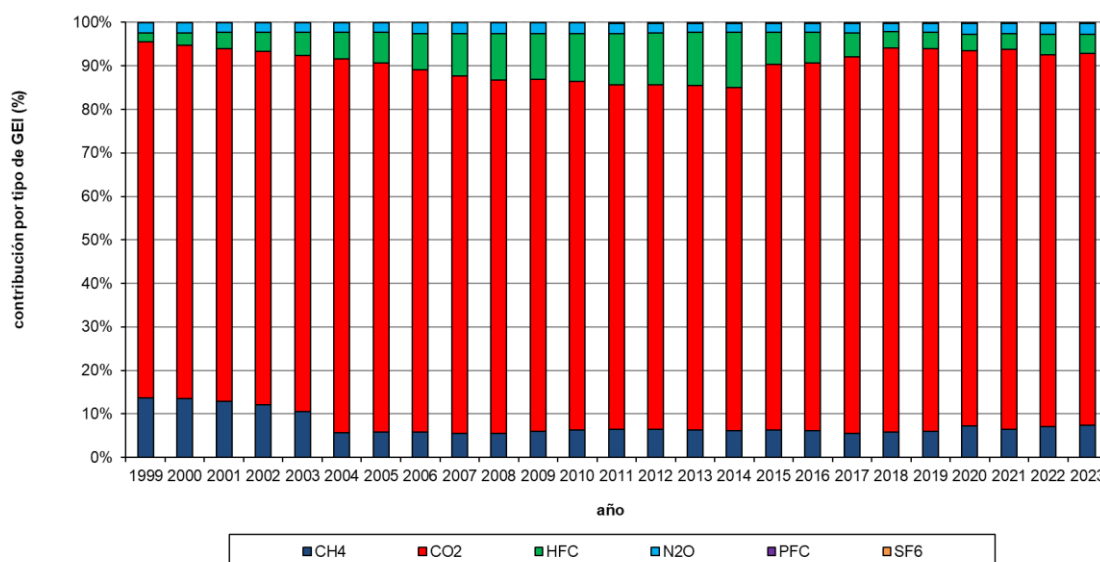


Figura 2. Contribución a las emisiones de GEI por tipo de gas (%)

Se observa que el compuesto más relevante, desde el punto de vista de las emisiones de GEI es el CO₂, contribuyendo a lo largo de todo el periodo inventariado con un valor promedio igual al 83% de las emisiones totales de GEI. Así mismo, se aprecia una importante disminución de la contribución del CH₄ en 2004 (como consecuencia del inicio del aprovechamiento energético del biogás del vertedero de Valdemingómez) y la relevancia, cada vez más importante, de las emisiones de HFC en el municipio, si bien desde 2015 su contribución ha disminuido.

3.2 Emisiones desagregadas por tipo de impacto ambiental y grupo SNAP

3.2.1 Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

La Tabla 6 y la Figura 3 muestran las emisiones de GEI en términos de CO₂ equivalente para cada uno de los grupos SNAP. Para computar las emisiones de los distintos GEI en términos de CO₂ equivalente se han utilizado los potenciales de calentamiento mencionados anteriormente (IPCC, 2013), entre los que destacan: CO₂=1, CH₄=28 y N₂O=265.

Tabla 6. Emisiones GEI por grupo SNAP (kt CO₂ equivalente)^{1,2}

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	2.595	604	19	21	347	4.010	675	1.537	6,1	9,1	9.823
2000	2.551	556	23	21	424	4.050	742	1.555	6,3	9,1	9.936
2005	2.695	455	27	18	827	4.196	728	1.032	3,3	9,9	9.991
2010	2.373	363	19	18	1.087	3.268	726	1.026	3,1	10,2	8.893
2015	2.046	373	1,0	17	601	2.836	658	643	3,0	9,8	7.187
2020	2.087	380	0,5	19	302	2.022	405	742	3,3	10,4	5.971
2021	2.038	409	0,6	20	307	2.285	497	812	3,2	10,3	6.381
2022	1.790	416	1,0	18	353	1.868	703	666	3,3	10,2	5.828
2023	1.626	420	1,0	16	315	1.801	756	671	3,1	10,4	5.619

(1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

(2) No se incluyen las absorciones de CO₂ de la naturaleza (grupo SNAP 11)

Se observa que las emisiones totales de GEI no han sufrido grandes variaciones en el periodo inventariado hasta el año 2008, a partir del cual se registra una importante reducción hasta 2015.

Además de conocer las emisiones totales, es importante analizar la contribución de cada uno de los grupos SNAP. Para ello, la Tabla 7 y la Figura 4 muestran de forma numérica y gráfica la importancia relativa de cada uno de ellos en el total de emisiones durante los años inventariados. Los grupos SNAP 02 y 07 son los que contribuyen mayoritariamente a la emisión de GEI. Entre ambos copan, como promedio en el periodo inventariado, el 66% de las emisiones de GEI del municipio de Madrid. Otros grupos, como los SNAP 03, 06, 08 y 09, tienen una participación menos relevante pero significativa, con contribuciones promedio próximas al 5-12% cada uno de ellos.

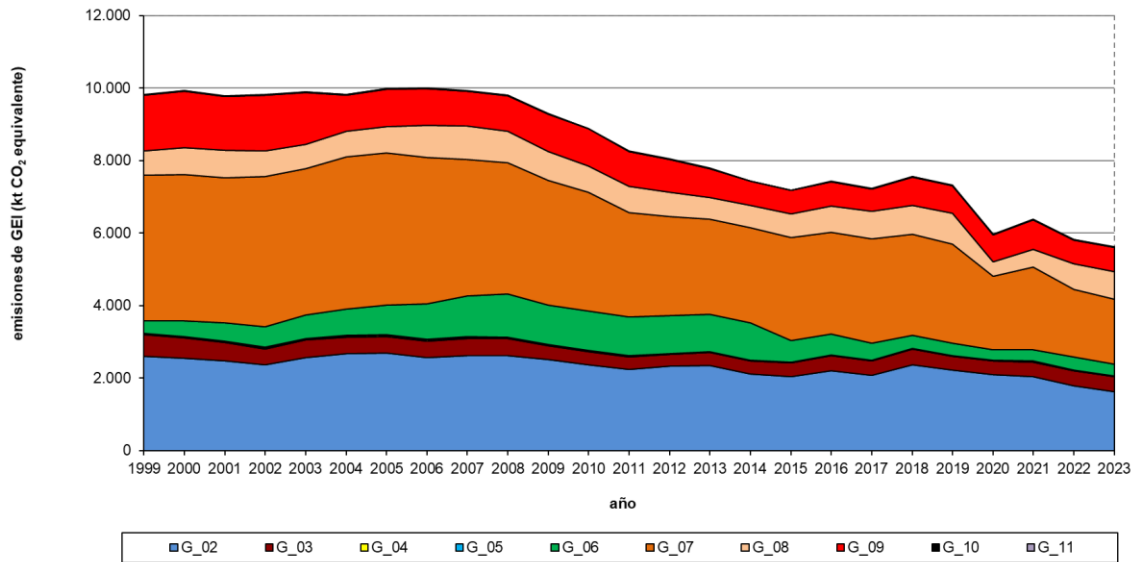


Figura 3. Evolución de las emisiones de GEI por grupo SNAP (kt CO₂ equivalente)

Tabla 7. Contribución a las emisiones GEI por grupo SNAP (%)^{1,2}

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	26,4	6,1	0,20	0,21	3,5	40,8	6,9	15,6	0,06	0,09	100
2000	25,7	5,6	0,23	0,21	4,3	40,8	7,5	15,7	0,06	0,09	100
2005	27,0	4,6	0,27	0,18	8,3	42,0	7,3	10,3	0,03	0,10	100
2010	26,7	4,1	0,21	0,20	12,2	36,7	8,2	11,5	0,03	0,11	100
2015	28,5	5,2	0,01	0,24	8,4	39,5	9,2	8,9	0,04	0,14	100
2020	34,9	6,4	0,01	0,31	5,1	33,9	6,8	12,4	0,05	0,17	100
2021	31,9	6,4	0,02	0,31	4,8	35,8	7,8	12,7	0,05	0,16	100
2022	30,7	7,1	0,02	0,30	6,1	32,0	12,1	11,4	0,06	0,18	100
2023	28,9	7,5	0,01	0,29	5,6	32,0	13,5	11,9	0,05	0,18	100

(1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

(2) No se incluyen las absorciones de CO₂ de la naturaleza (grupo SNAP 11)

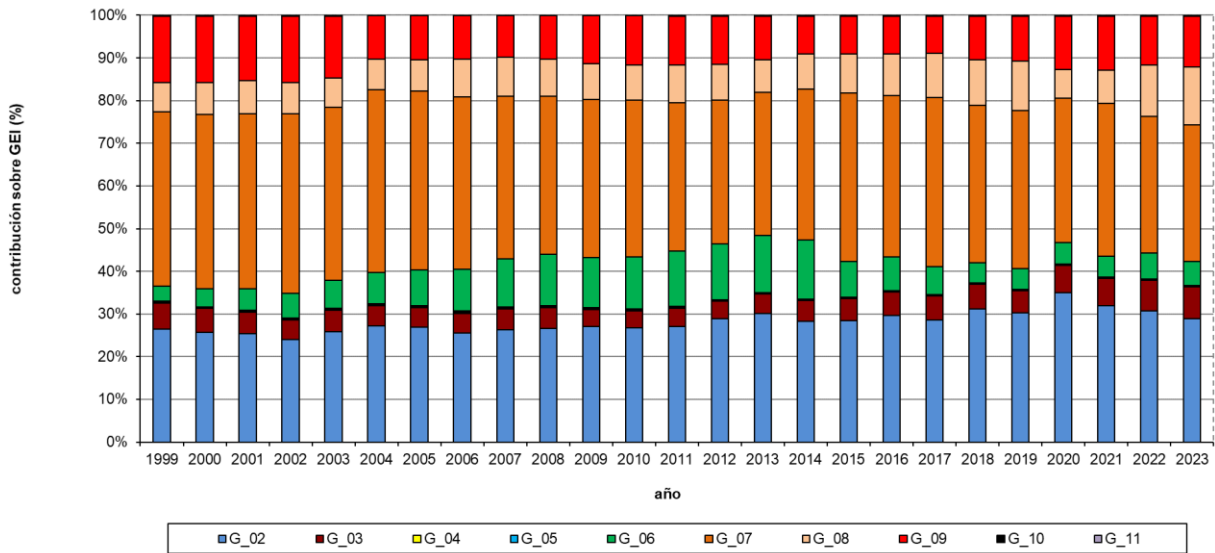


Figura 4. Contribución por grupo SNAP al total de emisiones de GEI (%)

En la Tabla 8 y Figura 5 se muestra la evolución porcentual de las emisiones de GEI, en términos de CO₂ equivalente, para cada uno de los grupos SNAP con respecto a sus emisiones en 1999, año para el que se ha supuesto un valor de 100. Comparando los niveles de emisión de 2023 con los de 1999 se observan descensos en las emisiones de todos los grupos SNAP, a excepción del SNAP 08 y 11, donde se dan aumentos muy ligeros.

Tabla 8. Evolución de las emisiones de GEI por grupo SNAP (Año 1999 = 100)^{1,2}

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11
1999	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
2000	98	92	121	99	122	101	110	101	104	100
2005	104	75	143	86	238	105	108	67	54	109
2010	91	60	99	86	313	81	108	67	51	112
2015	79	62	5	81	173	71	97	42	49	108
2020	80	63	3	89	87	50	60	48	53	114
2021	79	68	5	94	89	57	74	53	53	113
2022	69	69	5	85	102	47	104	43	54	112
2023	63	69	2	77	91	45	112	44	50	114

(1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

(2) No se incluyen las absorciones de CO₂ de la naturaleza (grupo SNAP 11)

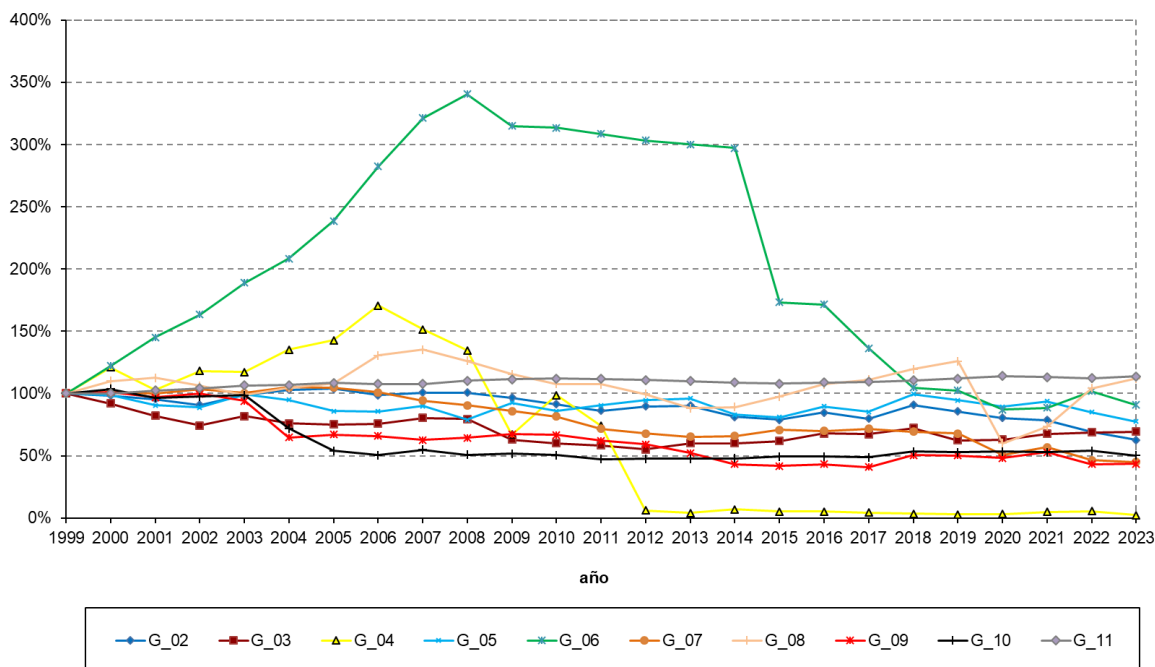


Figura 5. Evolución de las emisiones GEI de cada grupo SNAP respecto a 1999 (1999 = 100)

Entre las evoluciones observadas, destacan las siguientes:

- **SNAP 04:** la mayor parte de las emisiones de GEI de este grupo están asociadas a la producción de acero. Desde 2006, la producción de acero en el municipio ha disminuido de forma significativa hasta que, en 2012, cesó la actividad de la única planta de producción de acero operativa en el municipio. Esto explica la baja contribución de este grupo SNAP a las emisiones de GEI del municipio y el llamativo descenso de emisiones de 2006 a 2012.
- **SNAP 06:** las emisiones de GEI de este grupo crecieron de forma relevante debido a la importancia que cobraron de las emisiones de compuestos fluorados, especialmente HFC. Las emisiones de HFC y PFC provienen de los equipos de refrigeración y aire acondicionado, del espumado de plásticos, de los extintores de incendios y de los aerosoles utilizados en actividades industriales, domésticas, farmacéuticas y en productos de cuidado personal. Sin embargo, como se observa en la Figura 5, desde 2008 las emisiones de estos compuestos siguen una tendencia decreciente, siendo más elevado el descenso desde 2014.
- **SNAP 09:** la reducción de emisiones observada entre 2003 y 2004 se debe a que, a partir de 2003, comienza a captarse biogás de vertedero clausurado en el Parque Tecnológico de Valdemingómez, lo que disminuye las emisiones de CH₄ en los años siguientes. Aunque en 2014 cesó el consumo de gas natural en las plantas de secado de lodos; la reactivación de la planta de la EDAR Sur en 2018 ha hecho que vuelvan a aparecer emisiones asociadas a esta actividad.

3.2.2 Emisiones de sustancias acidificantes

En este bloque se incluye la información relativa a las emisiones de NO_x, SO₂ y NH₃. En la Tabla 9 y Figura 6 se muestran las emisiones de NO_x.

Tabla 9. Emisiones de NO_x por grupo SNAP (t)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	2.855	1.854	71	0,00	0,00	21.830	2.979	592	4,2	16,2	30.201
2000	2.845	1.738	82	0,00	0,00	21.315	3.317	606	2,9	16,4	29.923
2005	3.059	959	89	0,00	0,00	19.293	3.411	1.544	1,4	16,5	28.374
2010	2.669	1.097	75	0,00	0,00	11.336	3.487	1.093	1,3	16,0	19.773
2015	2.305	1.023	0,00	0,00	0,00	8.422	3.163	245	1,1	17,3	15.177
2020	2.339	851	0,00	0,00	0,00	4.919	2.045	475	1,2	17,3	10.648
2021	2.295	1.015	0,00	0,00	0,00	4.390	2.457	503	1,1	16,4	10.678
2022	2.000	917	0,00	0,00	0,00	4.380	3.430	306	1,2	17,7	11.052
2023	1.824	921	0,00	0,00	0,00	3.962	3.654	138	1,2	17,4	10.518

(1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

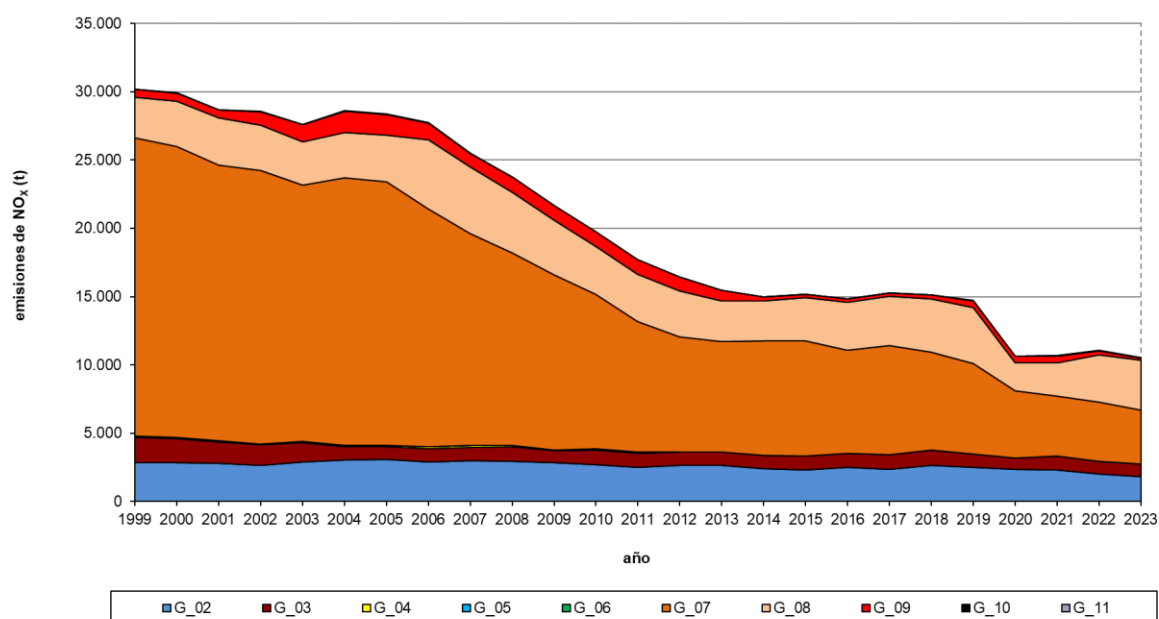


Figura 6. Evolución de las emisiones de NO_x por grupo SNAP (t)

Se observa que las emisiones de este contaminante tienen una tendencia decreciente en el periodo inventariado (disminución del 65% entre 1999 y 2023). Este descenso está asociado, fundamentalmente, al grupo SNAP 07. Las emisiones de los grupos SNAP 02, 03, 10 y 11 no sufren grandes variaciones o disminuyen de una forma menos evidente a nivel absoluto. Las emisiones del grupo SNAP 08 aumentan un 41% en el periodo 1999-2019, pero las circunstancias particulares de 2020 y 2021 hacen que haya una disminución en estos años del 29% y del 18%, respectivamente, con respecto a 1999. En 2023, se observa un incremento del 23% en las emisiones con respecto al año de referencia (1999).

En el grupo SNAP 09 las emisiones de NO_x aumentan entre 1999 y 2012 un 77%, pero en 2013 y, sobre todo en 2014, se produce un descenso relevante de las mismas como consecuencia del cese de actividad en las plantas de secado de lodos de las EDAR Sur y Butarque, que se mantiene hasta el

último año inventariado. En 2018, no obstante, la planta de la EDAR Sur se reactivó temporalmente, por lo que se vuelven a tener emisiones. Las emisiones del grupo SNAP 04 son nulas desde 2012 como resultado del cese de la producción de acero en el municipio.

En la Tabla 10 y Figura 7 se muestra de forma numérica y gráfica la evolución de la contribución porcentual de cada grupo SNAP a las emisiones totales de NO_x. El grupo más relevante es el SNAP 07, que representa entre el 72 y el 38% de las emisiones a lo largo del periodo inventariado.

Tabla 10. Contribución a las emisiones de NO_x por grupo SNAP (%)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	9,5	6,1	0,24	0,00	0,00	72,3	9,9	2,0	0,01	0,05	100
2000	9,5	5,8	0,27	0,00	0,00	71,2	11,1	2,0	0,01	0,05	100
2005	10,8	3,4	0,32	0,00	0,00	68,0	12,0	5,4	0,00	0,06	100
2010	13,5	5,5	0,38	0,00	0,00	57,3	17,6	5,5	0,01	0,08	100
2015	15,2	6,7	0,00	0,00	0,00	55,5	20,8	1,6	0,01	0,11	100
2020	22,0	8,0	0,00	0,00	0,00	46,2	19,2	4,5	0,01	0,16	100
2021	21,5	9,5	0,00	0,00	0,00	41,1	23,0	4,7	0,01	0,15	100
2022	18,1	8,3	0,00	0,00	0,00	39,6	31,0	2,8	0,01	0,16	100
2023	17,3	8,8	0,00	0,00	0,00	37,7	34,7	1,3	0,01	0,17	100

1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

Los siguientes grupos con mayor contribución al total son los SNAP 02 y 08, que, en 2023, aportaron, respectivamente, el 17 y 35%, del total. Los grupos SNAP 03 y 09 participan de forma menos relevante pero significativa (9 y 1% en 2023, respectivamente), mientras que el resto de grupos de forma conjunta apenas suponen el 0,18% de las emisiones.

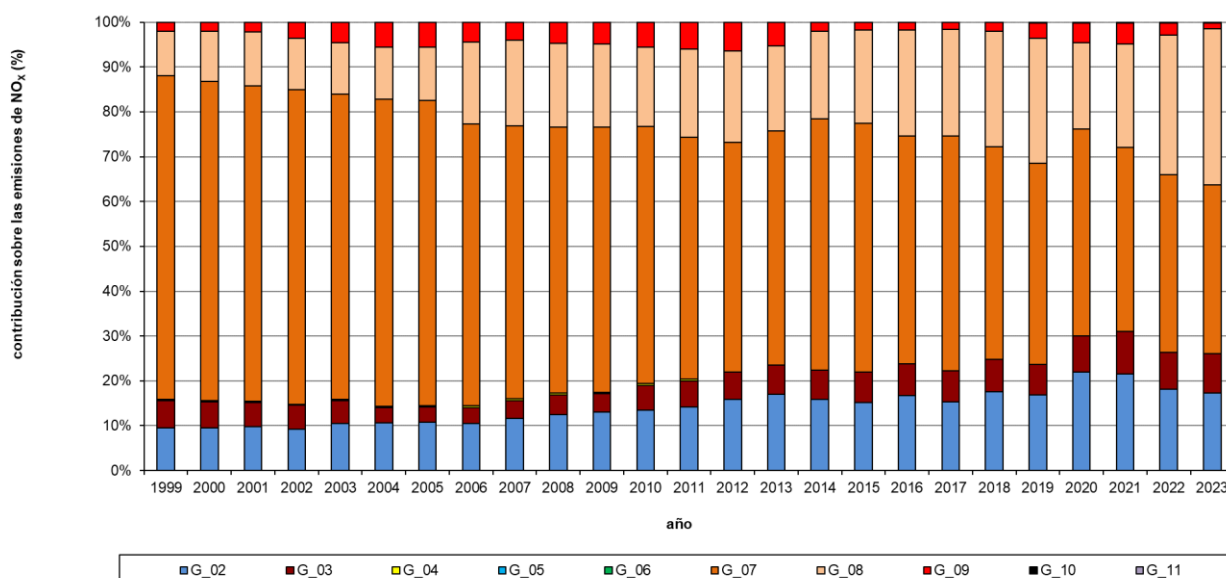


Figura 7. Contribución por grupo SNAP al total de emisiones de NO_x (%)

La Tabla 11 y la Figura 8 muestran la evolución de las emisiones de cada sector a lo largo del periodo inventariado, tomando como base el año 1999. A excepción de los grupos SNAP 08 y 11, que aumentan ligeramente, se observa que las emisiones de NO_x son menores en 2023 que en 1999. Como se ha comentado anteriormente, el importante aumento de las emisiones del grupo SNAP 09 en

el periodo 2002-2013 se produce por la utilización de gas natural en el secado de lodos durante esos años.

Tabla 11. Evolución de las emisiones de NO_x por grupo SNAP (Año 1999 = 100)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11
1999	100	100	100	-	-	100	100	100	100	100
2000	100	94	115	-	-	98	111	102	70	101
2005	107	52	126	-	-	88	115	261	32	102
2010	93	59	106	-	-	52	117	184	31	99
2015	81	55	0	-	-	39	106	41	26	107
2020	82	46	0	-	-	23	69	80	29	107
2021	80	55	0	-	-	20	82	85	27	102
2022	70	49	0	-	-	20	115	52	29	109
2023	64	50	0	-	-	18	123	23	29	107

1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

El descenso observado en las emisiones del grupo SNAP 08 a partir de 2007 se debe a una disminución de actividad en los aeropuertos del municipio entre 2007 y 2014, así como de consumo de gasóleo B (de acuerdo con los datos aportados por los principales suministradores de dicho combustible para la elaboración del Balance Energético del municipio de Madrid 2006-2023). A partir de 2015, tanto la actividad de los aeropuertos como el consumo de gasóleo B aumentan nuevamente, a excepción de los años 2020 y 2021, donde las circunstancias extraordinarias asociadas a la crisis sanitaria de la COVID-19 impidieron el normal funcionamiento de los aeropuertos, causando una disminución en las emisiones muy marcada.

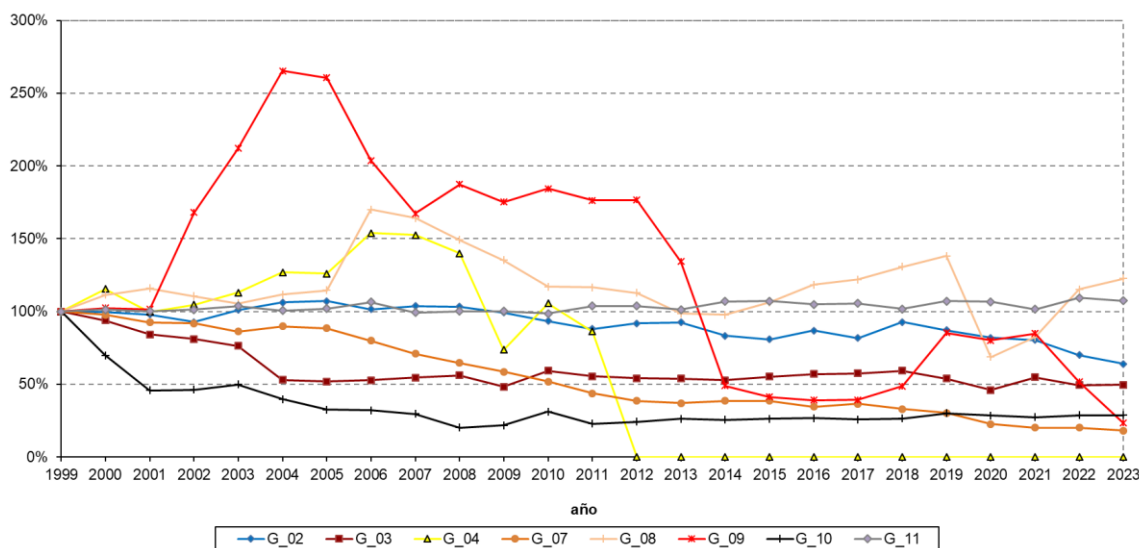


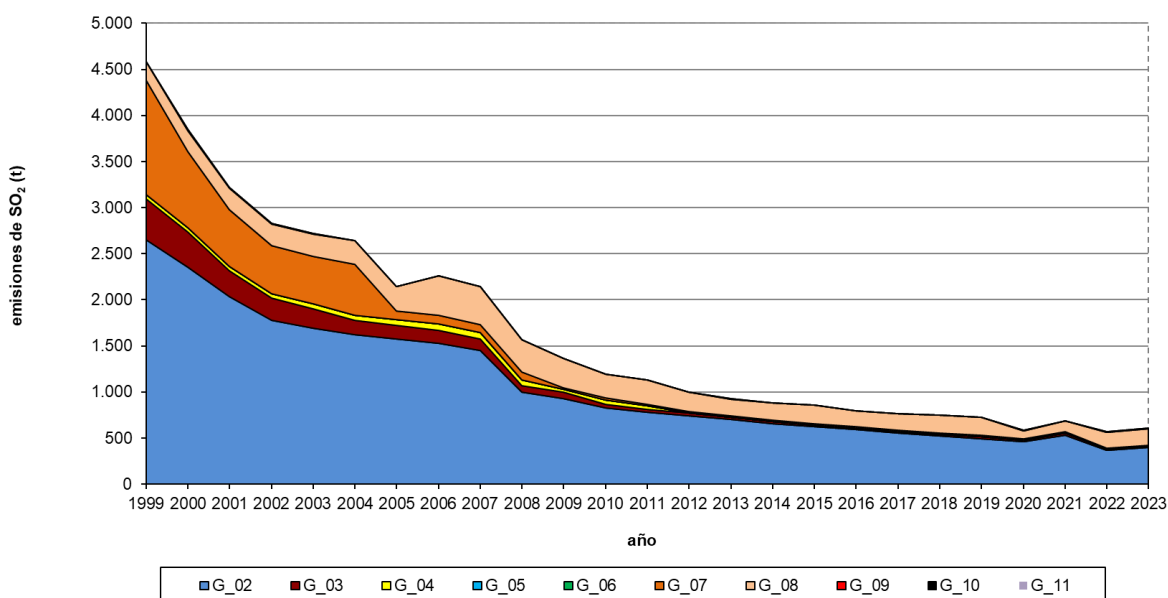
Figura 8. Evolución de las emisiones de NO_x de cada grupo SNAP respecto a 1999 (1999 = 100)

En la Tabla 12 y Figura 9 se muestra la evolución de las emisiones de SO₂. Se observa una disminución importante de las emisiones en el periodo inventariado (87%), especialmente en los grupos SNAP 02 y 07, como consecuencia de la reducción del contenido en azufre de los combustibles utilizados y el menor consumo de combustibles con alto porcentaje de azufre en el SNAP 02 (carbón y fuelóleo).

Tabla 12. Emisiones de SO₂ por grupo SNAP (t)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	2.653	441	46	0,00	0,00	1.242	200	3,6	0,34	0,03	4.586
2000	2.353	380	53	0,00	0,00	827	224	12,0	0,11	0,08	3.848
2005	1.577	149	58	0,00	0,00	97	260	1,1	0,00	0,03	2.142
2010	826	41	49	0,00	0,00	19	257	0,7	0,00	0,00	1.192
2015	622	19	0,00	0,00	0,00	16	202	1,3	0,00	0,02	860
2020	463	15	0,00	0,00	0,00	11	87	7,6	0,00	0,05	584
2021	531	24	0,00	0,00	0,00	13	116	1,3	0,00	0,02	684
2022	365	17	0,00	0,00	0,00	10	168	7,3	0,00	0,03	568
2023	399	12	0,00	0,00	0,00	10	183	4,8	0,00	0,01	609

1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

**Figura 9. Evolución de las emisiones de SO₂ por grupo SNAP (t)**

En relación con la contribución de cada grupo SNAP al total de emisiones, en la Tabla 13 y Figura 10 se observa que el grupo más emisor es el SNAP 02 (entre el 58 y el 79% del total). En los primeros años del periodo inventariado, la contribución del grupo SNAP 07 también era relevante (entre el 18 y el 27%). Sin embargo, el importante descenso del contenido en azufre de los combustibles de automoción explica la menor importancia de este grupo a partir de 2005 (entre el 1 y el 5%).

Tabla 13. Contribución a las emisiones de SO₂ por grupo SNAP (%)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	57,8	9,6	1,01	0,00	0,00	27,1	4,4	0,1	0,0074	0,0006	100
2000	61,1	9,9	1,38	0,00	0,00	21,5	5,8	0,3	0,0027	0,0022	100
2005	73,6	7,0	2,71	0,00	0,00	4,5	12,1	0,1	0,0002	0,0015	100
2010	69,3	3,4	4,08	0,00	0,00	1,6	21,6	0,1	0,0003	0,0004	100
2015	72,3	2,2	0,00	0,00	0,00	1,9	23,5	0,2	0,0003	0,0027	100
2020	79,2	2,6	0,00	0,00	0,00	1,9	15,0	1,3	0,0005	0,0090	100
2021	77,6	3,5	0,00	0,00	0,00	1,9	16,9	0,2	0,0003	0,0027	100
2022	64,3	3,0	0,00	0,00	0,00	1,8	29,6	1,3	0,0003	0,0044	100
2023	65,5	2,0	0,00	0,00	0,00	1,6	30,1	0,8	0,0002	0,0013	100

1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

El incremento de la contribución del grupo SNAP 08 se debe a un mayor consumo de gasóleo B y queroseno, y al descenso de las emisiones de los grupos más relevantes antes mencionados. Las emisiones de este grupo disminuyeron un 29% entre 2012 y 2013 (Tabla 12) como consecuencia de la reducción del contenido de azufre del gasóleo B.

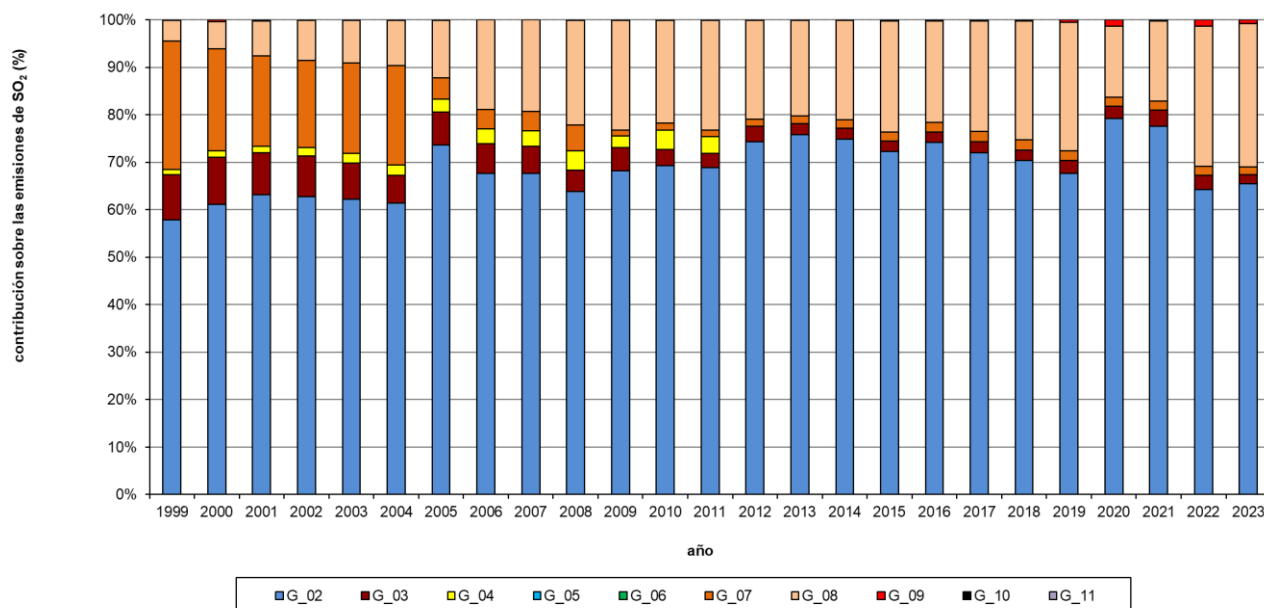


Figura 10. Contribución por grupo SNAP al total de emisiones de SO₂ (%)

En la Tabla 14 y Figura 11 se muestra la evolución de las emisiones de NH₃.

Tabla 14. Emisiones de NH₃ por grupo SNAP (t)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	0,6	0,00	0,00	0,00	5,8	417	0,1	568	47	144	1.183
2000	0,5	0,00	0,00	0,00	6,0	426	0,1	742	44	144	1.363
2005	0,3	0,00	0,00	0,00	6,2	330	0,1	1.181	29	158	1.704
2010	1,5	0,00	0,00	0,00	3,6	207	0,2	1.259	29	164	1.665
2015	2,3	0,00	0,00	0,00	5,6	174	0,2	288	27	157	655
2020	2,7	0,00	0,00	0,00	10,4	123	0,3	365	32	167	700
2021	2,9	0,00	0,00	0,00	10,8	165	0,3	367	32	165	743
2022	3,0	0,00	0,00	0,00	8,4	143	0,3	328	32	164	679
2023	3,5	0,00	0,00	0,00	8,6	131	0,2	364	32	167	707

1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

Las emisiones de este contaminante, en 2023, fueron un 40% menores que las de 1999. Su evolución está claramente condicionada por las emisiones asociadas al compostaje de residuos que se realiza en el Parque Tecnológico de Valdemingómez y en la Planta de compostaje de Migas Calientes. En 2012, los residuos que hasta 2011 se compostaban en la planta de Las Lomas, comenzaron a tratarse mediante metanización en las plantas de Las Dehesas y La Paloma. Desde 2013, esa tendencia a disminuir la cantidad de residuos compostados se confirma, compostándose residuos únicamente en la planta de Las Dehesas y Migas Calientes. A partir de 2016, vuelven a compostarse residuos en la planta de la Paloma y se observa un incremento de emisiones como consecuencia de la mayor entrada de residuos a compostaje.

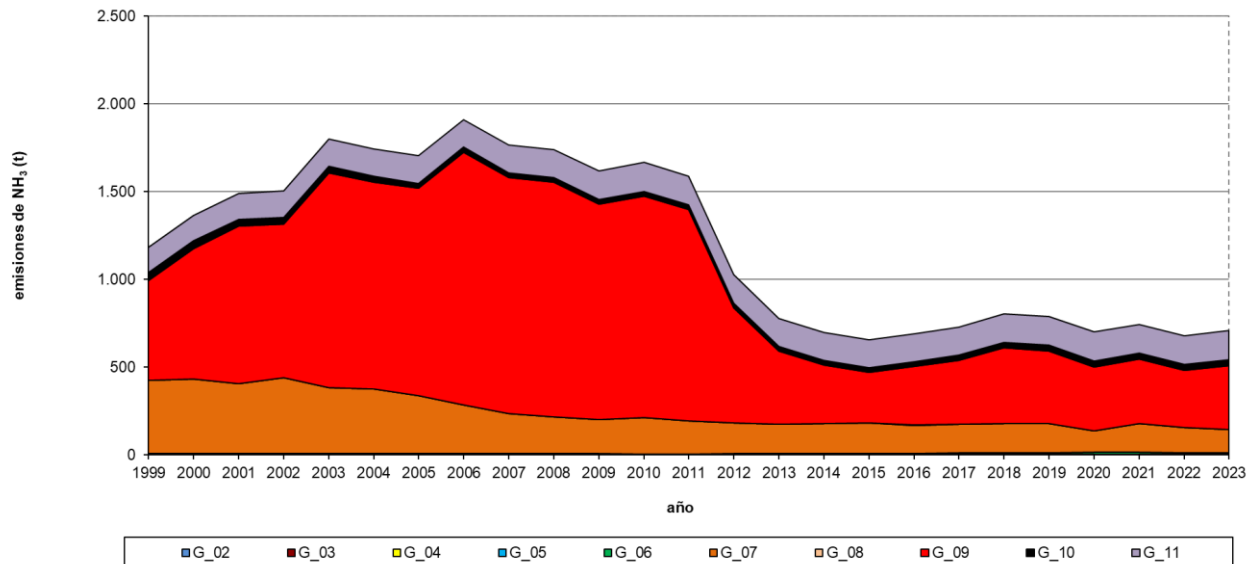


Figura 11. Evolución de las emisiones de NH₃ por grupo SNAP (t)

En la Tabla 15 y Figura 12 se muestra la contribución de cada grupo SNAP a las emisiones de NH₃. Se observa como la contribución del grupo SNAP 09 al total de emisiones aumenta desde el 48% en 1999 al 77% en 2011 para, posteriormente, situarse en un 52% en 2023. Los siguientes grupos más relevantes son el SNAP 07 y 11 que contribuyen con el 19 y el 24%, respectivamente, al total de emisiones de 2023.

Tabla 15. Contribución a las emisiones de NH₃ por grupo SNAP (%)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	0,05	0,00	0,00	0,00	0,49	35,3	0,01	48,0	4,0	12,2	100
2000	0,04	0,00	0,00	0,00	0,44	31,3	0,01	54,4	3,2	10,6	100
2005	0,02	0,00	0,00	0,00	0,36	19,3	0,01	69,3	1,7	9,3	100
2010	0,09	0,00	0,00	0,00	0,22	12,5	0,01	75,6	1,8	9,8	100
2015	0,35	0,00	0,00	0,00	0,86	26,6	0,03	44,0	4,1	24,0	100
2020	0,39	0,00	0,00	0,00	1,49	17,5	0,04	52,2	4,6	23,8	100
2021	0,39	0,00	0,00	0,00	1,45	22,2	0,04	49,5	4,2	22,2	100
2022	0,44	0,00	0,00	0,00	1,23	21,0	0,04	48,3	4,8	24,2	100
2023	0,49	0,00	0,00	0,00	1,21	18,6	0,03	51,5	4,6	23,6	100

1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

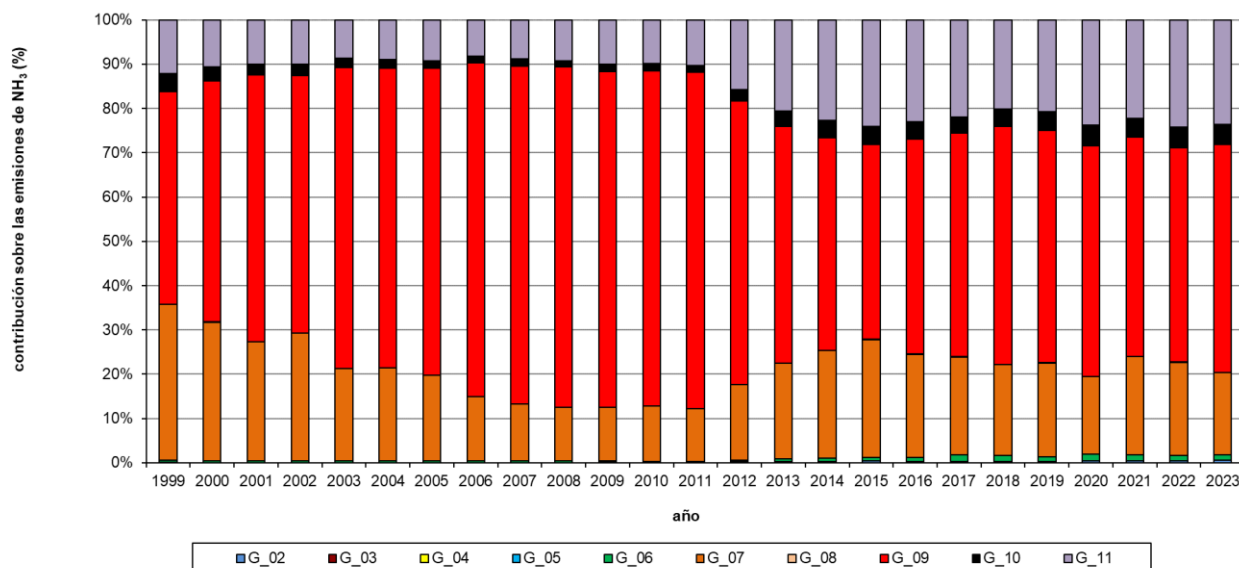


Figura 12. Contribución por grupo SNAP al total de emisiones de NH₃ (%)

3.2.3 Emisiones de contaminantes precursores de ozono troposférico

En este apartado se presentan las emisiones de COVNM y CO (las emisiones de NO_x se han presentado en el apartado anterior).

En la Tabla 16 y Figura 13 se muestra la evolución de las emisiones de COVNM.

Tabla 16. Emisiones de COVNM por grupo SNAP (t)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	885	140	225	1.429	24.606	21.530	166	7	30	2.390	51.407
2000	861	133	226	1.196	25.387	17.726	179	13	25	2.350	48.096
2005	856	79	240	575	21.362	5.773	188	151	17	2.402	31.643
2010	764	224	249	431	14.950	3.004	187	120	14	2.368	22.312
2015	685	218	228	375	12.383	1.709	161	6	14	2.632	18.411
2020	679	168	213	318	10.270	1.141	125	10	16	2.587	15.527
2021	657	203	225	334	10.867	913	146	12	15	2.453	15.826
2022	572	175	233	443	10.431	912	178	8	16	2.700	15.666
2023	560	174	233	474	10.504	858	172	5	16	2.653	15.650

1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

En el periodo 1999-2023, las emisiones totales han descendido un 70%. Especialmente importantes son las reducciones del grupo SNAP 07, próximas al 96%. El grupo SNAP 06 representa el 67% de las emisiones de 2023 (aun habiendo experimentado las emisiones asociadas al mismo una reducción del 57% en el periodo inventariado).

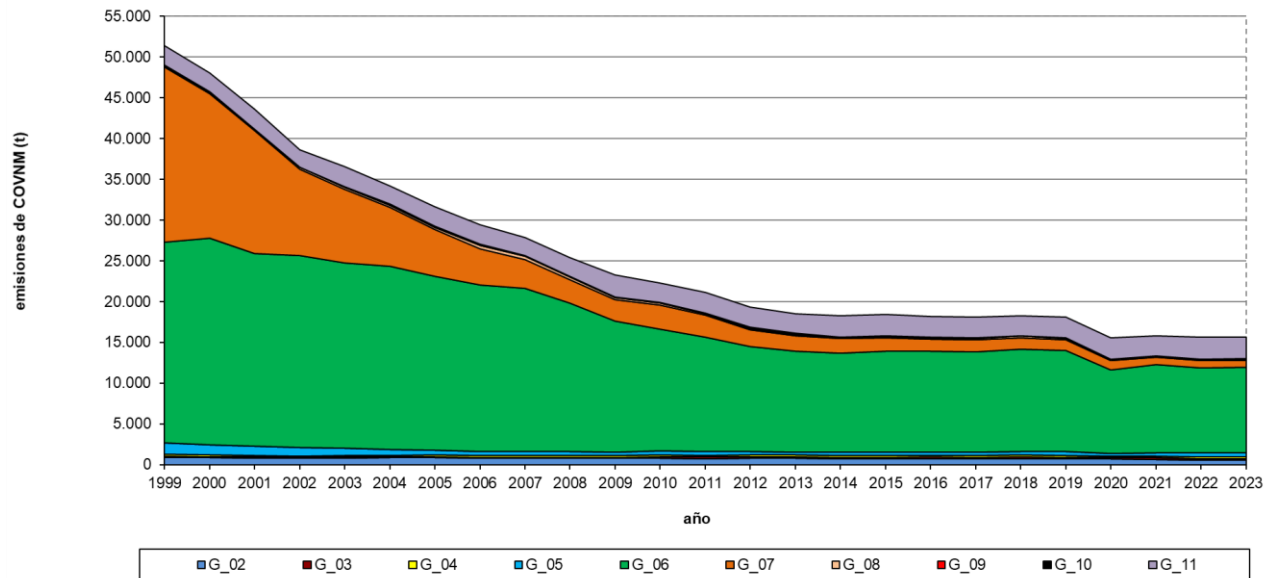


Figura 13. Evolución de las emisiones de COVNM por grupo SNAP (t)

La Tabla 17 y la Figura 14 muestran la contribución relativa de cada uno de los grupos SNAP al total de las emisiones de COVNM. El grupo más relevante es el SNAP 06, aportando entre el 48 y el 72% de las emisiones en el periodo inventariado.

Tabla 17. Contribución a las emisiones de COVNM por grupo SNAP (%)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	1,7	0,3	0,4	2,8	47,9	41,9	0,3	0,01	0,06	4,6	100
2000	1,8	0,3	0,5	2,5	52,8	36,9	0,4	0,03	0,05	4,9	100
2005	2,7	0,2	0,8	1,8	67,5	18,2	0,6	0,48	0,05	7,6	100
2010	3,4	1,0	1,1	1,9	67,0	13,5	0,8	0,54	0,06	10,6	100
2015	3,7	1,2	1,2	2,0	67,3	9,3	0,9	0,03	0,08	14,3	100
2020	4,4	1,1	1,4	2,0	66,1	7,3	0,8	0,07	0,10	16,7	100
2021	4,2	1,3	1,4	2,1	68,7	5,8	0,9	0,07	0,09	15,5	100
2022	3,6	1,1	1,5	2,8	66,6	5,8	1,1	0,05	0,10	17,2	100
2023	3,6	1,1	1,5	3,0	67,1	5,5	1,1	0,03	0,10	17,0	100

1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

Los grupos SNAP 07 y SNAP 11 son los siguientes en importancia, contribuyendo en 2023, con un 5% y un 17% al total de emisiones, respectivamente. El resto de los grupos SNAP, en ningún caso alcanzan el 4% del total de emisiones de COVNM.

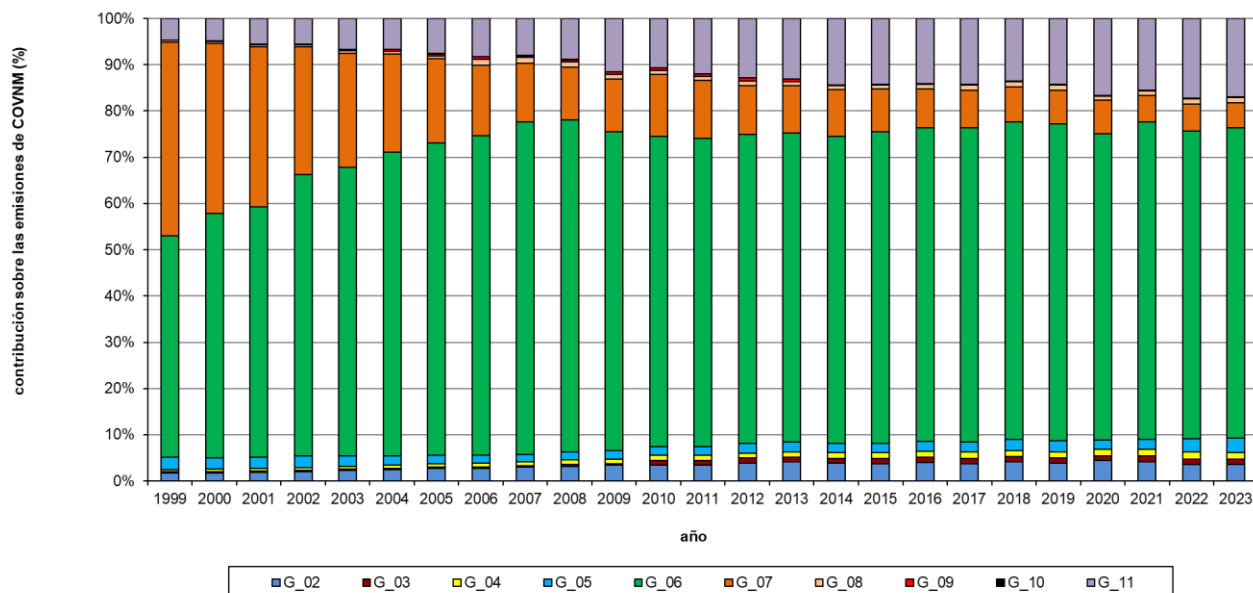


Figura 14. Contribución por grupo SNAP al total de emisiones de COVNM (%)

En la Tabla 18 y Figura 15 se muestran las emisiones de CO. Se aprecia un importante descenso en el periodo inventariado (94%). La mayoría de las emisiones corresponden a los grupos SNAP 07, 08 y 02.

Tabla 18. Emisiones de CO por grupo SNAP (t)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	4.236	337	3.549	0,00	0,00	102.015	2.658	52	45,6	4,2	112.897
2000	3.975	351	4.095	0,00	0,00	84.682	2.749	85	14,1	12,3	95.963
2005	3.020	250	4.470	0,00	0,00	30.976	2.534	986	0,5	4,8	42.242
2010	2.338	1.087	3.745	0,00	0,00	8.799	2.361	897	0,4	0,6	19.229
2015	1.933	1.058	0,15	0,00	0,00	6.197	2.021	275	0,3	3,4	11.488
2020	1.752	788	0,10	0,00	0,00	3.580	1.227	266	0,4	7,8	7.622
2021	1.652	963	0,14	0,00	0,00	2.778	1.592	280	0,3	2,7	7.268
2022	1.342	811	0,13	0,00	0,00	2.692	2.008	219	0,2	3,7	7.077
2023	1.298	810	0,11	0,00	0,00	2.332	2.133	166	0,2	1,2	6.741

1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

Profundizando en los resultados, en la Tabla 19 y en la Figura 16 se muestra la contribución relativa de cada grupo SNAP al total de emisiones. A pesar de que el grupo SNAP 07 sigue copando gran parte de la emisión (un 35% en 2023), su importante descenso en el periodo inventariado (98%) provoca el incremento de la contribución de otros grupos como los SNAP 02 y 08 hasta valores del 20-30%, aproximadamente.

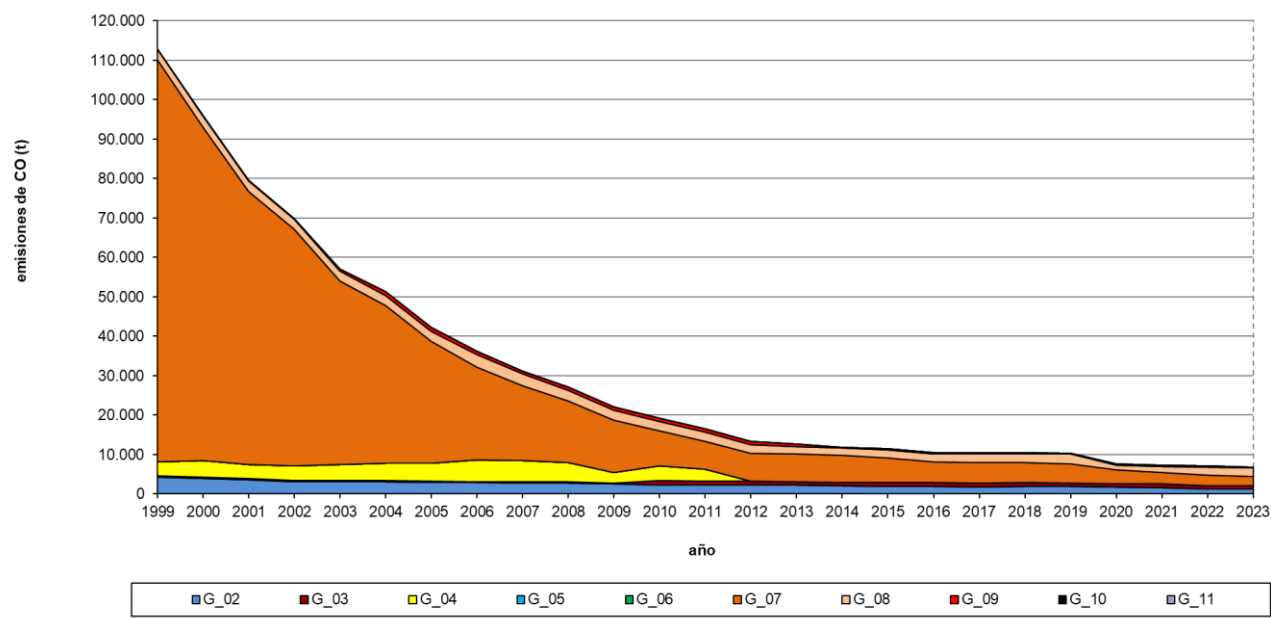


Figura 15. Evolución de las emisiones de CO por grupo SNAP (t)

Como se puede apreciar en la Tabla 18, en 2010 se produjo un importante aumento de las emisiones del grupo SNAP 03 debido a que, a partir de ese año, se consideran los importantes consumos de gas natural de la planta de trigeneración de SAMPOL (satisface las necesidades energéticas de la terminal T4 del aeropuerto Adolfo Suárez Madrid-Barajas).

Las emisiones del grupo SNAP 04 son nulas desde 2012, ya que, como se ha comentado anteriormente, en ese año cesó la actividad de la planta de producción de acero operativa en Madrid.

Tabla 19. Contribución a las emisiones de CO por grupo SNAP (%)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	3,8	0,3	3,1	0,00	0,0	90,4	2,4	0,0	0,040	0,004	100
2000	4,1	0,4	4,3	0,00	0,0	88,2	2,9	0,1	0,015	0,013	100
2005	7,2	0,6	10,6	0,00	0,0	73,3	6,0	2,3	0,001	0,011	100
2010	12,2	5,7	19,5	0,00	0,0	45,8	12,3	4,7	0,002	0,003	100
2015	16,8	9,2	0,0	0,00	0,0	53,9	17,6	2,4	0,003	0,030	100
2020	23,0	10,3	0,0	0,00	0,0	47,0	16,1	3,5	0,005	0,102	100
2021	22,7	13,2	0,0	0,00	0,0	38,2	21,9	3,9	0,004	0,037	100
2022	19,0	11,5	0,0	0,00	0,0	38,0	28,4	3,1	0,003	0,052	100
2023	19,3	12,0	0,0	0,00	0,0	34,6	31,6	2,5	0,003	0,018	100

1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

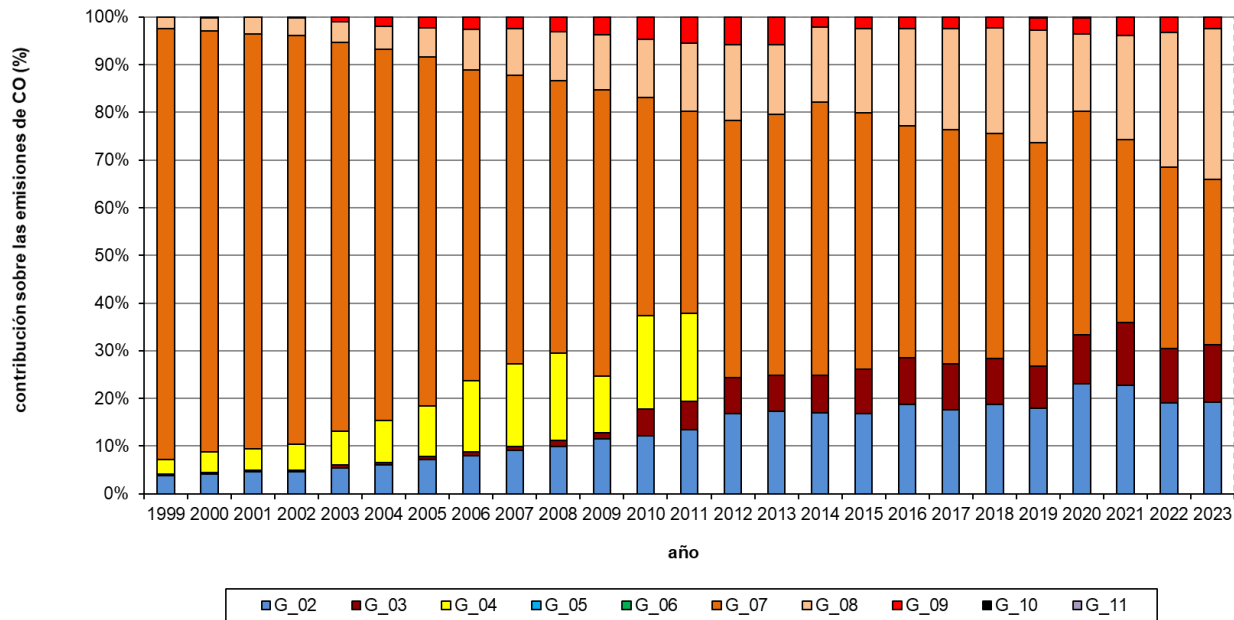


Figura 16. Contribución por grupo SNAP al total de emisiones de CO (%)

3.2.4 Emisiones de material particulado

En la Tabla 20, Tabla 21 y Tabla 22 y en la Figura 17, Figura 18 y Figura 19 se muestran de forma numérica y gráfica las emisiones de PM_{2,5}, PM₁₀ y PST del municipio de Madrid. Las emisiones totales de partículas han descendido, de forma evidente, en el periodo 1999–2023. Concretamente, la reducción estimada para PM_{2,5} se sitúa en el 78% y para las PST en el 71%. Además, se observa que son los grupos SNAP 07 y 02 los que presentan una mayor contribución al total.

Tabla 20. Emisiones de PM_{2,5} por grupo SNAP (t)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	602	60	8,1	0,00	0,00	1.345	49	26	4,5	0,4	2.094
2000	539	54	9,3	0,00	0,00	1.321	52	33	1,9	1,1	2.011
2005	371	23	10,2	0,00	0,00	1.148	49	33	0,7	0,4	1.634
2010	302	12	8,7	0,00	0,00	706	48	20	0,7	0,1	1.097
2015	255	5	0,5	0,00	0,00	501	42	25	0,7	0,3	829
2020	222	5	0,4	0,00	0,00	292	46	24	0,7	0,7	591
2021	200	8	0,5	0,00	0,00	279	50	25	0,7	0,2	564
2022	163	6	0,5	0,00	0,00	237	53	20	0,7	0,3	480
2023	178	4	0,4	0,00	0,00	221	45	16	0,7	0,1	466

1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

Tabla 21. Emisiones de PM₁₀ por grupo SNAP (t)¹

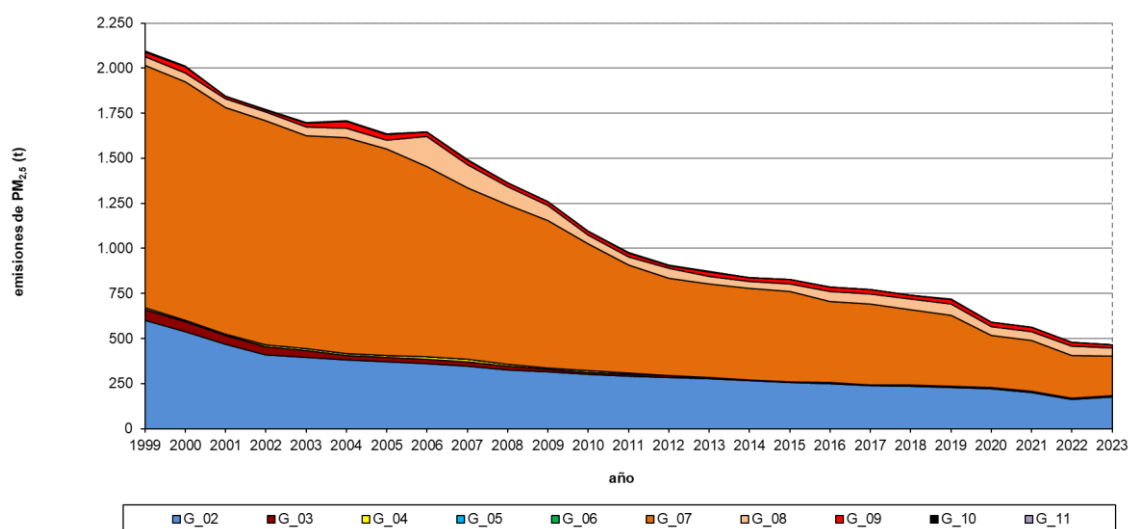
Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	627	63	15	0,00	0,00	1.575	49	26	8,3	0,4	2.364
2000	562	58	16	0,00	0,00	1.555	52	33	5,5	1,3	2.283
2005	385	23	16	0,00	0,00	1.409	49	33	4,2	0,5	1.920
2010	310	12	15	0,00	0,00	935	48	21	4,1	0,1	1.345
2015	262	5	4	0,00	0,00	707	42	25	4,1	0,4	1.049
2020	226	5	4	0,00	0,00	435	46	25	4,1	0,8	745
2021	210	8	4	0,00	0,00	446	50	25	4,1	0,3	747
2022	170	6	3	0,00	0,00	358	53	20	4,1	0,4	615
2023	186	4	4	0,00	0,00	340	45	15	4,1	0,1	598

1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

Tabla 22. Emisiones de PST por grupo SNAP (t)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	647	71	50	0,00	0,00	1.815	50	26	13	0,7	2.672
2000	580	64	52	0,00	0,00	1.801	53	33	10	2,0	2.595
2005	397	23	44	0,00	0,00	1.684	50	33	7	0,8	2.238
2010	318	12	44	0,00	0,00	1.164	49	21	7	0,1	1.615
2015	268	5	20	0,00	0,00	922	43	25	7	0,6	1.290
2020	231	5	22	0,00	0,00	588	47	25	7	1,3	925
2021	214	8	20	0,00	0,00	624	50	25	7	0,4	948
2022	173	6	14	0,00	0,00	499	53	20	7	0,6	773
2023	189	4	23	0,00	0,00	478	46	16	7	0,2	763

G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

**Figura 17. Evolución de las emisiones de PM_{2,5} por grupo SNAP (t)**

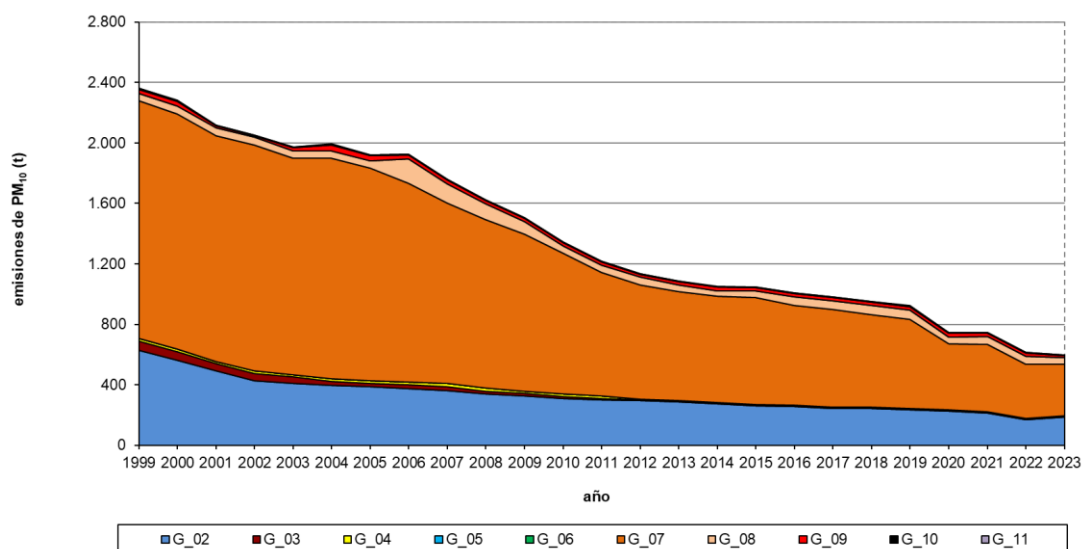


Figura 18. Evolución de las emisiones de PM₁₀ por grupo SNAP (t)

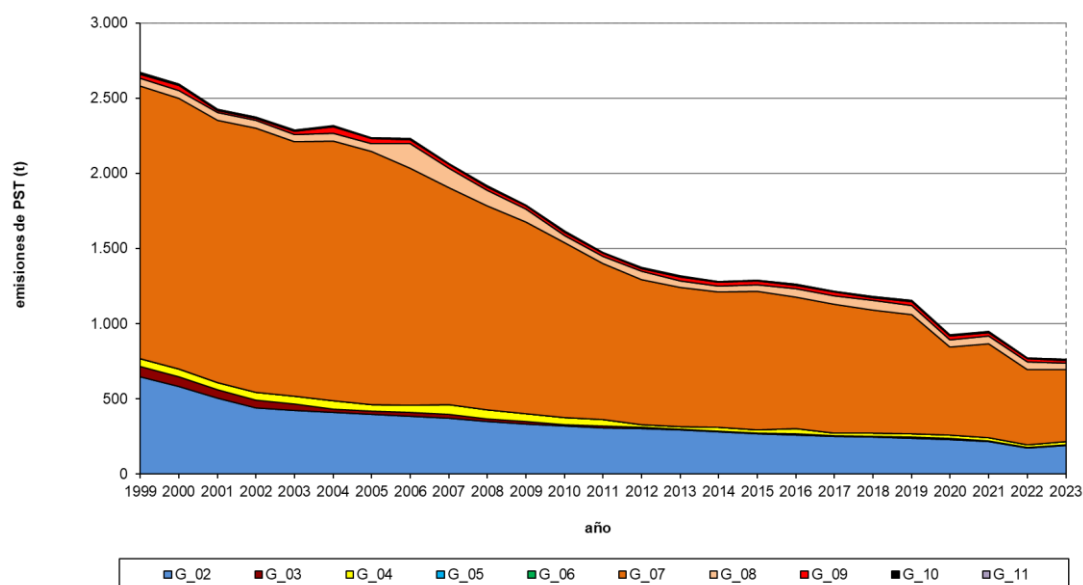


Figura 19. Evolución de las emisiones de PST por grupo SNAP (t)

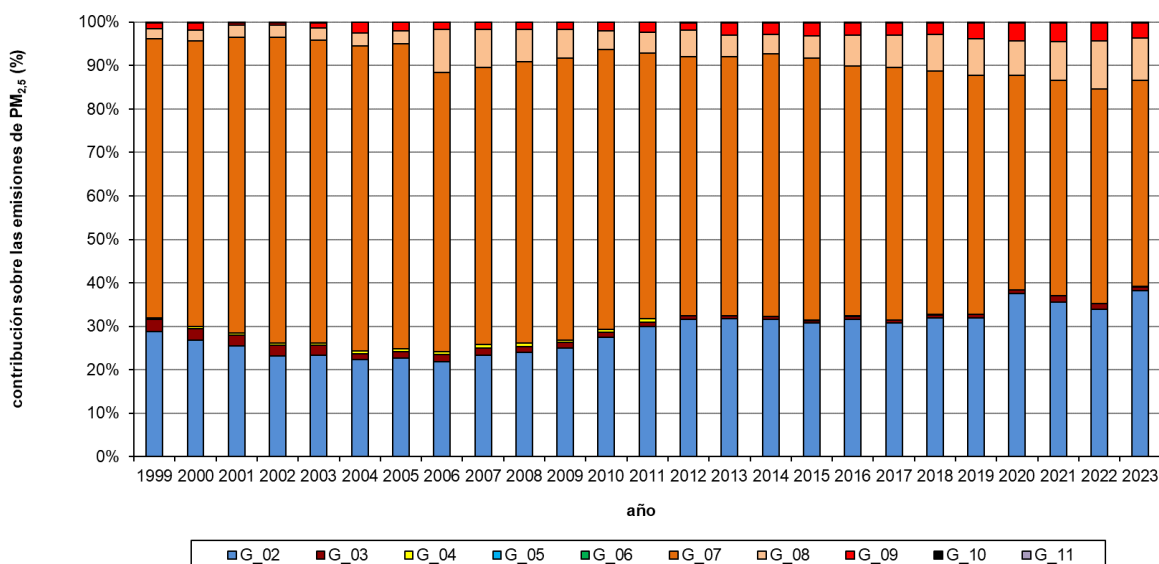
Centrando el análisis en las emisiones de PM_{2,5} debido a su mayor impacto sobre la salud, en la Tabla 23 y Figura 20 se muestra la contribución relativa de cada grupo SNAP al total de emisiones.

Tabla 23. Contribución a las emisiones de PM_{2,5} por grupo SNAP (%)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	28,8	2,9	0,4	0,0	0,0	64,2	2,3	1,2	0,21	0,02	100
2000	26,8	2,7	0,5	0,0	0,0	65,7	2,6	1,6	0,09	0,05	100
2005	22,7	1,4	0,6	0,0	0,0	70,2	3,0	2,0	0,04	0,03	100
2010	27,5	1,1	0,8	0,0	0,0	64,3	4,4	1,9	0,06	0,01	100
2015	30,8	0,6	0,1	0,0	0,0	60,4	5,1	3,0	0,08	0,04	100
2020	37,5	0,8	0,1	0,0	0,0	49,5	7,8	4,1	0,12	0,11	100
2021	35,6	1,4	0,1	0,0	0,0	49,5	8,8	4,4	0,12	0,04	100
2022	34,0	1,2	0,1	0,0	0,0	49,4	11,0	4,2	0,14	0,07	100
2023	38,2	0,8	0,1	0,0	0,0	47,6	9,7	3,5	0,14	0,02	100

1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

Es el grupo SNAP 07 el que contribuye de forma mayoritaria, siendo su aportación en 2023 igual al 48%. El siguiente grupo en importancia es el SNAP 02, que supone el 38% de las emisiones en 2023. Las emisiones de PM_{2,5} en este grupo siguen una tendencia decreciente en todo el periodo inventariado. Sin embargo, la contribución del SNAP 02 sobre este tipo de material particulado es ligeramente mayor en los últimos años debido a que las emisiones del grupo SNAP 07 han disminuido de una forma más evidente, lo que se traduce en una menor contribución del transporte por carretera en las emisiones totales. En relación con el resto de grupos SNAP, el grupo SNAP 08 contribuye con un 10% del total en 2023, siendo la contribución del resto de grupos poco significativa.

**Figura 20. Contribución por grupo SNAP al total de emisiones de PM_{2,5} (%)**

3.3 Emisiones agregadas por sector de actividad

A continuación, se presentan las emisiones del municipio de Madrid agregadas por sector de actividad, de forma consistente con el Balance Energético del municipio de Madrid. Así, la Tabla 24 recoge la equivalencia entre sectores de actividad y grupos SNAP.

Además, dada su relevancia en la definición de políticas y medidas municipales, para el caso de la emisión de GEI, el sector “RCI” se divide en “Residencial” (subgrupo SNAP 02.01) y “Servicios (Comercial/Institucional)”.

Tabla 24. Agrupación sectorial

SECTOR de ACTIVIDAD	Grupos SNAP
RCI (Residencial/Comercial/Institucional)	02
<i>Residencial</i>	<i>02.01</i>
<i>Servicios (Comercial/Institucional)</i>	<i>02.02</i>
Industria	03 y 04
Transporte rodado	07
Otros modos de transporte	08
Tratamiento de residuos (incluyendo tratamiento de aguas residuales)	09
Otros	05, 06, 10 y 11

3.3.1 Emisiones de GEI por sectores

Tabla 25. Emisiones GEI por sector*

AÑO	Residencial	Servicios (Comercial/Institucional)	Industria	Transporte rodado	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos	Otros	TOTAL
kt CO₂ equivalente								
1999	1.897	699	623	4.010	675	1.537	383	9.823
2000	1.764	787	579	4.050	742	1.555	460	9.936
2005	1.799	896	482	4.196	728	1.032	858	9.991
2010	1.671	702	381	3.268	726	1.026	1.118	8.893
2015	1.439	606	374	2.836	658	643	631	7.187
2020	1.456	631	381	2.022	405	742	334	5.971
2021	1.429	610	410	2.285	497	812	340	6.381
2022	1.246	544	417	1.868	703	666	384	5.828
2023	1.139	487	420	1.801	756	671	345	5.619
Contribución porcentual al total (%)								
1999	19,3	7,1	6,3	40,8	6,9	15,6	3,9	100
2000	17,8	7,9	5,8	40,8	7,5	15,7	4,6	100
2005	18,0	9,0	4,8	42,0	7,3	10,3	8,6	100
2010	18,8	7,9	4,3	36,7	8,2	11,5	12,6	100
2015	20,0	8,4	5,2	39,5	9,2	8,9	8,8	100
2020	24,4	10,6	6,4	33,9	6,8	12,4	5,6	100
2021	22,4	9,6	6,4	35,8	7,8	12,7	5,3	100
2022	21,3	9,3	7,2	32,0	12,1	11,4	6,5	100
2023	20,3	8,7	7,5	32,0	13,5	11,9	6,1	100

(*) No se incluyen las absorciones de CO₂ de la naturaleza (grupo SNAP 11)

3.3.2 Emisiones de CO₂ por sectoresTabla 26. Emisiones de CO₂ por sector* (kt)

AÑO	RCI	Industria	Transporte rodado	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos	Otros	TOTAL
Emisiones							
1999	2.584	617	3.919	669	182	73	8.045
2000	2.540	572	3.960	735	188	76	8.071
2005	2.685	477	4.144	720	383	67	8.476
2010	2.362	359	3.236	718	409	46	7.130
2015	2.035	352	2.809	651	165	38	6.050
2020	2.076	364	2.003	401	273	32	5.148
2021	2.028	390	2.264	491	364	33	5.571
2022	1.780	400	1.848	696	221	32	4.978
2023	1.616	403	1.782	748	221	33	4.803
Contribución porcentual al total (%)							
1999	32,1	7,7	48,7	8,3	2,3	0,9	100
2000	31,5	7,1	49,1	9,1	2,3	0,9	100
2005	31,7	5,6	48,9	8,5	4,5	0,8	100
2010	33,1	5,0	45,4	10,1	5,7	0,6	100
2015	33,6	5,8	46,4	10,8	2,7	0,6	100
2020	40,3	7,1	38,9	7,8	5,3	0,6	100
2021	36,4	7,0	40,6	8,8	6,5	0,6	100
2022	35,8	8,0	37,1	14,0	4,4	0,7	100
2023	33,6	8,4	37,1	15,6	4,6	0,7	100

(*) No se incluyen las absorciones de CO₂ de la naturaleza (grupo SNAP 11)3.3.3 Emisiones de CH₄ por sectoresTabla 27. Emisiones de CH₄ por sector (t)

AÑO	RCI	Industria	Transporte rodado	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos	Otros	TOTAL
Emisiones							
1999	278	122	957	21	45.036	1.215	47.628
2000	266	140	838	23	45.326	1.216	47.809
2005	268	114	461	26	18.878	1.069	20.817
2010	286	734	198	26	17.557	1.074	19.875
2015	284	716	129	22	13.764	1.025	15.940
2020	301	522	124	12	13.406	1.109	15.474
2021	306	642	133	16	12.546	1.138	14.781
2022	284	535	114	22	12.684	1.071	14.710
2023	290	534	127	24	12.912	1.012	14.900
Contribución porcentual al total (%)							
1999	0,6	0,3	2,0	0,0	94,6	2,6	100
2000	0,6	0,3	1,8	0,0	94,8	2,5	100
2005	1,3	0,5	2,2	0,1	90,7	5,1	100
2010	1,4	3,7	1,0	0,1	88,3	5,4	100
2015	1,8	4,5	0,8	0,1	86,3	6,4	100
2020	1,9	3,4	0,8	0,1	86,6	7,2	100
2021	2,1	4,3	0,9	0,1	84,9	7,7	100
2022	1,9	3,6	0,8	0,2	86,2	7,3	100
2023	1,9	3,6	0,9	0,2	86,7	6,8	100

3.3.4 Emisiones de N₂O por sectoresTabla 28. Emisiones de N₂O por sector (t)

AÑO	RCI	Industria	Transporte rodado	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos	Otros	TOTAL
Emisiones							
1999	15	11	240	20	355	228	868
2000	13	10	249	23	371	224	891
2005	11	9	146	26	453	204	849
2010	10	7	100	27	475	204	822
2015	8	7	90	23	349	91	569
2020	8	7	60	15	354	102	546
2021	8	7	64	19	362	98	557
2022	7	7	61	25	337	101	538
2023	7	7	58	26	336	96	530
Contribución porcentual al total (%)							
1999	1,7	1,2	27,6	2,3	40,9	26,2	100
2000	1,5	1,2	28,0	2,6	41,6	25,1	100
2005	1,3	1,1	17,2	3,1	53,4	24,0	100
2010	1,2	0,9	12,1	3,3	57,8	24,8	100
2015	1,5	1,2	15,9	4,1	61,3	16,0	100
2020	1,5	1,2	11,0	2,8	64,9	18,6	100
2021	1,4	1,3	11,5	3,4	65,0	17,5	100
2022	1,2	1,3	11,3	4,7	62,6	18,8	100
2023	1,3	1,4	10,9	4,9	63,4	18,1	100

3.3.5 Emisiones de NO_x por sectoresTabla 29. Emisiones de NO_x por sector (t)

AÑO	RCI	Industria	Transporte rodado	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos	Otros	TOTAL
Emisiones							
1999	2.855	1.925	21.830	2.979	592	20	30.201
2000	2.845	1.820	21.315	3.317	606	19	29.923
2005	3.059	1.049	19.293	3.411	1.544	18	28.374
2010	2.669	1.172	11.336	3.487	1.093	17	19.773
2015	2.305	1.023	8.422	3.163	245	18	15.177
2020	2.339	851	4.919	2.045	475	18	10.648
2021	2.295	1.015	4.390	2.457	503	18	10.678
2022	2.000	917	4.380	3.430	306	19	11.052
2023	1.824	921	3.962	3.654	138	19	10.518
Contribución porcentual al total (%)							
1999	9,5	6,4	72,3	9,9	2,0	0,1	100
2000	9,5	6,1	71,2	11,1	2,0	0,1	100
2005	10,8	3,7	68,0	12,0	5,4	0,1	100
2010	13,5	5,9	57,3	17,6	5,5	0,1	100
2015	15,2	6,7	55,5	20,8	1,6	0,1	100
2020	22,0	8,0	46,2	19,2	4,5	0,2	100
2021	21,5	9,5	41,1	23,0	4,7	0,2	100
2022	18,1	8,3	39,6	31,0	2,8	0,2	100
2023	17,3	8,8	37,7	34,7	1,3	0,2	100

3.3.6 Emisiones de SO₂ por sectoresTabla 30. Emisiones de SO₂ por sector (t)

AÑO	RCI	Industria	Transporte rodado	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos	Otros	TOTAL
Emisiones							
1999	2.653	487	1.242	200	4	0	4.586
2000	2.353	433	827	224	12	0	3.848
2005	1.577	208	97	260	1	0	2.142
2010	826	89	19	257	1	0	1.192
2015	622	19	16	202	1	0	860
2020	463	15	11	87	8	0	584
2021	531	24	13	116	1	0	684
2022	365	17	10	168	7	0	568
2023	399	12	10	183	5	0	609
Contribución porcentual al total (%)							
1999	57,8	10,6	27,1	4,4	0,1	0,0	100
2000	61,1	11,3	21,5	5,8	0,3	0,0	100
2005	73,6	9,7	4,5	12,1	0,1	0,0	100
2010	69,3	7,5	1,6	21,6	0,1	0,0	100
2015	72,3	2,2	1,9	23,5	0,2	0,0	100
2020	79,2	2,6	1,9	15,0	1,3	0,0	100
2021	77,6	3,5	1,9	16,9	0,2	0,0	100
2022	64,3	3,0	1,8	29,6	1,3	0,0	100
2023	65,5	2,0	1,6	30,1	0,8	0,0	100

3.3.7 Emisiones de NH₃ por sectoresTabla 31. Emisiones de NH₃ por sector (t)

AÑO	RCI	Industria	Transporte rodado	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos	Otros	TOTAL
Emisiones							
1999	1	0	417	0	568	197	1.183
2000	1	0	426	0	742	194	1.363
2005	0	0	330	0	1.181	193	1.704
2010	2	0	207	0	1.259	197	1.665
2015	2	0	174	0	288	190	655
2020	3	0	123	0	365	209	700
2021	3	0	165	0	367	208	743
2022	3	0	143	0	328	205	679
2023	3	0	131	0	364	208	707
Contribución porcentual al total (%)							
1999	0,1	0,0	35,3	0,0	48,0	16,6	100
2000	0,0	0,0	31,3	0,0	54,4	14,3	100
2005	0,0	0,0	19,3	0,0	69,3	11,3	100
2010	0,1	0,0	12,5	0,0	75,6	11,8	100
2015	0,4	0,0	26,6	0,0	44,0	29,0	100
2020	0,4	0,0	17,5	0,0	52,2	29,9	100
2021	0,4	0,0	22,2	0,0	49,5	27,9	100
2022	0,4	0,0	21,0	0,0	48,3	30,2	100
2023	0,5	0,0	18,6	0,0	51,5	29,4	100

3.3.8 Emisiones de COVNM por sectores

Tabla 32. Emisiones de COVNM por sector (t)

AÑO	RCI	Industria	Transporte rodado	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos	Otros	TOTAL
Emisiones							
1999	885	365	21.530	166	7	28.455	51.407
2000	861	359	17.726	179	13	28.958	48.096
2005	856	319	5.773	188	151	24.356	31.643
2010	764	474	3.004	187	120	17.763	22.312
2015	685	446	1.709	161	6	15.404	18.411
2020	679	381	1.141	125	10	13.190	15.527
2021	657	428	913	146	12	13.669	15.826
2022	572	407	912	178	8	13.590	15.666
2023	560	407	858	172	5	13.648	15.650
Contribución porcentual al total (%)							
1999	1,7	0,7	41,9	0,3	0,0	55,4	100
2000	1,8	0,7	36,9	0,4	0,0	60,2	100
2005	2,7	1,0	18,2	0,6	0,5	77,0	100
2010	3,4	2,1	13,5	0,8	0,5	79,6	100
2015	3,7	2,4	9,3	0,9	0,0	83,7	100
2020	4,4	2,5	7,3	0,8	0,1	85,0	100
2021	4,2	2,7	5,8	0,9	0,1	86,4	100
2022	3,6	2,6	5,8	1,1	0,0	86,8	100
2023	3,6	2,6	5,5	1,1	0,0	87,2	100

3.3.9 Emisiones de CO por sectores

Tabla 33. Emisiones de CO por sector (t)

AÑO	RCI	Industria	Transporte rodado	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos	Otros	TOTAL
Emisiones							
1999	4.236	3.886	102.015	2.658	52	50	112.897
2000	3.975	4.446	84.682	2.749	85	26	95.963
2005	3.020	4.721	30.976	2.534	986	5	42.242
2010	2.338	4.833	8.799	2.361	897	1	19.229
2015	1.933	1.058	6.197	2.021	275	4	11.488
2020	1.752	788	3.580	1.227	266	8	7.622
2021	1.652	963	2.778	1.592	280	3	7.268
2022	1.342	812	2.692	2.008	219	4	7.077
2023	1.298	810	2.332	2.133	166	1	6.741
Contribución porcentual al total (%)							
1999	3,8	3,4	90,4	2,4	0,0	0,0	100
2000	4,1	4,6	88,2	2,9	0,1	0,0	100
2005	7,2	11,2	73,3	6,0	2,3	0,0	100
2010	12,2	25,1	45,8	12,3	4,7	0,0	100
2015	16,8	9,2	53,9	17,6	2,4	0,0	100
2020	23,0	10,3	47,0	16,1	3,5	0,1	100
2021	22,7	13,3	38,2	21,9	3,9	0,0	100
2022	19,0	11,5	38,0	28,4	3,1	0,1	100
2023	19,3	12,0	34,6	31,6	2,5	0,0	100

3.3.10 Emisiones de PM_{2,5} por sectores**Tabla 34. Emisiones de PM_{2,5} por sector (t)**

AÑO	RCI	Industria	Transporte rodado	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos	Otros	TOTAL
Emisiones							
1999	602	68	1.345	49	26	5	2.094
2000	539	64	1.321	52	33	3	2.011
2005	371	33	1.148	49	33	1	1.634
2010	302	21	706	48	20	1	1.097
2015	255	5	501	42	25	1	829
2020	222	5	292	46	24	1	591
2021	200	9	279	50	25	1	564
2022	163	6	237	53	20	1	480
2023	178	4	221	45	16	1	466
Contribución porcentual al total (%)							
1999	28,8	3,2	64,2	2,3	1,2	0,2	100
2000	26,8	3,2	65,7	2,6	1,6	0,1	100
2005	22,7	2,0	70,2	3,0	2,0	0,1	100
2010	27,5	1,9	64,3	4,4	1,9	0,1	100
2015	30,8	0,7	60,4	5,1	3,0	0,1	100
2020	37,5	0,9	49,4	7,8	4,1	0,2	100
2021	35,6	1,5	49,5	8,8	4,4	0,2	100
2022	34,0	1,3	49,4	11,0	4,2	0,2	100
2023	38,2	0,9	47,6	9,7	3,5	0,2	100

3.3.11 Emisiones de PM₁₀ por sectores**Tabla 35. Emisiones de PM₁₀ por sector (t)**

AÑO	RCI	Industria	Transporte rodado	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos	Otros	TOTAL
Emisiones							
1999	627	78	1.575	49	26	9	2.364
2000	562	74	1.555	52	33	7	2.283
2005	385	39	1.409	49	33	5	1.920
2010	310	27	935	48	21	4	1.345
2015	262	9	707	42	25	4	1.049
2020	226	8	435	46	25	5	745
2021	210	12	446	50	25	4	747
2022	170	9	358	53	20	5	615
2023	186	8	340	45	15	4	598
Contribución porcentual al total (%)							
1999	26,5	3,3	66,6	2,1	1,1	0,4	100
2000	24,6	3,2	68,1	2,3	1,4	0,3	100
2005	20,1	2,0	73,4	2,5	1,7	0,2	100
2010	23,1	2,0	69,5	3,6	1,5	0,3	100
2015	24,9	0,8	67,4	4,0	2,4	0,4	100
2020	30,3	1,1	58,4	6,2	3,3	0,7	100
2021	28,2	1,6	59,7	6,7	3,3	0,6	100
2022	27,7	1,4	58,3	8,6	3,3	0,7	100
2023	31,0	1,3	56,9	7,6	2,5	0,7	100

3.3.12 Emisiones de PST por sectores**Tabla 36. Emisiones de PST por sector (t)**

AÑO	RCI	Industria	Transporte rodado	Otros modos de transporte	Tratamiento de residuos	Otros	TOTAL
Emisiones							
1999	647	120	1.815	50	26	14	2.672
2000	580	116	1.801	53	33	12	2.595
2005	397	67	1.684	50	33	8	2.238
2010	318	56	1.164	49	21	7	1.615
2015	268	24	922	43	25	7	1.290
2020	231	26	588	47	25	8	925
2021	214	28	624	50	25	7	948
2022	173	20	499	53	20	7	773
2023	189	27	478	46	16	7	763
Contribución porcentual al total (%)							
1999	24,2	4,5	67,9	1,9	1,0	0,5	100
2000	22,4	4,5	69,4	2,0	1,3	0,5	100
2005	17,7	3,0	75,3	2,2	1,5	0,4	100
2010	19,7	3,5	72,1	3,0	1,3	0,4	100
2015	20,8	1,9	71,5	3,3	2,0	0,6	100
2020	25,0	2,9	63,6	5,0	2,7	0,9	100
2021	22,6	3,0	65,8	5,3	2,6	0,8	100
2022	22,3	2,6	64,6	6,9	2,6	1,0	100
2023	24,7	3,6	62,7	6,0	2,2	0,9	100

4 ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DE LAS EMISIONES POR GRUPO SNAP

4.1 SNAP 02 “Plantas de combustión no industrial”

El grupo SNAP 02 “Plantas de combustión no industrial” es relevante en cuanto a las emisiones de CO, CO₂, NO_x, SO₂ y material particulado. Sus emisiones se muestran en la Tabla 37 y Tabla 38.

Tabla 37. Emisiones totales del grupo SNAP 02

Año	CH ₄ t	CO t	CO ₂ kt	COVNM t	N ₂ O t	NH ₃ t	NO _x t	PM ₁₀ t	PM _{2.5} t	SO ₂ t	PST t	BC t
1999	278	4.236	2.584	885	15	1	2.855	627	602	2.653	647	175
2000	266	3.975	2.540	861	13	1	2.845	562	539	2.353	580	149
2005	268	3.020	2.685	856	11	0	3.059	385	371	1.577	397	106
2010	286	2.338	2.362	764	10	2	2.669	310	302	826	318	93
2015	284	1.933	2.035	685	8	2	2.305	262	255	622	268	78
2020	301	1.752	2.076	679	8	3	2.339	226	222	463	231	68
2021	306	1.652	2.028	657	8	3	2.295	210	200	531	214	61
2022	284	1.342	1.780	572	7	3	2.000	170	163	365	173	51
2023	290	1.298	1.616	560	7	3	1.824	186	178	399	189	56

Las emisiones de este grupo presentan, en general, una tendencia decreciente. La fluctuación en las emisiones se debe, principalmente, al mayor o menor consumo de gas natural en cada año y al consumo de combustibles singulares (como la biomasa, cuyo consumo es ascendente, y el carbón cuyo consumo es descendente y nulo desde 2022) que determinan las emisiones de determinados compuestos como el material particulado y el dióxido de azufre.

En relación con las emisiones de GEI asociadas a este grupo (Tabla 38 y Figura 21) se observa que, en 2023, fueron un 37% inferiores a las de 1999, siendo las emisiones de CO₂ responsables de prácticamente la totalidad de este impacto.

Tabla 38. Emisiones de GEI del grupo SNAP 02 (kt CO₂ equivalente)

Año	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	TOTAL
1999	8	2.584	4	2.595
2000	7	2.540	4	2.551
2005	8	2.685	3	2.695
2010	8	2.362	3	2.373
2015	8	2.035	2	2.046
2020	8	2.076	2	2.087
2021	9	2.028	2	2.038
2022	8	1.780	2	1.790
2023	8	1.616	2	1.626

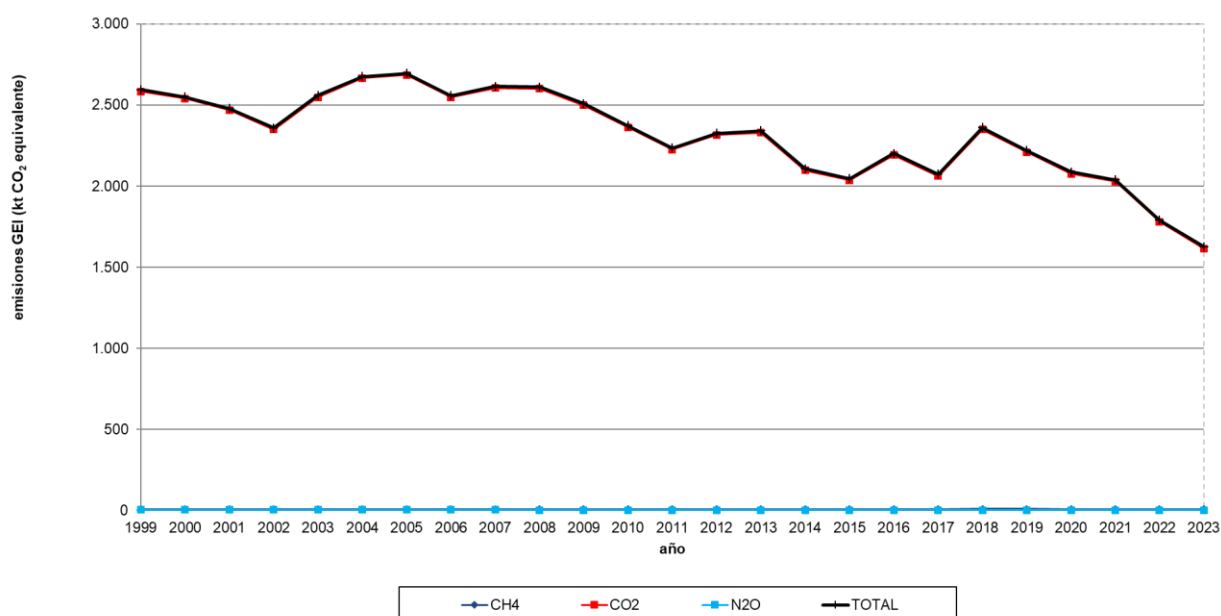


Figura 21. Evolución de las emisiones de GEI del grupo SNAP 02 (kt CO₂ equivalente)

Las emisiones de CO y SO_x en el periodo 1999–2023 disminuyeron un 69 y un 85%, respectivamente. Esta reducción de emisiones está relacionada con la mejora tecnológica de los equipos de combustión y con un cambio en los combustibles empleados. En relación con este último aspecto, cabe señalar que se ha producido un descenso del consumo de carbón y otros combustibles en beneficio del gas natural. Como ejemplo, en el periodo 1999–2023, el consumo de gas natural ha pasado de suponer el 50% de la energía combustible total consumida por el grupo, al 80%, mientras que, la contribución de carbón ha pasado del 7% a no presentar contribución (nulo desde 2022). Las emisiones específicas por unidad de energía son menores en el caso del gas natural que en el de otros combustibles, como el carbón, lo que implica un descenso de las emisiones de estos dos contaminantes, pero también de otros como CO₂ y NO_x.

En el caso de las PM_{2,5}, PM₁₀ y PST, las emisiones disminuyeron alrededor de un 70% en el periodo 1999-2023. La biomasa comienza a introducirse como fuente energética a partir de 2006. Si bien se trata de un combustible que presenta factores de emisión de partículas algo superiores al resto de los empleados en el sector, su baja contribución en términos energéticos sobre el total del sector (menos del 1% del consumo de energía final en el sector en 2023), se ve compensada por el descenso de consumo de otros combustibles (carbón y el gasóleo) y no ha supuesto un cambio en la tendencia decreciente de las emisiones de material particulado en el periodo inventariado.

4.2 SNAP 03 “Plantas de combustión industrial”

En la Tabla 39 y Tabla 40 se muestran las emisiones del grupo SNAP 03 “Plantas de combustión industrial”. Las principales emisiones de este grupo son GEI y sustancias acidificantes, aunque, en ningún caso, se encuentra entre los más emisores del municipio de Madrid. Su máxima contribución en 2023 corresponde a las emisiones de CO y NO_x, que suponen un 12 y un 9% del total municipal, respectivamente.

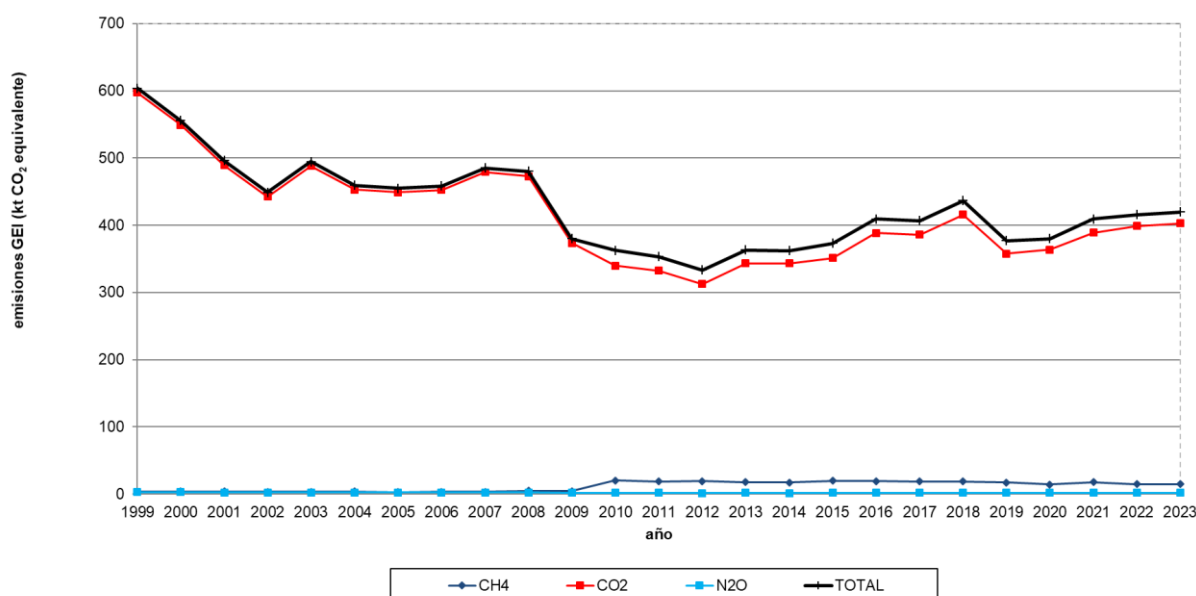
Tabla 39. Emisiones totales del grupo SNAP 03

Año	CH ₄ t	CO t	CO ₂ kt	COVNM t	N ₂ O t	NH ₃ t	NO _x t	PM ₁₀ t	PM _{2.5} t	SO ₂ t	PST t	BC t
1999	122	337	598	140	11	0,00	1.854	63	60	441	71	33
2000	140	351	549	133	10	0,00	1.738	58	54	380	64	30
2005	114	250	449	79	9	0,00	959	23	23	149	23	12
2010	734	1.087	340	224	7	0,00	1.097	12	12	41	12	6
2015	716	1.058	351	218	7	0,00	1.023	5	5	19	5	2
2020	522	788	364	168	7	0,00	851	5	5	15	5	2
2021	642	963	389	203	7	0,00	1.015	8	8	24	8	4
2022	535	811	399	175	7	0,00	917	6	6	17	6	2
2023	534	810	403	174	7	0,00	921	4	4	12	4	1

En la Tabla 40 y Figura 22 se observa que las emisiones de GEI han disminuido un 31% en el periodo 1999–2023 y están compuestas, prácticamente, por CO₂. El aumento de emisiones producido desde 2012 se explica por un incremento en el consumo de gas natural.

Tabla 40. Emisiones de GEI del grupo SNAP 03 (kt CO₂ equivalente)

Año	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	TOTAL
1999	3	598	3	604
2000	4	549	3	556
2005	3	449	2	455
2010	21	340	2	363
2015	20	351	2	373
2020	15	364	2	380
2021	18	389	2	409
2022	15	399	2	416
2023	15	403	2	420

**Figura 22. Evolución de las emisiones de GEI del grupo SNAP 03 (kt CO₂ equivalente)**

Entre los años 1999 y 2009, las emisiones de la mayoría de los contaminantes decrecieron. Esto se debe, por una parte, a la reubicación de ciertas instalaciones industriales que anteriormente se encontraban en el término municipal de Madrid, y, por otra, a factores como el cambio de combustible empleado y el descenso del nivel de actividad de algunas de las instalaciones que permanecen activas. A pesar de que esta tendencia continuó en 2010 y 2012, en estos años se observa un importante

aumento de las emisiones, principalmente CH₄, CO y COVNM. Esto se debe a que a partir de 2010 se consideran los importantes consumos de gas natural de la planta de trigeneración de SAMPOL, cuyos motogeneradores, además, presentan un nivel de emisión de CH₄, CO y COVNM superior al de otros sistemas de combustión (calderas o turbinas). Esta planta consta de seis motores para generar energía térmica (calor y frío) y energía eléctrica que se suministra a la Terminal 4 del aeropuerto de Adolfo Suárez Madrid-Barajas.

4.3 SNAP 04 “Procesos industriales sin combustión”

En la Tabla 41 y Tabla 42 se muestran las emisiones del grupo SNAP 04 “Procesos industriales sin combustión”. Este grupo SNAP es poco relevante para la mayoría de los contaminantes evaluados. Hasta 2011, el compuesto más importante de entre los emitidos por este grupo era el CO (18% de las emisiones municipales de ese año). Sin embargo, el cierre en 2012 de la única planta de producción de acero en horno eléctrico del municipio propició que las emisiones de este contaminante pasaran a ser también muy poco significativas.

Tabla 41. Emisiones totales del grupo SNAP 04

Año	CH ₄ t	CO t	CO ₂ kt	COVNM t	N ₂ O t	NH ₃ t	NO _x t	PM ₁₀ t	PM _{2,5} t	SO ₂ t	PST t	BC t
1999	0,00	3.549	19,2	225	0,00	0,00	71	15	8,1	46	50	0,04
2000	0,00	4.095	23,3	226	0,00	0,00	82	16	9,3	53	52	0,04
2005	0,00	4.470	27,4	240	0,00	0,00	89	16	10,2	58	44	0,04
2010	0,00	3.745	19,0	249	0,00	0,00	75	15	8,7	49	44	0,04
2015	0,00	0,15	1,0	228	0,00	0,00	0,00	4	0,5	0	20	0,00
2020	0,00	0,10	0,6	213	0,00	0,00	0,00	4	0,4	0	22	0,01
2021	0,00	0,14	1,0	225	0,00	0,00	0,00	4	0,5	0	20	0,00
2022	0,00	0,13	1,0	233	0,00	0,00	0,00	3	0,5	0	14	0,00
2023	0,00	0,11	0,5	233	0,00	0,00	0,00	4	0,4	0	23	0,01

Tabla 42. Emisiones de GEI del grupo SNAP 04 (kt CO₂ equivalente)

Año	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	TOTAL
1999	0,00	19,2	0,00	19,2
2000	0,00	23,3	0,00	23,3
2005	0,00	27,4	0,00	27,4
2010	0,00	19,0	0,00	19,0
2015	0,00	1,0	0,00	1,0
2020	0,00	0,6	0,00	0,6
2021	0,00	1,0	0,00	1,0
2022	0,00	1,0	0,00	1,0
2023	0,00	0,5	0,00	0,5

Las emisiones de la mayoría de los contaminantes a partir de 2012 son nulas como consecuencia del mencionado cese en la producción de acero (Figura 23). Con relación al CO y CO₂, únicamente se producen mínimas emisiones asociadas a la fabricación de materiales asfálticos para impermeabilización de tejados y al uso de carbonato sódico. Las emisiones de COVNM de este grupo en 2023, producidas prácticamente en su totalidad por la producción de pan, son prácticamente iguales a las de 1999.



Figura 23. Evolución de las emisiones de GEI del grupo SNAP 04 (kt CO₂ equivalente)

4.4 SNAP 05 “Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica”

En la Tabla 43 y Tabla 44 se muestran las emisiones del grupo SNAP 05 “Extracción y distribución de combustibles fósiles y energía geotérmica”. Como se puede apreciar, este grupo únicamente produce emisiones de CH₄, CO₂ y COVNM que, en ningún caso, presentan una contribución relevante al total de emisiones del municipio. Concretamente, las emisiones de CH₄ y COVNM suponen, respectivamente, el 4 y el 3% de las emisiones totales en 2023. Las emisiones de CO₂ son prácticamente insignificantes.

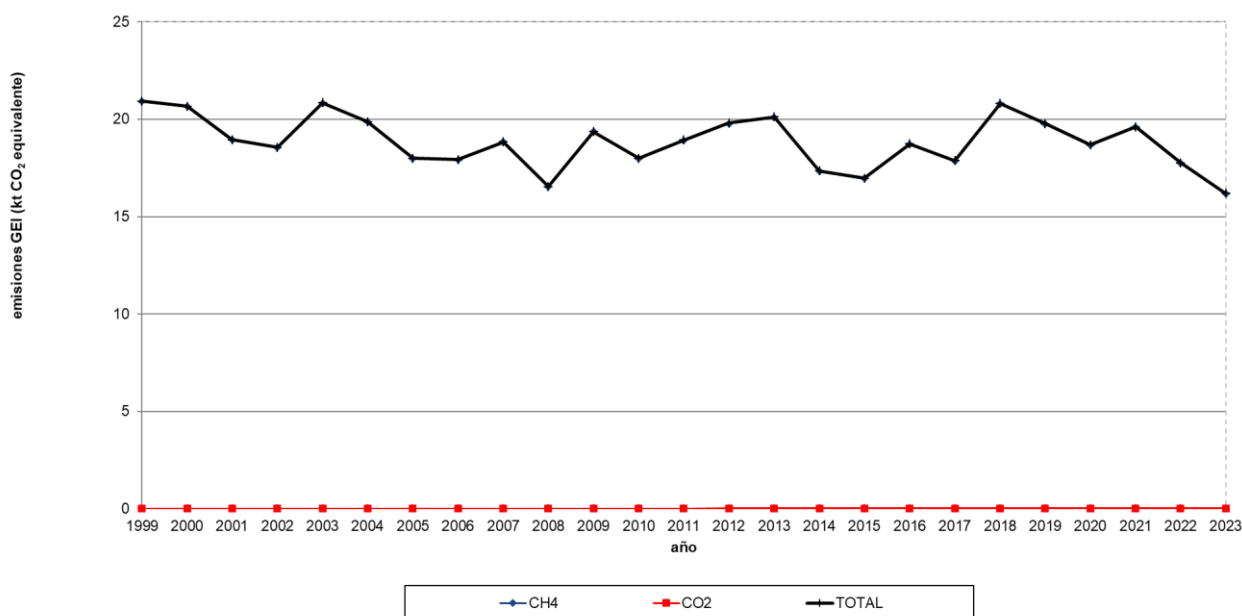
Tabla 43. Emisiones totales del grupo SNAP 05

Año	CH ₄ t	CO t	CO ₂ kt	COVNM t	N ₂ O t	NH ₃ t	NO _x t	PM ₁₀ t	PM _{2,5} t	SO ₂ t	PST t	BC t
1999	747	0,00	0,003	1.429	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	738	0,00	0,010	1.196	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2005	643	0,00	0,006	575	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2010	643	0,00	0,009	431	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2015	605	0,00	0,015	375	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2020	667	0,00	0,017	318	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2021	700	0,00	0,018	334	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2022	634	0,00	0,016	443	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2023	578	0,00	0,015	474	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Las emisiones de GEI en 2023 fueron un 23% menores que en 1999. Asimismo, se puede apreciar que la práctica totalidad de estas se deben a CH₄ (Figura 24). El ligero descenso en las emisiones de este compuesto se explica, fundamentalmente, por una reducción progresiva del coeficiente de pérdidas de la red de distribución de gas natural del municipio. Este factor depende de la longitud de la red, de sus características constructivas y de la presión de trabajo.

Tabla 44. Emisiones de GEI del grupo SNAP 05 (kt CO₂ equivalente)

Año	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	TOTAL
1999	20,9	0,003	0,00	20,9
2000	20,7	0,010	0,00	20,7
2005	18,0	0,006	0,00	18,0
2010	18,0	0,009	0,00	18,0
2015	16,9	0,015	0,00	17,0
2020	18,7	0,017	0,00	18,7
2021	19,6	0,018	0,00	19,6
2022	17,8	0,016	0,00	17,8
2023	16,2	0,015	0,00	16,2

**Figura 24. Evolución de las emisiones de GEI del grupo SNAP 05 (kt CO₂ equivalente)**

Las emisiones de COVNM disminuyeron entre 1999 y 2023 un 67%, como consecuencia, entre otros, de la progresiva implementación de sistemas de control de emisiones en depósitos logísticos de combustible (tanto para el almacenamiento propiamente dicho como en las operaciones de carga y descarga de éstos), en las estaciones de servicio y en los propios vehículos (aumento de la presencia de canister en mayor número de vehículos gasolina).

4.5 SNAP 06 “Uso de disolventes y otros productos”

El grupo SNAP 06 “Uso de disolventes y otros productos” es relevante en relación con las emisiones de COVNM (67% de las emisiones totales en 2023) y compuestos fluorados (HFC, PFC y SF₆), siendo el único grupo donde se producen emisiones de estos últimos. En la Tabla 45, Tabla 46 y Figura 25 se muestran las emisiones del grupo.

Tabla 45. Emisiones totales del grupo SNAP 06

Año	CO ₂	COVNM	HFC-125	HFC-134a	HFC-143a	HFC-152a	HFC-227ea	HFC-23	HFC-236fa	HFC-32	N ₂ O	NH ₃	PFC-116	PFC-218	PFC-410	SF ₆
	kt	t	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	t	t	kg	kg	kg	kg
1999	73	24.606	18.396	57.662	14.384	0,00	92	223	1,1	4.730	220	6	0,04	0,2	1,9	278
2000	76	25.387	27.027	72.170	19.798	0,00	106	300	0,9	7.909	216	6	0,07	0,3	1,7	285
2005	67	21.362	75.399	147.042	50.162	0,00	372	595	0,5	25.691	199	6	0,24	1,9	1,0	435
2010	46	14.950	121.677	189.049	64.385	0,00	837	625	0,3	34.102	199	4	0,32	4,4	0,6	592
2015	38	12.383	66.328	127.113	25.014	164	1.408	477	0,2	27.667	87	6	3,32	46,6	0,3	607
2020	32	10.270	23.379	86.121	4.640	75	877	297	0,1	20.371	97	10	2,22	39,7	0,2	667
2021	33	10.867	24.091	87.616	4.242	49	769	266	0,1	22.707	93	11	2,03	169,8	0,2	674
2022	32	10.431	32.010	99.265	3.886	35	683	239	0,1	35.255	96	8	2,23	96,7	0,2	681
2023	33	10.504	31.104	73.352	1.376	21	613	215	0,1	54.450	91	9	0,40	0,1	0,1	680

En 2023, las emisiones de GEI son prácticamente idénticas a las de 1999. Hasta 2008, se observa una tendencia creciente (aumento del 404% respecto a 1999). En el periodo 2008-2014 hay una estabilización de las emisiones, y a partir de 2014 la tendencia es decreciente. Este hecho se debe, fundamentalmente, a la variación en la utilización de hidrocarburos halogenados en los equipos de refrigeración y aire acondicionado. Una fuente de crecimiento en la emisión de HFC se encuentra en su utilización en los equipos de extinción de incendios, si bien, la cantidad emitida es menor (en 2023, las emisiones de HFC de los equipos de extinción de incendios supusieron aproximadamente el 2% de las emisiones de HFC debidas a equipos de refrigeración y aire acondicionado, en términos de CO₂ equivalente).

Las emisiones de SF₆ también han aumentado de forma importante entre 1999 y 2023 (144%) contribuyendo en 2023 al 5% de las emisiones totales de GEI del grupo.

Tabla 46. Emisiones de GEI del grupo SNAP 06 (kt CO₂ equivalente)

Año	CH ₄	CO ₂	HFC	N ₂ O	PFC	SF ₆	TOTAL
1999	0,00	73	209	58	0,0	7	347
2000	0,00	76	284	57	0,0	7	424
2005	0,00	67	697	53	0,0	10	827
2010	0,00	46	974	53	0,0	14	1.087
2015	0,00	38	525	23	0,5	14	601
2020	0,00	32	229	26	0,4	16	302
2021	0,00	33	232	25	1,5	16	307
2022	0,00	32	278	26	0,9	16	353
2023	0,00	33	242	24	0,0	16	315

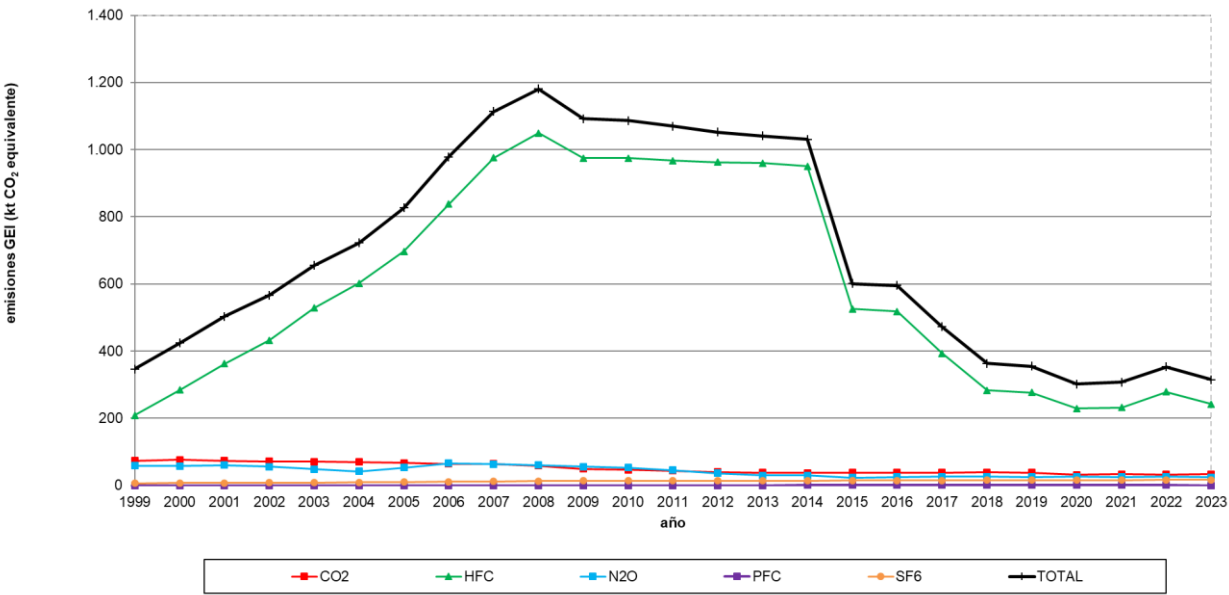


Figura 25. Evolución de las emisiones de GEI del grupo SNAP 06 (kt CO₂ equivalente)

En lo relativo a las emisiones de COVNM, éstas han disminuido en el periodo inventariado un 57%. Este descenso se debe, fundamentalmente, a la progresiva utilización de pinturas, tintas, barnices y productos de renovación del acabado de vehículos con menor contenido en disolventes, en virtud de la legislación existente al respecto.

4.6 SNAP 07 “Transporte por carretera”

El transporte por carretera es especialmente relevante en cuanto a las emisiones de CO, NO_x, CO₂ y material particulado, contribuyendo de forma notable a la concentración de los principales contaminantes atmosféricos responsables de la calidad del aire urbano, tales como NO₂, PM₁₀ y PM_{2.5}. La Tabla 47 y la Tabla 48 reflejan las emisiones totales y GEI del grupo.

Tabla 47. Emisiones totales del grupo SNAP 07

Año	CH ₄ t	CO t	CO ₂ kt	COVNM t	N ₂ O t	NH ₃ t	NO _x t	PM ₁₀ t	PM _{2.5} t	SO ₂ t	PST t	BC t
1999	957	102.015	3.919	21.530	240	417	21.830	1.575	1.345	1.242	1.815	968
2000	838	84.682	3.960	17.726	249	426	21.315	1.555	1.321	827	1.801	945
2005	461	30.976	4.144	5.773	146	330	19.293	1.409	1.148	97	1.684	793
2010	198	8.799	3.236	3.004	100	207	11.336	935	706	19	1.164	442
2015	129	6.197	2.809	1.709	90	174	8.422	707	501	16	922	266
2020	124	3.580	2.003	1.141	60	123	4.919	435	292	11	588	129
2021	133	2.778	2.264	913	64	165	4.390	446	279	13	624	103
2022	114	2.692	1.848	912	61	143	4.380	358	237	10	499	99
2023	127	2.332	1.782	858	58	131	3.962	340	221	10	478	89

Tabla 48. Emisiones de GEI del grupo SNAP 07 (kt CO₂ equivalente)

Año	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	TOTAL
1999	27	3.919	64	4.010
2000	23	3.960	66	4.050
2005	13	4.144	39	4.196
2010	6	3.236	26	3.268
2015	4	2.809	24	2.836
2020	3	2.003	16	2.022
2021	4	2.264	17	2.285
2022	3	1.848	16	1.868
2023	4	1.782	15	1.801

El Estudio del Parque Circulante de la Ciudad de Madrid, en sus ediciones 2013, 2017, 2022 y 2024 elaborado por el equipo de la F2I2-UPM para el Ayuntamiento de Madrid, y el modelo de tráfico del Ayuntamiento de Madrid (año 2023), son las dos fuentes de información básicas utilizadas en el cálculo de las emisiones del tráfico rodado:

- El estudio del Parque Circulante proporciona información sobre la composición de la flota de vehículos que circula por la ciudad: distribución porcentual de los recorridos totales realizados por tipología de vehículo o sector (turismo, ligero, pesado, autobús, ciclomotor, motocicleta y taxi), subsector (combustible y cilindrada) y tecnología de reducción de emisiones, de acuerdo con la metodología EMEP/EEA (modelo COPERT). En las bases metodológicas del estudio, la ciudad de Madrid queda dividida en cinco zonas de acuerdo con su variabilidad en cuanto a condiciones del tráfico: interior M30/Calle30 (zona A), M30/Calle30 (B), entre M30/Calle30 y M40 (C), M40 (D) y exterior de la M40 (E). En el último estudio se han incluido dos subzonas adicionales correspondientes a las Zonas de Bajas Emisiones de Especial Protección de Centro y Plaza Elíptica.
- El modelo de tráfico del Ayuntamiento de Madrid proporciona información sobre las condiciones del tráfico en las cinco zonas anteriormente descritas (recorridos totales y velocidades medias por zona)

Las emisiones de GEI del SNAP 07 han disminuido un 55% en el periodo inventariado (Figura 26). En 2023, el sector generó el 32% de las emisiones totales de GEI, siendo el principal foco de emisión de GEI junto con el sector RCI (SNAP 02), cuya contribución es del 29%. El descenso acumulado en la serie histórica de GEI se debe a la reducción de las emisiones de CO₂, que es consecuencia de la concurrencia de los siguientes factores:

- Penetración de tecnologías con menores o nulas tasas de emisión por kilómetro recorrido (vehículos eléctricos o híbridos) y redistribución de los recorridos (estudio del Parque Circulante) hacia tipologías de vehículos (motocicletas y ciclomotores) y motorizaciones/tecnologías de combustión menos intensivas en consumo de carburante (distribución diésel/gasolina y por cilindrada)
- Mejoras asociadas al transporte público municipal, tanto en lo que concierne al sector del taxi como a los autobuses de la Empresa Municipal de Transportes (EMT):
 - sector del taxi: las políticas municipales y autonómicas de promoción del vehículo eléctrico, híbrido y de otros combustibles alternativos tipo gases licuados del petróleo, han tenido gran acogida y su grado de penetración sigue aumentando

- EMT: ha priorizado la compra de vehículos de gas natural comprimido, teniendo además una flota de autobuses eléctricos, abandonando progresivamente el diésel.

Todos estos factores contribuyen, en mayor o menor medida, a la reducción de emisiones de GEI (y de todos los contaminantes) durante todo el periodo inventariado, donde se verifica la reducción del 55% anteriormente mencionada.

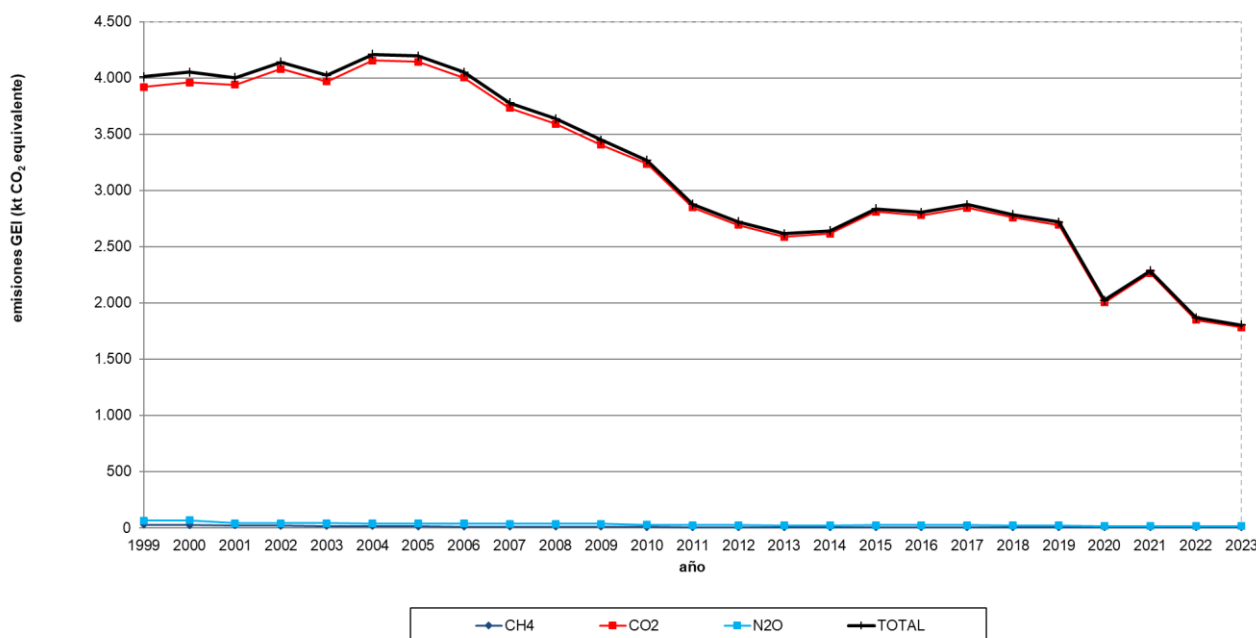


Figura 26. Evolución de las emisiones de GEI del grupo SNAP 07 (kt CO₂ equivalente)

En cuanto a la emisión del resto de contaminantes para los que el SNAP 07 es relevante (NO_x, CO, material particulado), en el periodo 1999-2023 las emisiones de NO_x se redujeron un 82%, las de CO un 98%, y las de PM_{2,5} un 84%.

La variación de las emisiones de SO₂ está ligada a la reducción del contenido en azufre de los carburantes empleados en el sector, de ahí su elevada disminución en el periodo 1999-2009, como consecuencia de la aplicación de los contenidos máximos recogidos en la legislación vigente para cada año. A partir del 2009, el contenido en azufre de los carburantes se ha mantenido constante, de ahí que las emisiones apenas desciendan. Su evolución está ligada a la evolución del uso de combustibles fósiles.

4.7 SNAP 08 “Otros modos de transporte y maquinaria móvil”

En la Tabla 49 y Tabla 50 se muestran las emisiones del grupo SNAP 08, relevante en relación con las emisiones de CO, CO₂, NO_x y SO₂. Estas emisiones contribuyeron, en 2023, al 32, 16, 35 y 30% del total de emisiones municipales, respectivamente.

Tabla 49. Emisiones totales del grupo SNAP 08

Año	CH ₄ t	CO t	CO ₂ kt	COVNM t	N ₂ O t	NH ₃ t	NO _x t	PM ₁₀ t	PM _{2,5} t	SO ₂ t	PST t	BC t
1999	21	2.658	669	166	20	0,10	2.979	49	49	200	50	26
2000	23	2.749	735	179	23	0,10	3.317	52	52	224	53	28
2005	26	2.534	720	188	26	0,14	3.411	49	49	260	50	28
2010	26	2.361	718	187	27	0,17	3.487	48	48	257	49	29
2015	22	2.021	651	161	23	0,19	3.163	42	42	202	43	25
2020	12	1.227	401	125	15	0,28	2.045	46	46	87	47	28
2021	16	1.592	491	146	19	0,30	2.457	50	50	116	50	31
2022	22	2.008	696	178	25	0,29	3.430	53	53	168	53	32
2023	24	2.133	748	172	26	0,23	3.654	45	45	183	46	27

La evolución de las emisiones de este grupo SNAP está muy determinada por las emisiones de los aeropuertos de Adolfo Suárez Madrid-Barajas y Cuatro Vientos (se recuerda que únicamente se incluyen las emisiones asociadas a las operaciones de aterrizaje y despegue, ciclo CAD). De hecho, en 2023, las emisiones de los aeropuertos supusieron el 88% de las emisiones de GEI del grupo, el 89% de las de CO, el 83% de las de NO_x y prácticamente la totalidad de las de SO₂. Comparando los resultados de 1999 y 2023, se observa que las emisiones de GEI en 2023 son un 12% superiores a las de 1999. En años intermedios del periodo inventariado las emisiones crecieron como consecuencia del aumento del tráfico aéreo hasta 2008 (especialmente el tráfico internacional) y al incremento, a partir del año 2006, del consumo de gasóleo B en el grupo SNAP. El consumo de este combustible, computado en las distintas actividades SNAP del grupo, se toma del Balance Energético Municipal 2006-2023, cuya fuente es EXOLUM (antigua Compañía Logística de Hidrocarburos, CLH), quien proporciona datos desde 2006. Para los años anteriores a esa fecha, no se dispone de tal información, por lo que se han mantenido los consumos que recogía el Inventario municipal 1999-2009, lo que explica el importante aumento de emisiones registrado en 2006 (Figura 29). Del año 2008 en adelante, se produjo un descenso de emisiones como consecuencia de la reducción de la actividad aeroportuaria, así como del consumo de combustible en el ferrocarril y en la gran mayoría de las actividades integrantes de este grupo SNAP. Desde 2014, la tendencia vuelve a ser creciente debido al aumento de la actividad aeroportuaria (cerca del 4% promedio anual hasta el año 2019). En 2020 y 2021, las condiciones excepcionales provocadas por la situación de pandemia de la COVID-19 propiciaron un considerable descenso de las emisiones.

En relación con el SO₂, las emisiones en 2023 son un 8% inferiores a las de 1999. Esta reducción es extremadamente significativa, principalmente debido a la reducción del contenido de azufre del gasóleo B.

Tabla 50. Emisiones de GEI del grupo SNAP 08 (kt CO₂ equivalente)

Año	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	TOTAL
1999	0,6	669	5,4	675
2000	0,7	735	6,1	742
2005	0,7	720	6,9	728
2010	0,7	718	7,1	726
2015	0,6	651	6,2	658
2020	0,3	401	4,0	405
2021	0,4	491	5,0	497
2022	0,6	696	6,7	703
2023	0,7	748	6,9	756

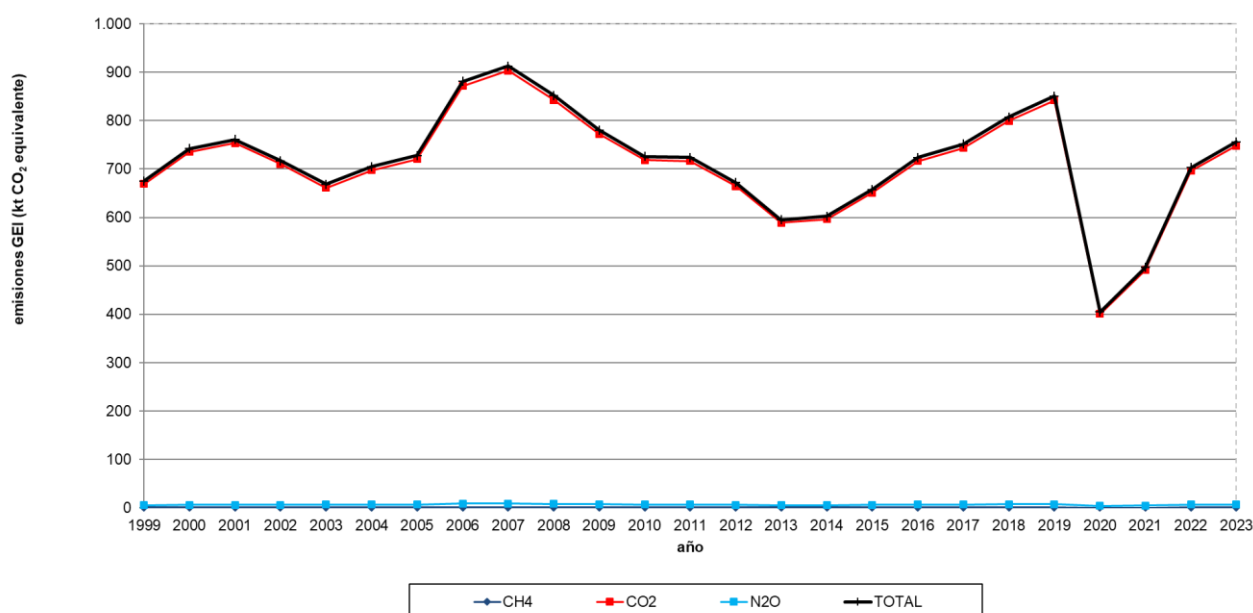


Figura 27. Evolución de las emisiones de GEI del grupo SNAP 08 (kt CO₂ equivalente)

4.8 SNAP 09 “Tratamiento y eliminación de residuos”

El grupo SNAP 09 “Tratamiento y eliminación de residuos” engloba las emisiones derivadas de la incineración de residuos y cadáveres, vertederos, producción de compost, metanización, tratamiento de aguas residuales y secado de lodos de depuradora. Este grupo es especialmente relevante desde el punto de vista de las emisiones de CH₄, N₂O y NH₃. Concretamente, en 2023, fue responsable del 87% del total de emisiones municipales de CH₄, del 63% de las de N₂O y del 52% de las de NH₃ (Tabla 51).

Respecto a la emisión de GEI (Tabla 52 y Figura 28), su total disminuye un 56% en el periodo inventariado. Esta reducción se hace evidente a partir de 2003, año en el que empieza a aprovecharse energéticamente el biogás generado en el vertedero clausurado de Valdemingómez, lo que supone una importante reducción de las emisiones de metano.

Las emisiones de N₂O, producidas en su mayoría durante el tratamiento de aguas residuales y, en menor cuantía, en los procesos de compostaje, tienen una tendencia creciente hasta 2011, como consecuencia del crecimiento de las estaciones depuradoras operativas y de los residuos tratados aeróbicamente. Desde ese año, las emisiones han disminuido paulatinamente, manteniéndose similares en 2023 respecto a 1999. Esto es debido a que gran parte de los residuos orgánicos se están gestionando mediante metanización.

Las emisiones de CO₂ en el periodo 1999-2023 han sufrido importantes variaciones. A partir de 2002 se observa un aumento debido a la utilización de gas natural en el proceso de secado térmico de los lodos en las EDAR Sur y Butarque. El descenso de emisiones a partir de 2012 se explica, en gran medida, por un menor consumo de gas natural en el secado de lodos y la reducción de la cantidad de residuos incinerada en 2013, lo que explica, al mismo tiempo, la reducción de emisiones de NO_x en ese año. Debido al cese de consumo de gas natural en el secado de lodos en 2014, las emisiones de

NO_x disminuyen considerablemente hasta el año 2018, donde hay un repunte a causa de la reactivación de la planta de la EDAR Sur. Como resultado de todo lo anterior, las emisiones de CO₂ en 2023 son un 21% superiores a las de 1999.

Tabla 51. Emisiones totales del grupo SNAP 09

Año	CH ₄ t	CO t	CO ₂ kt	COVNM t	N ₂ O t	NH ₃ t	NO _x t	PM ₁₀ t	PM _{2,5} t	SO ₂ t	PST t	BC t
1999	45.036	52	182	7,4	355	568	592	26	26	3,6	26	1,04
2000	45.326	85	188	12,5	371	742	606	33	33	12,0	33	1,40
2005	18.878	986	383	151,2	453	1.181	1.544	33	33	1,1	33	0,49
2010	17.557	897	409	120,2	475	1.259	1.093	21	20	0,7	21	0,08
2015	13.764	275	165	6,0	349	288	245	25	25	1,3	25	0,02
2020	13.406	266	273	10,5	354	365	475	25	24	7,6	25	0,08
2021	12.546	280	364	11,7	362	367	503	25	25	1,3	25	0,02
2022	12.684	219	221	7,6	337	328	306	20	20	7,3	20	0,03
2023	12.912	166	221	5,0	336	364	138	15	16	4,8	16	0,15

Tabla 52. Emisiones de GEI del grupo SNAP 09 (kt CO₂ equivalente)

Año	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	TOTAL
1999	1.261	182	94	1.537
2000	1.269	188	98	1.555
2005	529	383	120	1.032
2010	492	409	126	1.026
2015	385	165	92	643
2020	375	273	94	742
2021	351	364	96	812
2022	355	221	89	666
2023	362	221	89	671

En lo relativo a las emisiones de sustancias acidificantes, las emisiones de NH₃ en 2023 fueron un 36% inferiores a las de 1999, debido al importante descenso ocurrido desde 2011 como consecuencia de la supresión de la fase de compostaje en la planta de las Lomas (en 2012) y en la planta de la Paloma (en 2013). En 2016, se reinició la actividad de compostaje en la planta de La Paloma y, con ello, se observa un aumento de emisiones de NH₃.

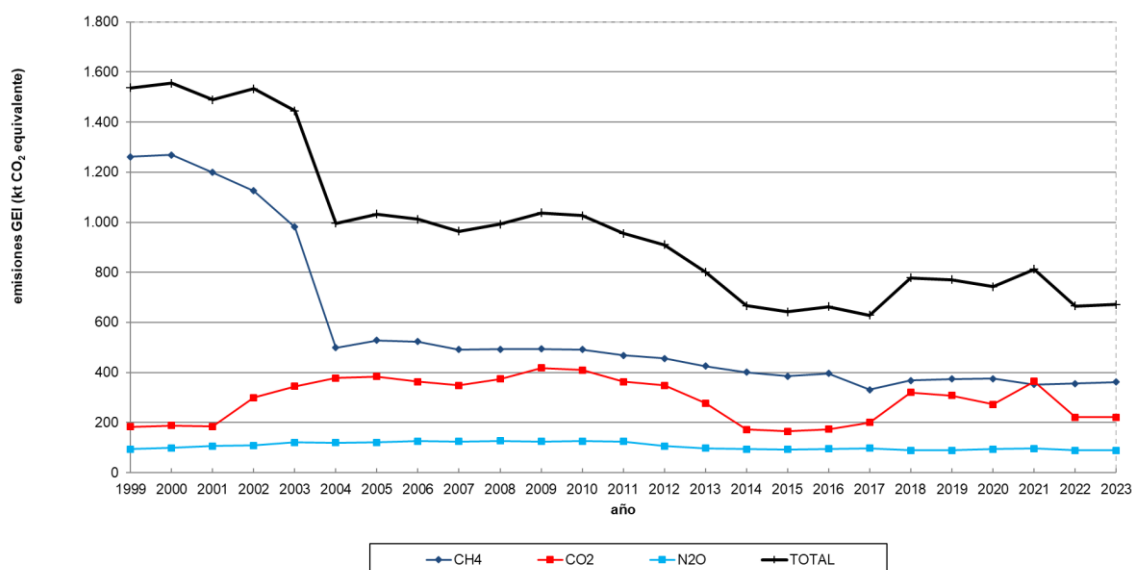


Figura 28. Evolución de las emisiones de GEI del grupo SNAP 09 (kt CO₂ equivalente)

4.9 SNAP 10 “Agricultura”

El grupo SNAP 10 “Agricultura” no es relevante para ninguno de los contaminantes inventariados. En 2023, su máxima contribución se debe a las emisiones de NH₃ y es del 5% de las emisiones totales. En la Tabla 53 y Tabla 54 se muestran sus emisiones.

Tabla 53. Emisiones totales del grupo SNAP 10

Año	CH ₄ t	CO t	CO ₂ kt	COVNM t	N ₂ O t	NH ₃ t	NO _x t	PM ₁₀ t	PM _{2,5} t	SO ₂ t	PST t	BC t
1999	142,8	45,6	0,00	30,1	7,9	46,8	4,2	8,3	4,5	0,3	13,3	0,341
2000	152,5	14,1	0,00	24,8	7,7	44,2	2,9	5,5	1,9	0,1	9,7	0,106
2005	73,5	0,5	0,00	17,2	4,6	28,9	1,4	4,2	0,7	0,0	7,1	0,004
2010	67,0	0,4	0,00	13,9	4,5	29,2	1,3	4,1	0,7	0,0	6,8	0,003
2015	68,2	0,3	0,00	14,4	4,1	27,1	1,1	4,1	0,7	0,0	6,6	0,002
2020	71,2	0,4	0,00	15,7	4,8	32,1	1,2	4,1	0,7	0,0	6,8	0,003
2021	70,6	0,3	0,00	14,9	4,7	31,5	1,1	4,1	0,7	0,0	6,7	0,002
2022	72,0	0,2	0,00	15,9	4,8	32,3	1,2	4,1	0,7	0,0	6,8	0,001
2023	64,1	0,2	0,00	15,9	4,8	32,3	1,2	4,1	0,7	0,0	6,8	0,001

Las emisiones de GEI se redujeron un 48% en el periodo 1999-2023, contribuyendo CH₄ y N₂O con un 55 y 40% al total de emisiones de este grupo SNAP en 2023, respectivamente (Figura 31). Esta tendencia decreciente se produce por un descenso, tanto del número de hectáreas de cultivo, como del número de cabezas de ganado existentes en el municipio. Del resto de contaminantes emitidos destacan las emisiones de CO y SO₂, que disminuyen en casi un 100% entre 1999 y 2023, debido a que la quema de rastrojos en campo abierto es una práctica cada vez menos extendida y restringida legalmente.

Tabla 54. Emisiones de GEI del grupo SNAP 10 (kt CO₂ equivalente)

Año	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	TOTAL
1999	4,0	0,00	2,1	6,1
2000	4,3	0,00	2,0	6,3
2005	2,1	0,00	1,2	3,3
2010	1,9	0,00	1,2	3,1
2015	1,9	0,00	1,1	3,0
2020	2,0	0,00	1,3	3,3
2021	2,0	0,00	1,2	3,2
2022	2,0	0,00	1,3	3,3
2023	1,8	0,00	1,3	3,1

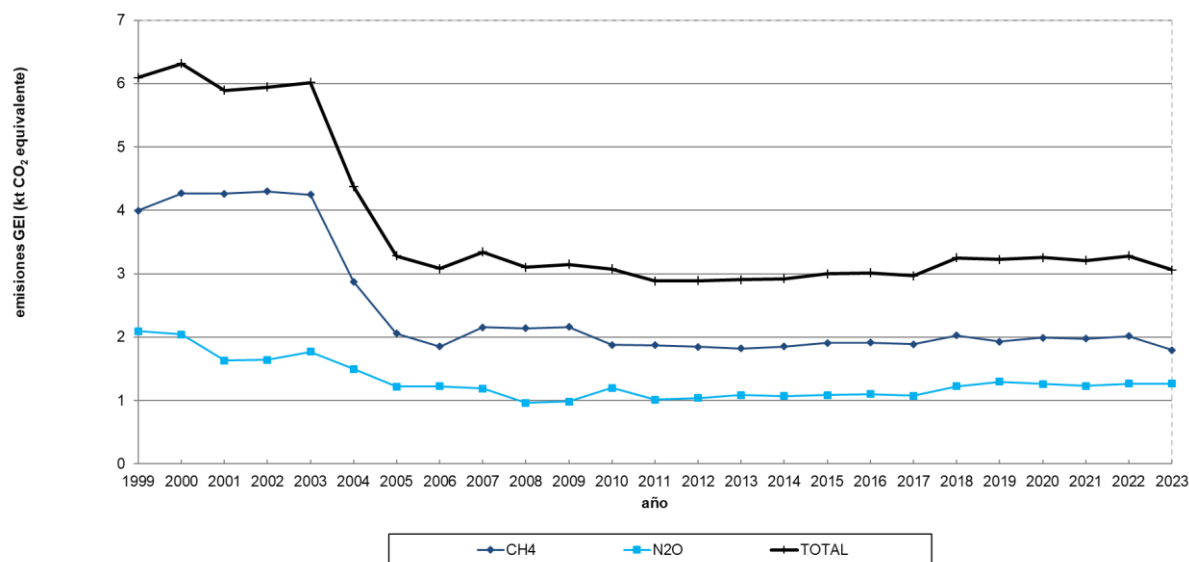


Figura 29. Evolución de las emisiones de GEI del grupo SNAP 10 (kt CO₂ equivalente)

4.10 SNAP 11 “Otras fuentes y sumideros (Naturaleza)”

En la Tabla 55 y Tabla 56 se muestran las emisiones del grupo SNAP 11 “Otras fuentes y sumideros”. Este grupo es relevante para las emisiones de COVNM y NH₃, suponiendo en 2023 el 17 y 24% de las emisiones municipales totales, respectivamente.

En la Tabla 56 se muestran las absorciones de CO₂ de este grupo SNAP. Éstas se presentan con signo negativo porque las superficies arboladas actúan como sumideros de carbono, tomando CO₂ de la atmósfera durante los procesos de fotosíntesis.

Tabla 55. Emisiones totales del grupo SNAP 11

Año	CH ₄	CO	CO ₂	COVNM	N ₂ O	NH ₃	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	SO ₂	PST	BC
	t	t	kt	t	t	t	t	t	t	t	t	t
1999	325	4	0,00	2.390	0,0027	144	16	0,4	0,4	0,028	0,7	0,032
2000	326	12	0,00	2.350	0,0079	144	16	1,3	1,1	0,083	2,0	0,095
2005	353	5	0,00	2.402	0,0031	158	17	0,5	0,4	0,033	0,8	0,037
2010	364	1	0,00	2.368	0,0004	164	16	0,1	0,1	0,004	0,1	0,005
2015	351	3	0,00	2.632	0,0022	157	17	0,4	0,3	0,023	0,6	0,027
2020	371	8	0,00	2.587	0,0050	167	17	0,8	0,7	0,053	1,3	0,060
2021	368	3	0,00	2.453	0,0017	165	16	0,3	0,2	0,018	0,4	0,021
2022	365	4	0,00	2.700	0,0024	164	18	0,4	0,3	0,025	0,6	0,029
2023	370	1	0,00	2.653	0,0008	167	17	0,1	0,1	0,008	0,2	0,009

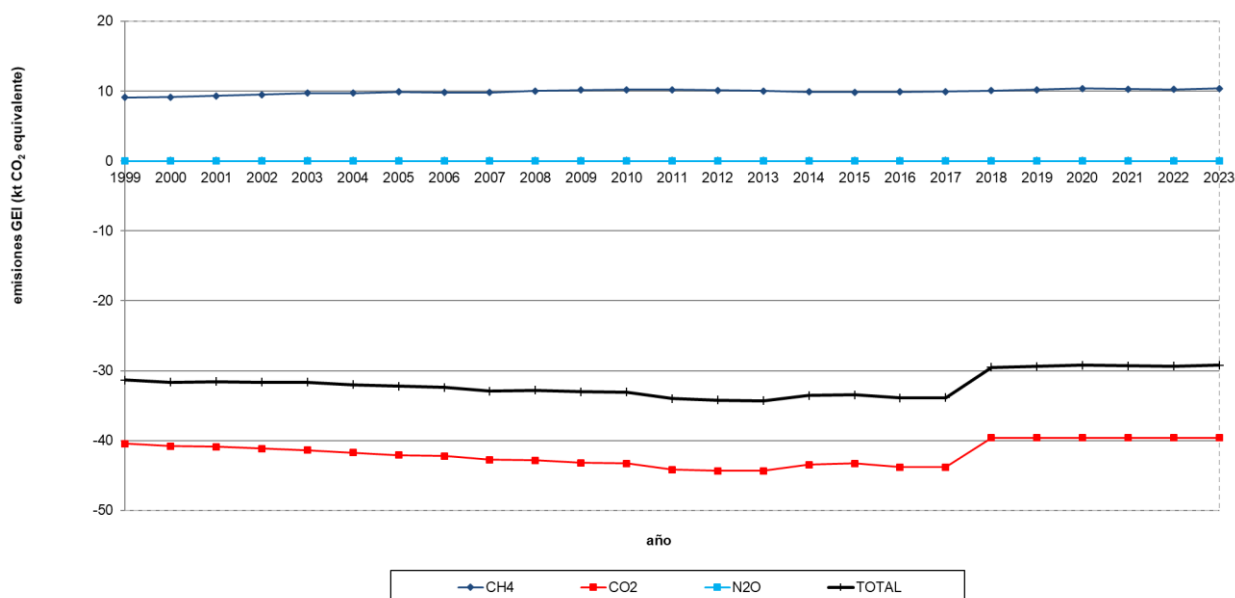
(*) No se incluyen las absorciones de CO₂

Tabla 56. Emisiones y absorciones de GEI del grupo SNAP 11 (kt CO₂ equivalente)

Año	Emisiones CH ₄	Emisiones CO ₂	Emisiones N ₂ O	Emisiones TOTAL	Absorciones CO ₂	Balance neto
1999	9,1	0,00	0,0007	9,1	-40,5	-31,4
2000	9,1	0,00	0,0021	9,1	-40,8	-31,7
2005	9,9	0,00	0,0008	9,9	-42,1	-32,2
2010	10,2	0,00	0,0001	10,2	-43,3	-33,1
2015	9,8	0,00	0,0006	9,8	-43,3	-33,5
2020	10,4	0,00	0,0013	10,4	-39,6	-29,2
2021	10,3	0,00	0,0005	10,3	-39,6	-29,3
2022	10,2	0,00	0,0006	10,2	-39,6	-29,4
2023	10,4	0,00	0,0002	10,4	-39,6	-29,2

En la Figura 30 se muestra la evolución de los distintos GEI emitidos/absorbidos por el grupo. Se observa que la mayor parte de las emisiones corresponden a CH₄. Sin embargo, el balance global de emisiones de GEI es negativo, es decir, este grupo actúa como sumidero dando lugar a unas absorciones netas (absorciones – emisiones) de entre 29 y 34 kt de CO₂ equivalente durante el periodo inventariado.

El descenso en la capacidad de absorción de CO₂ que se observa entre 2017 y 2018 (de 43,8 kt a 39,6 kt de CO₂ equivalente) se debe a un descenso en el número de hectáreas de parques y jardines entre esos años, según datos del Banco de datos municipal.

**Figura 30. Evolución de las emisiones de GEI del grupo SNAP 11 (kt CO₂ equivalente) y de las absorciones de CO₂ por los sumideros (kt CO₂)**

ANEXO I. Emisiones de *Black Carbon* (BC)

En la Tabla A1 y la Figura A1 se resumen las emisiones de BC a nivel de grupo SNAP.

Tabla A1. Emisiones de BC por grupo SNAP (t)¹

Año	G_02	G_03	G_04	G_05	G_06	G_07	G_08	G_09	G_10	G_11	TOTAL
1999	175	33	0,04	0,00	0,00	968	26	1,04	0,341	0,032	1.204
2000	149	30	0,04	0,00	0,00	945	28	1,40	0,106	0,095	1.153
2005	106	12	0,04	0,00	0,00	793	28	0,49	0,004	0,037	939
2010	93	6	0,04	0,00	0,00	442	29	0,08	0,003	0,005	571
2015	78	2	0,00	0,00	0,00	266	25	0,02	0,002	0,027	371
2020	68	2	0,01	0,00	0,00	129	28	0,08	0,003	0,060	228
2021	61	4	0,00	0,00	0,00	103	31	0,02	0,002	0,021	198
2022	51	2	0,00	0,00	0,00	99	32	0,03	0,001	0,029	184
2023	56	1	0,01	0,00	0,00	89	27	0,15	0,001	0,009	174

1) G_02: Combustión no industrial; G_03: Combustión industrial; G_04: Procesos industriales sin combustión; G_05: Extracción y distribución de combustibles; G_06: Uso de disolventes; G_07: Transporte por carretera; G_08: Otros modos de transporte; G_09: Tratamiento de residuos; G_10: Agricultura; G_11: Naturaleza.

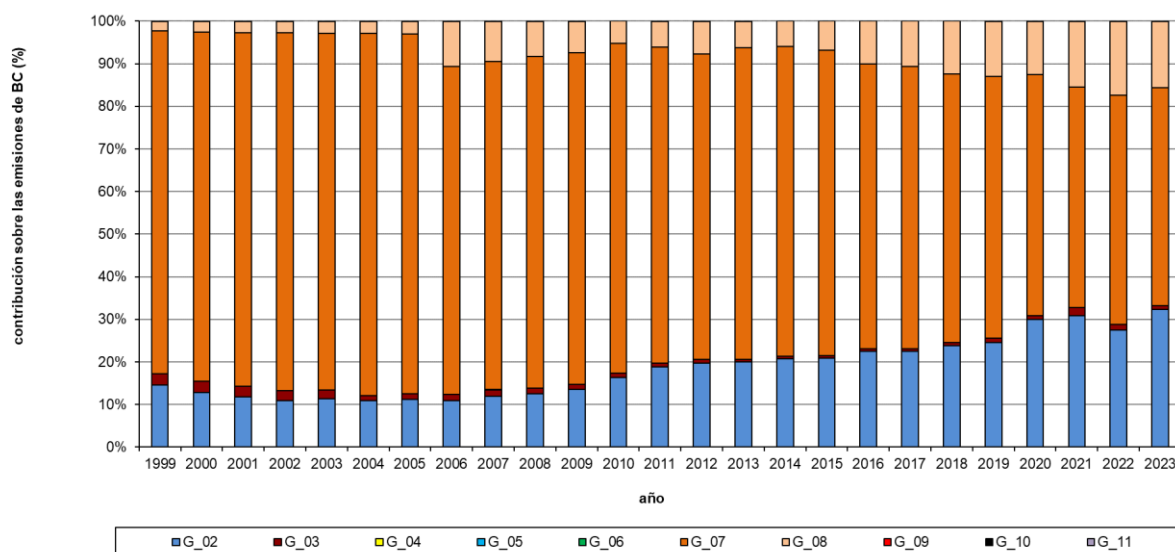


Figura A1. Contribución por grupo SNAP al total de emisiones de BC (%)