



**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 AIRE LIMPIO Y SOSTENIBILIDAD INDUSTRIAL**

# **PROYECCIONES DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA**

## **EDICIÓN 2021**

### **RESUMEN DE RESULTADOS**

**Madrid, marzo de 2021**

## **Índice**

- 1. Introducción**
- 2. Resumen de resultados de las proyecciones**
- 3. Breve descripción de la metodología de elaboración de las proyecciones**
- 4. Principales resultados de las proyecciones**
  - 4.1. Emisiones de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>)
  - 4.2. Emisiones de óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>)
  - 4.3. Emisiones de compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM)
  - 4.4. Emisiones de óxidos de amoníaco (NH<sub>3</sub>)
  - 4.5. Emisiones de óxidos de material particulado (PM<sub>2,5</sub>)
  - 4.6. Emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI)
  - 4.7. Emisiones de GEI desagregadas por sectores *ETS* y *ESD*
- 5. Análisis de sensibilidad**
- 6. Comparativa con la anterior edición de Proyecciones**

## 1. INTRODUCCIÓN

Las Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera constituyen 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. Las Proyecciones pretenden servir de indicadores del cumplimiento de los objetivos de reducción de emisiones a la atmósfera asumidos por España en el marco de la normativa internacional y europea, y de base prospectiva para la elaboración de planes, programas o estrategias que planteen medidas y políticas de mitigación de emisiones y de protección de la atmósfera.

Este ejercicio 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>, para otros contaminantes atmosféricos.

### Artículo 14.1 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<sup>3</sup> 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.

<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.

<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.

<sup>3</sup> <https://unece.org/DAM/env/lrtap/full%20text/1999%20Multi.E.Amended.2005.pdf>

Según lo previsto en el artículo 10.2 del Real Decreto 818/2018<sup>4</sup> sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos, el Sistema Español de Inventario y Proyecciones a la Atmósfera debe elaborar periódicamente los Inventarios nacionales, así como estimaciones sobre las Proyecciones de Emisiones de contaminantes atmosféricos, y demás informes que España deba cumplimentar con objeto de cumplir con las obligaciones de información asumidas en el marco de la normativa internacional y europea de emisiones a la atmósfera. Estas obligaciones se han recogido en los párrafos anteriores.

El formato de reporte oficial de las proyecciones de emisiones es tabular respondiendo a las obligaciones fijadas en el anexo XXV del Reglamento de Ejecución (UE) 2020/1208<sup>5</sup> y en el anexo IV, parte 2 de la Directiva UE/2016/2284. Con la elaboración y remisión de estos datos en su formato tabular se da respuesta a las obligaciones de información previstas para España.

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 el Real Decreto 818/2018 y en el Real Decreto 500/2020<sup>6</sup> por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del MITERD.

Antes de su envío oficial el 15 de marzo de 2021 a la Comisión Europea, las Proyecciones de emisiones fueron aprobadas por la Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos el 26/02/2021, a propuesta de la Ministra para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en cumplimiento de lo establecido en el artículo 10.6 del Real Decreto 818/2018.

Las proyecciones de emisiones a la atmósfera se integran y son totalmente coherentes con el marco de elaboración del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)<sup>7</sup>, del Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA)<sup>8</sup> y de la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo<sup>9</sup>. 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 previstas en los mismos.

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, elaborado 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, se apoya en las proyecciones de emisiones, para el análisis de la situación actual, el planteamiento y diseño de medidas y la evaluación del cumplimiento de los objetivos climáticos y energéticos. Paralelamente al desarrollo del PNIEC, se ha desarrollado el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica con el fin de cumplir los compromisos de reducción de emisiones y contribuir efectivamente a la consecución de los objetivos de calidad del aire establecidos en la Directiva UE/2016/2284. Según 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 garantizará la coherencia con otros planes y programas pertinentes establecidos en virtud de requisitos indicados en la legislación nacional o de la Unión, tal como el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.

---

<sup>4</sup> Real Decreto 818/2018, de 6 de julio, sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos.

<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.º 749/2014 de la Comisión.

<sup>6</sup> Real Decreto 500/2020, de 28 de abril, 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 139/2020, de 28 de enero, por el que se establece la estructura orgánica básica de los departamentos ministeriales (artículo 7.1.f).

<sup>7</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.aspx>

<sup>8</sup> [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/primerpncca\\_2019\\_tcm30-502010.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/primerpncca_2019_tcm30-502010.pdf)

<sup>9</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/el-gobierno-aprueba-la-estrategia-de-descarbonizaci%C3%B3n-a-largo-plazo-que-marca-la-senda-para-alcanzar-la-neutralidad-clim%C3%A1tica-a-2050/tcm:30-516141>

En la edición 2021 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>), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), amoníaco (NH<sub>3</sub>) y material particulado (PM<sub>2,5</sub>).

Las proyecciones se han construido hasta el horizonte temporal 2040, sobre la base de las emisiones históricas inventariadas durante el periodo 1990-2019 (último año inventariado). Se han considerado dos escenarios: uno tendencial, en el que se prevé el impacto de las políticas y regulaciones ya adoptadas (escenario con medidas existentes: *WeM*) y un segundo escenario en el que se incorpora el previsible impacto en materia de emisiones de las medidas y políticas previstas en el escenario base del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, que son coherentes con las contempladas en el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica, referido a contaminantes atmosféricos (escenario con medidas adicionales: *WaM*).

Las proyecciones de emisiones se elaboran a nivel nacional. No obstante, la cobertura geográfica de aplicación de la Directiva 2016/2284 excluye las emisiones de las Islas Canarias, igual que la malla EMEP<sup>10</sup> a la que se tienen que referir las emisiones bajo la Convención de Ginebra contra la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia. Por ello, en las proyecciones de emisiones reportadas para contaminantes atmosféricos se excluyen las emisiones de las Islas Canarias.

En este documento se presentan los principales resultados de las Proyecciones de Emisiones de gases a la atmósfera para los horizontes temporales 2030 y 2040 (edición 2021 de las proyecciones). Las variables de actividad utilizadas en las proyecciones de emisiones son coherentes con las empleadas en los escenarios del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima y del Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica. En relación con la incorporación en las Proyecciones de la situación generada por el COVID-19, no es posible, con los datos disponibles a día de hoy, reflejar el efecto de las medidas que van a ser implementadas en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) que comporta un importante volumen de inversión pública y privada en los próximos años. Por tanto, la incorporación del impacto del COVID-19 debería llevar asociado la incorporación de las políticas y medidas derivadas del PRTR. Dado que ello podría generar variaciones en toda la serie, que se alejaran de los objetivos de transformación del modelo productivo hacia un crecimiento sostenible e inclusivo, se decidió mantener como escenario macroeconómico utilizado para las Proyecciones el que proporciona el PNIEC.

## 2. RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS PROYECCIONES

En las proyecciones de emisiones se han considerado dos escenarios, uno tendencial en el que se prevé el impacto de las políticas y regulación existente (escenario con medidas existentes-*WeM*) y un segundo escenario en el que se incorpora el previsible impacto en materia de emisiones de las medidas y políticas incluidas en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, y su Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo, y en el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (escenario con medidas adicionales-*WaM*).

---

<sup>10</sup> <https://www.ceip.at/the-emep-grid>

## Escenario tendencial-con medidas existentes (WeM)

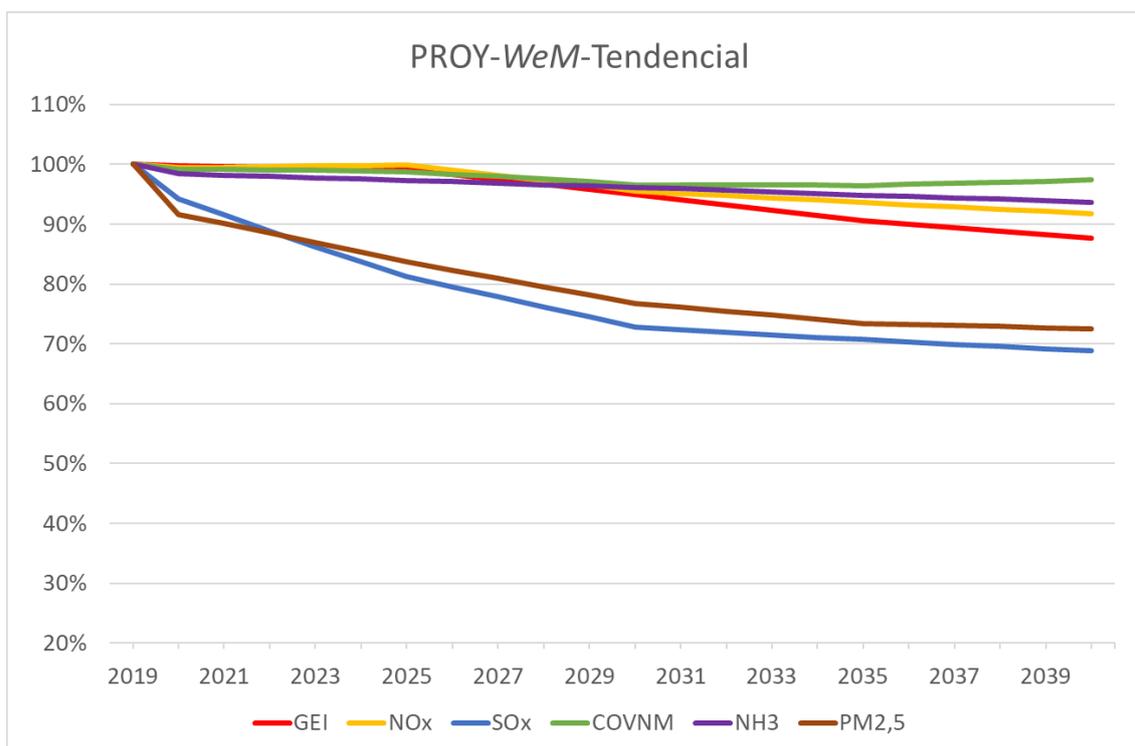


Figura 1. Evolución de las emisiones proyectadas hasta 2040 en el escenario tendencial (WeM)

En las proyecciones del escenario tendencial (WeM) se observa una tendencia a la baja de la emisión de gases de efecto invernadero desde el año 2020, desacoplada del crecimiento económico y poblacional, alcanzando niveles de reducción del -5% en 2030 y del -12% en 2040 respecto a las emisiones del año 2019. Dicha tendencia se encuentra vinculada a la evolución del *mix* eléctrico nacional que ya ha comenzado (con una mayor penetración de las energías renovables), la continua modernización del parque móvil y la continuación del efecto de las medidas de eficiencia energética y de reducción de emisiones previsible en la práctica totalidad de los sectores económicos.

Por lo que respecta a los contaminantes atmosféricos, las emisiones de óxidos de azufre serían las que presentarían mayores niveles de reducción, llegando al -31% en 2040 respecto a los niveles del año 2019, seguidas de las emisiones de óxidos de nitrógeno, con un perfil bastante similar. Los motivos son similares a los descritos en el caso de los gases de efecto invernadero, en el caso del SO<sub>x</sub> acentuado por el doble efecto de las medidas existentes de reducción del contenido en azufre de los combustibles derivados del petróleo y por la sustitución del uso de carbón por otros combustibles con menor contenido en azufre. Las emisiones de compuestos orgánicos volátiles no metánicos son las que experimentarían una menor reducción (de un -3% en 2040 respecto a 2019).

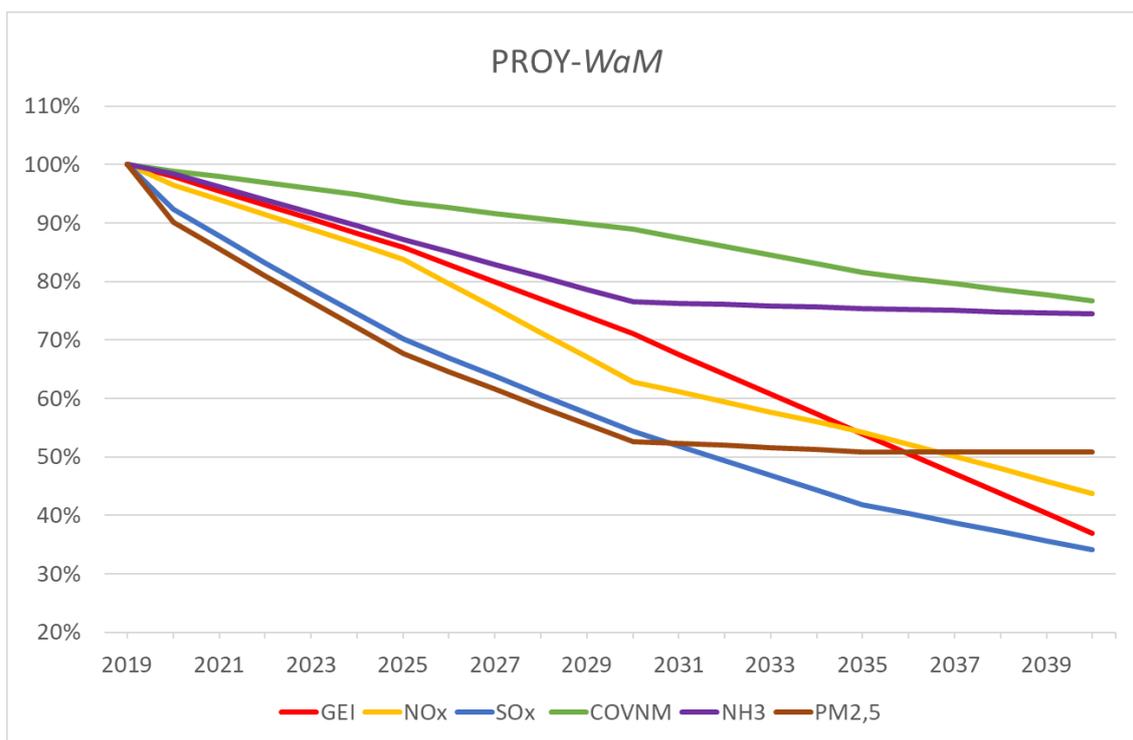
Escenario con medidas adicionales (*WaM*)

Figura 2. Evolución de las emisiones proyectadas hasta 2040 en el escenario con medidas adicionales (*WaM*)

Las proyecciones de emisiones en el escenario *WaM* contemplado en el marco del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) y el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA) presentan una tendencia a la baja más marcada en la práctica totalidad de los contaminantes debido al efecto de las políticas y medidas adicionales a las existentes, tenidas en cuenta en el PNIEC y el PNCCA.

Las emisiones de óxidos de azufre serían las que presentarían mayores niveles de reducción (-46% en 2030 y -66% en 2040 respecto a las emisiones de 2019) debido al efecto del cese del uso de carbón con fines energéticos, la reducción adicional en el consumo de combustibles derivados del petróleo y la aplicación de las medidas ya existentes de reducción del contenido de azufre en estos combustibles.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) presentarían un perfil similar, con niveles de reducción de -29% y -37% en 2030 respecto a 2019, y de -63% y -56% respectivamente, en 2040 respecto de los niveles de 2019. Este comportamiento conjunto a la baja estaría directamente ligado al impacto de las medidas adicionales en materia energética incluidas en el PNIEC y la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo.

En cuanto al material particulado fino (PM<sub>2,5</sub>) y el amoníaco (NH<sub>3</sub>), sería necesario diseñar medidas adicionales a las previstas en el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica, a partir de 2030, para continuar la tendencia decreciente.

Finalmente, e igual que ocurría en el escenario tendencial, las emisiones de los compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) son las que descienden menos a lo largo de todo el periodo proyectado. Estas emisiones están mayoritariamente ligadas a factores de consumo doméstico (con una previsible tendencia creciente) y para los que el efecto de las políticas de mitigación puede ser limitado.

En la siguiente figura se presenta el impacto diferencial de reducción de las emisiones (comparando el nivel de emisiones del escenario *WaM* frente al *WeM*, que ya prevé reducciones) que tendrían las

políticas y medidas consideradas en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima y en el PNCCA, para cada uno de los grupos de gases y contaminantes tenidos en cuenta.

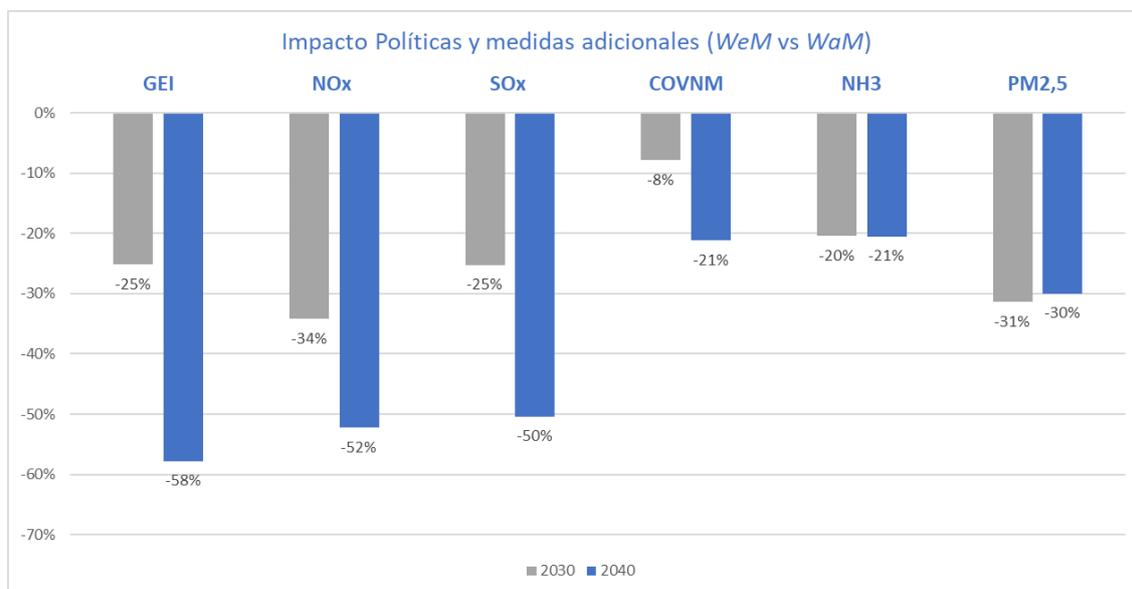


Figura 3. Impacto de las políticas y medidas en los años 2030 y 2040 (vs 2019) en los dos escenarios proyectados

### 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 de Gases de Efecto Invernadero (serie 1990-2019) elaborado por el Sistema Español de Inventario y Proyecciones de Emisiones a la Atmósfera, sometido a Comisión Delegada del Gobierno para Asuntos Económicos el 18/12/2020 y aprobado por Resolución del Director General de Calidad y Evaluación Ambiental el 22/12/2020<sup>11</sup>. Se ha conservado el escenario del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, coherente con el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica. Las proyecciones de emisiones son consistentes y coherentes con los modelos utilizados en el PNIEC y el PNCCA, así como con las políticas y medidas previstas. Las proyecciones se han construido hasta el horizonte temporal 2040.

En la edición 2021 de las Proyecciones se han estimado las emisiones nacionales de gases de efecto invernadero y los cinco principales contaminantes atmosféricos: óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), amoníaco (NH<sub>3</sub>) y material particulado (PM<sub>2,5</sub>).

Las proyecciones de emisiones de contaminantes del aire se han elaborado en un proceso de cuatro pasos:

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

<sup>11</sup>[https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/resolucionaprobacioninventario2021\\_tcm30-520469.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/resolucionaprobacioninventario2021_tcm30-520469.pdf)

### 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 CO<sub>2</sub> sujetos al sistema europeo de comercio de derechos de emisión (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 el desarrollo 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, agricultura, transporte, residuos y uso de productos) se modelan para un horizonte temporal hasta 2040. Esto se hizo inicialmente para un escenario tendencial (WeM). En una etapa posterior, las políticas y medidas se incluyeron de manera iterativa en el escenario con medidas adicionales (WaM).

#### *Sectores de Energía e Industria*

La modelización del sistema eléctrico, junto con el transporte y los principales sectores industriales relacionados con el consumo de energía, se ha llevado a cabo con el modelo TIMES-SINERGIA.

La herramienta TIMES (Sistema MARKAL-EFOM Integrado) fue desarrollada 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 Secretaría de Estado de Energía del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, se ha realizado el trabajo necesario para utilizar TIMES como una herramienta de análisis de energía y prospectiva en el PNIEC. 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 y demandas de servicios energéticos. 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. Además, se han utilizado modelos de orden superior (ROM y REE) para determinar los efectos de una alta penetración de energías renovables en el sistema eléctrico, a fin de que los resultados sean compatibles con una seguridad de suministro adecuada.

Los resultados principales de la modelización energética, que se incluyen en el PNIEC, suponen alcanzar en 2030 un 42% de energías renovables sobre el consumo total de energía final, un 39,5% de mejora de la eficiencia y un 74% de energías renovables en la generación eléctrica.

#### *Sector agropecuario*

En las proyecciones se han tenido en cuenta dos conjuntos fundamentales de entrada de datos: cabaña ganadera y consumo de fertilizantes en tierras cultivadas.

Las previsiones de evolución del ganado vacuno lechero y no lechero, ovino, porcino (blanco e ibérico), aves de corral, cabras y caballos para el período previsto han sido proporcionados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, sobre la base de datos históricos y previsiones de mercado de la producción ganadera.

Para cada especie ganadera, además de los datos del censo, los parámetros relacionados con la fermentación entérica y el manejo del estiércol se han tenido en cuenta de manera consistente con el

Inventario Nacional de Emisiones. Estos datos se basan en los documentos zootécnicos<sup>12</sup> con datos específicos para España para 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.

Para la proyección de las emisiones derivadas de las actividades de los cultivos agrícolas, se han tenido en cuenta tanto las áreas de cultivo totales (incluido el arroz) como la cantidad total y el tipo de fertilizantes inorgánicos aplicados al campo como fertilizantes. Dentro de estas prácticas, también se ha tenido en cuenta el nivel actual de implementación de buenas prácticas 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, consistentes con el Balance de Nitrógeno y Fósforo en la Agricultura Española (BNPAE)<sup>13</sup>.

#### *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 de MITERD e Instituto Nacional de Estadísticas (INE)) y con los publicados en EUROSTAT.

Las previsiones de evolución de la generación total de residuos, así como la distribución de los sistemas de gestión y tratamiento a nivel nacional para el escenario tendencial han sido proporcionadas por la unidad competente (Subdirección General de Economía Circular). Para el escenario con medidas adicionales, se han considerado políticas y medidas complementarias y coherentes con la legislación comunitaria en la materia.

Respecto a las emisiones del tratamiento de aguas residuales, la proyección se ha vinculado al pronóstico de la población nacional, considerando que la actividad ha alcanzado su madurez en términos de su desarrollo (porcentajes máximos de población y volumen de agua tratada, consumo de proteínas, equilibrio en los sistemas de tratamiento) y máxima eficiencia en la captación del biogás generado y su uso.

#### *Sector de usos de productos*

Dejando aparte la industria manufacturera, cuyas emisiones se proyectan dentro del sistema de energía, este sector incluye, básicamente, las actividades relacionadas con el uso de gases fluorados, y 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, determinadas en el contexto macroeconómico general del PNIEC. Además de las políticas y medidas (*PaM*) cuantificadas en el PNCCA, en esta edición de las Proyecciones se ha trabajado en introducir parametrizaciones no estaban contempladas en la edición anterior, en relación a la reducción de emisiones en las categorías 2D3a (Uso doméstico de disolventes, incluidos fungicidas), 2D3d (Recubrimiento de superficies) y 2D3h (Impresión).

Las emisiones de gases fluorados en las actividades de refrigeración, aire acondicionado, agentes espumantes y equipos contra incendios se han proyectado de acuerdo con los objetivos de *phase-down* de los gases con potenciales de calentamiento atmosférico más elevado, recogidos en el Reglamento (UE) 517/2014<sup>14</sup> sobre gases fluorados de efecto invernadero.

<sup>12</sup> <https://www.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/ganaderia-y-medio-ambiente/balance-de-nitrogeno-e-inventario-de-emisiones-de-gases/default.aspx>

<sup>13</sup> <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/productos-fertilizantes/>

<sup>14</sup> Reglamento (UE) N° 517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de abril de 2014 sobre los gases fluorados de efecto invernadero y por el que se deroga el Reglamento (CE) n° 842/2006

### Paso 2: estimación de emisiones.

Las emisiones de los sectores energéticos, tanto procedentes de la combustión (incluyendo el transporte) 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 en el marco del PNIEC.

De manera complementaria, las emisiones del resto de los sectores no energéticos (agricultura, residuos y usos de productos) y las emisiones y absorciones relacionadas con el uso de la tierra, los cambios en el uso de la tierra y los bosques (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 (Directrices IPCC 2006 y 2019 y EMEP/EEA 2016).

La edición de 2021 del Inventario Nacional de Emisiones a la Atmósfera, correspondiente a la serie 1990-2019, 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 2019 informado, y la cobertura geográfica utilizada ha sido única para todo el territorio nacional, asumiendo las características y los parámetros promedio. El horizonte temporal proyectado ha sido 2020-2040 con periodos quinquenales, que es como se reciben los datos del modelo TIMES.

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 asociadas (NH<sub>3</sub>, COVNM, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>x</sub> y NO<sub>x</sub>).

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 y objetivos

Los supuestos macroeconómicos y las políticas y medidas consideradas en los diferentes escenarios proyectados se han delineado y definido de manera progresiva de acuerdo con los diferentes ámbitos y suposiciones de elaboración del PNIEC. 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 y el PNCCA. 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 adicionales es adecuado para controlar las previsiones de cumplimiento de los objetivos de mitigación y reducción de emisiones propuestos en el PNIEC y el PNCCA.

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

Las políticas y medidas (*PaM*, por sus siglas en inglés), tanto las existentes como las adicionales, que se han tenido en cuenta en la construcción de los escenarios de proyecciones son las contempladas en el PNIEC y el PNCCA, como principales instrumentos de planificación en materia de calidad del aire, energía y cambio climático. En total se trata de un conjunto de 17 paquetes de medidas (cada uno compuesto por una o varias medidas con efectos en cada uno de los sectores afectados). A continuación se incluye, a modo de resumen, un listado del conjunto de medidas consideradas.

Tabla 1. Medidas y políticas (*PaM*) consideradas en los escenarios proyectados

	Descripción	Sector	Escenario	Fuente
1	Paquete de medidas para mix eléctrico propuestas en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.	1A1a	<i>WeM / WaM</i>	PNIEC
2	Paquete de medidas en el sector energético industrial (medidas sobre eficiencia energética en sector industria manufacturera (PNIEC), aplicación de documentos <i>BREF</i> (entre otros: industria metales no ferrosos, papel, acero, aluminio), Directiva 2010/75 sobre Emisiones Industriales, Directiva Medianas Instalaciones de Combustión (UE/2015/2193)).	1A2	<i>WeM / WaM</i>	PNIEC/ PNCCA
3	Aplicación del Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (UE-ETS) según paquete de Directivas aplicables (2003/87/EC, 2008/101/EC y 2009/29/EC).	Varios	<i>WeM</i>	PNIEC
4	Medidas de mitigación en el sector refino (efecto colateral de medidas de eficiencia energética en otros sectores, aplicación de MTDs en documentos <i>BREF</i> y revisión de Autorizaciones Ambientales Integradas específicas para el sector).	1A1b	<i>WeM / WaM</i>	PNIEC/ PNCCA
5	Paquete de medidas para el sector de la aviación planteadas por el PNIEC.	1A3a	<i>WeM / WaM</i>	PNIEC
6	Paquete de medidas para el sector del transporte por carretera planteadas por el PNIEC y aplicación de normativa relativa a tecnologías EURO para vehículos y propuesta de reglamento por el que se establecen normas de comportamiento en materia de emisiones de los turismos nuevos (Reglamentos UE/397/2013 y UE/333/2014) y de los vehículos comerciales ligeros nuevos (Reglamento UE/510/2011).	1A3b	<i>WeM / WaM</i>	PNIEC/ PNCCA
7	Paquete de medidas para el sector del transporte por ferrocarril planteadas por el PNIEC y aplicación de Directiva <i>off-road</i> 2004/26.	1A3c	<i>WeM / WaM</i>	PNIEC/ PNCCA
8	Paquete de medidas para el sector de navegación doméstica planteadas por el PNIEC, aplicación de Directiva <i>off-road</i> 2004/26 y normativa sobre combustibles marinos (RD 1027/2006 y Directiva 2016/802).	1A3d	<i>WeM / WaM</i>	PNIEC/ PNCCA
9	Paquete de medidas relativas al sector residencial (eficiencia energética y cambios mix energético previstos en el PNIEC, mejoras tecnológicas, directiva de Ecodiseño de calderas y reglamentos relativos, a los requisitos de diseño ecológico aplicables a calderas y aparatos de calefacción local (Directiva 2009/125)).	1A4b	<i>WeM / WaM</i>	PNIEC/ PNCCA
10	Paquete de medidas relativas al sector comercial e institucional (eficiencia energética y cambios mix energético previstos en el PNIEC, mejoras tecnológicas, reglamentos relativos a los requisitos de diseño ecológico aplicables a calderas y aparatos de calefacción local (Directiva 2009/125) y Directiva de Medianas Instalaciones de Combustión (UE/2015/2193)).	1A4a	<i>WeM / WaM</i>	PNIEC/ PNCCA
11	Reglamento UE/517/2014 sobre gases fluorados.	2F-2G	<i>WeM</i>	PNIEC
12	Paquete de mejoras en prácticas de fertilización de cultivos y mejoras en la aplicación de estiércoles a campo (bovino porcino)-MTDs- <i>BREF</i>	3D	<i>WaM</i>	PNIEC/ PNCCA
13	Paquete de mejoras en sistemas de gestión de estiércoles (bovino, porcino y aves), aplicación de MTDs de documentos <i>BREF</i> . El RD 306/2020 de ordenación granjas porcinas en su artículo 10 establece la obligación de reducción de emisiones para las explotaciones de ganado porcino.	3B	<i>WaM</i>	PNIEC/ PNCCA
14	Paquete de medidas en el consumo de combustibles en maquinaria de fuera de carretera (medidas PNIEC, aplicación de Directiva <i>off-road</i> 2004/26 y normativa sobre combustibles marinos (RD 1027/2006 y Directiva 2016/802)).	1A4c	<i>WeM / WaM</i>	PNIEC/ PNCCA
15	Medidas de reducción de COVNM asociadas al uso de productos ( <i>BREF</i> pinturas).	2D3d	<i>WaM</i>	PNCCA

	Descripción	Sector	Escenario	Fuente
16	Paquete de medidas para el sector de la gestión de residuos (cumplimiento de objetivos de Directivas 2018/850 y 2018/851 sobre residuos, fomento recogida selectiva, biometanización y compostaje).	5	WeM/ WaM	PNIEC
17	Reducción de quema a cielo abierto de residuos de poda.	5C2	WeM/ WaM	PNIEC/ PNCCA

PNIEC: Plan Nacional Integrado de Energía y Clima

PNCCA: Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica

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, se pueden 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 medidas sobre las emisiones del conjunto de gases de efecto invernadero (GEI) y sobre cada uno de los contaminantes atmosféricos proyectados. La estimación del efecto de estas medidas, a modo de referencia, se calcula por la diferencia de emisiones entre el escenario tendencial (*WeM*) y el escenario con medidas adicionales (*WaM*) en términos absolutos (kilotoneladas) para el año 2030. Las celdas marcadas en amarillo resaltan los paquetes de medidas que generan un aumento de las emisiones de ese contaminante concreto por efecto colateral de la medida planteada.

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	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	COVNM	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2,5</sub>
1	Paquete Mix Eléctrico	-23.645,3	-14,9	-15,1	4,1	1,4	1,5
2	Paquete energético sector industrial	-3.009,0	-9,7	-8,3	-0,7	-0,1	-0,6
3	ETS	<i>WeM</i>	-	-	-	-	-
4	Medidas en el sector refino	-524,9	-0,5	-0,1	0,0	0,0	0,0
5	Medidas transporte aviación	-51,5	-0,3	0,0	-0,1	0,0	0,0
6	Medidas transporte por carretera	-32.799,5	-159,4	-0,1	0,2	1,7	-4,7
7	Medidas transporte por ferrocarril	128,2	1,7	0,0	0,2	0,0	0,0
8	Medidas transporte marítimo	-161,0	-2,0	-0,4	-0,2	0,0	-0,1
9	Paquete energético Residencial	-2.871,8	-3,7	-0,2	-6,6	-1,0	-7,9
10	Paquete energético Comercial e Institucional	-2.585,4	-1,9	-1,5	-0,2	0,0	0,0
11	Medidas sobre los gases fluorados	<i>WeM</i>	-	-	-	-	-
12	Medidas en cultivos	-557,5	-0,9	0,0	-16,5	-59,0	0,0
13	Medidas en ganadería	-3.659,6	0,0	0,0	0,0	-36,4	0,0
14	Paquete energético y tecnológico maquinaria <i>off-road</i>	-2.269,3	-11,5	-0,3	-1,3	0,0	-0,3
15	Medidas en el uso de productos	-130,2	-	-	-15,2	0,0	0,0
16	Paquete de medidas Sector Residuos	-1.335,1	0,0	0,0	-0,6	0,7	0,0
17	Reducción de quema en campo de restos de poda	-389,5	-7,6	-0,2	-8,0	0,0	-20,6
	Otras medidas no específicas	-1.381,1	-0,3	-1,1	-1,3	0,0	0,0
<b>TOTAL</b>		<b>-75.242,7</b>	<b>-211,0</b>	<b>-27,5</b>	<b>-46,2</b>	<b>-92,7</b>	<b>-32,5</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 medidas adicionales (*WaM*) frente al escenario tendencial (*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 <i>PaM</i>	Nombre genérico del grupo <i>PaM</i>	Efecto <i>PAM-2030- (WaM-WeM)-</i> Relativo al total de reducción (%)					
		GEI	NO <sub>x</sub>	SO <sub>x</sub>	COVNM	NH <sub>3</sub>	PM <sub>2,5</sub>
1	Paquete Mix Eléctrico	31%	7%	55%	-9%	-1%	-5%
2	Paquete energético sector industrial	4%	5%	30%	2%	0%	2%
3	<i>ETS</i>	-	-	-	-	-	-
4	Medidas en el sector refino	1%	0%	0%	0%	0%	0%
5	Medidas transporte aviación	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6	Medidas transporte por carretera	44%	76%	1%	0%	-2%	14%
7	Medidas transporte por ferrocarril	0%	-1%	0%	0%	0%	0%
8	Medidas transporte marítimo	0%	1%	1%	0%	0%	0%
9	Paquete energético Residencial	4%	2%	1%	14%	1%	24%
10	Paquete energético Comercial e Institucional	3%	1%	5%	0%	0%	0%
11	Medidas sobre los gases fluorados	-	-	-	-	-	-
12	Medidas en cultivos	1%	0%	0%	36%	64%	0%
13	Medidas en ganadería	5%	0%	0%	0%	39%	0%
14	Paquete energético y tecnológico maquinaria <i>off-road</i>	3%	5%	1%	3%	0%	1%
15	Medidas en el uso de productos	0%	-	-	33%	0%	0%
16	Paquete de medidas Sector Residuos	2%	0%	0%	1%	-1%	0%
17	Reducción de quema en campo de restos de poda	1%	4%	1%	17%	0%	63%
	Otras medidas no específicas	2%	0%	4%	3%	0%	0%

La tabla evidencia que las medidas con mayor impacto para la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero están vinculadas al transporte por carretera, los cambios en el mix eléctrico y en la combustión industrial, que son también las principales fuentes emisoras nacionales. En general, esas medidas también provocan reducciones de los contaminantes atmosféricos NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub>. En el caso de otros contaminantes, las medidas pueden dar lugar a aumentos, como puede la combustión de biomasa que puede dar lugar a incrementos relativos de emisiones de COVNM o partículas. Las medidas que más contribuyen a la proyectada reducción de COVNM se relacionan con los cultivos agrícolas y el uso de productos. Las reducciones de las emisiones de NH<sub>3</sub> se concentran en los sectores de ganadería y cultivos, al ser los que más contribuyen a las emisiones de amoníaco (más del 95% del total). En cuanto a las partículas PM<sub>2,5</sub>, se prevé reducirlas gracias a medidas en el sector de la quema de residuos agrícolas, transporte por carretera y combustión residencial.

## 4. PRINCIPALES RESULTADOS DE LAS PROYECCIONES

A continuación se presentan los principales resultados para las proyecciones de emisiones de: NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</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), y GEI desagregados por sectores *ETS* y *ESD*.

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 1990-2040 y análisis de las variaciones de las emisiones proyectadas en relación con el año 2005, utilizado como referencia para la fijación de esfuerzos de reducción.

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/2016/2284 relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos, la cual establece máximos de emisión para dos periodos, 2020-2029 y de 2030 en adelante. Hasta los datos de 2019 todavía son de aplicación los límites de la antigua Directiva 2001/81/CE, de Techos Nacionales de Emisión, que son fijos para el período 2010-2019. La Directiva UE/2016/2284, en cambio, fija niveles de reducción de emisiones relativos, respecto a las emisiones estimadas para el año 2005.

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 proyectadas de contaminantes atmosféricos 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 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

En el escenario *WeM*, las emisiones de NO<sub>x</sub> proyectadas permanecen bastante estables, con una ligera pendiente descendente (tasa de reducción anual media -0,4% a partir de 2020). Sin embargo, en el escenario *WaM* las proyecciones para los horizontes temporales 2030 y 2040 presentan tendencias descendentes más acusadas, con pendientes algo diferentes. En el período entre 2020 y 2030, el efecto de las medidas adicionales propuestas en el escenario *WaM* produce una reducción media anual de -3,5%, mientras que en el período entre 2030 y 2040 la reducción de emisiones es de -3% por año, de media. Las mayores reducciones de emisiones en el escenario *WaM* se producen en el sector del transporte, la industria y la generación de energía.

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 el escenario *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 vehículos motorizados, en la combustión industrial, combustión para generación eléctrica y motores de combustión de maquinaria.

El NO<sub>x</sub> es un gas tóxico, irritante y precursor de la formación de nitrato, que conlleva la producción de ácidos y partículas secundarias en el ambiente. Interviene en la formación del *smog* fotoquímico, ya que al combinarse con otros contaminantes atmosféricos (por ejemplo, los COVNM) influye en las reacciones de formación de ozono en la superficie de la tierra. Además, da lugar a la lluvia ácida al reaccionar la humedad ambiental.

### Tabla de datos de emisiones históricas y proyectadas

En la siguiente tabla se resumen los datos de emisiones inventariadas (1990-2019) y proyectadas para los años pivote, así como datos sobre sus variaciones en los diferentes periodos.

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

	NO <sub>x</sub>									
	Emisiones inventariadas				Emisiones proyectadas					
	1990	2000	2005	2015	2020		2030		2040	
					<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>
Emisiones (kt)	1.334	1.346	1.346	772	642,1	623,8	617,2	406,1	592,6	282,8
Variación respecto a 2005				-43%	-52%	-54%	-54%	-70%	-56%	-79%
Variación media anual entre años pivote					-3,4%	-3,8%	-0,4%	-3,5%	-0,4%	-3,0%

### 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 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.

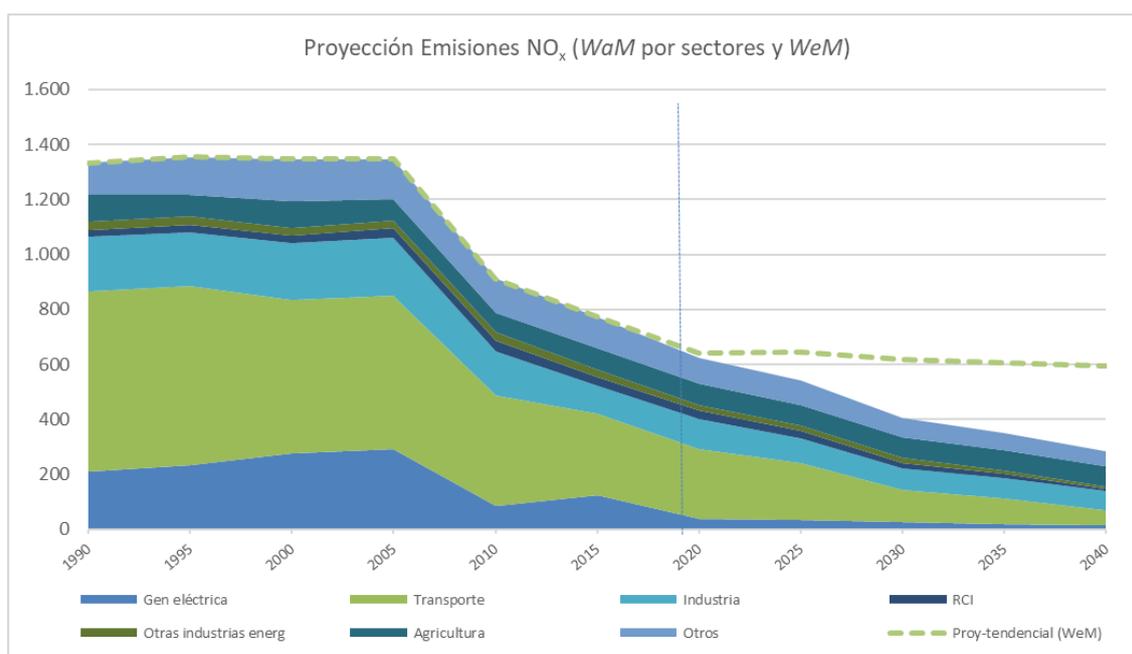


Figura 4. Evolución temporal de las emisiones de NO<sub>x</sub> desde 1990 hasta 2040 distribuida por sectores de actividad para el escenario *WaM* y agregada para el escenario *WeM*.

En el escenario tendencial (*WeM*), en el que únicamente se ha tenido en cuenta el impacto de las políticas y medidas existentes, las emisiones proyectadas para los horizontes temporales 2020, 2030 y 2040 presentan una tendencia mantenida a la baja. Las emisiones de NO<sub>x</sub> proyectadas se reducirían, situándose en 2030 y 2040 en niveles de -54% y -56% respectivamente, comparados con los de 2005.

La proyección de las emisiones de NO<sub>x</sub> en el escenario con medidas adicionales (*WaM*) hace más pronunciada la tasa de reducción anual media de -0,4% a partir de 2020 que registraba el escenario *WeM*. Así, en el período entre 2020 y 2030, el efecto de las medidas adicionales propuestas en el escenario *WaM* produce una reducción media anual de -3,5% (más de ocho veces superior a la del escenario tendencial), mientras que en el período entre 2030 y 2040 la reducción de emisiones es de -3% por año, de media. Las mayores reducciones de emisiones en el escenario *WaM* se producen en el sector del transporte, seguido de la industria y la generación de energía.

#### 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> (transporte por carretera, generación eléctrica y combustión industrial), en principio serían arrastradas en los escenarios proyectados por previsible crecimiento económico planteado en la proyección. Sin embargo, el efecto de las medidas existentes (escenario tendencial) de reducción de emisiones de NO<sub>x</sub> en diferentes sectores de actividad y el ya iniciado cambio del *mix* eléctrico contrarrestan esa tendencia, resultando en una reducción global de las emisiones en el escenario tendencial del -54% en 2030 respecto al año 2005. El alcance de estas medidas existentes se concentraría en los sectores de la generación de la electricidad y del transporte. Las medidas existentes de reducción de emisiones de NO<sub>x</sub> en el sector del transporte reducirían las emisiones en este sector en -279 kt en 2030 respecto a las emisiones del año 2005. La reducción de las emisiones de NO<sub>x</sub> en la generación eléctrica es de -253 kt en 2030 respecto a 2005, debido al previsible efecto combinado de la progresiva reducción en el consumo de carbón y combustibles derivados del petróleo para la generación de electricidad.

En el escenario con medidas adicionales, se ampliaría el efecto de las medidas de mitigación en todos los sectores de actividad. Para el año 2030, se prevé un notable impacto de las medidas que actúan sobre el transporte previstas en el PNIEC, que reducirán las emisiones de este sector en un -439 kt en 2030 respecto al año 2005, lo que supondría casi la mitad de la reducción total proyectada (-940 kt).

Las emisiones de las actividades de generación de electricidad se reducirían en -268 kt, debido al cese del uso del carbón para la generación eléctrica y a la mayor penetración de las fuentes renovables.

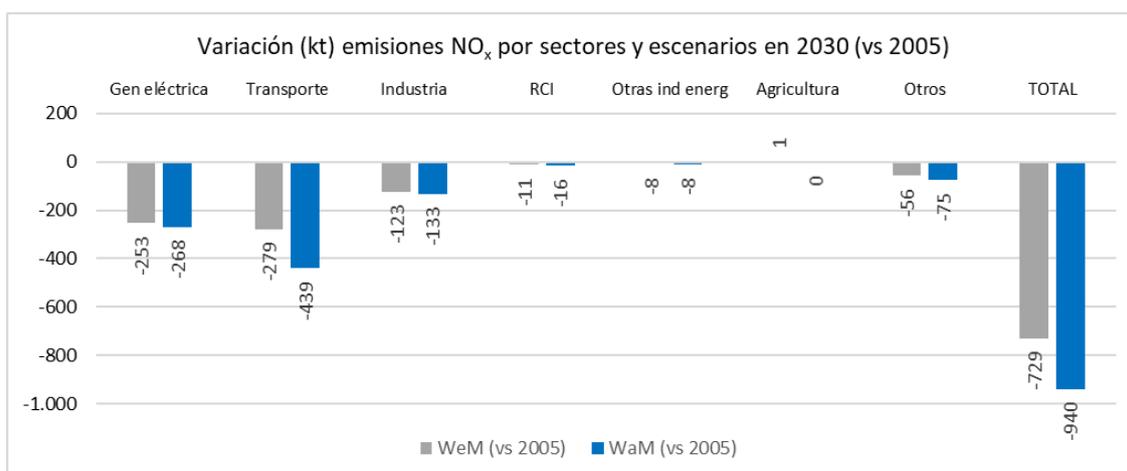


Figura 5. Variación absoluta (kt) de las emisiones de NO<sub>x</sub> por sector en el año 2030 respecto al año 2005

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

- la renovación del parque automovilístico y la progresiva incorporación de modelos nuevos con tecnología EURO 6, con menores ratios de emisión de NO<sub>x</sub> (paquete de medidas nº 6 del listado de PaM, que contribuiría en su conjunto en un 76% de las reducciones adicionales proyectadas para el año 2030 que son debidas a las PaM adicionales que incorpora el escenario WaM respecto al WeM);
- los cambios en el mix eléctrico con el cese del uso de carbón y el descenso del uso de productos petrolíferos en las centrales térmicas (paquete de medidas nº 1, con una contribución del 7% a las reducciones adicionales debidas al escenario WaM en 2030 frente al escenario WeM);
- 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 5% a las reducciones adicionales del escenario WaM en 2030 respecto 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 2019, junto con las proyecciones y su relación con los techos de emisión fijados para España.

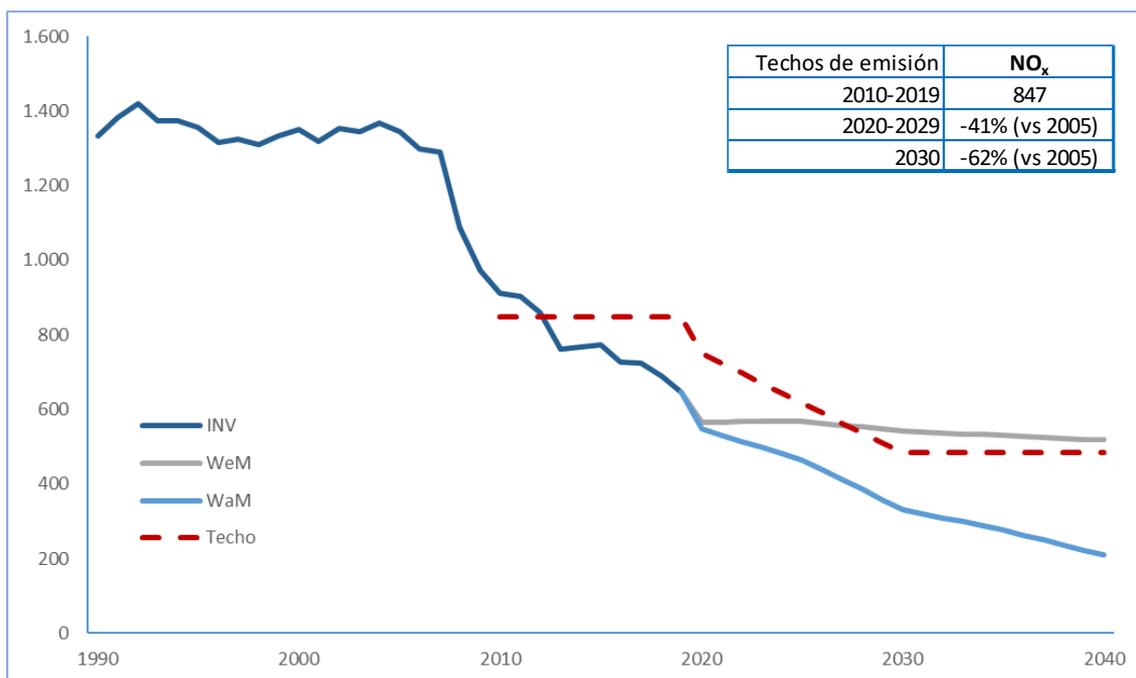


Figura 6. Evolución temporal de las emisiones de NO<sub>x</sub> desde 1990 hasta 2040 y techos de emisión aplicables. (El escalón en 2020 se debe a la no inclusión de las actividades 3B y 3D)

Como se puede observar en la figura, las medidas de mitigación previstas en el escenario tendencial (*WeM*) no resultarían suficientes para alcanzar los niveles de esfuerzo fijados en la reducción de emisiones, lo que daría previsiblemente lugar a un incumplimiento de los techos antes de 2030. Las proyecciones estiman que las emisiones de NO<sub>x</sub> en el escenario *WeM* en el año 2030 serían un -57% inferiores al nivel de emisiones del año 2005. Este supondría un nivel de incumplimiento en 5 puntos porcentuales por debajo de la reducción exigida en 2030 (-62%).

Sin embargo, según la proyección del escenario con medidas adicionales (*WaM*), las emisiones previstas de NO<sub>x</sub> se situarían en todo momento por debajo de los compromisos de reducción exigidos.

	Cumplimiento techos NO <sub>x</sub> en escenarios proyectados								
	2019			2020			2030		
	Techo (kt)	Inventario (kt)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.
<i>WeM</i>	847	646	Sí	-41%	-56%	Sí	-62%	-57%	No
<i>WaM</i>	847	646	Sí	-41%	-57%	Sí	-62%	-74%	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 en 2020 y 2030

#### 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> según los formatos tabulares incluidos en el Anexo IV de las Directrices de 2014 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.

		Emisiones proyectadas (kt)						
		<b>NO<sub>x</sub></b>						
		Escenario WeM				Escenario WaM		
<b>Código NFR</b>	<b>Sector de actividad</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2040</b>	<b>2020</b>	<b>2030</b>	<b>2040</b>
<b>1A1</b>	<b>Industrias energéticas</b>	55,58	55,50	54,36	46,01	53,86	38,93	22,08
<b>1A2</b>	<b>Industrias manufactureras y de construcción</b>	110,81	107,95	86,58	83,08	106,39	76,85	66,12
<b>1A3b</b>	<b>Transporte por carretera (TC)</b>	<b>211,22</b>	<b>218,84</b>	<b>242,09</b>	<b>226,85</b>	<b>207,06</b>	<b>82,70</b>	<b>29,11</b>
1A3bi	TC-Turismos	126,54	133,86	153,25	140,58	124,00	16,09	4,02
1A3bii	TC-Vehículos ligeros	22,29	22,71	24,83	25,13	21,90	16,65	2,59
1A3biii	TC-Vehículos pesados	60,45	60,17	61,04	58,37	59,09	47,67	21,28
1A3biv	TC-Motocicletas	1,93	2,10	2,97	2,78	2,07	2,28	1,23
1A3bv	TC-Evaporación gasolina	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvi	TC-Neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvii	TC-Abrasión asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>1A3a,c,d,e</b>	<b>Otros tipos de transporte</b>	53,82	46,82	34,27	37,67	45,50	33,57	24,47
<b>1A4</b>	<b>Otros sectores (Comercial, residencial, etc)</b>	108,60	110,82	98,73	98,57	108,92	81,65	51,23
<b>1A5</b>	<b>Otros</b>	2,38	2,42	2,69	2,90	2,42	2,69	2,90
<b>1B</b>	<b>Emisiones fugitivas</b>	4,98	5,06	5,03	4,85	5,01	4,79	2,98
<b>2A,B,C,H,I,J,K,L</b>	<b>Procesos industriales</b>	3,57	3,67	3,88	4,16	3,67	3,88	4,13
<b>2D, 2G</b>	<b>Uso de disolventes</b>	0,12	0,13	0,15	0,16	0,13	0,15	0,08
<b>3B</b>	<b>Cabaña ganadera y gestión de estiércoles</b>	<b>5,52</b>	<b>5,47</b>	<b>5,29</b>	<b>5,11</b>	<b>5,47</b>	<b>5,29</b>	<b>5,11</b>
3B1a	Vacuno lechero	0,79	0,78	0,75	0,70	0,78	0,75	0,70
3B1b	Vacuno de carne	1,36	1,35	1,29	1,23	1,35	1,29	1,23
3B2	Ovino	0,43	0,43	0,37	0,35	0,43	0,37	0,35
3B3	Porcino	0,31	0,31	0,32	0,31	0,31	0,32	0,31
3B4a	Búfalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3B4d	Caprino	0,26	0,23	0,24	0,23	0,23	0,24	0,23
3B4e	Caballar	0,21	0,22	0,25	0,25	0,22	0,25	0,25
3B4f	Mulas y asnos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3B4g	Avícola	2,15	2,14	2,07	2,03	2,14	2,07	2,03
3B4h	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>3D</b>	<b>Producción de cultivos y suelos agrícolas</b>	71,90	71,44	70,15	69,33	71,40	69,25	68,25
<b>3F,I</b>	<b>Quemas de restos agrícolas</b>	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
<b>5</b>	<b>Residuos</b>	16,59	13,21	13,19	13,19	13,21	5,63	5,63
<b>6A</b>	<b>Otros</b>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>Total Nacional (Islas Canarias excluidas)</b>	<b>645,86</b>	<b>642,09</b>	<b>617,16</b>	<b>592,64</b>	<b>623,78</b>	<b>406,13</b>	<b>282,84</b>

## 4.2 ÓXIDOS DE AZUFRE (SO<sub>x</sub>)

### Resumen de resultados

En la proyección de las emisiones de SO<sub>x</sub> para el escenario tendencial (*WeM*) las emisiones se reducen de forma notable alcanzando en 2030 niveles un -91% por debajo de lo inventariado en el año 2005. Las principales disminuciones están asociadas a la ya iniciada sustitución del carbón en los sectores energéticos (principalmente, el de la generación eléctrica).

En el escenario con medidas adicionales (*WaM*), el previsible efecto de las medidas previstas en el PNIEC y en el PNCCA va más allá, alcanzándose reducciones en las emisiones de SO<sub>x</sub> de -93% respecto al nivel de 2005.

La proyección de las emisiones prevé el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones en los dos escenarios, tendencial y con medidas adicionales (*WaM*), en todo el período proyectado.

Las emisiones de óxidos de azufre se producen fundamentalmente por la combustión de combustibles con contenido en azufre (carbón, petróleo) y por la industria metalurgia. 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>x</sub> empeoran cuando se combinan con partículas o con la humedad del aire, ya que se forma ácido sulfúrico y produce 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 (1990-2019) y proyectadas para los años pivote, así como datos sobre sus variaciones en los diferentes periodos.

Tabla 5. Datos de emisiones de SO<sub>x</sub> y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 2005

	SO <sub>x</sub>									
	Emisiones inventariadas				Emisiones proyectadas					
	1990	2000	2005	2015	2020		2030		2040	
					<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>
Emisiones (kt)	2.039	1.389	1.205	258	140,9	138,0	108,8	81,3	102,8	51,0
Variación respecto a 2005				-79%	-88%	-89%	-91%	-93%	-91%	-96%
Variación media anual entre años pivote					-9,1%	-9,3%	-2,3%	-4,1%	-0,5%	-3,7%

### Análisis de las emisiones históricas

Desde 2005, las emisiones de SO<sub>x</sub> han sufrido una importante reducción, principalmente marcada por la sustitución del consumo de carbón en la producción de la energía eléctrica, que generaba casi el 70% de estas emisiones en el periodo 1990-2008, frente a un 15% en 2019.

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

Finalmente, la reducción en el contenido de azufre en gasóleos y fuel también ha tenido impacto en la reducción de las emisiones en el sector del transporte.

### Análisis de las proyecciones de emisiones

La siguiente figura muestra la proyección de las emisiones de SO<sub>x</sub> junto con las últimas emisiones históricas inventariadas. Para el escenario con medidas adicionales (*WaM*) se desagregan los principales sectores de actividad, así como para las emisiones históricas. El escenario tendencial

(*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 2015-2040.

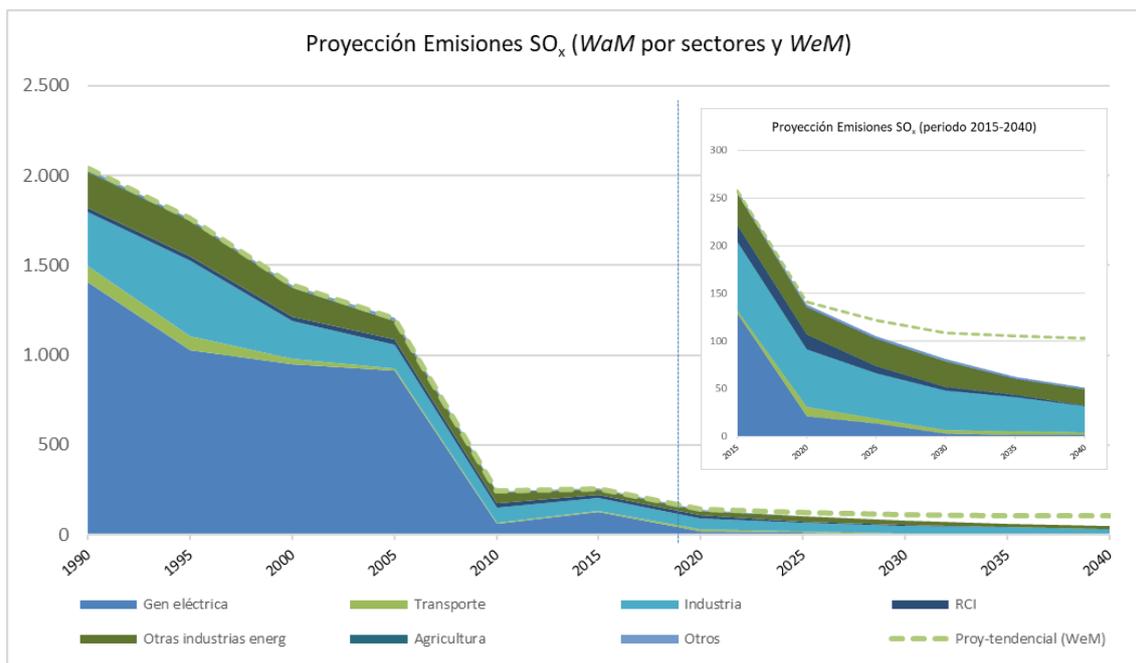


Figura 7. Evolución temporal de las emisiones de SO<sub>x</sub> desde 1990 hasta 2040 distribuida por sectores de actividad

En el escenario tendencial (*WeM*) las emisiones proyectadas de SO<sub>x</sub> se reducen, después de una muy notable reducción registrada en los datos históricos, como ya se ha comentado. La mayor reducción se registra en las emisiones debidas a la generación eléctrica, asociada a la previsible sustitución del carbón en los sectores energéticos. Las emisiones de SO<sub>x</sub> se situarían en 108,8 kt en el año 2030, lo que supondría unas reducciones de -91% respecto al nivel de 2005.

En el escenario con medidas adicionales (*WaM*), en la década 2020-2030 se prevé que el efecto de las medidas de mitigación contempladas en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima amplifique la reducción prevista, con el cese del uso de carbón en la generación eléctrica. Así, la previsión sitúa las emisiones de SO<sub>x</sub> del año 2030 en 81,3 kt y las de 2040 en 51 kt, lo que supondría unas reducciones de -93% y -96% , respectivamente, respecto al nivel de 2005.

#### 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 y, en los primeros años, un incremento de las variables de actividad que dominan las emisiones de SO<sub>x</sub> (consumo energético de combustibles en la industria y generación de electricidad), las emisiones de SO<sub>x</sub> están muy influenciadas por el previsible cambio de los combustibles utilizados en la industria y la generación eléctrica, y el efecto de la aplicación de medidas de mitigación ya vigentes, tanto en el escenario tendencial como en el escenario con medidas adicionales.

En el escenario con medidas existentes (*WeM*) la progresiva sustitución del consumo de carbón y la paulatina introducción de medidas de abatimiento de emisiones de SO<sub>x</sub> en las grandes instalaciones de combustión e instalaciones industriales, según lo previsto en la Directiva 2010/75/UE, y sus documentos *BREF* específicos, tendrán un notable impacto en la reducción de estas emisiones en los principales sectores emisores (industria, generación eléctrica y otras industrias energéticas-refino).

En el escenario con medidas adicionales (*WaM*) se prevé que en 2030 el efecto de las medidas previstas en el PNIEC en la generación eléctrica, en especial con el abandono definitivo del carbón amplíe la reducción hasta las -1.124 kt de reducción total respecto al 2005, en los mismos sectores citados para el escenario con medidas existentes.

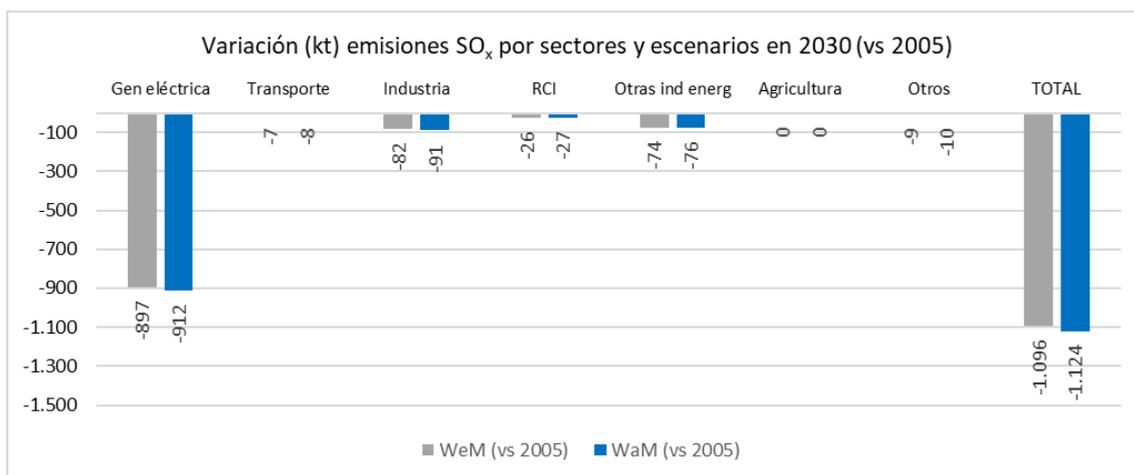


Figura 8. Variación absoluta (kt) de las emisiones de SO<sub>x</sub> por sector en el año 2030 respecto al año 2005

Aunque los avances ya realizados dejan un margen pequeño para nuevas reducciones, las principales medidas que se han tenido en cuenta en la proyección incluyen:

- i. los cambios en el *mix* eléctrico con el cese del uso de carbón y la sustitución de productos petrolíferos en las centrales térmicas (paquete de medidas nº 1 del listado de *PaM*, que contribuiría en su conjunto en un 55% de las reducciones adicionales de SO<sub>x</sub> proyectadas para el año 2030 debidas al escenario *WaM* respecto al *WeM*);
- ii. la paulatina introducción de medidas de abatimiento de emisiones de SO<sub>x</sub> en las grandes y medianas instalaciones de combustión e instalaciones industriales, según lo previsto en la Directiva 2010/75/UE, sobre emisiones industriales, la Directiva 2015/2193 sobre Medianas Instalaciones de Combustión y los documento *BREF* específicos (paquete de medidas nº 2 con una contribución del 30% a las reducciones adicionales del escenario *WaM* frente al *WeM*, en 2030);
- iii. las mejoras en eficiencia energética en el sector comercial e institucional y el cambio en el mix energético asociado a este sector con una previsible reducción del consumo de carbón y productos petrolíferos (paquete de medidas nº 10 con una contribución del 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>x</sub> en un -67%, respecto al año 2005, y que a partir del año 2030, se deberán limitar las emisiones globales en un -88%, respecto a las emisiones del año 2005.

En la siguiente figura se representa la evolución de las emisiones de SO<sub>x</sub> desde 1990 a 2019, junto con las proyecciones y su relación con los techos de emisión fijados para España.

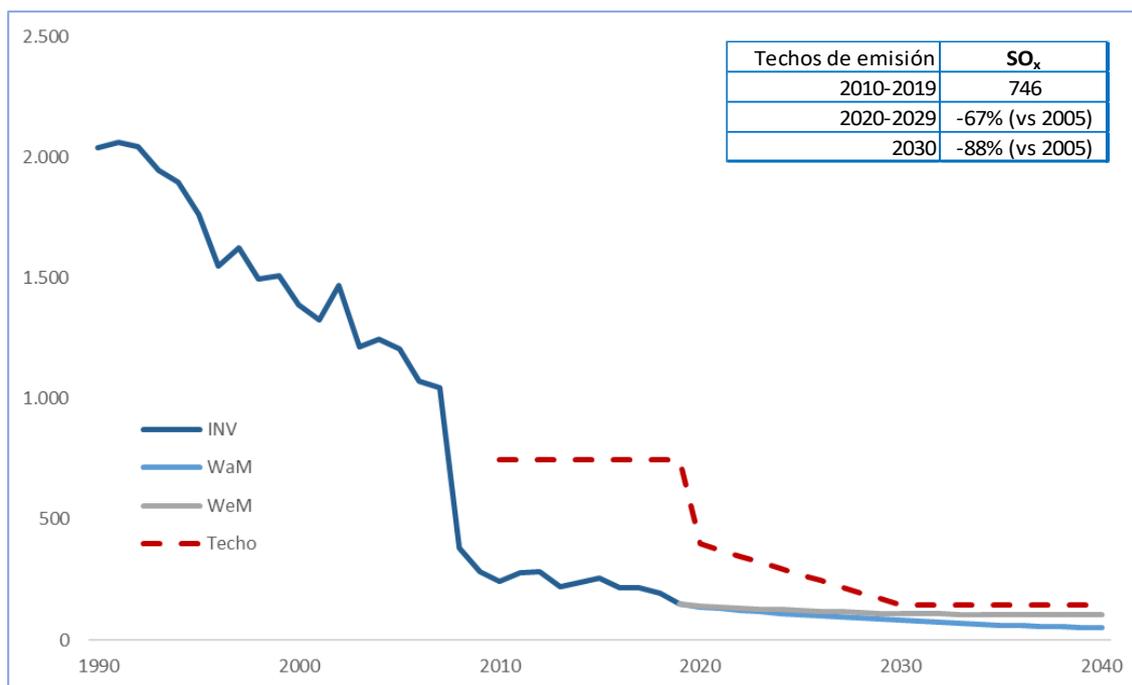


Figura 9. Evolución temporal de las emisiones de SO<sub>x</sub> desde 1990 hasta 2040 y techos de emisión aplicables

Como se puede apreciar en la figura, la proyección de las emisiones prevé un cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones en los dos escenarios, en todos los períodos de cumplimiento. Estos resultados también se reflejan en la siguiente tabla.

Cumplimiento techos SO <sub>x</sub> en escenarios proyectados									
2019			2020			2030			
	Techo (kt)	Inventario (kt)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.
WeM	746	149	Sí	-67%	-88%	Sí	-88%	-91%	Sí
WaM		149	Sí		-89%	Sí		-93%	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>x</sub> según los formatos tabulares incluidos en el Anexo IV de las Directrices de 2014 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.

Tabla6. Reporte en formato tabular de la proyección de emisiones de SO<sub>x</sub>.

		Emisiones proyectadas (kt)						
		SO <sub>x</sub>						
		Escenario WeM				Escenario WaM		
Código NFR	Sector de actividad	2019	2020	2030	2040	2020	2030	2040
<b>1A1</b>	<b>Industrias energéticas</b>	26,98	26,72	21,89	20,30	25,48	6,64	3,65
<b>1A2</b>	<b>Industrias manufactureras y de construcción</b>	51,97	49,48	37,66	35,72	48,47	29,33	14,51
<b>1A3b</b>	<b>Transporte por carretera (TC)</b>	<b>0,32</b>	<b>0,33</b>	<b>0,33</b>	<b>0,30</b>	<b>0,31</b>	<b>0,18</b>	<b>0,08</b>
1A3bi	TC-Turismos	0,19	0,20	0,19	0,17	0,19	0,08	0,03
1A3bii	TC-Vehículos ligeros	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00
1A3biii	TC-Vehículos pesados	0,10	0,10	0,11	0,10	0,10	0,08	0,04
1A3biv	TC-Motocicletas	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
1A3bv	TC-Evaporación gasolina	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvi	TC-Neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvii	TC-Abrasión asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>1A3a,c,d,e</b>	<b>Otros tipos de transporte</b>	12,28	9,96	4,07	4,50	9,82	3,66	2,71
<b>1A4</b>	<b>Otros sectores</b> (Comercial, residencial, etc)	19,47	18,11	7,77	4,96	17,88	5,71	2,06
<b>1A5</b>	<b>Otros</b>	0,11	0,11	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13
<b>1B</b>	<b>Emisiones fugitivas</b>	23,71	24,07	23,92	23,05	23,83	22,80	14,19
<b>2A,B,C,H,I,J,K,L</b>	<b>Procesos industriales</b>	13,91	11,48	12,40	13,18	11,48	12,40	13,15
<b>2D, 2G</b>	<b>Uso de disolventes</b>	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
<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>	<b>NA</b>	<b>NA</b>
3B1a	Vacuno lechero	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3B1b	Vacuno de carne	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3B2	Ovino	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3B3	Porcino	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3B4a	Búfalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3B4d	Caprino	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3B4e	Caballar	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3B4f	Mulas y asnos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3B4g	Avícola	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3B4h	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>3D</b>	<b>Producción de Cultivos y suelos agrícolas</b>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>3F,I</b>	<b>Quemas de restos agrícolas</b>	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
<b>5</b>	<b>Residuos</b>	0,53	0,46	0,46	0,49	0,46	0,30	0,33
<b>6A</b>	<b>Otros</b>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>Total Nacional (Islas Canarias excluidas)</b>	<b>149,46</b>	<b>140,90</b>	<b>108,80</b>	<b>102,82</b>	<b>138,02</b>	<b>81,32</b>	<b>50,97</b>

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

#### Resumen de resultados

Las emisiones de COVNM están esencialmente dominadas por el consumo de productos de uso doméstico como disolventes, pinturas, cosméticos, productos farmacéuticos o aerosoles. La proyección de las emisiones de COVNM en el escenario *WeM* es ligeramente decreciente de 2020 a 2030, mostrando luego una tendencia al alza hasta 2040.

Sin embargo, en el escenario *WaM* (con medidas adicionales) se aprecia una clara tendencia descendente, fundamentalmente debida al sector de uso de productos y al sector del transporte por carretera (por la penetración en la flota de vehículos que utilizan energías alternativas en detrimento de los vehículos de gasolina). El uso de la biomasa en la generación de electricidad lleva a un aumento de las emisiones de COVNM en este sector, en torno a 2030. La sustitución de la madera por pellets en el sector residencial contrarresta el aumento de emisiones de COVNM en dicho sector, debido al uso creciente de la biomasa en lugar de gas natural, efecto en el que deberá profundizarse para reflejar correctamente el uso de nuevos combustibles y tecnologías más eficientes en las próximas ediciones de las Proyecciones.

La proyección prevé un cumplimiento en el escenario *WaM* del compromiso de reducción establecido, en buena parte del período 2020-2029. Sin embargo, no se cumple el compromiso de reducción de -39% 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 fácilmente 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 compuestos, en función de la concentración, naturaleza y toxicidad de cada especie, los COVNM pueden afectar de forma directa a la salud humana. Además, estos compuestos son precursores del ozono troposférico, que es nocivo para el ser humano y es el principal agente que contribuye al *smog* fotoquímico.

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

En la siguiente tabla se resumen los datos de emisiones inventariadas (1990-2019) y proyectadas para los años pivote, así como datos sobre sus variaciones en los diferentes periodos.

Tabla 7. Datos de emisiones de COVNM y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 2005

	COVNM									
	Emisiones inventariadas				Emisiones proyectadas					
	1990	2000	2005	2015	2020		2030		2040	
				<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	
Emisiones (kt)	1.026	934	787	577	603,7	602,0	587,4	541,2	592,5	466,9
Variación respecto a 2005				-27%	-23%	-24%	-25%	-31%	-25%	-41%
Variación media anual entre años pivote					0,9%	0,9%	-0,3%	-1,0%	0,1%	-1,4%

#### 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 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 con medidas adicionales (*WaM*), las emisiones se desagregan según los principales sectores de actividad. El escenario tendencial (*WeM*) se representa sin desagregación, en la línea punteada.

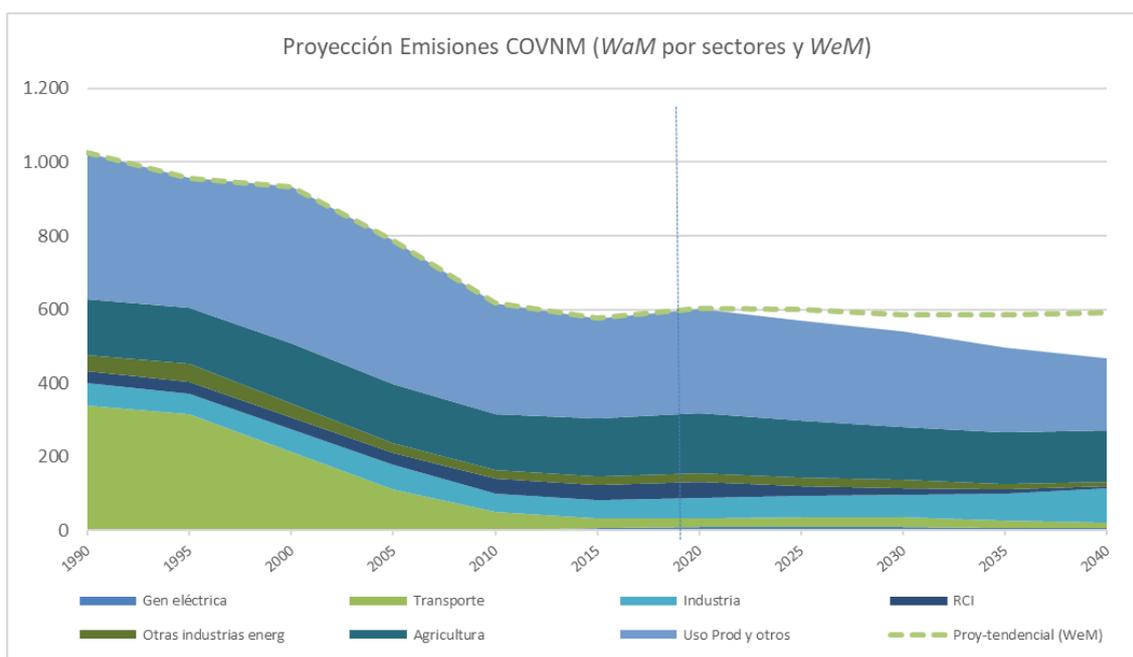


Figura 10. Evolución temporal de las emisiones de COVNM desde 1990 hasta 2040 distribuida por sectores de actividad

En el escenario tendencial (*WeM*) las emisiones proyectadas de COVNM presentan estabilidad durante todo el periodo proyectado, con tasas anuales de variación de entre -0,3% y +0,1%. Estas emisiones están mayoritariamente ligadas a dos componentes. Por un lado, el previsible aumento del consumo de productos generadores de estas emisiones para los que el efecto de las políticas de mitigación existentes es limitado, y la sustitución prevista de los vehículos diésel del parque móvil por vehículos de motor de gasolina contribuye al aumento de estas emisiones. Por otro lado, este aumento de las emisiones se vería compensado por la reducción de las emisiones en el sector residencial consecuencia de la sustitución del uso de leña por la combustión de pellets que utilizan calderas más eficientes. Según este escenario, las emisiones de COVNM en 2030 se estimarían en 587 kt, lo que supondría ya una disminución de -25% respecto a las de 2005. Esta reducción de -25% respecto a 2005 se mantendría en 2040.

El escenario con medidas adicionales (*WaM*) presenta una disminución de las emisiones de COVNM respecto al escenario con medidas existentes, fundamentalmente por medidas adicionales en el sector del uso de disolventes y pinturas. Otras causas son el incremento en el ritmo de sustitución de la leña por biomasa en forma de pellets en el sector residencial, que prevé el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, y en transporte por carretera, la sustitución adicional prevista de vehículos convencionales. En algunos años de la serie, se produciría un aumento de las emisiones ligadas a la generación eléctrica, por el incremento previsto del uso de biomasa como energía renovable.

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

Las emisiones de COVNM están esencialmente dominadas por el consumo de disolventes, pintura, cosméticos, productos farmacéuticos o aerosoles (sector “uso de productos y otros”), y en estos sectores es en donde se consiguen las principales reducciones de emisiones en el escenario *WaM*. Sin embargo, las proyecciones globales se ven afectadas también por efectos previstos en otros sectores de emisión. Por ejemplo, el aumento de los vehículos de gasolina en los años iniciales del escenario tendencial llevaría a un aumento de emisiones, que en el escenario *WaM* se contrarresta por el aumento de penetración de vehículos de energías alternativas en el parque móvil. Un efecto contrario ocurre en el sector de generación eléctrica, en el que la mayor penetración de la biomasa como combustible en este sector en el escenario *WaM* contemplado en el PNIEC hace aumentar las emisiones de COVNM respecto al escenario tendencial. En el sector RCI (Residencial, Comercial e Institucional) las reducciones se deben a la sustitución de la biomasa en forma de leña por pellets en calderas más eficientes, con menores tasas de emisión de COVNM.

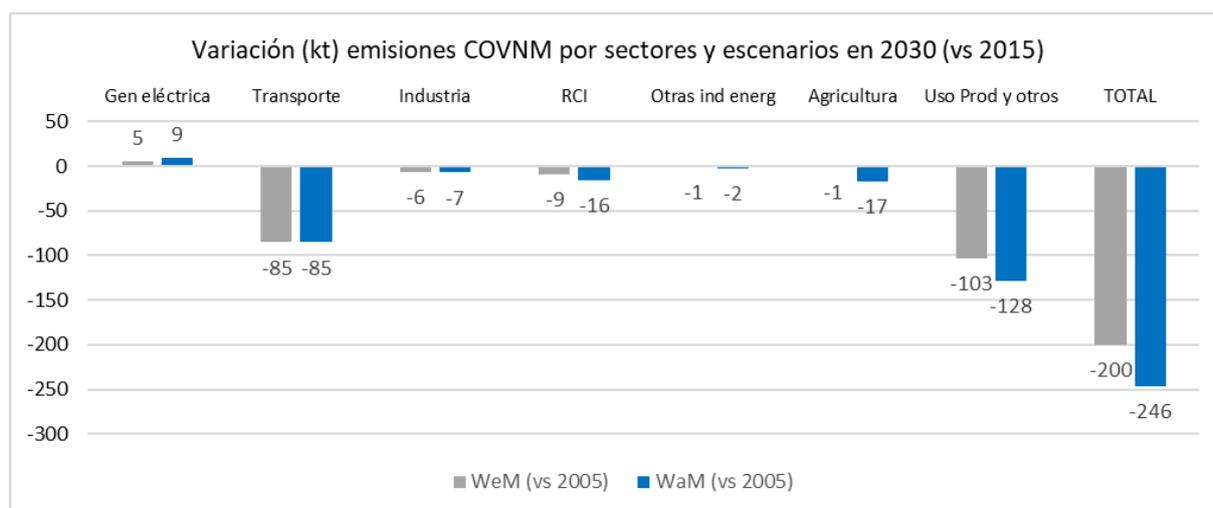


Figura 11. Variación absoluta (kt) de las emisiones de CONVM por sector en el año 2030 respecto al año 2005

Las principales Políticas y Medidas adicionales consideradas en escenario *WaM* que tienen efecto en comparación con el escenario *WeM* son: medidas en agricultura (paquete de medidas nº 12 de la lista de *PaM*, con un 36% del efecto esperado para el año 2030 por las medidas adicionales), y las relacionadas con el Uso de productos (paquete de medidas nº 15, que contribuiría con un 33% del total de reducciones del escenario *WaM* comparado con el escenario *WeM*. Dichas medidas son parametrizaciones del efecto de las Directivas 2010/75/EU, de emisiones industriales, 1999/12/CE sobre la limitación de emisiones de COVNM debidas al uso de disolventes orgánicos en ciertas actividades e instalaciones, y 2004/42/EC, sobre la limitación de emisiones de COVNM debidas al uso de disolventes orgánicos en ciertas pinturas y barnices. La reducción de la quema al aire libre de residuos agrícolas (restos de podas, incluida en el paquete de medidas nº 17 del listado de *PaM*, que contribuye con un 17% de las emisiones proyectadas. Por el contrario, el paquete de medidas nº 1 de la lista de *PaM* (cambios en el *mix* eléctrico) lleva a un incremento de emisiones de COVNM en 2030 en el escenario *WaM*, comparado con el escenario *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%, respecto al año 2005, y se deberán limitar las emisiones globales en un -39%, 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 2019, junto con las proyecciones y su relación con los límites fijados para España.

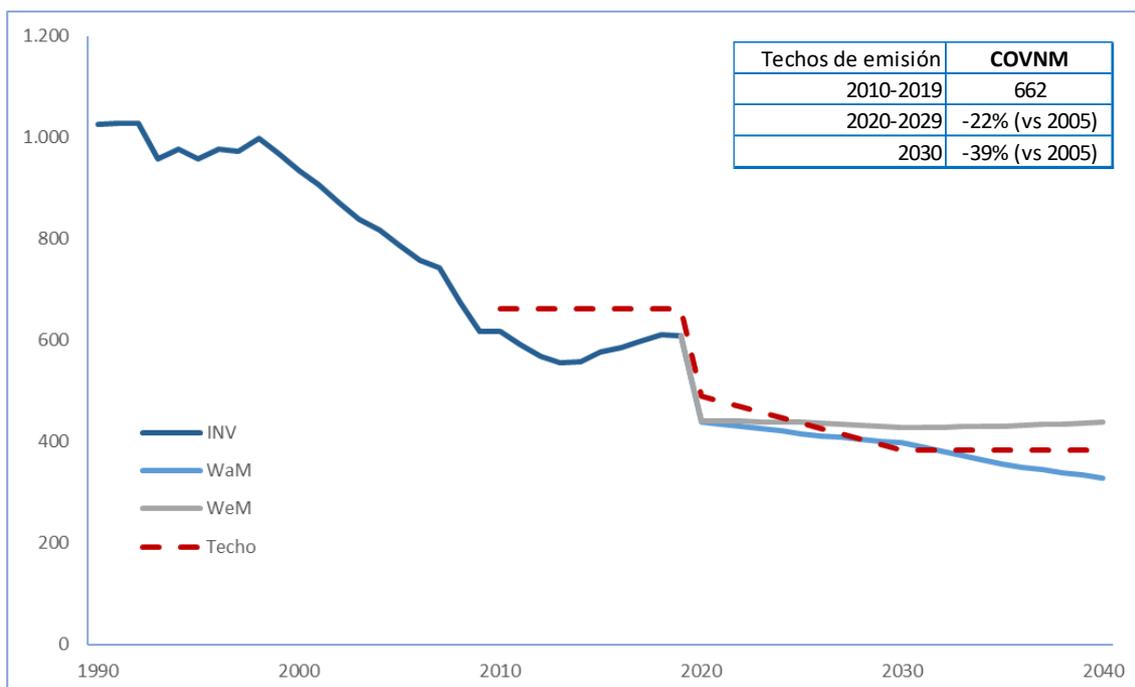


Figura 12. Evolución temporal de las emisiones de COVNM desde 1990 hasta 2040 y techos de emisión aplicables. (El escalón en 2020 se debe a la no inclusión de las actividades 3B y 3D)

Como se puede apreciar en la figura, en 2020 se prevé el cumplimiento del compromiso de reducción de -22% respecto a los niveles de 2005 establecido en la Directiva (EU) 2016/2284, en los dos escenarios (*WeM* y *WaM*), pero la trayectoria lineal proyectada no lleva al cumplimiento del compromiso de reducción para 2030. En el escenario *WeM* se dejaría la trayectoria lineal de cumplimiento en el año 2025, y en el escenario *WaM* se dejaría dicha trayectoria lineal de cumplimiento en el año proyectado 2028.

De acuerdo con los datos proyectados, en el año 2030 el escenario *WaM* alcanzaría un nivel de reducción de las emisiones de -37%, comparado con las emisiones de 2005, cuando el compromiso de reducción es de -39%. La perspectiva de incumplimiento para 2030, año final de aplicación del PNIEC y del PNCCA, tanto en el escenario tendencial (*WeM*) como en el escenario con medidas adicionales (*WaM*), 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.

Cumplimiento techos COVNM en escenarios proyectados									
	2019			2020			2030		
	Techo (kt)	Inventario (kt)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.
<i>WeM</i>	662	608	Sí	-22%	-30%	Sí	-39%	-32%	No
<i>WaM</i>		608	Sí		-30%	Sí		-37%	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 en 2020 y 2030

#### Tablas de reporte de las proyecciones de emisiones

A continuación se incluye la información a reportar para las emisiones proyectadas de COVNM según los formatos tabulares incluidos en el Anexo IV de las Directrices de 2014 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 8. Reporte en formato tabular de la proyección de emisiones de COVNM

		Emisiones proyectadas (kt)						
		COVNM						
		Escenario WeM				Escenario WaM		
Código NFR	Sector de actividad	2019	2020	2030	2040	2020	2030	2040
<b>1A1</b>	<b>Industrias energéticas</b>	10,30	10,45	8,86	4,60	10,58	12,93	8,23
<b>1A2</b>	<b>Industrias manufactureras y de construcción</b>	20,79	20,98	22,14	33,08	20,82	21,39	55,77
<b>1A3b</b>	<b>Transporte por carretera (TC)</b>	<b>20,17</b>	<b>21,16</b>	<b>23,06</b>	<b>21,16</b>	<b>21,12</b>	<b>23,24</b>	<b>11,99</b>
1A3bi	TC-Turismos	5,28	5,13	3,12	2,67	5,24	5,45	2,51
1A3bii	TC-Vehículos ligeros	0,42	0,43	0,46	0,46	0,41	0,31	0,05
1A3biii	TC-Vehículos pesados	1,25	1,26	1,23	1,13	1,24	1,06	0,49
1A3biv	TC-Motocicletas	11,40	12,40	17,57	16,45	12,26	13,52	7,26
1A3bv	TC-Evaporación gasolina	1,82	1,96	0,69	0,44	1,96	2,91	1,68
1A3bvi	TC-Neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvii	TC-Abrasión asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>1A3a,c,d,e</b>	<b>Otros tipos de transporte</b>	2,93	3,00	2,76	3,03	2,93	2,74	1,93
<b>1A4</b>	<b>Otros sectores (Comercial, residencial, etc)</b>	51,17	49,39	32,86	24,42	48,10	24,80	8,93
<b>1A5</b>	<b>Otros</b>	0,08	0,08	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09
<b>1B</b>	<b>Emisiones fugitivas</b>	23,20	23,54	23,45	22,48	23,28	22,19	13,68
<b>2A,B,C,H,I,J,K,L</b>	<b>Procesos industriales</b>	35,94	36,65	37,91	38,39	36,65	37,91	38,37
<b>2D, 2G</b>	<b>Uso de disolventes</b>	257,62	256,96	259,70	274,71	256,96	244,49	182,17
<b>3B</b>	<b>Cabaña ganadera y gestión de estiércoles</b>	<b>78,51</b>	<b>77,99</b>	<b>75,85</b>	<b>72,98</b>	<b>77,99</b>	<b>75,85</b>	<b>72,98</b>
3B1a	Vacuno lechero	22,34	22,22	21,35	19,77	22,22	21,35	19,77
3B1b	Vacuno de carne	17,17	17,03	16,28	15,47	17,03	16,28	15,47
3B2	Ovino	1,23	1,20	1,04	0,98	1,20	1,04	0,98
3B3	Porcino	14,14	14,31	14,50	14,45	14,31	14,50	14,45
3B4a	Búfalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3B4d	Caprino	0,62	0,56	0,58	0,55	0,56	0,58	0,55
3B4e	Caballar	1,08	1,10	1,28	1,29	1,10	1,28	1,29
3B4f	Mulas y asnos	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
3B4g	Avícola	21,87	21,53	20,76	20,42	21,53	20,76	20,42
3B4h	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>3D</b>	<b>Producción de Cultivos y suelos agrícolas</b>	86,26	85,75	83,62	80,83	85,75	67,15	65,30
<b>3F,I</b>	<b>Quemas de restos agrícolas</b>	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
<b>5</b>	<b>Residuos</b>	21,17	17,58	16,94	16,55	17,55	8,26	7,27
<b>6A</b>	<b>Otros</b>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>Total Nacional (Islas Canarias excluidas)</b>	<b>608,30</b>	<b>603,69</b>	<b>587,39</b>	<b>592,47</b>	<b>601,96</b>	<b>541,19</b>	<b>466,87</b>

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

### Resumen de resultados

La proyección de las emisiones de amoníaco en el escenario tendencial (*WeM*) permanece prácticamente constante debido a la compensación que se produce en las emisiones de las diferentes cabañas ganaderas y el limitado efecto de las políticas y medidas existentes. En el escenario con medidas adicionales (*WaM*), el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica contempla el impulso de medidas adicionales que reducirían las emisiones de NH<sub>3</sub> en -123 kt (-25%) respecto a las emisiones del año 2005. Se trata de medidas 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. Otras políticas y medidas se dirigen a la fertilización eficiente y sostenible de los cultivos, con el doble efecto de reducir la cantidad total de nitrógeno y de promover prácticas de aplicación y tratamiento del suelo que reduzcan las emisiones de amoníaco en los suelos agrícolas.

El techo absoluto fijado en la antigua Directiva 2001/81/CE, de Techos Nacionales de Emisión, que aplica a las emisiones del periodo 2010-2019 está claramente infraestimado según la actual metodología de cálculo de emisiones, y resulta imposible de cumplir técnicamente. Los nuevos compromisos de reducción de emisiones se cumplen en el escenario *WaM*, como resultado de las medidas del PNCCA.

El amoníaco es un gas incoloro, de olor muy penetrante. La exposición a altas concentraciones de amoníaco en el aire puede producir quemaduras. El aporte de nitrógeno del amoníaco es un nutriente muy importante para el desarrollo de plantas y vegetales. 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 por las actividades agrícolas (96%), tanto en la gestión de estiércoles animales dentro y fuera de las instalaciones agrarias, como por la aplicación a campo de componentes nitrogenados como fertilizantes.

### Tabla de datos de emisiones históricas y proyectadas

En la siguiente tabla se resumen los datos de emisiones inventariadas (1990-2019) y proyectadas para los años pivote, así como datos sobre sus variaciones en los diferentes periodos.

Tabla 9. Datos de emisiones de NH<sub>3</sub> y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 2005

	NH <sub>3</sub>									
	Emisiones inventariadas				Emisiones proyectadas					
	1990	2000	2005	2015	2020		2030		2040	
				<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	
Emisiones (kt)	466	524	483	453	463,8	464,1	453,2	360,6	441,5	350,9
Variación respecto a 2005				-6%	-4%	-4%	-6%	-25%	-9%	-27%
Variación media anual entre años pivote					0,5%	0,5%	-0,2%	-2,2%	-0,3%	-0,3%

### Análisis de las emisiones históricas

Las emisiones de NH<sub>3</sub> han permanecido relativamente estables 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, aumentan las emisiones como resultado de la combinación de un incremento de la cabaña ganadera, primordialmente la porcina, y del uso de fertilizantes inorgánicos.

### Análisis de las proyecciones de emisiones

La siguiente figura muestra la proyección de las emisiones de NH<sub>3</sub> 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 tendencial (*WeM*), que se representa en la línea punteada, no se ha desagregado.

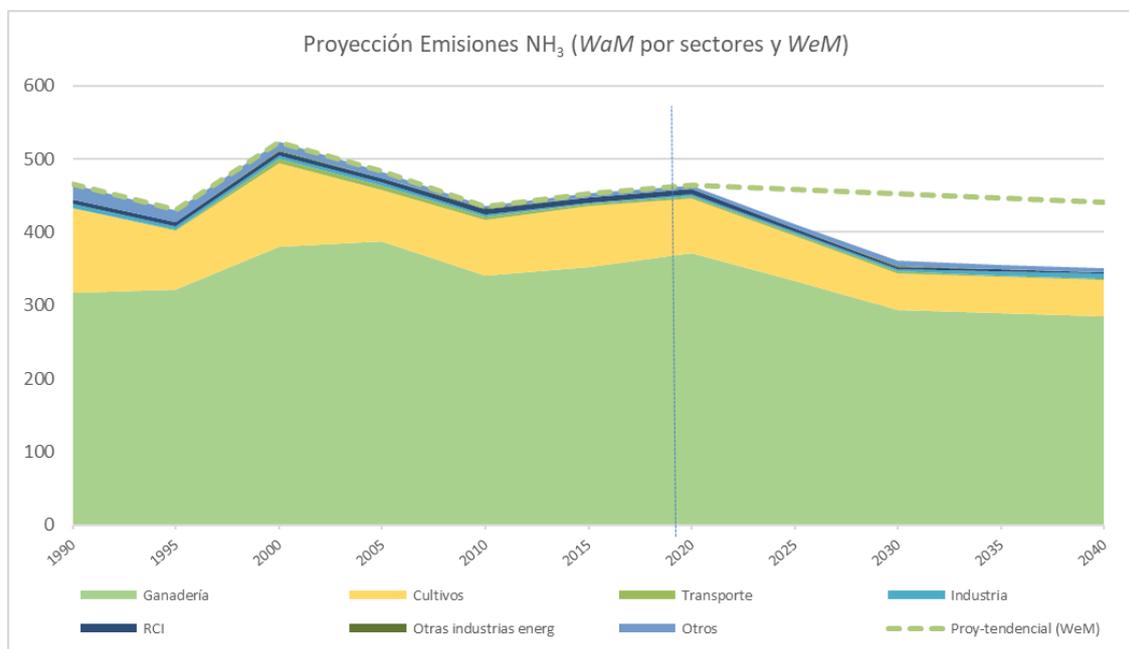


Figura 13. Evolución temporal de las emisiones de NH<sub>3</sub> desde 1990 hasta 2040 distribuida por sectores de actividad

En el escenario tendencial (*WeM*) las emisiones proyectadas de amoníaco permanecen prácticamente constantes a lo largo de todo el periodo proyectado, con tasas de variación medias anuales de entre -0,2% y -0,3%. Según este escenario, en 2030 se alcanzarían unas emisiones de 453 kt. Este nivel de emisión sería un -6% inferior que el dato inventariado para 2005.

En el escenario con medidas adicionales (*WaM*), el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica contempla el impulso de medidas adicionales tanto en la gestión de estiércoles dentro y fuera de granja como en la optimización del uso de fertilizantes en los cultivos agrícolas. Según este escenario, las emisiones de NH<sub>3</sub> se reducirían con tasa media del -2,2% anual en la década de los 2020, lo que permitiría alcanzar en 2030 niveles globales de reducción de las emisiones de amoníaco del -25% respecto al año 2005.

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

Como se ha comentado, las emisiones de NH<sub>3</sub> 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 una previsible evolución de las cabañas de vacuno lechero y no lechero, ovino, porcino (blanco e ibérico), aves de corral, cabras y caballos para el período previsto, que han sido proporcionados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, con base en datos históricos y previsiones de mercado de la producción ganadera. 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 estimación de las emisiones proyectadas derivadas de las actividades de manejo de cultivos, se han tenido en cuenta tanto las áreas de cultivo totales (incluido el arroz) como la cantidad total y el tipo de fertilizantes inorgánicos aplicados al campo como fertilizantes. Dentro de estas prácticas, también se ha tenido en cuenta el nivel actual de implementación de buenas prácticas y su evolución futura previsible.

En el escenario con medidas adicionales (*WaM*), las medidas contempladas en el PNCCA tienen un impacto directo en las emisiones, reduciéndolas en 2030 un -25% (-123 kt) respecto al año 2005. Estas medidas están encaminadas, por un lado, a mejorar la gestión de los estiércoles de bovino, porcino y aves, tanto dentro de granja por aplicación de las MTDs de los documentos *BREF*, como fuera, por la limitación del esparcido de los purines a campo y la aplicación de técnicas que reducen las emisiones de este contaminante (enterrado a las pocas horas o mediante aplicación por manguitos). Por otro lado, las políticas y medidas dirigidas a una fertilización sostenible y eficiente de los cultivos tendrían el doble efecto de reducir la cantidad total de compuestos nitrogenados y poner en práctica modelos de aplicación y de gestión de suelos que reducirían igualmente las emisiones de amoníaco de este sector.

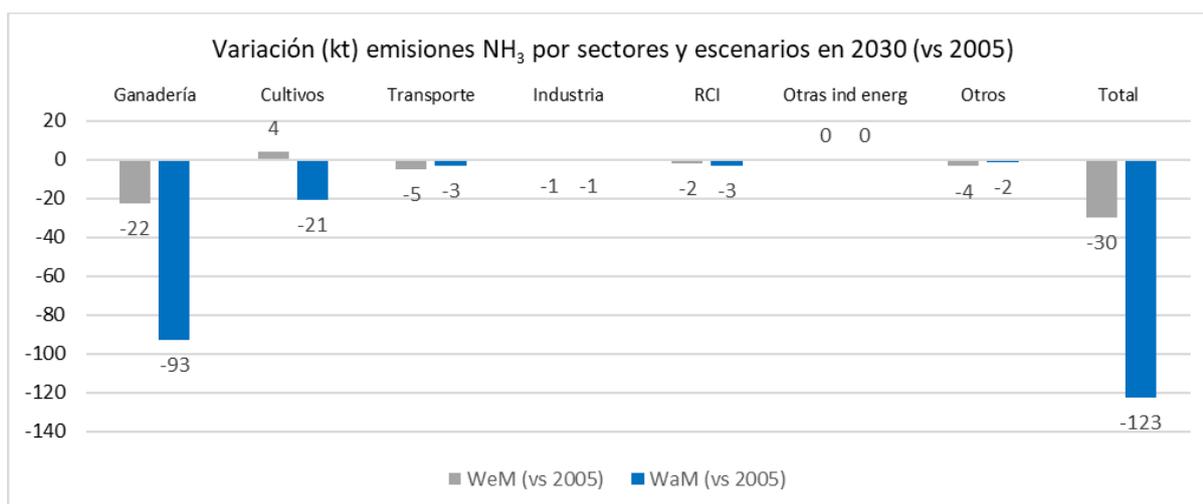


Figura 14. Variación absoluta (kt) de las emisiones de NH<sub>3</sub> por sector en el año 2030 respecto al año 2005

Como se aprecia en la figura, las principales medidas que tienen efecto en las proyecciones de amoníaco son:

- i. paquete de mejoras en sistemas de gestión de estiércoles (bovino, porcino y aves), aplicación de MTDs de documentos *BREF* (paquete de medidas nº 13 del listado de *PaM*, que contribuiría en su conjunto en un 64% a la variación adicional de emisiones de amoníaco proyectada para el año 2030 en el escenario *WaM*, comparada con el escenario *WeM*);
- ii. paquete de mejoras en prácticas de fertilización de cultivos y mejoras en la aplicación de estiércoles a campo (bovino porcino)-MTDs-*BREF* (paquete de medidas nº 12 con una contribución del 39% a la variación adicional del escenario *WaM* frente al *WeM* en 2030).

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

La Directiva UE/2016/2284 establece que se deberán reducir las emisiones de NH<sub>3</sub> en un -3%, respecto al año 2005, en el período 2020-2029, y se deberán limitar las emisiones globales en un -16%, 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 2019, junto con las proyecciones y su relación con los compromisos nacionales de reducción fijados para España.

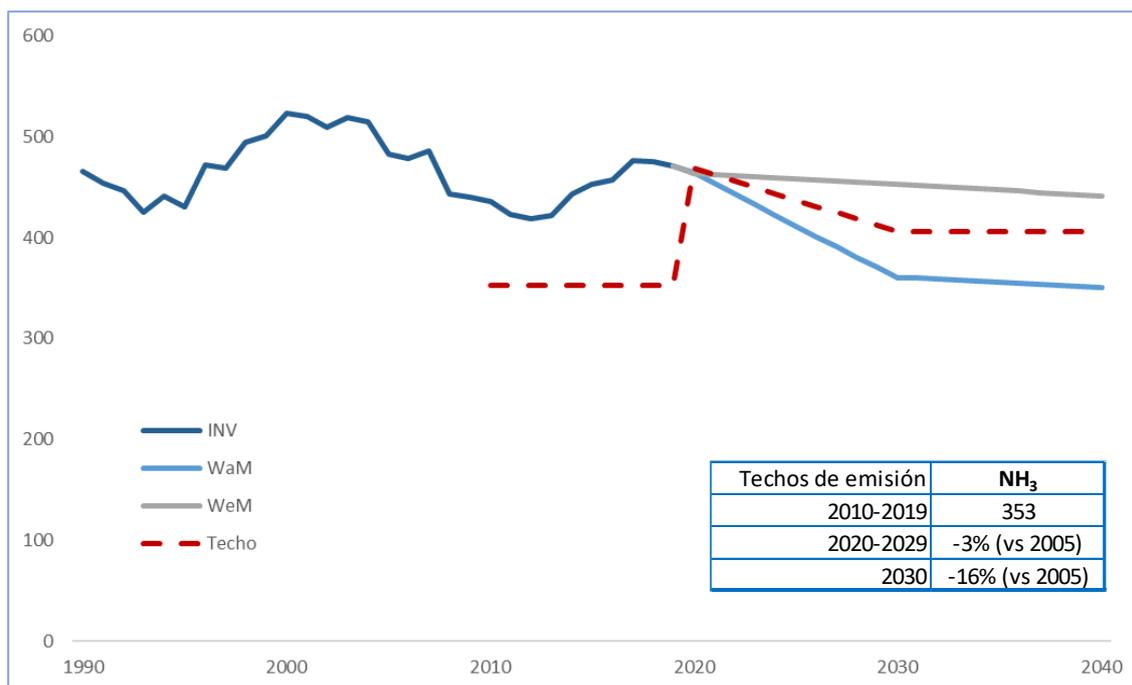


Figura 15. Evolución temporal de las emisiones de NH<sub>3</sub> desde 1990 hasta 2040 y techos de emisión aplicables

La primera lectura que se ha de hacer de la evaluación del cumplimiento de los techos de emisión es que el techo absoluto fijado para el periodo 2010-2019 está claramente infraestimado según la actual metodología de cálculo de emisiones. Este techo fijo se estableció hace 20 años (en 1999, en el marco de las negociaciones del Protocolo de Gotemburgo) y de acuerdo con metodologías ya obsoletas. El techo así infraestimado no se podría cumplir técnicamente hasta la entrada en vigor de los techos relativos a partir del año 2020.

Como se puede apreciar en la figura, la proyección de las emisiones en el escenario tendencial (*WeM*), solamente teniendo en cuenta las medidas existentes, prevé un incumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones en la mayor parte del periodo proyectado. Sin embargo, en el escenario *WaM*, como resultado del efecto de las medidas adicionales incluidas en el PNCCA se cumplirían los techos de emisión fijados por la Directiva UE/2016/2284 a partir del año 2020.

Cumplimiento techos NH <sub>3</sub> en escenarios proyectados									
2019			2020			2030			
	Techo (kt)	Inventario (kt)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.
<i>WeM</i>	353	471	No	-3%	-4%	Sí	-16%	-6%	No
<i>WaM</i>		471	No		-4%	Sí		-25%	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 según los formatos tabulares incluidos en el Anexo IV de las Directrices de 2014 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 10. Reporte en formato tabular de la proyección de emisiones de NH<sub>3</sub>

		Emisiones proyectadas (kt)						
		NH <sub>3</sub>						
		Escenario WeM				Escenario WeM		
Código NFR	Sector de actividad	2019	2020	2030	2040	2020	2030	2040
<b>1A1</b>	<b>Industrias energéticas</b>	1,48	1,45	1,54	0,64	1,51	2,92	2,07
<b>1A2</b>	<b>Industrias manufactureras y de construcción</b>	1,58	1,63	1,99	3,41	1,62	1,92	6,33
<b>1A3b</b>	<b>Transporte por carretera (TC)</b>	<b>2,17</b>	<b>2,07</b>	<b>1,04</b>	<b>0,87</b>	<b>2,17</b>	<b>2,78</b>	<b>1,29</b>
1A3bi	TC-Turismos	1,89	1,77	0,71	0,57	1,88	2,53	1,18
1A3bii	TC-Vehículos ligeros	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00
1A3biii	TC-Vehículos pesados	0,23	0,24	0,26	0,23	0,23	0,20	0,10
1A3biv	TC-Motocicletas	0,03	0,03	0,05	0,04	0,03	0,04	0,02
1A3bv	TC-Evaporación gasolina	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvi	TC-Neumáticos y frenos	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvii	TC-Abrasión asfalto	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>1A3a,c,d,e</b>	<b>Otros tipos de transporte</b>	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
<b>1A4</b>	<b>Otros sectores</b> (Comercial, residencial, etc)	7,39	7,07	4,28	2,71	6,87	3,25	0,89
<b>1A5</b>	<b>Otros</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>1B</b>	<b>Emisiones fugitivas</b>	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,00
<b>2A,B,C,H,I,J,K,L</b>	<b>Procesos industriales</b>	1,39	1,42	1,58	1,69	1,42	1,58	1,68
<b>2D, 2G</b>	<b>Uso de disolventes</b>	0,28	0,29	0,34	0,38	0,29	0,34	0,19
<b>3B</b>	<b>Cabaña ganadera y gestión de estiércoles</b>	<b>204,95</b>	<b>201,61</b>	<b>197,71</b>	<b>192,32</b>	<b>201,61</b>	<b>161,33</b>	<b>155,82</b>
3B1a	Vacuno lechero	28,78	28,63	27,51	25,47	28,63	17,82	15,92
3B1b	Vacuno de carne	38,50	38,28	36,61	34,78	38,28	24,73	23,21
3B2	Ovino	9,83	8,81	7,59	7,21	8,81	7,59	7,21
3B3	Porcino	73,16	72,39	72,90	72,63	72,39	64,98	64,02
3B4a	Búfalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3B4d	Caprino	5,40	5,24	5,50	5,23	5,24	5,50	5,23
3B4e	Caballar	5,24	5,17	6,03	6,07	5,17	6,03	6,07
3B4f	Mulas y asnos	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
3B4g	Avícola	43,97	43,01	41,49	40,86	43,01	34,60	34,08
3B4h	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>3D</b>	<b>Producción de Cultivos y suelos agrícolas</b>	248,11	244,37	240,58	235,15	244,35	181,56	177,92
<b>3F,I</b>	<b>Quemas de restos agrícolas</b>	0,80	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
<b>5</b>	<b>Residuos</b>	3,06	3,07	3,33	3,51	3,44	4,04	3,92
<b>6A</b>	<b>Otros</b>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>Total Nacional (Islas Canarias excluidas)</b>	<b>471,25</b>	<b>463,81</b>	<b>453,23</b>	<b>441,52</b>	<b>464,12</b>	<b>360,56</b>	<b>350,91</b>

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

### Resumen de resultados

La proyección de las emisiones de material particulado fino (PM<sub>2,5</sub>) en el escenario tendencial (*WeM*) presenta una tendencia descendente constante a lo largo de toda la serie vinculada a la sustitución de los combustibles tradicionales de biomasa y a los avances tecnológicos previsible en los sistemas de combustión y calefacción domésticos. En este escenario con las medidas ya existentes, los niveles totales de PM<sub>2,5</sub> proyectados se reducen en 2030 en un -30%, comparados con los del año 2005.

En el escenario con medidas adicionales (*WaM*) a partir del año 2020 la tasa interanual de reducción de las emisiones es mayor, debido a la reducción de las prácticas de quema al aire libre de restos de poda de árboles frutales, vid y olivo, y a las previsiones del PNIEC de fortalecimiento del uso de pellets como combustible en el sector residencial, en detrimento de la combustión de biomasa tradicional. Esto supone que los niveles de las emisiones se reducirán en un -52% en 2030, en comparación con 2005.

La proyección prevé el cumplimiento de los compromisos de reducción de emisiones en el escenario con medidas adicionales (*WaM*), en todos los horizontes temporales proyectados.

El material particulado fino (PM<sub>2,5</sub>) está formado por partículas sólidas o líquidas de polvo, cenizas, hollín, partículas metálicas, cemento o polen, dispersas en la atmósfera, y 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 combustión doméstica, comercial e institucional, la industria y el transporte por carretera representan las principales fuentes de emisión de estas partículas, junto con las quemaduras en campo de los residuos de poda de olivos, vides y árboles frutales.

### Tabla de datos de emisiones históricas y proyectadas

En la siguiente tabla se resumen los datos de emisiones inventariadas (1990-2019) y proyectadas para los años pivote, así como datos sobre sus variaciones en los diferentes periodos.

Tabla 11. Datos de emisiones de PM<sub>2,5</sub> y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 2005

	PM <sub>2,5</sub>									
	Emisiones inventariadas				Emisiones proyectadas					
	1990	2000	2005	2015	2020		2030		2040	
				<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	
Emisiones (kt)	-	164	147	128	123,6	121,5	103,6	71,0	97,8	68,5
Variación respecto a 2005				-13%	-16%	-17%	-30%	-52%	-33%	-53%
Variación media anual entre años pivote					-0,7%	-1,0%	-1,6%	-4,2%	-0,6%	-0,4%

### 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. La segunda fuente emisora por relevancia es la quema en campo de residuos agrícolas, principalmente los derivados de la poda de árboles frutales, vid y olivo. A continuación, le siguen 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 RCI, residencial, comercial e institucional 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<sub>2,5</sub>, junto con las últimas emisiones históricas inventariadas. Para el escenario con medidas adicionales (*WaM*) y para las emisiones históricas, éstas se han desagregado según los principales sectores de actividad. En el escenario tendencial (*WeM*) se representan de forma global, sin desagregación, en la línea punteada.

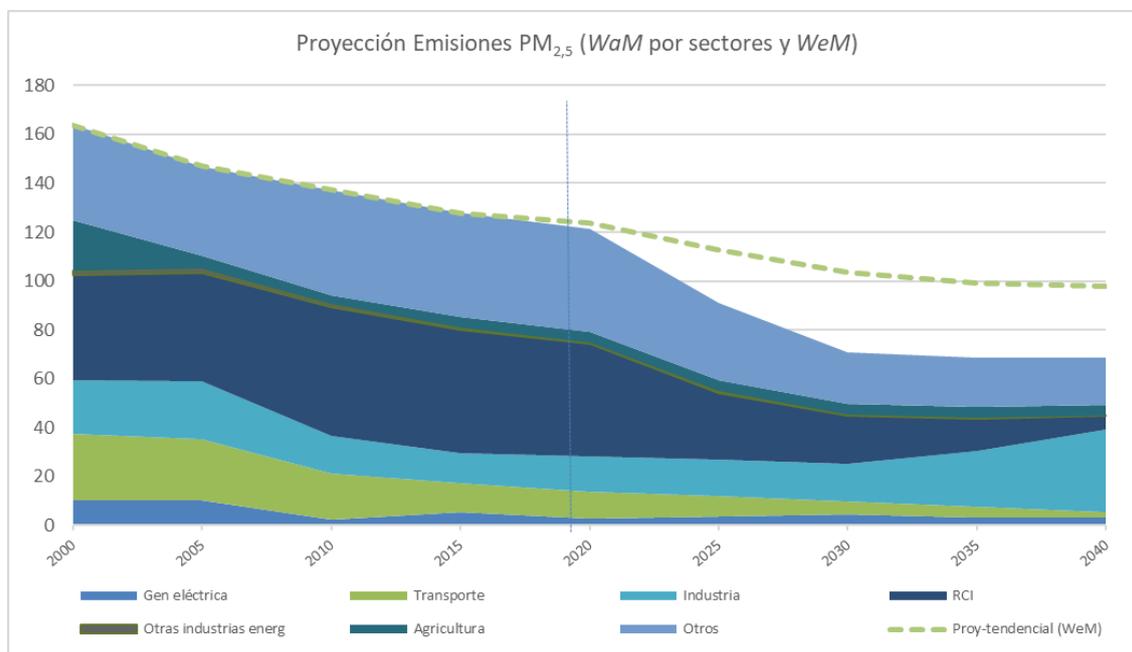


Figura 15. Evolución temporal de las emisiones de PM<sub>2,5</sub> desde 2000 hasta 2040 distribuida por sectores de actividad

En el escenario tendencial (*WeM*) las emisiones proyectadas de PM<sub>2,5</sub> se reducen a lo largo de toda la serie proyectada, con tasas de reducción medias anuales de -1,6% en la primera década proyectada, que pasan a ser de -0,6% en la década 2030-2040. La principal área de reducción de las emisiones en el sector RCI está vinculada a la sustitución de los combustibles tradicionales carbón y leña por otros con menores emisiones de partículas (gas natural y pellets) y a los avances tecnológicos previsibles en los sistemas de combustión y calefacción domésticos.

En este escenario se proyectan reducciones totales de emisiones de material particulado fino en el año 2030 de -43 kt respecto a las del año 2005, lo que supone una reducción de -30%.

En el escenario con medidas adicionales (*WaM*) la tasa media anual de reducción de las emisiones es de -4,2% en la década 2020-2030, pasando a ser -0,4% de media anual en 2030-2040. Por ello, se deberá analizar la posibilidad de diseñar medidas más allá de las previstas en el PNIÉC y en el PNCCA de fortalecimiento del uso de pellets como combustible en el sector residencial y en el PNCCA de reducción de las prácticas de quema de restos de poda de árboles frutales, vid y olivo. Con las medidas consideradas, en el escenario *WaM* se alcanzan en 2030 niveles de reducción de las emisiones del -52% respecto a 2005.

### 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 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; y la limitación de las prácticas de quema de los restos de poda de árboles frutales, vides y olivos.

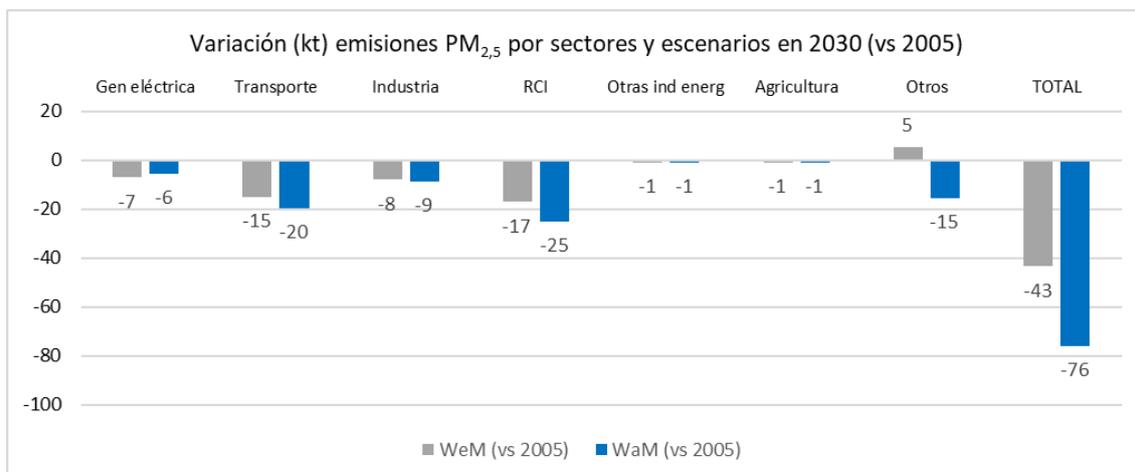


Figura 16. Variación absoluta (kt) de las emisiones de PM<sub>2,5</sub> por sector en el año 2030 respecto al año 2005

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

- i. medida de limitación de las prácticas de quema de los restos de poda de árboles frutales, olivos y vides (paquete de medidas nº 17 del listado de *PaM*, que contribuiría en su conjunto en un 63% a la variación adicional de emisiones de PM<sub>2,5</sub> en el año 2030 en el escenario *WaM*, respecto al escenario *WeM*);
- ii. paquete de medidas relativas al sector residencial (eficiencia energética y cambios en el *mix* energético previstos en el PNIEC, mejoras tecnológicas, directiva de Ecodiseño aplicable a los productos relacionados con energía y reglamentos relativos, a los requisitos de diseño ecológico aplicables a calderas y aparatos de calefacción local) (paquete de medidas nº 9 con una contribución del 24% a la variación adicional del escenario *WaM* frente al *WeM* en 2030).

#### 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% respecto al año 2005, y a partir del año 2030, en un -50%, 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 2000 a 2019, junto con las proyecciones y su relación con los compromisos de reducción de emisiones fijados para España en la Directiva UE/2016/2284.

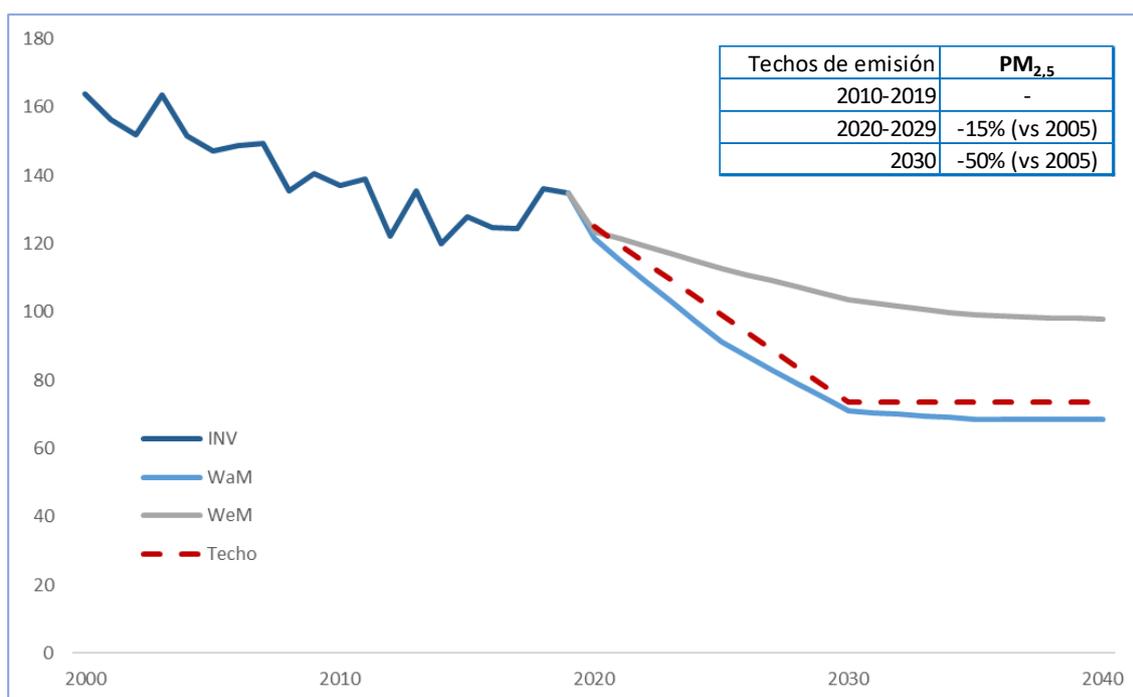


Figura 17. Evolución temporal de las emisiones de PM<sub>2,5</sub> desde 2000 hasta 2040 y techos de emisión aplicables

Como se puede apreciar en la figura, la proyección de las emisiones prevé un incumplimiento de los límites de emisión en el escenario tendencial (*WeM*) para prácticamente todo el periodo proyectado. Sin embargo, en la proyección del escenario con medidas adicionales se cumpliría con el techo de emisión en todos los años proyectados.

	Cumplimiento techos PM <sub>2,5</sub> en escenarios proyectados								
	2019			2020			2030		
	Techo (kt)	Inventario (kt)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.	Techo (1)	Proyección (2)	Cumplim.
<i>WeM</i>	NA	NA	NA	-15%	-16%	Sí	-50%	-30%	No
<i>WaM</i>	NA	NA	NA	-15%	-17%	Sí	-50%	-52%	Sí

NA: no aplica. Los techos de emisión para PM<sub>2,5</sub> son solo aplicables a partir del año 2020.

(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> según los formatos tabulares incluidos en el Anexo IV de las Directrices de 2014 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 PM<sub>2,5</sub>

		Emisiones proyectadas (kt)						
		<i>PM<sub>2,5</sub></i>						
		Escenario WeM				Escenario WeM		
<i>Código NFR</i>	<i>Sector de actividad</i>	<i>2019</i>	<i>2020</i>	<i>2030</i>	<i>2040</i>	<i>2020</i>	<i>2030</i>	<i>2040</i>
<b>1A1</b>	<b>Industrias energéticas</b>	3,32	3,29	3,35	1,94	3,36	4,87	3,40
<b>1A2</b>	<b>Industrias manufactureras y de construcción</b>	8,63	8,79	9,79	15,72	8,72	9,20	27,50
<b>1A3b</b>	<b>Transporte por carretera (TC)</b>	<b>8,88</b>	<b>8,88</b>	<b>8,80</b>	<b>7,66</b>	<b>8,59</b>	<b>4,12</b>	<b>1,51</b>
1A3bi	TC-Turismos	2,47	2,61	2,98	2,74	2,42	0,32	0,08
1A3bii	TC-Vehículos ligeros	0,38	0,39	0,43	0,43	0,38	0,29	0,04
1A3biii	TC-Vehículos pesados	0,71	0,71	0,70	0,63	0,70	0,54	0,26
1A3biv	TC-Motocicletas	0,14	0,15	0,21	0,20	0,15	0,16	0,09
1A3bv	TC-Evaporación gasolina	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1A3bvi	TC-Neumáticos y frenos	3,28	3,19	2,85	2,32	3,15	1,79	0,66
1A3bvii	TC-Abrasión asfalto	1,89	1,83	1,63	1,33	1,80	1,02	0,38
<b>1A3a,c,d,e</b>	<b>Otros tipos de transporte</b>	2,37	2,11	1,25	1,38	2,08	1,18	0,82
<b>1A4</b>	<b>Otros sectores</b> (Comercial, residencial, etc)	52,61	50,45	30,04	20,20	49,05	21,90	6,55
<b>1A5</b>	<b>Otros</b>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
<b>1B</b>	<b>Emisiones fugitivas</b>	0,25	0,25	0,27	0,27	0,25	0,27	0,08
<b>2A,B,C,H,I,J,K,L</b>	<b>Procesos industriales</b>	5,85	6,02	5,97	6,30	5,68	5,97	6,26
<b>2D, 2G</b>	<b>Uso de disolventes</b>	2,10	2,15	2,50	2,78	2,15	2,50	1,39
<b>3B</b>	<b>Cabaña ganadera y gestión de estiércoles</b>	<b>1,74</b>	<b>1,72</b>	<b>1,67</b>	<b>1,61</b>	<b>1,72</b>	<b>1,67</b>	<b>1,61</b>
3B1a	Vacuno lechero	0,33	0,33	0,32	0,29	0,33	0,32	0,29
3B1b	Vacuno de carne	0,37	0,37	0,35	0,33	0,37	0,35	0,33
3B2	Ovino	0,09	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07
3B3	Porcino	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
3B4a	Búfalo	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3B4d	Caprino	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
3B4e	Caballar	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04
3B4f	Mulas y asnos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3B4g	Avícola	0,69	0,69	0,67	0,66	0,69	0,67	0,66
3B4h	Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>3D</b>	<b>Producción de Cultivos y suelos agrícolas</b>	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
<b>3F,I</b>	<b>Quemas de restos agrícolas</b>	1,79	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78
<b>5</b>	<b>Residuos</b>	46,25	37,07	37,08	37,12	37,07	16,50	16,54
<b>6A</b>	<b>Otros</b>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>TOTAL NACIONAL</b>	<b>Total Nacional (Islas Canarias excluidas)</b>	<b>134,83</b>	<b>123,57</b>	<b>103,56</b>	<b>97,82</b>	<b>121,51</b>	<b>71,01</b>	<b>68,51</b>

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

A continuación se presentan los principales resultados para las proyecciones de emisiones totales de gases de efecto invernadero. La base sobre la que se han construido estas proyecciones es el escenario de referencia utilizado en el Plan Nacional de Energía y Clima<sup>15</sup>, que también utiliza la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo, actualizado a partir de las emisiones de la última edición del Inventario Nacional (serie temporal 1990-2019).

La proyección de las emisiones de GEI hasta 2040 presenta una tendencia decreciente en el escenario tendencial (*WeM*), con una pendiente que se va incrementando, sin llegar a reducciones muy ambiciosas respecto al año 1990.

Es en el escenario con medidas adicionales (*WaM*), según se recogen en el Plan Nacional de Energía y Clima, donde se consigue un -23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en 2030 respecto a 1990, con reducciones en prácticamente todos los sectores de actividad. El principal descenso de las emisiones en el escenario *WaM* se produce en los sectores de la generación de electricidad, transporte e industria. A partir de 2030 se continúan las medidas del PNIEC, complementadas con las de la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo.

En la siguiente tabla se resumen los datos de emisiones inventariadas (1990-2019) y proyectadas para los años pivote, así como datos sobre sus variaciones en los diferentes periodos.

Tabla 13. Datos de emisiones de GEI y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 2005

	GEI									
	Emisiones inventariadas				Emisiones proyectadas					
	1990	2000	2005	2015	2020		2030		2040	
					<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>	<i>WeM</i>	<i>WaM</i>
Emisiones (kt)	290.001	388.212	442.075	336.995	313.921,2	308.020,8	298.778,1	223.535,5	275.641,8	116.355,4
Variación respecto a 2005				-24%	-29%	-30%	-32%	-49%	-38%	-74%
Variación respecto a 1990					8%	6%	3%	-23%	-5%	-60%
Variación media anual entre años pivote					-1,4%	-1,7%	-0,5%	-2,7%	-0,8%	-4,8%

### 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 cuatro fases ligado al crecimiento económico, la población o el consumo energético en España desde 1990. En la primera mitad de los años 90 la tendencia presenta un crecimiento errático, ligado al crecimiento económico del país de los primeros años de la década y a la recesión económica de los años 1992 y 1993. La fase expansiva experimentada por la economía y la población española entre 1995 y 2008 tiene su reflejo en un incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero, alcanzando su nivel máximo de la serie en el año 2007 con 446 Mt de CO<sub>2</sub>-eq estimadas (+53.9 % respecto a los niveles de 1990). A partir del año 2008, con el inicio de la crisis económica, se observa una marcada disminución de las emisiones nacionales hasta el año 2013. En los últimos años de la serie, a pesar de la recuperación de los niveles de crecimiento macroeconómicos, las emisiones globales muestran una relativa estabilización, con descensos tanto en 2018 como en 2019.

### Análisis de las proyecciones de emisiones

La siguiente figura muestra la proyección de las emisiones de GEI para los horizontes temporales 2020-2040 junto con las últimas emisiones históricas inventariadas (serie 1990-2019). Las emisiones

<sup>15</sup> [https://www.miteco.gob.es/images/es/pnieccompleto\\_tcm30-508410.pdf](https://www.miteco.gob.es/images/es/pnieccompleto_tcm30-508410.pdf)

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.

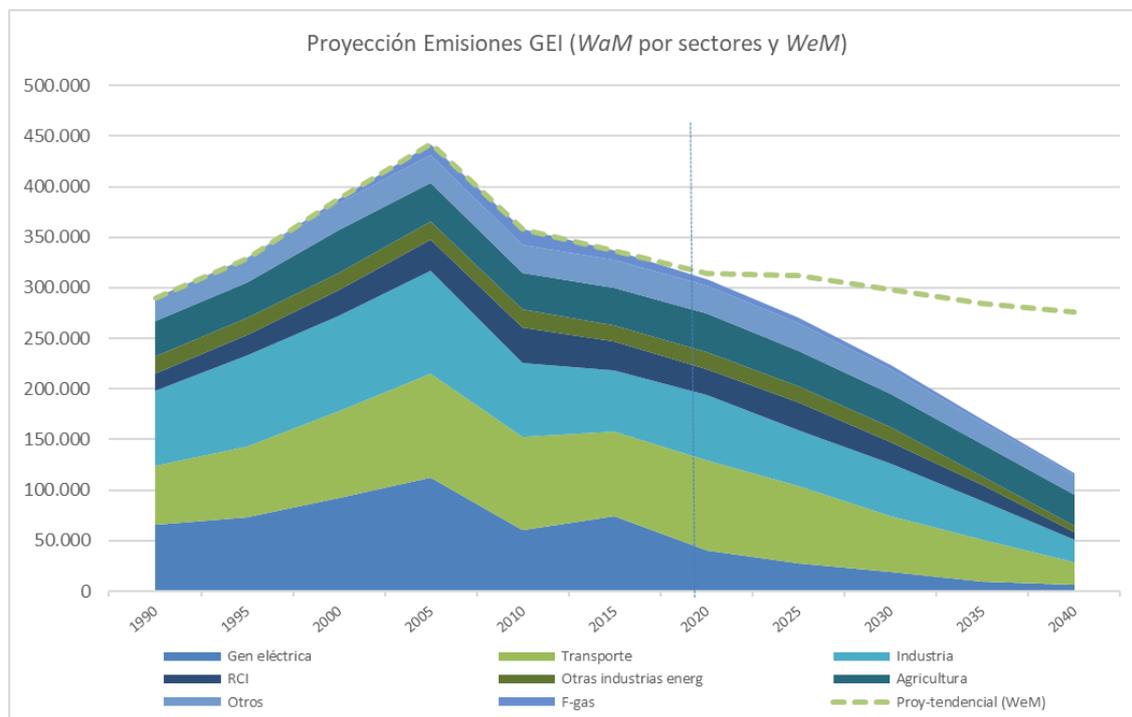


Figura 18. Evolución temporal de las emisiones de GEI desde 1990 hasta 2040 distribuida por sectores de actividad para el escenario *WaM* y agregada para el escenario *WeM*

En el escenario tendencial (*WeM*) en el que únicamente se ha tenido en cuenta el impacto de las políticas y medidas ya existentes, las emisiones proyectadas presentan una tendencia moderada a la baja en relación con 1990. Con tasas anuales de reducción de emisiones medias de -0,5% y de -0,8% en cada una de las décadas proyectadas, las emisiones de GEI aumentarían un +3% en 2030 respecto al año 1990, y se reducirían en un -5% en 2040 con relación a las emisiones de 1990.

Las emisiones de GEI para la serie proyectada, en el escenario con medidas adicionales (*WaM*) previstas en el PNIEC, sí muestran una reducción clara de las emisiones de gases de efecto invernadero. Entre 2020 y 2030, las proyecciones muestran una tasa media de reducción anual de las emisiones de -2,7% (casi seis veces superior a la del escenario tendencial). En este escenario se alcanza previsiblemente un 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990. El principal descenso de las emisiones hasta el año 2030 en el escenario *WaM* se produce en los sectores de la generación de electricidad, transporte, industria y sector Residencial, Comercial e Institucional. Finalmente, en el periodo entre 2030 y 2040 se acentúa el efecto de mitigación al añadirse medidas adicionales planteadas en la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo, lográndose una tasa media de reducción anual de las emisiones del -4,8%, con una estimación tentativa de emisiones un -60% inferiores en 2040 a las de 1990.

#### 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) en principio se incrementan en los dos escenarios proyectados, por el previsible crecimiento económico; sin embargo, dicho crecimiento se desacopla de las emisiones 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 medidas existentes dirigidas a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero están el ya iniciado cambio del *mix* eléctrico, en el que se sustituyen los combustibles fósiles más emisores de CO<sub>2</sub>, y las medidas en relación con el transporte por carretera, que también prevé el uso de combustibles alternativos.

En el escenario con medidas adicionales, se ampliaría el efecto de las medidas de mitigación en todos los sectores de actividad. Para el año 2030, el conjunto de medidas relacionadas con el transporte por carretera contribuiría con una reducción de -32.800 kt de CO<sub>2</sub>-eq, sobre las reducciones que ya preveía el escenario *WeM*. Las emisiones de las actividades de generación de electricidad registrarían una disminución de -23.645 kt de CO<sub>2</sub>-eq en comparación con el escenario *WeM*, debido al cese del uso de carbón y a una mayor penetración de las fuentes renovables.

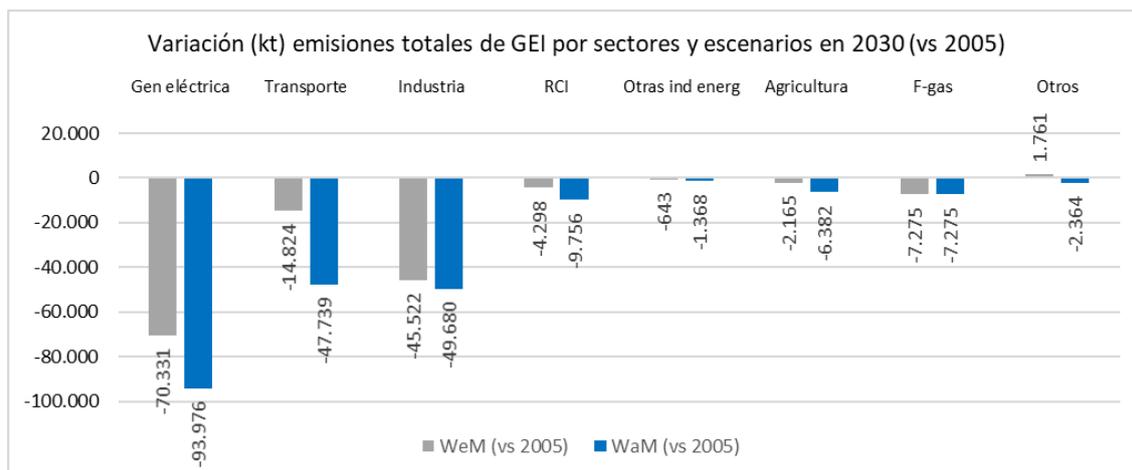


Figura 19. Variación absoluta (kt) de las emisiones de GEI por sector en el año 2030 respecto al año 2005

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

- i. la renovación del parque automovilístico y la progresiva incorporación de modelos nuevos con menores o nulos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero (paquete de medidas nº 6 del listado de *PaM*, que contribuiría en su conjunto en un 44% de reducciones adicionales para el año 2030 en el escenario *WaM* respecto al escenario *WeM*);
- ii. los cambios en el mix eléctrico en relación al abandono del consumo de carbón y reducción de uso de productos petrolíferos en las centrales térmicas (paquete de medidas nº 1 con una contribución del 31% a las reducciones adicionales del escenario *WaM* respecto al escenario *WeM* en 2030);
- iii. la paulatina introducción de medidas de eficiencia energética y abatimiento de emisiones en las grandes y medianas instalaciones de combustión e industriales (paquete de medidas nº 2 con una contribución del 4% a las reducciones adicionales del escenario *WaM* frente al *WeM*, en 2030).

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

Tabla 14: Efecto de las *PaM* en el escenario *WaM* de las emisiones de GEI en el año 2030

Grupo <i>PaM</i>	Nombre genérico del grupo <i>PaM</i>	Sector	2030	% contr
1	Paquete Mix energético	1A1a	-23.645,3	31,4%
2	Paquete energético sector industrial	1A2	-3.009,0	4,0%
3	Régimen <i>ETS</i>	Varios	-	-
4	Medidas en el sector refino	1A1b	-524,9	0,7%
5	Medidas transporte aviación	1A3a	-51,5	0,1%
6	Medidas transporte por carretera	1A3b	-32.799,5	43,6%
7	Medidas transporte por ferrocarril	1A3c	128,2	-0,2%
8	Medidas transporte marítimo	1A3d	-161,0	0,2%
9	Paquete energético Residencial	1A4b	-2.871,8	3,8%
10	Paquete energético Comercial e Institucional	1A4a	-2.585,4	3,4%
11	Medidas sobre fluorados	2F	-	-
12	Medidas en cultivos	3D	-557,5	0,7%
13	Medidas en ganadería	3B	-3.659,6	4,9%
14	Paquete energético y tecnológico maquinaria <i>off-road</i>	1A4c	-2.269,3	3,0%
15	Medidas en el uso de productos	2D	-130,2	0,2%
16	Paquete de medidas de residuos	5A	-1.335,1	1,8%
17	Reducción de quema en campo de restos de poda	5C	-389,5	0,5%
	Otras medidas no específicas		-1.381,1	1,8%
<b>SUMA <i>PaM</i></b>			-73.861,6	

#### 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>16</sup> y el anexo XXV de su Reglamento de Ejecución (UE) 2020/1208<sup>17</sup>

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

<sup>16</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>17</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 Escenario WeM			Proyección Escenario WaM		
	2019	2020	2030	2040	2020	2030	2040
<b>Total, excluido LULUCF</b>	<b>314.528,51</b>	<b>313.921,19</b>	<b>298.778,12</b>	<b>275.641,84</b>	<b>308.020,76</b>	<b>223.535,46</b>	<b>116.355,39</b>
<b>Total, incluido LULUCF</b>	<b>276.951,59</b>	<b>279.486,39</b>	<b>268.845,90</b>	<b>249.417,88</b>	<b>273.243,31</b>	<b>189.922,52</b>	<b>83.350,74</b>
<b>1. Energía</b>	<b>236.737,81</b>	<b>236.261,63</b>	<b>224.444,85</b>	<b>203.688,12</b>	<b>230.220,68</b>	<b>156.423,91</b>	<b>69.583,12</b>
1.A. Quema de combustibles	232.922,09	232.388,84	220.584,47	199.986,62	226.389,95	152.764,35	68.321,01
1.A.1. Industrias de la energía	56.142,55	55.839,20	55.133,81	44.436,15	53.151,30	30.963,53	12.041,81
1.A.1.a. Plantas de servicio público de electricidad y calor	43.093,75	42.722,62	42.535,63	32.242,98	40.145,79	18.890,29	6.853,03
1.A.1.b. Refino de petróleo	11.053,02	11.220,68	11.150,53	10.745,52	11.106,25	10.625,60	4.631,39
1.A.1.c. Transformación de combustibles sólidos y otras industrias energéticas	1.995,78	1.895,90	1.447,65	1.447,65	1.899,25	1.447,65	557,40
1.A.2. Industria manufacturera y construcción	47.161,70	45.919,12	36.174,84	31.542,58	45.312,03	33.165,88	17.881,66
1.A.3. Transporte	91.371,68	91.397,47	87.741,63	83.139,84	89.320,28	54.827,23	21.451,08
1.A.3.a. Tráfico aéreo nacional	3.153,54	2.727,06	631,74	699,47	2.722,50	580,24	343,76
1.A.3.b. Transporte por carretera	84.523,33	85.011,14	83.799,97	78.834,83	83.069,68	51.000,44	18.947,82
1.A.3.c. Ferrocarriles	246,26	263,80	363,40	384,55	280,33	491,59	97,05
1.A.3.d. Tráfico marítimo nacional	3.317,39	3.259,36	2.784,71	3.083,27	3.116,38	2.623,69	1.997,32
1.A.3.e. Otros modos de transporte	131,16	136,10	161,81	137,72	131,39	131,28	65,12
1.A.4. Otros sectores	37.793,70	38.773,18	41.023,27	40.317,26	38.146,47	33.296,79	16.395,67
1.A.4.a. Comercial/institucional	10.717,79	11.262,45	12.812,82	12.270,00	11.057,01	10.227,40	2.366,02
1.A.4.b. Residencial	15.162,19	15.235,54	13.732,17	13.066,75	14.998,34	10.860,37	4.934,86
1.A.4.c. Agricultura/silvicultura/pesca	11.913,71	12.275,19	14.478,27	14.980,51	12.091,13	12.209,02	9.094,79
1.A.5. Otros	452,47	459,87	510,91	550,79	459,87	510,91	550,79
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	3.815,72	3.872,79	3.860,38	3.701,50	3.830,73	3.659,56	1.262,10
1.B.1. Combustibles sólidos	22,98	23,53	27,90	27,90	23,64	27,90	0,00
1.B.2. Petróleo y gas natural y otras emisiones resultantes de la producción de energía	3.792,74	3.849,26	3.832,48	3.673,60	3.807,10	3.631,65	1.262,10
1.C. Transporte y almacenamiento de CO <sub>2</sub>	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
<b>2. Procesos Industriales</b>	<b>26.109,64</b>	<b>26.204,08</b>	<b>25.412,39</b>	<b>24.987,67</b>	<b>26.203,05</b>	<b>24.132,93</b>	<b>8.065,51</b>
2.A. Productos minerales	11.974,40	12.051,22	12.564,83	13.462,85	12.051,22	12.564,83	2.475,60
2.A. Producción de cemento	9.064,17	9.156,38	9.731,70	10.510,86	9.156,38	9.731,70	830,77
2.A. Producción de cal, vidrio y utilización de carbonato para otros procesos	2.910,23	2.894,84	2.833,13	2.951,98	2.894,84	2.833,13	1.644,83
2.B. Industria química	4.007,23	4.117,87	4.234,25	4.299,61	4.117,87	4.234,25	1.244,82
2.C. Industria del metal	2.555,60	2.655,20	3.211,34	3.377,32	2.655,20	2.062,06	1.503,44
2.C. Producción de hierro y acero	1.417,84	1.457,32	1.697,12	1.786,59	1.457,32	625,70	24,62
2.C. Producción de ferroaleaciones, aluminio, magnesio, plomo, cinc y otros metales	1.137,76	1.197,88	1.514,22	1.590,73	1.197,88	1.436,36	1.478,82
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de disolventes	826,83	831,93	885,70	932,11	830,90	755,52	463,17
2.E. Industria electrónica	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F. Usos de productos como sustitutivos de sustancias que agotan la capa de ozono	5.946,69	5.730,30	3.566,39	1.858,43	5.730,30	3.566,39	1.858,43
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	798,87	817,52	949,84	1.057,30	817,52	949,84	520,01



## 4.7 EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DESAGREGADAS POR SECTORES ETS Y ESD

A continuación se ofrece información resumida sobre el desglose de las emisiones que entran en el ámbito de aplicación del régimen de comercio de derechos de emisión (*ETS*) y las emisiones de los sectores no-*ETS* (sectores *ESD*, o difusos). Información más detallada se puede encontrar en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.

### PROYECCIÓN DE LAS EMISIONES ETS

El régimen de comercio de derechos de emisión (*ETS*), regulado por la a Directiva 2003/87/CE, cubre las emisiones de las grandes instalaciones (alrededor de 800 en los últimos años inventariados), que representan un porcentaje en torno al 40% de las emisiones totales nacionales, en el conjunto de la serie histórica. En la siguiente figura se muestra la evolución de las emisiones *ETS* desde el año 2005 y su proyección hasta 2040, tanto para el escenario tendencial (*WeM*), indicado con línea punteada, como para el escenario con medidas adicionales (*WaM*), para el que se han desglosado las emisiones por los principales sectores de actividad, representados en áreas apiladas.

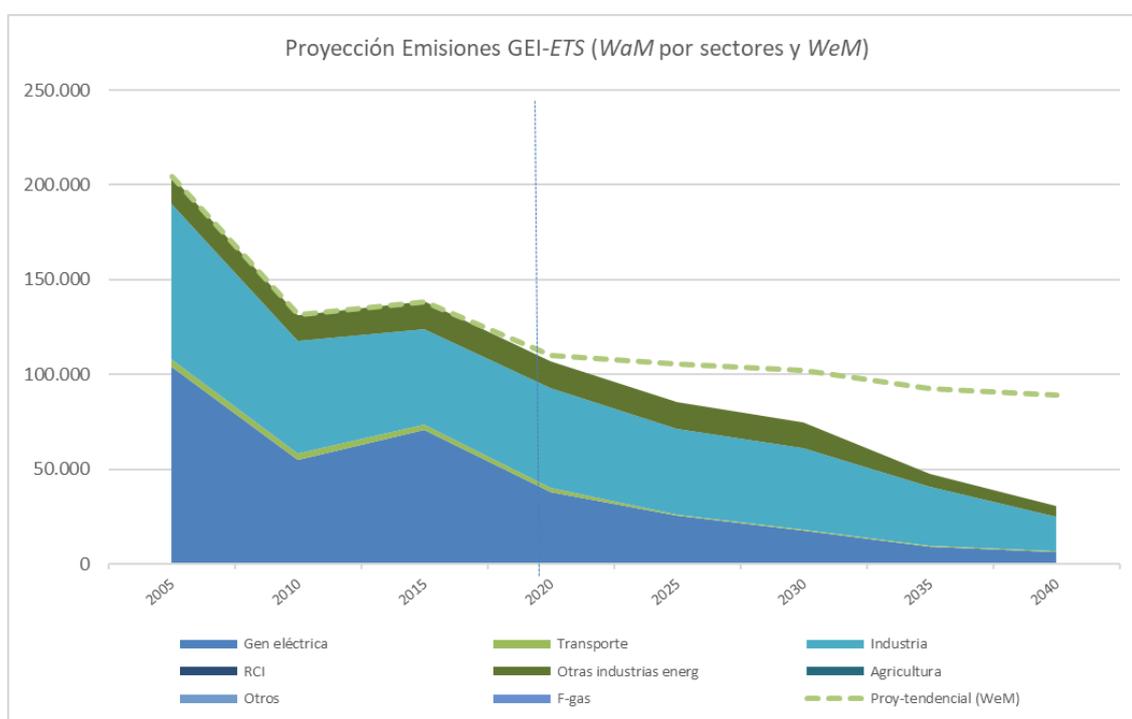


Figura 20. Evolución temporal de las emisiones de GEI-ETS desde 2005 hasta 2040 distribuida por sectores de actividad para el escenario *WaM* y agregada para el escenario *WeM*

Como se puede apreciar en la figura, los principales sectores cubiertos por el régimen *ETS* son los correspondientes a la generación eléctrica y las emisiones de industria, además de otras industrias energéticas (singularmente, las refinерías), donde se concentran las grandes instalaciones.

La proyección de las emisiones de GEI-ETS en el escenario tendencial (*WeM*) presenta reducciones anuales medias de las emisiones de -0,7% en el período 2020-2030, que pasa a -1,2% en el período 2030-2040. En el escenario con medidas adicionales (*WaM*) hay una mayor reducción prevista de las emisiones, con reducciones anuales medias de las emisiones de -3% en el período 2020-2030, que se doblan en el período 2030-2040, al complementarse las medidas del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima con las medidas de la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo.

En 2030, se proyecta una reducción de emisiones respecto a 2005 de -50% en el escenario tendencial (*WeM*) y de -64% en el escenario con medidas adicionales (*WaM*).

Tabla 15. Datos de emisiones de GEI-ETS y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 2005 y 1990

	GEI-ETS									
	Emisiones inventariadas				Emisiones proyectadas					
	1990	2000	2005	2015	2020		2030		2040	
					WeM	WaM	WeM	WaM	WeM	WaM
Emisiones (kt)	141.455	187.929	204.614	138.467	110.209,4	107.058,2	102.132,3	74.662,7	89.375,3	30.687,3
	Variación respecto a 2005			-32%	-46%	-48%	-50%	-64%	-56%	-85%
	Variación respecto a 1990				-22%	-24%	-28%	-47%	-37%	-78%
	Variación media anual entre años pivote				-4,1%	-4,5%	-0,7%	-3,0%	-1,2%	-5,9%

El impacto de las *PaM* tenidas en cuenta en el escenario *WaM* contemplado en el marco del PNIEC, en comparación con el escenario *WeM*, se concentra fundamentalmente en un paquete de medidas (paquete de medidas nº 1). Éste paquete integra las políticas y medidas referidas a cambios en el *mix* eléctrico, con el cese del consumo de carbón y la sustitución de centrales térmicas que utilizan productos petrolíferos, y supondrá el 84% de las reducciones adicionales de las emisiones de GEI-ETS en el escenario *WaM* proyectado para 2030, frente al escenario *WeM*. Por otro lado, la paulatina introducción de medidas de eficiencia energética y abatimiento de emisiones en las grandes y medianas instalaciones de combustión e instalaciones (paquete de medidas nº 2) contribuirá con un 9% al total de reducciones debidas a las *PaM* previstas en el escenario *WaM* en 2030, respecto al escenario tendencial.

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

Tabla 16: Efecto de las *PaM* en el escenario *WaM* de emisiones de GEI-ETS en el año 2030

Grupo <i>PaM</i>	Nombre genérico del grupo <i>PaM</i>	Sector	2030	% contr
1	Paquete Mix energético	1A1a	-23.213,3	84,5%
2	Paquete energético sector industrial	1A2	-2.375,8	8,6%
3	Régimen ETS	Varios	-	-
4	Medidas en el sector refino	1A1b	-523,3	1,9%
5	Medidas transporte aviación	1A3a	-51,2	0,2%
6	Medidas transporte por carretera	1A3b	0,0	0,0%
7	Medidas transporte por ferrocarril	1A3c	0,0	0,0%
8	Medidas transporte marítimo	1A3d	0,0	0,0%
9	Paquete energético Residencial	1A4b	0,0	0,0%
10	Paquete energético Comercial e Institucional	1A4a	-46,0	0,2%
11	Medidas sobre fluorados	2F	-	-
12	Medidas en cultivos	3D	0,0	0,0%
13	Medidas en ganadería	3B	0,0	0,0%
14	Paquete energético y tecnológico maquinaria <i>off-road</i>	1A4c	0,0	0,0%
15	Medidas en el uso de productos	2D	0,0	0,0%
16	Paquete de medidas de residuos	5A	0,0	0,0%
17	Reducción de quema en campo de restos de poda	5C	0,0	0,0%
	Otras medidas no específicas		-1.260,0	4,6%
	<b>SUMA <i>PaM</i></b>		-26.209,5	

## PROYECCION DE LAS EMISIONES NO-ETS (ESD)

Las emisiones no cubiertas bajo el régimen de comercio de derechos de emisión (no-ETS), llamadas también emisiones difusas o *ESD*, son principalmente el transporte, la agricultura, la combustión en el sector residencial, comercial e institucional, y otros sectores como el de los usos de gases fluorados y los residuos.

En la siguiente figura se muestra la evolución de las emisiones no-ETS desde el año 2005 y su proyección para los horizontes temporales 2020, 2030 y 2040, tanto para el escenario tendencial (*WeM*), indicado con línea punteada, como para el escenario con medidas adicionales (*WaM*), para el que se han desglosado las emisiones por los principales sectores de actividad, representados en áreas apiladas.

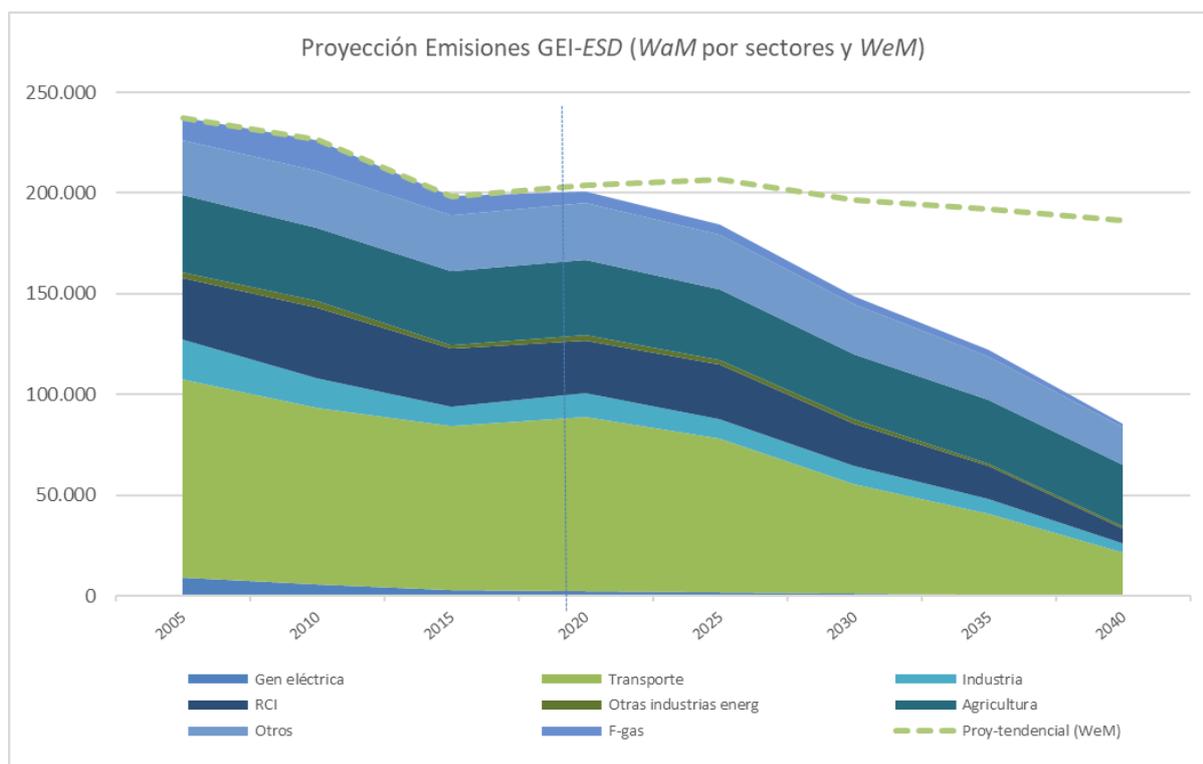


Figura 21. Evolución temporal de las emisiones de GEI-ESD desde 2005 hasta 2040 distribuida por sectores de actividad para el escenario *WaM* y agregada para el escenario *WeM*

En la proyección de las emisiones se observa que el escenario tendencial (*WeM*) permanece relativamente estable hasta 2030, continuando con un descenso de emisiones hasta 2040. Las emisiones no-ETS proyectadas decrecen en un -17% en 2030 respecto a las emisiones de 2005 en el escenario tendencial (*WeM*).

En el escenario con medidas adicionales (*WaM*), la proyección de emisiones es claramente descendente a partir del año 2020, por efecto de las políticas y medidas de mitigación adicionales contempladas en el PNIEC y continuadas en la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo. Como resultado de estas medidas, las emisiones no-ETS proyectadas decrecen en el escenario con medidas adicionales (*WaM*) un -37% en 2030 respecto al año 2005.

Tabla 17. Datos de emisiones de GEI-ESD y variaciones relativas respecto a los niveles de emisión de 2005 y 1990

	GEI-ESD									
	Emisiones inventariadas				Emisiones proyectadas					
	1990	2000	2005	2015	2020		2030		2040	
					WeM	WaM	WeM	WaM	WeM	WaM
Emisiones (kt)	148.546	200.283	237.461	198.528	203.711,8	200.962,6	196.645,8	148.872,8	186.266,5	85.668,1
Variación respecto a 2005			-16%		-14%	-15%	-17%	-37%	-22%	-64%
Variación respecto a 1990					37%	35%	32%	0%	25%	-42%
Variación media anual entre años pivote					0,5%	0,2%	-0,3%	-2,6%	-0,5%	-4,2%

Las políticas y medidas que influyen en la proyección de las emisiones no-ETS en el escenario *WaM* son variadas y afectan a sectores de actividad también variados, tal como se puede apreciar en las siguientes figuras.

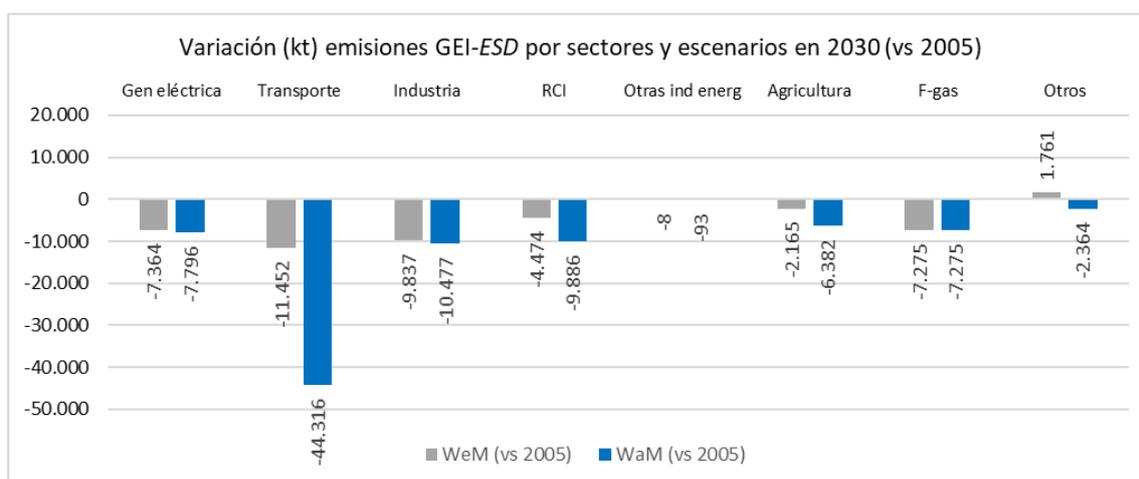


Figura 22. Variación absoluta (kt) de las emisiones de GEI-ESD por sector en el año 2030 respecto al año 2005

El principal impacto de las medidas se concentra en el sector del transporte por carretera (paquete de medidas nº 6 del listado de *PaM*). Este sector es el que tiene mayor potencial de mitigación en las emisiones no-ETS, y el que contribuye con un 69% al total de las reducciones previstas en 2030 respecto al escenario *WeM*, por efecto de las *PaM* previstas en el escenario *WaM*. Los siguientes paquetes de medidas por nivel de reducción de emisiones serían aquellas ligadas a las emisiones del sector ganadero, y las de los sectores residencial, y comercial e institucional (paquetes de medidas nº 13, 9 y 10 del listado de *PaM*).

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

Tabla 18: Efecto de las *PaM* en el escenario *WaM* de las emisiones de GEI-ESD en el año 2030

Grupo <i>PaM</i>	Nombre genérico del grupo <i>PaM</i>	Sector	2030	% contr
1	Paquete Mix energético	1A1a	-432,1	0,9%
2	Paquete energético sector industrial	1A2	-633,1	1,3%
3	Régimen ETS	Varios	-	-
4	Medidas en el sector refino	1A1b	-1,6	0,0%
5	Medidas transporte aviación	1A3a	-0,3	0,0%
6	Medidas transporte por carretera	1A3b	-32.799,5	68,7%
7	Medidas transporte por ferrocarril	1A3c	128,2	-0,3%
8	Medidas transporte marítimo	1A3d	-161,0	0,3%
9	Paquete energético Residencial	1A4b	-2.871,8	6,0%
10	Paquete energético Comercial e Institucional	1A4a	-2.539,4	5,3%
11	Medidas sobre fluorados	2F	-	-
12	Medidas en cultivos	3D	-557,5	1,2%
13	Medidas en ganadería	3B	-3.659,6	7,7%
14	Paquete energético y tecnológico maquinaria <i>off-road</i>	1A4c	-2.269,3	4,8%
15	Medidas en el uso de productos	2D	-130,2	0,3%
16	Paquete de medidas de residuos	5A	-1.335,1	2,8%
17	Reducción de quema en campo de restos de poda	5C	-389,5	-
	Otras medidas no específicas		-121,1	0,3%
<b>SUMA <i>PaM</i></b>			-47.652,0	

## 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, población de ganado, 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 han 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 +/-25% en todos los precios de los combustibles fósiles. Se concluye que una reducción de los precios en un 25% genera una reducción del 18% en el impacto del Plan en términos de PIB, mientras que un aumento del 25% supone un aumento del 9% (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

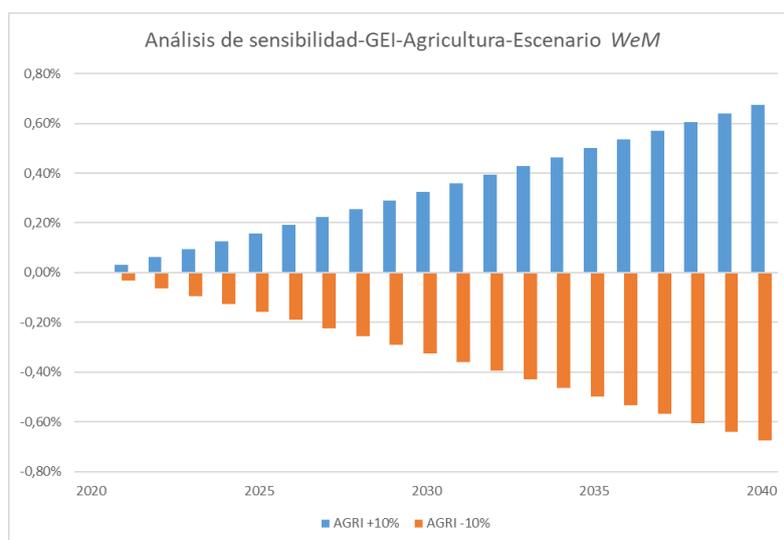
sensibilidad muestra que una reducción del precio de los combustibles fósiles de un 25% genera una reducción del 10% en el empleo creado, mientras que un aumento del 25% supone un aumento del 5%. Los motivos detrás de este mayor/menor aumento son los mismos que los mencionados con respecto al PIB. Para obtener más información, consultar el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima<sup>18</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 10 cabañas: vacuno lechero y de carne, ovino, porcino blanco e ibérico, aves de puesta y de carne, caprino, mulas y asnos y equino.

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 animal (analizados los cambios de todas en su conjunto) desde 2020 progresivamente hasta alcanzar el  $\pm 10\%$  de variación en 2040.

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 ( $\pm 0,32\%$  -  $\pm 0,37\%$ ) y para 2040 en proporción algo mayor ( $\pm 0,68\%$  -  $\pm 1,35\%$ ). El resultado muestra que la variación tiene un impacto directo y proporcional en el resultado final, aunque en menor proporción (en una relación aproximada de 10 a 1 para 2040).



<sup>18</sup> <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.aspx>

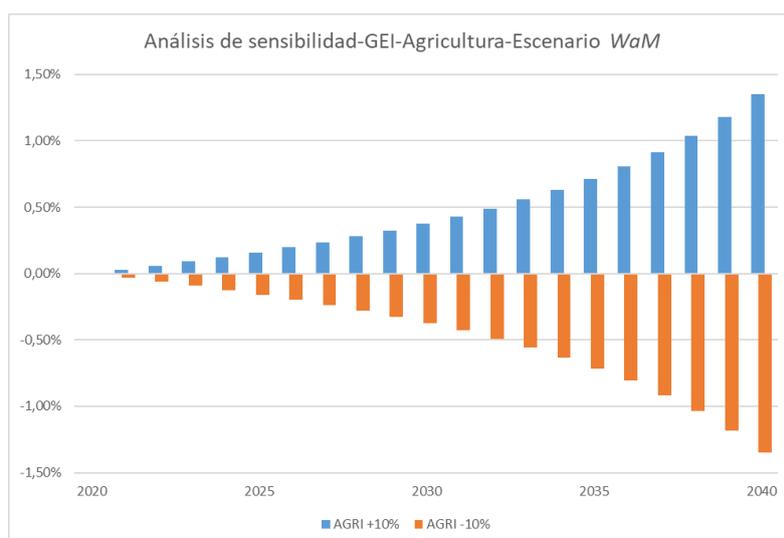


Figura 23. Evaluación de la sensibilidad de las emisiones totales por cambios en el sector de la agricultura para las emisiones de GEI para *WeM* y *WaM*

Mientras que en el escenario *WeM* la variación se aprecia que crece proporcionalmente, para el escenario con medidas adicionales (*WaM*), el efecto de variación de las cabañas crece de manera exponencial como se puede observar en la figura anterior llegando a valores en 2040 del  $\pm 1,35\%$  en contraposición del escenario *WeM* que alcanza el  $\pm 0,68\%$ . La explicación se debe a que el efecto de las *PaM* es más complejo y no se aplica de manera directamente proporcional.

El impacto de estas variaciones sobre el total de los gases de efecto invernadero se puede considerar despreciable pese a la variación del 10% del censo ganadero.

El resultado del análisis de sensibilidad para el resto de los contaminantes atmosféricos se resume en la siguiente tabla. Se puede apreciar que el contaminante que registra un mayor impacto es el amoníaco, seguido de los compuestos orgánicos volátiles no metánicos y los óxidos de nitrógeno.

Tabla 19. Evaluación de la sensibilidad de las emisiones totales por cambios en el sector de la agricultura para los contaminantes atmosféricos

		NH <sub>3</sub>		COVNM		NO <sub>x</sub>		PM <sub>2,5</sub>		SO <sub>x</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 (-10% Censo)	2030	-2,7%	-2,7%	-0,8%	-0,9%	-0,3%	-0,2%	-0,1%	-0,1%	0,0%	0,0%
	2040	-5,4%	-5,3%	-1,8%	-1,6%	-0,8%	-0,4%	-0,2%	-0,1%	0,0%	0,0%
		NH <sub>3</sub>		COVNM		NO <sub>x</sub>		PM <sub>2,5</sub>		SO <sub>x</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 (+10% Censo)	2030	2,7%	2,7%	0,8%	0,9%	0,3%	0,2%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%
	2040	5,4%	5,3%	1,8%	1,6%	0,8%	0,4%	0,2%	0,1%	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 según variaciones de la población desde 2020 progresivamente hasta alcanzar el  $\pm 5\%$  de variación en 2040 que afectan a los subsectores de residuos.

A partir de estos cambios en las variables de entrada, las proyecciones para el conjunto de las emisiones totales de GEI para los dos escenarios (*WeM* y *WaM*) en 2030 apenas se verían afectadas por cambios en la población ( $\pm 0,02\%$  -  $\pm 0,03\%$ ) y para 2040 algo más en proporción ( $\pm 0,04\%$  -  $\pm 0,11\%$ )

aunque siguen resultado minúsculas en comparación con la perturbación del  $\pm 5\%$  de la población. El resultado muestra que la variación tiene un impacto directo y proporcional en el resultado final, aunque en menor proporción (en una relación aproximada de 100 a 1 para 2040).

Sin embargo, en el escenario con medidas adicionales (*WaM*) en que predomina el efecto de éstas sobre el de las variables primarias, si se considerase una población de  $+5\%$ , las emisiones totales del sector serían un  $+0,02\%$  más altas, mientras que con una población  $-5\%$ , las emisiones del sector se reducirían un  $-0,02\%$ . Esta relación directa se puede observar en la siguiente figura.

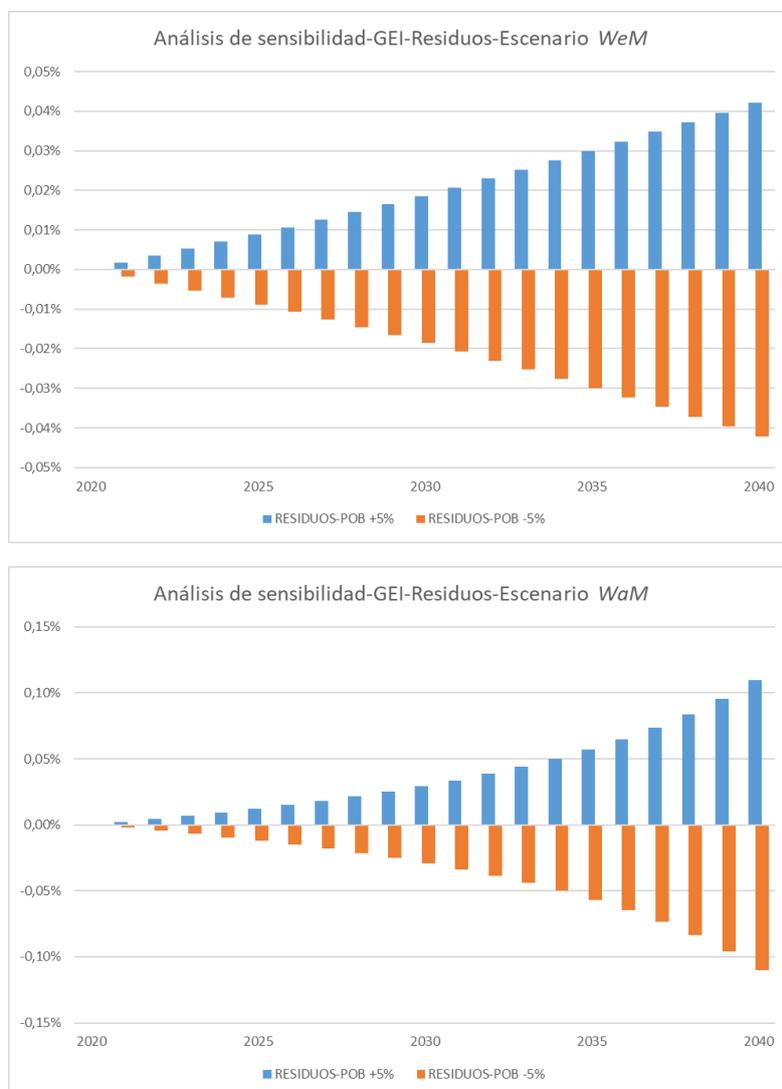


Figura 24. Evaluación de la sensibilidad de las emisiones totales por cambios en el sector de los residuos para las emisiones de GEI para *WeM* y *WaM*

Mientras que en el escenario *WeM* la variación se aprecia que crece proporcionalmente, para el escenario con medidas adicionales (*WaM*), el efecto de variación de la población crece de manera exponencial como se puede observar en la figura anterior llegando a valores en 2040 del  $\pm 0,11\%$  en contraposición del escenario *WeM* que alcanza el  $\pm 0,04\%$ . La explicación se debe al efecto de las *PaM* es más complejo y no se aplica de manera directamente proporcional. Demostrando a su vez que las perturbaciones que puedan ocurrir en las variables que determinan las emisiones finales son minimizadas a corto y medio plazo con la planificación de medidas, pero contrariamente se ven amplificados los efectos de las perturbaciones a largo plazo. Esto puede interpretarse como un posible margen para corregir las medidas planificadas en caso de perturbaciones de los escenarios planificados mientras que en un primer periodo considerable de tiempo los efectos son muy reducidos.

El impacto de estas variaciones sobre el total de los gases de efecto invernadero se puede considerar despreciable pese a la variación del  $\pm 5\%$  de la población.

El resultado del análisis de sensibilidad para el resto de los contaminantes atmosféricos se resume en la siguiente tabla, apreciándose que su impacto en el resultado final es menor en los contaminantes atmosféricos que en los gases de efecto invernadero.

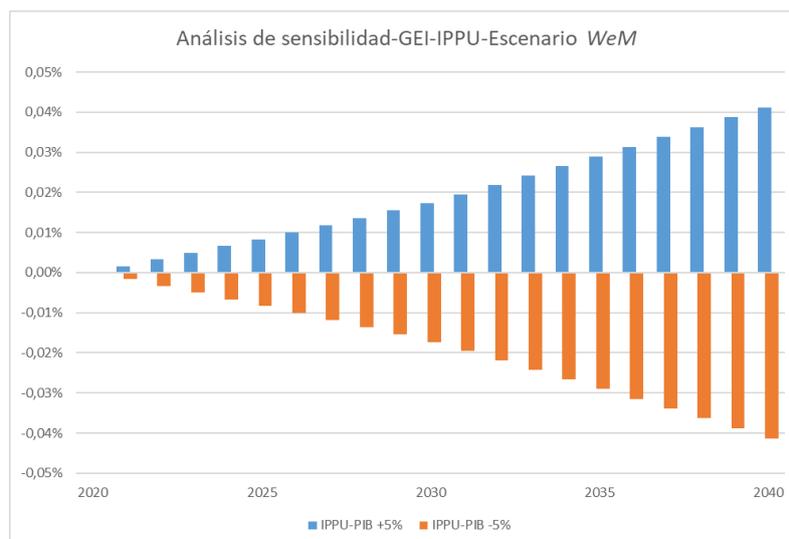
Tabla 20. Evaluación de la sensibilidad de las emisiones totales por cambios en el sector residuos para los contaminantes atmosféricos

		NH <sub>3</sub>		COVNM		NO <sub>x</sub>		PM <sub>2,5</sub>		SO <sub>x</sub>	
		WaM	WeM	WaM	WeM	WaM	WeM	WaM	WeM	WaM	WeM
Sensibilidad (-5% POB)	2030	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
	2040	-0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-0,1%	-0,1%	0,0%	0,0%
		NH <sub>3</sub>		COVNM		NO <sub>x</sub>		PM <sub>2,5</sub>		SO <sub>x</sub>	
		WaM	WeM	WaM	WeM	WaM	WeM	WaM	WeM	WaM	WeM
Sensibilidad (+5% POB)	2030	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%
	2040	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%

### 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 la variación del PIB sobre las emisiones de proceso de los principales sectores industriales manufactureros (CRF 2A, 2B, 2C, 2D, 2H, 2L y 2G), en concreto una variación del PIB desde 2020 progresiva hasta alcanzar el  $\pm 5\%$  de variación en 2040. Las proyecciones 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*) se verían afectadas por cambios en el PIB, mostrando ligeras variaciones en 2030 ( $\pm 0,2\%$  -  $\pm 0,2\%$ ) y para 2040 en proporción algo mayor ( $\pm 0,4\%$  -  $\pm 0,4\%$ ). El resultado muestra que la variación tiene un impacto muy pequeño en comparación con la perturbación.



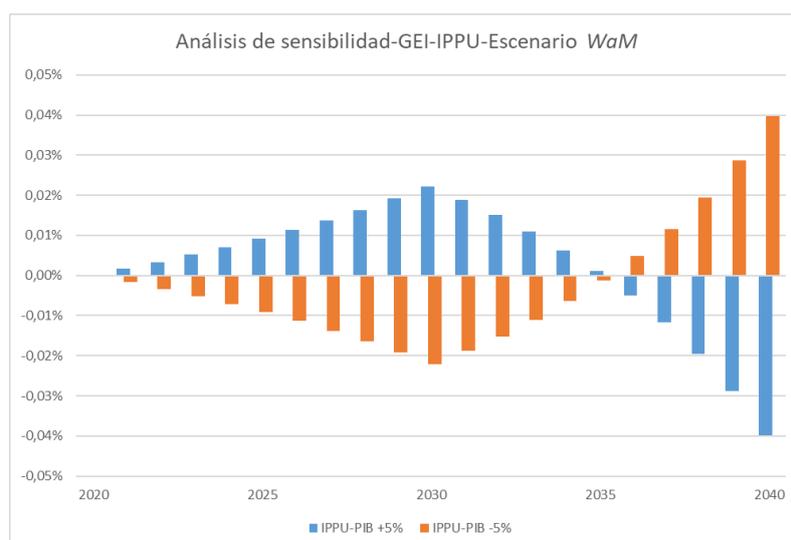


Figura 25. Evaluación de la sensibilidad de las emisiones totales por cambios en el sector IPPU para las emisiones de GEI para *WeM* y *WaM*

Mientras que en el escenario *WeM* la variación se aprecia que crece proporcionalmente, para el escenario con medidas adicionales (*WaM*), el efecto de variación en el PIB crece, decrece y vuelve a crecer como se puede observar en la figura anterior llegando a valores en 2040 del  $\pm 0,4\%$  igual que el escenario *WeM* que alcanza el  $\pm 0,4\%$ . La explicación se debe al efecto de las *PaM* es más complejo y no se aplica de manera directamente proporcional.

El impacto de estas variaciones sobre el total de los gases de efecto invernadero se puede considerar despreciable pese a la variación del  $\pm 5\%$  del PIB.

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 menor en los contaminantes atmosféricos que en los gases de efecto invernadero.

Tabla 21. 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>x</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% PIB)	2030	0,0%	0,0%	-0,4%	-0,5%	0,0%	0,0%	-0,2%	-0,1%	-0,2%	-0,1%
	2040	0,0%	0,0%	-0,6%	-1,2%	0,0%	0,0%	0,2%	-0,2%	-0,6%	-0,3%
		NH <sub>3</sub>		COVNM		NO <sub>x</sub>		PM <sub>2,5</sub>		SO <sub>x</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% PIB)	2030	0,0%	0,0%	0,4%	0,5%	0,0%	0,0%	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%
	2040	0,0%	0,0%	0,6%	1,2%	0,0%	0,0%	-0,2%	0,2%	0,6%	0,3%

## 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 marzo de 2021 (Ed. 2021) y las proyecciones presentadas en la edición de marzo de 2019 (Ed. 2019).

La primera gran diferencia es que en la presente Edición 2021 de Proyecciones se ha podido trabajar en base al último año inventariado publicado (X-1), proyectando el periodo 2020-2040 en base a la serie histórica 1990-2019 de la Edición 2021 del Inventario Nacional; mientras que en anteriores ediciones de proyecciones no se tenía esa capacidad y se trabajaba con la edición de inventario del año precedente (X-2), de forma que en la edición 2019 de Proyecciones se proyectó el periodo 2017-2040 en base a la serie histórica 1990-2016. Este esfuerzo se ha realizado desarrollando una metodología que permite incorporar nuevas series de inventario a las proyecciones con el fin de evitar que los cambios metodológicos y los recálculos del inventario diesen incompatibilidades especialmente acusadas en los sectores afectados por los cambios en las series históricas.

Como se puede apreciar en las figuras siguientes, las proyecciones para el escenario *WaM* son coherentes en las dos últimas ediciones, correspondientes a los años 2019 y 2021, periodo en el cual se han realizado varios recálculos en el inventario. No obstante, se pueden observar algunas diferencias en las tendencias de las proyecciones debido a la incorporación de nuevas medidas y la actualización de otras ya existentes.

Concretamente, para la elaboración de la edición de 2019 se empleó el borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)<sup>19</sup>, mientras que la presente edición utiliza el texto definitivo de dicho plan, el cual incluye algunas modificaciones que afectan a las proyecciones siendo esta última edición la que lleva el plan definitivo aprobado.

Adicionalmente, y a diferencia de la edición anterior, en el presente documento se incluye la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP), lo cual explica las principales diferencias entre las proyecciones de ambas ediciones en el periodo 2031-2040.

Es destacable el hecho de que se han producido cambios metodológicos y recálculos que modifican las series históricas que se toman como punto de partida para las proyecciones. Dichos cambios vienen por mejoras programadas del inventario, cambios en las guías de referencia o actuaciones fruto de las revisiones. Entre la Ed. de inventario 1990-2016 y la de 1990-2019, son destacables por su impacto las actualizaciones de documentos zootécnicos y ajustes en las medidas del sector Agricultura que han modificado los datos inventariados y proyectados.

También cabe remarcar que la edición actual del inventario parte en 2019 de una caída de las emisiones GEI de casi el -6% respecto al 2018, producida principalmente por el cierre de centrales térmicas de carbón antes de lo inicialmente programado. Esto produce que las proyecciones partan del resultado del 2019 y denota la ventaja de haberse desarrollado en el año X-1, ya que sino el punto de partida ya habría marcado unas proyecciones ligeramente sobrestimadas.

En referencia a los gases de efecto invernadero, en la última edición de las Proyecciones se aprecia un cambio de la tendencia proyectada en el escenario *WaM* entre los años 2031 y 2040 con respecto al *WaM* de la edición anterior, arrojando valores más bajos de lo estimado hace dos años en el escenario con medidas adicionales. Estas diferencias son producidas principalmente en los sectores de Energía y Transporte y, en menor medida, en el sector IPPU, y como se ha comentado previamente, provienen de la inclusión en el modelo TIMES-SINERGIA de las políticas y medidas contempladas en la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo.

---

<sup>19</sup> [https://www.miteco.gob.es/images/es/documentoparticipacionpublicaborraddelplannacionalintegradoeenergíayclima2021-2030\\_tcm30-487344.pdf](https://www.miteco.gob.es/images/es/documentoparticipacionpublicaborraddelplannacionalintegradoeenergíayclima2021-2030_tcm30-487344.pdf)

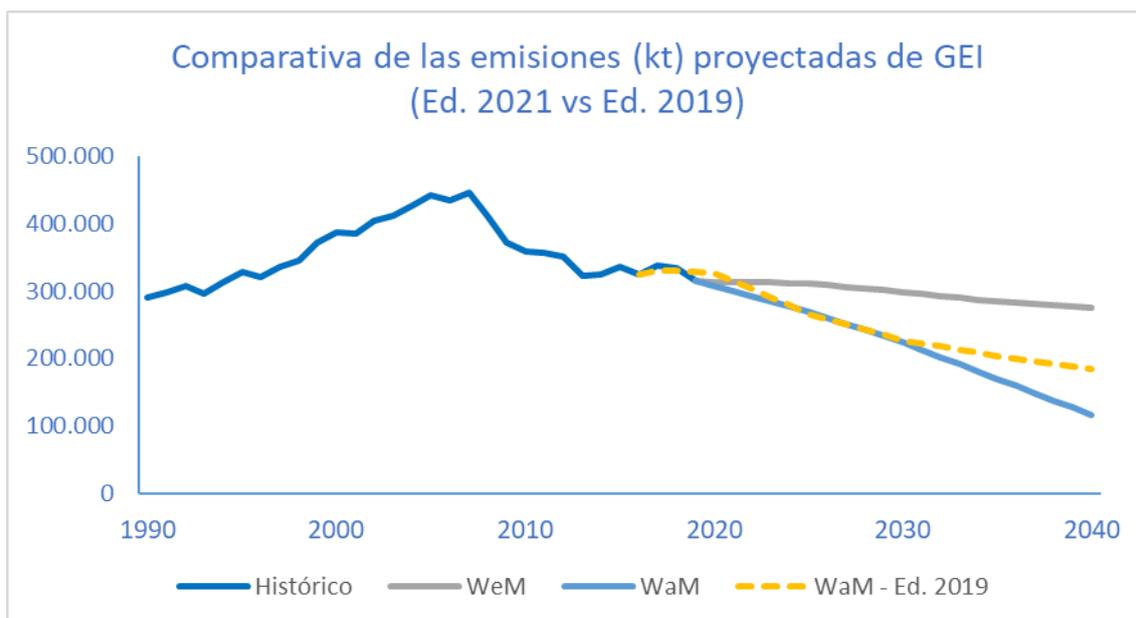


Figura 26. Comparativa entre las emisiones de GEI proyectadas para el escenario *WaM* en las ediciones de 2021 y 2019

Atendiendo a los cinco contaminantes atmosféricos, también es destacable la reducción más pronunciada de lo proyectado hace dos años de las emisiones en el escenario *WaM*.

En el caso de  $NH_3$  y  $PM_{2.5}$ , esta diferencia se produce esencialmente en el periodo comprendido entre los años 2020 y 2030. Mientras que en  $NO_x$ ,  $SO_x$  y  $COVNM$  se observa que el cambio de tendencia más pronunciado entre las proyecciones de las últimas dos ediciones acontece entre el 2030 y el 2040.

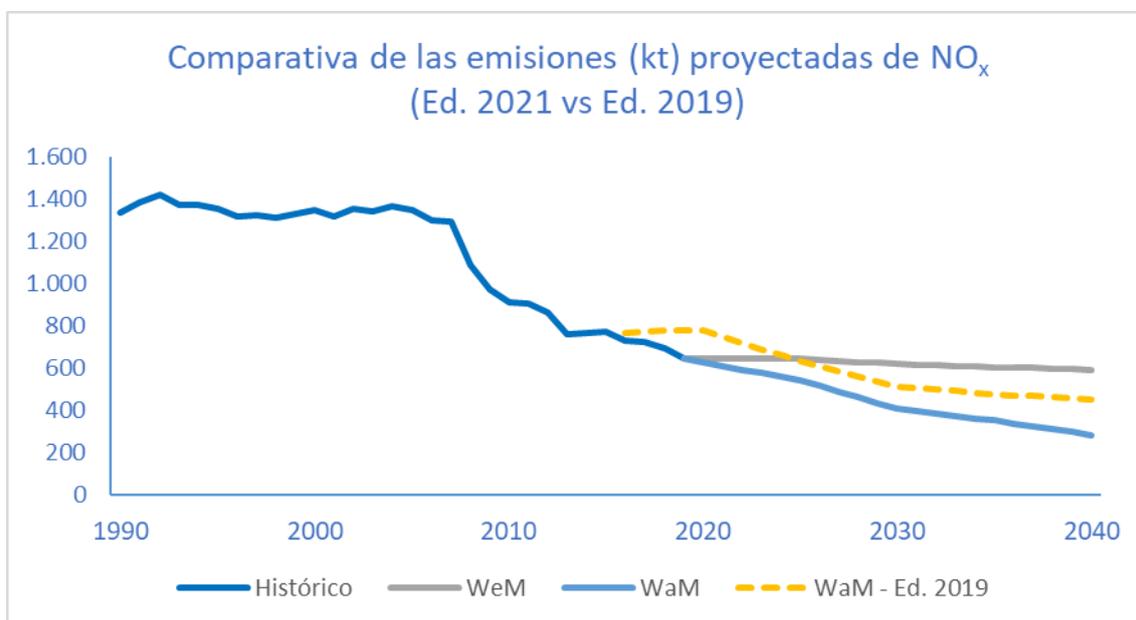


Figura 27. Comparativa entre las emisiones de  $NO_x$  proyectadas para el escenario *WaM* en las ediciones de 2021 y 2019

Con respecto al  $\text{NO}_x$ , los sectores en los que se producen los cambios más importantes entre ambas ediciones son los siguientes: 1A3biii – Transporte por carretera (Vehículos pesados) y 1A4c - Combustión en el sector agricultura, silvicultura y pesca (Líquidos) cuyo impacto es más notable en el periodo 2020-2030. Otros sectores en los que se producen cambios significativos son: 1A3bi – Transporte por carretera (Turismos); 1A3c – Ferrocarriles y 1A3d – Tráfico marítimo nacional. Por último, conviene mencionar que el sector 5C2 – Quema al aire libre de residuos agrícolas (restos de poda de los cultivos leñosos: vid y olivo) también presenta cambios en el periodo de 2020-2030 por el paquete de medidas A.2 - *Reducción de las emisiones de quema de restos de poda* del Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA).

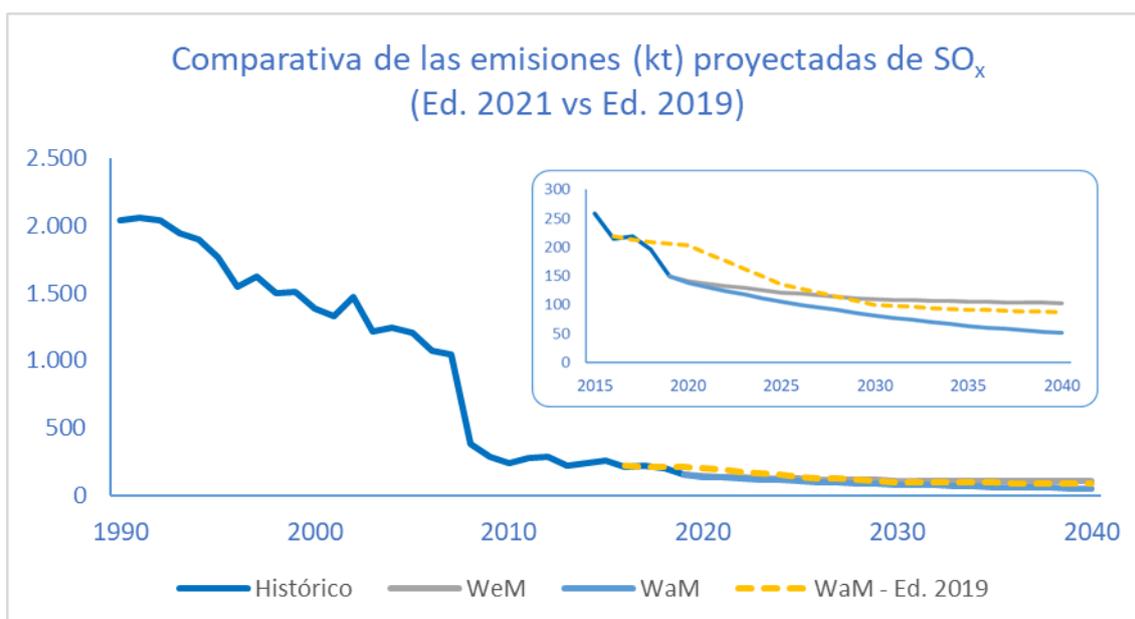


Figura 28. Comparativa entre las emisiones de  $\text{SO}_x$  proyectadas para el escenario *WaM* en las ediciones de 2021 y 2019

En el caso del  $\text{SO}_x$ , se observa que las mayores diferencias, las cuales provienen del sector Energía, acontecen al comienzo del periodo 2020-2030 y al final del periodo 2031-2040. Los sectores en los que se producen los cambios significativos entre ambas ediciones son los siguientes: 1A1a – Plantas de servicio público de electricidad y calor (Líquidos); 1A2 – Industria manufacturera y construcción (Sólidos, Líquidos y Gaseosos) y 1B2a – Emisiones fugitivas de distribución de combustibles líquidos. El impacto de estos dos últimos sectores es más notable en el último periodo. En el primer periodo las diferencias vienen explicadas por los cambios en el PNIEC entre el borrador y la versión finalmente aprobada y en gran medida por el cierre de algunas centrales térmicas de carbón antes de lo programado. En el segundo periodo las diferencias se explican por la aplicación de nuevas medidas adicionales programadas en la Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo (ELP).

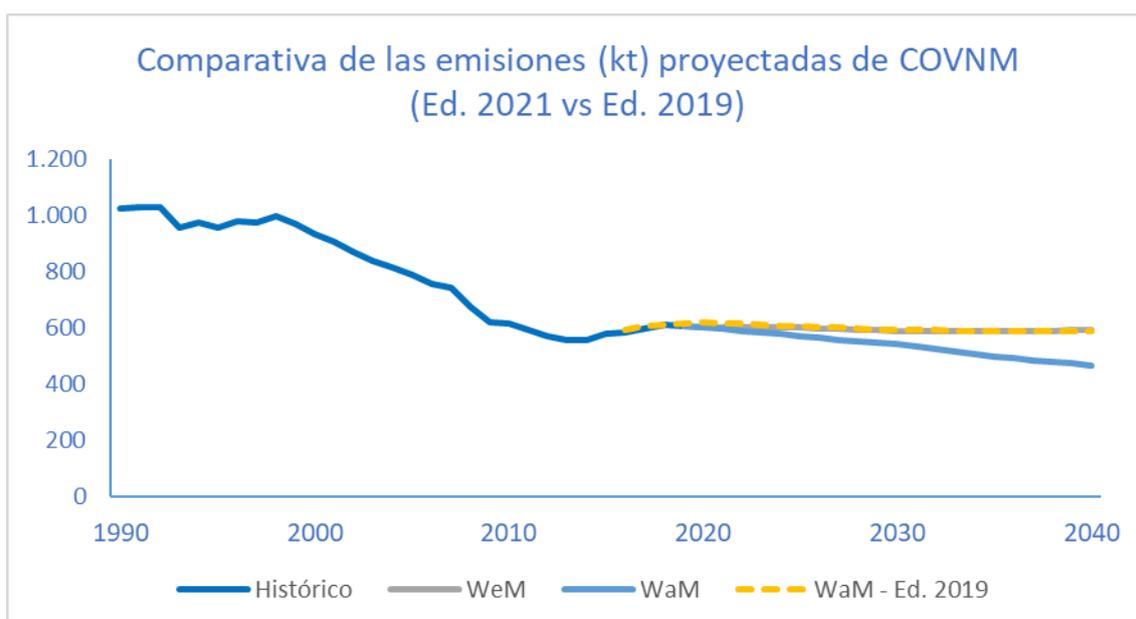


Figura 29. Comparativa entre las emisiones de COVNM proyectadas para el escenario *WaM* en las ediciones de 2021 y 2019

En referencia a los COVNM, las diferencias provienen de la introducción de *PaM* del Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA) que no estaban contempladas en la edición anterior. Los sectores afectados por estas *PaM* presentes en el paquete de medidas *O.2 - Reducción de las emisiones para el uso doméstico de disolventes y pinturas* son los siguientes: 2D3a – Uso doméstico de disolventes, incluidos fungicidas; 2D3d – Recubrimiento de superficies y 2D3h – Impresión. No obstante, el cambio al alza en las proyecciones del sector Agricultura suavizan dicha diferencia.

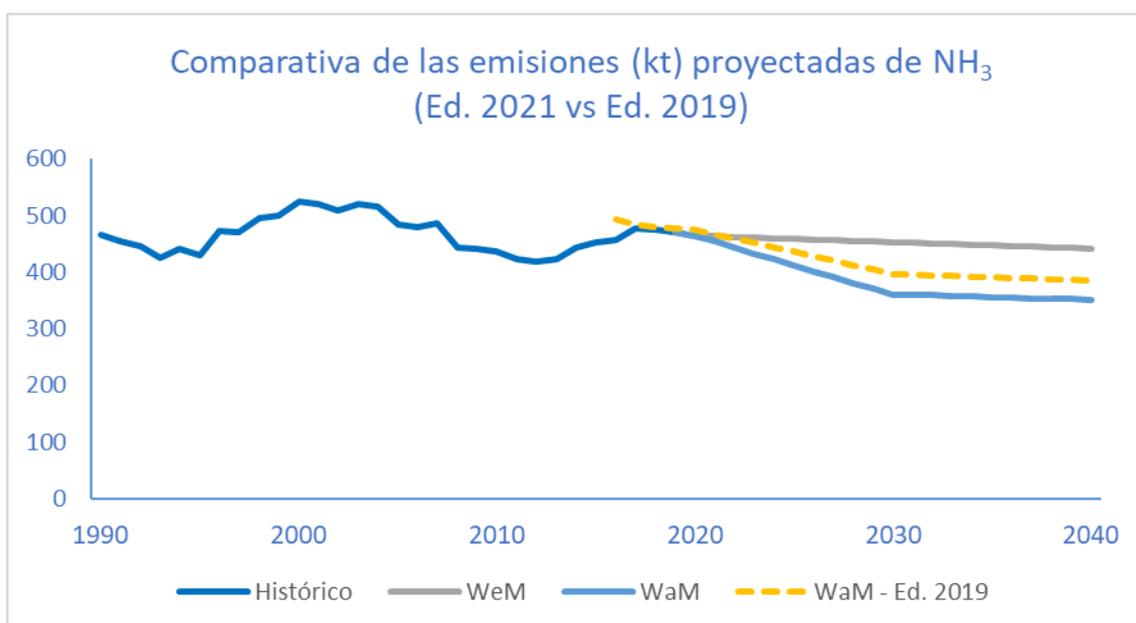


Figura 30. Comparativa entre las emisiones de NH<sub>3</sub> proyectadas para el escenario *WaM* en las ediciones de 2021 y 2019

Si observamos la comparativa en las emisiones proyectadas de  $\text{NH}_3$ , se aprecia que la diferencia principal se genera en el periodo 2020-2030, mientras que en el periodo 2031-2040 la divergencia se mantiene constante. Los sectores en los que se producen los cambios significativos entre ambas ediciones son los siguientes: 1A4b – Combustión en el sector residencial (Biomasa-Leña), en menor medida, y 2B10 – Producción de hidrógeno y ácido sulfúrico, en mayor medida.

No obstante, pese a que en la presente edición se han actualizado *PaM* del sector Agricultura y Ganadería, las cuales persiguen reducir las emisiones del sector que más contribuye a la difusión de  $\text{NH}_3$ , entre ambas ediciones se han producido cambios metodológicos, recálculos de las series históricas y actualizaciones de los documentos zootécnicos que anulan aparentemente, en comparación con la edición anterior, el efecto proyectado de dichas medidas en las emisiones de  $\text{NH}_3$ .

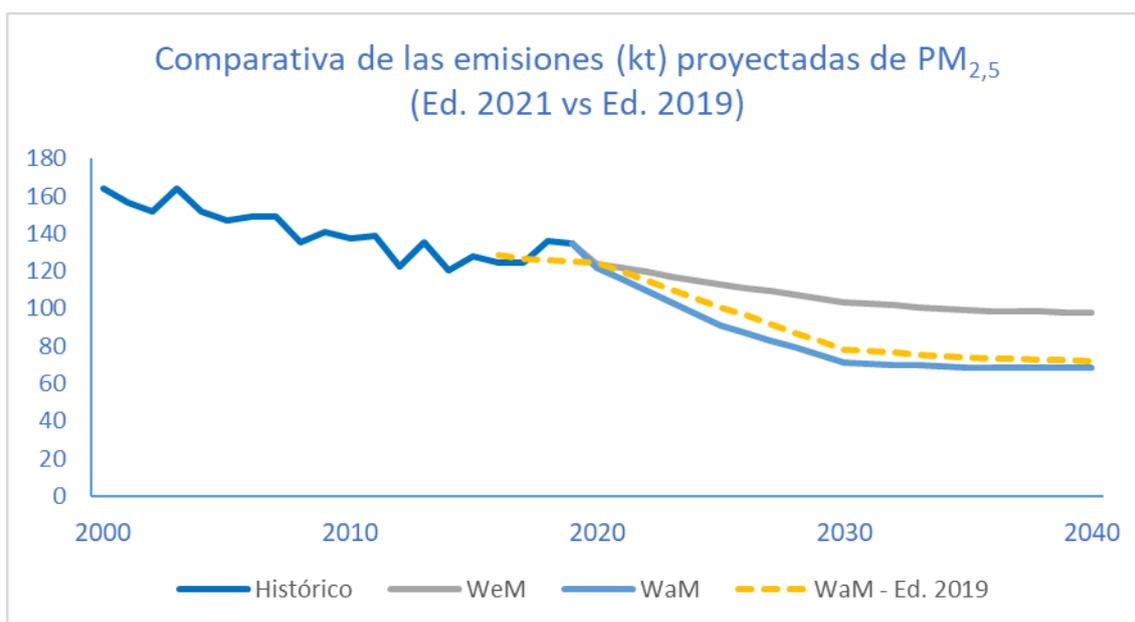


Figura 31. Comparativa entre las emisiones de  $\text{PM}_{2,5}$  proyectadas para el escenario *WaM* en las ediciones de 2021 y 2019

Por último, atendiendo al  $\text{PM}_{2,5}$ , se aprecia la particularidad de que el escenario *WaM* de la edición anterior proyectaba valores de emisión más bajos de los que realmente se han producido en el periodo 2016-2019. Los sectores en los que se producen los cambios significativos a la baja entre ambas ediciones son los siguientes: 1A1a – Plantas de servicio público de electricidad y calor (Biomasa) y 1A4b – Combustión en el sector residencial (Biomasa-Leña) marcados por las medidas introducidas en el PNIEC, respecto a su borrador, en esta materia.