

# INFORME DEL SISTEMA ESPAÑOL DE INVENTARIO

## PROYECCIONES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y DE CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

### RESUMEN DE RESULTADOS ESPAÑA 2025



VICEPRESIDENCIA  
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



**MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL  
RETO DEMOGRÁFICO**

**SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE  
D.G. DE CALIDAD Y EVALUACIÓN AMBIENTAL  
S.G. DE PREVENCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN**

**PROYECCIONES  
DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

**EDICIÓN 2025**

**RESUMEN DE RESULTADOS**

**Madrid, abril de 2025**

**Foto de portada:**

Parque Natural Arribes del Duero – Douro Internacional (España - Portugal). Autor: David Sánchez Vicente.

# ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS PROYECCIONES</b> .....	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>BREVE DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA</b> .....	<b>8</b>
<b>4.</b>	<b>PRINCIPALES RESULTADOS DE LAS PROYECCIONES</b> .....	<b>20</b>
4.1	Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ).....	21
4.2	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).....	26
4.3	Compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) .....	31
4.4	Amoniac (NH <sub>3</sub> ).....	37
4.5	Material particulado (PM <sub>2,5</sub> ) .....	43
4.6	Proyección de las emisiones totales de GEI.....	48
4.7	Metano (CH <sub>4</sub> ).....	55
4.8	Emisiones de GEI desagregadas por sectores <i>ETS</i> y <i>ESR</i> .....	59
<b>5.</b>	<b>ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD</b> .....	<b>65</b>
<b>6.</b>	<b>COMPARATIVA CON LA EDICIÓN ANTERIOR</b> .....	<b>71</b>
6.1	Óxidos de nitrógeno (NO <sub>x</sub> ).....	72
6.2	Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ).....	73
6.3	Compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) .....	74
6.4	Amoniac (NH <sub>3</sub> ).....	75
6.5	Material particulado (PM <sub>2,5</sub> ) .....	76
6.6	Gases de efecto invernadero (GEI).....	77
6.7	Metano (CH <sub>4</sub> ).....	78

## 1. INTRODUCCIÓN

El Reino de España tiene que cumplir una serie de obligaciones en materia de reporte de Proyecciones de emisiones a la atmósfera en el marco de la normativa comunitaria e internacional. A la vez, dichas Proyecciones constituyen una fuente esencial de información para el conocimiento del estado de cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones a la atmósfera asumidos por España, y para la evaluación de la efectividad de las políticas y medidas en materia de mitigación del cambio climático y de la contaminación atmosférica. Se trata de un ejercicio de prospectiva ambiental mediante el cual se plantean posibles escenarios de evolución de las emisiones a la atmósfera, tanto de gases de efecto invernadero como de contaminantes atmosféricos que sirve de base para la elaboración de planes, programas o estrategias que planteen medidas y políticas para contribuir a los compromisos y objetivos climáticos y ambientales, a la mitigación de emisiones y a la protección de la atmósfera.

Este reporte se realiza en el marco de las obligaciones de información en materia de proyecciones de emisiones impuestas por el Reglamento (UE) 2018/1999 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima<sup>1</sup>, para el caso de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), y la Directiva (UE) 2016/2284 relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos<sup>2</sup> y el Protocolo de Gotemburgo a la Convención de Ginebra contra la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia<sup>3</sup>, para otros contaminantes atmosféricos.

### Artículo 18.1 del Reglamento (UE) 2018/1999:

A más tardar el 15 de marzo de 2021, y posteriormente, cada dos años, los Estados miembros comunicarán a la Comisión información sobre:

(...) sus proyecciones nacionales de emisiones antropógenas por las fuentes, y absorciones por los sumideros, de gases de efecto invernadero organizadas por gases o grupos de gases (hidrofluorocarburos y perfluorocarburos) enumerados en la parte 2 del anexo V; las proyecciones nacionales tendrán en cuenta las políticas y medidas adoptadas al nivel de la Unión y contendrán la información indicada en el anexo VII.

### Artículo 8.2 de la Directiva (UE) 2016/2284

Los Estados miembros prepararán y actualizarán (...) cada dos años, proyecciones nacionales de emisiones de los contaminantes que figuran en el cuadro C del anexo I, de conformidad con los requisitos que éste establece.

El artículo 7 del Protocolo de Gotemburgo relativo a la reducción de la acidificación, de la eutrofización y del ozono en la troposfera, de la Convención de Ginebra contra la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia de UNECE (Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa) establece la misma obligación de reporte bienal respecto a las Proyecciones de emisiones de contaminantes atmosféricos.

Según lo previsto en el artículo 4.2 del Real Decreto 91/2025, de 11 de febrero, por el que se establece el mecanismo de gobernanza en materia de energía, cambio climático y calidad del aire, el Sistema Español de Inventario y Proyecciones a la Atmósfera debe elaborar de manera bienal las proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero y de contaminantes atmosféricos que permitan dar

<sup>1</sup> Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n.º 663/2009 y (CE) n.º 715/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, las Directivas 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE y 2013/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo y las Directivas 2009/119/CE y (UE) 2015/652 del Consejo, y se deroga el Reglamento (UE) n.º 525/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo ([EUR-Lex - 02018R1999-20231120 - EN - EUR-Lex](#)).

<sup>2</sup> Directiva (UE) 2016/2284 del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de diciembre de 2016 relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos, por la que se modifica la Directiva 2003/35/CE y se deroga la Directiva 2001/81/CE ([EUR-Lex - 02016L2284-20240206 - EN - EUR-Lex](#)).

<sup>3</sup> Protocolo de Gotemburgo ([Ch XXVII\\_01 hp.pdf](#))

cumplimiento a las obligaciones de información adquiridas por el Reino de España en virtud de los acuerdos y compromisos nacionales e internacionales relativos a la lucha contra el cambio climático y a las emisiones de los contaminantes atmosféricos. Estas obligaciones se han recogido en los párrafos anteriores.

Las Proyecciones de Emisiones se elaboran a nivel nacional. No obstante, la cobertura geográfica de aplicación de la Directiva (UE) 2016/2284 excluye las emisiones de las Islas Canarias, igual que la malla EMEP<sup>4</sup> de la Convención de Ginebra contra la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia. Por ello, en las proyecciones de emisiones de contaminantes atmosféricos recogidas en este informe, se excluyen las emisiones de las Islas Canarias. Con la elaboración y remisión de estos datos en su formato tabular (de acuerdo con el anexo XXV del Reglamento de Ejecución (UE) 2020/1208<sup>5</sup> y en el anexo I, Tabla c de la Directiva (UE) 2016/2284) se da respuesta a las obligaciones de información previstas para España. Específicamente, en la edición 2025 de las Proyecciones se han estimado las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC, SF<sub>6</sub> y CO<sub>2</sub>-equivalente) y los cinco principales contaminantes atmosféricos: óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), amoníaco (NH<sub>3</sub>) y material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>).

Las Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera en España han sido elaboradas por el Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera (SEI), de la Dirección General de Calidad Ambiental y Evaluación Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, que tiene asumida esta competencia según lo previsto en artículo 8.1.c) del Real Decreto 503/2024<sup>6</sup> por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. En cualquier caso, antes de su envío oficial a la Comisión Europea y a UNECE, las Proyecciones de emisiones fueron aprobadas por la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos, a propuesta de la Ministra para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, de conformidad con el artículo 4.2 del Real Decreto 91/2025, de 11 de febrero, por el que se establece el mecanismo de gobernanza en materia de energía, cambio climático y calidad del aire. Conviene destacar que las actuales Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera se han elaborado a partir de los datos de la última edición del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (serie 1990-2023), cuyos datos se reportaron el 13 de marzo de 2025<sup>7</sup>, así como sobre la base de los datos de la última edición del Inventario Nacional de Contaminantes Atmosféricos (serie 1990-2023), cuyos datos se reportaron el 13 de febrero de 2025<sup>8</sup>. Ambos inventarios fueron elaborados por el SEI y aprobados por la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos el 16 de diciembre de 2024.

En la elaboración de las Proyecciones se han considerado dos escenarios: uno con medidas existentes (escenario *WeM*) en el que se prevé el impacto, en término de reducción de emisiones, de las políticas y medidas adoptadas y aplicadas, y un escenario con medidas adicionales (escenario *WaM*) en el que se proyecta el impacto de las políticas y medidas adoptadas, aplicadas y previstas a ese efecto.

En consecuencia, el escenario *WaM* incorpora, además de las medidas existentes, el previsible impacto en materia de emisiones de las políticas y medidas previstas en la actualización del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC 2023-2030)<sup>9</sup> y en la actualización del Programa Nacional de

---

<sup>4</sup> [Spatial emission mapping | The EMEP grid](#)

<sup>5</sup> Reglamento de Ejecución (UE) 2020/1208 de la Comisión, de 7 de agosto de 2020, relativo a la estructura, el formato, los procesos de presentación de información y la revisión de la información notificada por los Estados miembros con arreglo al Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo, y por el que se deroga el Reglamento de Ejecución (UE) n° 749/2014 de la Comisión ([EUR-Lex - 02020R1208-20240514 - EN - EUR-Lex](#)).

<sup>6</sup> Real Decreto 503/2024, de 21 de mayo, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y se modifica el Real Decreto 1009/2023, de 5 de diciembre, por el que se establece la estructura orgánica básica de los departamentos ministeriales ([BOE-A-2024-10239 Real Decreto 503/2024, de 21 de mayo, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y se modifica el Real Decreto 1009/2023, de 5 de diciembre, por el que se establece la estructura orgánica básica de los departamentos ministeriales](#)).

<sup>7</sup> [GHG Inventory March-2025 submission](#)

<sup>8</sup> [2025 SPAIN NECD data](#)

<sup>9</sup> [Plan Nacional Integrado de Energía y Clima \(PNIEC 2023-2030\)](#)

Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA 2023-2030)<sup>10</sup>, y contiene los datos de las proyecciones de demanda energética e industrial (procedentes del modelo TIMES-SINERGIA) empleadas en la elaboración de dicho Plan Nacional, proporcionadas al SEI por la Secretaría de Estado de Energía (SEE), las cuales están basadas en la información remitida por los correspondientes departamentos ministeriales, las previsiones de evolución del PIB y población y las recomendaciones de precios de combustibles y de CO<sub>2</sub> para el reporte de Proyecciones de gases de efecto invernadero de la Unión Europea. Se incluye, por tanto, la parametrización de las medidas de la hoja de ruta del hidrógeno, hoja de ruta del autoconsumo, hoja de ruta de la eólica marina y energías del mar, estrategia de almacenamiento energético, hoja de ruta del biogás y de las normativas adoptadas en materias con impacto sobre la energía, el cambio climático y la contaminación atmosférica.

Adicionalmente, la proyección del escenario *WeM* incorpora el previsible impacto, en materia de emisiones, de las medidas existentes, así como los datos de las proyecciones de demanda energética e industrial (procedentes del modelo TIMES-SINERGIA) más actualizadas para dicho escenario, facilitadas al SEI por la SEE.

Las Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera, por tanto, se integran y son coherentes con la actualización del PNIEC 2023-2030 y con la actualización del PNCCA 2023-2030. Adicionalmente, las proyecciones de emisiones son consistentes en cuanto a métodos generales (modelos), fuentes de datos y asunciones empleadas para la estimación de las emisiones proyectadas, con los utilizados en la elaboración de dichos instrumentos de planificación, así como con las políticas y medidas (*PaMs*, por sus siglas en inglés) previstas en los mismos, tanto en relación a gases de efecto invernadero como a contaminantes atmosféricos.

Específicamente, el PNIEC 2023-2030, elaborado y actualizado en el marco de lo previsto por el Reglamento (UE) 2018/1999 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, parte de un análisis de la situación para el planteamiento y diseño de medidas y la evaluación del cumplimiento de los objetivos climáticos y energéticos. En este contexto, cabe destacar que el PNIEC 2023-2030, coherente con las actuales proyecciones, aumenta la ambición del PNIEC 2021-2030 en consonancia con el firme compromiso de España en la lucha contra el cambio climático y en cumplimiento del paquete “*Fit for 55*”. Así, la penetración renovable crece hasta el 48% del consumo de energía final en 2030. En el sector eléctrico, el mix de renovables asciende a un 81% en 2030. Por su parte, se incrementan las previsiones hasta un parque de 5,5 millones de vehículos eléctricos en 2030.

Paralelamente se desarrolló y actualizó el PNCCA 2023-2030, con el fin de cumplir los compromisos de reducción de emisiones de determinados contaminantes atmosféricos y contribuir efectivamente a la consecución de los objetivos de calidad del aire establecidos en la Directiva (UE) 2016/2284. Adicionalmente, y de acuerdo con los artículos 6.2.d) de la Directiva (UE) 2016/2284 y 6.4.d) del Real Decreto 818/2018, en la elaboración del Programa se ha seguido la coherencia con otros planes y programas pertinentes establecidos en virtud de requisitos indicados en la legislación nacional o de la Unión, como el PNIEC.

En la edición 2025 de las Proyecciones de Emisiones a la atmósfera, por tanto, se presentan los principales resultados estimados para los años 2025 y 2030.

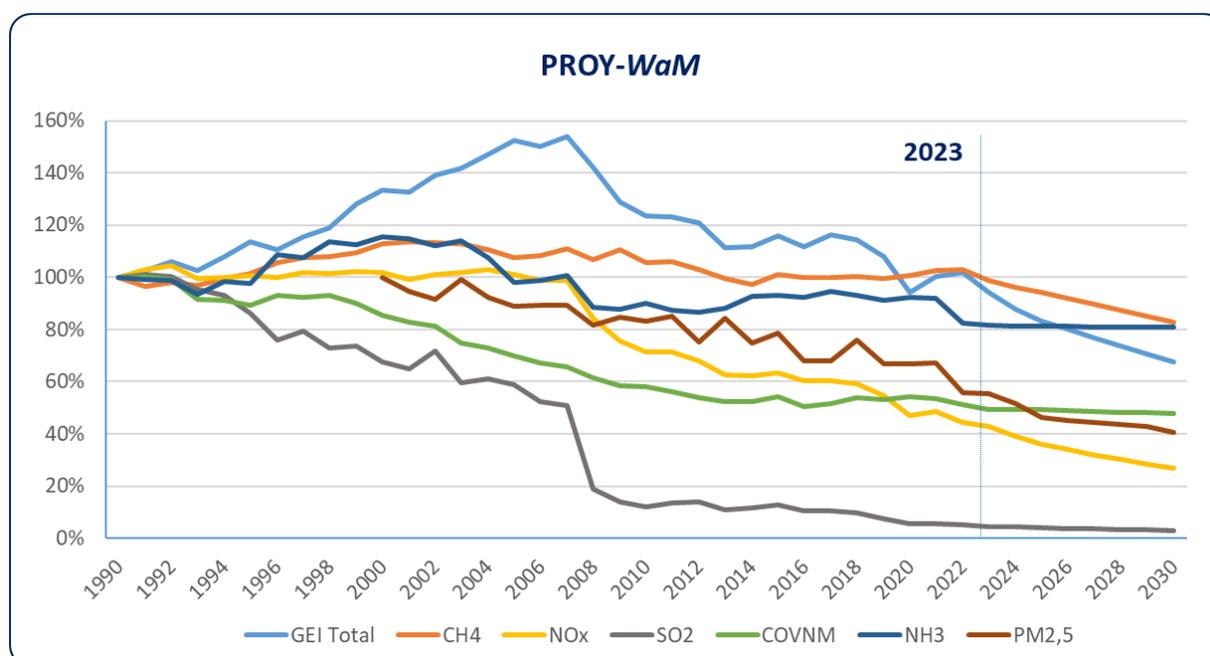
---

<sup>10</sup> [Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica](#)

## 2. RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS PROYECCIONES

En el escenario con medidas adicionales (*WaM*) de las Proyecciones, construido hasta el horizonte temporal 2030, la previsión de reducción de emisiones del conjunto de gases de efecto invernadero en 2030 en relación con las de 1990 es de -32,5%, superior al -23,0% previsto en la Ley 7/2021 de cambio climático y transición energética. Estos niveles de reducción en el escenario *WaM* se deben principalmente (1) al impacto de las medidas en los sectores de la generación eléctrica, principalmente al cese del uso de carbón con fines energéticos, así como a la evolución del mix energético nacional (con una elevada penetración de energías renovables); y (2) a la aplicación de medidas y cambios tecnológicos y mix energético en la combustión industrial.

En la siguiente figura se puede apreciar la evolución de las emisiones inventariadas y proyectadas hasta 2030 del conjunto de gases de efecto invernadero, de los cinco principales contaminantes atmosféricos: NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, COVNM, NH<sub>3</sub> y PM<sub>2,5</sub>, y, debido a su singularidad, como gas de efecto invernadero y contaminante atmosférico, se incluye el metano (CH<sub>4</sub>) de forma desagregada.



**Figura 1.** Evolución de las emisiones hasta 2030 en el escenario con medidas adicionales (*WaM*)

En el escenario *WaM*, las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) presentan una reducción del -72,9% en 2030 respecto a las emisiones de 1990, como consecuencia, principalmente, (1) de las políticas y medidas aplicadas en el transporte por carretera (especialmente de turismos y de vehículos pesados) por el efecto de la continua modernización del parque móvil y de sus sistemas anticontaminación y la progresiva penetración de la movilidad eléctrica; (2) de las medidas en materia energética y la evolución del mix energético nacional, las cuales han producido una importante disminución de las emisiones en la quema de combustibles sólidos como fuente de generación eléctrica; y (3) la continuación del efecto de las medidas de reducción de emisiones contaminantes previsibles, principalmente en la quema de combustibles líquidos y sólidos, en los sectores industriales.

Las emisiones de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) en el escenario *WaM* son las que presentan mayores niveles de reducción (-96,9%) en 2030 respecto a las emisiones de 1990, ligados al impacto de las medidas en materia energética, principalmente (1) en los sectores de la generación eléctrica con combustibles sólidos, debido principalmente al cese del uso de carbón con fines energéticos; pero también, aunque

en menor medida, como consecuencia de las medidas de reducción del contenido de azufre en los combustibles líquidos, (2) en la quema de combustibles líquidos en los sectores industriales; y (3) en el refinado de petróleo.

Las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) descienden un -52,2% en 2030 respecto a 1990, en el escenario *WaM*, debidas, principalmente, a reducción de emisiones en los siguientes sectores: (1) emisiones de combustión en vehículos turismos de gasolina; (2) recubrimiento de superficies; y (3) evaporación de los compuestos orgánicos volátiles de la gasolina en el transporte por carretera. Adicionalmente, y en menor medida, (4) la legislación aplicada en España en materia de quema en campo de restos de cosechas también ha contribuido significativamente a dicho descenso. No obstante, cabe destacar que el efecto de las políticas de mitigación sobre aquellas emisiones de COVNM ligadas a factores de consumo doméstico y relacionados con el crecimiento económico puede ser limitado.

En cuanto al amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), presenta reducciones de -19,3% en las emisiones proyectadas en el escenario *WaM* a 2030, respecto a las inventariadas en 1990 debidas principalmente a las medidas implementadas fundamentalmente en (1) la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos al suelo y (2) en la gestión del estiércol en las explotaciones ganaderas; así como (3) a la regulación aplicada en materia de quema de restos de cosecha en campo.

Por último, la disminución de las emisiones en el escenario *WaM* de material particulado fino ( $\text{PM}_{2,5}$ ) alcanza un -59,3% en 2030, tomando esta vez como referencia el año 2000. Esta reducción se debe principalmente a (1) la progresiva sustitución de la biomasa tradicional por otras fuentes energéticas en el sector residencial, como el gas natural y los pellets, así como a la electrificación y a la eficiencia energética en el sector; (2) la legislación aplicada en España en materia de quema en campo de restos de cosechas; y (3) a las medidas de reducción de emisiones aplicadas en el transporte por carretera, especialmente en turismos.

Las emisiones de metano ( $\text{CH}_4$ ) en el escenario *WaM* son las que presentan menores niveles de reducción (-17,2%) en 2030 respecto a las emisiones de 1990. Esta tendencia se debe principalmente (1) a las medidas dirigidas al sector ganadero, destacando la disminución de emisiones en la gestión de estiércol, principalmente de porcino blanco, las cuales permiten contrarrestar el efecto del crecimiento de determinadas cabañas ganaderas tanto en las emisiones producidas en la fermentación entérica como en la gestión de estiércol. Adicionalmente, es destacable el efecto del descenso en las cabañas de ovino, vacuno de leche y caprino, el cual minimiza el impacto, esencialmente en las emisiones de fermentación entérica, del crecimiento de la cabaña de vacuno de carne; (2) a las medidas dirigidas a la gestión de residuos, permitiendo desacoplar las emisiones de este gas de vectores clave y de tendencia creciente, como son el PIB y la población. Concretamente, el aumento en las emisiones en las actividades de depósito de residuos sólidos en vertederos gestionados, esencialmente, y de compostaje, es contrarrestado por las importantes reducciones de emisiones en el tratamiento de aguas residuales, principalmente domésticas, y, en menor medida, en el depósito de residuos sólidos en vertederos no gestionados; y (3) al cese de la minería de carbón en España, que ha provocado una importante disminución de las emisiones fugitivas de los combustibles sólidos.

Adicionalmente, la previsión, en el escenario *WaM*, de reducción de emisiones de los principales contaminantes atmosféricos de la Directiva (UE) 2016/2284 permitirá cumplir con los compromisos de reducción de emisiones establecidos para España en todos los años de 2020 a 2029 para los cinco contaminantes. En el año 2030, se cumpliría el compromiso de reducción de las emisiones de  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  y  $\text{PM}_{2,5}$ . Sin embargo, no se cumpliría dicho compromiso de reducción para las emisiones de COVNM, por un escaso margen.

### 3. BREVE DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE LAS PROYECCIONES

Las actuales Proyecciones de emisiones y absorciones a la atmósfera de gases de efecto invernadero y de emisiones de contaminantes atmosféricos se han elaborado a partir de los últimos datos del Inventario Nacional (serie 1990-2023) elaborado por el Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera, aprobado por la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos con fecha 21 de abril de 2025, a propuesta del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Las proyecciones de emisiones se basan en las proyecciones energéticas integradas más actualizadas disponibles hasta el momento, proporcionadas al SEI por la SEE, basadas a su vez en la información remitida por los correspondientes departamentos ministeriales y coherentes con los trabajos de actualización del PNIEC y del PNCCA.

En la edición 2025 de las Proyecciones se han estimado las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero y los cinco principales contaminantes atmosféricos: óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ), dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y material particulado ( $\text{PM}_{2,5}$ ).

Las proyecciones de emisiones de contaminantes del aire se han elaborado de acuerdo con los siguientes pasos:

- Paso 0: establecimiento del marco general para la modelización.
- Paso 1: modelización de sectores, políticas y medidas.
- Paso 2: estimación de proyecciones emisiones.
- Paso 3: evaluación de resultados, políticas y medidas.

#### Paso 0: establecimiento del marco general para la modelización

Para diseñar escenarios futuros, en un primer paso, se han establecido supuestos macroeconómicos generales como el PIB, el PIB *per cápita*, las proyecciones de población, el número de hogares, la elasticidad o la relación de las demandas del servicio energético con las principales variables macroeconómicas. Además, se han establecido otras variables relevantes para el modelado de proyecciones, como los precios de los derechos de emisión de  $\text{CO}_2$  sujetos al Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la UE (ETS, por sus siglas en inglés), así como el precio de los principales productos energéticos (carbón, gas y petróleo crudo). Estos son coherentes con los recomendados por la Comisión Europea para la actualización de los Planes Nacionales de Energía y Clima.

#### Paso 1: modelización de sectores, políticas y medidas.

Una vez que se ha establecido el marco macroeconómico general, los datos de actividad para todos los sectores de actividad (energía, industria, transporte, usos de productos, sector agropecuario, y residuos) se modelan a futuro, de manera iterativa para incluir las políticas y medidas adoptadas, aplicadas y previstas.

#### *Sectores de energía e industria*

La modelización de los consumos de combustibles para todos los sectores energéticos, incluyendo la producción eléctrica, refino, sectores industriales, sector residencial, comercial e institucional (RCI), la combustión en agricultura, silvicultura y pesca, así como el transporte, se ha llevado a cabo con el modelo TIMES-Sinergia.

La herramienta TIMES procede del Sistema MARKAL-EFOM Integrado desarrollado por la Agencia Internacional de Energía, en el marco del programa *ETSAP* (Programa de Análisis de Sistemas de Tecnología de la Energía) para el desarrollo del análisis energético y ambiental. Desde la SEE de MITERD, se ha realizado el trabajo necesario para utilizar TIMES como una herramienta de análisis de energía y prospectiva en España. El nuevo modelo adaptado ha recibido el nombre de TIMES-Sinergia (Sistema Integrado para el Estudio de la Energía).

TIMES es un modelo matemático *bottom-up* que combina dos enfoques complementarios, uno técnico y otro económico. Se basa en la optimización lineal del sistema de energía, buscando una solución bajo el principio de coste mínimo. Cuenta con una caracterización detallada de las tecnologías energéticas, demandas y consumos de combustibles en todos los sectores de actividad. Para los diferentes escenarios propuestos en el modelo, TIMES cubre la demanda de servicios de energía a través de la combinación de decisiones operativas y de inversión, minimizando el costo del sistema de energía en todo el horizonte analizado y siempre cumpliendo el criterio de neutralidad tecnológica. Red Eléctrica Española garantiza que los resultados sean compatibles con una seguridad de suministro adecuada.

Por tanto, los datos actualizados procedentes del modelo TIMES-Sinergia empleados para la proyección de los escenarios *WeM* y *WaM*, proporcionados al SEI por la SEE, son reflejo de las políticas y medidas adoptadas, aplicadas y previstas incluidas en el PNIEC 2023-2030 y contienen los datos de las proyecciones de demanda energética e industrial empleadas en la elaboración de dicho Plan Nacional, las cuales están basadas en la información remitida por los correspondientes departamentos ministeriales, las previsiones de evolución del PIB y población y las recomendaciones de precios de combustibles y de CO<sub>2</sub>.

Adicionalmente, en la edición 2025 de Proyecciones se amplía la parametrización del Real Decreto 1042/2017 sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> y PM<sub>2,5</sub> en las Medianas Instalaciones de Combustión (MIC)<sup>11</sup>, así como las normas EURO (incluyendo el nuevo Reglamento (UE) 2027/1257)<sup>12</sup>, y el reflejo en el parque de vehículos tanto de dichas normativas EURO como de las normas de comportamiento en materia de emisiones de CO<sub>2</sub> de los turismos nuevos y de los vehículos comerciales nuevos (Reglamento (UE) 2023/851)<sup>13</sup>, y las normas de comportamiento en materia de emisiones de CO<sub>2</sub> para vehículos pesados nuevos (Reglamento (UE) 2024/1610)<sup>14</sup> en el transporte por carretera.

---

<sup>11</sup> Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas y por el que se actualiza el anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera ([BOE-A-2017-15368 Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas y por el que se actualiza el anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.](#)).

<sup>12</sup> Reglamento (UE) 2024/1257 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2024, relativo a la homologación de tipo de los vehículos de motor y los motores y de los sistemas, componentes y unidades técnicas independientes destinados a esos vehículos en lo que respecta a sus emisiones y a la durabilidad de las baterías (Euro 7), por el que se modifica el Reglamento (UE) 2018/858 del Parlamento Europeo y del Consejo y por el que se derogan los Reglamentos (CE) n.º 715/2007 y (CE) n.º 595/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, el Reglamento (UE) n.º 582/2011 de la Comisión, el Reglamento (UE) 2017/1151 de la Comisión, el Reglamento (UE) 2017/2400 de la Comisión y el Reglamento de Ejecución (UE) 2022/1362 de la Comisión ([Reglamento - 2024/1257 - EN - EUR-Lex](#)).

<sup>13</sup> Reglamento (UE) 2023/851 del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de abril de 2023 por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/631 en lo que respecta al refuerzo de las normas de comportamiento en materia de emisiones de CO<sub>2</sub> de los turismos nuevos y de los vehículos comerciales ligeros nuevos, en consonancia con la mayor ambición climática de la Unión ([Reglamento - 2023/851 - EN - EUR-Lex](#)).

<sup>14</sup> Reglamento (UE) 2024/1610 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de mayo de 2024, por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/1242 en lo que respecta al refuerzo de las normas de comportamiento en materia de emisiones de CO<sub>2</sub> para vehículos pesados nuevos y al establecimiento de obligaciones de comunicación, se modifica el Reglamento (UE) 2018/858 y se deroga el Reglamento (UE) 2018/956 ([Reglamento - UE - 2024/1610 - EN - EUR-Lex](#)).

### *Sector de usos de productos*

Dejando aparte la industria manufacturera y de la construcción, cuyas emisiones se proyectan de forma paralela al sistema de energía, este sector incluye, básicamente, las actividades relacionadas con el uso de gases fluorados, de lubricantes y disolventes.

La proyección de las variables de actividad relacionadas con el uso de lubricantes y disolventes se ha vinculado por la elasticidad al PIB y a las previsiones de población.

Las emisiones de gases fluorados en las actividades de refrigeración y aire acondicionado (2F1), agentes espumantes (2F2), protección contra incendios (2F3), aerosoles (2F4) y equipos eléctricos y uso de otros productos (2G) se han proyectado de acuerdo con los objetivos del nuevo Reglamento (UE) 2024/573 sobre los gases fluorados de efecto invernadero<sup>15</sup>.

### *Sector agropecuario*

En las proyecciones se han tenido en cuenta tres conjuntos fundamentales de entrada de datos: variables de actividad en ganadería, variables de actividad en cultivos y aplicación de Mejores Técnicas Disponibles (MTDs).

Las previsiones de evolución de las cabañas ganaderas han sido proporcionadas por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), sobre la base de datos históricos y previsiones de mercado de la producción ganadera. En el año 2030 se prevén reducciones del número de cabezas respecto al año 2023 en la mayoría de cabañas (ganado vacuno lechero, gallinas ponedoras y pollos de engorde, equinos, mulas y asnos), destacando la fuerte disminución en el número de cabezas de porcino. Adicionalmente, el MAPA ha proporcionado y validado previsiones de destino de las deyecciones ganaderas, distribución de los sistemas de gestión de estiércol y universos de aplicación de los Reales Decretos de ordenación ganadera.

Para cada especie ganadera, además, se han tenido en cuenta los parámetros relacionados con la fermentación entérica y el manejo del estiércol, de manera consistente con el Inventario Nacional de Emisiones. Estos datos se basan en los documentos zootécnicos<sup>16</sup> con datos específicos para España de cada especie ganadera y datos actuales y pronósticos sobre los sistemas de manejo de estiércol. Los cálculos se realizan de manera coordinada y consistente con la estimación de las emisiones derivadas de la aplicación de estiércol al campo como fertilizante orgánico, o las derivadas de actividades de pastoreo. De forma complementaria, se disponen de encuestas ganaderas actualizadas, para el año 2023, en referencia a la aplicación de MTDs en las cabañas de porcino blanco, porcino ibérico, gallinas ponedoras y pollos de engorde, basadas en la declaración y notificación de las mismas, por parte de los titulares de dichas explotaciones, en el sistema informatizado ECOGAN<sup>17</sup>.

Los Reales Decretos 306/2020 por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas porcinas intensivas y se modifican las de las explotaciones de ganado porcino extensivo<sup>18</sup>, RD 637/2021 por el que se establecen las normas básicas de ordenación de las granjas avícolas<sup>19</sup> y RD 1053/2022

---

<sup>15</sup> Reglamento (UE) 2024/573 del Parlamento Europeo y del Consejo de 7 de febrero de 2024 sobre los gases fluorados de efecto invernadero, por el que se modifica la Directiva (UE) 2019/1937, y se deroga el Reglamento (UE) n.º 517/2014 ([Reglamento - UE - 2024/573 - ES - EUR-Lex](#)).

<sup>16</sup> [Balance de nitrógeno e inventario de emisiones de gases](#)

<sup>17</sup> [ECOGAN: Registro General de MTDs y Cálculo de emisiones](#)

<sup>18</sup> Real Decreto 306/2020, de 11 de febrero, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas porcinas intensivas, y se modifica la normativa básica de ordenación de las explotaciones de ganado porcino extensivo ([BOE-A-2020-2110 Real Decreto 306/2020, de 11 de febrero, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas porcinas intensivas, y se modifica la normativa básica de ordenación de las explotaciones de ganado porcino extensivo.](#)).

<sup>19</sup> Real Decreto 637/2021, de 27 de julio, por el que se establecen las normas básicas de ordenación de las granjas avícolas. ([BOE-A-2021-12609 Real Decreto 637/2021, de 27 de julio, por el que se establecen las normas básicas de ordenación de las granjas avícolas.](#)).

por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas bovinas<sup>20</sup>, se encuentran parametrizados por igual en los escenarios *WeM* y *WaM*.

Para la proyección de las emisiones derivadas de las actividades de los cultivos agrícolas, el MAPA ha proporcionado y validado previsiones de áreas de cultivo totales (incluido el arroz), la cantidad total de fertilizantes inorgánicos aplicados al campo y la aplicación de compost al suelo. Dentro de todas estas prácticas, también se ha tenido en cuenta el nivel actual de implementación de MTDs y su evolución futura previsible. El área cultivable utilizada es consistente con los datos inventariados en la última edición del Inventario Nacional de Emisiones, así como con los datos sobre el uso y aplicación de fertilizantes inorgánicos y cantidad de nitrógeno de residuos de cultivos en campo, consistentes con el Balance de Nitrógeno y Fósforo en la Agricultura Española (BNPAE)<sup>21</sup>.

El RD 1051/2022, modificado por el RD 840/2024<sup>22</sup>, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios<sup>23</sup> y el Plan Estratégico de la PAC de España (PAC 2023-2027)<sup>24</sup> se encuentran parametrizados por igual en los escenarios *WeM* y *WaM*.

### *Sector de residuos*

Para la proyección de las emisiones derivadas de la gestión y el tratamiento de residuos, se han utilizados datos históricos inventariados desde 1950 para las descargas en vertederos y desde 1990 para el resto de actividades. Estos datos son consistentes con la serie oficial nacional (Subdirección General de Economía Circular del MITERD e Instituto Nacional de Estadísticas (INE)) y con los enviados a EUROSTAT.

Las previsiones de evolución de la generación total de residuos municipales, así como la distribución de los sistemas de gestión y tratamiento de los mismos a nivel nacional, para ambos escenarios, han sido proporcionadas por la unidad competente (Subdirección General de Residuos), en base a la Ley 7/2022, de 8 de abril, de Residuos y Suelos Contaminados para la Economía Circular<sup>25</sup>, la cual se encuentra parametrizada en los escenarios *WeM* y *WaM*, reflejándose la reducción en peso de los residuos generados y la disminución del depósito de residuos sólidos en vertederos gestionados y el consiguiente aumento del tratamiento biológico de los mismos (compostaje y biometanización).

Respecto a las emisiones del tratamiento de aguas residuales, la proyección se ha vinculado al pronóstico de la población nacional, considerando que se siguen construyendo nuevas depuradoras. Adicionalmente, la distribución de los sistemas de tratamiento de lodos de depuradora proyectada en los escenarios *WeM* y *WaM* ha sido proporcionada por la SG de Economía Circular en base a los objetivos del Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2023-2035<sup>26</sup>.

---

<sup>20</sup> Real Decreto 1053/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas bovinas ([BOE-A-2022-23053 Real Decreto 1053/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas bovinas.](#)).

<sup>21</sup> [Productos fertilizantes](#)

<sup>22</sup> Real Decreto 840/2024, de 27 de agosto, por el que se modifica el Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios ([BOE-A-2024-17371 Real Decreto 840/2024, de 27 de agosto, por el que se modifica el Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios.](#)).

<sup>23</sup> Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios ([BOE-A-2022-23052 Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios.](#)).

<sup>24</sup> [El Plan Estratégico de la PAC de España](#)

<sup>25</sup> Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular ([BOE-A-2022-5809 Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.](#)).

<sup>26</sup> Versión inicial del Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2023-2035 ([230705 nuevo PEMAR IP Revisado.pdf](#)).

### Paso 2: estimación de proyecciones de emisiones.

Las emisiones de los sectores energéticos, tanto procedentes de la combustión (incluyendo las categorías 1A3-transporte y 1A4-combustión en sectores residencial, comercial, institucional, agricultura, silvicultura y pesca) como las emisiones fugitivas, y también las emisiones derivadas de los procesos industriales, se han basado en las variables de actividad proyectadas como resultado de los escenarios generados por el modelo TIMES-Sinergia proporcionados por la SEE.

De manera complementaria, las emisiones del resto de los sectores no energéticos (agropecuario, residuos y usos de productos) y las emisiones y absorciones relacionadas con el uso de la tierra, cambios del uso de la tierra y silvicultura (LULUCF) se han proyectado, caso por caso, según previsiones nacionales de las principales variables de actividad representativas de cada sector.

A partir de las previsiones de las variables de actividad en los distintos escenarios, se han estimado las emisiones y, en su caso, las absorciones de cada uno de los gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos, aplicando metodologías de cálculo coherentes con las implementadas en el Inventario Nacional de Emisiones (Guía IPCC 2006 y su *Refinement* 2019, y Guía EMEP/EEA 2019 y su actualización de 2023).

La edición de 2025 del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera, correspondiente a la serie 1990-2023, se ha utilizado como referencia para el cálculo de las emisiones proyectadas y el análisis de tendencias y factores de emisión (directos e implícitos). El año de referencia de la serie proyectada es el año 2023, utilizando los Potenciales de Calentamiento Atmosférico del 5º *Assessment Report*<sup>27</sup> de IPCC. El horizonte temporal proyectado ha sido 2030.

Las estimaciones de las emisiones proyectadas se han realizado de forma conjunta y coherente para los gases de efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y gases fluorados) y para las emisiones de contaminantes del aire (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, COVNM, NH<sub>3</sub>, y PM<sub>2,5</sub>). La Directiva Delegada (UE) 2024/299 por la que se modifica la Directiva (UE) 2016/2284, relativa a la metodología para la presentación de informes sobre las proyecciones de emisiones de determinados contaminantes atmosféricos<sup>28</sup>, ha ajustado el nivel de agregación de las proyecciones de emisiones de contaminantes atmosféricos a los requisitos del Convenio CLRTAP, y ha sido transpuesta mediante la Orden TED/1485/2024, de 19 de diciembre, por la que se modifican los anexos I y III del Real Decreto 818/2018. Este nivel de desagregación se ha utilizado también para la elaboración de las proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero.

El control de calidad (QC) para verificar la consistencia de los datos de emisiones proyectados e inventariados y su integridad se ha llevado a cabo en diferentes fases dentro del proceso de elaboración de proyecciones de emisiones.

### Paso 3: evaluación de resultados, políticas y medidas

Los supuestos macroeconómicos y las políticas y medidas consideradas en los diferentes escenarios proyectados se han ajustado y definido de manera iterativa, de acuerdo con los diferentes ámbitos y suposiciones de elaboración del PNIEC y del PNCCA. Los cálculos resultantes de las emisiones, tanto para los gases de efecto invernadero como para los contaminantes atmosféricos, se evaluaron comparándolos con los objetivos establecidos para España para el año 2030 por el PNIEC 2023-2030 y el PNCCA 2023-2030. De esta manera, los modelos de pronóstico sectorial y el sistema de cálculo de las proyecciones y su aplicación al conjunto de políticas y medidas son adecuados para controlar las previsiones de cumplimiento de los objetivos de mitigación y reducción de emisiones propuestos en los instrumentos de planificación y en la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.

<sup>27</sup> [AR5 Climate Change 2013: The Physical Science Basis — IPCC](#)

<sup>28</sup> Directiva Delegada (UE) 2024/299 de la Comisión, de 27 de octubre de 2023, por la que se modifica la Directiva (UE) 2016/2284 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la metodología para la presentación de informes sobre las proyecciones de emisiones de determinados contaminantes atmosféricos

### Medidas existentes y adicionales tenidas en cuenta en los escenarios

Las políticas y medidas (*PaMs*, por sus siglas en inglés) consideradas en la construcción del escenario *WeM* son aquellas categorizadas como adoptadas y aplicadas, mientras que las consideradas en la parametrización del escenario *WaM* engloban, adicionalmente, aquellas *PaMs* previstas en materia de calidad del aire, energía y cambio climático.

En total se trata de un conjunto de doce paquetes de medidas (1-12) parametrizadas de forma diferencial en los escenarios *WeM* y *WaM*, cada uno compuesto por una o varias medidas con efectos en cada uno de los sectores afectados, a los que se añaden tres paquetes adicionales (13-15), compuestos por medidas parametrizadas por igual en los escenarios *WeM* y *WaM* de dichas categorías.

A continuación se incluye, a modo de resumen, un listado del conjunto de medidas más destacadas consideradas.

**Tabla 1.** Medidas y políticas (*PaMs*) consideradas, por sector, en los escenarios proyectados.

Nº	DESCRIPCIÓN	SECTOR
1	<p><b>Paquete de medidas para mix energético:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de Ruta del Hidrógeno.</li> <li>• Hoja de Ruta del Autoconsumo.</li> <li>• Hoja de Ruta de la Eólica Marina y Energías del Mar.</li> <li>• Hoja de Ruta del Biogás.</li> <li>• Estrategia de Almacenamiento Energético.</li> <li>• Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.</li> <li>• Estrategia Española de Economía Circular.</li> <li>• Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030.</li> <li>• Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2023-2030.</li> <li>• Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas y por el que se actualiza el anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.</li> </ul>	<p><b>1A1a</b></p> <p><b>&amp;</b></p> <p><b>1A1c</b></p>
2	<p><b>Paquete de medidas en el sector energético industrial:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.</li> <li>• Hoja de Ruta del Autoconsumo.</li> <li>• Estrategia Española de Economía Circular.</li> <li>• Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030.</li> <li>• Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2023-2030.</li> <li>• Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas y por el que se actualiza el anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.</li> <li>• Decisión de Ejecución (UE) 2016/1032 de la Comisión de 13 de junio de 2016 por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD) conforme a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, para las industrias de metales no ferrosos.</li> </ul>	<p><b>1A2</b></p>
3	<p><b>Medidas de mitigación en el sector refino:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030.</li> <li>• Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2023-2030.</li> <li>• Hoja de Ruta del Hidrógeno.</li> </ul>	<p><b>1A1b</b></p>

Nº	DESCRIPCIÓN	SECTOR
4	<p><b>Paquete de medidas para el sector de la aviación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030.</li> <li>Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2023-2030.</li> <li>Reglamento (UE) 2023/2405 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de octubre de 2023, relativo a la garantía de unas condiciones de competencia equitativas para un transporte aéreo sostenible (ReFuelEU Aviation).</li> </ul>	1A3a
5	<p><b>Paquete de medidas para el sector del transporte por carretera:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.</li> <li>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030.</li> <li>Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2023-2030.</li> <li>Normas EURO.</li> <li>Reglamento (UE) 2024/1610 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de mayo de 2024, por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/1242 en lo que respecta al refuerzo de las normas de comportamiento en materia de emisiones de CO<sub>2</sub> para vehículos pesados nuevos y al establecimiento de obligaciones de comunicación, se modifica el Reglamento (UE) 2018/858 y se deroga el Reglamento (UE) 2018/956.</li> <li>Reglamento (UE) 2023/851 del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de abril de 2023 por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/631 en lo que respecta al refuerzo de las normas de comportamiento en materia de emisiones de CO<sub>2</sub> de los turismos nuevos y de los vehículos comerciales ligeros nuevos, en consonancia con la mayor ambición climática de la Unión.</li> </ul>	1A3b
6	<p><b>Paquete de medidas para el sector del transporte por ferrocarril:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030.</li> <li>Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2023-2030.</li> <li>Hoja de Ruta del Hidrógeno.</li> <li>Directiva 2004/26 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, por la que se modifica la Directiva 97/68/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre medidas contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de los motores de combustión interna que se instalen en las máquinas móviles no de carretera.</li> </ul>	1A3c
7	<p><b>Paquete de medidas para el sector de navegación:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reglamento (UE) 2023/1805 del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de septiembre de 2023 relativo al uso de combustibles renovables y combustibles hipocarbónicos en el transporte marítimo y por el que se modifica la Directiva 2009/16/CE.</li> <li>Inclusión del Mediterráneo, a propuesta de las partes contratantes de la Convención de Barcelona, como Zona de Control de Emisiones de SO<sub>x</sub> en el Anexo VI de MARPOL.</li> <li>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030.</li> <li>Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2023-2030.</li> </ul>	1A3d
8	<p><b>Paquete de medidas relativas al sector residencial, comercial e institucional (RCI):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hoja de Ruta del Autoconsumo.</li> <li>Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.</li> <li>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030.</li> <li>Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2023-2030.</li> <li>Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas y por el que se actualiza el anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.</li> <li>Requisitos de diseño ecológico aplicables a calderas y aparatos de calefacción local (Directiva 2009/125).</li> </ul>	1A4a & 1A4b

Nº	DESCRIPCIÓN	SECTOR
9	<p><b>Paquete de mejoras en prácticas de fertilización de cultivos y mejoras en la aplicación de estiércoles a campo:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030.</li> <li>Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2023-2030.</li> <li>Real Decreto 840/2024, de 27 de agosto, por el que se modifica el Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios.</li> <li>Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios.</li> <li>Real Decreto 1053/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas bovinas.</li> <li>Ley 30/2022, de 23 de diciembre, por la que se regulan el sistema de gestión de la Política Agrícola Común y otras materias conexas.</li> <li>Real Decreto 306/2020, de 11 de febrero, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas porcinas intensivas, y se modifica la normativa básica de ordenación de las explotaciones de ganado porcino extensivo.</li> </ul>	3D
10	<p><b>Paquete de mejoras en sistemas de gestión de estiércol:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030.</li> <li>Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2023-2030.</li> <li>Real Decreto 1053/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas bovinas.</li> <li>Real Decreto 637/2021, de 27 de julio, por el que se establecen las normas básicas de ordenación de las granjas avícolas.</li> <li>Real Decreto 306/2020, de 11 de febrero, por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas porcinas intensivas, y se modifica la normativa básica de ordenación de las explotaciones de ganado porcino extensivo.</li> </ul>	3B
11	<p><b>Paquete de medidas en el consumo de combustibles en Agricultura/Silvicultura/Pesca:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Propuesta, de las partes contratantes de la Convención de Barcelona, de inclusión del Mediterráneo como Zona de Control de Emisiones de SO<sub>x</sub> en el Anexo VI de MARPOL.</li> <li>Hoja de Ruta del Autoconsumo.</li> <li>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030.</li> <li>Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2023-2030.</li> <li>Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas y por el que se actualiza el anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.</li> <li>Directiva (UE) 2016/802 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de mayo de 2016, relativa a la reducción del contenido de azufre de determinados combustibles líquidos.</li> <li>Directiva 2004/26 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de abril de 2004, por la que se modifica la Directiva 97/68/CE relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre medidas contra la emisión de gases y partículas contaminantes procedentes de los motores de combustión interna que se instalen en las máquinas móviles no de carretera.</li> </ul>	1A4c
12	<p><b>Medidas de reducción de COVNM asociadas al uso de productos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Decisión de ejecución (UE) 2020/2009 de la Comisión de 22 de junio de 2020 por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD), con arreglo a la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre las emisiones industriales, para el tratamiento de superficies con disolventes orgánicos, incluida la conservación de la madera y los productos derivados de la madera utilizando productos químicos.</li> </ul>	2D

Nº	DESCRIPCIÓN	SECTOR
13	<p><b>Aplicación del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (UE-ETS):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Directiva (UE) 2023/959 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 10 de mayo de 2023, que modifica la Directiva 2003/87/CE por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Unión y la Decisión (UE) 2015/1814, relativa al establecimiento y funcionamiento de una reserva de estabilidad del mercado en el marco del régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Unión.</li> <li>Reglamento (UE) 2023/957 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 10 de mayo de 2023, por el que se modifica el Reglamento (UE) 2015/757 con el fin de incorporar las actividades de transporte marítimo al régimen para el comercio de derechos de emisión en la Unión y de seguir, notificar y verificar las emisiones de gases de efecto invernadero adicionales y las emisiones procedentes de tipos adicionales de buques.</li> <li>Directiva 2009/29/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE para perfeccionar y ampliar el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.</li> <li>Directiva 2008/101/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, por la que se modifica la Directiva 2003/87/CE con el fin de incluir las actividades de aviación en el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (Texto pertinente a efectos del EEE).</li> <li>Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.</li> <li>Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo.</li> </ul>	Varios
14	<p><b>Reducción de emisiones de GEI relacionadas con gases fluorados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030.</li> <li>Reglamento (UE) 2024/573 del Parlamento Europeo y del Consejo de 7 de febrero de 2024 sobre los gases fluorados de efecto invernadero, por el que se modifica la Directiva (UE) 2019/1937, y se deroga el Reglamento (UE) n.º 517/2014.</li> <li>Ley 14/2022, de 8 de julio, de modificación de la Ley 19/2013, de 9 de diciembre, de transparencia, acceso a la información pública y buen gobierno, con el fin de regular las estadísticas de las microempresas, pequeñas y medianas empresas (PYME) en la contratación pública.</li> <li>Real Decreto 115/2017, de 17 de febrero, por el que se regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan y por el que se establecen los requisitos técnicos para las instalaciones que desarrollen actividades que emitan gases fluorados.</li> <li>Ley 16/2013, de 29 de octubre, por la que se establecen determinadas medidas en materia de fiscalidad medioambiental y se adoptan otras medidas tributarias y financieras.</li> </ul>	2F & 2G
15	<p><b>Paquete de medidas para el sector de la gestión de residuos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030.</li> <li>Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2023-2030.</li> <li>Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.</li> <li>Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2023-2035.</li> </ul>	5A, 5B & 5D

Los impactos en términos de reducción de las emisiones de cada uno de los paquetes de medidas son dispares. Además, una determinada medida puede generar una reducción de las emisiones de un contaminante en un sector y, sin embargo, por efectos colaterales, puede aumentar las emisiones de otros contaminantes. Esta casuística se observa fundamentalmente en las medidas dirigidas al fomento de la biomasa, que pueden dar lugar a un incremento de las emisiones de COVNM o material particulado.

En la siguiente tabla se muestra el efecto de las políticas y medidas sobre las emisiones del conjunto de gases de efecto invernadero (GEI), así como del metano de forma desagregada, y sobre cada uno de los contaminantes atmosféricos proyectados. La estimación del efecto de estas medidas se obtiene por la diferencia de emisiones entre el escenario *WeM* y el escenario *WaM* para el año 2030, en términos absolutos (kilotoneladas).

**Tabla 2.** Evaluación del impacto de las políticas y medidas en términos absolutos de emisiones (kt) para el año 2030

Grupo PaM	Nombre genérico del Grupo PaM	Efecto PaM 2030 ( <i>WaM-WeM</i> ) Absoluto (kt)						
		GEI	CH <sub>4</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	COVNM	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2,5</sub>
1	Paquete mix de generación	-9.673,6	-0,2	-1,6	0,1	1,7	0,7	0,7
2	Paquete energético sector industrial	-4.488,3	-2,9	-8,1	-3,6	-0,3	0,0	0,0
3	Medidas en el sector refino	-3.000,4	-0,1	-2,6	-0,4	-0,1	0,0	-0,1
4	Medidas transporte aviación	-1.452,2	0,0	-2,4	-0,1	-0,2	0,0	0,0
5	Medidas transporte por carretera	-19.318,2	-5,1	-12,7	0,0	-7,3	-0,9	-1,0
6	Medidas transporte por ferrocarril	4,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Medidas transporte marítimo	53,4	0,2	-2,3	-0,6	0,0	0,0	-0,4
8	Paquete energético residencial, comercial e institucional (RCI)	-2.756,9	4,3	-0,6	1,0	-1,1	0,0	-0,8
9	Medidas en cultivos	-145,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
10	Medidas en ganadería	-269,7	-7,1	0,0	0,0	0,0	-1,0	0,0
11	Paquete energético y tecnológico en Agricultura/Silvicultura/Pesca	-13,4	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
12	Medidas en el uso de productos	-98,3	0,0	0,0	0,0	-6,2	0,0	0,0
	Otras medidas	-1.830,8	-2,7	-1,7	-7,0	-8,8	0,0	-0,1
	<b>TOTAL</b>	<b>-42.989,3</b>	<b>-13,5</b>	<b>-31,8</b>	<b>-10,6</b>	<b>-22,3</b>	<b>-1,1</b>	<b>-1,6</b>

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de contribución de cada uno de los paquetes de medidas al efecto total de la aplicación de las mismas en el escenario *WaM* frente al escenario *WeM* en relación con cada gas o contaminante analizado. Las celdas marcadas en rojo resaltan los paquetes de medidas que generan un aumento de las emisiones de un contaminante, por efecto colateral de la medida considerada.

**Tabla 3.** Evaluación del impacto de las políticas y medidas en términos relativos (contribución de la medida al total de las reducciones) para el año 2030

Grupo PaM	Nombre genérico grupo PaM	Efecto PaM 2030 (WaM-WeM) Relativo al total de reducción (%)						
		GEI	CH <sub>4</sub>	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	COVNM	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2,5</sub>
1	Paquete mix energético	22,5%	1,6%	4,9%	-0,9%	-7,5%	-57,4%	-42,7%
2	Paquete energético sector industrial	10,4%	21,1%	25,3%	34,0%	1,2%	-2,3%	1,6%
3	Medidas en el sector refino	7,0%	0,4%	8,3%	3,3%	0,5%	0,0%	3,2%
4	Medidas transporte aviación	3,4%	0,1%	7,5%	1,4%	0,9%	0,0%	1,2%
5	Medidas transporte por carretera	44,9%	37,8%	40,0%	0,4%	33,0%	81,0%	59,8%
6	Medidas transporte por ferrocarril	0,0%	0,0%	-0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,1%
7	Medidas transporte marítimo	-0,1%	-1,1%	7,2%	5,5%	-0,1%	0,0%	23,3%
8	Paquete energético residencial, comercial e institucional (RCI)	6,4%	-31,8%	1,7%	-9,6%	5,0%	0,9%	47,7%
9	Medidas en cultivos	0,3%	0,0%	-0,1%	0,0%	0,0%	-14,6%	0,0%
10	Medidas en ganadería	0,6%	52,7%	0,0%	0,0%	0,0%	92,0%	0,0%
11	Paquete energético y tecnológico en Agricultura/Silvicultura/Pesca	0,0%	-0,8%	-0,1%	0,0%	-0,2%	0,0%	-1,0%
12	Medidas en el uso de productos	0,2%	0,0%	-	-	27,7%	0,0%	0,0%
	Otras medidas	4,3%	19,9%	5,5%	65,8%	39,5%	0,4%	7,1%

Las tablas anteriores permiten apreciar que los paquetes de medidas que tienen más efecto en las emisiones de gases de efecto invernadero, tanto en términos absolutos como relativos, son: las medidas en el transporte por carretera (-19.318 kt CO<sub>2</sub>-eq), gracias al impulso de la electrificación y el cambio modal; las relacionadas con el mix de generación (-9.674 kt CO<sub>2</sub>-eq), gracias a la sustitución de las fuentes de energía fósil por renovables; las medidas en el paquete energético industrial (-4.488 kt CO<sub>2</sub>-eq), en particular relativas a mejoras de eficiencia energética e integración de combustibles renovables; las medidas en el sector del refino (-3.000 kt CO<sub>2</sub>-eq), vinculadas al hidrógeno renovable; y medidas en la combustión en los sectores Residencial, Comercial e Institucional (-2.757 kt CO<sub>2</sub>-eq) gracias a una mayor electrificación y a mejoras en la eficiencia energética.

En el caso de las emisiones en transporte marítimo y por ferrocarril, se aprecian aumentos muy ligeros de emisiones de gases de efecto invernadero en el escenario *WaM* frente al escenario *WeM*. Esto es debido, fundamentalmente, a que las medidas del PNIEC 2023-2030 relacionadas con el cambio modal desde otros medios de transporte, las cuales fomentan fuertemente el uso del transporte ferroviario y marítimo, suceden a un ritmo mayor que los cambios tecnológicos asociados a la sustitución de combustibles fósiles por otras fuentes de energía. En todo caso, dicho cambio modal tiene un impacto global muy positivo, porque contribuye a reducir las emisiones del transporte en su conjunto, el cual registra el mayor descenso de emisiones (19.318,2 kt CO<sub>2</sub>-eq en el escenario *WaM* frente al *WeM*) de todos los sectores.

Considerando las emisiones de metano de forma independiente, se aprecia que las reducciones adicionales de las medidas previstas en 2030, respecto a las adoptadas y aplicadas, tienen su principal efecto en la gestión de estiércol y en el transporte por carretera, mientras que el fomento de los pellets en el sector Residencial/Comercial/Institucional provocan un aumento en las emisiones de CH<sub>4</sub>.

En relación con las emisiones estimadas de contaminantes atmosféricos, en algún caso, como en los sectores de la generación eléctrica, la combustión industrial y la combustión en los sectores Residencial/Comercial/Institucional y Agricultura/Silvicultura/Pesca, las medidas que dan lugar a una disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero pueden producir el aumento en algún contaminante concreto. Esto se debe, fundamentalmente, a medidas dirigidas al fomento de la biomasa, que, si bien reducen emisiones de GEI, pueden dar lugar a un incremento de las emisiones de COVNM, amoníaco o material particulado fino.

En general, los sectores en los que las medidas dan lugar a disminuciones de GEI son también los sectores en los que se registran mayores descensos en las emisiones de otros contaminantes. Esto es así, en particular, en el caso del NO<sub>x</sub>: medidas en el transporte por carretera, en el paquete energético industrial, cambios en el *mix* de generación y medidas en el sector del refino.

En cuanto al SO<sub>2</sub>, se dan reducciones en el sector energético industrial por la reducción en el uso de combustibles sólidos, y por medidas en el sector del refino.

La reducción de compuestos orgánicos volátiles no metánicos viene determinada por las medidas en transporte por carretera (electrificación y progresiva incorporación de modelos de combustión nuevos con normativas EURO superiores) y en el uso de productos (limitación de disolventes orgánicos en ciertas actividades e instalaciones, y en pinturas y barnices), así como por la disminución de emisiones fugitivas en refinerías.

Las mayores reducciones de emisiones de NH<sub>3</sub> son efecto de las medidas de mejora en la gestión de estiércoles, tanto dentro de las granjas como fuera, por la aplicación de técnicas que reducen las emisiones en su aplicación al suelo (agrupada con las medidas relacionadas con ganadería, aunque en las plantillas de reporte se incluya en la actividad 3D).

Finalmente, las mayores reducciones de partículas PM<sub>2,5</sub> se deben a las medidas en transporte por carretera (afectando a las emisiones de partículas debidas, principalmente, al desgaste de neumáticos y frenos y a la abrasión del asfalto) y a la sustitución de la biomasa tradicional por otras fuentes energéticas, como el gas natural y los *pellets*, en el sector residencial.

## 4. PRINCIPALES RESULTADOS DE LAS PROYECCIONES

A continuación, se presentan los principales resultados de las proyecciones de emisiones de: NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), amoníaco (NH<sub>3</sub>), material particulado fino (PM<sub>2.5</sub>), total de gases de efecto invernadero (GEI), metano (CH<sub>4</sub>) y GEI desagregados por sectores ETS y ESR.

La estructura de las secciones es similar para las proyecciones de los contaminantes atmosféricos y, en lo que corresponda, para las proyecciones de emisiones de GEI.

Se inician con un breve resumen de los principales resultados de la proyección de emisiones, y un análisis de la tendencia histórica de los datos inventariados.

En un segundo bloque se resumen los principales resultados de la proyección, incorporando un gráfico de la evolución de las emisiones distribuidas por sectores de actividad para el periodo 1990-2030 y análisis de las variaciones de las emisiones proyectadas en relación con los años 1990 (exclusivamente para los GEI) y 2005, utilizados como referencia para la fijación de esfuerzos de reducción. Adicionalmente se incluye un breve análisis de las variaciones proyectadas en relación con el último año inventariado.

En un tercer bloque se presentan los principales *drivers*, tendencias y medidas considerados en la proyección de emisiones.

En el último bloque, para el caso de las proyecciones de emisiones de contaminantes atmosféricos, se realiza un análisis del previsible cumplimiento de los objetivos de reducción de las emisiones fijados para España en el marco de la Directiva (UE) 2284/2016 relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos, la cual establece compromisos de reducción de emisiones relativos, respecto a las emisiones estimadas para el año 2005, para dos periodos: 2020-2029, y de 2030 en adelante.

Finalmente, se incluyen los datos numéricos a remitir en formato tabular en el marco de las obligaciones de reporte de Proyecciones.

Como se ha comentado anteriormente, los datos de emisiones de contaminantes atmosféricos recogidos en este Informe no incluyen las emisiones generadas en las Islas Canarias, ya que las emisiones de este archipiélago no están cubiertas por el ámbito de aplicación de la Directiva (UE) 2016/2284 ni por la malla EMEP de la Convención de Ginebra contra la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia de UNECE.

## 4.1 ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO<sub>x</sub>)

### Resumen de resultados

Las emisiones proyectadas en el escenario *WeM* reflejan el efecto de las medidas adoptadas y aplicadas, con una considerable reducción en las emisiones de NO<sub>x</sub> del -70,8% en 2030 respecto al año 2005. Mientras que el efecto adicional de las medidas previstas, junto a las medidas adoptadas y aplicadas, consideradas en el escenario *WaM*, permiten alcanzar niveles de reducción del -73,2% en dicho periodo.

Las mayores reducciones de emisiones en el escenario *WaM*, para este periodo, se producen en el sector del transporte por carretera, la generación de energía y la combustión industrial.

La proyección de las emisiones prevé el cumplimiento de los límites de emisión fijados por la Directiva (UE) 2016/2284 para todo el periodo proyectado, en los escenarios *WeM* y *WaM*.

Los óxidos de nitrógeno son un grupo de gases compuestos por óxido nítrico (NO) y dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Se forman como subproducto en todas las combustiones llevadas a cabo a altas temperaturas, principalmente en los motores de vehículos, en la combustión industrial y en maquinarias, y combustión para generación eléctrica. Los NO<sub>x</sub> son tóxicos, irritantes y precursores de la formación de nitrato, que conlleva la producción de ácidos y partículas secundarias en el ambiente. Además de dar lugar a la lluvia ácida, interviene en la formación de ozono en la superficie de la tierra, al reaccionar con otros contaminantes atmosféricos (por ejemplo, los COVNM o el metano).

### Tabla de datos de emisiones históricas y proyectadas

En la siguiente tabla se resumen los datos de emisiones inventariadas (1990-2023) y proyectadas para los años 2025 y 2030, así como datos sobre sus variaciones respecto a los años 2005 y 2023.

**Tabla 4.** Datos de emisiones de NO<sub>x</sub> y variaciones relativas respecto a los niveles de 2005 y 2023

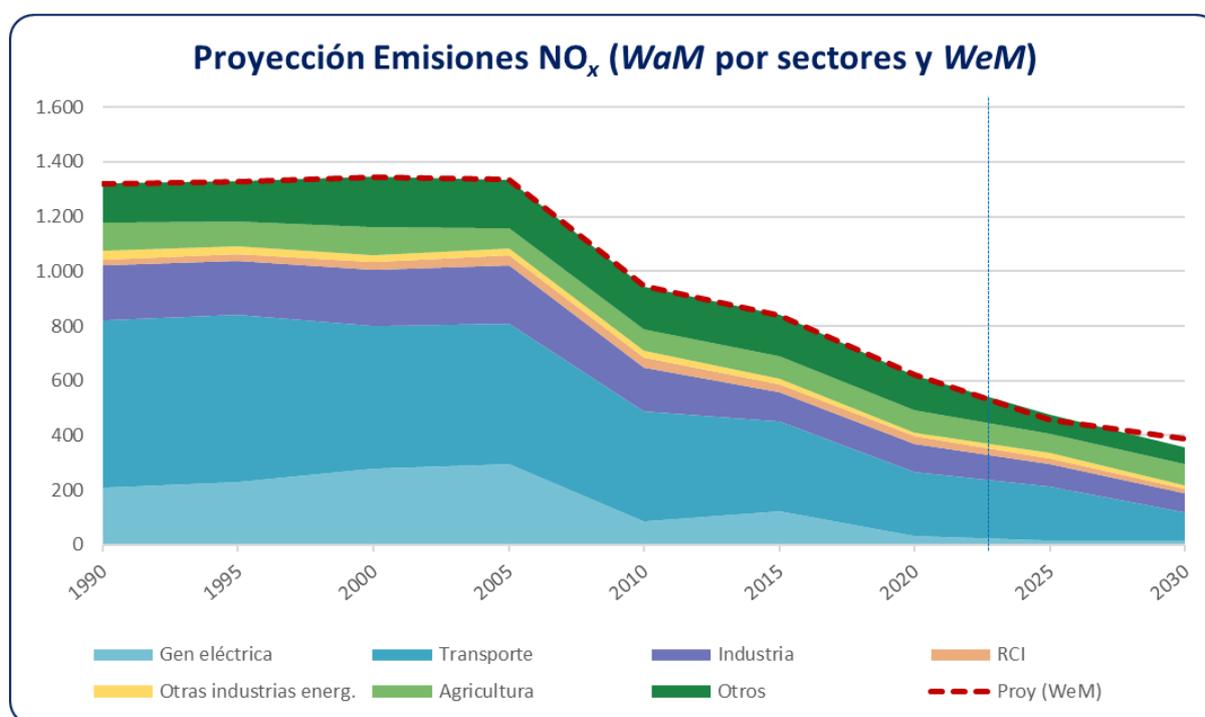
	NO <sub>x</sub>								
	Emisiones inventariadas					Emisiones proyectadas			
	1990	2005	2019	2020	2023	2025		2030	
						<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>
<b>Emisiones (kt)</b>	1.320,5	1.335,0	719,9	620,4	565,8	458,0	476,6	389,2	357,4
<b>Variación respecto al año 2005</b>						-65,7%	-64,3%	-70,8%	-73,2%
<b>Variación respecto a 2023</b>						-19,1%	-15,8%	-31,2%	-36,8%

### Análisis de las emisiones históricas

Desde el año 2005, las emisiones de NO<sub>x</sub> han registrado una importante disminución. Esta reducción de las emisiones de NO<sub>x</sub> se debió, fundamentalmente, a la disminución en el consumo de carbón en las centrales térmicas de generación de electricidad, a la incorporación de técnicas de abatimiento en las grandes instalaciones de combustión y a la expansión de las centrales de ciclo combinado de gas natural con técnicas de abatimiento. Por otro lado, también tuvieron efecto en las emisiones de NO<sub>x</sub> los avances tecnológicos del parque de vehículos, la introducción de la normativa EURO y el descenso del consumo por efecto de la crisis económica de 2008.

### Análisis de las proyecciones de emisiones

La siguiente figura muestra la proyección de las emisiones de NO<sub>x</sub> junto con las últimas emisiones históricas inventariadas. Las emisiones del escenario tendencial (*WeM*) se representan agregadas, en la línea punteada. Sin embargo, para las emisiones históricas y para el escenario con medidas adicionales (*WaM*), las emisiones se desagregan según los principales sectores de actividad.



**Figura 2.** Evolución temporal de las emisiones de NO<sub>x</sub> desde 1990 hasta 2030 distribuida por sectores de actividad para el escenario *WaM* y agregada para el escenario *WeM*

En el escenario *WeM*, en el que únicamente se ha tenido en cuenta el impacto de las políticas y medidas adoptadas y aplicadas, las emisiones proyectadas presentan una tendencia mantenida a la baja. Las emisiones de NO<sub>x</sub> proyectadas se reducirían, situándose en 2030 en niveles de -70,8%, comparados con los de 2005.

Las mayores reducciones de emisiones en 2030 en el escenario *WaM* respecto a 2005 se producen en el sector del transporte por carretera, seguido de la generación eléctrica y la combustión industrial, situándose finalmente en 2030 en niveles de -73,2%, comparados con los de 2005.

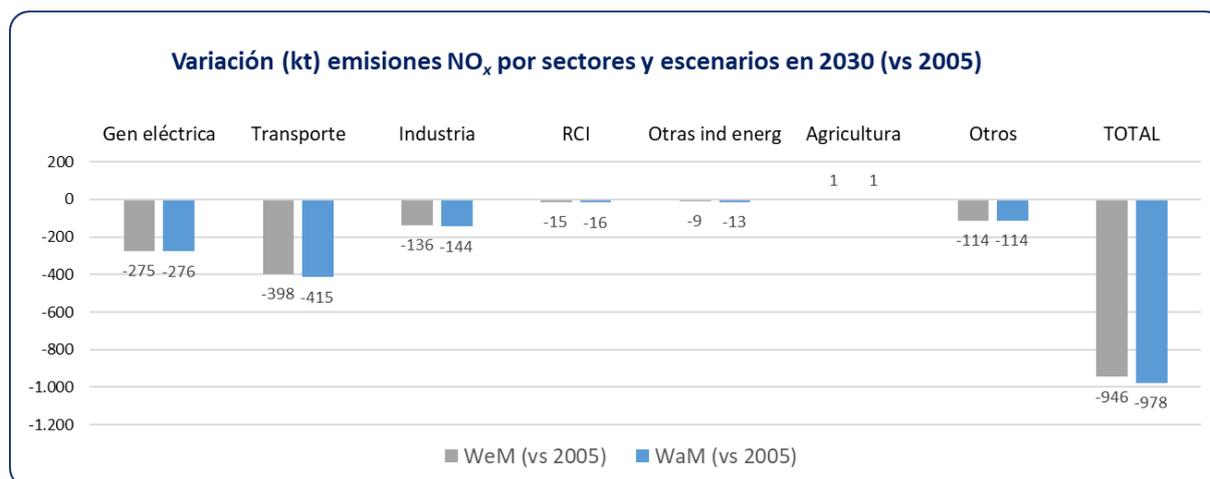
Tomando como referencia el último año inventariado, con una reducción de -36,8% en el escenario *WaM* para el periodo 2023-2030, las mayores reducciones de emisiones se producen fundamentalmente en el sector del transporte por carretera, seguido de actividades de combustión en los sectores Agricultura/Silvicultura/Pesca y en la combustión industrial.

### Principales *drivers*, tendencias y medidas considerados en la proyección de emisiones

Las variables de las principales actividades generadoras de emisiones de NO<sub>x</sub> (históricamente: transporte por carretera, combustión industrial y generación eléctrica), en principio deberían ser arrastradas en los escenarios proyectados por el previsible crecimiento económico nacional. Sin embargo, el efecto de las políticas y medidas adoptadas y aplicadas (escenario *WeM*) de reducción de

emisiones de NO<sub>x</sub> en diferentes sectores de actividad y el ya iniciado cambio del mix energético contrarrestan esa tendencia.

En el escenario con medidas adicionales se amplía el efecto de las medidas de mitigación en todos los sectores de actividad, salvo en agricultura (cultivos) destacando el impacto de las medidas que actúan sobre el transporte previstas por TIMES-Sinergia, que reducirán las emisiones de este sector en un -415,2 kt en 2030 respecto al año 2005, lo que supondría casi la mitad de la reducción total proyectada (-977,6 kt). Las emisiones de las actividades de generación de electricidad se reducirían en -276,2 kt, debido al cese del uso del carbón para la generación eléctrica y a la fuerte penetración de las fuentes renovables.



**Figura 3.** Variación absoluta (kt) de las emisiones de NO<sub>x</sub> por sector y escenario en el año 2030 respecto al año 2005

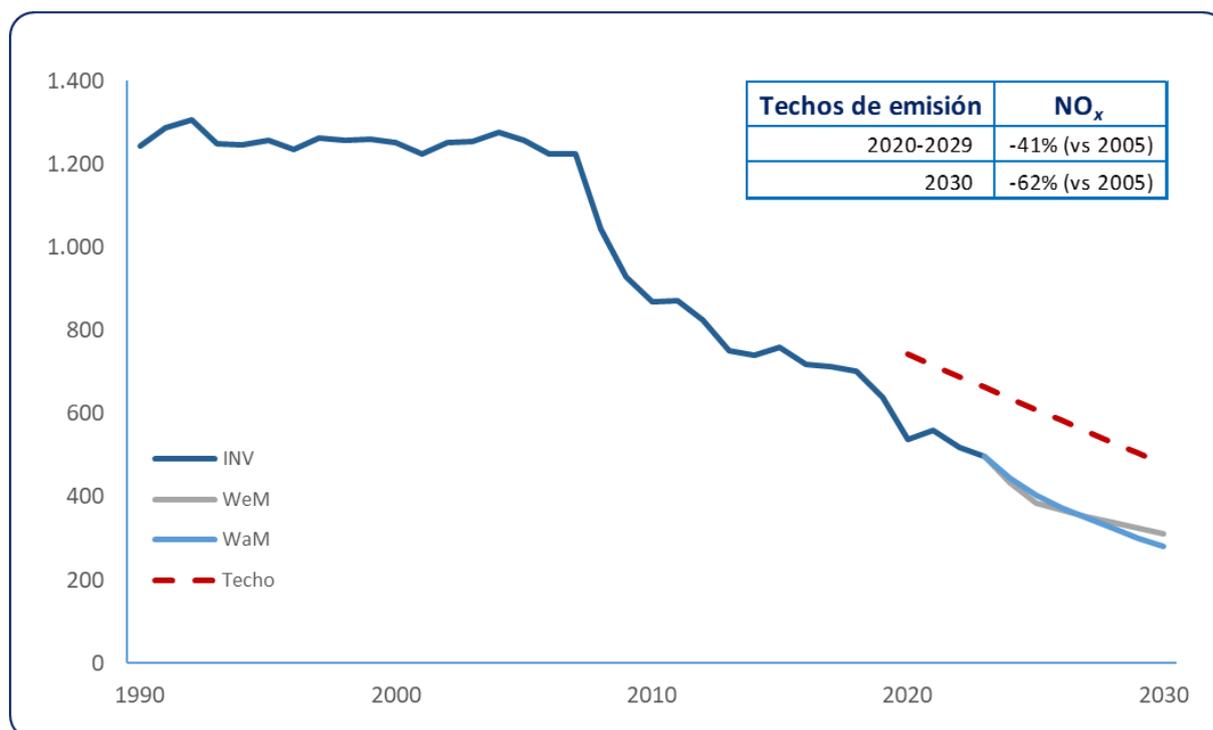
Las principales medidas que se han tenido en cuenta en la proyección incluyen:

- i. el impulso de la electrificación del sector, del cambio modal y de la renovación del parque automovilístico, conllevando una progresiva incorporación de modelos nuevos con tecnología EURO más avanzada y menores ratios de emisión de NO<sub>x</sub> (paquete de medidas nº 5 del listado de PaMs, que contribuiría en su conjunto en un 40,0% de las reducciones proyectadas para el año 2030 que son debidas a las PaMs previstas (adicionales) que incorpora el escenario WaM respecto al WeM);
- ii. la paulatina introducción de medidas de eficiencia energética y abatimiento de emisiones de NO<sub>x</sub> en las grandes y medianas instalaciones de combustión e instalaciones industriales (paquete de medidas nº 2 con una contribución del 25,3% a las reducciones adicionales del escenario WaM en 2030 respecto al escenario WeM);
- iii. los cambios en el mix energético y el consiguiente descenso de generación en las centrales térmicas, junto a reducciones previstas de emisiones en el refino de petróleo (paquetes de medidas nº 1 y nº 3, respectivamente, con una contribución conjunta del 13,2% a las reducciones adicionales debidas al escenario WaM en 2030 frente al escenario WeM).

#### Evaluación del potencial cumplimiento de los límites de emisión

La Directiva (UE) 2016/2284 exige reducir las emisiones en un -41%, respecto al año 2005 en el período 2020-2029, y establece que a partir del año 2030 se deberán limitar las emisiones en un -62%, respecto a las emisiones del año 2005. Según el artículo 4.3.d) de la Directiva, las emisiones de NO<sub>x</sub> de las actividades contempladas en las categorías 3B (gestión de estiércoles) y 3D (suelos agrícolas) no se deberán contabilizar a efectos de cumplimiento de los compromisos nacionales de reducción de emisiones aplicables a partir de 2020.

En la siguiente figura se representa la evolución de las emisiones de NO<sub>x</sub> desde 1990 a 2023, junto con las proyecciones y su relación con los techos de emisión fijados para España.



**Figura 4.** Evolución temporal de las emisiones de NO<sub>x</sub> desde 1990 hasta 2030 y techos de emisión aplicables (no se incluyen las actividades 3B y 3D)

Como se puede observar en la figura, las medidas de mitigación previstas en ambos escenarios resultan suficientes para alcanzar los niveles de reducción de emisiones establecidos por la Directiva (UE) 2016/2284.

Las proyecciones estiman que las emisiones de NO<sub>x</sub> en el escenario *WaM* en el año 2030 serían inferiores en un -77,8% al nivel de emisiones del año 2005. Esto supondría un cumplimiento con un margen de 15,8 puntos porcentuales sobre la reducción exigida en 2030 (-62,0%).

**Tabla 5.** Cumplimiento y techos de emisión de NO<sub>x</sub>

	Cumplimiento techos NO <sub>x</sub> en escenarios proyectados								
	2023			2025			2030		
	Techo (1)	Inventario (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.
<i>WeM</i>	-41,0%	-60,6%	Sí	-41,0%	-69,3%	Sí	-62,0%	-75,2%	Sí
<i>WaM</i>	-41,0%	-60,6%	Sí	-41,0%	-67,8%	Sí	-62,0%	-77,8%	Sí

(1): nivel mínimo de reducción de emisiones respecto al nivel emitido en el año 2005.

(2): nivel de emisiones proyectado en el año X relativo al nivel de emisiones en el año 2005.

\*Sin sectores 3B y 3D.

## Tabla de reporte de las proyecciones de emisiones

A continuación se incluye la información a reportar para las emisiones proyectadas de NO<sub>x</sub> en una tabla resumen basada en los formatos tabulares incluidos en el Anexo IV de las directrices para la estimación y notificación de los datos de emisiones del Comité Ejecutivo del Convenio de Ginebra que es también utilizado como formato de reporte en el marco de la Directiva (UE) 2016/2284.

Tabla 6. Reporte en formato tabular de la proyección de emisiones de NO<sub>x</sub>

		NO <sub>x</sub>				
		INV (kt)	Emisiones proyectadas (kt)			
			Escenario WeM		Escenario WaM	
Código NFR	Sector de actividad	2023	2025	2030	2025	2030
<b>1A1</b>	<b>Industrias de la energía</b>	<b>37,03</b>	<b>32,04</b>	<b>29,86</b>	<b>28,30</b>	<b>25,45</b>
<b>1A2</b>	<b>Industrias manufactureras y de construcción</b>	<b>83,88</b>	<b>77,91</b>	<b>73,13</b>	<b>75,57</b>	<b>65,08</b>
<b>1A3b</b>	<b>Transporte por carretera (TC)</b>	<b>199,42</b>	<b>134,22</b>	<b>79,01</b>	<b>157,71</b>	<b>66,30</b>
1A3bi	T.C., Turismos	121,97	46,20	14,22	68,64	11,12
1A3bii	T.C., Vehículos comerciales ligeros	25,66	32,02	23,01	32,03	20,04
1A3biii	T.C., Vehículos pesados	50,51	54,60	40,92	55,65	34,43
1A3biv	T.C., Ciclomotores y motocicletas	1,28	1,39	0,86	1,39	0,72
1A3bv	T.C., Evaporación de gasolina	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvi	T.C., Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvii	T.C., Abrasión del asfalto	NA	NA	NA	NA	NA
<b>1A3a,c,d,e</b>	<b>Otros tipos de transporte</b>	<b>37,48</b>	<b>39,23</b>	<b>39,40</b>	<b>40,50</b>	<b>34,75</b>
<b>1A4</b>	<b>Otros sectores (RCI, agrícola, etc.)</b>	<b>90,88</b>	<b>53,27</b>	<b>41,01</b>	<b>53,22</b>	<b>40,49</b>
<b>1A5</b>	<b>Otros</b>	<b>2,59</b>	<b>2,66</b>	<b>2,76</b>	<b>2,66</b>	<b>2,76</b>
<b>1B</b>	<b>Emisiones fugitivas de los combustibles</b>	<b>4,67</b>	<b>5,97</b>	<b>5,46</b>	<b>5,97</b>	<b>4,00</b>
<b>2A,B,C,H,I,J,K,L</b>	<b>Procesos industriales</b>	<b>3,13</b>	<b>3,58</b>	<b>3,57</b>	<b>3,58</b>	<b>3,58</b>
<b>2D, 2G</b>	<b>Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>	<b>0,11</b>	<b>0,12</b>
<b>3B</b>	<b>Cabaña ganadera y gestión de estiércoles</b>	<b>6,54</b>	<b>6,60</b>	<b>6,78</b>	<b>6,60</b>	<b>6,78</b>
3B1a	Vacuno lechero	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
3B1b	Vacuno no lechero	1,80	1,82	1,84	1,82	1,84
3B2	Ovino	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
3B3	Porcino	0,33	0,32	0,31	0,32	0,31
3B4a	Búfalos	NO	NO	NO	NO	NO
3B4d	Caprino	0,18	0,17	0,16	0,17	0,16
3B4e	Equino	0,20	0,20	0,19	0,20	0,19
3B4f	Mulas y asnos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3B4g	Aves de corral	2,20	2,19	2,18	2,19	2,18
3B4h	Otros animales - Conejos	0,57	0,65	0,84	0,65	0,84
<b>3D</b>	<b>Producción de cultivos y suelos agrícolas</b>	<b>63,21</b>	<b>65,24</b>	<b>70,77</b>	<b>65,25</b>	<b>70,80</b>
<b>3F</b>	<b>Quema en campo de restos de cosechas</b>	<b>0,04</b>	<b>0,10</b>	<b>0,25</b>	<b>0,10</b>	<b>0,25</b>
<b>5</b>	<b>Residuos</b>	<b>36,87</b>	<b>37,06</b>	<b>37,06</b>	<b>37,06</b>	<b>37,06</b>
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>Total Nacional (Islas Canarias excluidas)</b>	<b>565,85</b>	<b>458,00</b>	<b>389,20</b>	<b>476,63</b>	<b>357,42</b>

## 4.2 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)

### Resumen de resultados

Las emisiones proyectadas en el escenario *WeM* reflejan el efecto de las medidas adoptadas y aplicadas, con una notable reducción en las emisiones de SO<sub>2</sub> del -93,9% en 2030 respecto al año 2005. Mientras que el efecto adicional de las medidas previstas, junto a las medidas adoptadas y aplicadas, consideradas en el escenario *WaM*, permiten alcanzar niveles de reducción del -94,8% en dicho periodo.

Las principales disminuciones están asociadas a la ya iniciada sustitución del carbón en los sectores energéticos (principalmente el de la generación eléctrica) y al previsible efecto de las medidas previstas en el PNIEC 2023-2030 y en el PNCCA 2023-2030.

La proyección prevé el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones fijados por la Directiva (UE) 2016/2284 en los dos escenarios, *WeM* y *WaM*, en todo el período proyectado.

Las emisiones de dióxido de azufre se producen fundamentalmente por la combustión de combustibles fósiles con contenido en azufre (carbón, petróleo) y por la industria metalúrgica. En los procesos metalúrgicos se liberan grandes cantidades de este gas debido a que frecuentemente los metales a procesar se encuentran en forma de sulfuros. El dióxido de azufre es un gas irritante y tóxico. Los efectos de los SO<sub>2</sub> empeoran cuando se combina con partículas o con la humedad del aire, generando lo que se conoce como lluvia ácida, provocando la destrucción de bosques y la acidificación de las aguas superficiales.

### Tabla de datos de emisiones históricas y proyectadas

En la siguiente tabla se resumen los datos de emisiones inventariadas (1990-2023) y proyectadas para los años 2025 y 2030, así como datos sobre sus variaciones respecto a los años 2005 y 2023.

**Tabla 7.** Datos de emisiones de SO<sub>2</sub> y variaciones relativas respecto a los niveles de 2005 y 2023

	SO <sub>2</sub>								
	Emisiones inventariadas					Emisiones proyectadas			
	1990	2005	2019	2020	2023	2025		2030	
						<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>
<b>Emisiones (kt)</b>	2.050,0	1.207,1	150,3	112,3	93,6	85,4	82,9	73,3	62,7
<b>Variación respecto a 2005</b>						-92,9%	-93,1%	-93,9%	-94,8%
<b>Variación respecto a 2023</b>						-8,8%	-11,4%	-21,7%	-33,0%

### Análisis de las emisiones históricas

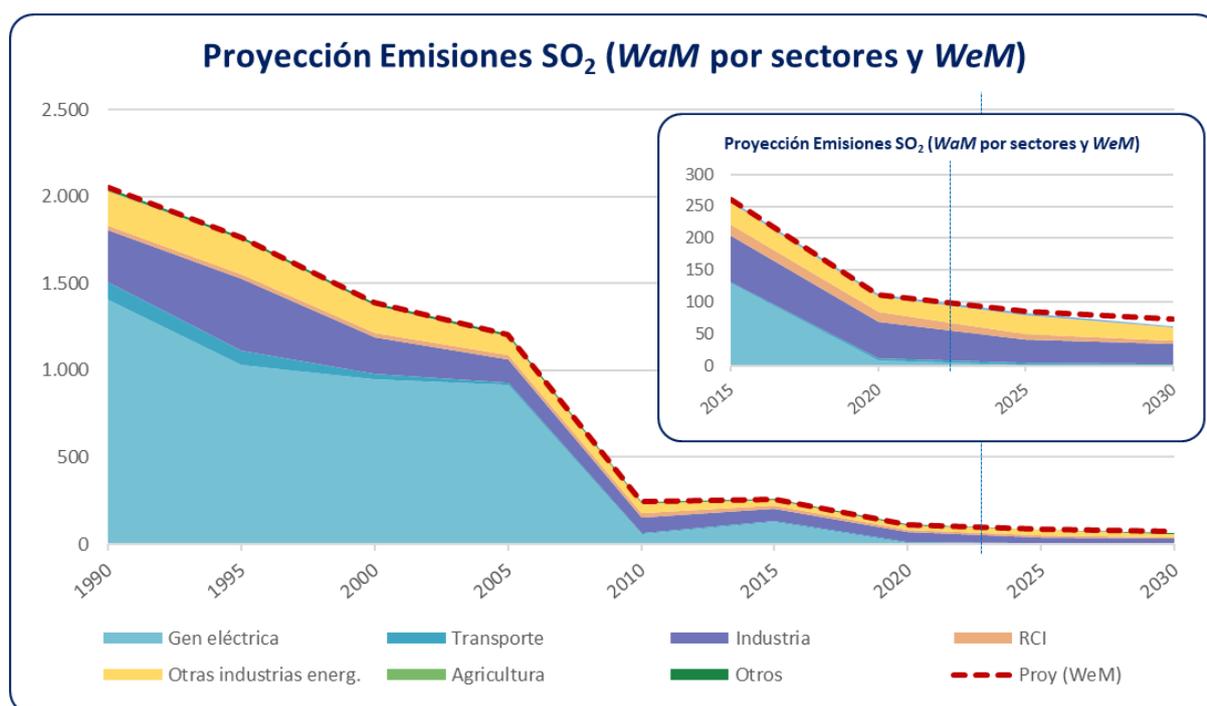
Desde 2005, las emisiones de SO<sub>2</sub> han sufrido una importante reducción, principalmente marcada por el abandono del consumo de carbón en la producción de la energía eléctrica (en el periodo 1990-2008, el carbón era responsable de casi el 70% de estas emisiones).

En los últimos años, la principal fuente de emisiones de SO<sub>2</sub> es la industria y fundamentalmente la industria metalúrgica, cuyas emisiones también han experimentado un notable descenso en los últimos años como consecuencia de la aplicación de técnicas de desulfuración y control de emisiones de SO<sub>2</sub> en los procesos industriales.

También es destacable la reducción en las emisiones de dióxido de azufre en el sector del transporte por carretera, por efecto de la Directiva 93/12/CEE relativa al contenido de azufre de determinados combustibles líquidos, y normativas posteriores al respecto.

### Análisis de las proyecciones de emisiones

La siguiente figura muestra la proyección de las emisiones de SO<sub>2</sub> junto con las últimas emisiones históricas inventariadas. Para el escenario *WaM* se desagregan los principales sectores de actividad, así como para las emisiones históricas. El escenario *WeM* se representa de forma global, sin desagregación, en la línea punteada. Se incluye, además, detalle con diferente escala de las emisiones proyectadas para el periodo 2015-2030.



**Figura 5.** Evolución temporal de las emisiones de SO<sub>2</sub> desde 1990 hasta 2030 distribuida por sectores de actividad

Como se ha comentado, se aprecia la muy notable reducción registrada en los datos históricos de SO<sub>2</sub>, que continúa en las emisiones proyectadas en el escenario *WeM*, en el que únicamente se ha tenido en cuenta el impacto de las políticas y medidas adoptadas y aplicadas. Las emisiones de SO<sub>2</sub> proyectadas ser reducirían, situándose en 2030 en niveles de -93,9%, comparados con los de 2005.

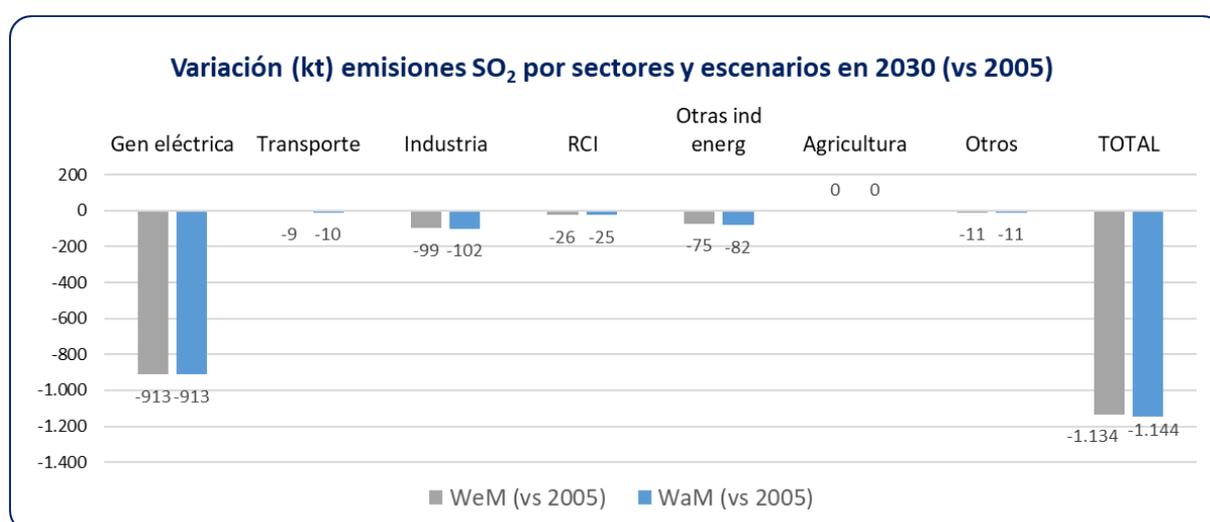
En el escenario con medidas adicionales, en la década 2020-2030 se prevé continuar la reducción por el efecto de las medidas contempladas en la actualización del PNIEC 2023-2030, con el cese del uso de carbón en la generación eléctrica. Así, la previsión sitúa las emisiones de SO<sub>2</sub> del año 2030 en 62,7 kt, lo que supondría una reducción de -94,8% respecto al nivel de 2005.

Tomando como referencia el último año inventariado, las mayores reducciones en 2030 para el escenario *WaM* se producen fundamentalmente en la combustión industrial, seguido de actividades de combustión en el sector RCI y en las emisiones fugitivas del petróleo, siendo la reducción en su conjunto de -33,0% para el periodo 2023-2030.

### Principales *drivers*, tendencias y medidas considerados en la proyección de emisiones

Como se ha señalado, aunque en la serie proyectada se prevea un crecimiento económico y poblacional, con el consiguiente aumento del consumo energético en la industria y de generación de electricidad, las emisiones de SO<sub>2</sub> están muy influenciadas por el previsible cambio de los combustibles utilizados y el efecto de la aplicación de medidas de mitigación ya vigentes: progresiva sustitución del consumo de carbón e introducción de medidas de abatimiento de emisiones de SO<sub>2</sub> en las grandes instalaciones de combustión e instalaciones industriales, según lo previsto en la Directiva 2010/75/UE y sus documentos *BREF* específicos, con un previsible impacto en los principales sectores emisores (generación eléctrica, combustión industrial y refino de petróleo).

En ambos escenarios se prevé que en 2030 el efecto de las políticas y medidas adoptadas y aplicadas en la generación eléctrica, en especial con el abandono definitivo del carbón para estos fines, permita una reducción de -913,1 kt respecto al 2005, en los mismos sectores y por las causas indicadas, además del aumento en la electrificación de la industria y el transporte.



**Figura 6.** Variación absoluta (kt) de las emisiones de SO<sub>2</sub> por sector y escenario en el año 2030 respecto al año 2005

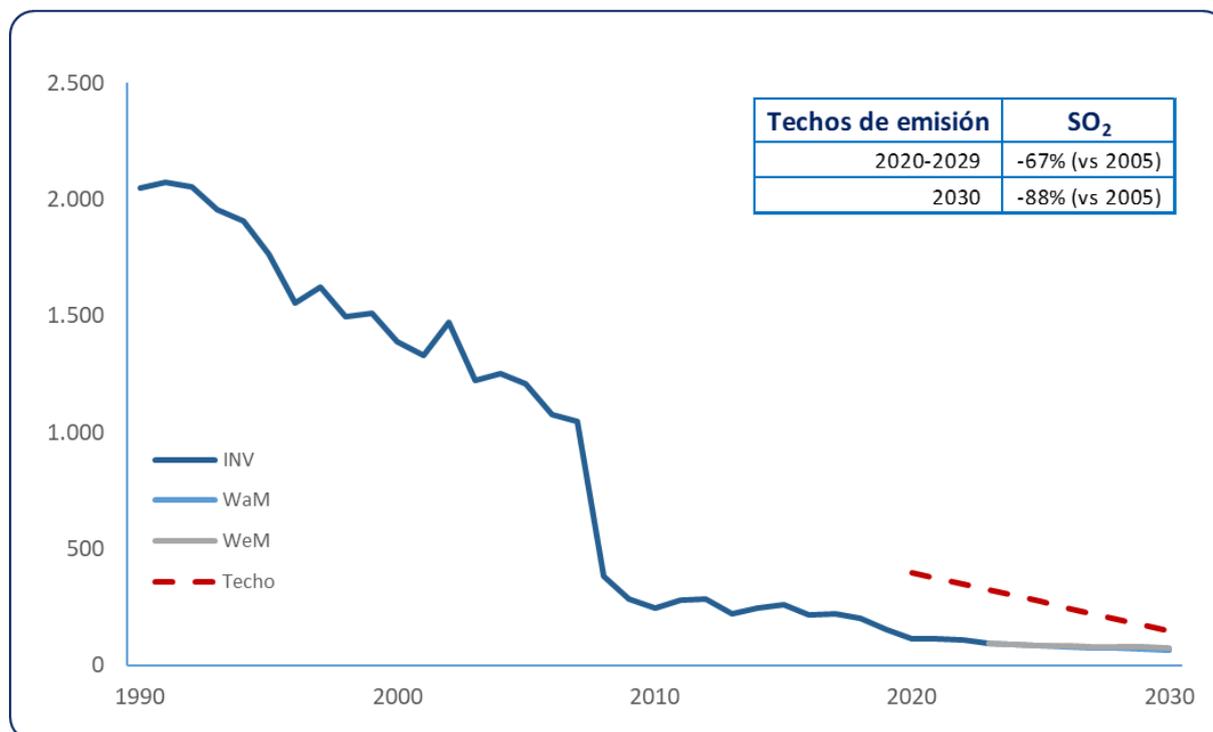
Aunque los avances ya realizados en el sector de la generación eléctrica (paquete de medidas nº 1) dejan un margen pequeño para nuevas reducciones, las principales políticas y medidas que se han tenido en cuenta en el escenario *WaM* en comparación con el escenario *WeM* incluyen:

- i. las medidas del PNIEC 2023-2030, así como la Hoja de Ruta del Hidrógeno, incluidas en el paquete de medidas nº 3, las cuales conllevan una disminución prevista en el refino de petróleo, produciendo una reducción, de forma indirecta, en las emisiones fugitivas del petróleo, en su mayoría, así como de venteos y antorchas. Estas medidas, de forma indirecta, contribuyen al 65,1% de las reducciones adicionales del escenario *WaM* frente al escenario *WeM*, en 2030;
- ii. las medidas de eficiencia energética y circularidad previstas en el PNIEC 2023-2030 respecto a las instalaciones de combustión de la industria, reflejadas en las proyecciones de demanda energética e industrial del modelo TIMES-Sinergia (paquete de medidas nº 2 con una contribución del 34,0% a las reducciones adicionales del escenario *WaM* frente al *WeM*, en 2030);
- iii. las medidas en el transporte marítimo, integradas en el paquete de medidas nº 7, las cuales implican un cambio en los combustibles (paulatina sustitución del fuelóleo pesado por gasóleo), suponiendo una contribución del 5,5% a las reducciones adicionales del escenario *WaM* en 2030 respecto al *WeM*.

### Evaluación del potencial cumplimiento de los límites de emisión

La Directiva (UE) 2016/2284 establece que, a partir de 2020 se deberán reducir las emisiones de SO<sub>2</sub> en un -67,0%, respecto al año 2005, y que, a partir del año 2030, se deberán limitar las emisiones globales en un -88,0% respecto a las emisiones del año 2005.

En la siguiente figura se representa la evolución de las emisiones de SO<sub>2</sub> desde 1990 a 2023, junto con las proyecciones y su relación con los compromisos de reducción fijados para España.



**Figura 7.** Evolución temporal de las emisiones de SO<sub>2</sub> desde 1990 hasta 2030 y techos de emisión aplicables

Como se puede apreciar en la figura, la proyección de las emisiones prevé un cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones establecidos por la Directiva (UE) 2016/2284 en ambos escenarios y en todos los períodos de cumplimiento.

Las proyecciones estiman que las emisiones de SO<sub>2</sub> en el escenario *WaM* en el año 2030 serían inferiores en un -94,8% al nivel de emisiones del año 2005. Esto supondría un cumplimiento con un margen de 6,8 puntos porcentuales sobre la reducción exigida en 2030 (-88,0%).

**Tabla 8.** Cumplimiento y techos de emisión de SO<sub>2</sub>

Cumplimiento techos SO <sub>2</sub> en escenarios proyectados									
	2023			2025			2030		
	Techo (1)	Inventario (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.
<b>WeM</b>	-67,0%	-92,2%	Sí	-67,0%	-92,9%	Sí	-88,0%	-93,9%	Sí
<b>WaM</b>		-92,2%	Sí		-93,1%	Sí		-94,8%	Sí

(1): nivel mínimo de reducción de emisiones respecto al nivel emitido en el año 2005.

(2): nivel de emisiones proyectado en el año X relativo al nivel de emisiones en el año 2005.

## Tablas de reporte de las proyecciones de emisiones

A continuación se incluye la información a reportar para las emisiones proyectadas de SO<sub>2</sub> en una tabla resumen basada en los formatos tabulares incluidos en el Anexo IV de las directrices para la estimación y notificación de los datos de emisiones del Comité Ejecutivo del Convenio de Ginebra que es también utilizado como formato de reporte en el marco de la Directiva (UE) 2016/2284.

**Tabla 9. Reporte en formato tabular de la proyección de emisiones de SO<sub>2</sub>**

		SO <sub>2</sub>				
		INV (kt)	Emisiones proyectadas (kt)			
			Escenario WeM		Escenario WaM	
Código NFR	Sector de actividad	2023	2025	2030	2025	2030
<b>1A1</b>	<b>Industrias de la energía</b>	<b>5,73</b>	<b>3,86</b>	<b>3,28</b>	<b>3,65</b>	<b>2,94</b>
<b>1A2</b>	<b>Industrias manufactureras y de construcción</b>	<b>35,25</b>	<b>27,87</b>	<b>23,68</b>	<b>25,77</b>	<b>20,08</b>
<b>1A3b</b>	<b>Transporte por carretera (TC)</b>	<b>0,30</b>	<b>0,26</b>	<b>0,24</b>	<b>0,27</b>	<b>0,19</b>
1A3bi	T.C., Turismos	0,19	0,12	0,10	0,13	0,07
1A3bii	T.C., Vehículos comerciales ligeros	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03
1A3biii	T.C., Vehículos pesados	0,08	0,10	0,10	0,10	0,09
1A3biv	T.C., Ciclomotores y motocicletas	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01
1A3bv	T.C., Evaporación de gasolina	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvi	T.C., Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvii	T.C., Abrasión del asfalto	NA	NA	NA	NA	NA
<b>1A3a,c,d,e</b>	<b>Otros tipos de transporte</b>	<b>3,71</b>	<b>2,50</b>	<b>2,60</b>	<b>2,28</b>	<b>1,87</b>
<b>1A4</b>	<b>Otros sectores (RCI, agrícola, etc.)</b>	<b>14,88</b>	<b>10,75</b>	<b>5,54</b>	<b>10,76</b>	<b>6,56</b>
<b>1A5</b>	<b>Otros</b>	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>
<b>1B</b>	<b>Emisiones fugitivas de los combustibles</b>	<b>21,87</b>	<b>27,97</b>	<b>25,60</b>	<b>27,96</b>	<b>18,72</b>
<b>2A,B,C,H,I,J,K,L</b>	<b>Procesos industriales</b>	<b>10,19</b>	<b>10,50</b>	<b>10,61</b>	<b>10,50</b>	<b>10,61</b>
<b>2D, 2G</b>	<b>Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>	<b>0,02</b>
<b>3B</b>	<b>Cabaña ganadera y gestión de estiércoles</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>
3B1a	Vacuno lechero	NA	NA	NA	NA	NA
3B1b	Vacuno no lechero	NA	NA	NA	NA	NA
3B2	Ovino	NA	NA	NA	NA	NA
3B3	Porcino	NA	NA	NA	NA	NA
3B4a	Búfalos	NO	NO	NO	NO	NO
3B4d	Caprino	NA	NA	NA	NA	NA
3B4e	Equino	NA	NA	NA	NA	NA
3B4f	Mulas y asnos	NA	NA	NA	NA	NA
3B4g	Aves de corral	NA	NA	NA	NA	NA
3B4h	Otros animales - Conejos	NA	NA	NA	NA	NA
<b>3D</b>	<b>Producción de cultivos y suelos agrícolas</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>	<b>NA</b>
<b>3F</b>	<b>Quema en campo de restos de cosechas</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>
<b>5</b>	<b>Residuos</b>	<b>1,56</b>	<b>1,57</b>	<b>1,58</b>	<b>1,57</b>	<b>1,58</b>
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>Total Nacional (Islas Canarias excluidas)</b>	<b>93,63</b>	<b>85,43</b>	<b>73,32</b>	<b>82,93</b>	<b>62,75</b>

### 4.3 COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES NO METÁNICOS (COVNM)

#### Resumen de resultados

Las emisiones de COVNM están esencialmente dominadas por el uso de productos domésticos con contenido en disolventes (productos de limpieza, cosméticos, productos farmacéuticos, aerosoles...), uso de pinturas y agentes de recubrimiento, y actividades industriales y uso de otros productos.

Las emisiones proyectadas en el escenario *WeM* reflejan el efecto de las medidas adoptadas y aplicadas, con una reducción en las emisiones de COVNM del -28,4% en 2030 respecto al año 2005. Mientras que el efecto adicional de las medidas previstas, junto a las medidas adoptadas y aplicadas, consideradas en el escenario *WaM*, permiten alcanzar niveles de reducción del -31,5% en dicho periodo.

Las mayores reducciones de emisiones en el escenario *WaM*, para este periodo, se producen en el uso de productos, en el sector del transporte por carretera y en la combustión estacionaria en el sector residencial.

La proyección prevé en el escenario *WaM* un cumplimiento del compromiso de reducción de emisiones establecido, en todo el período 2020-2029. Sin embargo, no se cumple, por un escaso margen, el compromiso de reducción de -39,0% en los escenarios *WeM* y *WaM* respecto a los niveles de 2005, aplicable a partir de 2030.

Los compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM o *NMVOC*, por sus siglas en inglés) son un grupo de compuestos formados principalmente por hidrocarburos vaporizables a temperatura ambiente. La principal fuente de emisión de estos contaminantes proviene del uso de disolventes en distintas aplicaciones, pinturas y aerosoles.

Al englobar un conjunto de distintos y variados compuestos, en función de la concentración, naturaleza y toxicidad de cada especie, los COVNM pueden afectar de forma diferente a la salud humana. Además, estos compuestos son precursores del ozono troposférico, que es nocivo para el ser humano.

#### Tabla de datos de emisiones históricas y proyectadas

En la siguiente tabla se resumen los datos de emisiones inventariadas (1990-2023) y proyectadas para los años 2025 y 2030, así como datos sobre sus variaciones respecto a los años 2005 y 2023.

**Tabla 10.** Datos de emisiones de COVNM y variaciones relativas respecto a los niveles de 2005 y 2023

	COVNM								
	Emisiones inventariadas					Emisiones proyectadas			
	1990	2005	2019	2020	2023	2025		2030	
						<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>
<b>Emisiones (kt)</b>	1.020,5	712,7	544,0	555,4	505,2	512,4	502,6	510,3	488,0
<b>Variación respecto a 2005</b>						-28,1%	-29,5%	-28,4%	-31,5%
<b>Variación respecto a 2023</b>						1,4%	-0,5%	1,0%	-3,4%

### Análisis de las emisiones históricas

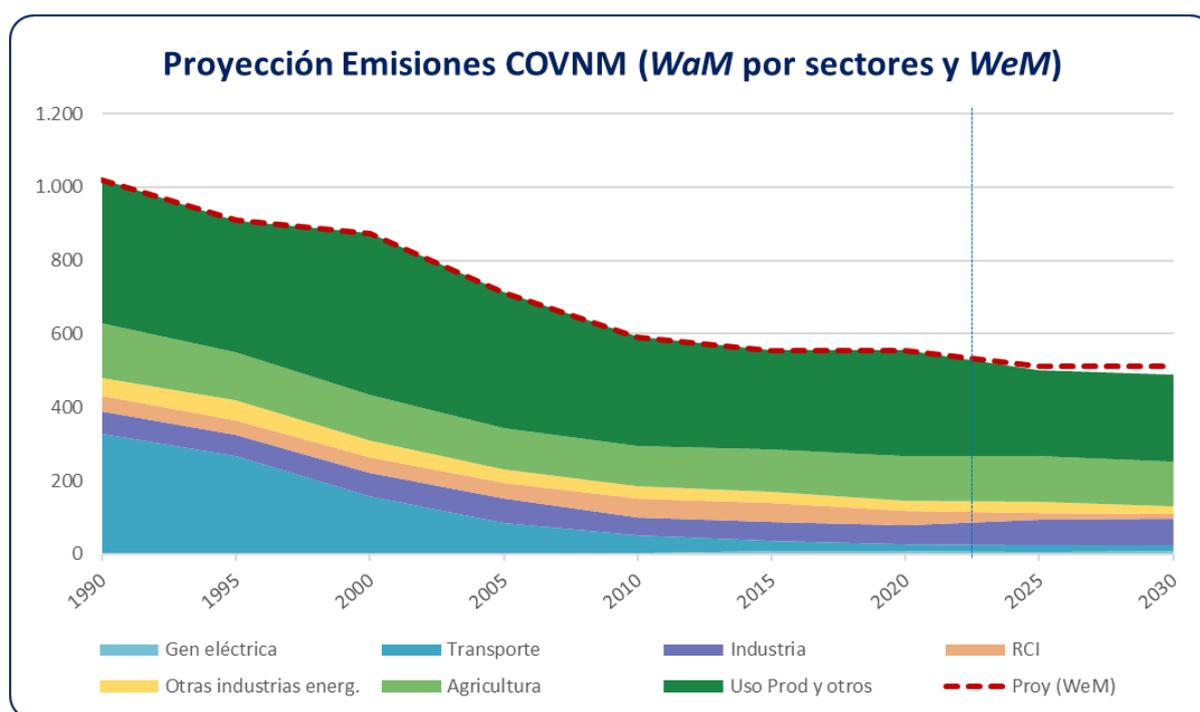
Las emisiones de COVNM han registrado una disminución, principalmente entre los años 2000 y 2010, como resultado del efecto de las mejoras tecnológicas en el parque móvil de vehículos y la disminución del contenido y emisiones de COVNM en actividades y productos de recubrimiento. Además, la recesión económica de 2008 también tuvo un efecto notable en la contracción de los datos de actividad (consumo de pintura).

Las reducciones de emisiones de COVNM en las actividades ligadas al uso de disolventes son resultado de la entrada en vigor de la legislación sobre pinturas e instalaciones que utilizan pinturas o disolventes (Reales Decretos 117/2003 y 227/2006, que son transposición de las Directivas europeas 1999/13 y 2004/42 respectivamente).

Las emisiones del transporte por carretera se redujeron fundamentalmente debido a la introducción de técnicas para reducir la evaporación de la gasolina en vehículos, con las primeras tecnologías EURO (1 y 2), junto con una caída en el consumo de gasolina debido al cambio progresivo hacia una flota de automóviles con predominio del diésel.

### Análisis de proyecciones de emisiones

La siguiente figura muestra la proyección de las emisiones de COVNM, junto con las últimas emisiones históricas inventariadas. Para las emisiones históricas y para el escenario *WaM*, las emisiones se desagregan según los principales sectores de actividad. El escenario *WeM* se representa sin desagregación, en la línea punteada.



**Figura 8.** Evolución temporal de las emisiones de COVNM desde 1990 hasta 2030 distribuida por sectores de actividad aplicables (no se incluyen las actividades 3B y 3D)

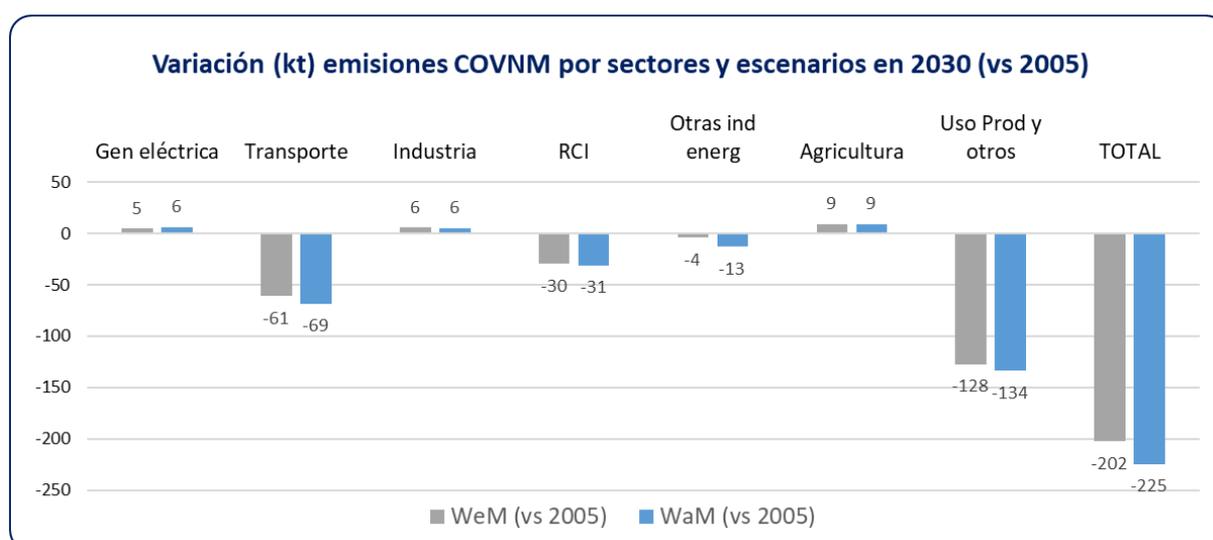
Como se ha comentado, en el escenario *WeM*, en el que únicamente se ha tenido en cuenta el impacto de las políticas y medidas adoptadas y aplicadas, las emisiones proyectadas presentan una suave tendencia descendente, situándose en 2030 en niveles de -28,4%, comparados con los de 2005.

Las mayores reducciones de emisiones en 2030 en el escenario *WaM* respecto a 2005 se producen en el uso de productos (principalmente en el recubrimiento de superficies y en menor medida en la actividad de impresión), en el sector del transporte por carretera (fundamentalmente en turismos, motocicletas y ciclomotores), y en la combustión de biomasa sólida en el sector residencial (como consecuencia de las medidas y políticas dirigidas a la eficiencia energética, la electrificación y a la progresiva sustitución de biomasa tradicional por otros combustibles, como el gas natural y los pellets), situándose finalmente en 2030 en niveles de -31,5%, comparados con los de 2005.

Tomando como referencia el último año inventariado, las mayores reducciones en 2030 para el escenario *WaM* se producen fundamentalmente en la combustión de la biomasa sólida en el sector residencial, seguido del recubrimiento de superficies, mientras que los principales aumentos se dan en la combustión de biomasa sólida en la industria y en el uso doméstico de disolventes, dando como resultado una leve disminución conjunta del -3,4% para el periodo 2023-2030.

#### Principales *drivers*, tendencias y medidas considerados en la proyección de emisiones

Las emisiones de COVNM en los últimos años están esencialmente dominadas por el consumo de productos de limpieza, disolventes, cosméticos, productos farmacéuticos, aerosoles (uso doméstico), aplicación de pintura, y usos industriales en general, que disminuyen en el período proyectado, frente a aumentos respecto al año 2005, previstos en otros sectores de emisión, tales como la agricultura, la generación eléctrica y la industria.



**Figura 9.** Variación absoluta (kt) de las emisiones de COVNM por sector y escenario en el año 2030 respecto al año 2005

En la actualidad existen importantes políticas y medidas, adoptadas y aplicadas, enfocadas en las reducciones de COVNM, las cuales se encuentran, por tanto, parametrizadas por igual en los escenarios *WeM* y *WaM*.

Dichas medidas contienen parametrizaciones del efecto de la Decisión de ejecución (UE) 2020/2009 de la Comisión de 22 de junio de 2020 por la que se establecen las conclusiones sobre las mejores técnicas disponibles (MTD), con arreglo a la Directiva 2010/75/UE de emisiones industriales, de la Directiva 1999/12/CE sobre la limitación de emisiones de COVNM debidas al uso de disolventes orgánicos en ciertas actividades e instalaciones, de la Directiva 2004/42/EC, sobre la limitación de emisiones de COVNM debidas al uso de disolventes orgánicos en ciertas pinturas y barnices, así como mejores técnicas disponibles de los BREF correspondientes, así como medidas adoptadas y aplicadas en materia de renovación del parque automovilístico, y la introducción de las sucesivas normas EURO.

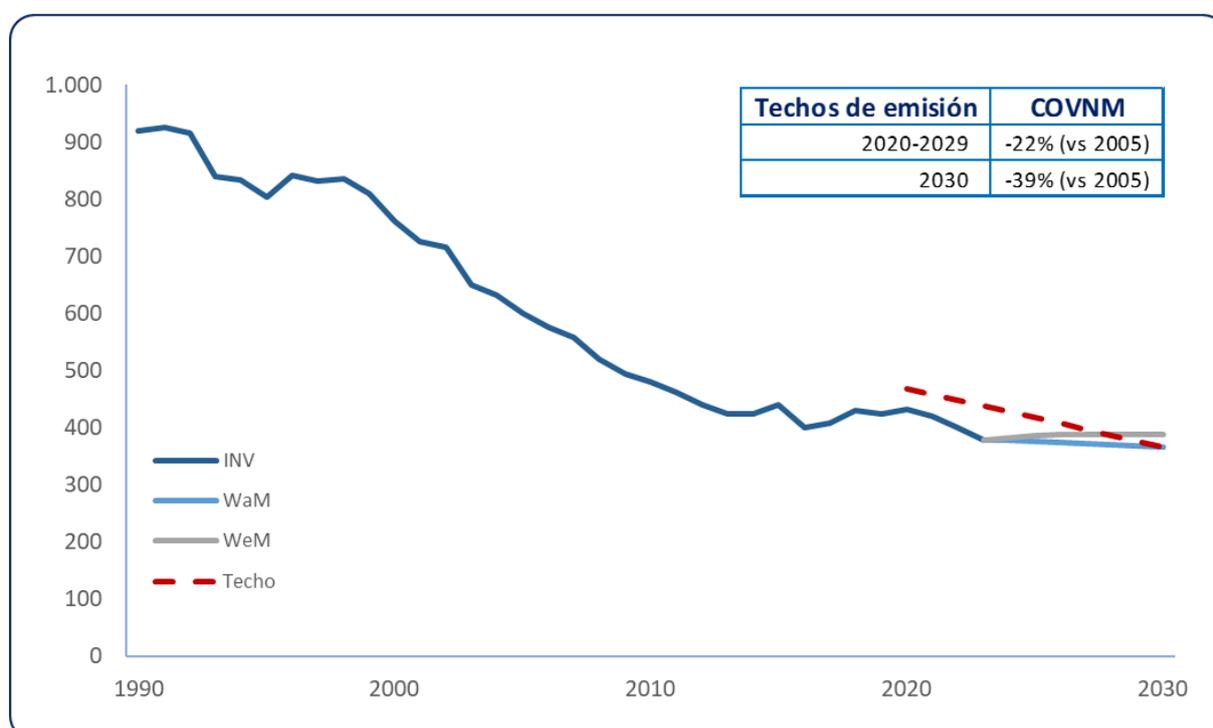
Adicionalmente, las principales políticas y medidas previstas que se han tenido en cuenta en el escenario *WaM* incluyen:

- i. las medidas del PNIEC 2023-2030, así como la Hoja de Ruta del Hidrógeno, incluidas en el paquete de medidas nº 3, las cuales conllevan una disminución prevista en el refinado de petróleo, produciendo una reducción, de forma indirecta, en las emisiones fugitivas del petróleo. Estas medidas, de forma indirecta, contribuyen al 37,6% de las reducciones adicionales del escenario *WaM* frente al escenario *WeM*, en 2030;
- ii. la renovación del parque automovilístico (electrificación y progresiva incorporación de modelos de combustión nuevos con normativas EURO superiores, con menores niveles de emisiones de COVNM (paquete de medidas nº 5 del listado de *PaMs*, que contribuiría en su conjunto en un 33,0% de reducciones adicionales para el año 2030 en el escenario *WaM* respecto al escenario *WeM*);
- iii. las medidas del PNCCA 2023-2030 en relación con el uso de productos (paquete de medidas nº 12), las cuales contribuyen con un 27,7% a las reducciones adicionales del escenario *WaM* en 2030 respecto al *WeM*.

#### Evaluación del potencial cumplimiento de los límites de emisión

La Directiva (UE) 2016/2284 establece que en el período 2020-2029 se deberán reducir las emisiones en un -22,0%, respecto al año 2005, y se deberán limitar las emisiones globales en un -39,0%, respecto a las emisiones del año 2005, a partir del año 2030. Según el artículo 4.3.d) de la Directiva, las emisiones de COVNM de las actividades contempladas en las categorías 3B (gestión de estiércoles) y 3D (suelos agrícolas) no se deberán contabilizar a efectos de cumplimiento de los compromisos nacionales de reducción de emisiones aplicables a partir de 2020.

En la siguiente figura se representa la evolución de las emisiones de COVNM desde 1990 a 2023, junto con las proyecciones y su relación con los límites fijados para España.



**Figura 10.** Evolución temporal de las emisiones de COVNM desde 1990 hasta 2030 y techos de emisión aplicables

Como se puede apreciar en la figura, en el periodo 2020-2029 se prevé el cumplimiento del compromiso de reducción de -22,0% respecto a los niveles de 2005 establecido en la Directiva (UE) 2016/2284, en el escenario *WeM*, pero la proyección lleva al incumplimiento de la trayectoria lineal de los compromisos de reducción entre 2020 y 2030.

En el escenario *WaM*, se cumpliría el compromiso de reducción de emisiones y la trayectoria lineal entre 2020 y 2029, pero en 2030 se alcanzaría un nivel de reducción de las emisiones de -38,9%, comparado con las emisiones de 2005, cuando el compromiso de reducción es de -39,0%. La perspectiva de incumplimiento para 2030, año final de aplicación del PNIEC y del PNCCA, indica que será necesario un análisis más detallado de las potenciales medidas a aplicar, posibles nuevos instrumentos de planificación y su efecto sobre las emisiones de COVNM, en futuras ediciones de las Proyecciones.

**Tabla 11. Cumplimiento y techos de emisión de COVNM**

Cumplimiento techos COVNM en escenarios proyectados									
	2023			2025			2030		
	Techo (1)	Inventario (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.
<i>WeM</i>	-22,0%	-37,1%	Sí	-22,0%	-35,6%	Sí	-39,0%	-35,2%	No
<i>WaM</i>		-37,1%	Sí		-37,2%	Sí		-38,9%	No

(1): nivel mínimo de reducción de emisiones respecto al nivel emitido en el año 2005.

(2): nivel de emisiones proyectado en el año X relativo al nivel de emisiones en el año 2005.

\*Sin sectores 3B y 3D.

## Tablas de reporte de las proyecciones de emisiones

A continuación se incluye la información a reportar para las emisiones proyectadas de COVNM en una tabla resumen basada en los formatos tabulares incluidos en el Anexo IV de las directrices para la estimación y notificación de los datos de emisiones del Comité Ejecutivo del Convenio de Ginebra que es también utilizado como formato de reporte en el marco de la Directiva (UE) 2016/2284.

Tabla 12. Reporte en formato tabular de la proyección de emisiones de COVNM

		COVNM				
		INV (kt)	Emisiones proyectadas (kt)			
			Escenario WeM		Escenario WaM	
Código NFR	Sector de actividad	2023	2025	2030	2025	2030
<b>1A1</b>	<b>Industrias de la energía</b>	<b>8,93</b>	<b>9,21</b>	<b>7,39</b>	<b>7,66</b>	<b>8,92</b>
<b>1A2</b>	<b>Industrias manufactureras y de construcción</b>	<b>24,67</b>	<b>31,21</b>	<b>33,24</b>	<b>31,10</b>	<b>32,96</b>
<b>1A3b</b>	<b>Transporte por carretera (TC)</b>	<b>13,70</b>	<b>18,10</b>	<b>21,22</b>	<b>14,82</b>	<b>13,88</b>
1A3bi	T.C., Turismos	6,45	6,05	7,88	4,76	5,75
1A3bii	T.C., Vehículos comerciales ligeros	0,46	0,76	0,45	0,73	0,32
1A3biii	T.C., Vehículos pesados	1,40	3,90	4,57	2,17	1,32
1A3biv	T.C., Ciclomotores y motocicletas	3,24	4,20	3,97	4,21	3,32
1A3bv	T.C., Evaporación de gasolina	2,16	3,19	4,35	2,94	3,17
1A3bvi	T.C., Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvii	T.C., Abrasión del asfalto	NA	NA	NA	NA	NA
<b>1A3a,c,d,e</b>	<b>Otros tipos de transporte</b>	<b>2,02</b>	<b>2,13</b>	<b>2,06</b>	<b>2,08</b>	<b>1,88</b>
<b>1A4</b>	<b>Otros sectores (RCI, agrícola, etc.)</b>	<b>36,98</b>	<b>23,55</b>	<b>17,35</b>	<b>23,59</b>	<b>16,29</b>
<b>1A5</b>	<b>Otros</b>	<b>0,08</b>	<b>0,08</b>	<b>0,09</b>	<b>0,08</b>	<b>0,09</b>
<b>1B</b>	<b>Emisiones fugitivas de los combustibles</b>	<b>23,70</b>	<b>31,94</b>	<b>31,77</b>	<b>29,10</b>	<b>23,01</b>
<b>2A,B,C,H,I,J,K,L</b>	<b>Procesos industriales</b>	<b>38,33</b>	<b>38,57</b>	<b>38,81</b>	<b>38,57</b>	<b>38,81</b>
<b>2D, 2G</b>	<b>Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>218,73</b>	<b>221,47</b>	<b>227,34</b>	<b>219,42</b>	<b>221,15</b>
<b>3B</b>	<b>Cabaña ganadera y gestión de estiércoles</b>	<b>86,42</b>	<b>85,91</b>	<b>84,40</b>	<b>85,91</b>	<b>84,40</b>
3B1a	Vacuno lechero	27,70	27,62	27,27	27,62	27,27
3B1b	Vacuno no lechero	17,86	17,95	18,14	17,95	18,14
3B2	Ovino	0,76	0,77	0,79	0,77	0,79
3B3	Porcino	14,16	13,74	12,72	13,74	12,72
3B4a	Búfalos	NO	NO	NO	NO	NO
3B4d	Caprino	0,44	0,45	0,46	0,45	0,46
3B4e	Equino	0,88	0,92	0,89	0,92	0,89
3B4f	Mulas y asnos	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
3B4g	Aves de corral	24,21	23,99	23,64	23,99	23,64
3B4h	Otros animales - Conejos	0,36	0,42	0,43	0,42	0,43
<b>3D</b>	<b>Producción de cultivos y suelos agrícolas</b>	<b>40,75</b>	<b>39,60</b>	<b>36,70</b>	<b>39,60</b>	<b>36,70</b>
<b>3F</b>	<b>Quema en campo de restos de cosechas</b>	<b>0,01</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>	<b>0,05</b>
<b>5</b>	<b>Residuos</b>	<b>10,93</b>	<b>10,63</b>	<b>9,86</b>	<b>10,63</b>	<b>9,85</b>
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>Total Nacional (Islas Canarias excluidas)</b>	<b>505,25</b>	<b>512,43</b>	<b>510,27</b>	<b>502,58</b>	<b>487,99</b>

## 4.4 AMONIACO (NH<sub>3</sub>)

### Resumen de resultados

Las emisiones proyectadas en el escenario *WeM* reflejan el efecto de las medidas adoptadas y aplicadas, con una reducción en las emisiones de NH<sub>3</sub> del -17,3% en 2030 respecto al año 2005. Mientras que el efecto adicional de las medidas previstas, junto a las medidas adoptadas y aplicadas, consideradas en el escenario *WaM*, permiten alcanzar niveles de reducción del -17,6% (-90,9 kt) en dicho periodo.

La proyección de las emisiones de amoníaco considera principalmente las medidas del PNCCA 2023-2030, del PNIEC 2023-2030, de los Reales Decretos de ordenación de las granjas porcinas intensivas y extensivas, de las granjas avícolas y de las granjas bovinas, así como el Real Decreto de nutrición sostenible en los suelos agrarios, el Plan Estratégico de la PAC 2023-2027 y el efecto de los datos de previsiones de variación de las cabañas ganaderas proporcionados por el MAPA.

Dichas políticas y medidas adoptadas, aplicadas y previstas están encaminadas a mejorar el manejo de estiércol, tanto en las instalaciones ganaderas por la aplicación de las mejores técnicas disponibles recogidas en los documentos *BREF* como en la aplicación al campo, utilizando técnicas que reducen las emisiones de amoníaco, así como también están dirigidas a la fertilización eficiente y sostenible de los cultivos, tanto por reducir la cantidad total de nitrógeno como por promover prácticas de aplicación y tratamiento del suelo que reduzcan las emisiones de amoníaco en los suelos agrícolas.

La proyección prevé el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones fijados por la Directiva (UE) 2016/2284 en los dos escenarios, *WeM* y *WaM*, en todo el periodo proyectado.

El amoníaco es un gas incoloro, de olor muy penetrante. En la atmósfera, se considera un gas acidificante y eutrofizante. En elevadas concentraciones en las aguas superficiales puede dar lugar a episodios de eutrofización por crecimiento excesivo de plantas, así como a problemas de nitrificación de las aguas subterráneas.

Las emisiones de amoníaco están principalmente generadas, en el último año inventariado (2023) por las actividades agrícolas (97,6%), tanto en la gestión de estiércoles animales dentro y fuera de las instalaciones agrarias, como por la aplicación a campo de componentes nitrogenados de los fertilizantes.

### Tabla de datos de emisiones históricas y proyectadas

En la siguiente tabla se resumen los datos de emisiones inventariadas (1990-2023) y proyectadas para los años 2025 y 2030, así como datos sobre sus variaciones respecto a los años 2005 y 2023.

**Tabla 13.** Datos de emisiones de NH<sub>3</sub> y variaciones relativas respecto a los niveles de 2005 y 2023

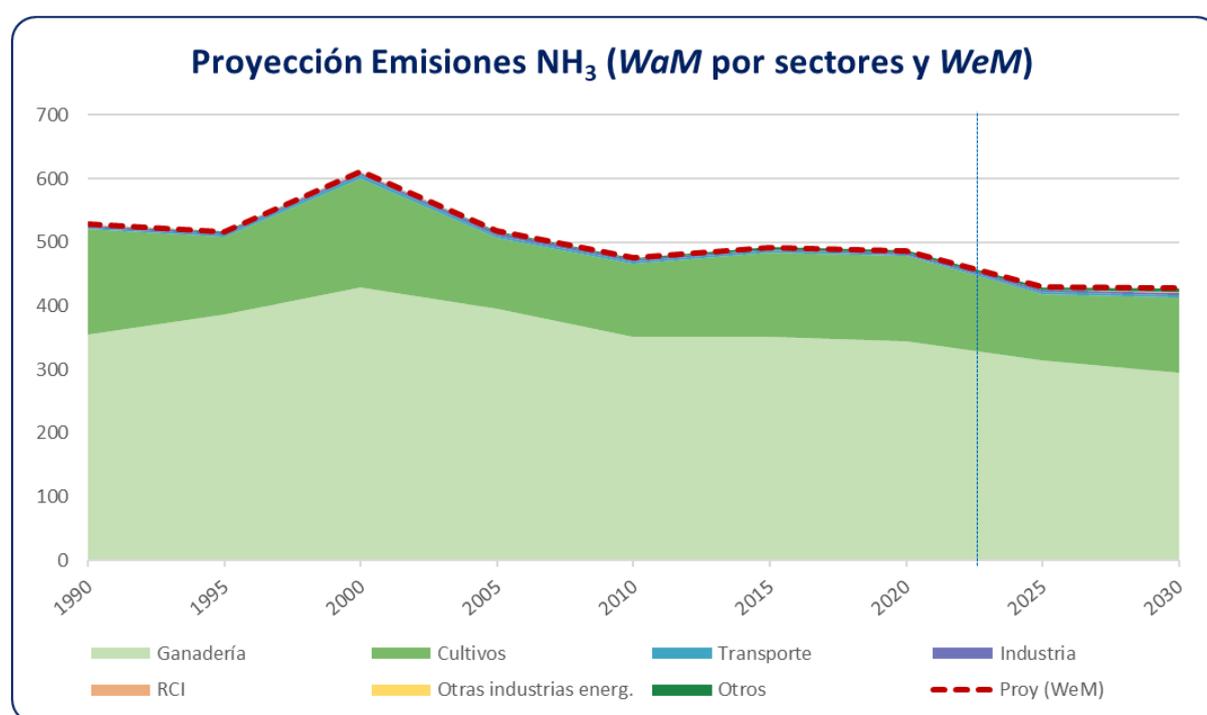
	NH <sub>3</sub>								
	Emisiones inventariadas					Emisiones proyectadas			
	1990	2005	2019	2020	2023	2025		2030	
						<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>
<b>Emisiones (kt)</b>	528,1	517,2	481,3	486,7	431,0	430,2	429,1	427,5	426,4
<b>Variación respecto a 2005</b>				-5,9%	-16,7%	-16,8%	-17,0%	-17,3%	-17,6%
<b>Variación respecto a 2023</b>						-0,2%	-0,4%	-0,8%	-1,1%

### Análisis de las emisiones históricas

Las emisiones de  $\text{NH}_3$  no han sufrido variaciones drásticas en la serie histórica desde 1990, alcanzando sus máximos niveles en la primera mitad de los años 2000, arrastradas por el incremento en el consumo de fertilizantes inorgánicos. Posteriormente, se observa una disminución de las emisiones consecuencia de la introducción de técnicas de control de las emisiones en la aplicación de fertilizantes en campo, alimentación animal y técnicas de gestión de estiércoles. Finalmente, en los últimos años inventariados, el efecto del incremento de la cabaña ganadera, primordialmente la porcina, se ve contrarrestado por la aplicación de mejores técnicas disponibles por parte de los operadores y la incorporación de estos datos al Inventario.

### Análisis de las proyecciones de emisiones

La siguiente figura muestra la proyección de las emisiones de  $\text{NH}_3$  junto con las últimas emisiones inventariadas. Las emisiones históricas y las del escenario con medidas adicionales (*WaM*) se desagregan según los principales sectores de actividad, mientras que el escenario con medidas existentes (*WeM*), representada en la línea punteada, no se ha desagregado.



**Figura 11.** Evolución temporal de las emisiones de  $\text{NH}_3$  desde 1990 hasta 2030 distribuida por sectores de actividad

En las Proyecciones se incorporan los efectos de las últimas proyecciones de cabañas ganaderas proporcionadas por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y de los Reales Decretos 306/2020 por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas porcinas intensivas y se modifican las de las explotaciones de ganado porcino extensivo, 637/2021 por el que se establecen las normas básicas de ordenación de las granjas avícolas y 1053/2022 por el que se establecen normas básicas de ordenación de las granjas bovinas (afectan a la gestión de estiércoles dentro y fuera de granja) y del Real Decreto 840/2024, por el que se modifica el Real Decreto 1051/2022, por el que se establecen normas para la nutrición sostenible en los suelos agrarios (Plan de abonado/Ajuste de dosis y momento de aplicación) y PEPAC 2023-2027 (buenas prácticas recogidas en los eco-regímenes, o antiguos eco-esquemas).

Por tanto, como se ha comentado, en el escenario *WeM*, en el que únicamente se ha tenido en cuenta el impacto de las políticas y medidas adoptadas y aplicadas tienen un impacto global de reducción de las emisiones de un -17,3% en 2030 respecto al año 2005.

Mientras que en el escenario *WaM*, las políticas y medidas adoptadas, aplicadas y previstas tienen un impacto global de reducción de las emisiones de un -17,6% (-90,9 kt) en 2030 respecto al año 2005.

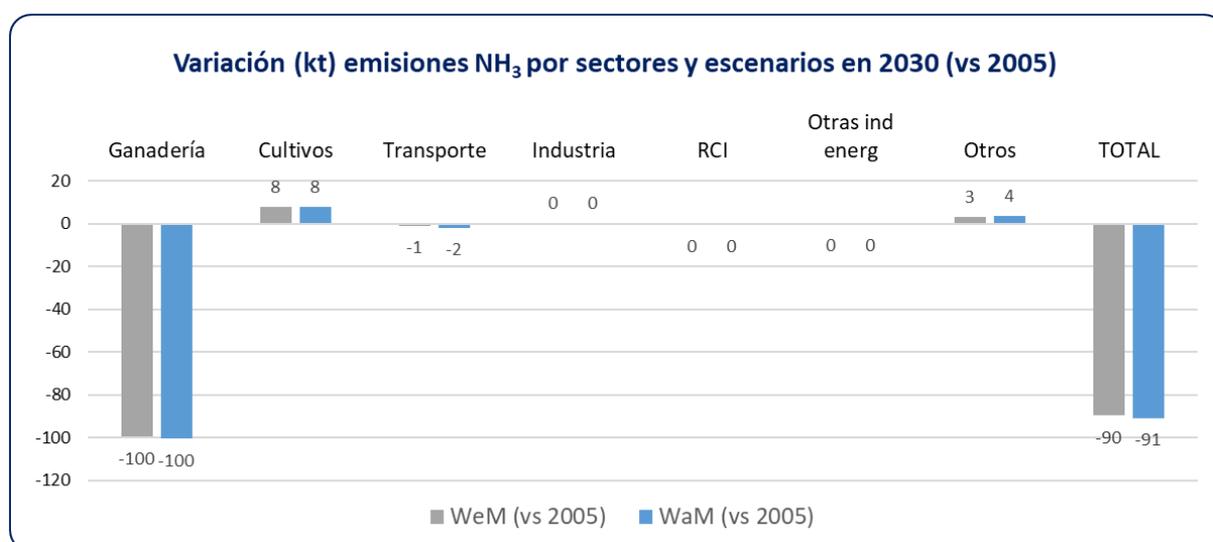
Tomando como referencia el último año inventariado, las principales reducciones en 2030 para el escenario *WaM* se producen fundamentalmente en la gestión de estiércoles, mientras que los principales aumentos se dan en la aplicación de fertilizantes inorgánicos al suelo (como consecuencia de la previsión de recuperación parcial en el consumo de fertilizantes inorgánicos, el cual ha sufrido una importante caída en los años 2022 y 2023), dando como resultado global una leve disminución de las emisiones del -1,1% para el periodo 2023-2030.

### Principales *drivers*, tendencias y medidas considerados en la proyección de emisiones

Como se ha comentado, las emisiones de  $\text{NH}_3$  se deben principalmente a la gestión de los estiércoles de la cabaña ganadera y la aplicación a campo de compuestos nitrogenados como fertilizantes.

En la elaboración de estas proyecciones se ha incluido la evolución de las cabañas ganaderas a futuro proporcionada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, sobre la base de datos históricos y previsiones de mercado de la producción ganadera. En el año 2030 se prevén reducciones del número de cabezas respecto al año 2023 en la mayoría de cabañas (ganado vacuno lechero, gallinas ponedoras y pollos de engorde, equinos, mulas y asnos), destacando la fuerte disminución en el número de cabezas de porcino. Para cada especie ganadera, además de los datos del censo, se han tenido en cuenta los parámetros relacionados con la fermentación entérica y el manejo del estiércol.

Para la proyección de las emisiones derivadas de las actividades de los cultivos agrícolas, se han tenido en cuenta las áreas de cultivo totales (incluido el arroz), la cantidad total de fertilizantes inorgánicos aplicados al campo y la aplicación de compost al suelo. Dentro de todas estas prácticas, también se ha tenido en cuenta el nivel actual de implementación de MTDs incorporadas en el último inventario (serie 1990-2023) y su evolución futura previsible.



**Figura 12.** Variación absoluta (kt) de las emisiones de  $\text{NH}_3$  por sector y escenario en el año 2030 respecto al año 2005

Tal y como se ha comentado, las principales medidas que tienen efecto en las proyecciones de amoníaco son las referidas a mejora en la gestión de estiércoles (paquete de medidas nº 10 del listado

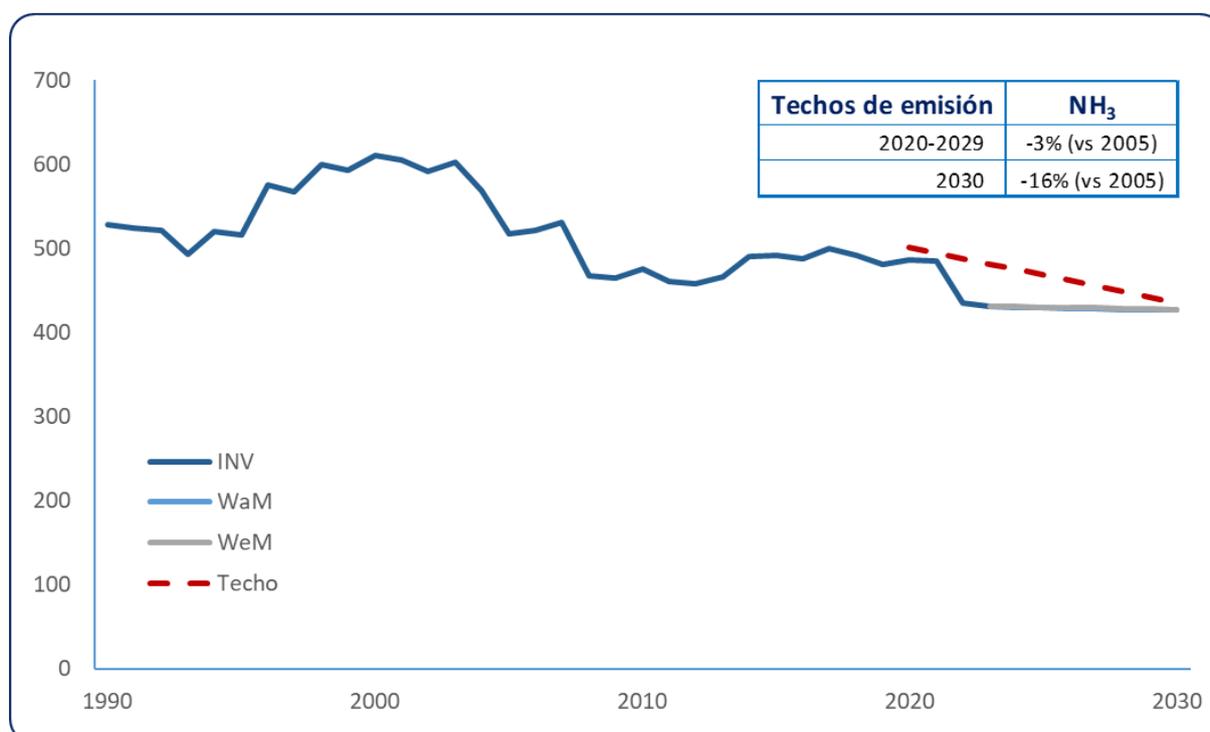
de *PaMs*), tanto dentro de las granjas como fuera, por la limitación del esparcido de estiércoles al campo y la aplicación de técnicas que reducen las emisiones. La fertilización sostenible de los cultivos y los modelos de aplicación y gestión eficiente de fertilizantes permiten reducir la cantidad total de compuestos nitrogenados y reducir las emisiones de amoníaco a la atmósfera (paquete de medidas nº 9 del listado de *PaMs*). No obstante, el año 2005, empleado de referencia, presenta valores de aplicación de nitrógeno inorgánico comparativamente bajos, considerando la serie histórica. Esto se produce debido a que las prácticas de fertilización son muy variables, en función de la climatología (en años secos se emplean menos fertilizantes nitrogenados). En consecuencia, se observa cierto aumento de las emisiones procedentes de cultivos respecto a dicho año, a lo que se unen los efectos de algunas variables de actividad, como la aplicación al campo de compost como fertilizante, práctica en aumento desde 1995.

Sin embargo, estas políticas y medidas ya están adoptadas o aplicadas y, por tanto, se encuentran parametrizadas de igual manera en ambos escenarios. De tal manera, las medidas previstas incluidas en el PNIEC 2023-2030 tan solo son responsables de una reducción adicional en las emisiones de amoníaco de -1,1 kt en el escenario *WaM* frente al *WeM*.

### Evaluación del potencial cumplimiento de los límites de emisión

La Directiva (UE) 2016/2284 establece que se deberán reducir las emisiones de  $\text{NH}_3$  en un -3,0%, respecto al año 2005, en el período 2020-2029, y se deberán limitar las emisiones globales en un -16,0%, respecto a las emisiones del año 2005, a partir del año 2030.

En la siguiente figura se representa la evolución de las emisiones de amoníaco desde 1990 a 2023, junto con las proyecciones y su relación con los compromisos nacionales de reducción fijados para España.



**Figura 13.** Evolución temporal de las emisiones de  $\text{NH}_3$  desde 1990 hasta 2030 y techos de emisión aplicables

Como se puede apreciar en la figura, la proyección de las emisiones prevé el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones en el periodo proyectado en ambos escenarios, tanto entre 2020 y 2029, como en 2030.

Las proyecciones estiman que las emisiones de NH<sub>3</sub> en el escenario *WaM* en el año 2030 serían inferiores en un -17,6% al nivel de emisiones del año 2005. Esto supondría un cumplimiento con un margen de 1,6 puntos porcentuales sobre la reducción exigida en 2030 (-16,0%).

**Tabla 14. Cumplimiento y techos de emisión de NH<sub>3</sub>**

Cumplimiento techos NH <sub>3</sub> en escenarios proyectados									
	2023			2025			2030		
	Techo (1)	Inventario (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.
<i>WeM</i>	-3,0%	-16,7%	Sí	-3,0%	-16,8%	Sí	-16,0%	-17,3%	Sí
<i>WaM</i>		-16,7%	Sí		-17,0%	Sí		-17,6%	Sí

(1): nivel mínimo de reducción de emisiones respecto al nivel emitido en el año 2005.

(2): nivel de emisiones proyectado en el año X relativo al nivel de emisiones en el año 2005.

## Tablas de reporte de las proyecciones de emisiones

A continuación se incluye la información a reportar para las emisiones proyectadas de amoníaco en una tabla resumen basada en los formatos tabulares incluidos en el Anexo IV de las directrices para la estimación y notificación de los datos de emisiones del Comité Ejecutivo del Convenio de Ginebra que es también utilizado como formato de reporte en el marco de la Directiva (UE) 2016/2284.

**Tabla 15.** Reporte en formato tabular de la proyección de emisiones de NH<sub>3</sub>

		NH <sub>3</sub>				
		INV (kt)	Emisiones proyectadas (kt)			
			Escenario WeM		Escenario WaM	
Código NFR	Sector de actividad	2023	2025	2030	2025	2030
<b>1A1</b>	<b>Industrias de la energía</b>	<b>1,58</b>	<b>1,90</b>	<b>1,80</b>	<b>1,50</b>	<b>2,45</b>
<b>1A2</b>	<b>Industrias manufactureras y de construcción</b>	<b>2,31</b>	<b>3,03</b>	<b>3,36</b>	<b>3,01</b>	<b>3,39</b>
<b>1A3b</b>	<b>Transporte por carretera (TC)</b>	<b>3,08</b>	<b>3,24</b>	<b>3,68</b>	<b>2,81</b>	<b>2,76</b>
1A3bi	T.C., Turismos	2,69	2,65	3,04	2,22	2,23
1A3bii	T.C., Vehículos comerciales ligeros	0,11	0,23	0,26	0,22	0,19
1A3biii	T.C., Vehículos pesados	0,25	0,32	0,35	0,34	0,31
1A3biv	T.C., Ciclomotores y motocicletas	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03
1A3bv	T.C., Evaporación de gasolina	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvi	T.C., Desgaste de neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvii	T.C., Abrasión del asfalto	NA	NA	NA	NA	NA
<b>1A3a,c,d,e</b>	<b>Otros tipos de transporte</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>1A4</b>	<b>Otros sectores (RCI, agrícola, etc.)</b>	<b>0,46</b>	<b>0,28</b>	<b>0,22</b>	<b>0,29</b>	<b>0,21</b>
<b>1A5</b>	<b>Otros</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>1B</b>	<b>Emisiones fugitivas de los combustibles</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>
<b>2A,B,C,H,I,J,K,L</b>	<b>Procesos industriales</b>	<b>1,09</b>	<b>1,12</b>	<b>1,15</b>	<b>1,12</b>	<b>1,16</b>
<b>2D, 2G</b>	<b>Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>0,25</b>	<b>0,26</b>	<b>0,27</b>	<b>0,26</b>	<b>0,27</b>
<b>3B</b>	<b>Cabaña ganadera y gestión de estiércoles</b>	<b>186,55</b>	<b>178,71</b>	<b>163,26</b>	<b>178,41</b>	<b>162,21</b>
3B1a	Vacuno lechero	33,36	31,84	27,88	31,54	26,85
3B1b	Vacuno no lechero	29,20	29,15	29,00	29,15	28,98
3B2	Ovino	7,22	7,21	7,24	7,21	7,24
3B3	Porcino	61,26	59,76	56,23	59,76	56,23
3B4a	Búfalos	NO	NO	NO	NO	NO
3B4d	Caprino	4,38	4,26	4,26	4,26	4,26
3B4e	Equino	5,31	5,22	5,01	5,22	5,01
3B4f	Mulas y asnos	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
3B4g	Aves de corral	35,97	31,80	25,06	31,80	25,06
3B4h	Otros animales - Conejos	9,73	9,36	8,47	9,36	8,47
<b>3D</b>	<b>Producción de cultivos y suelos agrícolas</b>	<b>234,19</b>	<b>240,03</b>	<b>251,04</b>	<b>240,08</b>	<b>251,21</b>
<b>3F</b>	<b>Quema en campo de restos de cosechas</b>	<b>0,04</b>	<b>0,11</b>	<b>0,26</b>	<b>0,11</b>	<b>0,26</b>
<b>5</b>	<b>Residuos</b>	<b>1,43</b>	<b>1,53</b>	<b>2,43</b>	<b>1,53</b>	<b>2,43</b>
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>Total Nacional (Islas Canarias excluidas)</b>	<b>431,00</b>	<b>430,21</b>	<b>427,49</b>	<b>429,13</b>	<b>426,35</b>

## 4.5 MATERIAL PARTICULADO (PM<sub>2,5</sub>)

### Resumen de resultados

Las emisiones proyectadas en el escenario *WeM* reflejan el efecto de las medidas adoptadas y aplicadas, con una reducción en las emisiones de material particulado fino (PM<sub>2,5</sub>) del -53,2% en 2030 respecto al año 2005. Mientras que el efecto adicional de las medidas previstas, junto a las medidas adoptadas y aplicadas, consideradas en el escenario *WaM*, permiten alcanzar niveles de reducción del -54,1% en dicho periodo.

Las mayores reducciones de emisiones en el escenario *WaM*, para este periodo, se deben principalmente a la progresiva sustitución de la biomasa tradicional por otras fuentes energéticas en el sector residencial, así como a la electrificación y a la eficiencia energética en el sector; a las medidas de reducción de emisiones aplicadas en el transporte por carretera; y a las medidas en materia energética y la evolución del mix energético nacional.

La proyección prevé el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones fijados por la Directiva (UE) 2016/2284 en los escenarios con medidas existentes y adicionales, en todos los horizontes temporales proyectados.

El material particulado fino (PM<sub>2,5</sub>) está formado por partículas cuyo diámetro dinámico es inferior a 2,5 µm. La exposición prolongada o repetitiva al material particulado puede provocar efectos nocivos en el sistema respiratorio de las personas.

La quema al aire libre de los residuos de poda leñosos (olivos, vides y árboles frutales; actividad 5C2), la combustión doméstica, comercial e institucional, la industria (combustión y procesos), y el transporte por carretera representan las principales fuentes de emisión de estas partículas en el último año inventariado.

### Tabla de datos de emisiones históricas y proyectadas

En la siguiente tabla se resumen los datos de emisiones inventariadas (2000-2023) y proyectadas para los años 2025 y 2030, así como datos sobre sus variaciones respecto a los años 2005 y 2023.

**Tabla 16.** Datos de emisiones de PM<sub>2,5</sub> y variaciones relativas respecto a los niveles de 2005 y 2023

	PM <sub>2,5</sub>								
	Emisiones inventariadas					Emisiones proyectadas			
	2000	2005	2019	2020	2023	2025		2030	
						<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>
<b>Emisiones (kt)</b>	193,1	171,4	128,8	129,2	106,7	89,4	89,2	80,2	78,6
<b>Variación respecto a 2005</b>				-24,6%	-37,7%	-47,8%	-48,0%	-53,2%	-54,1%
<b>Variación respecto a 2023</b>						-16,2%	-16,4%	-24,9%	-26,4%

### Análisis de las emisiones históricas

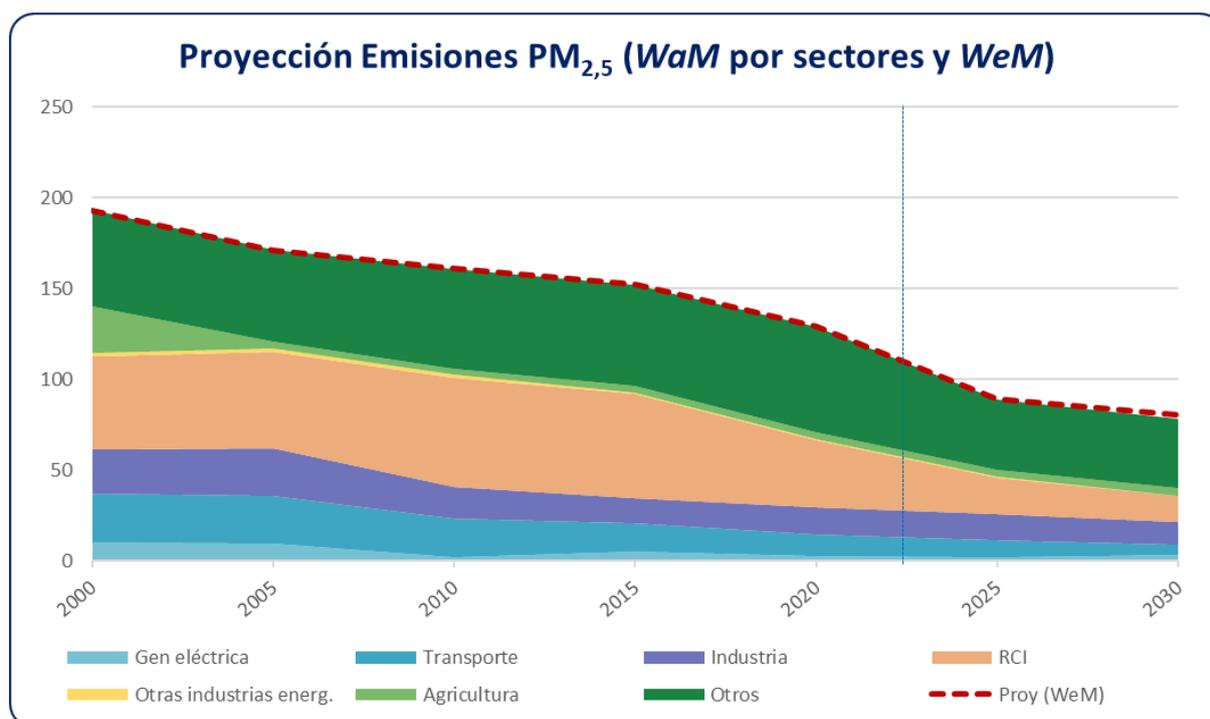
Las emisiones de material particulado están principalmente generadas por procesos de combustión en dispositivos de pequeño y mediano tamaño, principalmente en el sector comercial y residencial, y por las quemaduras de residuos agrícolas al aire libre, la combustión industrial y el transporte por carretera.

La evolución de las emisiones de PM<sub>2,5</sub> desde el año base 2000 ha venido fundamentalmente marcada por la reducción en el sector residencial, comercial e institucional (vinculada a la sustitución de los combustibles tradicionales, carbón y leña, por otros con menores emisiones de partículas como el gas natural y los pellets dentro de la biomasa, y a los avances tecnológicos en los sistemas de combustión

y calefacción domésticos) y por la reducción de las emisiones derivadas del transporte por carretera, con la introducción de filtros y tecnologías de abatimiento.

### Análisis de las proyecciones de emisiones

La siguiente figura muestra la proyección de las emisiones de  $PM_{2,5}$ , junto con las últimas emisiones históricas inventariadas. Para el escenario *WaM* y para las emisiones históricas, éstas se han desagregado según los principales sectores de actividad. En el escenario *WeM* se representan de forma global, sin desagregación, en la línea punteada.



**Figura 14.** Evolución temporal de las emisiones de  $PM_{2,5}$  desde 2000 hasta 2030 distribuida por sectores de actividad

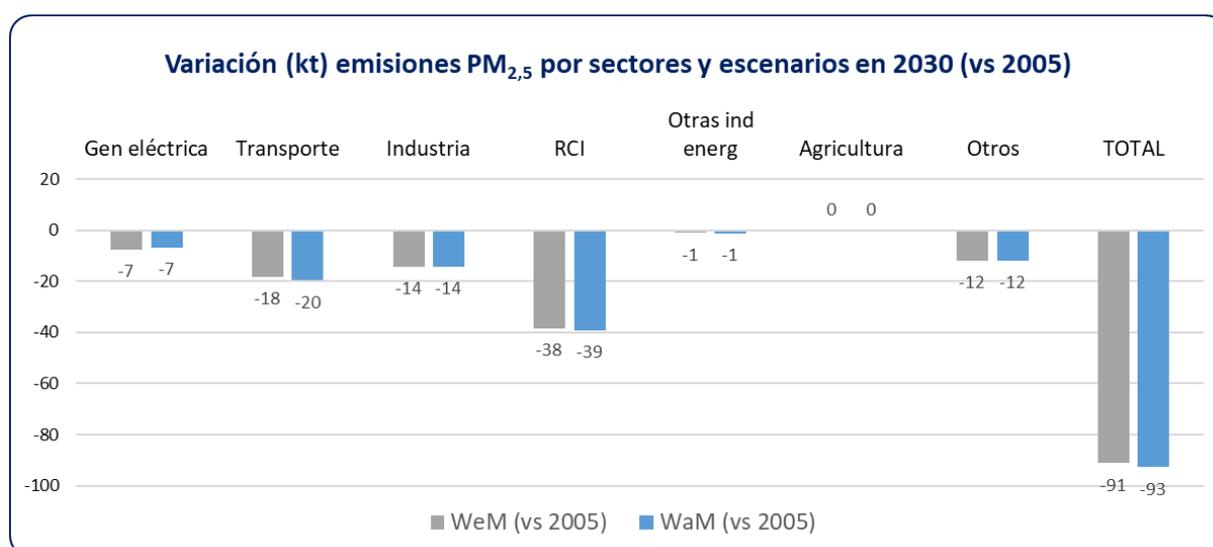
Con las políticas y medidas adoptadas y aplicadas, consideradas en el escenario *WeM*, se alcanzan en 2030 niveles de reducción de las emisiones de material particulado fino del -53,2% respecto a 2005.

En el escenario *WaM* se alcanzan en 2030 niveles de reducción de las emisiones de material particulado fino del -54,1% respecto a 2005 (reducciones totales de emisiones en el año 2030 de -92,8 kt respecto a las del año 2005). Las mayores reducciones de emisiones en este escenario, para este periodo, se deben principalmente a la progresiva sustitución de la biomasa tradicional por otras fuentes energéticas en el sector residencial, como el gas natural y los pellets, así como a la electrificación y a la eficiencia energética en el sector; a las medidas de reducción de emisiones aplicadas en el transporte por carretera, especialmente en turismos; y a las medidas en materia energética y la evolución del mix energético nacional, las cuales han producido una importante disminución de las emisiones en la quema de combustibles sólidos.

Tomando como referencia el último año inventariado, las mayores reducciones en 2030 para el escenario *WaM* se producen fundamentalmente en la combustión de biomasa sólida del sector residencial, seguido del transporte (turismos, principalmente) y de la combustión de biomasa sólida en el sector industrial, con reducciones conjuntas de -26,4% para el periodo 2023-2030.

### Principales *drivers*, tendencias y medidas considerados en la proyección de emisiones

Aunque las variables de actividad en que se basan las proyecciones se vean arrastradas por el previsible crecimiento del PIB, se aprecia el efecto de la sustitución de la leña por pellets en la combustión residencial, y de la aplicación de normativa en materia de reducción de emisiones de material particulado en diferentes sectores de actividad, principalmente en los dispositivos de combustión de pequeño tamaño de uso doméstico. Las principales medidas que dan lugar a esta proyección son las mejoras en eficiencia energética en los sectores residencial, comercial e institucional, por la aplicación de la Directiva sobre Medianas Instalaciones de Combustión y la Directiva de Ecodiseño aplicable a los productos relacionados con energía, así como los Reglamentos 2015/1189 y 2015/1185 relativos, respectivamente, a los requisitos de diseño ecológico aplicables a calderas y aparatos de calefacción local.



**Figura 15.** Variación absoluta (kt) de las emisiones de PM<sub>2,5</sub> por sector y escenario en el año 2030 respecto al año 2005

Sin embargo, estas políticas y medidas ya están adoptadas o aplicadas y, por tanto, se encuentran parametrizadas de igual manera en ambos escenarios. En consecuencia, las medidas previstas incluidas en el PNIEC 2023-2030 tan solo son responsables de una reducción adicional en las emisiones de PM<sub>2,5</sub> de -1,6 kt en el escenario *WaM* frente al *WeM*.

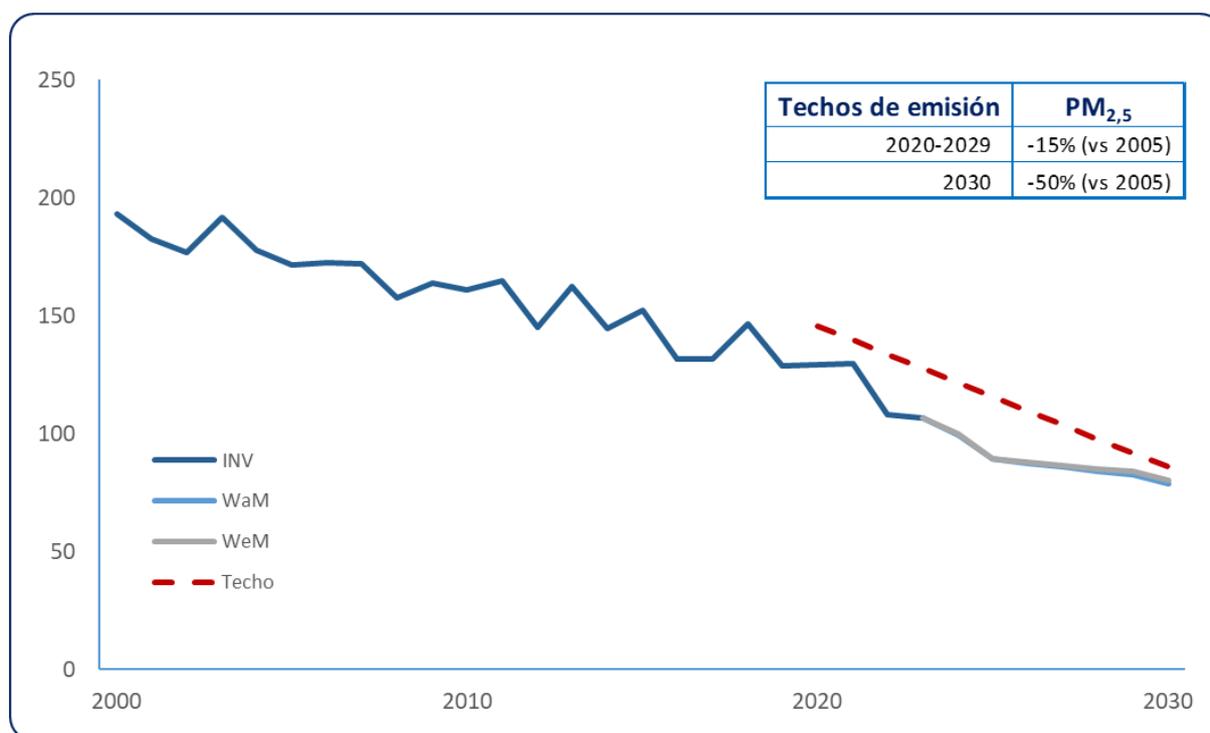
Por tanto, las principales medidas previstas que se han tenido en cuenta en el escenario *WaM* en comparación con el escenario *WeM* incluyen:

- i. el impulso del cambio modal en el transporte de pasajeros y mercancías (afectando principalmente a las emisiones por desgaste de neumáticos y frenos y por abrasión del asfalto en el transporte por carretera), como parte del paquete de medidas nº 5 con una contribución del 59,8% a la reducción adicional del escenario *WaM* frente al *WeM* en 2030;
- ii. la progresiva sustitución de la biomasa tradicional por otras fuentes energéticas en el sector RCI (residencial, principalmente), como el gas natural y los pellets, así como a la electrificación y a la eficiencia energética en el sector (paquete de medidas nº 8, con una contribución del 47,7% a la reducción adicional del escenario *WaM* frente al *WeM* en 2030);
- iii. el fomento de la biomasa sólida en el mix energético, lo cual provoca un aumento previsto de las emisiones de PM<sub>2,5</sub> (paquete de medidas nº 1, con una contribución del 42,7% al aumento adicional del escenario *WaM* frente al *WeM*).

### Evaluación del potencial cumplimiento de los límites de emisión

La Directiva (UE) 2016/2284 establece que se deberán reducir las emisiones en el periodo 2020-2029 en un -15,0% respecto al año 2005, y a partir del año 2030, en un -50,0%, respecto a las emisiones del año 2005.

En la siguiente figura se representa la evolución de las emisiones de PM<sub>2,5</sub> desde el año 2000 hasta el 2023, junto con las proyecciones y su relación con los compromisos de reducción de emisiones fijados para España en la Directiva (UE) 2016/2284.



**Figura 16.** Evolución temporal de las emisiones de PM<sub>2,5</sub> desde 2000 hasta 2030 y techos de emisión aplicables

Como se puede apreciar en la figura, la proyección de las emisiones prevé que en ambos escenarios se cumpliría con el techo de emisión para todos los años proyectados.

Las proyecciones estiman que las emisiones de PM<sub>2,5</sub> en el escenario WaM en el año 2030 serían inferiores en un -54,1% al nivel de emisiones del año 2005. Esto supondría un cumplimiento con un margen de 4,1 puntos porcentuales sobre la reducción exigida en 2030 (-50,0%).

**Tabla 17.** Cumplimiento y techos de emisión de PM<sub>2,5</sub>

Cumplimiento techos PM <sub>2,5</sub> en escenarios proyectados									
	2023			2025			2030		
	Techo (1)	Inventario (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.
<b>WeM</b>	-15,0%	-37,7%	Sí	-15,0%	-47,8%	Sí	-50,0%	-53,2%	Sí
<b>WaM</b>	-15,0%	-37,7%	Sí	-15,0%	-48,0%	Sí	-50,0%	-54,1%	Sí

(1): nivel mínimo de reducción de emisiones respecto al nivel emitido en el año 2005.

(2): nivel de emisiones proyectado en el año X relativo al nivel de emisiones en el año 2005.

## Tablas de reporte de las proyecciones de emisiones

A continuación se incluye la información a reportar para las emisiones proyectadas de PM<sub>2,5</sub> en una tabla resumen basada en los formatos tabulares incluidos en el Anexo IV de las directrices para la estimación y notificación de los datos de emisiones del Comité Ejecutivo del Convenio de Ginebra que es también utilizado como formato de reporte en el marco de la Directiva (UE) 2016/2284.

**Tabla 18.** Reporte en formato tabular de la proyección de emisiones de PM<sub>2,5</sub>

		PM <sub>2,5</sub>				
		INV (kt)	Emisiones proyectadas (kt)			
			Escenario WeM		Escenario WaM	
Código NFR	Sector de actividad	2023	2025	2030	2025	2030
<b>1A1</b>	<b>Industrias de la energía</b>	<b>2,87</b>	<b>2,67</b>	<b>2,56</b>	<b>2,19</b>	<b>3,19</b>
<b>1A2</b>	<b>Industrias manufactureras y de construcción</b>	<b>10,36</b>	<b>8,82</b>	<b>6,58</b>	<b>8,76</b>	<b>6,55</b>
<b>1A3b</b>	<b>Transporte por carretera (TC)</b>	<b>10,30</b>	<b>7,91</b>	<b>6,23</b>	<b>7,99</b>	<b>5,28</b>
1A3bi	T.C., Turismos	3,53	1,16	0,24	1,75	0,19
1A3bii	T.C., Vehículos comerciales ligeros	0,56	0,65	0,35	0,65	0,30
1A3biii	T.C., Vehículos pesados	0,79	0,81	0,54	0,84	0,48
1A3biv	T.C., Ciclomotores y motocicletas	0,06	0,07	0,04	0,07	0,03
1A3bv	T.C., Evaporación de gasolina	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvi	T.C., Desgaste de neumáticos y frenos	3,33	3,31	3,21	2,96	2,71
1A3bvii	T.C., Abrasión del asfalto	2,03	1,91	1,86	1,71	1,57
<b>1A3a,c,d,e</b>	<b>Otros tipos de transporte</b>	<b>1,48</b>	<b>1,27</b>	<b>1,29</b>	<b>1,21</b>	<b>0,90</b>
<b>1A4</b>	<b>Otros sectores (RCI, agrícola, etc.)</b>	<b>34,84</b>	<b>21,28</b>	<b>15,66</b>	<b>21,63</b>	<b>14,92</b>
<b>1A5</b>	<b>Otros</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>
<b>1B</b>	<b>Emisiones fugitivas de los combustibles</b>	<b>0,21</b>	<b>0,23</b>	<b>0,22</b>	<b>0,22</b>	<b>0,16</b>
<b>2A,B,C,H,I,J,K,L</b>	<b>Procesos industriales</b>	<b>5,67</b>	<b>5,85</b>	<b>5,74</b>	<b>5,83</b>	<b>5,70</b>
<b>2D, 2G</b>	<b>Uso de disolventes y de otros productos</b>	<b>1,92</b>	<b>1,97</b>	<b>2,10</b>	<b>1,97</b>	<b>2,10</b>
<b>3B</b>	<b>Cabaña ganadera y gestión de estiércoles</b>	<b>1,75</b>	<b>1,77</b>	<b>1,79</b>	<b>1,77</b>	<b>1,79</b>
3B1a	Vacuno lechero	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
3B1b	Vacuno no lechero	0,33	0,35	0,35	0,35	0,35
3B2	Ovino	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
3B3	Porcino	0,21	0,20	0,19	0,20	0,19
3B4a	Búfalos	NO	NO	NO	NO	NO
3B4d	Caprino	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
3B4e	Equino	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03
3B4f	Mulas y asnos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3B4g	Aves de corral	0,73	0,74	0,77	0,74	0,77
3B4h	Otros animales - Conejos	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>3D</b>	<b>Producción de cultivos y suelos agrícolas</b>	<b>1,84</b>	<b>1,81</b>	<b>1,75</b>	<b>1,81</b>	<b>1,75</b>
<b>3F</b>	<b>Quema en campo de restos de cosechas</b>	<b>0,10</b>	<b>0,24</b>	<b>0,59</b>	<b>0,24</b>	<b>0,59</b>
<b>5</b>	<b>Residuos</b>	<b>35,32</b>	<b>35,54</b>	<b>35,62</b>	<b>35,54</b>	<b>35,62</b>
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>Total Nacional (Islas Canarias excluidas)</b>	<b>106,71</b>	<b>89,39</b>	<b>80,18</b>	<b>89,20</b>	<b>78,59</b>

## 4.6 PROYECCIÓN DE LAS EMISIONES TOTALES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

A continuación se presentan los principales resultados de las proyecciones de emisiones totales de gases de efecto invernadero.

Las emisiones de CO<sub>2</sub>-eq proyectadas en el escenario *WeM* reflejan el efecto de las medidas adoptadas y aplicadas, con una reducción en las emisiones de GEI del -17,5% en 2030 respecto al año 1990. Mientras que el efecto adicional de las medidas previstas, junto a las medidas ya adoptadas y aplicadas, consideradas en el escenario *WaM*, permiten alcanzar niveles de reducción del -32,5% en dicho periodo.

Estos niveles de reducción en el escenario con medidas adicionales respecto al año 1990 son consecuencia, principalmente, del impacto de las medidas en los sectores de la generación eléctrica con combustibles sólidos, debido fundamentalmente al cese del uso de carbón con fines energéticos, así como a la evolución del mix energético nacional y a la aplicación de medidas y cambios tecnológicos en la combustión industrial.

Dicho escenario *WaM* incorpora las medidas adicionales del PNIEC 2023-2030, actualizado de acuerdo con las previsiones de evolución del PIB y población, las recomendaciones de precios de combustibles y de CO<sub>2</sub> de la Unión Europea para el reporte de proyecciones, y parametrizaciones de las Hojas de ruta del hidrógeno, del autoconsumo, de la eólica marina y energías del mar y del biogás, así como la Estrategia de almacenamiento energético y la Estrategia Española de Economía Circular.

En la siguiente tabla se resumen los datos de emisiones inventariadas (1990-2023) y proyectadas para los años 2025 y 2030, así como datos sobre sus variaciones respecto a los años 1990, 2005 y 2023.

**Tabla 19.** Datos de emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq) y variaciones relativas respecto a los niveles de 1990, 2005 y 2023

	GEI								
	Emisiones inventariadas					Emisiones proyectadas			
	1990	2005	2019	2020	2023	2025		2030	
						<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>
<b>Emisiones (kt)</b>	286.655	436.341	308.894	269.803	269.968	249.562	238.162	236.395	193.405
<b>Variación respecto 1990</b>		52,2%	7,8%	-5,9%	-5,8%	-12,9%	-16,9%	-17,5%	-32,5%
<b>Variación respecto a 2005</b>			-29,2%	-38,2%	-38,1%	-42,8%	-45,4%	-45,8%	-55,7%
<b>Variación respecto a 2023</b>						-7,6%	-11,8%	-12,4%	-28,4%

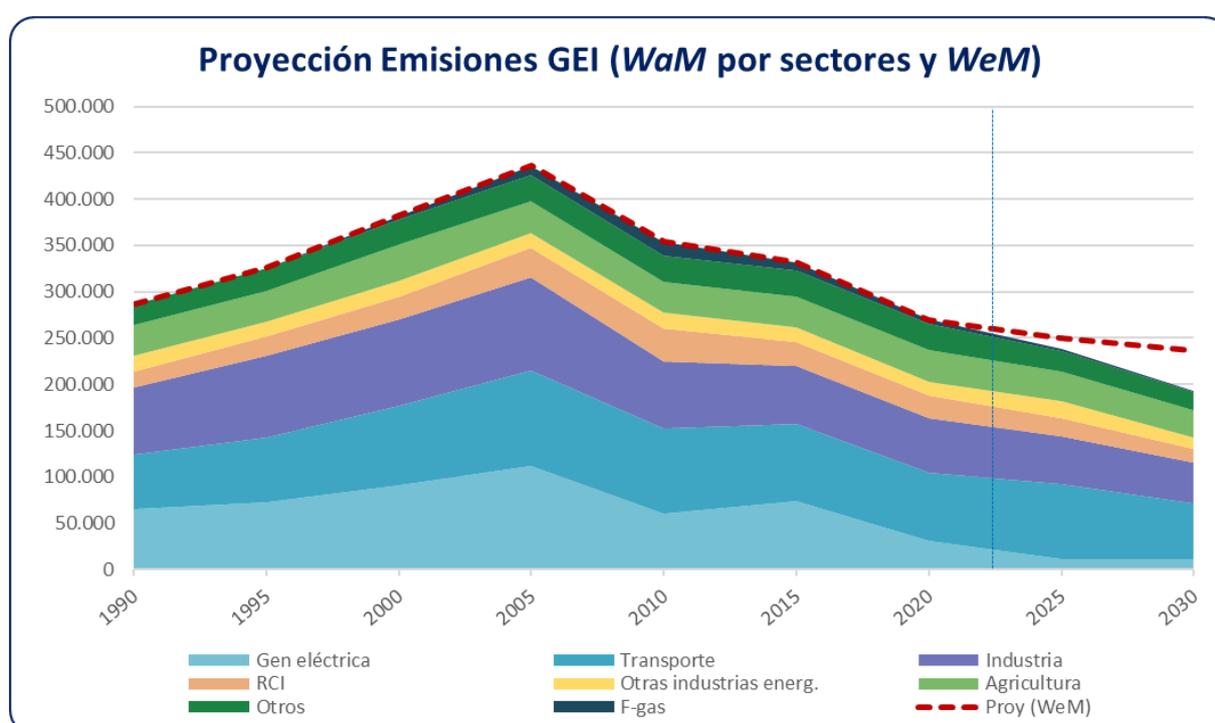
### Análisis de las emisiones históricas

En general, la evolución global de las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de la serie histórica inventariada responde a un patrón de cinco fases ligado al crecimiento económico, la población o el consumo energético en España desde 1990: (1) en la primera mitad de los años 90 la tendencia presenta un crecimiento ligado al desarrollo económico del país de los primeros años de la década y a la recesión económica de los años 1992 y 1993; (2) la fase expansiva experimentada por la economía y la población española entre 1995 y 2008 tiene su reflejo en un incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero, alcanzando su nivel máximo en el año 2007 (con un aumento de 53.9 % en términos de CO<sub>2</sub>-equivalente, respecto a los niveles de 1990); (3) a partir del año 2008, con el inicio de

la crisis económica, se observa una marcada disminución de las emisiones nacionales hasta el año 2013; (4) en los cuatro años siguientes de la serie, a pesar de la recuperación de los niveles de crecimiento macroeconómicos, las emisiones globales muestran una relativa estabilización; y (5) finalmente, desde 2017 hasta 2023, se produce una tendencia descendente, alterada por una disminución más acusada en 2020 como efecto de la pandemia de COVID-19 y su recuperación parcial en el periodo 2021-2022.

### Análisis de las proyecciones de emisiones

La siguiente figura muestra la proyección de las emisiones de GEI (CO<sub>2</sub>-eq) para el horizonte temporal 2030, junto con las últimas emisiones históricas inventariadas (serie 1990-2023). Las emisiones históricas y las del escenario con medidas adicionales (*WaM*) están desagregadas según los principales sectores de actividad, mientras que las del escenario tendencial (*WeM*) se representan sin desagregación, en la línea punteada.



**Figura 17.** Evolución temporal de las emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq) desde 1990 hasta 2030 distribuida por sectores de actividad para el escenario *WaM* y agregada para el escenario *WeM*

Como se ha comentado, en el escenario *WeM*, en el que únicamente se ha tenido en cuenta el impacto de las políticas y medidas adoptadas y aplicadas, las emisiones de GEI se reducirían, situándose en 2030 en niveles de -17,5% comparados con los de 1990.

El efecto adicional de las medidas previstas, junto a las medidas adoptadas y aplicadas, consideradas en el escenario *WaM*, permiten alcanzar niveles de reducción del -32,5% en dicho periodo, superiores al 23,0% establecido como objetivo general en la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. Estos valores de reducción en el escenario con medidas adicionales se deben principalmente al cese del uso de carbón con fines energéticos, así como a la evolución del mix energético nacional (con una elevada penetración de energías renovables); y a la aplicación de medidas y cambios tecnológicos en la combustión industrial.

Tomando como referencia el último año inventariado, las mayores reducciones en 2030 para el escenario *WaM* se producen fundamentalmente en transporte por carretera (por la progresiva

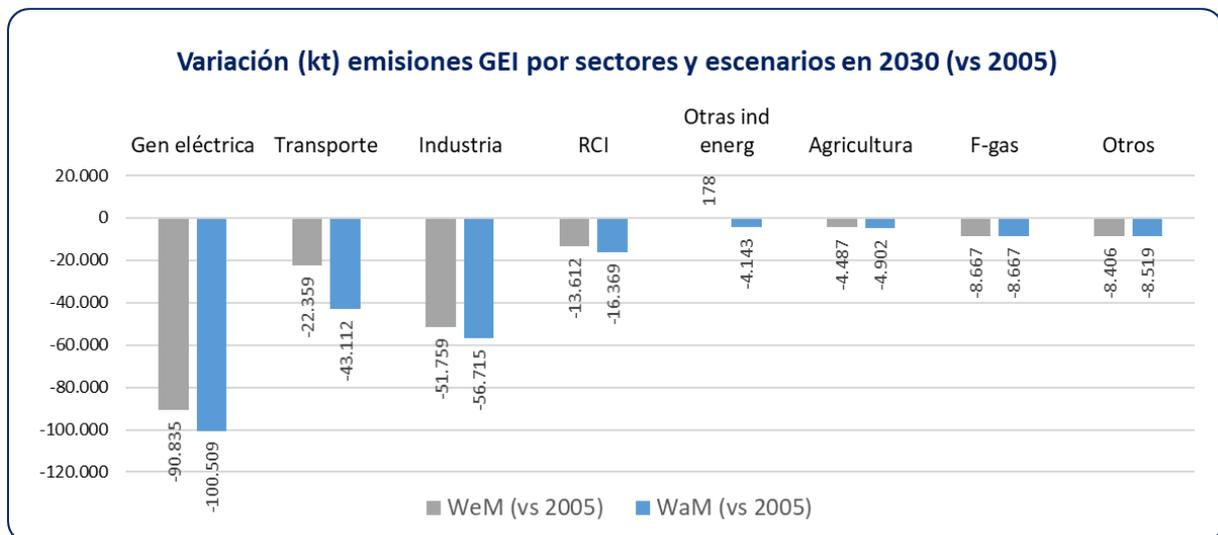
penetración de turismos eléctricos, principalmente), generación eléctrica (por la evolución del mix energético nacional, con una elevada proporción de energías renovables) y en los sectores residencial, comercial e institucional, reflejando la continuación del efecto de las políticas y medidas adicionales de eficiencia energética, dando como resultado una disminución del -28,4% en las emisiones para el periodo 2023-2030, mostrando un desacoplamiento respecto al crecimiento económico y poblacional.

### Principales drivers, tendencias y medidas considerados en la proyección de emisiones

Las variables de las principales actividades generadoras de emisiones de GEI (transporte por carretera, generación eléctrica y combustión industrial) se desacoplan del proyectado crecimiento económico, gracias a diferentes medidas en relación con la utilización de fuentes de energía renovable, cambios en los modos de transporte y uso de nuevos combustibles en la industria, transporte y en la combustión residencial, comercial e institucional.

Entre las políticas y medidas adoptadas y aplicadas dirigidas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y, por tanto, parametrizadas de igual manera en ambos escenarios, están el ya iniciado cambio del mix energético, en el que se sustituyen los combustibles fósiles más emisores de CO<sub>2</sub>, como el carbón y el fuelóleo, y las medidas en relación con el transporte por carretera, que también prevé el uso de fuentes de energía alternativas.

Las políticas y medidas previstas, incluidas en el PNIEC 2023-2030, y presentes en el escenario *WaM*, amplían el efecto de las medidas de mitigación adoptadas y aplicadas en todos los sectores de actividad. Para el año 2030, las emisiones de las actividades de generación de electricidad registrarían una disminución de -100.509 kt de CO<sub>2</sub>-eq en comparación con las del año 2005, debido, principalmente, al cese del uso de carbón y a una mayor penetración de las fuentes renovables. Por su parte, el conjunto de medidas en el sector industrial reduciría sus emisiones en -56.715 kt de CO<sub>2</sub>-eq, respecto al año 2005 (relacionadas principalmente con la combustión industrial con combustibles líquidos y gaseosos), y las relacionadas con el transporte (principalmente turismos) contribuirían con una reducción de -43.112 kt de CO<sub>2</sub>-eq, respecto al año 2005.



**Figura 18.** Variación absoluta (kt CO<sub>2</sub>-eq) de las emisiones de GEI por sector y escenario en el año 2030 respecto al año 2005

Por tanto, las principales políticas y medidas previstas que se han tenido en cuenta en el escenario *WaM*, responsables de las principales reducciones adicionales frente al escenario *WeM*, incluyen:

- i. el impulso de la electrificación del transporte por carretera, del cambio modal, del desarrollo de biocombustibles y de la renovación del parque automovilístico, conllevando una progresiva incorporación de modelos nuevos con tecnología más avanzada y menor consumo de combustibles de origen fósil (paquete de medidas nº 5 del listado de *PaMs*), que contribuiría en su conjunto en un 44,9% de reducciones adicionales para el año 2030 en el escenario *WaM* respecto al escenario *WeM* (principalmente en vehículos pesados y turismos);
- ii. los cambios en el mix energético, principalmente en relación a la disminución del uso de gas natural y aumento de la penetración de energías renovables, siguiendo las líneas de la Comunicación de la Comisión Europea, *REPowerEU*, y del paquete *Fit for 55*, recogidas en el PNIEC 2023-2030 (paquete de medidas nº 1) con una contribución del 22,5% a las reducciones adicionales del escenario *WaM* respecto al escenario *WeM* en 2030;
- iii. la paulatina introducción de medidas de eficiencia energética, mayor penetración de energías renovables (sustituyendo al gas natural y los combustibles líquidos) y abatimiento de emisiones en las grandes y medianas instalaciones de combustión industriales, siguiendo las líneas del PNIEC 2023-2030 (paquete de medidas nº 2) con una contribución del 10,4% a las reducciones adicionales del escenario *WaM* frente al *WeM*, en 2030.

En la siguiente tabla se resume el efecto de las *PaMs* contempladas en el escenario con medidas adicionales (*WaM*) frente al nivel de emisiones del escenario *WeM* para el año 2030.

**Tabla 20.** Efecto de las *PaMs* en el escenario *WaM* de las emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub>-eq) en el año 2030

Grupo <i>PaM</i>	Nombre genérico del grupo <i>PaM</i>	Sector	2030	% contr
1	Paquete mix energético	1A1a/1A1c	-9.673,6	22,5%
2	Paquete energético sector industrial	1A2	-4.488,3	10,4%
3	Medidas en el sector refino	1A1b	-3.000,4	7,0%
4	Medidas transporte aviación	1A3a	-1.452,2	3,4%
5	Medidas transporte por carretera	1A3b	-19.318,2	44,9%
6	Medidas transporte por ferrocarril	1A3c	4,0	0,0%
7	Medidas transporte marítimo	1A3d	53,4	-0,1%
8	Paquete energético residencial/comercial/institucional	1A4a/1A4b	-2.756,9	6,4%
9	Medidas en cultivos	3D	-145,0	0,3%
10	Medidas en ganadería	3B	-269,7	0,6%
11	Paquete Energ. & Tecn. Agricultura/Silvicultura/Pesca	1A4c	-13,4	0,0%
12	Medidas en el uso de productos	2D	-98,3	0,2%
	Otras medidas		-1.830,8	4,3%
<b>TOTAL</b>			<b>-42.989,3</b>	

### Tablas de reporte de las proyecciones de emisiones

Con la elaboración y envío de los datos de proyecciones en formato tabular se da respuesta a las obligaciones de información previstas para España en el anexo VII del Reglamento (UE) 2018/1999, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima<sup>29</sup> y el anexo XXV de su Reglamento de Ejecución (UE) 2020/1208<sup>30</sup>.

A continuación, se incluye un resumen de la tabla de reporte de las proyecciones de gases de efecto invernadero.

**Tabla 21.** Reporte en formato tabular de la proyección de emisiones de GEI

Total GEI (ktCO <sub>2e</sub> )	Inventario	Proyección WeM		Proyección WaM	
	2023	2025	2030	2025	2030
<b>Total, excluido LULUCF</b>	<b>269.967,64</b>	<b>249.562,42</b>	<b>236.394,75</b>	<b>238.162,07</b>	<b>193.405,45</b>
<b>Total, incluido LULUCF</b>	<b>218.934,88</b>	<b>202.679,14</b>	<b>192.346,31</b>	<b>190.709,97</b>	<b>147.397,03</b>
<b>1. Energía</b>	<b>203.475,99</b>	<b>183.782,20</b>	<b>174.955,37</b>	<b>172.743,76</b>	<b>132.948,32</b>
1.A. Actividades de combustión	199.692,03	179.070,02	170.584,06	168.055,42	129.758,21
1.A.1. Industrias de la energía	41.470,53	30.776,86	33.079,58	24.853,35	20.266,04
1.A.1.a. Plantas de servicio público de electricidad y calor	30.791,58	17.782,96	21.054,00	11.865,49	11.380,45
1.A.1.b. Refino de petróleo	9.543,10	12.204,60	11.167,58	12.199,79	8.167,22
1.A.1.c. Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	1.135,86	789,31	858,00	788,07	718,37
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	34.928,92	34.281,91	32.233,16	33.559,74	27.744,83
1.A.3. Transporte	87.697,89	84.730,61	80.482,93	81.021,12	59.729,21
1.A.3.a. Tráfico aéreo nacional	3.295,01	3.638,61	3.768,71	2.309,53	2.316,52
1.A.3.b. Transporte por carretera	81.240,90	77.787,66	73.350,78	75.022,53	54.032,57
1.A.3.c. Ferrocarriles	174,63	202,05	106,18	208,54	110,22
1.A.3.d. Tráfico marítimo nacional	2.802,37	2.979,54	3.121,98	3.372,72	3.175,38
1.A.3.e. Otros modos de transporte	184,97	122,75	135,28	107,80	94,51
1.A.4. Otros sectores	35.073,16	28.745,70	24.232,57	28.086,27	21.462,31
1.A.4.a. Comercial/institucional	8.812,55	7.662,07	6.071,13	7.603,09	5.307,71
1.A.4.b. Residencial	14.050,32	13.503,80	11.214,10	12.911,44	9.220,63
1.A.4.c. Agricultura/selvicultura/pesca	12.210,29	7.579,83	6.947,34	7.571,74	6.933,97
1.A.5. Otros	521,54	534,93	555,82	534,93	555,82
1.B. Emisiones fugitivas de los combustibles	3.783,96	4.712,18	4.371,31	4.688,34	3.190,10

<sup>29</sup> Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima, y por el que se modifican los Reglamentos (CE) n° 663/2009 y (CE) n° 715/2009, las Directivas 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE y 2013/30/UE y las Directivas 2009/119/CE y (UE) 2015/652, y se deroga el Reglamento (UE) n° 525/2013.

<sup>30</sup> Reglamento de Ejecución (UE) 2020/1208 de la Comisión, de 7 de agosto de 2020, relativo a la estructura, el formato, los procesos de presentación de información y la revisión de la información notificada por los Estados miembros con arreglo al Reglamento (UE) 2018/1999, y por el que se deroga el Reglamento de Ejecución (UE) n° 749/2014.

Total GEI (ktCO <sub>2</sub> e)	Inventario	Proyección WeM		Proyección WaM	
	2023	2025	2030	2025	2030
1.B.1. Combustibles sólidos	111,02	79,65	97,96	79,29	63,64
1.B.2. Petróleo y gas natural	3.672,94	4.632,53	4.273,36	4.609,05	3.126,46
1.C. Transporte y almacenamiento de CO <sub>2</sub>	NO	NO	NO	NO	NO
<b>2. Procesos Industriales y uso de productos</b>	<b>19.943,32</b>	<b>20.795,16</b>	<b>20.066,50</b>	<b>20.551,62</b>	<b>19.499,64</b>
2.A. Industria de los minerales	9.905,64	10.705,33	11.475,15	10.702,65	11.469,29
2.A.1. Producción de cemento	7.479,96	8.267,46	8.950,29	8.265,05	8.945,05
2.B. Industria química	3.405,19	3.733,68	3.579,99	3.736,41	3.582,77
2.C. Industria metalúrgica	1.951,90	2.750,59	2.356,37	2.527,99	1.890,86
2.C.1. Producción de hierro y acero	1.671,34	1.493,65	1.063,42	1.271,05	597,92
2.D. Uso de productos no energéticos de combustibles y disolventes	405,65	445,52	470,28	424,54	372,01
2.E. Industria electrónica	NO	NO	NO	NO	NO
2.F. Consumo de gases fluorados	3.803,49	2.675,33	1.666,87	2.675,33	1.666,87
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	471,42	484,67	517,79	484,67	517,79
2.H. Otros	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04
<b>3. Agricultura</b>	<b>32.885,06</b>	<b>32.136,09</b>	<b>30.311,36</b>	<b>32.017,71</b>	<b>29.896,60</b>
3.A. Fermentación entérica	16.179,69	16.217,20	16.310,97	16.217,20	16.310,97
3.B. Gestión del estiércol	10.520,72	9.448,11	6.690,35	9.371,17	6.420,63
3.C. Cultivo de arroz	316,66	371,85	509,83	371,85	509,83
3.D. Suelos agrícolas	5.440,37	5.626,83	6.210,02	5.585,39	6.064,98
3.E. Quemadas planificadas de sabanas	NO	NO	NO	NO	NO
3.F. Quema en campo de restos de cosechas	1,73	4,18	10,29	4,18	10,29
3.G. Enmiendas calizas	27,28	28,59	31,84	28,59	31,84
3.H. Aplicación de urea	354,05	390,49	481,60	390,49	481,60
3.I. Otros abonos que contienen carbono	44,54	48,85	66,46	48,85	66,46
3.J. Otros	NO	NO	NO	NO	NO
<b>4. Uso de la Tierra, Cambios del Uso de la Tierra y Silvicultura</b>	<b>-51.032,76</b>	<b>-46.883,28</b>	<b>-44.048,44</b>	<b>-47.452,10</b>	<b>-46.008,42</b>
4.A. Tierras forestales	-45.449,96	-44.315,48	-41.128,97	-44.880,47	-43.086,38
4.B. Tierras de cultivo	-3.671,67	-1.841,00	-2.228,73	-1.841,00	-2.228,72
4.C. Pastizales	-875,44	-821,18	-734,63	-825,01	-737,22
4.D. Humedales	-55,20	-61,10	-10,91	-61,10	-10,91
4.E. Asentamientos	1.507,68	1.688,93	1.451,16	1.688,93	1.451,16
4.F. Otras tierras	52,59	55,44	43,12	55,44	43,12
4.G. Productos madereros	-2.540,77	-1.588,90	-1.439,47	-1.588,90	-1.439,47
4.H. Otros	NO	NO	NO	NO	NO
<b>5. Residuos</b>	<b>13.663,27</b>	<b>12.848,98</b>	<b>11.061,52</b>	<b>12.848,98</b>	<b>11.060,89</b>

Total GEI (ktCO <sub>2</sub> e)	Inventario	Proyección <i>WeM</i>		Proyección <i>WaM</i>	
	2023	2025	2030	2025	2030
5.A. Depósito en vertederos de residuos sólidos	10.606,98	9.561,81	7.189,45	9.561,81	7.189,45
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	817,98	1.012,42	1.518,60	1.012,42	1.518,60
5.C. Incineración y quema al aire libre de residuos	437,58	437,94	438,83	437,94	438,83
5.D. Tratamiento y eliminación de aguas residuales	1.800,11	1.836,19	1.914,02	1.836,19	1.914,02
5.E. Otros	0,62	0,62	0,62	0,62	0,00
<b>Partidas pro memoria</b>					
Combustibles de transporte internacional	44.618,43	41.204,49	42.401,37	34.403,76	34.778,27
Aviación internacional	17.337,17	18.005,52	18.112,39	12.690,47	14.271,28
Transporte marítimo internacional	27.281,26	23.198,97	24.288,98	21.713,29	20.506,99
Emisiones de CO <sub>2</sub> de la biomasa	31.686,72	28.425,75	29.775,30	32.597,36	36.287,36

## 4.7 METANO (CH<sub>4</sub>)

### Resumen de resultados

Las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) están actualmente dominadas por la fermentación entérica en rumiantes, el depósito en vertedero de residuos sólidos y la gestión de estiércoles en ganado porcino.

Las emisiones proyectadas en el escenario *WeM* reflejan el efecto de las medidas adoptadas y aplicadas, con una reducción en las emisiones de metano en 2030 del -16,3% respecto al año 1990 y del -22,1% respecto al año 2005. Mientras que el efecto adicional de las medidas previstas, junto a las medidas adoptadas y aplicadas, consideradas en el escenario *WaM*, permiten alcanzar niveles de reducción del -17,2% y del -22,9% en dichos periodos, respectivamente.

Las mayores reducciones de emisiones en el escenario *WaM*, para el periodo 1990-2030, se deben principalmente (1) a las medidas dirigidas al sector ganadero, destacando la disminución de emisiones en la gestión de estiércol, principalmente de porcino blanco. Adicionalmente, es destacable el efecto del descenso en las cabañas de ovino, vacuno de leche y caprino, el cual minimiza el impacto del crecimiento de la cabaña de vacuno de carne; (2) a las medidas dirigidas a la gestión de residuos, permitiendo desacoplar las emisiones de este gas de vectores clave y de tendencia creciente, como son el PIB y la población, principalmente en el tratamiento de aguas residuales y, en menor medida, en el depósito de residuos sólidos en vertederos no gestionados; y (3) al cese de la minería de carbón en España, que ha provocado una importante disminución de las emisiones fugitivas de los combustibles sólidos.

Por otra parte, las mayores reducciones de emisiones en el escenario *WaM*, para el periodo 2005-2030, se deben principalmente (1) al efecto en la gestión de estiércol, principalmente de porcino blanco, de las medidas del PNIEC 2023-2030; (2) al descenso de la cabaña ovina en dicho periodo y su consecuente efecto en las emisiones por fermentación entérica; y (3) a las medidas dirigidas a la gestión de residuos, en el depósito de residuos sólidos en vertederos (gestionados, principalmente) y, en menor medida, en el tratamiento de aguas residuales (domésticas e industriales).

El metano (CH<sub>4</sub>) es un gas de efecto invernadero, cuyo potencial de calentamiento global es 28 veces superior al del dióxido de carbono. De hecho, es el segundo gas con mayor contribución al total del Inventario, en términos de CO<sub>2</sub>-equivalente, después del CO<sub>2</sub>.

Adicionalmente, es un potente contaminante atmosférico, el cual contribuye a la formación de ozono troposférico, junto a otros precursores como los compuestos orgánicos no metánicos (COVNM), el monóxido de carbono (CO) y los óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), provocando daños en la salud humana y en los ecosistemas.

Por tanto, considerando el doble carácter del metano, de gas de efecto invernadero y contaminante atmosférico, se analizan sus resultados de forma independiente en este apartado.

### Tabla de datos de emisiones históricas y proyectadas

En la siguiente tabla se resumen los datos de emisiones inventariadas (1990-2023) y proyectadas para los años 2025 y 2030, así como datos sobre sus variaciones respecto a los años 1990, 2005 y 2023.

**Tabla 22.** Datos de emisiones de CH<sub>4</sub> y variaciones relativas respecto a los niveles de 1990, 2005 y 2023

	CH <sub>4</sub>								
	Emisiones inventariadas					Emisiones proyectadas			
	1990	2005	2019	2020	2023	2025		2030	
						WeM	WaM	WeM	WaM
<b>Emisiones (kt)</b>	1.470,1	1.579,5	1.464,1	1.478,2	1.450,0	1.389,4	1.385,4	1.230,7	1.217,2
<b>Variación respecto 1990</b>		7,4%	-0,4%	0,5%	-1,4%	-5,5%	-5,8%	-16,3%	-17,2%
<b>Variación respecto a 2005</b>			-7,3%	-6,4%	-8,2%	-12,0%	-12,3%	-22,1%	-22,9%
<b>Variación respecto a 2023</b>						-4,2%	-4,5%	-15,1%	-16,1%

### Análisis de las emisiones históricas

A diferencia de la evolución de las emisiones del conjunto de los gases de efecto invernadero a lo largo de la serie inventariada, que responde a un patrón de fases ligadas al crecimiento económico, la población o el consumo energético en España desde 1990, y que vienen determinadas por la tendencia del CO<sub>2</sub>, las emisiones de metano han tenido un comportamiento mucho más estable (presentando sus valores máximos a comienzos del actual milenio). Los sectores con más peso en las emisiones de CH<sub>4</sub> corresponden a la actividad ganadera (fermentación entérica y, en menor medida, gestión de estiércoles) y, en segundo lugar, al sector residuos (principalmente, el depósito de residuos sólidos en vertedero).

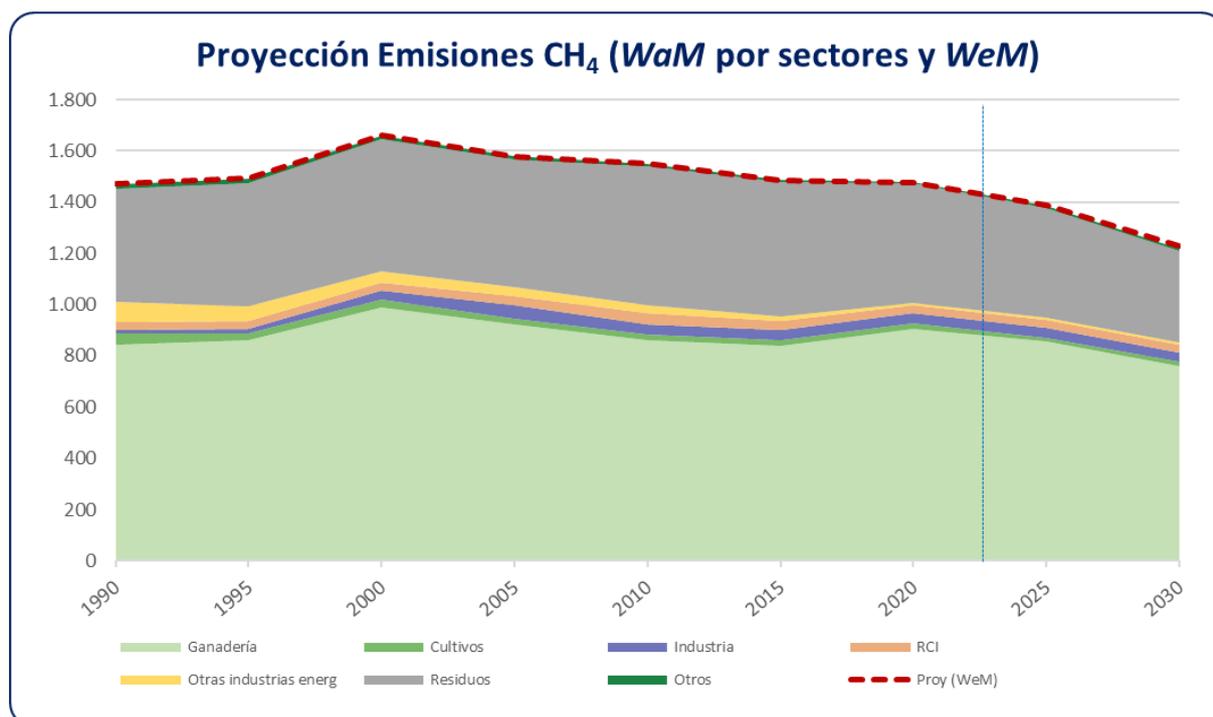
Las especies rumiantes, principalmente bovino y ovino, presentan las mayores tasas de emisión de metano por fermentación entérica, siendo la cabaña de vacuno no lechero la principal emisora a lo largo de toda la serie histórica y la que más ha incrementado su peso en el total de la categoría en dicho periodo, principalmente en la primera década. Sin embargo, la contribución en las emisiones de las cabañas de ovino y vacuno de leche en dicha categoría han disminuido desde el año 1990.

Adicionalmente, debido a la relevancia del tamaño de la cabaña porcina y a que los sistemas de gestión de estiércol empleados en la cría de estos animales son más proclives a la producción de CH<sub>4</sub>, el ganado porcino es el principal emisor de este gas en dicha actividad.

Por último, cabe remarcar que históricamente el depósito de residuos sólidos en vertederos ha constituido el principal sistema de tratamiento de dichos residuos en España. Sin embargo, el modelo está evolucionando, priorizando la prevención, la preparación para la reutilización, el reciclado y la valorización frente a la eliminación en vertedero e incineración. De forma paralela, a lo largo de la serie histórica ha aumentado el tratamiento anaerobio de las aguas residuales, tanto por el incremento de los sistemas colectores, como por las mejoras en las EDAR, con la consecuente disminución en las emisiones de metano a la atmósfera en el tratamiento de las aguas residuales.

### Análisis de las proyecciones de emisiones

La siguiente figura muestra la proyección de las emisiones de CH<sub>4</sub>, junto con las últimas emisiones históricas inventariadas. Para el escenario *WaM* y para las emisiones históricas, éstas se han desagregado según los principales sectores de actividad. En el escenario *WeM* se representan de forma global, sin desagregación, en la línea punteada.



**Figura 19.** Evolución temporal de las emisiones de CH<sub>4</sub> (kt) desde 1990 hasta 2030 distribuida por sectores de actividad

Con las políticas y medidas adoptadas y aplicadas, consideradas en el escenario *WeM*, se alcanzan en 2030 niveles de reducción de las emisiones de metano del -22,1% respecto a 2005.

En el escenario *WaM* se alcanzan en 2030 niveles de reducción de las emisiones de metano del -22,9% respecto a 2005 (reducciones totales de emisiones en el año 2030 de -362,4 kt respecto a las del año 2005). Las mayores reducciones de emisiones en este escenario, para este periodo, se deben principalmente (1) a las medidas del PNIEC 2023-2030 dirigidas al sector ganadero, destacando la disminución de emisiones en la gestión de estiércol, principalmente de porcino blanco; (2) al descenso de la cabaña ovina en dicho periodo y su consecuente efecto en las emisiones por fermentación entérica; y (3) a las medidas dirigidas a la gestión de residuos, permitiendo desacoplar las emisiones de este gas de vectores clave y de tendencia opuesta, como son el PIB y la población. Concretamente, las reducciones se producen esencialmente en el depósito de residuos sólidos en vertederos (gestionados, principalmente) y, en menor medida, en el tratamiento de aguas residuales (domésticas e industriales).

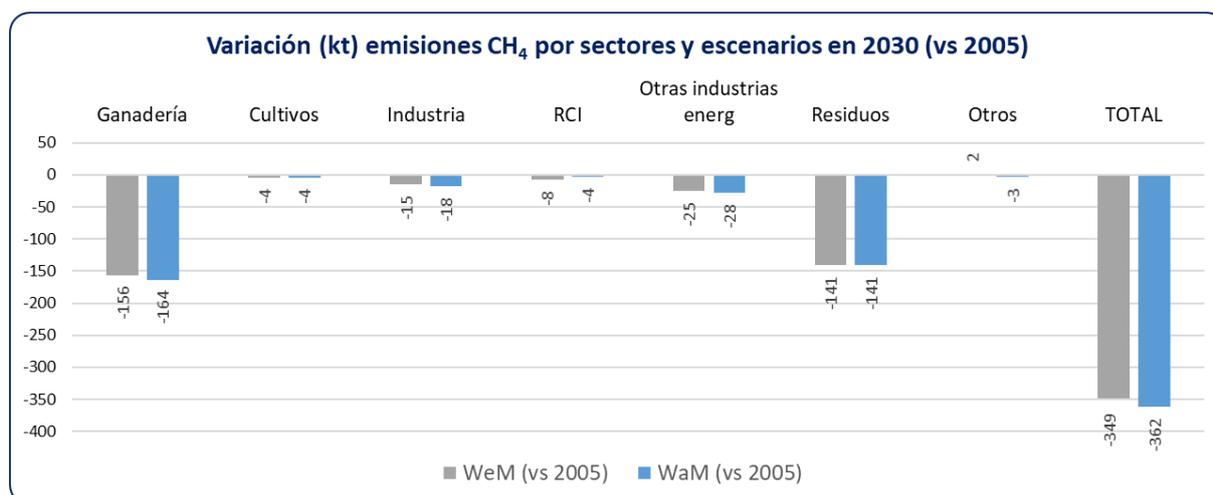
Tomando como referencia el último año inventariado, las mayores reducciones en 2030 para el escenario *WaM* se producen fundamentalmente en la gestión de estiércol, principalmente de porcino blanco, así como en el depósito de residuos sólidos en vertederos (gestionados, principalmente), con una reducción global de -16,1% para el periodo 2023-2030.

#### Principales drivers, tendencias y medidas considerados en la proyección de emisiones

Las variables más significativas, de las principales actividades generadoras de emisiones de CH<sub>4</sub> en la actualidad (fermentación entérica en rumiantes, depósito en vertedero de residuos sólidos y gestión de estiércoles en ganado porcino), como son el tamaño de dichas cabañas ganaderas, el PIB y la población, se desacoplan de las emisiones de dicho gas debido a los esfuerzos normativos, reflejados en el PNIEC 2023-2030, en materia de ganadería, de promoción de gases renovables, de eficiencia energética y de gestión de residuos. El PNIEC aglutina, entre otros, los objetivos marcados en la Hoja de Ruta del Biogás (publicada en 2022), ampliados con la aprobación del *REPowerEU*, y financiados por la componente C3 del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), en materia de

instalación de biodigestores en balsas de estiércol cubiertas en explotaciones porcinas, para su procesado *in situ*, generando biogás de aprovechamiento energético para autoconsumo.

De igual forma, la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, la Estrategia Española de Economía Circular España 2030 y el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) son recogidos en el PNIEC 2023-2030, incluyendo, entre otros, sus objetivos de priorizar la prevención en la generación de residuos, la preparación para la reutilización, el reciclado y la valorización frente a la eliminación en vertedero e incineración.



**Figura 20.** Variación absoluta (kt) de las emisiones de CH<sub>4</sub> por sector y escenario en el año 2030 respecto al año 2005

Sin embargo, estas políticas y medidas ya están adoptadas o aplicadas y, por tanto, se encuentran parametrizadas de igual manera en ambos escenarios. En consecuencia, las medidas previstas tan solo son responsables de una reducción adicional en las emisiones de CH<sub>4</sub> de -13,5 kt en el escenario *WaM* frente al *WeM*.

Por tanto, las principales medidas previstas que se han tenido en cuenta en el escenario *WaM* en comparación con el escenario *WeM* incluyen:

- i. las medidas del PNIEC 2023-2030 encaminadas a reducir las emisiones de metano en la gestión de estiércol de la cabaña bovina (vacuno lechero, principalmente), por medio de la economía circular y la eficiencia energética en dichas explotaciones ganaderas, tales como la generación de biogás y biometano a partir de la digestión anaeróbica de los purines, principalmente, así como la fabricación de compost a partir del estiércol (paquete de medidas nº 10, con una contribución del 52,7% a la reducción adicional del escenario *WaM* frente al *WeM* en 2030);
- ii. el impulso del cambio modal en el transporte de pasajeros y mercancías, afectando a las emisiones de combustión en el transporte por carretera (vehículos pesados, principalmente, y turismos, en menor medida), como parte del paquete de medidas nº 5, el cual contribuye en un 37,8% a la reducción adicional del escenario *WaM* frente al *WeM* en 2030;
- iii. la progresiva penetración de los pellets en el sector residencial, dentro del paquete de medidas nº 8, a pesar de que permite la reducción de emisiones de otros contaminantes atmosféricos en dicho sector, produce, sin embargo, un aumento en las emisiones de metano a la atmósfera (31,8% adicional en el escenario *WaM* frente al *WeM* en 2030, que es contrarrestado por disminuciones en otros sectores).

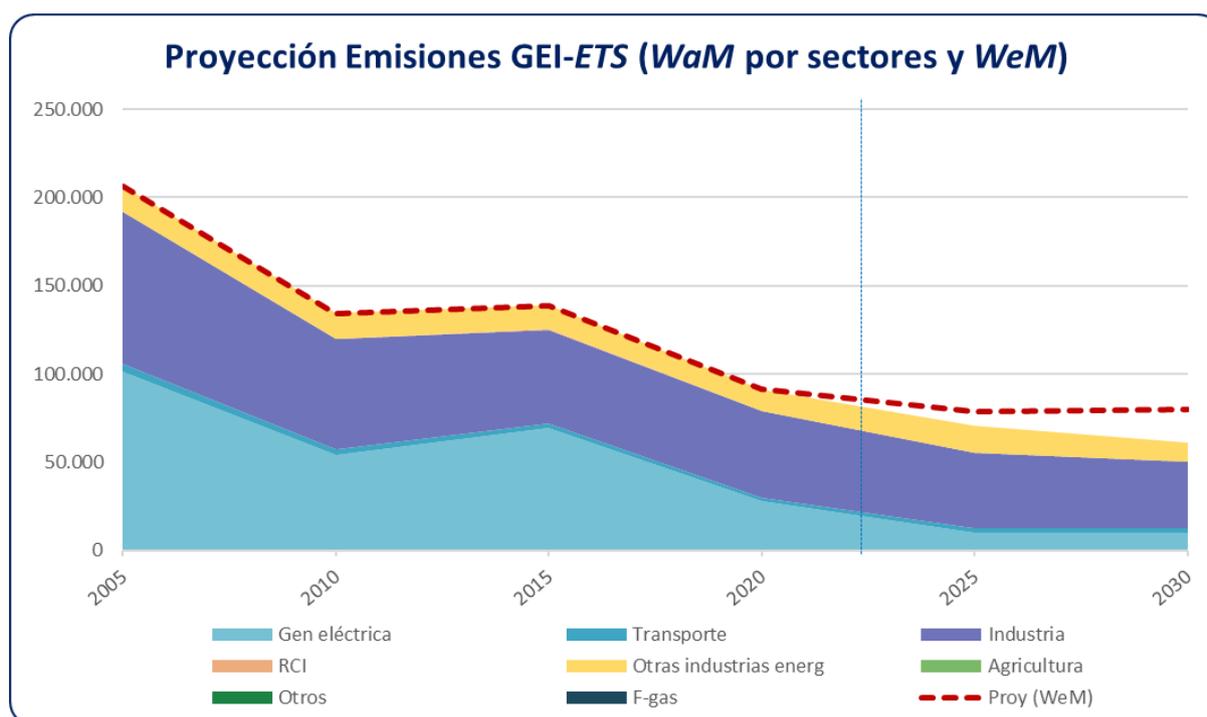
## 4.8 EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DESAGREGADAS POR SECTORES ETS Y ESR

A continuación se ofrece información resumida sobre el desglose de las emisiones de gases de efecto invernadero que entran en el ámbito de aplicación del régimen de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea (ETS<sup>31</sup>) y las emisiones de los sectores no-ETS (sectores ESR<sup>32</sup>).

### PROYECCIÓN DE LAS EMISIONES ETS

Los sectores y gases de efecto invernadero sujetos al régimen europeo de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea (actividades enumeradas en el anexo I de la Directiva 2003/87/CE, distintas de la actividad “transporte marítimo”, así como los GEI indicados), los cuales representan un porcentaje en torno al 32% (incluyendo el CO<sub>2</sub> de la aviación nacional) de las emisiones de CO<sub>2</sub>-eq totales nacionales del último año inventariado, contribuirían con una reducción del -61,2% en el escenario con medidas existentes (WeM) y del -70,4% en 2030 en el escenario con medidas adicionales (WaM), con respecto al año 2005.

En la siguiente figura se muestra la evolución de las emisiones ETS desde el año 2005 y su proyección hasta 2030, tanto para el escenario WeM, indicado con línea punteada, como para el escenario con medidas adicionales WaM, para el que se han desglosado las emisiones, representadas en áreas apiladas, por los principales sectores de actividad cubiertos por el régimen ETS, los cuales corresponden principalmente a la generación eléctrica y las emisiones de industria, además de otras industrias energéticas (singularmente, las refinerías), donde se concentran las grandes instalaciones.



**Figura 21.** Evolución temporal de las emisiones de GEI-ETS (kt CO<sub>2</sub>-eq) desde 2005 hasta 2030 distribuida por sectores de actividad para el escenario WaM y agregada para el escenario WeM

<sup>31</sup> Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, por la que se establece un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Unión y por la que se modifica la Directiva 96/61/CE del Consejo ([EUR-Lex - 02003L0087-20240301 - EN - EUR-Lex](#)).

<sup>32</sup> Reglamento (UE) 2018/842, modificado por el Reglamento (UE) 2023/857, de 19 de abril de 2023 ([EUR-Lex - 02018R0842-20230516 - EN - EUR-Lex](#)).

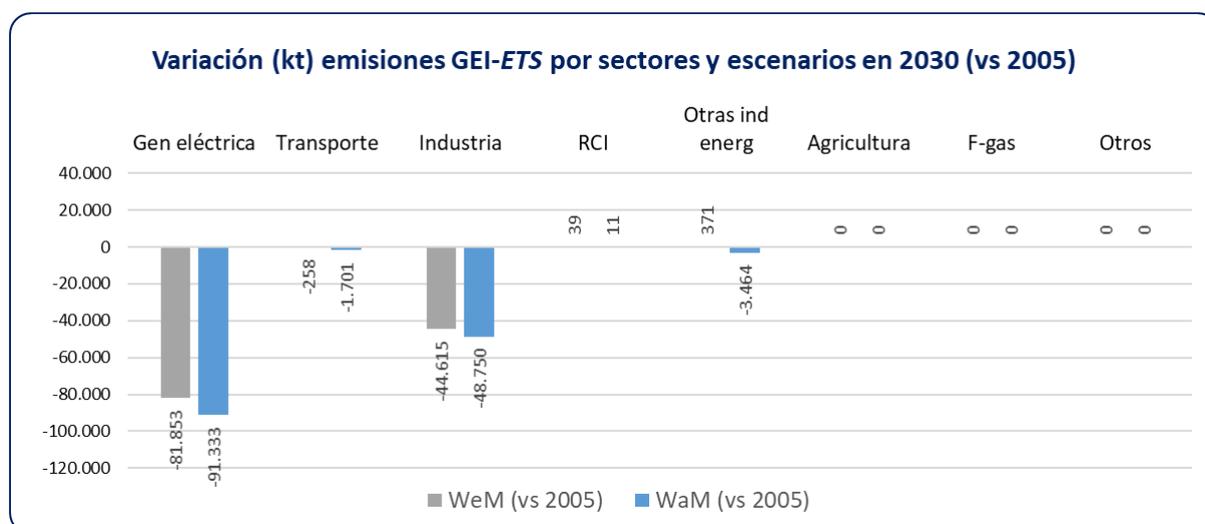
Tomando como referencia el último año inventariado, las mayores reducciones en 2030 para el escenario *WaM* se producen fundamentalmente en la generación eléctrica, en la combustión industrial y en el refinado de petróleo, dando como resultado una disminución del -28,9% en las emisiones de CO<sub>2</sub>-eq para el periodo 2023-2030, mostrando un desacoplamiento respecto al crecimiento económico y poblacional.

**Tabla 23.** Datos de emisiones de GEI-ETS (kt CO<sub>2</sub>-eq) y variaciones relativas respecto a los niveles de 2005 y 2023

	GEI-ETS							
	Emisiones inventariadas				Emisiones proyectadas			
	2005	2019	2020	2023	2025		2030	
					WeM	WaM	WeM	WaM
<b>Emisiones (kt)</b>	206.389	112.390	91.206	86.061	78.489	70.795	80.073	61.152
<b>Variación respecto a 2005</b>		-45,5%	-55,8%	-58,3%	-62,0%	-65,7%	-61,2%	-70,4%
<b>Variación respecto a 2023</b>					-8,8%	-17,7%	-7,0%	-28,9%

Como se ha comentado, en el escenario *WeM*, en el que únicamente se ha tenido en cuenta el impacto de las políticas y medidas adoptadas y aplicadas, las emisiones de GEI se reducirían, situándose en 2030 en niveles de -61,2% comparados con los de 2005. Cabe mencionar el incremento de emisiones en el escenario *WeM* en 2030 respecto a 2025, que se debe al incremento del consumo de gas natural en centrales de ciclo combinado para cubrir la demanda eléctrica, en un marco de crecimiento económico, pero en el cual el escenario *WEM* proyecta incrementos moderados en la generación eólica marina y terrestre, y en la solar fotovoltaica y termoeléctrica.

Las políticas y medidas adoptadas y aplicadas con mayor peso relativo en las reducciones para el periodo 2005-2030 en la proyección de las emisiones *ETS* en ambos escenarios, tal como se puede apreciar en la siguiente figura, tienen su mayor efecto en: (1) la generación eléctrica, por medio de cambios en el mix energético, con el cese del consumo de carbón, principalmente y, en menor medida como consecuencia de la sustitución de centrales térmicas que utilizan productos petrolíferos y; (2) la industria, fundamentalmente en la combustión y, en menor medida, en la producción de cemento, debido al impulso a la eficiencia energética, a los cambios de combustible por medio de una mayor penetración de energías renovables y al abatimiento de emisiones en las grandes y medianas instalaciones de combustión.



**Figura 22.** Variación absoluta (kt CO<sub>2</sub>-eq) de las emisiones de GEI-ETS por sector y escenario en el año 2030 respecto al año 2005

En el escenario *WaM* el efecto adicional de las medidas previstas, junto a las medidas ya adoptadas y aplicadas, permiten alcanzar niveles de reducción del -70,4% en 2030 respecto a 2005. Estos valores de reducción en el escenario con medidas adicionales se deben principalmente al impacto de las medidas en los sectores de generación eléctrica (principalmente vinculadas a la disminución en el uso de carbón) y, en menor medida, en la industria (fundamentalmente en la combustión y en la producción de cemento).

Por tanto, las principales políticas y medidas previstas que se han tenido en cuenta en el escenario *WaM*, responsables de las principales reducciones adicionales frente al escenario *WeM*, incluyen:

- i. los cambios en el mix energético, principalmente en relación a la disminución del uso de gas natural y aumento de la penetración de energías renovables, siguiendo las líneas de la Comunicación de la Comisión Europea, *REPowerEU*, y del paquete *Fit for 55*, recogidas en el PNIEC 2023-2030 (paquete de medidas nº 1) con una contribución del 22,5% a las reducciones adicionales del escenario *WaM* respecto al escenario *WeM* en 2030;
- ii. la paulatina introducción de medidas de eficiencia energética, cambios de combustible (principalmente gas natural y combustibles líquidos) por medio de una mayor penetración de energías renovables y abatimiento de emisiones en las grandes y medianas instalaciones de combustión industriales, siguiendo las líneas del PNIEC 2023-2030 (paquete de medidas nº 2) con una contribución del 10,4% a las reducciones adicionales del escenario *WaM* frente al *WeM*, en 2030;
- iii. las medidas del PNIEC 2023-2030, así como la Hoja de Ruta del Hidrógeno, incluidas en el paquete de medidas nº 3, las cuales conllevan una disminución prevista en el refino de petróleo, con una contribución del 15,9% a las reducciones adicionales del escenario *WaM* respecto al escenario *WeM* en 2030.

En la siguiente tabla se resume el efecto de las *PaMs* contempladas en el escenario con medidas adicionales (*WaM*) frente al nivel de emisiones del escenario *WeM* para el año 2030.

**Tabla 24.** Efecto de las *PaMs* en el escenario *WaM* de emisiones de GEI-ETS (kt CO<sub>2</sub>-eq) en el año 2030

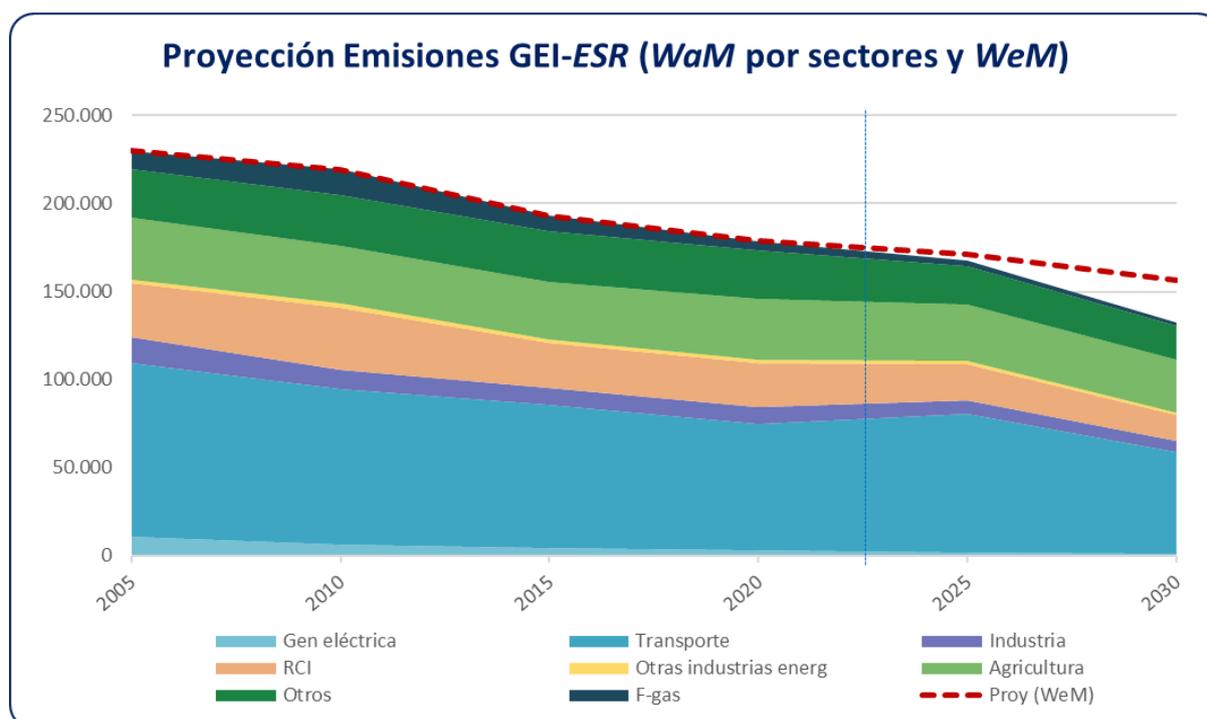
Grupo <i>PaM</i>	Nombre genérico del grupo <i>PaM</i>	Sector	2030	% contr
1	Paquete mix energético	1A1a/1A1c	-9.479,9	50,1%
2	Paquete energético sector industrial	1A2	-3.671,5	19,4%
3	Medidas en el sector refino	1A1b	-3.000,4	15,9%
4	Medidas transporte aviación	1A3a	-1.442,4	7,6%
5	Medidas transporte por carretera	1A3b	0,0	0,0%
6	Medidas transporte por ferrocarril	1A3c	0,0	0,0%
7	Medidas transporte marítimo	1A3d	0,0	0,0%
8	Paquete energético residencial/comercial/institucional	1A4a/1A4b	-28,0	0,1%
9	Medidas en cultivos	3D	0,0	0,0%
10	Medidas en ganadería	3B	0,0	0,0%
11	Paquete Energ. & Tecn. Agricultura/Silvicultura/Pesca	1A4c	0,0	0,0%
12	Medidas en el uso de productos	2D	0,0	0,0%
	Otras medidas		-1.298,9	6,9%
<b>TOTAL</b>			<b>-18.921,2</b>	

## PROYECCIÓN DE LAS EMISIONES ESR

Las emisiones de sectores sujetos al reglamento de reparto del esfuerzo (energía, procesos industriales y uso de productos, agricultura y residuos, tal como se determinan con arreglo al Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo, excluidas las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de las actividades enumeradas en el anexo I de la Directiva 2003/87/CE, distintas de la actividad “transporte marítimo” y las actividades que figuran en el mismo únicamente a efectos de los artículos 14 y 15 de dicha Directiva), los cuales representan un porcentaje en torno al 68% de las emisiones de CO<sub>2</sub>-eq totales nacionales del último año inventariado, contribuirían con una reducción del -32,0% en el escenario con medidas existentes (*WeM*) y del -42,5% en 2030 en el escenario con medidas adicionales (*WaM*), con respecto a 2005.

La proyección, por tanto, prevé el cumplimiento, en el escenario con medidas adicionales, de los compromisos nacionales de reducción de emisiones de GEI, fijados por el Reglamento (UE) 2023/857<sup>33</sup>, del -37,7% en 2030 respecto al año 2005.

En la siguiente figura se muestra la evolución de las emisiones *ESR* desde el año 2005 y su proyección para el horizonte temporal 2030, tanto para el escenario *WeM*, indicado con línea punteada, como para el escenario con medidas adicionales (*WaM*), para el que se han desglosado las emisiones, representadas en áreas apiladas, por los principales sectores de actividad sujetos al *ESR*, los cuales corresponden al transporte, la agricultura, la combustión en el sector residencial, comercial e institucional, y otros sectores como el de residuos y los usos de gases fluorados.



**Figura 23.** Evolución temporal de las emisiones de GEI-ESR (kt CO<sub>2</sub>-eq) desde 2005 hasta 2030 distribuida por sectores de actividad para el escenario *WaM* y agregada para el escenario *WeM*

<sup>33</sup> Reglamento (UE) 2023/857 del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de abril de 2023 por el que se modifica el Reglamento (UE) 2018/842 sobre reducciones anuales vinculantes de las emisiones de gases de efecto invernadero por parte de los Estados miembros entre 2021 y 2030 que contribuyan a la acción por el clima, con objeto de cumplir los compromisos contraídos en el marco del Acuerdo de París, y el Reglamento (UE) 2018/1999 ([EUR-Lex - 02018R0842-20230516 - EN - EUR-Lex](#)).

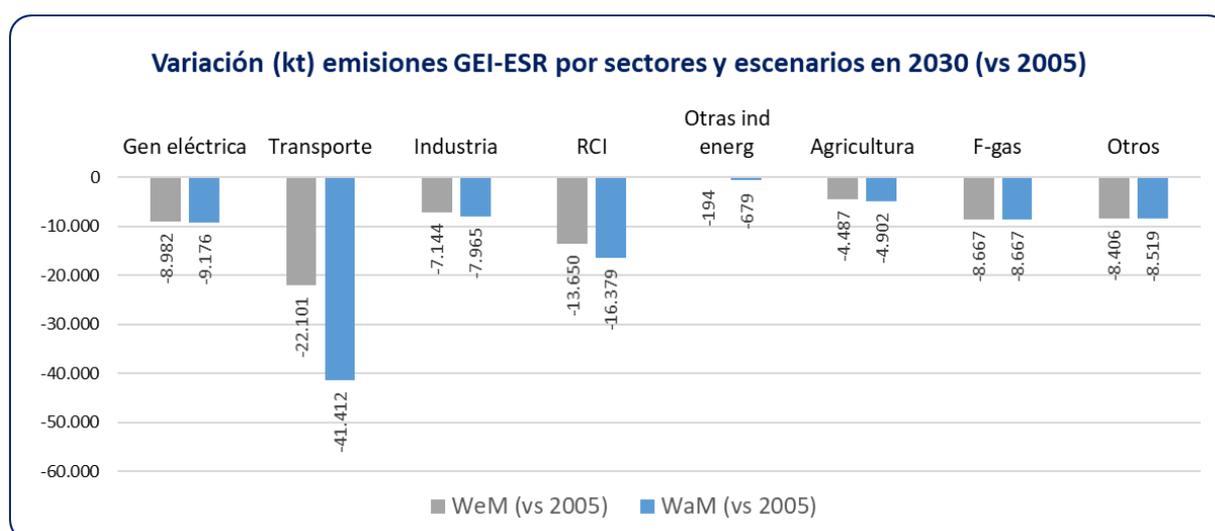
Tomando como referencia el último año inventariado, las mayores reducciones en 2030 para el escenario *WaM* se producen fundamentalmente en las categorías 1A3-transporte por carretera (turismos esencialmente) y en menor medida 1A4-combustión en sectores residencial, comercial, institucional, agricultura, selvicultura y pesca, en la gestión de estiércoles, en el depósito de residuos sólidos en vertederos y en el uso de gases fluorados en refrigeración y aire acondicionado, dando como resultado una disminución del -28,1% en las emisiones de CO<sub>2</sub>-eq para el periodo 2023-2030, mostrando un desacoplamiento respecto al crecimiento económico y poblacional.

**Tabla 25.** Datos de emisiones de GEI-ESR (kt CO<sub>2</sub>-eq) y variaciones relativas respecto a los niveles de 2005 y 2023

	GEI-ESR								
	Emisiones inventariadas				Emisiones proyectadas				
	2005	2019	2020	2023	2025		2030		
					WeM	WaM	WeM	WaM	
<b>Emisiones (kt)</b>	229.952	196.504	178.597	183.907	171.073	167.367	156.321	132.253	
<b>Variación respecto a 2005</b>		-14,5%	-22,3%	-20,0%	-25,6%	-27,2%	-32,0%	-42,5%	
					<b>Variación respecto a 2023</b>	-7,0%	-9,0%	-15,0%	-28,1%

Como se ha comentado, en el escenario *WeM*, en el que únicamente se ha tenido en cuenta el impacto de las políticas y medidas adoptadas y aplicadas, las emisiones de GEI se reducirían, situándose en niveles de -32,0% comparados con los de 2005.

Las políticas y medidas adoptadas y aplicadas que influyen en la proyección de las emisiones *ESR* en ambos escenarios son variadas y afectan a diversos sectores de actividad, tal como se puede apreciar en la siguiente figura, siendo las de mayor peso relativo en las reducciones para el periodo 2005-2030 las vinculadas al transporte por carretera (principalmente turismos), al sector RCI (combustibles líquidos), a la generación eléctrica (empleo de carbón) y al uso de gases fluorados como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono (principalmente en refrigeración y aire acondicionado).



**Figura 24.** Variación absoluta (kt CO<sub>2</sub>-eq) de las emisiones de GEI-ESR por sector y escenario en el año 2030 respecto al año 2005

El efecto adicional de las medidas previstas, junto a las medidas adoptadas y aplicadas, consideradas en el escenario *WaM*, permiten alcanzar niveles de reducción del -42,5% para el periodo 2005-2030. Estos valores de reducción en el escenario con medidas adicionales se deben principalmente a la intensificación del impacto de las medidas citadas en el apartado anterior.

Por tanto, las principales políticas y medidas previstas que se han tenido en cuenta en el escenario *WaM*, responsables de las principales reducciones adicionales frente al escenario *WeM*, incluyen:

- i. el impulso de la electrificación del transporte por carretera, del cambio modal, del desarrollo de biocombustibles y de la renovación del parque automovilístico, conllevando una progresiva incorporación de modelos nuevos con menores emisiones (paquete de medidas nº 5 del listado de *PaMs*), que contribuiría en su conjunto en un 80,3% de reducciones adicionales para el año 2030 en el escenario *WaM* respecto al escenario *WeM* (principalmente en vehículos pesados y turismos);
- ii. la progresiva electrificación y el impulso a la eficiencia energética en el sector RCI, implicando una disminución en el consumo de gas natural en el sector residencial, principalmente, y, en menor medida, en el comercial e institucional (paquete de medidas nº 8 del listado de *PaMs*), que contribuiría en su conjunto en un 11,3% de reducciones adicionales para el año 2030 en el escenario *WaM* respecto al escenario *WeM*;

En la siguiente tabla se resume el efecto de las *PaMs* contempladas en el escenario con medidas adicionales (*WaM*) frente al nivel de emisiones del escenario *WeM* para el año 2030.

**Tabla 26.** Efecto de las *PaMs* en el escenario *WaM* de las emisiones de GEI-ESR (kt CO<sub>2</sub>-eq) en el año 2030

Grupo <i>PaM</i>	Nombre genérico del grupo <i>PaM</i>	Sector	2030	% contr
1	Paquete mix energético	1A1a/1A1c	-193,6	0,8%
2	Paquete energético sector industrial	1A2	-816,8	3,4%
3	Medidas en el sector refino	1A1b	0,0	0,0%
4	Medidas transporte aviación	1A3a	-9,8	0,0%
5	Medidas transporte por carretera	1A3b	-19.318,2	80,3%
6	Medidas transporte por ferrocarril	1A3c	4,0	0,0%
7	Medidas transporte marítimo	1A3d	53,4	-0,2%
8	Paquete energético residencial/comercial/institucional	1A4a/1A4b	-2.728,9	11,3%
9	Medidas en cultivos	3D	-145,0	0,6%
10	Medidas en ganadería	3B	-269,7	1,1%
11	Paquete Energ. & Tecn. Agricultura/Silvicultura/Pesca	1A4c	-13,4	0,1%
12	Medidas en el uso de productos	2D	-98,3	0,4%
	Otras medidas		-531,9	2,2%
<b>TOTAL</b>			<b>-24.068,1</b>	

## 5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Como se ha visto en las explicaciones anteriores, las emisiones proyectadas tienen un vínculo directo con el efecto y la intensidad de las medidas de mitigación propuestas en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima y el Programa Nacional de Control de la Contaminación del Aire y se desacoplan de otros parámetros macro, como el PIB o la evolución de la población.

El sistema de proyección aplicado es complejo y reúne una gran variedad de variables independientes (uso de combustible, cabañas ganaderas, producción industrial, uso de productos, generación de residuos, etc.), lo que por un lado limita la utilidad de un análisis de sensibilidad realizado sobre variables generales, y por otro complica la elección de variables individuales representativas de las emisiones totales para realizar un adecuado análisis.

En cumplimiento con lo previsto en el artículo 38 del Reglamento de Ejecución (UE) 2020/1208, a continuación, se expone un breve resumen de las principales conclusiones de los análisis de sensibilidad realizados sobre las proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero.

### *Sector energía*

En el marco de la elaboración del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, se ha llevado a cabo un análisis de sensibilidad de los diferentes escenarios contemplados. En particular, se realizó un análisis de sensibilidad sobre los precios de los combustibles fósiles a 2030 utilizados para la modelización del PNIEC, considerando una variación del  $\pm 25\%$  en todos los precios de los combustibles fósiles. Se concluye que una reducción de los precios en un 25% genera una reducción del 8% en el impacto del Plan en términos de PIB, mientras que un aumento del 25% supone un aumento del 6% (en un entorno de precios energéticos altos, el ahorro en la factura energética previsto será mayor, lo que inducirá un mayor efecto expansivo del PNIEC). Respecto al empleo, el análisis de sensibilidad muestra que una reducción del precio de los combustibles fósiles de un 25% genera una reducción del 8% en el empleo creado, mientras que un aumento del 25% supone un aumento del 6%. Los motivos detrás de este mayor/menor aumento son los mismos que los mencionados con respecto al PIB. Para obtener más información, consultar el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030<sup>34</sup>.

### *Sector agricultura*

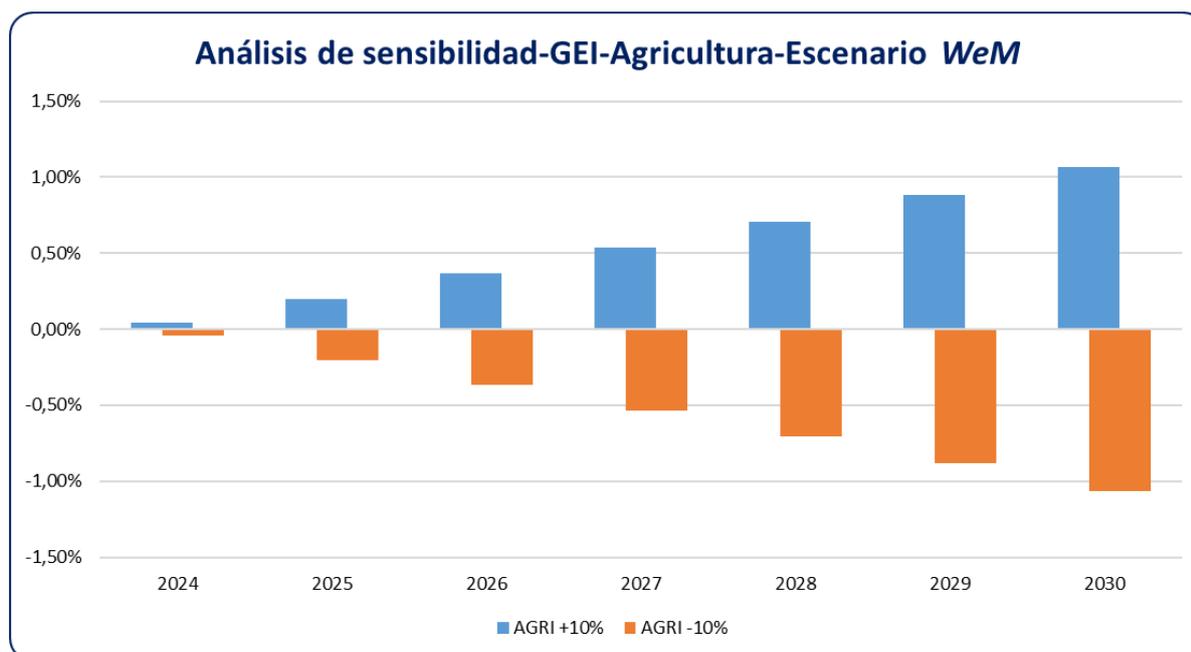
El sector de la agricultura está principalmente influenciado por las perspectivas de crecimiento de las cabañas ganaderas. Es preciso tener en cuenta que se han considerado dentro de las proyecciones de emisiones la evolución de once cabañas: vacuno lechero y de carne, ovino, porcino blanco e ibérico, aves de puesta y de carne, caprino, mulas y asnos, caballos y conejos.

No es viable hacer un estudio pormenorizado por especie ganadera, por lo que para el análisis de sensibilidad se ha optado por evaluar la variación de las emisiones según variaciones de las cabezas de animales (analizados los cambios de todas en su conjunto) desde 2024 progresivamente hasta alcanzar el  $\pm 10\%$  de variación en 2030.

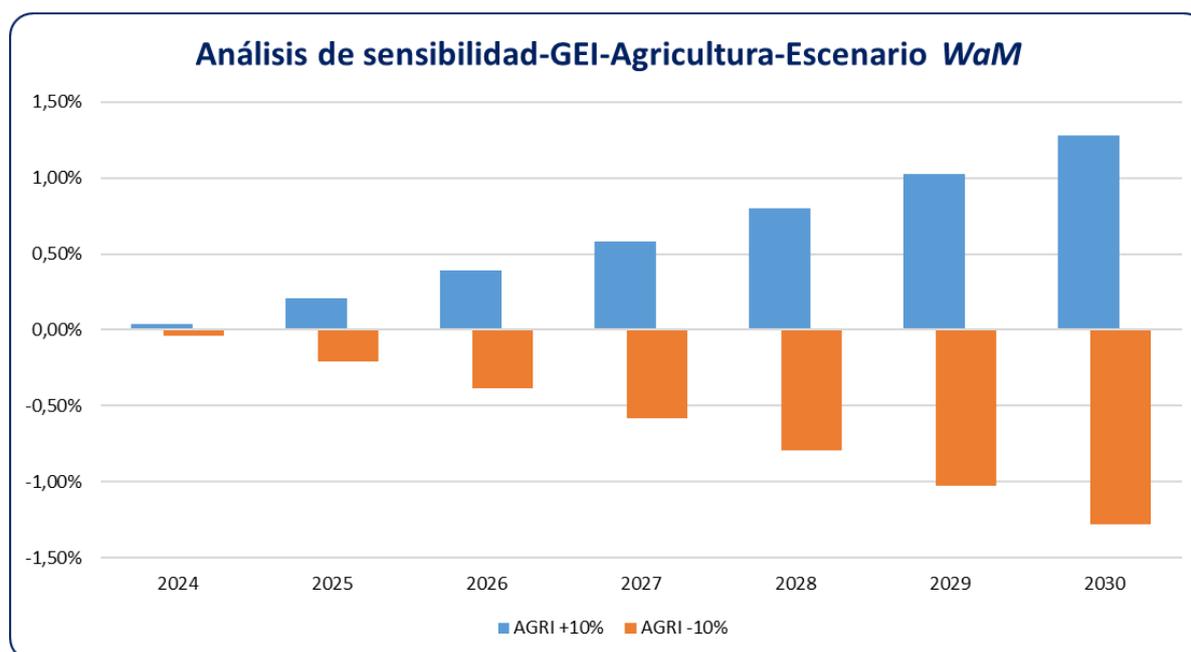
Según estas consideraciones, las proyecciones para el conjunto de las emisiones totales de GEI para los dos escenarios (*WeM* y *WaM*) en 2030 se verían afectadas por cambios en las cabañas en ligeras variaciones ( $\pm 1,07\%$  -  $\pm 1,28\%$ ). El resultado muestra que la variación tiene un impacto directo, aunque con cierta elasticidad, en las emisiones de gases de efecto invernadero.

---

<sup>34</sup> [Plan Nacional Integrado de Energía y Clima \(PNIEC 2023-2030\)](#)



**Figura 25.** Evaluación de la sensibilidad de las emisiones totales por cambios en el sector de la agricultura para las emisiones de GEI en el escenario WeM



**Figura 26.** Evaluación de la sensibilidad de las emisiones totales por cambios en el sector de la agricultura para las emisiones de GEI en el escenario WaM

En el escenario *WeM* se aprecia un efecto menor que el escenario *WaM*, sobre todo en los últimos años, llegando a valores en 2030 del  $\pm 1,28\%$  el escenario *WaM*, en contraposición al escenario *WeM*, el cual alcanza el  $\pm 1,07\%$ .

El resultado del análisis de sensibilidad para los contaminantes atmosféricos se resume en la siguiente tabla. Se puede apreciar que los contaminantes que registran un mayor impacto son los compuestos

orgánicos volátiles no metánicos y el amoníaco, seguido de los óxidos de nitrógeno y partículas. En el caso de los contaminantes atmosféricos, el efecto en el escenario *WeM* es similar al resultado en el escenario *WaM*.

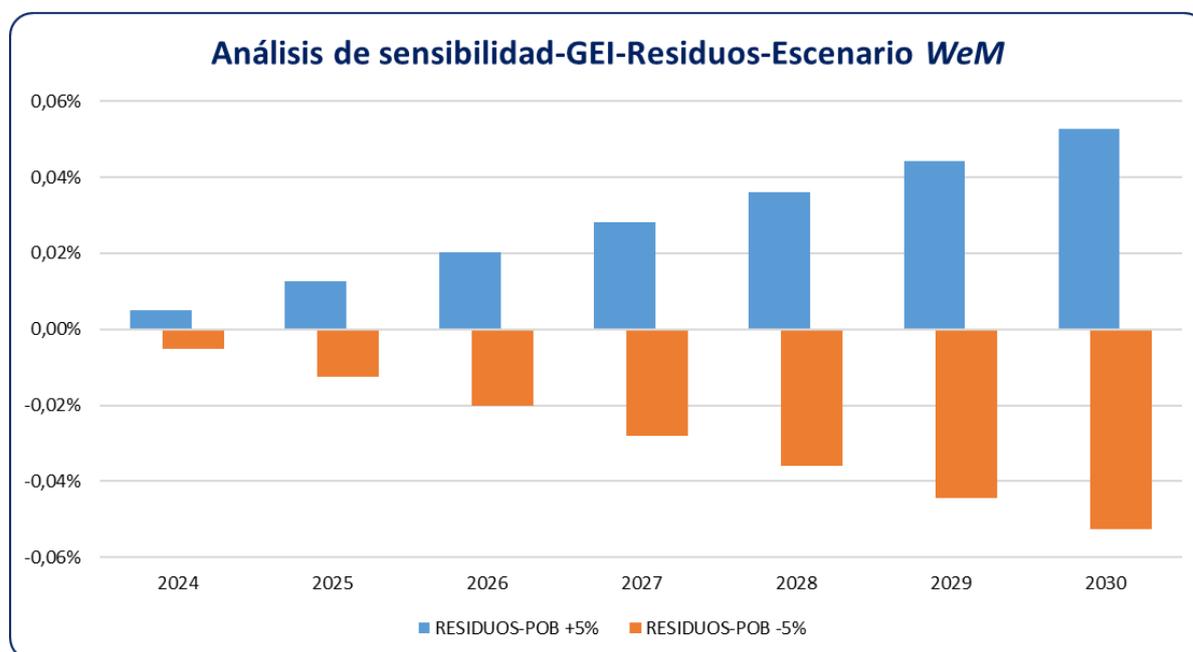
**Tabla 27.** Evaluación de la sensibilidad de las emisiones totales por cambios en el sector de la agricultura para los contaminantes atmosféricos

Sensibilidad	NH <sub>3</sub>		COVNM		NO <sub>x</sub>		PM <sub>2,5</sub>		SO <sub>2</sub>	
	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>
(-10% Censo) 2030	-7,1%	-7,1%	-9,2%	-9,2%	-4,8%	-4,8%	-4,3%	-4,3%	0,0%	0,0%
Sensibilidad	NH <sub>3</sub>		COVNM		NO <sub>x</sub>		PM <sub>2,5</sub>		SO <sub>2</sub>	
	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>
(+10% Censo) 2030	7,1%	7,1%	9,2%	9,2%	4,8%	4,8%	4,3%	4,3%	0,0%	0,0%

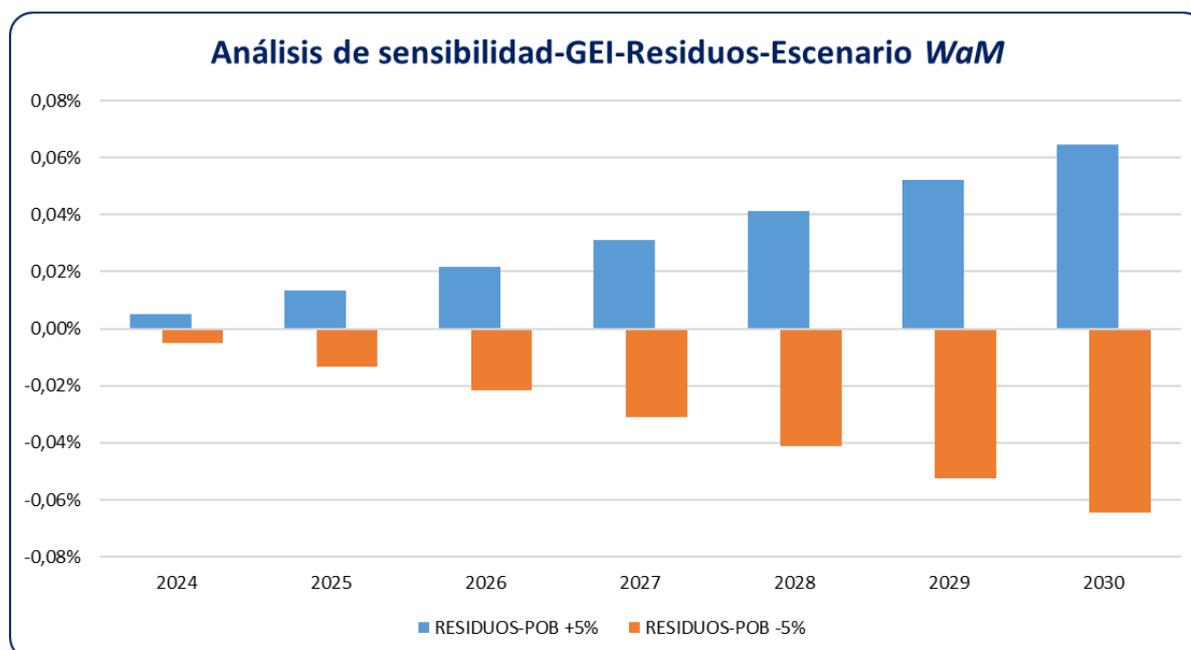
### Sector residuos

Una de las principales variables utilizadas en la proyección del sector residuos es la población. Para realizar el análisis de sensibilidad de las proyecciones de gases de efecto invernadero en este sector se han evaluado los efectos sobre las emisiones totales de CO<sub>2</sub>-eq en el conjunto del sector residuos, según variaciones de la población, progresivamente desde 2024 hasta alcanzar el  $\pm 5\%$  de variación en 2030.

A partir de estos cambios en las variables de entrada, las emisiones de GEI para el escenario *WeM* aumentarían hasta llegar a 2030 con una variación del  $\pm 0,05\%$ . Para el escenario con medidas adicionales (*WaM*) si se considerase una población de  $\pm 5\%$ , las emisiones totales del sector serían un  $\pm 0,06\%$ . Esta relación directa se puede observar en la siguiente figura.



**Figura 27.** Evaluación de la sensibilidad de las emisiones totales por cambios en el sector de los residuos para las emisiones de GEI en el escenario *WeM*



**Figura 28.** Evaluación de la sensibilidad de las emisiones totales por cambios en el sector de los residuos para las emisiones de GEI en el escenario *WaM*

En el escenario *WeM* el efecto en los primeros años es similar al del escenario con medidas adicionales (*WaM*), pero en este último el efecto de variación de la población se acentúa en los últimos años, llegando a valores en 2030 del  $\pm 0,06\%$  en contraposición con el escenario *WeM* que alcanza el  $\pm 0,05\%$ .

El resultado del análisis de sensibilidad para los contaminantes atmosféricos se resume en la siguiente tabla apreciándose que el contaminante que registra un mayor impacto es el amoníaco. También en este caso el efecto sobre los contaminantes atmosféricos en el escenario *WeM* es similar al efecto en el escenario *WaM*.

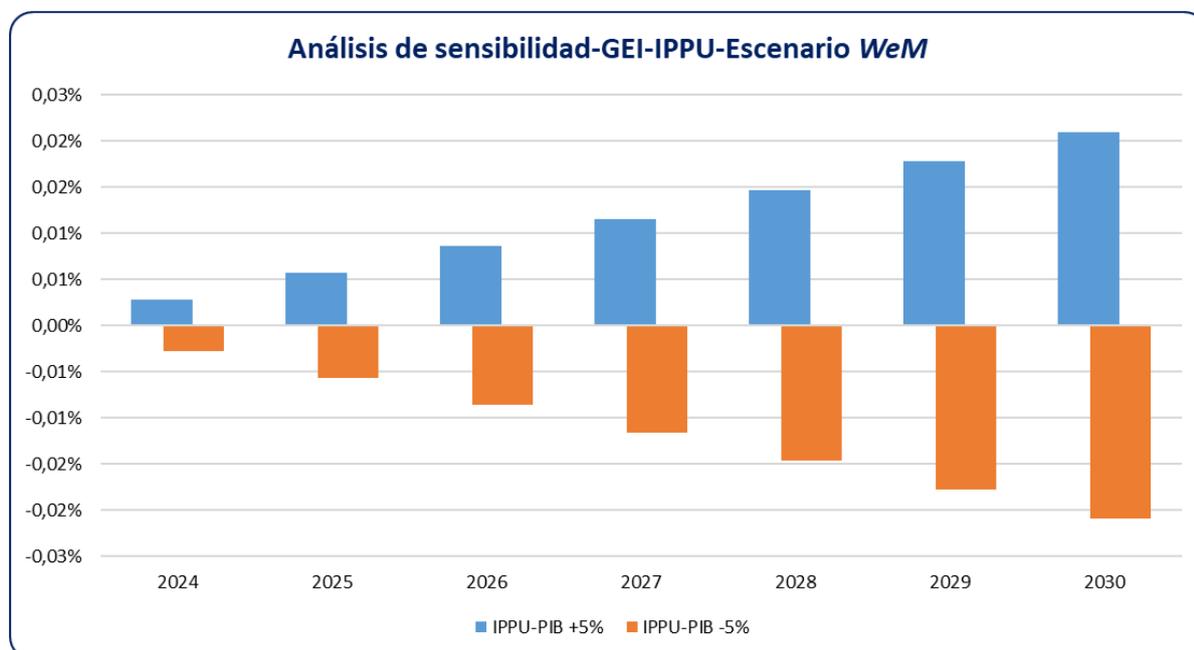
**Tabla 28.** Evaluación de la sensibilidad de las emisiones totales por cambios en el sector residuos para los contaminantes atmosféricos

		NH <sub>3</sub>		COVNM		NO <sub>x</sub>		PM <sub>2,5</sub>		SO <sub>2</sub>	
		<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>
Sensibilidad (-5% Censo)	2030	-5,7%	-5,7%	-0,1%	-0,1%	-0,04%	-0,04%	-0,2%	-0,2%	-0,6%	-0,6%
	2030	5,7%	5,7%	0,1%	0,1%	0,04%	0,04%	0,2%	0,2%	0,6%	0,6%

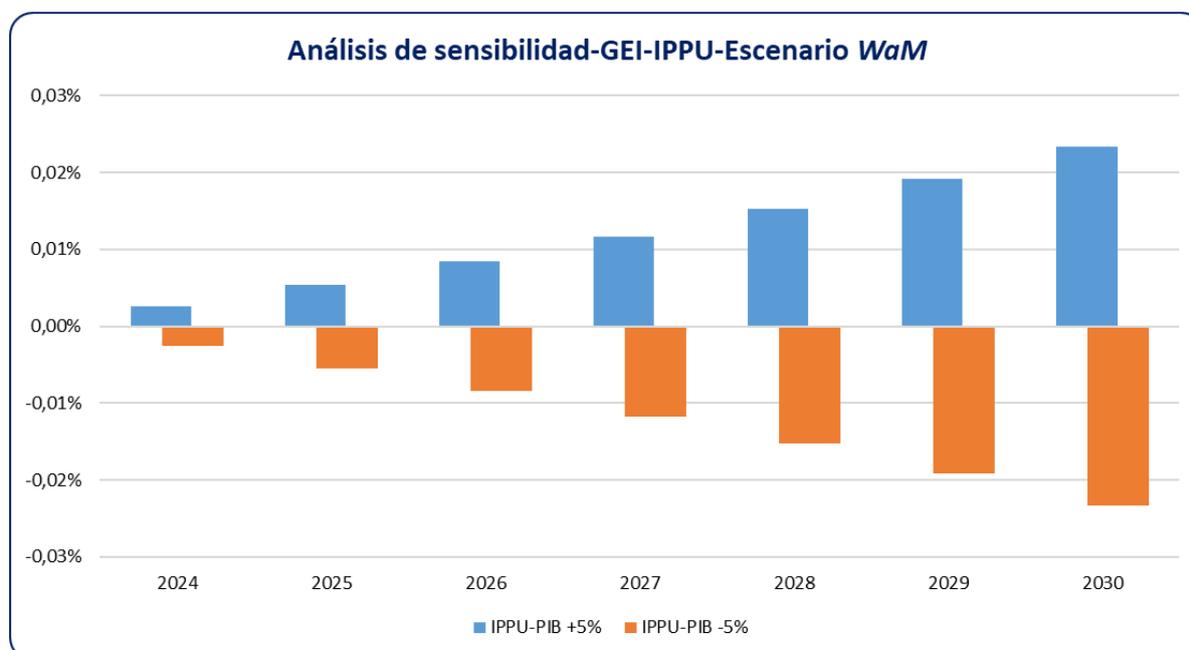
### Sector IPPU

En el sector *IPPU*, de nuevo, intervienen múltiples variables de actividad y el efecto de mitigación de las medidas consideradas se superpone a la evolución de las variables de actividad directas. Para el análisis de sensibilidad se ha optado por estudiar el efecto que tendría una variación progresiva del PIB, desde 2024 hasta alcanzar el  $\pm 5\%$  de variación en 2030, sobre las emisiones en los principales procesos industriales y usos de productos (CRF 2A, 2B, 2C, 2D, 2G, 2H y 2L). Las proyecciones de la combustión industrial, dependientes del modelo TIMES-SINERGIA, no entran en este análisis de sensibilidad, sino en el realizado para todo el modelo y que se describe en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.

Según estas consideraciones, las proyecciones para el conjunto de las emisiones totales de GEI para los dos escenarios (*WeM* y *WaM*) en 2030 se verían afectadas muy ligeramente por cambios en el PIB ( $\pm 0,02\%$ ). El resultado muestra que la variación tiene un impacto muy pequeño en comparación con la perturbación.



**Figura 29.** Evaluación de la sensibilidad de las emisiones totales por cambios en el sector IPPU para las emisiones de GEI en el escenario *WeM*



**Figura 30.** Evaluación de la sensibilidad de las emisiones totales por cambios en el sector IPPU para las emisiones de GEI en el escenario *WaM*

Tanto en el escenario *WeM* como en el escenario *WaM*, la variación crece proporcionalmente y de manera muy similar.

El resultado del análisis de sensibilidad para el resto de los contaminantes atmosféricos se resume en la siguiente tabla. En este caso también se aprecia que el impacto en el resultado final es mayor en los contaminantes atmosféricos, en especial en el amoníaco y partículas, que en los gases de efecto invernadero, y muy similar en los dos escenarios considerados.

**Tabla 29.** Evaluación de la sensibilidad de las emisiones totales por cambios en el sector IPPU para los contaminantes atmosféricos

		NH <sub>3</sub>		COVNM		NO <sub>x</sub>		PM <sub>2,5</sub>		SO <sub>2</sub>	
Sensibilidad (-5% PIB)	2030	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>
		-2,9%	-2,9%	-1,5%	-1,9%	-2,0%	-2,0%	-2,3%	-2,6%	-1,7%	-1,7%
		NH <sub>3</sub>		COVNM		NO <sub>x</sub>		PM <sub>2,5</sub>		SO <sub>2</sub>	
Sensibilidad (+5% PIB)	2030	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>
		2,9%	2,9%	1,5%	1,9%	2,0%	2,0%	2,3%	2,6%	1,7%	1,7%

## 6. COMPARATIVA CON LA ANTERIOR EDICIÓN DE PROYECCIONES

En este apartado se realiza una comparativa entre las proyecciones de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos para el escenario con medidas adicionales (*WAM*) proyectados en la presente edición de 2025 (Ed. 2025) y las proyecciones presentadas en la edición de 2023 (Ed. 2023).

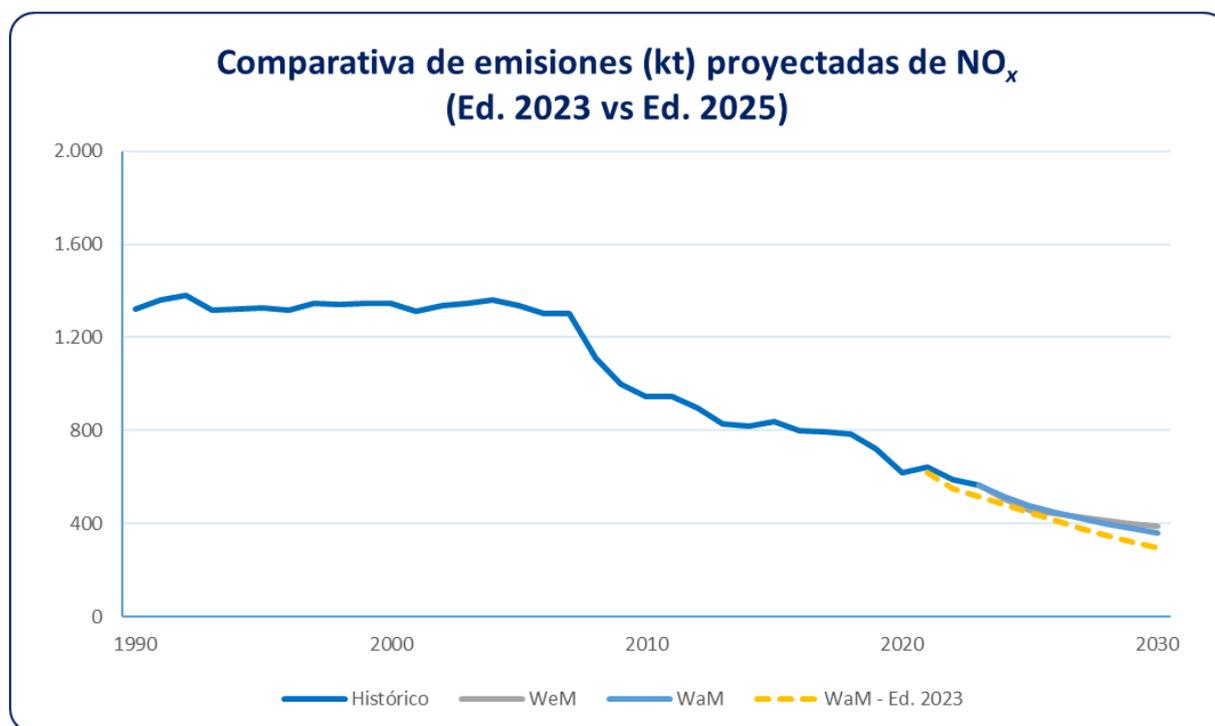
La Ed. 2023 y la Ed. 2025 se han realizado con los potenciales de calentamiento atmosférico del AR5 (para los gases de efecto invernadero). No obstante, la edición pasada se realizó en base al periodo inventariado 1990-2021, mientras que la presente ha empleado la serie histórica actualizada 1990-2023.

Adicionalmente, la Ed. 2025 incluye el escenario energético de la actualización del PNIEC 2023-2030, recibido de la SEE, mientras que para la elaboración de la pasada edición se empleó una versión previa de dicho escenario energético.

Por último, en dicha comparativa se aprecian modificaciones debidas a: (1) actualizaciones en la parametrización de políticas y medidas existentes y a la inclusión de nuevas; (2) a cambios metodológicos y recálculos que modifican las series históricas y proyectadas, los cuales proceden de mejoras programadas, cambios en las guías de referencia, actuaciones fruto de las revisiones o corrección de errores detectados; y (3) cambios en las proyecciones de consumos de combustibles, debidos, principalmente, a la coyuntura internacional provocada por la inestable situación geopolítica y a las consecuencias de la pandemia.

## 6.1 ÓXIDOS DE NITRÓGENO (NO<sub>x</sub>)

Respecto al NO<sub>x</sub>, se aprecia un aumento de las emisiones del escenario *WaM*, en la Ed. 2025 respecto a la Ed. 2023, del +20,33% (+60,39 kt) en el año 2030, debido fundamentalmente (1) al transporte por carretera (específicamente en las emisiones de combustión de vehículos pesados y comerciales ligeros); (2) al transporte marítimo; y (3) a la quema al aire libre de residuos agrícolas (principalmente restos de poda de los cultivos leñosos; actividad 5C2).

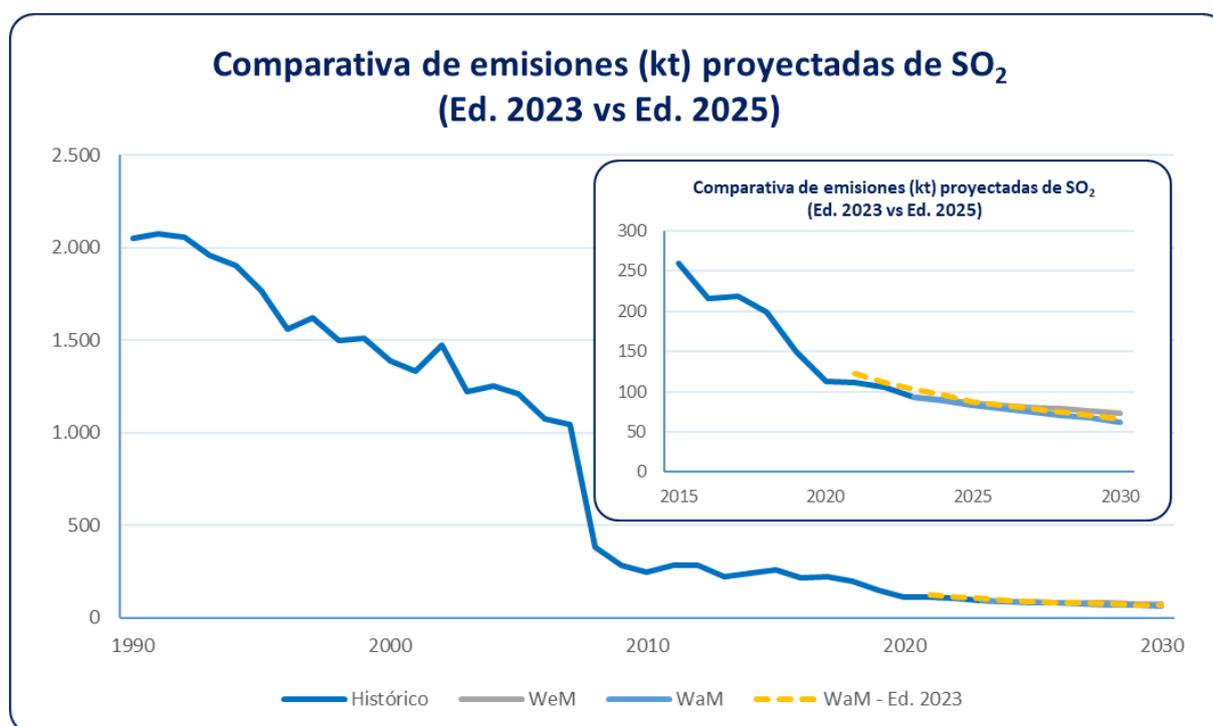


**Figura 31.** Comparativa entre las emisiones de NO<sub>x</sub> proyectadas para el escenario *WaM* en las ediciones de 2023 y 2025

## 6.2 DIÓXIDO DE AZUFRE (SO<sub>2</sub>)

En el caso del SO<sub>2</sub>, se aprecia una leve reducción de las emisiones del escenario *WaM*, en la Ed. 2025 respecto a la Ed. 2023, del -5,23% (-3,46 kt) en el año 2030, como resultado de dos tendencias opuestas, cuantitativamente muy similares. Las reducciones relativas entre ediciones se han producido fundamentalmente (1) en la combustión industrial (especialmente en el empleo de combustibles sólidos y, en menor medida, de combustibles gaseosos); y de forma menos acusada (2) en la quema de combustibles líquidos en las plantas de servicio público de electricidad y calor; (3) en la producción de hidrógeno y ácido sulfúrico; y (4) en la producción de papel y pulpa de papel.

Por contra, los principales aumentos relativos entre ediciones se han producido principalmente (1) en las emisiones fugitivas (del petróleo, en su mayoría, así como de venteos y antorchas); y en menor medida (2) en la quema de combustibles líquidos en el sector comercial e institucional; y (3) en la quema al aire libre de residuos agrícolas (principalmente restos de poda de los cultivos leñosos).

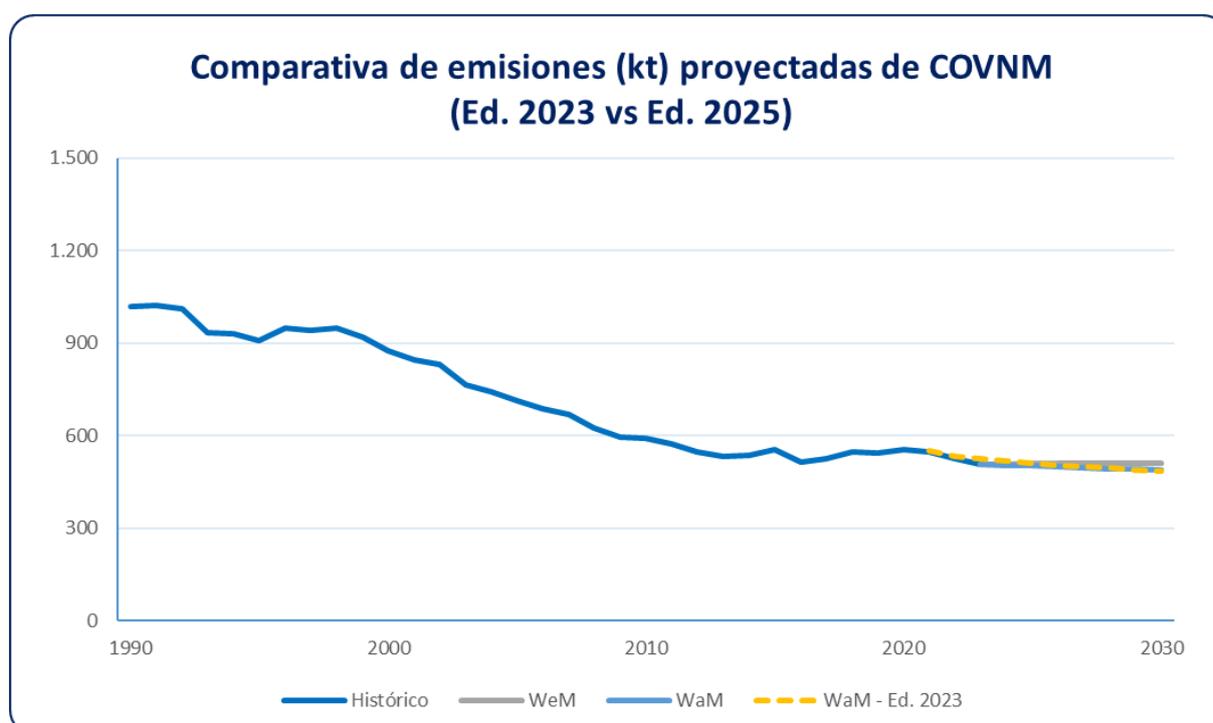


**Figura 32.** Comparativa entre las emisiones de SO<sub>2</sub> proyectadas para el escenario *WaM* en las ediciones de 2023 y 2025

### 6.3 COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES NO METÁNICOS (COVNM)

En referencia a los COVNM, se aprecia un ligero aumento de las emisiones del escenario *WaM*, en la Ed. 2025 respecto a la Ed. 2023, del +0,68% (+3,27 kt) como resultado de dos tendencias opuestas, cuantitativamente muy similares. Las reducciones relativas entre ediciones se han producido fundamentalmente (1) en procesos y productos que emplean disolventes y otros productos químicos orgánicos volátiles; y de forma menos acusada (2) en las emisiones de combustión de motocicletas y ciclomotores.

Por contra, los principales aumentos relativos entre ediciones se han producido principalmente (1) en las emisiones fugitivas del petróleo; (2) en la gestión del estiércol del ganado vacuno lechero; y (3) en la quema de biomasa sólida en la combustión industrial.



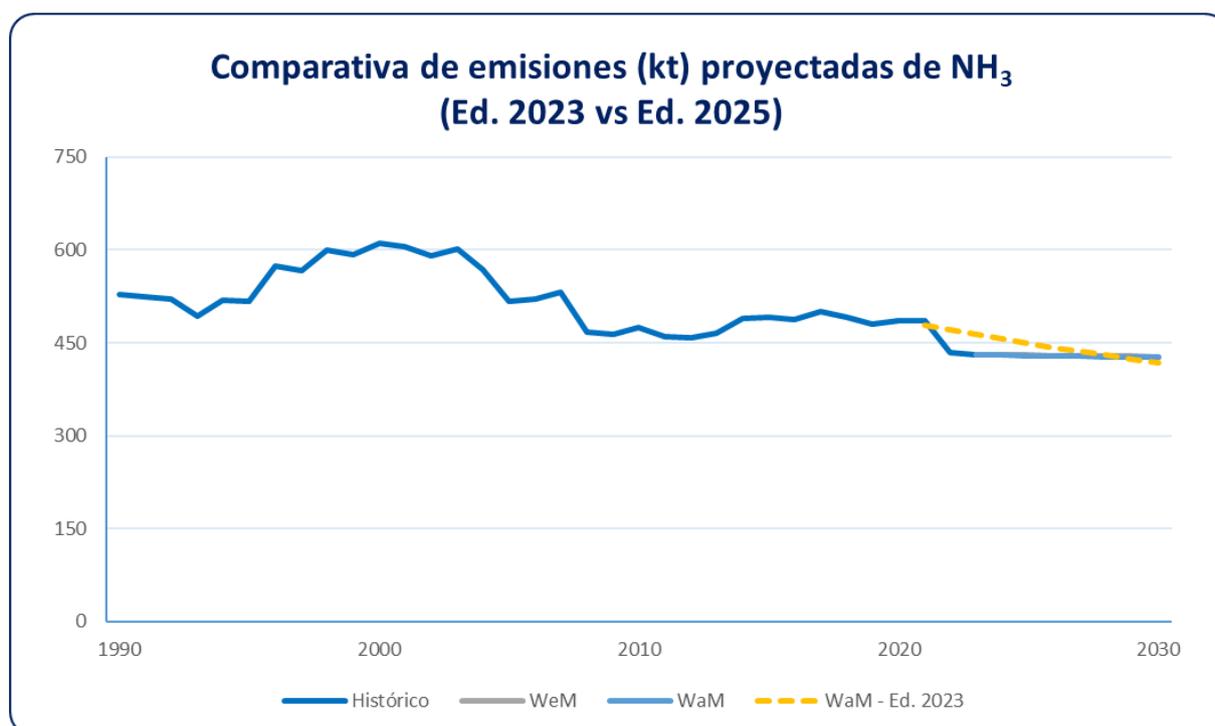
**Figura 33.** Comparativa entre las emisiones de COVNM proyectadas para el escenario *WaM* en las ediciones de 2023 y 2025

## 6.4 AMONIACO (NH<sub>3</sub>)

Si observamos la comparativa en las emisiones proyectadas de NH<sub>3</sub>, se observa que las proyecciones de la Ed. 2025 parten de una nueva serie inventariada con emisiones considerablemente más bajas, debido fundamentalmente a la actualización de los datos sobre la implementación de MTDs en la aplicación de estiércoles a campo como fertilizantes orgánicos y a la gestión del estiércol en las explotaciones de porcino blanco, como consecuencia de una mayor completitud en las encuestas ganaderas, recogida en la herramienta ECOGAN, respecto a la Ed. 2023 de Proyecciones.

En consecuencia, las diferencias de partida se van reduciendo a lo largo de la serie proyectada, resultando en un leve aumento de las emisiones del escenario *WaM*, en la edición actual respecto a la edición anterior, del +2,16% (+9,03 kt) en el año 2030.

La principal actividad responsable de la subida relativa de las emisiones en 2030 se corresponde con la aplicación de fertilizantes inorgánicos al suelo, mientras que la aplicación de estiércoles a campo como fertilizantes orgánicos supone la principal causa de reducción. De igual forma, existen pequeñas diferencias en las tendencias relativas de las emisiones en la gestión de estiércoles de las distintas cabañas ganaderas.

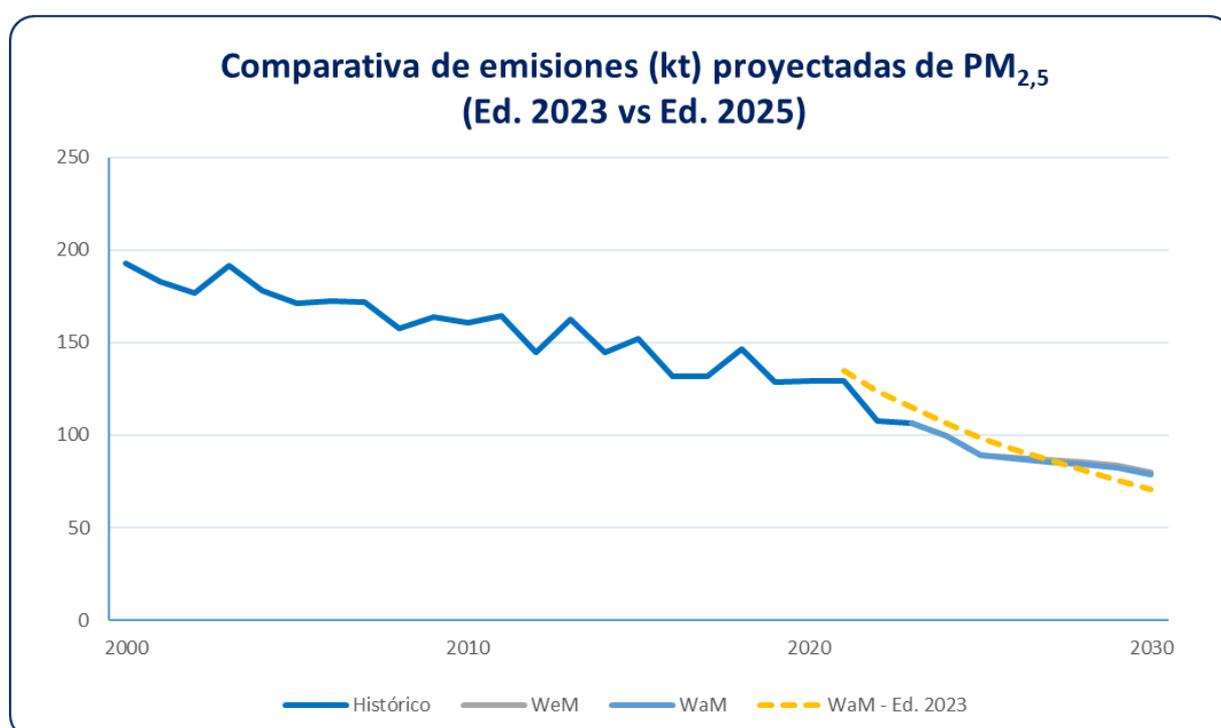


**Figura 34.** Comparativa entre las emisiones de NH<sub>3</sub> proyectadas para el escenario *WaM* en las ediciones de 2023 y 2025

## 6.5 MATERIAL PARTICULADO (PM<sub>2,5</sub>)

Atendiendo al PM<sub>2,5</sub>, se aprecia que las proyecciones de la edición actual parten de una nueva serie inventariada con valores más bajos, debido fundamentalmente a un descenso relativo en las emisiones debidas a la quema al aire libre de residuos agrícolas (principalmente restos de poda de los cultivos leñosos, actividad 5C2). Sin embargo, a lo largo de la serie proyectada esta situación cambia progresivamente, resultando en un leve aumento de las emisiones del escenario *WaM*, en la edición actual respecto a la edición anterior, del +11,56% (+8,14 kt) en el año 2030.

La principal actividad responsable de la subida relativa de las emisiones en 2030 se corresponde precisamente con el mantenimiento de la quema al aire libre de residuos agrícolas (actividad 5C2), mientras que las principales actividades que minimizan dicha subida son fundamentalmente (1) la quema de biomasa sólida en la combustión industrial; y en menor medida (2) la quema de biomasa sólida en los sectores residencial/comercial e institucional; (3) la quema en campo de restos de cosechas; y (4) la transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas.



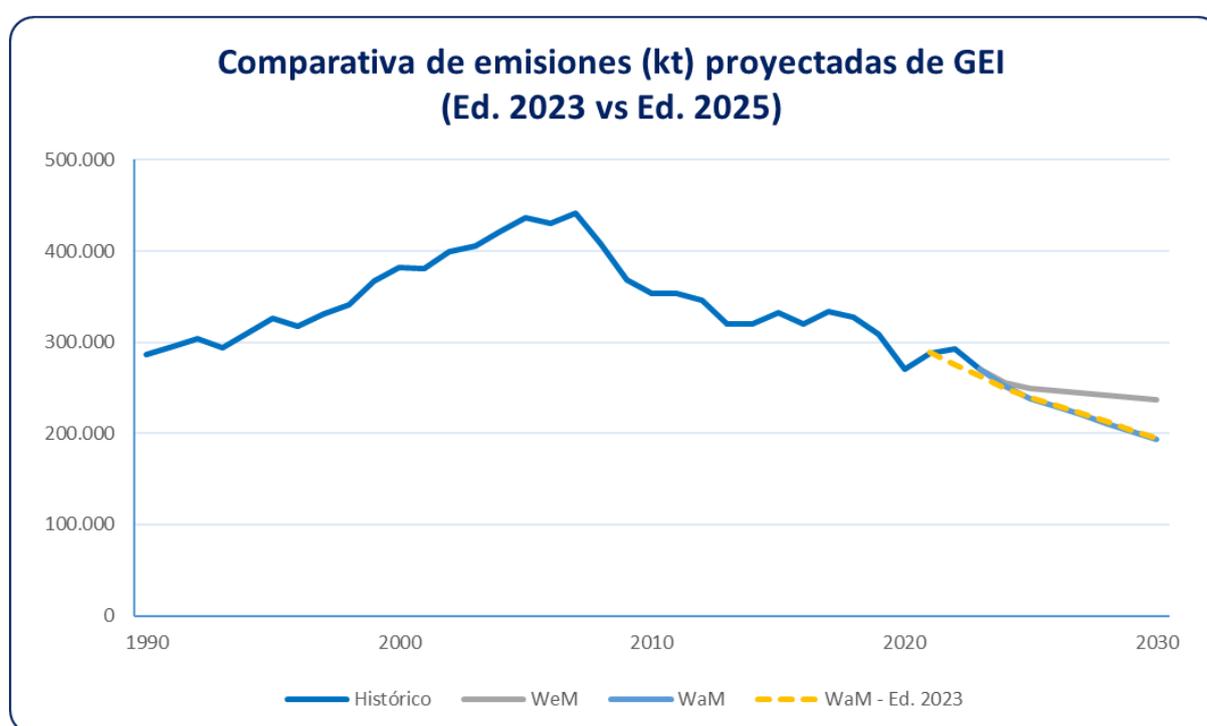
**Figura 35.** Comparativa entre las emisiones de PM<sub>2,5</sub> proyectadas para el escenario *WaM* en las ediciones de 2023 y 2025

## 6.6 GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI)

En referencia a los gases de efecto invernadero, se aprecia una leve reducción de las emisiones del escenario *WaM*, en la Ed. 2025 respecto a la Ed. 2023, del -0,61% (-1.184,49 kt de CO<sub>2</sub>-eq.) en el año 2030, como resultado de dos tendencias opuestas, cuantitativamente muy similares.

Las reducciones relativas entre ediciones se han producido fundamentalmente (1) en la quema de combustibles líquidos en el sector agricultura/silvicultura/pesca; y de forma menos acusada (2) en el transporte aéreo nacional; (3) en las emisiones de combustión de turismos; y (4) en el uso de gases fluorados en refrigeración y aire acondicionado.

Por contra, los principales aumentos relativos entre ediciones se han producido principalmente (1) en las emisiones de combustión en vehículos comerciales ligeros; y en menor medida (2) en el refino de petróleo; (3) en la gestión de estiércoles; y (4) en la quema de combustibles líquidos en el sector comercial/institucional.



**Figura 36.** Comparativa entre las emisiones de GEI proyectadas para el escenario *WaM* en las ediciones de 2023 y 2025

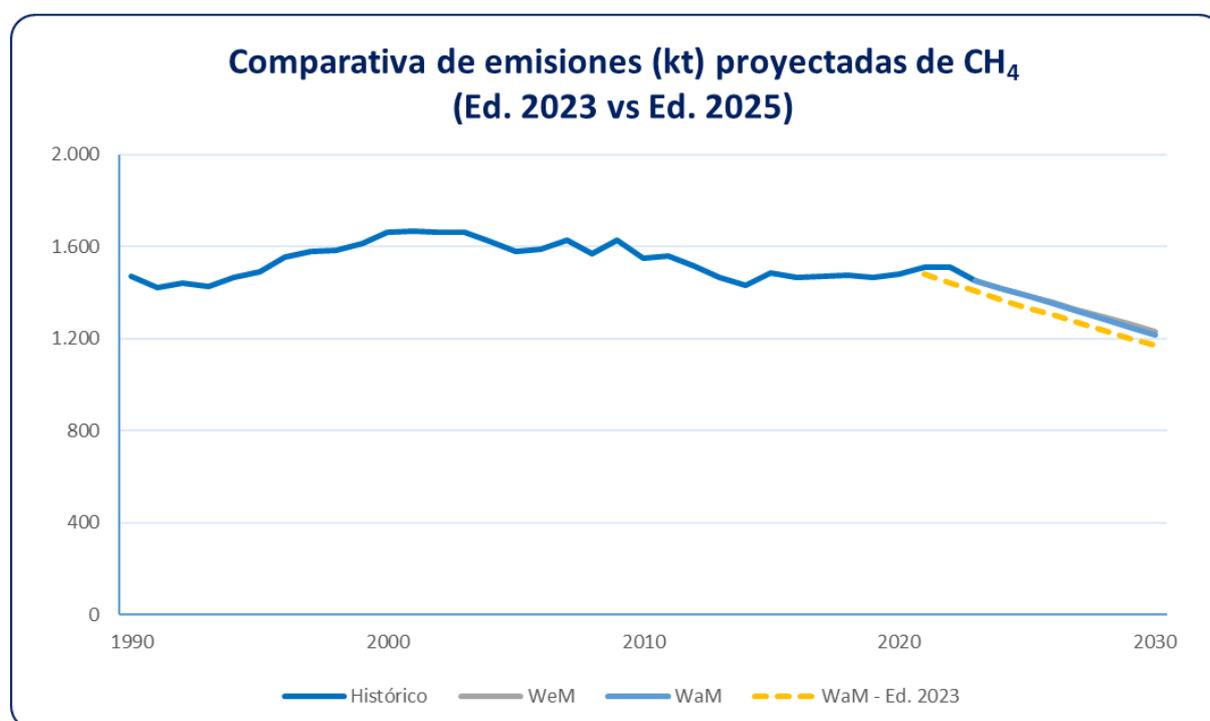
## 6.7 METANO (CH<sub>4</sub>)

En el caso del CH<sub>4</sub>, las variaciones entre ambas ediciones se deben fundamentalmente a las diferencias producidas en las dos principales categorías emisoras: ganadería y residuos.

Concretamente, se aprecia un aumento de las emisiones del escenario *WaM*, en la Ed. 2025 respecto a la Ed. 2023, del +4,02% (+47,05 kt) en el año 2030, provocado esencialmente en la cabaña de porcino blanco (principalmente en la gestión de estiércoles).

Con todo, los aumentos y reducciones relativas producidas entre el resto de cabañas ganaderas tanto en la fermentación entérica, especialmente, como en la gestión de estiércoles, aportan una leve disminución neta de emisiones que no es capaz de compensar la subida, mencionada anteriormente, en la gestión de estiércoles de la cabaña de porcino blanco.

Por último, en el sector residuos, los aumentos relativos provocados por el depósito de residuos sólidos en vertederos (gestionados y no gestionados) y, en menor medida, por la quema al aire libre de residuos agrícolas (principalmente restos de poda de los cultivos leñosos, actividad 5C2), son parcialmente contrarrestados por las reducciones relativas en el tratamiento y eliminación de aguas residuales industriales.



**Figura 37.** Comparativa entre las emisiones de CH<sub>4</sub> proyectadas para el escenario *WaM* en las ediciones de 2023 y 2025