

Plan Nacional de Ozono



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

ÍNDICE

1.	PRESENTACIÓN.....	4
2.	LISTA DE ACRÓNIMOS	6
3.	RESUMEN EJECUTIVO.....	8
4.	INTRODUCCIÓN.....	15
4.1.	CALIDAD DEL AIRE Y PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA FRENTE AL OZONO TROPOSFÉRICO.....	15
4.1.1.	El ozono troposférico. Un contaminante que afecta a la salud humana y a la vegetación	15
4.1.2.	Mecanismos químicos de formación y titración de ozono y sus precursores ..	15
4.1.3.	Efecto de la orografía y el clima de España en la concentración de ozono	16
4.2.	ANTECEDENTES DEL PLAN: MARCO REGULADOR Y DE POLÍTICAS.....	17
4.3.	DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN	21
4.3.1.	Diagnóstico y clasificación de cuencas atmosféricas	21
4.3.2.	Tendencias observadas	23
4.3.3.	Fenomenología de episodios de ozono y contribución de fuentes	23
4.3.4.	Emisiones sectoriales de compuestos orgánicos volátiles.....	24
4.3.5.	Emisiones sectoriales de óxidos de nitrógeno	26
4.4.	RECOMENDACIONES: MEDIDAS PRIORITARIAS A APLICAR RECOGIDAS EN LAS BASES CIENTÍFICAS	27
4.4.1.	Gestión de la calidad del aire y políticas a aplicar	29
4.4.2.	Monitorización y seguimiento de la contaminación.....	30
4.4.3.	Modelización	30
4.4.4.	Emisiones Industriales.....	30
4.4.5.	Inventarios de emisión.....	31
4.4.6.	Otras recomendaciones	31
5.	JUSTIFICACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE OZONO E INTEGRACIÓN CON OTROS PLANES Y ESTRATEGIAS.....	32
6.	OBJETIVOS DEL PLAN NACIONAL DE OZONO	33
7.	LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE ACTUACIÓN. FICHAS DE MEDIDAS.....	34
8.	ANÁLISIS DE IMPACTO DE LAS POLÍTICAS Y MEDIDAS	40
9.	MARCO TEMPORAL, VIGENCIA Y REVISIÓN DEL PLAN.....	47
10.	IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS.....	47
11.	MARCO DE COOPERACIÓN INSTITUCIONAL, GESTIÓN Y COORDINACIÓN DEL PLAN....	48
12.	COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EL PLAN	49
13.	CONCLUSIONES	51

14. BIBLIOGRAFIA.....	53
ANEXOS	55
Anexo A. Fichas de medidas a implementar	55
Anexo B. Normativas y planes relacionados	73
Anexo C. Cronograma de las actuaciones.	80
Anexo D. Posibles fuentes de financiación por medidas	87

1. PRESENTACIÓN

La contaminación por ozono (O_3) troposférico se ha consolidado como uno de los principales retos ambientales a nivel global, con consecuencias significativas para la salud humana y los ecosistemas. En Europa, y especialmente en España, hemos sido testigos de cómo la contaminación por O_3 afecta tanto a nuestras ciudades como a áreas rurales y remotas. La exposición al O_3 supera de manera habitual los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), lo que pone en riesgo la salud de millones de ciudadanos.

España, debido a su particular geografía y clima, enfrenta desafíos adicionales en la lucha contra este contaminante. Las condiciones climáticas, meteorológicas y la geometría de las cuencas atmosféricas producen procesos atmosféricos complejos que generan episodios de contaminación por O_3 a lo largo de todo el territorio.

La contaminación por O_3 afecta a la calidad del aire y, por tanto, también a nuestra salud, especialmente a personas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, y también impacta negativamente sobre la agricultura y la biodiversidad.

Es por ello que, como respuesta a esta problemática, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD), presenta el Plan Nacional de Ozono. Este Plan busca reducir de manera significativa las concentraciones de O_3 troposférico en nuestro país, alineándose con los objetivos de la nueva Directiva Europea 2024/2881, que establece requisitos más estrictos para la calidad del aire y la protección de la salud y el medio ambiente.

El Plan Nacional de Ozono es una estrategia integral, basada en los más recientes avances científicos y en un análisis exhaustivo de la calidad del aire realizado entre 2008 y 2023. Gracias a esta base científica, se han identificado las áreas más afectadas y los sectores emisores clave de los precursores del O_3 , como los óxidos de nitrógeno (NO_x) y los compuestos orgánicos volátiles (COVs), provenientes de sectores como la industria, el transporte y la agricultura, entre otros.

La puesta en marcha de este Plan responde a la necesidad urgente de adoptar medidas coordinadas y eficaces para reducir las emisiones de estos contaminantes, con el fin de proteger la salud de la población y el bienestar de nuestros ecosistemas. Con este propósito, el Plan contempla una serie de medidas clave, que incluyen llegar a acuerdos internacionales para reducir el O_3 transfronterizo, la promoción de transportes más limpios, el fomento de energías renovables y la mejora de la gestión industrial y agrícola.

El compromiso de España con la protección de la salud humana y la mejora de la calidad del aire es firme. Este Plan, con su enfoque multidimensional, permitirá avanzar hacia un futuro más saludable, sostenible y resiliente, cumpliendo con los estándares europeos y alineándose con las recomendaciones de la OMS. El éxito de este Plan responderá a la cooperación entre todas las administraciones, el sector privado y la

sociedad en general, quienes deberán participar activamente en la implementación de las medidas y en la sensibilización sobre los riesgos que representa la contaminación por O₃.

Con este Plan, España reafirma su compromiso con la sostenibilidad, el bienestar de sus ciudadanos y la mejora de la calidad del aire para las generaciones futuras.

2. LISTA DE ACRÓNIMOS

AGE Administración General del Estado

AOT40 *Accumulated Ozone Exposure over a threshold of 40 Parts Per Billion, de 8:00 a 20:00 CET* desde mayo a julio (vegetación), y abril a septiembre (bosques)

BCOVs Compuestos orgánicos volátiles biogénicos

BSC Barcelona Supercomputing Center, Centro Nacional de Supercomputación

CCAA Comunidades autónomas

CEAM Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo

CH₄ Metano

CM Escenario Con Medidas

CMA Escenario Con Medidas Adicionales

CO Monóxido de carbono

COVID *Corona Virus Disease*

COVs Compuestos orgánicos volátiles; en este informe COVs se refiere a los COVs no metánicos

CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas

EAC Episodios de Alta Contaminación

EB Escenario base

EE_T50 Escenario específico con solo 50% de las reducciones de emisiones del tráfico rodado previstas en el escenario planificado

EEA *European Environmental Agency*

EELL Entidades locales

EMEP *European Monitoring and Evaluation Programme*

EP Escenario planificado

EX Escenarios eXtremos

GLP Gas licuado de petróleo

IDAEA Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua

ITC Instituto de Tecnología Cerámica

MDA8 Concentración octohoraria máxima diaria de ozono

MICINU Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades

MIR *Maximum incremental reactivity*

MITERD Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

MTDs Mejores Técnicas Disponibles

NECA *Nitrogen Emission Control Area* (marítima)

NO Monóxido de nitrógeno

NO₂ Dióxido de nitrógeno

NO_x Óxidos de nitrógeno

O₃ Ozono

OMS Organización Mundial de la Salud

PAC Política Agraria Común

PAM Plan de Acción para la protección y el desarrollo de la cuenca del Mediterráneo

PM Material particulado

PMFO Potencial máximo de formación de ozono

PNCCA Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica

PNIEC Plan Nacional Integrado de Energía y Clima

PRTR-España Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes

PRTR Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia

SEPRONA Servicio de Protección de la Naturaleza

SNAP *Selected Nomenclature for Air Pollution*

TROPOMI-ESA *Tropospheric Monitoring Instrument- European Space Agency*

UHU Universidad de Huelva

UJI Universitat Jaume I

UNECE *United Nations Economic Commission for Europe*

UNIZAR Universidad de Zaragoza

UPV/EHU Universidad del País Vasco

VLE Valor Límite de Emisión

ZBE Zona de Bajas Emisiones

3. RESUMEN EJECUTIVO

Introducción y Contexto

El ozono (O₃) troposférico es un contaminante secundario que se forma cuando los compuestos orgánicos volátiles (COVs) y los óxidos de nitrógeno (NOx) reaccionan en presencia de luz solar. Este compuesto es uno de los principales responsables de la contaminación atmosférica en muchas regiones de España, particularmente durante los meses de verano, con efectos nocivos tanto para la salud humana como para los ecosistemas. España presenta unas características geográficas, meteorológicas y climáticas que, conjugadas, generan episodios complejos de contaminación por O₃, lo que hace que la gestión de la contaminación por este contaminante sea aún más difícil. Las altas concentraciones de O₃ se han asociado con una mayor morbilidad respiratoria y cardiovascular en la población, así como con daños a los cultivos y la vegetación.

Desde 2005, España ha sido parte del marco legislativo global para proteger la salud y el medio ambiente contra la contaminación atmosférica, tras ratificar el Protocolo de Gotemburgo. A nivel comunitario, se ha ido tomando una serie de medidas con la publicación de diversas Directivas para reducir progresivamente las concentraciones de O₃, que se han ido trasponiendo a nivel nacional mediante Reales Decretos.

A finales de 2024, la Comisión Europea publicó la Directiva 2024/2881, que establece objetivos más estrictos para mejorar la calidad del aire y proteger la salud pública y el medio ambiente, alineándose con las recomendaciones de la OMS.

Con el fin de abordar esta problemática, la **Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITERD)** encargó un informe titulado *Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono* a un consorcio científico formado por diversos centros de investigación y universidades, con el objetivo de desarrollar una evaluación exhaustiva sobre las fuentes, distribución y medidas de control necesarias para reducir las concentraciones de O₃ troposférico en España. Este informe recopila una amplia gama de datos y análisis que permiten abordar la problemática del O₃ en el país de manera integral.

En este diagnóstico exhaustivo, se analizaron los datos de calidad del aire recopilados entre 2008 y 2023, los cuales fueron obtenidos de diversas estaciones de monitoreo distribuidas por todo el país. Se identificaron cuatro tipos de cuencas atmosféricas (denominadas R1 a R4) en función de su grado de contaminación por O₃ y la intensidad de los episodios. Estas cuencas se clasificaron de la siguiente manera:

- **R1:** Islas Canarias, Norte y Noroeste peninsular, con concentraciones bajas de O₃ y contribuciones externas.
- **R2:** Islas Baleares, Valle del Ebro y mesetas, con contribuciones de O₃ de áreas vecinas y valores normativos ocasionalmente superados.

- **R3:** Puntos calientes (ó *hotspots* de O₃), como Madrid, el norte de Barcelona, el Valle del Guadalquivir e interior de la Comunidad Valenciana, donde las concentraciones de O₃ superan sistemáticamente los umbrales normativos.
- **R4:** La cuenca de Puertollano, con especiales características en cuanto a las emisiones locales de precursores y episodios agudos de O₃.

Las cuencas **R3** y **R4** son consideradas las zonas más críticas, donde se requieren políticas intensivas para la reducción de precursores de O₃.

Además de estos aportes, el estudio concluyó que los aportes transfronterizos de O₃ (europeos y hemisféricos) son también importantes, y se deben definir políticas supra nacionales para reducir este tipo de O₃. A nivel estatal, el estudio también indicó que la reducción de las emisiones de precursores de O₃ generados por el tráfico y el transporte marítimo son clave a la hora de reducir las concentraciones de O₃. Además, los sectores industriales más relevantes en cuanto a las emisiones de COVs, que contribuían significativamente a la formación de O₃, incluían la fabricación y uso de solventes, la industria petroquímica, el tráfico rodado, y la agricultura. Así, el informe identifica los 19 COVs con mayor potencial de formación de O₃ (PMFO), como o-xileno, m-xileno, p-xileno (isómeros del xileno), tolueno, etanol, eteno, propeno, etilbenceno, formaldehído, ciclopentano, acetaldehído, butanal, estireno, butano, 1,2,3-trimetilbenceno, 1,3,5-trimetilbenceno, 1,2,4-trimetilbenceno, etiltolueno y propilbenceno. Por último, establece que la reducción de sus emisiones en las áreas más afectadas (R3 y R4) podría tener un impacto considerable en la mejora de la calidad del aire.

Objetivos del Plan Nacional de Ozono

El objetivo del Plan Nacional del Ozono es reducir las concentraciones de O₃ troposférico por debajo de los límites legales para mejorar la calidad del aire, la salud y la vegetación. Aunque el cumplimiento total requiere estrategias europeas más amplias que no se esperan antes de 2030, el Plan busca alcanzar el Escenario Planificado, que integra las medidas del PNIEC y el PNCCA para 2030. Cumpliendo este escenario, se conseguiría una reducción media de 4 µg/m³ del O₃ (media octohoraria) en verano, un 38% menos de superaciones del valor objetivo, y hasta un 65% de reducción del umbral horario de información. Además, la reducción del tráfico marítimo podría disminuir aún más los niveles de ozono en zonas costeras.

Los objetivos específicos del Plan son:

- I. Evaluar la situación actual del ozono en España e identificar zonas críticas.
- II. Diseñar una estrategia con medidas coordinadas con las entidades implicadas.
- III. Evaluar el impacto de las medidas, realizar su seguimiento, fomentar la cooperación institucional y comunicar el Plan al público.

Líneas estratégicas de actuación

Uno de los elementos clave del presente Plan son las medidas de actuación propuestas. Dada la naturaleza transversal del Plan, las actuaciones propuestas requerirán la implicación de sectores y administraciones diversas. Las medidas propuestas están divididas en tres áreas principales: reducción de las emisiones de precursores de O₃, promoción de la información y divulgación ciudadana, y fomento de la investigación sobre el O₃ troposférico. Dentro de cada área se ha elaborado una serie de fichas (Anexo A) cuyas actuaciones se resumen a continuación:

A. Reducción de las emisiones de precursores de O₃ troposférico

A1. Transición hacia un transporte más limpio: promoción de transportes menos contaminantes y la implementación de Zonas de Bajas Emisiones (ZBE). Alcanzar los objetivos del Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA) en cuanto a la reducción del 60% de las emisiones de NO_x del tráfico rodado. Además, lograr una reducción de las emisiones asociadas al transporte marítimo del 20%.

A2. Energía eléctrica eficiente y renovable: fomento del uso de fuentes de energía renovables para posicionar a España como líder en energías limpias, con el objetivo de que para 2030 el 81% de la generación eléctrica y el 48% del consumo final provengan de energías renovables, minimizando así el uso de energía eléctrica procedente de fuentes contaminantes, en línea con el PNIEC.

A3. Reducción de emisiones de precursores de O₃ derivadas de la gestión de residuos: aplicación de la jerarquía de residuos conforme a la Ley 7/2022 para una economía circular.

A4. Mejora de la gestión ambiental industrial: disminución de emisiones industriales y promoción de energías renovables sin combustión en el sector industrial.

A5. Reducción de las emisiones de precursores de O₃ en diferentes sectores: reducción de emisiones de COVs, precursores clave en la formación de O₃.

A6. Control y reducción de emisiones de precursores de O₃ en el sector agropecuario: Medidas para reducir las emisiones de precursores de O₃ y residuos agrícolas, centradas en la gestión sostenible de residuos y técnicas a largo plazo. Se destaca la importancia de evitar la quema de residuos agrícolas durante los meses de verano (mayo a septiembre), debido a su impacto significativo en la calidad del aire y las concentraciones de contaminantes.

A7. Coordinación político-científica-administrativa: coordinación interregional y cooperación internacional en la gestión del O₃. Abarca medidas de política ambiental a nivel supra nacional para reducir la

emisión de precursores de O₃ (por ejemplo, la inclusión del CH₄ en el Protocolo de Gotemburgo, y apoyo a la creación de una zona de bajas emisiones en NO_x (NECA) marítima en el Mediterráneo, entre otras).

B. Promoción de la información y divulgación ciudadana sobre el O₃

B1. Campañas de divulgación sobre el O₃ troposférico como contaminante atmosférico: sensibilización pública a través de campañas informativas, talleres y aplicaciones móviles, dirigidas a colectivos vulnerables.

C. Fomento del conocimiento científico sobre la contaminación por O₃ troposférico

C1. Fomento del conocimiento científico sobre el O₃ troposférico: impulso al conocimiento sobre el comportamiento y los efectos del O₃ para implementar medidas efectivas.

Cada medida cuenta con una estructura detallada, que incluye objetivos, descripción, actuaciones específicas, ámbito geográfico, indicadores de cumplimiento, responsables, colaboradores y financiación.

Justificación del Plan Nacional de Ozono e integración con otros planes y estrategias

La nueva Directiva europea 2024/2881 establece objetivos más estrictos para la reducción de las concentraciones de O₃ troposférico, incluyendo una disminución en el número de superaciones permitidas del valor objetivo, lo que requiere una estrategia ambiciosa y coordinada. Las condiciones orográficas y climáticas específicas de España dificultan alcanzar estos objetivos, por lo que resulta imprescindible un Plan Nacional de Ozono adaptado a la realidad del país, centrado en la reducción de los precursores del O₃.

Para garantizar una respuesta eficaz, el Plan se ha elaborado en alineación con otros instrumentos nacionales e internacionales relevantes, principalmente el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA), el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) y las recomendaciones del comité científico de las *Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono*. Esta coordinación asegura la coherencia y la actuación conjunta de todas las instituciones implicadas.

El PNCCA establece para 2030 una reducción del 51% en las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) y del 26% en compuestos orgánicos volátiles (COVs), ambos precursores del ozono. El PNIEC y la estrategia europea de descarbonización plantean una reducción del 55% en gases de efecto invernadero (GEI) para 2030, con especial atención al metano (CH₄). Además, el PNIEC fija metas ambiciosas para la transición energética, con el compromiso de que para 2030 el 81% de la generación eléctrica y el 48% del consumo final de energía provengan de fuentes renovables, lo que contribuirá a disminuir las emisiones contaminantes asociadas a la generación convencional.

Un foco prioritario es la reducción de emisiones del tráfico rodado, especialmente en zonas con alta contaminación, como las cuencas R3. Estudios indican que un avance menor al previsto en esta reducción comprometería significativamente los beneficios esperados en la disminución de las concentraciones de O₃.

Finalmente, el Plan recoge en su Anexo B la legislación europea y nacional aplicable, así como los planes y estrategias que han sido clave para su elaboración, garantizando su coherencia con el marco normativo vigente y los compromisos nacionales e internacionales.

Análisis de impacto de las políticas y medidas

Según el Banco Mundial, el coste sanitario de la contaminación en Europa representa el 3,5% del PIB, unos 35.000 millones de euros anuales. A nivel global, este coste alcanza el 6,2% del PIB, más de 4,5 billones de dólares. Sin embargo, la inversión para prevenir la contaminación puede generar un retorno significativo de 30 dólares por cada dólar invertido.

Se estima que, en 2030, la exposición al O₃ troposférico causará unas 65.100 muertes prematuras en Europa. Una elevada proporción de las muertes prematuras asociadas a la exposición al O₃ provienen de aportes extra-nacionales, tanto europeos como hemisféricos. En España, alrededor del 25% de las muertes prematuras son atribuibles al O₃ proveniente de fuera del país, tanto de otros países europeos como de emisiones marítimas. Pero la mayor contribución causante de episodios de contaminación por O₃ es de origen nacional. Esto resalta la importancia de las medidas para reducir los precursores de O₃, que han sido analizadas en diversos planes y programas en España.

Así, en el PNCCA se analiza el cumplimiento de los compromisos nacionales de emisiones de contaminantes para el período 2023-2030. En concreto, el PNCCA evalúa dos escenarios para determinar el cumplimiento de los compromisos legislativos: escenario con medidas existentes y escenario con medidas adicionales. En el escenario con medidas existentes no se alcanzan los objetivos para COVs y NOx en 2030. Sin embargo, con medidas adicionales, se superan los objetivos para NOx y prácticamente se alcanzan para COVs. Por lo tanto, es esencial aplicar nuevas medidas adicionales, como reducir el uso de disolventes y otros productos precursores del O₃, sustituir combustibles fósiles y promover el uso de vehículos eléctricos.

El informe de *Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono* también evalúa diferentes escenarios de emisiones y su impacto en las concentraciones de O₃. En concreto se diseña un escenario planificado, 10 escenarios específicos y 4 escenarios extremos.

Marco temporal, vigencia y revisión del Plan

El Plan será válido hasta 2030 y se revisará cada dos años para incorporar avances y nuevas medidas. Se han establecido unos plazos para la implementación de cada medida, en el Anexo C.

La Comisión de Cooperación en Materia de Calidad Ambiental (COCOMACA), o en su defecto otra comisión equivalente, evaluará bienalmente el cumplimiento mediante los indicadores definidos en las fichas de medidas, con datos que proporcionarán las comunidades autónomas. Si no se prevé alcanzar las reducciones agendadas para 2030, se tomarán medidas correctivas.

Identificación de recursos

Existen recursos financieros y reglamentarios disponibles para la implementación del Plan Nacional de Ozono, destacando el Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia (PRTR). Este plan incluye 10 políticas clave que abarcan 30 componentes, de los cuales los más relevantes para el Plan Nacional de Ozono son aquellos relacionados con la movilidad sostenible, la rehabilitación urbana, la transformación del sistema agroalimentario, las energías renovables, la infraestructura eléctrica, el hidrógeno renovable, y la transición justa, entre otros.

Además de los fondos nacionales, también están disponibles recursos europeos a los que las entidades públicas y privadas pueden aplicar en concurrencia competitiva. El Anexo D detalla las fuentes de financiación y su relación con las medidas propuestas.

Marco de cooperación institucional, gestión y coordinación del Plan

El desarrollo del Plan Nacional de Ozono comenzó en 2021 con la creación de un grupo de trabajo liderado por el MITERD, en colaboración con redes de calidad del aire y un comité científico. Su objetivo es coordinar esfuerzos, compartir investigaciones y proponer mejoras, mediante reuniones periódicas.

Con la entrada en vigor de la Directiva 2024/2881, las comunidades autónomas y entidades locales deben elaborar planes regionales ante superaciones de los niveles de ozono, según la normativa vigente. Además, con la nueva Directiva 2024/2881 se deberán crear Hojas de Ruta antes del fin de 2028 en zonas con riesgo de superar los límites de ozono. El MITERD coordina un grupo de trabajo para definir los requisitos de los Planes, Hojas de Ruta y Planes de Acción a Corto Plazo. Las autoridades competentes deben implementar las medidas del plan y recopilar información para su seguimiento cada dos años.

Comunicación y participación en el Plan

Atendiendo a lo establecido en la Ley 34/2007 y la Ley 27/2006, el Plan Nacional de Ozono se elaboró y modificó garantizando la participación pública. Para ello, el MITERD garantizó el acceso claro y comprensible a la información durante todo el proceso, permitiendo la participación activa de la ciudadanía y entidades interesadas en la toma de decisiones.

Tras finalizar el Plan, se compartió con las comunidades autónomas para debatir su implementación y se alentó a crear planes regionales basados en este. Además, se difundió la importancia del Plan en jornadas públicas sobre calidad del aire y salud.

Conclusiones

El Plan Nacional de Ozono persigue reducir las concentraciones de O₃ troposférico en España, un contaminante perjudicial para la salud, los ecosistemas y la agricultura. Las medidas clave incluyen la reducción de emisiones de precursores del O₃, la transición hacia un transporte más limpio y el impulso de energías renovables, con un enfoque en sectores como el transporte, la industria y la agricultura. El Plan se alinea con políticas nacionales e internacionales, como el PNCCA y el PNIEC, y se complementa con recursos del PRTR y fondos europeos. Las acciones propuestas no solo mejorarán la calidad del aire, sino que también generarán beneficios económicos al reducir los costes sanitarios relacionados con la contaminación. La cooperación interinstitucional y la participación pública son esenciales para garantizar la efectividad del plan, que tiene un enfoque transversal, integral y coordinado para abordar el reto de la contaminación por O₃ en España.

4. INTRODUCCIÓN

4.1. CALIDAD DEL AIRE Y PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA FRENTE AL OZONO TROPOSFÉRICO

4.1.1. El ozono troposférico. Un contaminante que afecta a la salud humana y a la vegetación

El ozono (O₃) troposférico es un contaminante atmosférico de creciente interés debido a sus efectos nocivos sobre la salud humana y el medio ambiente. Según el último informe de la Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA, por sus siglas en inglés) sobre la calidad del aire en Europa (EEA, 2024a), la práctica totalidad de la población europea urbana estaba expuesta en 2023 a concentraciones de O₃ superiores al valor guía de la Organización Mundial de la Salud para el O₃ de 100 µg/m³ (OMS, 2021).

El O₃ troposférico afecta a la calidad del aire tanto en zonas urbanas como suburbanas y rurales, alcanzando incluso áreas remotas del planeta. Su formación requiere reacciones fotoquímicas (gobernadas por la radiación solar) con la participación de óxidos de nitrógeno (NO_x) y compuestos orgánicos volátiles (COVs; en este informe, COVs se refiere a COVs no metánicos) y va acompañada de la producción de una gran variedad de compuestos secundarios intermedios y finales, importantes para la calidad del aire (US-EPA, 2006).

Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla y Málaga son las áreas metropolitanas más pobladas de España con 6,1; 5,1; 1,6; 1,3 y 1,0 millones de habitantes respectivamente (MITMA, 2020). En el contexto europeo, España tiene una baja densidad de población (93 hab/km²) debido a la presencia de grandes áreas despobladas. Sin embargo, considerando la densidad construida, que tiene en cuenta sólo los km² con personas viviendo en ellos, España es el país más densamente poblado de Europa, con distritos con hasta más de 50.000 hab/km² (en la ciudad de L'Hospitalet, dentro del área metropolitana de Barcelona; Batista et al., 2021), siendo varios municipios de Barcelona y Madrid los más densamente poblados.

Altas concentraciones de O₃ troposférico también tienen un impacto negativo en la vegetación. Para la protección de la vegetación y los bosques se utiliza el parámetro AOT40 (*Accumulated Ozone Exposure over a threshold of 40 Parts Per Billion during daylight, 8:00 to 20:00 CET*) desde mayo a julio (vegetación) y desde abril a septiembre (bosques). La EEA estima que grandes proporciones de bosques y agroecosistemas estuvieron expuestas a concentraciones de O₃ troposférico por encima de los valores umbral, lo que causó daños a la vegetación y a las cosechas (EEA, 2024b).

4.1.2. Mecanismos químicos de formación y titración de ozono y sus precursores

La formación de O₃ troposférico es altamente compleja, y en ella intervienen reacciones fotoquímicas (gobernadas por la radiación solar) con la participación de NO_x y COVs. Los

principales precursores de O_3 son NO_x , COVs, monóxido de carbono (CO) y metano (CH_4).

Estas reacciones van acompañadas de la producción de una gran variedad de compuestos secundarios intermedios y finales, importantes para la calidad del aire. Esta complejidad en la formación de O_3 implica que las estrategias para reducir su concentración en el aire ambiente sean también altamente complejas, dado que además las relaciones entre las emisiones de COVs y NO_x y la producción de O_3 no son lineales.

En áreas contaminadas con NO_x , el NO favorece la destrucción de O_3 y su producción está gobernada por las concentraciones de COVs presentes. Estas condiciones son comúnmente conocidas como COV-limitadas (Royal Society, 2008; Sillman et al., 2003). En áreas rurales, la formación de O_3 está normalmente gobernada por las concentraciones de hidrocarburos presentes, especialmente COVs biogénicos (BCOVs) emitidos por la vegetación, por lo que esta aumenta con el incremento de las concentraciones de NO_x (condiciones NO_x -limitadas).

Así, en un ambiente donde la formación de O_3 está limitada por los COVs, una reducción de NO_x , manteniendo COVs constantes, no necesariamente resultará en una disminución proporcional de O_3 , sino que puede incluso causar un incremento en su concentración, y viceversa.

La gran complejidad de la formación y dinámica atmosférica del O_3 troposférico (Millán et al., 1997 y 2000) y, por lo tanto, del diseño de medidas efectivas para reducirlo, radica en la existencia de múltiples factores como son:

- La gran variedad de fuentes y precursores (algunos de origen biogénico).
- El relativamente largo tiempo de residencia en la atmósfera del O_3 y de algunos de sus precursores, lo cual facilita su transporte a diferentes escalas espaciales (local/regional/hemisférica).
- La capacidad de acumulación bajo determinadas condiciones atmosféricas durante varios días.
- La no linealidad de las reacciones de COVs, NO_x y formación de O_3 (por ejemplo, la reducción de uno de ellos puede suponer un aumento del O_3 generado bajo según qué condiciones).
- Las intrusiones de O_3 estratosférico.

4.1.3. Efecto de la orografía y el clima de España en la concentración de ozono

Los valores objetivo de O_3 de protección a la salud humana y ecosistemas se incumplen en amplias zonas del continente europeo, pero con especial severidad en el sureste. Las regiones del sur y, especialmente, la cuenca mediterránea y el norte de Italia son las zonas más expuestas a la contaminación por O_3 en Europa, donde las condiciones meteorológicas predominantes en temporadas cálidas del año, las características de su orografía y su vegetación, junto a una mayor incidencia solar y una meteorología

compleja, son favorables para su producción y acumulación (Millán et al., 1997 y 2000; Gangoiti 2001).

La Península Ibérica, en general, presenta características climáticas, meteorológicas y geográficas particulares que influyen decisivamente en las propiedades de su atmósfera y, por tanto, en la calidad del aire. Entre ellas destacan:

- Una orografía compleja que dificulta los procesos de dispersión de contaminantes en la atmósfera, y una elevada insolación que favorece la formación de contaminantes secundarios fotoquímicos, como O_3 , partículas y numerosos compuestos secundarios orgánicos e inorgánicos.
- Una alta intensidad de emisión estival de contaminantes orgánicos volátiles biogénicos de la vegetación, contribuyendo a aumentar las concentraciones de precursores de contaminantes fotoquímicos.
- Una alta densidad de población e industrialización en las zonas costeras y en ciudades interiores, que conlleva altas emisiones de precursores antropogénicos en zonas relativamente limitadas en extensión.
- Finalmente, como parte de la cuenca mediterránea, la Península Ibérica es receptora de contaminantes transportados a larga distancia desde Europa, y a nivel hemisférico, que tienen influencia en el O_3 en superficie (Millán et al., 1997 y 2000, Lelieveld et al., 2002; Gerasopoulos et al, 2005).

Como se ha expuesto anteriormente, los COVs y NO_x son precursores del O_3 troposférico. Mientras que las medidas para la reducción de NO_2 son frecuentes en las redes de calidad del aire por exigencias normativas, las medidas de COVs en España son muy escasas, aun siendo éstas clave para entender los procesos de formación de O_3 , validar modelos de calidad del aire y sugerir estrategias para reducir este contaminante complejo.

4.2. ANTECEDENTES DEL PLAN: MARCO REGULADOR Y DE POLÍTICAS

En 2005, España ratificó el Protocolo de Gotemburgo de 1999, relativo a la reducción de la acidificación, de la eutrofización y del O_3 en la troposfera, enmarcado dentro del Convenio de Ginebra de 1979, sobre contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia (ratificado por España en 1982), que establece un marco de cooperación intergubernamental para proteger la salud y el medio ambiente contra la contaminación atmosférica que puede afectar a varios países.

El O_3 está incluido en el conjunto de contaminantes atmosféricos regulados por la legislación en gran parte del mundo. En Europa, se llevan implementando medidas para reducir las concentraciones de O_3 desde 1992 con la Directiva 92/72/CEE. Su objetivo era establecer un sistema de vigilancia con el fin de informar a la población cuando se

superasen determinados umbrales de concentración y adquirir los conocimientos precisos que permitieran la adición de medidas encaminadas a su reducción.

Con la Directiva 96/62/CE, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente, se estableció una regulación global aplicable a todos los escenarios de contaminación atmosférica. Esta era una Directiva Marco que, posteriormente, se desarrolló en una serie de directivas relativas a cada uno de los contaminantes atmosféricos sobre los que se habían establecido las líneas generales. Obligó a modificar la Directiva 92/72/CEE relativa al O₃ en aire ambiente. La Directiva 2002/3/CE fue transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 1796/2003 relativo al O₃ en el aire ambiente. Posteriormente, fue derogada por la Directiva 2008/50/CE, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.

El Real Decreto 102/2011, relativo a la mejora de la calidad del aire, transpuso al ordenamiento jurídico español las Directivas europeas 2008/50/CE y 2004/107/CE, y derogó el anterior Real Decreto 1796/2003. Este RD define y establece objetivos de calidad del aire para los contaminantes atmosféricos con más incidencia en la salud de las personas y el medio ambiente, además de la regulación, evaluación, mantenimiento y mejora de la calidad del aire, mediante el establecimiento de métodos y criterios comunes de evaluación. Tiene como objetivo, entre otros, definir y establecer objetivos de calidad del aire de acuerdo con el anexo III de la Ley 34/2007 de calidad del aire y protección de la atmósfera, con respecto a diferentes contaminantes. Esta Ley aporta la nueva base legal para los desarrollos relacionados con la evaluación y la gestión de la Calidad del aire en España. Su objetivo es alcanzar unos niveles óptimos de calidad del aire para evitar, prevenir o reducir riesgos o efectos negativos sobre la salud humana, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.

El Real Decreto 102/2011 ha sido modificado en 2023, junto con otras normas, por el Real Decreto 34/2003, para incorporar lo dispuesto en el Plan Marco de Acción a corto plazo en caso de episodios de alta contaminación.

Asimismo, el 20 de noviembre de 2024, la Comisión Europea publicó oficialmente la nueva Directiva 2024/2881, sobre la calidad del aire ambiente y una atmósfera más limpia, que refunde las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE. Esta nueva directiva plantea objetivos más estrictos para mejorar la calidad del aire en línea con las recomendaciones de la OMS, con el propósito de incrementar la protección de la salud pública y el medio ambiente. Propone valores objetivo (no límite) para el O₃ más estrictos que la anterior directiva 2008/50/CE. Así, se reduce el número de superaciones anuales del valor objetivo (calculado como media trienal). Además, rebaja el valor objetivo a largo plazo, con un máximo de tres superaciones anuales. Estos cambios van a traducirse en un mayor incumplimiento de los valores de O₃ de protección a la salud en los años venideros.

A continuación, (Tabla 1, Tabla 2) se detallan los valores objetivo y objetivos a largo plazo del O₃, en forma de comparativa entre la anterior Directiva 2008/50 y la nueva Directiva 2024/2881.

Tabla 1. Comparativa de valores objetivo para el O₃ de la antigua y nueva directiva.

VALORES OBJETIVO PARA EL O ₃				
	Protección salud humana		Protección salud vegetación	
	Directiva 2008/50	Nueva Directiva 2024/2881	Directiva 2008/50	Nueva Directiva 2024/2881
Periodo de cálculo de la media	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias	Máxima diaria de las medias octohorarias (MDA8)	Mayo a julio	
Valor objetivo	120 µg/m ³ No podrá superarse más de 25 días por año civil, promediados en un período de tres años.	120 µg/m ³ No podrá superarse más de 18 días por año civil, promediados en un período de tres años.	18.000 µg/m ³ x h AOT40 (calculada a partir de valores horarios) promediados en un período de cinco años.	

Tabla 2. Comparativa de objetivos a largo plazo para el O₃ de la antigua y nueva directiva.

OBJETIVOS A LARGO PLAZO PARA EL O ₃				
	Protección salud humana		Protección salud vegetación	
	Directiva 2008/50	Nueva Directiva 2024/2881	Directiva 2008/50	Nueva Directiva 2024/2881
Periodo de cálculo de la media	Máxima diaria de las medias móviles octohorarias dentro de un año civil	Máxima diaria de las medias octohorarias dentro de un año civil	Mayo a julio	
Objetivo a largo plazo	120 µg/m ³	100 µg/m ³ Que no debe suponer más de 3 días de superación por año civil (percentil 99).	6.000 µg/m ³ x h AOT40 (calculada a partir de valores horarios).	

El alcance de estos objetivos de calidad del aire se ve favorecido por la Directiva (UE) 2016/2284, relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos, que modifica la Directiva 2003/35/CE y deroga la Directiva 2001/81/CE. Esta aborda, entre otros contaminantes atmosféricos, el O₃ y la consecución de valores objetivo y objetivos a largo plazo relativos a este. Adicionalmente, establece la obligación para cada estado miembro de elaborar un

programa nacional de control de la contaminación atmosférica, que incluye medidas relacionadas con los precursores del O₃, y contribuir así a la aplicación satisfactoria de los planes de calidad del aire establecidos en virtud del artículo 23 de la Directiva 2008/50/CE.

De acuerdo con lo indicado en el primer Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA), se establece una reducción a 2030 del 51% para los NO_x y del 26% para los COVs sobre las emisiones (kt) para el año base 2005.

Respecto al CH₄, debemos remitirnos a la Estrategia de la UE de reducción de emisiones de este contaminante, adoptada en octubre de 2020, que no establece un objetivo de reducción al igual que el PNCCA. El CH₄ es a la vez un gas con efecto invernadero y un gas precursor del O₃, por lo que su reducción es clave para poder disminuir las concentraciones de O₃ troposférico. Las emisiones antropogénicas de CH₄ en la UE proceden principalmente de la agricultura (56%), los residuos (24%) y la energía (16%) (EEA, 2024b).

Por otro lado, en los programas de reducción de gases de efecto invernadero en el marco de los convenios internacionales suscritos por España y la Unión Europea, se establece un objetivo global de reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en un 55% como mínimo, de aquí a 2030 en comparación con 1990, lo que implicará reducir las emisiones de CH₄. Por su lado, en la estrategia europea del CH₄, se indica que las proyecciones apuntan a la necesidad de aumentar del 35% al 37% la reducción de las emisiones de CH₄ de aquí a 2030 en comparación con 2005, para cumplir con ese objetivo total de reducir en un 55% las emisiones de GEI.

En el PNIEC 2023-2030 y en la estrategia de descarbonización a largo plazo 2050 a nivel nacional y europeo, tampoco se introduce un objetivo específico de reducción de esta sustancia.

Debido al gran número de administraciones autonómicas y locales presentes en nuestro país, y por la necesidad de implementar medidas efectivas para la reducción de O₃ para cumplir con los objetivos de la Directiva 2024/2881, se hace necesario armonizar e impulsar de forma coordinada las actuaciones a llevar a cabo a nivel nacional. Con este objetivo nace la necesidad de diseñar un Plan Nacional de Ozono.

Para ello, el MITERD, a través de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, encargó a un consorcio científico, un estudio exhaustivo sobre el ozono troposférico. Este consorcio, liderado por el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA) del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), cuenta, además, con la participación del Barcelona Supercomputing Center (BSC), la Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM), la Escuela de Ingeniería de Bilbao de la Universidad del País Vasco (UPV/EHU), el Instituto de Tecnología Cerámica (ITC) de la Universitat Jaume I (UJI), el Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Zaragoza (UNIZAR) y el Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Huelva (UHU).

Como resultado del trabajo de este comité científico se han redactado las *Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono*. (NIPO 665-25-008-7 e ISBN 978-84-18778-60-5; disponible para consulta en la web del MITERD)

4.3. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN

Los mecanismos de formación de O_3 y la complejidad de los episodios de contaminación, así como las posibles estrategias de mitigación de este contaminante secundario, se detallan en el informe *Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono*. En esta sección se sintetizan las principales conclusiones de dicho informe.

Este estudio incluye un bloque de interpretación de mediciones de calidad del aire (2008-2023), campañas de medidas en superficie y aerotransportadas para evaluar tendencias y fenomenología de episodios en diferentes cuencas aéreas con diferentes grados de contaminación por O_3 , y abundantes mediciones de COVs en aire ambiente y próximas a focos relevantes de emisión (2019-2023). Asimismo, se contempla otro bloque que evalúa focos industriales, Mejores Técnicas Disponibles (MTDs) aplicadas, mejora de los inventarios de emisiones para modelización y las herramientas de modelización para reproducir episodios de contaminación.

4.3.1. Diagnóstico y clasificación de cuencas atmosféricas

A partir de los resultados obtenidos y la fenomenología de los episodios de O_3 , el estudio propone una clasificación de las cuencas atmosféricas en cuatro tipos (R1 a R4) según sus patrones de contaminación por O_3 (Figura 1). Esta regionalización permite identificar las áreas más problemáticas para priorizar la implementación de políticas específicas de reducción:

- **R1:** Islas Canarias, Norte y Noroeste peninsular. Registran las concentraciones más bajas de O_3 , con aportes externos procedentes del transporte atmosférico transfronterizo. Se requiere vigilancia continua, pero con menor prioridad de intervención.
- **R2:** Islas Baleares, Valle del Ebro y mesetas (zonas próximas a los *hotspots* de O_3 , indicadas a continuación). Los valores normativos son ocasionalmente superados debido a contribuciones de áreas vecinas (R3). Recomendación: medidas preventivas moderadas.
- **R3:** comprende los *hotspots* de O_3 , que incluyen las cuencas aéreas de Madrid, el norte de Barcelona, el Valle del Guadalquivir y el interior de la Comunidad Valenciana, donde los valores normativos son sistemáticamente superados y la producción local de O_3 es relevante durante episodios de alta concentración. Es fundamental aplicar políticas intensivas de reducción de precursores de O_3 .
- **R4:** la cuenca atmosférica cerrada de Puertollano, con características especiales referentes a las emisiones locales de precursores y condiciones geográficas que limitan la dispersión de contaminantes. Estos factores provocan episodios de O_3 agudos a lo largo de todo el año. Se recomienda implementar controles estrictos de emisiones

locales. No obstante, la cuenca R4 no vincula a Puertollano a una peor situación de partida respecto a las cuencas catalogadas R3, sino a un patrón diferente.

<p>Todo el territorio recibe aportes externos de O₃ transfronterizo, incluso externo a Europa, R1 recibe también aportes diluidos de O₃ de otras cuencas españolas, y relativamente bajos locales (bajas emisiones de precursores y patrones climáticos específicos de bajo O₃)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asturias • (Canarias) • Cantabria • Galicia 			
R1	<p>Como en el caso de R1, pero las contribuciones de O₃ de las cuencas vecinas con <i>hotspots</i> de O₃ (C. Madrid, Portugal, Barcelona, Tarragona) son mayores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • País Vasco • Extremadura • Murcia • Navarra • CyL • CLM • Aragón • Baleares • La Rioja 		
	<p><i>Hotspots</i> de O₃ contribuciones muy relevantes de O₃ generadas en la cuenca a partir de precursores locales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Madrid • N Barcelona, N Tarragona • Guadalquivir (GV) • Inner C.Valenciana 		
	<p>Como en R3, pero emisiones locales específicas de precursores causan altas concentraciones episódicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puertollano 		
	R2	R3	R4

Figura 1. Clasificación de las regiones O₃ (R1-R4) en España según la intensidad y frecuencia de los episodios O₃ y el origen del O₃ y de sus precursores. CyL significa Castilla y León y CLM, Castilla-La-Mancha. Imagen de las Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono.

R3 y R4 son los *hotspots* de O₃ y, por lo tanto, las áreas a priorizar en la implementación de políticas de reducción de emisiones de precursores, sin perjuicio de que muchas de las medidas tengan también efectividad en R1 y R2. En estas regiones, la correcta gestión de emisiones de precursores a escala local y regional puede resultar en disminuciones significativas de las concentraciones de O₃ durante episodios.

En la Figura 2 se representan las distintas zonas R1-R4 señaladas sobre el mapa, donde, adicionalmente, se observa la concentración de NO₂.

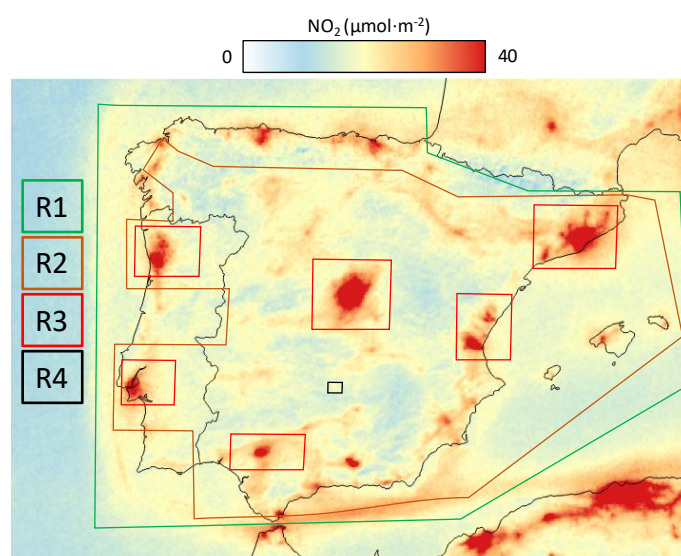


Figura 2. Representación en el mapa de las zonas R1-R4 y variabilidad espacial de las concentraciones de NO₂ en columna troposférica de TROPOMI-ESA (promedio de verano del 2019, obtenido de observaciones diarias a las 13:45 hora local). La concentración máxima en la escala se ha fijado relativamente baja (40 μmol·m⁻²) para enfatizar las

4.3.2. Tendencias observadas

El análisis de tendencias de O₃ en España entre 2008 y 2019 muestra que la mayor parte de las estaciones no presentan variaciones estadísticamente significativas. Sin embargo, en las zonas *hotspots* de O₃ sí se detectan tendencias diferenciadas:

- **Incremento de O₃ en Madrid (2008–2019):** ligado a la reducción de NO_x por el control del tráfico, lo que favorece la formación de O₃ en un entorno limitado por COVs.
- **Descenso de O₃ en Sevilla (2008–2019):** consecuencia de la disminución de NO_x en un contexto limitado por este compuesto, afectado por emisiones de la refinería de Huelva.
- **Reducción durante la pandemia (2020–2021):** las restricciones asociadas a la pandemia de COVID-19 tuvieron un profundo efecto en la emisión de contaminantes atmosféricos. Las menores emisiones del tráfico rodado, transporte marítimo y sectores industriales (y potencialmente reducciones hemisféricas) redujeron notablemente las concentraciones de O₃, siendo especialmente evidentes en el centro, mitad este y, especialmente, en el litoral Mediterráneo, donde por primera vez desde que hay registros, no se superaron los umbrales para la protección a la salud de la directiva europea, aunque se siguieron superando los valores guía de la OMS (OMS, 2021).
- **Rebote parcial en el periodo post-pandemia (2022–2023):** las concentraciones de O₃ aumentaron de nuevo debido a la reactivación económica, aunque en general no alcanzaron las concentraciones previas a la pandemia, a pesar de las condiciones meteorológicas favorables a la formación de O₃. Ello se atribuye a la alta proporción de energía renovable que permite reducir la emisión de precursores.

4.3.3. Fenomenología de episodios de ozono y contribución de fuentes

Se han descrito los factores que intensifican los episodios de alta concentración de O₃ mediante el desarrollo de modelos conceptuales en las diferentes cuencas. Adicionalmente, se ha modelizado la contribución de fuentes nacionales y externas en España. Se han identificado las siguientes contribuciones:

- **O₃ hemisférico (de fondo):** contribuye un 60% al O₃ MDA8 promedio en España, disminuyendo durante episodios agudos de contaminación.
- **Contribución nacional:** representa un 15% del O₃ MDA8 promedio entre junio y agosto, pero puede alcanzar el 40-50% durante episodios en R3 y R4.
- **Emisiones marítimas:** aportan un 11% al O₃ promedio en España y hasta un 20% en el Sur y Levante peninsulares.
- **Aportes transfronterizos:** Francia, Portugal e Italia contribuyen entre el 1-4% al O₃ MDA8, con incrementos durante eventos específicos.

A pesar de los efectos limitados de los COVs antropogénicos simulados por los modelos y de la actual incertidumbre en los inventarios de emisiones, en particular las industriales, se han identificado los COVs con mayor potencial de formación de O₃. Se han realizado estudios detallados mediante mediciones obtenidas en las proximidades de focos relevantes (tráfico, petroquímicas, gasolineras y talleres de vehículos, entre otros) y análisis de inventarios de emisión industriales de precursores de O₃ en las cuatro cuencas R3.

4.3.4. Emisiones sectoriales de compuestos orgánicos volátiles

Las diferentes tendencias de las emisiones sectoriales han dado lugar a un cambio muy importante en la contribución de fuentes al inventario español de COVs. Así, las emisiones de COVs actuales (2021, Figura 3) en España están dominadas por la fabricación y uso de solventes (45%), seguidas a distancia de las pecuarias y agrícolas (13 y 7%), la industria (10%), las fuentes de combustión residenciales y comerciales (5%), fuentes fugitivas y el tráfico rodado (4% cada una). Entre 2 y 3% contribuyen a la generación eléctrica, la gestión de residuos, maquinaria *off-road* y transporte marítimo, y el sector de aviación < 1%.

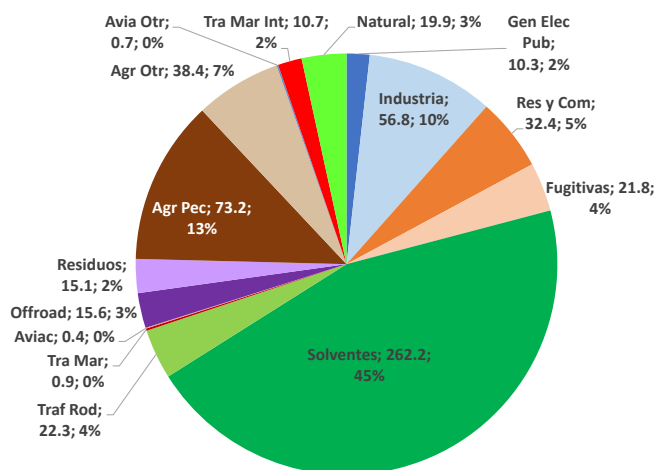


Figura 3. Emisiones anuales 2021 por sector para España (kt, %) (CEIP, 2024). Traf Rod: tráfico rodado; Tra Mar: transporte marítimo; Aviac: aviación; Offroad: transporte off-road; Agr Pec: Agricultura y pesca; Agr Otr: agricultura otros; Avia Otr: aviación otros; Tra Mar Int: Transporte marítimo internacional; Gen Elec Pub: Generación eléctrica; Res y Com: residuos y su gestión; Fugitivas: fuentes fugitivas. Imagen de las Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono.

La capacidad de los COVs para generar radicales oxidantes y, por tanto, O₃, puede variar de forma significativa según las diferentes especies y ambientes. Para caracterizar estas capacidades o potenciales de formación de O₃ de cada COV se utilizan los valores de *Maximum Incremental Reactivity* (MIR, Carter, 2009; 2010; Venecek et al., 2018), que indican los valores máximos de potencial de formación de O₃, en gramos de O₃ que puede formarse por cada gramo de COV. El potencial máximo de formación de O₃

(PMFO) resulta de la multiplicación del MIR por la concentración de cada COV obtenida en las diferentes campañas de medición.

Combinando los datos con los del PMFO obtenidos de las mediciones en el aire ambiente con los calculados a partir de los inventarios de emisión, los 19 COVs que generan más PMFO de manera común en los emplazamientos y campañas analizadas, y sobre los que hay que realizar esfuerzos para reducir sus emisiones son: o-xileno, m-xileno, p-xileno (isómeros del xileno), tolueno, etanol, eteno, propeno, etilbenceno, formaldehído, ciclopentano, acetaldehído, butanal, estireno, butano, 1,2,3-trimetilbenceno, 1,3,5-trimetilbenceno, 1,2,4-trimetilbenceno, etiltolueno y propilbenceno.

La Tabla 3 muestra el listado de principales sectores emisores de estos 19 COVs prioritarios para su reducción. Se indica su nomenclatura SNAP, acrónimo inglés de *Selected Nomenclature for Air Pollution*, que fue desarrollada por la Guía Inventario de Emisiones de Contaminantes Atmosféricos de EMEP/EEA y ha sido armonizada con la nomenclatura de categorías fuente de actividades emisoras de IPCC/OCDE (Prevención y Control Integrado de la Contaminación).

Tabla 3. Sectores SNAP con mayor impacto en la emisión de COVs precursores de O₃.

Código SNAP	Sector	COVs
0601	Aplicación de pinturas	o,m,p xileno, tolueno, etilbenceno, 1,2,3 trimetilbenceno, 1,2,4 trimetilbenceno, 1,3,5 trimetilbenceno, estireno
1009	Gestión del estiércol de otros sistemas	etanol
0406	Elaboración de pan	etanol
0810	Otros modos de maquinaria móvil no rodada	eteno, formaldehído, butanal, y acetaldehído
0405	Plásticos (polipropileno, etileno y polietileno)	propeno
0301	Plantas de combustión industrial <50 MWt (calderas)	formaldehído y butanal
0603	Tratamiento de poliuretano y poliéster y espuma de poliestireno	etilbenceno, ciclopentano y estireno
0604	Uso doméstico de disolventes	butano
0701	Vehículos pasajeros en pauta conducción urbana	1,2,4 trimetilbenceno, etiltolueno, acetaldehído, propilbenceno, o,m,p xileno y tolueno
0602	Desengrasado de metales	1,2,3 trimetilbenceno, 1,2,4 trimetilbenceno, 1,3,5 trimetilbenceno, etiltolueno y propilbenceno

0706	Evaporación de gasolina de los vehículos	hepteno, octeno, ciclopentano y butano
0505	Estaciones de servicio (incluido repostaje)	butano, hepteno, octeno y ciclopentano

Adicionalmente, en la Tabla 3 se incluyen los COVs asociados a esos sectores, sobre los que se propone actuar con prioridad por aportar >2% del PMFO en las diferentes cuencas y/o Comunidades Autónomas (CCAA) y por tanto pueden proponerse como objetivo a nivel nacional. Se recomienda reducir los niveles de COVs especialmente en ciudades donde incrementa el O₃ debido a la bajada de la titración por reducción de NO, o bien por tener un alto NO_x/COV.

Finalmente, el informe de *Bases científicas para un Plan Nacional de Ozono* insta a diseñar políticas nacionales, regionales y locales específicas según el sector emisor para reducir significativamente estas emisiones. Para ello, presenta unas recomendaciones de medidas a implantar para la reducción del O₃ troposférico. Estas recomendaciones han servido de guía para la elaboración de las medidas recogidas en el apartado “6. LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE ACTUACIÓN. FICHAS DE MEDIDAS” de este plan.

4.3.5. Emisiones sectoriales de óxidos de nitrógeno

Los inventarios anuales de emisiones 1990-2020 de NO_x, y las contribuciones de diferentes sectores en 2021 se reflejan en la Figura 4. Se muestra una marcada reducción en la generación eléctrica, y en menor proporción, en el tráfico rodado, la industria y la maquinaria *off-road*. Las reducciones del tráfico rodado, debido a los problemas con las emisiones de los motores diésel, especialmente entre 2010–2019, no han sido tan acentuadas como se han descrito para los COVs.

Así, en 2021 (Figura 4 inferior derecha), las emisiones anuales de España estaban dominadas por el tráfico rodado (35%), seguidas a distancia por la industria (17%), agropecuarias (12%, pero de ellos 11% agricultura y solo 1% pecuario), gestión de residuos (9%), maquinaria *off-road* y residencial y comercial (7% cada uno de los dos), aviación (6%), generación eléctrica (5%), fugitivas y transporte marítimo nacional (1% cada una) y solventes (<1%). Por tanto, de las emisiones nacionales de NO_x, el tráfico rodado aporta la mayor contribución. Sin embargo, si tenemos en cuenta las emisiones del transporte marítimo internacional, estas son las dominantes (Figura 4 inferior izquierda) ya que suponen un 40%, frente al 21% del tráfico rodado. Esto es muy relevante a la hora de planificar los escenarios del Plan Nacional de Ozono.

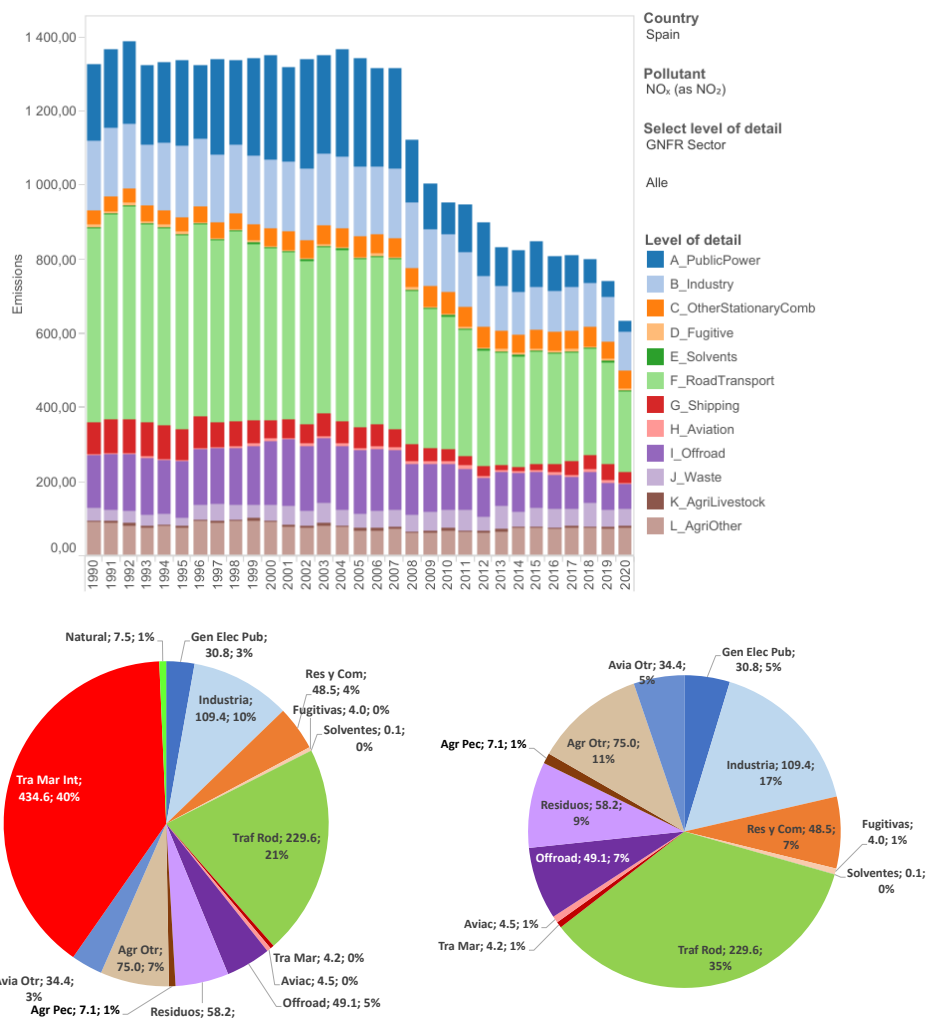


Figura 4 Superior: Inventario de emisiones de NO_x de España desde 1990 a 2020 (kt/año). Inferior. Emisiones anuales 2021 por sector para España (kt, %), izquierda incluyendo emisiones transporte marítimo internacional, derecha, sin estas últimas. Imagen de las Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono.

4.4. RECOMENDACIONES: MEDIDAS PRIORITARIAS A APLICAR RECOGIDAS EN LAS BASES CIENTÍFICAS

A partir del diagnóstico detallado de las fuentes emisoras, las cuencas atmosféricas afectadas y los escenarios de reducción evaluados mediante modelización, se ha identificado una serie de medidas clave cuya implementación tendría un impacto significativo en la disminución de las concentraciones de ozono troposférico en España. Estas recomendaciones priorizadas se fundamentan en la evidencia científica recogida en el documento de *Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono*, teniendo en cuenta tanto la eficacia esperada de las medidas como su viabilidad técnica, institucional y económica. En los apartados siguientes se resumen las actuaciones recomendadas por ámbitos de intervención, destacando aquellas que resultan estratégicas para alcanzar los objetivos del Plan Nacional de Ozono. Las actuaciones detalladas y su priorización se describen en el documento de *Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono*. Las principales medidas propuestas distinguen entre las medidas para reducir el ozono transfronterizo y de origen regional:

- **Ozono transfronterizo (medidas a implementar por la AGE):**
 - Apoyar oficialmente la inclusión del metano (precursor del ozono) en el Protocolo de Gotemburgo para generar inventarios de emisión a nivel de UNECE y así comenzar a regular emisiones y reducir el ozono hemisférico.
 - Apoyar oficialmente la creación de una NECA (*NOx Emission Control Area*) en el Mediterráneo para reducir las emisiones de precursores de ozono del transporte marítimo.
 - Organizar sesiones bilaterales con Portugal y Francia para articular planes conjuntos de reducción de emisiones de precursores de ozono.
- **Ozono regional (medidas a implementar por AGE, CCAA, y ayuntamientos):**
 - **Tráfico vehicular:** cumplir los objetivos del Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA) y Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) sobre la reducción de las emisiones del tráfico rodado (reducción del 60% de las emisiones del tráfico en España entre 2019 y 2030). Continuar impulsando la transición tecnológica en el sector del transporte y respaldar la implementación de medidas para: i) la mejora tecnológica mediante la renovación de la flota vehicular e incentivando la electrificación; ii) reducir del número de vehículos circulantes; iii) implementar medidas de reducción de COVs del tráfico urbano.
 - **Tráfico marítimo:** reducir al menos un 20% las emisiones de NOx del transporte marítimo entre 2019 y 2030.
 - **Industria:** reducir las emisiones industriales de precursores del ozono y NOx (especialmente en el periodo estival). Mejorar los sistemas de inspección ambiental y la calidad de los datos en los inventarios de emisión. Implementar tecnologías de control de emisiones de COVs en plantas industriales y de generación eléctrica basadas en la quema de biomasa (al menos, en plantas nuevas).
 - **Otras medidas:** prohibir la quema de residuos agrícolas al menos durante los meses de verano. Evitar actividades como el asfaltado o la pintura de señales o líneas en el pavimento (fuentes de COVs) en los meses de verano. Fortalecer las inspecciones sobre el cumplimiento de la normativa actual en lo referente al suministro de combustible y carga de los depósitos en gasolineras (incluida la recuperación de los COVs retenidos).

A continuación, se presenta un listado de todas las actuaciones propuestas en el documento de *Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono*.

4.4.1. Gestión de la calidad del aire y políticas a aplicar

- Apoyar oficialmente la inclusión del metano (precursor importante de O₃ en aportes hemisféricos) en el Protocolo de Gotemburgo para comenzar a regular emisiones y así reducir el O₃ hemisférico.
- Apoyar oficialmente la creación de una NECA (*Nitrogen Emission Control Area*) en el Mediterráneo para reducir las emisiones de precursores de O₃ del transporte marítimo.
- Organizar sesiones bilaterales con Portugal y Francia para articular planes conjuntos de reducción de emisiones de precursores de O₃ troposférico, para reducir las contribuciones recibidas de o aportadas a estos países limítrofes.
- Adoptar la regionalización propuesta en estas bases y desarrollar políticas específicas en función de la fenomenología de los episodios en cada zona.
- Priorizar la aplicación de medidas de reducción de emisión de precursores especialmente en los *hotspots* de O₃ (R3 y R4). Aplicar también medidas en las R1 y R2 para reducir las concentraciones de fondo de O₃.
- Asegurar el cumplimiento de las reducciones del 60 % de emisiones de NO_x en 2030 planificadas en el sector de tráfico rodado en el marco del PNIEC y PNCCA, junto con la implantación definitiva de las ZBE.
- Aplicar medidas de reducción de precursores sobre el tráfico marítimo y electrificación en zonas portuarias para alcanzar un 20 % de reducción de emisiones.
- Aplicar medidas de reducción de emisión de precursores (NO_x y COVs) en época de verano.
- Priorizar las medidas para la reducción de COVs con alta capacidad de formación de O₃. Implementar las mediciones en superficie de estos COVs, junto con el resto de las 45 especies listadas en el Anexo VII de la Directiva (UE) 2024/2881. Se han identificado los sectores principales para actuar y se proponen algunas medidas específicas.
- Exigir la implantación de las mejores tecnologías disponibles, acompañadas de un riguroso plan de control de su eficacia, para garantizar unas mínimas emisiones de COVs en centrales de combustión de biomasa.
- Incluir específicamente en los estudios de evaluación de impacto ambiental (EIA) de plantas de combustión de biomasa un estudio vinculante de su posible impacto sobre las concentraciones de O₃.
- Promover y consolidar modelos de movilidad eléctrica en zonas de alto tráfico rodado para disminuir las emisiones de precursores, especialmente las de COVs de ciclomotores y motocicletas.
- Impulsar medidas coordinadas a nivel internacional para abordar planes de reducción de emisiones de precursores que permitan disminuir las concentraciones de fondo de O₃.

- Fomentar las energías renovables no basadas en la combustión.
- Hacer obligatoria la aplicación de absorbedores de COVs en todas las instalaciones de suministro de combustible vehicular.
- Fortalecer las inspecciones en gasolineras para garantizar el cumplimiento de la normativa actual relativa tanto al suministro de combustible como a la carga de los depósitos, así como a la recuperación de los COVs retenidos.

4.4.2. Monitorización y seguimiento de la contaminación

- Continuar la monitorización de las concentraciones y fenomenología del O₃ en el contexto actual de transición en los patrones de emisión. Identificar cambios de tendencia o de comportamiento.
- Profundizar en las causas del aumento del O₃ en la cuenca de Madrid por el elevado impacto sobre la salud humana en una zona con una elevada densidad de población. En particular, teniendo en cuenta las altas emisiones de CH₄ en esta cuenca.
- En Barcelona ciudad, monitorear los escenarios de bajo viento en superficie y altura sobre la ciudad, la ocurrencia de muy altas temperaturas y la posibilidad de ocurrencia del “efecto fin de semana” por la proximidad de días festivos y la activación previa o posterior del viento de tramontana, para predecir episodios intensos de O₃ y poder aplicar medidas de reducción de emisiones en los días previos e informar a la población.
- Realizar más mediciones experimentales de los COVs con mayor PMFO (*Potencial de Formación Fotoquímica de Ozono*) que permitan validar los resultados de modelizaciones.

4.4.3. Modelización

- Analizar con técnicas de simulación el efecto cuantitativo de la reducción de COVs con alto PMFO sobre las concentraciones de O₃.
- Usar, cuando sea necesario, integraciones en columna del O₃ en los modelos para estudiar acumulaciones y recirculaciones verticales.
- Realizar estudios de sensibilidad NO_x/COVs tras la mejora de los inventarios de emisión de COVs.

4.4.4. Emisiones Industriales

- Priorizar el control de las grandes instalaciones de emisión revisando estas instalaciones con mayor detalle e implementar o reforzar normativas o acuerdos con las instalaciones y/o sectores con mayor contribución relativa a las emisiones de precursores.
- Establecer sistemas de control administrativo no basados únicamente en un seguimiento documental y burocrático.
- Revisar el sistema de inspección ambiental valorando modificaciones sobre el régimen económico de funcionamiento, para evitar que se base únicamente en controles en los que la propia instalación industrial seleccione y contrate a la

entidad colaboradora, así como para garantizar que las entidades colaboradoras no reciban un pago excesivamente ajustado.

- Implementar incentivos para las instalaciones industriales que presenten emisiones muy inferiores al VLE.
- Reforzar la revisión de las emisiones multifoco procedentes de instalaciones con elevada carga másica anual.
- Unificación de VLE entre los sectores con procesos productivos y tasas de emisión similares.
- Consensuar a nivel sectorial las metodologías de cuantificación y validación de las emisiones, sobre todo, en sectores con elevadas emisiones globales.
- Ampliación de la monitorización en continuo de emisiones a un mayor número de focos.
- Reforzar los criterios de armonización generales y por cada sector de actividad para la cuantificación de emisiones industriales de COVs.
- Agrupar focos de emisión de menor tamaño en focos mayores, en la medida de lo posible, para mejorar el nivel de control y facilitar la instalación de tecnologías de tratamiento de gases de alta eficacia.
- Identificar y minimizar las emisiones difusas de COVs transformándolas, en la medida de lo posible, en emisiones canalizadas, más fácilmente controlables.
- Obtener perfiles químicos de las emisiones de COVs industriales a nivel individual o sectorial.

4.4.5. Inventarios de emisión

- Realizar el análisis de contribución por especies y fuentes de emisión a un nivel más detallado espacialmente (p. ej. en cuencas concretas) para identificar fuentes relevantes que han sido señaladas en otros estudios.
- Coordinar la información aportada por los inventarios públicos PRTR y de la EEA para minimizar las diferencias.
- Ampliar la información en inventarios públicos sobre fuentes industriales con nivel de actividad, tipo de fuentes de energía, tipos de materias primas utilizadas, MTD implantadas e incidentes en materia de emisiones.

4.4.6. Otras recomendaciones

- Evitar, en la medida de lo posible, asfaltar calles y pintar las señales y líneas del pavimento entre junio y septiembre.
- En el sector ganadero, cubrir depósitos de ensilaje, minimizar el área de ensilado y usar alimentos de alta calidad con alta digestibilidad.
- Prohibir la quema de residuos agrícolas en la estación de O₃, o al menos, durante episodios de alta contaminación definidos por los umbrales de información y alerta.
- Fomentar el uso de productos en aerosol o con bajo contenido en solventes (como tolueno) para pinturas y revestimientos.
- Reemplazar el propulsor de GLP con un propulsor de gas comprimido, como el nitrógeno, en los aerosoles de tipo doméstico.

- Realizar campañas de información general a la población y específicas a los diferentes sectores de actividad que emiten precursores de O₃ (ganadero, industrial, energético, etc.).
- Proponer a la Comisión Europea una normativa para incorporar información sobre la capacidad de formación de O₃ troposférico en el etiquetado y fichas de seguridad de las sustancias.
- Adoptar una nueva clasificación para las estaciones de calidad del aire enfocada en contaminantes secundarios como el O₃, dado que la clasificación actual, orientada a contaminantes primarios, puede no reflejar adecuadamente las condiciones a las que está expuesta una estación respecto al O₃. Por ejemplo, algunas estaciones clasificadas como urbanas de tráfico en el norte del área de Madrid muestran un comportamiento similar al de áreas rurales receptoras de O₃, pero se excluyen del análisis de O₃ por su clasificación. La nueva tipología permitiría aprovechar más puntos de medición y reducir el sesgo en los análisis agrupados.
- Solicitar a los gestores de redes de estaciones de calidad del aire una revisión y actualización anual de la metainformación de las estaciones. Esta debe incluir información que pueda influir en la interpretación de los datos registrados, como, por ejemplo, la peatonalización de la calle donde está instalada una estación, o el cierre de una central térmica cercana.
- Incentivar una mejora de la calidad de datos proporcionados por las distintas redes de medición, por ejemplo, mejorando algoritmos de filtración de posibles errores, ya que se detectan datos erróneos ya validados.

5. JUSTIFICACIÓN DEL PLAN NACIONAL DE OZONO E INTEGRACIÓN CON OTROS PLANES Y ESTRATEGIAS

Tal como se ha descrito, el O₃ troposférico es un contaminante ambiental de creciente interés debido a sus efectos nocivos sobre la salud humana y el medio ambiente. Con la nueva Directiva europea 2024/2881 se marca el nuevo objetivo a largo plazo del O₃, así como una reducción del número de superaciones del valor objetivo, todo ello para reducir la contaminación del aire en Europa. Sin embargo, debido a las particulares condiciones orográficas y climáticas de nuestro país, España tiene una situación más compleja para evitar superar dicho valor. Por ese motivo, es vital establecer un Plan Nacional de Ozono para impulsar de forma coordinada medidas para reducir las concentraciones de este contaminante, que en gran medida pasan por reducir los precursores del O₃.

Dada la complejidad y los retos específicos que enfrenta España para controlar el O₃ troposférico, es fundamental que el Plan Nacional de Ozono se articule en coherencia con otros planes y estrategias nacionales e internacionales. Para ello, en su elaboración se han tenido en cuenta las medidas y objetivos establecidos en el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA), el Plan Nacional Integrado de

Energía y Clima (PNIEC) y las propuestas del comité científico encargado de las *Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono*. Esta coordinación asegura una actuación conjunta y efectiva entre las instituciones y sectores implicados.

El PNCCA establece para 2030 una reducción del 51% en las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) y del 26% en los compuestos orgánicos volátiles (COVs) respecto al año base 2005, ambos contaminantes precursores clave del O₃ troposférico. Por su parte, el PNIEC y la estrategia europea de descarbonización establecen un objetivo global de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) del 55% para 2030, incluyendo la disminución de emisiones de CH₄, uno de los GEI más relevantes. Además, el PNIEC establece metas ambiciosas para la transición energética, con el compromiso de que para 2030 el 81% de la generación eléctrica y el 48% del consumo final de energía provengan de fuentes renovables, contribuyendo así a la reducción de contaminantes asociados a la generación convencional.

Un aspecto crucial para la mitigación del O₃ es la reducción de las emisiones derivadas del tráfico rodado, especialmente en zonas con alta contaminación, como las cuencas R3. Estudios indican que un avance menor al proyectado (por ejemplo, un 30% en lugar del 60%) podría reducir entre un 50 y un 60% los beneficios en la disminución de las concentraciones de O₃.

Además, en el Anexo B del plan se recopila la legislación europea y nacional vinculada a las medidas propuestas, junto con los planes, programas y estrategias que han resultado esenciales para la redacción del Plan Nacional de Ozono, garantizando así su alineamiento con el marco normativo vigente y los compromisos nacionales e internacionales. En este sentido, para lograr el objetivo de protección de la salud humana, cabe destacar la integración con el Plan Estratégico de Salud y Medio Ambiente 2022-2026 (PESMA), que fue coordinado por el Ministerio de Sanidad y el MITECO.

6. OBJETIVOS DEL PLAN NACIONAL DE OZONO

El objetivo final del Plan Nacional del Ozono es reducir los valores de concentración de O₃ por debajo de los límites legales establecidos, para mejorar la calidad del aire en España, repercutiendo positivamente en la salud humana y protección de la vegetación. El cumplimiento normativo total requiere de estrategias coordinadas a nivel europeo y supra-europeo, no previsibles antes de 2030.

En concreto, el objetivo es alcanzar el Escenario Planificado de las *Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono*, que prevé una reducción media de -4 µg/m³ del O₃ MDA8 durante el verano y una disminución del 38% del número de superaciones del valor objetivo de 120 µg/m³ respecto a 2019. La reducción de superaciones del umbral horario de información (180 µg/m³) podría alcanzar el -65%. Además, con la reducción del 20% del tráfico marítimo se podría reducir adicionalmente el O₃ MDA8 en un 1 µg/m³ en julio

en promedio sobre España (hasta 2 µg/m³ en zonas costeras específicas del Levante), y bastante más en episodios concretos de la franja costera.

Los objetivos específicos del Plan Nacional del Ozono son:

- I) Realizar una evaluación actualizada de la situación actual del O₃ troposférico en España, mediante el desarrollo de las *Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono*, que incluya la identificación de aquellos sectores o zonas más críticas.
- II) Diseñar de un plan de actuación que incluya una propuesta de medidas coordinada con las diferentes entidades implicadas que permitan reducir las concentraciones de O₃ troposférico en España.
- III) Evaluar el impacto del plan, realizar el seguimiento de la implementación de las medidas y de su efecto en las concentraciones ambientales de O₃, establecer un marco de cooperación entre instituciones y diseñar una estrategia de comunicación pública del plan.

7. LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE ACTUACIÓN. FICHAS DE MEDIDAS

Conforme a la normativa vigente (la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera y el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire), se deben aprobar los Planes de ámbito nacional necesarios de mejora de la calidad del aire para aquellos contaminantes para los que se observen comportamientos similares en cuanto a fuentes, dispersión y niveles en varias zonas o aglomeraciones. Deben fijar objetivos específicos y medidas necesarias para la consecución de estos y el procedimiento para su revisión.

Las medidas se aplicarán conforme a las competencias de cada administración (Administración General del Estado (AGE), Comunidades Autónomas (CCAA) y Entidades Locales (EELL)), y según lo especificado en las diferentes actuaciones.

En este sentido, se ha elaborado una serie de **fichas de medidas específicas** (*Anexo A*) divididas en tres áreas, tal como se detalla a continuación:

A. Reducción de las emisiones de precursores de O₃ troposférico

- A.1. Transición hacia un transporte más limpio
- A.2. Energía eléctrica eficiente y renovable
- A.3. Reducción de las emisiones de precursores de O₃ derivadas de la gestión de residuos
- A.4. Mejora de la gestión ambiental industrial
- A.5. Reducción de las emisiones de precursores de O₃ en diferentes sectores
- A.6. Control y reducción de emisiones de precursores de O₃ en el sector agropecuario
- A.7. Coordinación político-científico-administrativa

B. Promoción de la información y divulgación ciudadana sobre el O₃

B.1. Campañas de divulgación sobre el O₃ troposférico como contaminante atmosférico

C. Fomento del conocimiento científico sobre la contaminación por O₃ troposférico

C.1. Fomento del conocimiento científico sobre el O₃ troposférico

El impacto de cada una de las medidas (objetivo III) se evaluará en base a indicadores definidos.

Las medidas desarrolladas dentro de cada área, que cuentan con actuaciones concretas, están dirigidas a los diferentes sectores de actividad que tienen efecto en el aumento de la concentración de O₃ troposférico. En estas medidas también se pueden encontrar actuaciones para fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación, así como el intercambio de información y la cooperación institucional.

Las actuaciones están clasificadas en principales y secundarias en función de su priorización. Las autoridades competentes deberán comprometerse a la preceptiva y diligente implementación de las principales, sin perjuicio del establecimiento de las secundarias.

Cada una de estas fichas cuenta con la siguiente estructura: título del área a la que pertenece, título de la medida, objetivo, descripción, actuaciones específicas (diferenciadas entre principales y secundarias), ámbito geográfico, indicadores de cumplimiento de las actuaciones, responsables, colaboradores y financiación.

A continuación, se describen brevemente las diferentes problemáticas que se abordan en cada ficha:

A.1 Transición hacia un transporte más limpio

El sector transporte está sufriendo grandes cambios debido al desarrollo de la tecnología, la necesidad de descarbonización de la economía y la mayor concentración de población en las ciudades. En esta ficha, se recogen aquellas actuaciones dirigidas a la promoción del uso de medios de transporte menos contaminantes, implementar Zonas de Bajas Emisiones (ZBE) e incentivos económicos para renovar la flota de vehículos, entre otros, para alcanzar el cumplimiento normativo, con especial atención a la Ley 7/2021, de cambio climático y transición energética. Para cumplir los objetivos de este Plan de Ozono es necesario cumplir la reducción del 60% de las emisiones de NO_x del tráfico rodado entre 2019 y 2030 que plantea la estrategia combinada del PNIEC y PNCCA. También, será necesario reducir en un 20% las emisiones derivadas del transporte marítimo.

La reducción de las emisiones procedentes del tráfico rodado es fundamental para reducir el O₃ troposférico en España, especialmente en las cuencas R3. Si esta reducción alcanzase solamente un 30% en lugar del 60% proyectado, los beneficios en las concentraciones de O₃ se reducirían en un 50-60%.

Para alcanzar el objetivo correspondiente, para el tráfico marítimo, que es el segundo sector clave en la contribución al O₃ en España, se proponen medidas, sobre todo en cuencas R3, como la electrificación de puertos.

La reducción de NO_x urbanos puede provocar aumentos de O₃ en zonas urbanas por la disminución de la titración del NO. Sin embargo, la reducción global de NO₂ tiene un impacto positivo en la salud pública.

A.2 Energía eléctrica eficiente y renovable

Con el propósito de posicionar a España como un país líder en energías renovables, además de cumplir con los objetivos planteados por el PNIEC para 2030 de que el 81% de la generación eléctrica, así como el 48% del consumo de la energía final deban proceder de fuentes de energías renovables, se plantea esta medida de minimización del uso de energía eléctrica que proceda de fuentes contaminantes.

A.3 Reducción de las emisiones de precursores de O₃ derivadas de la gestión de residuos

Las principales medidas relativas a la gestión de residuos están fundamentadas en el principio de jerarquía, establecido en la Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados para una economía circular, que prioriza la prevención de residuos y mediante el cual se contribuirá a una mayor sostenibilidad e implantación de modelos económicos circulares.

A.4 Mejora de la gestión ambiental industrial

El sector industrial es de relevancia en la economía española, pues repercute en la creación de empleo además de su impacto en el resto de sectores. El impulso de este debe estar alineado con el marco europeo de neutralidad climática y la economía circular y sostenible. Para que esto ocurra, en este plan se proponen una serie de actuaciones relativas a la disminución de emisiones industriales y la potenciación de las energías renovables sin combustión en este sector.

Los efectos más localizados se consiguen mediante las reducciones de las emisiones en sectores industriales específicos como el uso de solventes, la industria de refino e industria mineral no metálica. El mayor beneficio de la reducción de COVs se puede obtener en zonas urbanas de R3, para compensar los posibles incrementos de O₃ por el efecto de la reducción de NO_x. También se incluyen medidas para la mejora de los sistemas de inspección ambiental, la monitorización en continuo de los datos de las emisiones y la agrupación de focos.

A.5 Reducción de las emisiones de precursores de O₃ en diferentes sectores

La naturaleza de contaminante secundario que posee el O₃ implica que, para poder reducir su concentración, es obligatorio llevar a cabo actuaciones que permitan reducir la de sus precursores. En concreto, las medidas planteadas se centran en la reducción

de emisiones de COVs, presentes en diversos sectores, compuestos con mayor potencial de formación de O₃.

Se recomienda que en las estaciones de suministro de combustible exista un control riguroso de la aplicación de las medidas establecidas desde 2018 por el Real Decreto 455/2012, de 5 de marzo. Este control se realizaría mediante inspecciones llevadas a cabo por el SEPRONA, tanto en el suministro de combustible como en la carga de los depósitos de las gasolineras y recuperación de los COVs retenidos.

A.6 Control y reducción de emisiones de precursores de O₃ en el sector agropecuario

Esta medida, dedicada al sector agropecuario, busca que se afronten los retos que presenta la contaminación atmosférica y los objetivos planteados en relación con esta. Para ello, se proponen actuaciones asociadas a la gestión de sus residuos, reducción de las emisiones de precursores de O₃ en determinadas épocas, así como implementación de técnicas de reducción a largo plazo.

La quema de residuos agrícolas contribuye significativamente al PMFO total (6%). La ley 7/2022, de 8 de abril, sobre residuos y suelos contaminados para una economía circular, prohibía totalmente esta actividad, pero tras la enmienda del artículo 3, se da permiso de nuevo con el consiguiente efecto para las concentraciones de partículas atmosféricas (PM) y precursores de O₃. Estas quemas deberían evitarse al menos durante los meses de verano, especialmente de mayo a septiembre.

A.7 Coordinación político-científico-administrativa

Una proporción muy importante del O₃ troposférico que se registra en Europa proviene de aportes externos (Europa y hemisférico) y de aportes del tráfico marítimo internacional, cuyas emisiones de precursores no están reguladas por la legislación europea. Por el carácter suprarregional del O₃, así como por sus impactos en la salud humana, es necesario instaurar políticas nacionales basadas en la coordinación entre todas las regiones, las administraciones y la contribución de las autoridades científicas.

Entre las actuaciones se recoge la regionalización del territorio, la colaboración con otros países europeos y la información a la población. Es necesario apoyar la creación de una zona de bajas emisiones de NOx en el Mediterráneo para el transporte marítimo (NECA) y la inclusión del CH₄ (precursor importante de O₃ en aportes hemisféricos) en el Protocolo de Gotemburgo para generar inventarios de emisión a nivel de UNECE (Canadá, USA, Europa, Rusia y otros países) con el objetivo de comenzar a regular emisiones y así reducir el O₃ transfronterizo.

B.1 Campañas de divulgación sobre el O₃ troposférico como contaminante atmosférico

La problemática del O₃ troposférico está ampliamente extendida en todos los sectores, tanto a nivel de la sociedad civil como en los propios organismos. Para ello, se han

elaborado una serie de actuaciones dirigidas a los diferentes sectores basadas en campañas informativas, talleres prácticos y difusión de aplicaciones móviles, teniendo en cuenta a los colectivos más vulnerables.

C.1 Fomento del conocimiento sobre el O₃ troposférico

Esta medida supone la base para la implementación del resto de medidas, pues el conocimiento científico sobre el O₃ troposférico es el que permite comprender la naturaleza de este compuesto, su comportamiento, los efectos que tiene tanto en el medio ambiente como en la salud humana y los precursores a partir de los cuales se forma y en qué condiciones. Por eso, para que tengan lugar las actuaciones pertinentes, es necesario que exista colaboración entre las diferentes autoridades competentes en esta materia.

Con el fin de ofrecer una visión sintética de los principales retos y beneficios asociados a cada una de las medidas propuestas en este Plan Nacional de Ozono, se presenta a continuación una tabla resumen (Tabla 4) que recoge, para cada ficha, la problemática actual y el mecanismo concreto que contribuye en cada caso a la reducción de las concentraciones de ozono troposférico. Como se puede apreciar, al ser el ozono troposférico un contaminante secundario, el mecanismo para contribuir a su reducción es, invariablemente, la reducción de las emisiones de sus precursores gaseosos (NO_x, COVs, metano, ...).

Tabla 4. Medidas propuestas y su contribución a la reducción del ozono troposférico.

Ficha de medida	Problemática actual	Mecanismo de reducción del ozono
A1 Transporte	Emisiones de precursores del ozono (NOx, COVs) en ciudades y zonas costeras debido al tráfico vehicular y marítimo	Reducción de las emisiones de precursores del ozono por el sector del transporte
A2 Energía	Generación de precursores el ozono durante la energía eléctrica por combustión	Reducción de emisiones de precursores por la combustión
A3 Residuos	Emisiones de metano y otros COVs por residuos en vertederos	Reducción del volumen de residuos en vertederos y por tanto de las emisiones de precursores
A4 Industria	Emisiones industriales de precursores del ozono (NOx , COVs, etc.)	Reducción de emisiones directas e indirectas de precursores
A5 Precursores	Emisiones fugitivas de precursores del ozono (COVs) por prácticas inadecuadas en estaciones de servicio de combustibles e industrias concretas	Reducción de emisiones directas e indirectas de precursores (COVs)
A6 Agropecuario	Generación de metano y COVs en sector agropecuario	Reducción de emisiones en el ámbito agropecuario y ganadero
A7 Coordinación	Transporte a escala regional y transfronteriza de las concentraciones de ozono	Coordinación de medidas a nivel nacional y protocolos de actuación específicos para mitigar los efectos a nivel global
B1 Divulgación	Ausencia de concienciación ciudadana sobre la contaminación por ozono troposférico	Aumento de concienciación ciudadana para mejorar la aplicación de las medidas necesarias para reducir el ozono
C1 Conocimiento	Lagunas de conocimiento científico-técnico sobre el ozono	Generación de conocimiento para mejorar el diseño e implementación de medidas efectivas

8. ANÁLISIS DE IMPACTO DE LAS POLÍTICAS Y MEDIDAS

Según el Banco Mundial, en el estudio *The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action* (World Bank e IHME, 2016), el coste sanitario de paliar los efectos de la contaminación supone el 3,5% del PIB, alrededor de 35.000 millones de euros al año. Aunque en el mundo las cifras son aún mayores, según el estudio de The Lancet, la contaminación supone un coste del 6,2% del PIB mundial, más de 4,5 billones de dólares. Pero lo que supone un coste elevadísimo para la economía, también supone una oportunidad magnífica de inversión. El estudio concluye que cada dólar que se invierte en evitar la contaminación supone un retorno de 30. El problema destapa algunas ventajas económicas, muy difíciles de hacer visibles, ya que en ocasiones la desinversión en determinadas industrias tiene beneficios en otros sectores.

En este sentido, se prevé que la exposición al O₃ troposférico cause alrededor de 65.100 muertes prematuras en el escenario de referencia en 2030 (Comisión Europea, 2025), variando solo ligeramente por escenario y a lo largo del tiempo.

Estudios recientes muestran cómo la mayoría de las muertes prematuras relacionadas con la exposición al O₃ se deben a la exposición a elevadas concentraciones de O₃ originadas fuera de las fronteras nacionales. Según Achebak et al. (2024), aproximadamente el 57% de todas las muertes prematuras atribuibles al O₃ en Europa son causadas por O₃ transportado de fuera del continente, atribuible a fuentes hemisféricas. El O₃ importado de los países europeos también tiene un efecto significativo en la mortalidad, representando el 21%. Específicamente, en España se estima que el 13% de las muertes prematuras atribuibles al O₃ proviene de fuentes nacionales, mientras que el 12% y el 10% se consideran procedentes del resto de países europeos y de emisiones marítimas, respectivamente. El resto de O₃ que impacta en la mortalidad en España proviene de fuentes externas al continente europeo.

Teniendo esto en cuenta, los distintos planes y programas instaurados en España han permitido estudiar el impacto de las medidas más apropiadas que ayuden a la reducción de las concentraciones de emisiones de precursores de O₃. Así, en el PNCCA se evaluó y analizó el cumplimiento de los compromisos nacionales de emisiones de contaminantes para el período 2023-2030. En relación con el O₃ interesa observar las proyecciones y resultados ahí reflejados para las emisiones procedentes de los COVs y NOx. Para este análisis del nivel de cumplimiento el PNCCA considera dos escenarios:

- Escenario con Medidas Existentes (CM), el que se prevé el impacto de las políticas y regulaciones existentes, que incluye las reducciones de emisiones antropogénicas de precursores de O₃ debidas a todas aquellas medidas que tienen una implementación prácticamente completa, que se traduce en una regulación normativa ya integrada en el ordenamiento jurídico español.
- Escenario Con Medidas Adicionales (CMA), en el que se incorpora el previsible impacto en materia de emisiones de las medidas y políticas adicionales incluidas en el PNCCA en línea con el PNIEC 2023-2030.

Escenario Con Medidas Existentes (CM)

En cuanto a NO_x, en el escenario CM, las emisiones proyectadas continuarían en una tendencia descendente con una reducción del – 38% en 2030 teniendo en cuenta los datos de inventario del año 2021. Para las emisiones de COVs, las proyecciones apuntarían a un cumplimiento de los compromisos de reducción en el periodo 2020-2029 considerando la reducción del –22% respecto a las concentraciones de 2005. Sin embargo, estas mismas proyecciones elaboradas en el marco del PNCCA señalarían que a partir de 2026, se produciría un incumplimiento del compromiso de reducción si se considera un escenario lineal entre los años 2020 – 2030.

A este respecto, se establecería una reducción de COVs de un –32% en 2025 y del –33% en 2030 utilizando como año base el 2005, no siendo suficiente para cumplir con el compromiso adquirido.

Las emisiones proyectadas de COVs estarían ligadas mayormente a factores de consumo doméstico como el uso de disolventes, pinturas, cosméticos o productos de limpieza y de higiene personal (sector “uso de productos y otros”), que suponen cerca de la mitad del total de emisiones de COVs.

Escenario Con Medidas Adicionales (CMA)

Incluso con las medidas adicionales propuestas, las proyecciones indicarían que para los COVs no se alcanzaría el compromiso de reducción de –39% para el año 2030, por 1 punto porcentual. En cambio, para el NO_x quedaría ampliamente alcanzado con un – 82% frente a un –62% comprometido para el 2030 por la Directiva (UE) 2016/2284.

Las principales medidas consideradas estarían asociadas al sector de uso de productos y a cambios en el modelo energético residencial que compensarían el incremento de emisiones generado por el aumento de transporte por carretera y la generación de electricidad. Con esta serie de medidas adicionales se conseguiría una mayor reducción en las emisiones de COVs que para las consideradas en el escenario CM. Las políticas y medidas consideradas en las proyecciones del escenario CMA para los distintos sectores de actividad se resumirían en las siguientes:

- Uso de disolventes tanto en el entorno doméstico como en el uso de pinturas y usos industriales. Entre los 2 escenarios se alcanzaría una reducción del 64% en este sector.
- El cambio en el sector de transporte hacia vehículos híbridos y eléctricos, así como la incorporación de modelos nuevos con menores ratios de emisión de NO_x, contribuirán en cerca de un 43% de las reducciones proyectadas por la Directiva de Techos para el año 2030.
- Sector RCI (Residencial, Comercial e Institucional). Se prevé una reducción de COVs del 23% aplicando las medidas de los 2 escenarios. En este sentido la sustitución de combustibles fósiles por otros combustibles más limpios y las

calderas por otras más eficientes podrían ser las principales medidas a tener en cuenta.

- Reducción de las emisiones fugitivas por parte del petróleo en un -22% como efecto de las medidas en el mix energético.

En el documento de *“Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono”* puede encontrarse una cuantificación detallada de los cambios en las concentraciones de O₃ bajo distintos escenarios de reducción de emisiones antropogénicas de precursores en la España peninsular.

Así, se evaluaron los impactos de los escenarios de emisiones en el O₃ a través del desarrollo de un Escenario Base (EB) que caracterizaba las emisiones antropogénicas registradas en el Sistema Español de Inventario de Emisiones. A partir del EB se diseñaron un Escenario Planificado (EP), de acuerdo con las medidas establecidas en el PNIEC y el PNCCA para 2030, y 10 Escenarios Específicos (EE) que, partiendo del EP combina uno o varios de los siguientes cambios adicionales:

(I) reducción 50% de las emisiones de tráfico rodado prevista en el EP (es decir, que solo se cumpla una reducción de estas emisiones de -30% en lugar del -60% planeado en PNIEC y PNCCA);

(II) reducción adicional de -25 o -75% en emisiones industriales en los sectores del refino y la fabricación de productos minerales no metálicos excepto cementeras;

(III) reducción adicional de -25 o -75% en emisiones por uso de solventes;

(IV) reducción adicional de -25% de emisiones de tráfico aéreo;

(V) reducción adicional de -20 o -60% de emisiones marítimas.

Adicionalmente, para entender mejor el impacto de los distintos tipos de emisiones, se simularon 4 Escenarios eXtremos (EX), eliminando las emisiones antropogénicas de NO_x, las emisiones antropogénicas de COVs, todas las emisiones antropogénicas y todas las emisiones biogénicas.

Así, se estableció que el impacto de las medidas de reducción de precursores de O₃ para el EP implicaría:

- Una disminución de las concentraciones de O₃ MDA8 de -4 µg/m³ en promedio sobre todo el territorio durante el verano (-3 µg/m³ durante abril-septiembre).
- Una reducción del número de superaciones del umbral horario de información (episodios extremos) de 180 µg/m³ de -65% asumiendo que la modelización predice correctamente los cambios relativos al O₃ y teniendo en cuenta que el ámbito de aplicación considerado engloba las celdas del modelo donde existen estaciones de calidad del aire.

- Una reducción de superaciones del valor objetivo de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para el O_3 MDA8 del -38% en esas mismas celdas para el año 2019 (información indicativa del valor objetivo de la Directiva 2881/2024).
- Las cuencas con reducciones más importantes de O_3 MDA8 serían la Comunidad de Madrid, el norte de Cataluña, la Comunidad Valenciana, Murcia, Galicia y Andalucía.
- El tráfico rodado es el sector clave en la reducción generalizada del O_3 en España en este EP. En el caso de algunas zonas al norte de la Comunidad de Madrid la reducción del O_3 MDA8 promedio en julio puede llegar hasta $-11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ debido a una fuerte bajada de las emisiones de tráfico contempladas (-60%).

En cuanto a los Escenarios Específicos adicionales, se contemplaron los siguientes efectos:

- El primer escenario específico, consistió en considerar que las reducciones de emisiones de **NO_x del tráfico rodado** proyectadas por el PNIEC y PNCCA (-60%) no se alcanzaran, y estas se redujeran a la mitad de lo proyectado (-30%). La modelización mostró que ello supondría alcanzar solo el 50-60% de las reducciones de O_3 obtenidas con el EP (objetivo de reducción de emisiones de tráfico del PNIEC y PNCCA alcanzado).
- Después del tráfico rodado, el **tráfico marítimo** supondría otro sector clave para la reducción del O_3 , principalmente en zonas costeras. Este sector contribuye notablemente en la producción de O_3 en España, sobre todo en las zonas costeras mediterráneas (hasta centenares de kilómetros tierra adentro) donde se concentra una gran parte de la población.
- Añadido a las medidas del EP, una reducción de **-20% en las emisiones por el tráfico marítimo**, en línea con el impacto esperado por una potencial designación del Mar Mediterráneo como una zona de control de las emisiones para prevenir, reducir y controlar las emisiones de óxidos de nitrógeno (zona NECA), permitirían rebajar sustancialmente el O_3 MDA8, de $-1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en julio en promedio sobre España (hasta $-2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en zonas costeras específicas del levante). Localmente en días concretos, la mejora podría alcanzar $-9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Una reducción más ambiciosa de estas emisiones del **tráfico marítimo de hasta -60%** (en lugar de -20%) permitiría alcanzar una bajada del O_3 MDA8 de $-2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en julio en promedio sobre España (hasta $-8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en zonas costeras específicas del levante).
- El O_3 responde de manera más limitada y localizada bajo los demás escenarios específicos de emisiones analizados, que incluyen reducciones en el uso de solventes, en las industrias de refino e industria mineral no metálica (excepto cementeras), y en la aviación.
- La producción de O_3 en España aparece mucho más sensible a las emisiones biogénicas de COVs (y a las emisiones antropogénicas de NO_x).
- Frente al EP, la reducción adicional del -25% en las emisiones de la industria de refino e industria mineral no metálica (excluyendo las cementeras) tiene un impacto limitado en las concentraciones de O_3 MDA8, concentrado en zonas específicas como Comunidad Valenciana (Castellón)/Aragón, Castilla y León/País Vasco y Cataluña, donde se ubican estas industrias y/o a sotavento de las mismas. Una reducción más ambiciosa de estas emisiones, hasta -75%, conllevaría beneficios

sustancialmente mejores (bajada del O₃ MDA8 de -1 µg/m³ en promedio durante el verano, y hasta -5 µg/m³ localmente).

- Las reducciones de -25% en las emisiones del sector de la aviación no tiene un impacto notable en las concentraciones de O₃. El O₃ MDA8 prácticamente no varía en los alrededores de los principales aeropuertos de España (por ejemplo, Adolfo-Suárez Madrid-Barajas).
- Aunque las reducciones alcanzadas en el EP y algunos escenarios específicos son muy relevantes, con una fuerte disminución del número de superaciones del umbral horario de información de 180 µg/m³, los resultados muestran que se está aún lejos del cumplimiento del valor objetivo y objetivo a largo plazo.

Teniendo en cuenta estos resultados de modelización, el sector de los disolventes para múltiples aplicaciones de pinturas y el uso doméstico de estos contribuirían en España al PMFO en un 18% y 6%, respectivamente, mientras que la gestión de estiércol y la quema de residuos agrícolas afectaría en torno a un 15% y un 6%, constituyendo el sector de los disolventes la principal actividad económica que aportaría al PMFO. Sin embargo, el uso de doméstico de disolventes incluye una gran variedad de productos por lo que es difícil evaluar su evolución a 2030. El cambio de solventes en las pinturas tales como el tolueno y el xileno por parafinas de alta pureza (Derwent et al., 2007) o la reducción de su utilización podría disminuir las emisiones generales de COVs en un 40-65% (EEA, 2019).

Asimismo, las emisiones procedentes de motocicletas y ciclomotores, que contribuirían a un 16% al PMFO, podría volverse relevantes en un futuro. Por ello, debe tenerse en cuenta la implantación de medidas de electrificación de esta clase de vehículos, sobre en las ciudades donde destaque su importancia en la flota circulante.

A su vez, las proyecciones globales estarían afectadas por otros sectores de emisión como es el caso del transporte por carretera. En este sentido, una mayor penetración de los vehículos de energías alternativas en el parque móvil podría contrarrestar el efecto producido por el aumento del consumo en gasolina.

A continuación, se presenta una tabla resumen (Tabla 5) con los impactos estimados en las concentraciones de ozono (O₃) bajo diferentes escenarios de reducción de emisiones antropogénicas de precursores de ozono en la Península Ibérica. Esta tabla sintetiza los resultados obtenidos mediante modelos numéricos avanzados, que integran múltiples variables para reflejar la complejidad del comportamiento del ozono en la atmósfera. Es fundamental considerar que el ozono es un contaminante secundario y con una química compleja en la atmósfera, que carece de respuesta lineal: ello implica la imposibilidad de establecer una relación directa entre la reducción de sus precursores gaseosos y reducciones en las concentraciones de ozono troposférico. Del mismo modo, no es posible sumar los efectos de las reducciones en las emisiones de precursores en diferentes sectores (tráfico, industria, etc.), dado que el impacto en las concentraciones de ozono resultantes depende de procesos complejos que involucran múltiples fuentes

de emisiones, condiciones meteorológicas variables y reacciones químicas en la atmósfera.

Esta síntesis pretende facilitar la comprensión del alcance realista de las medidas propuestas y evidencia las áreas prioritarias para una acción focalizada, permitiendo una toma de decisiones más informada y eficiente.

Es importante señalar que estos resultados no son homogéneos para todo el territorio nacional. Las medidas reflejadas en este Plan y en sus *Bases Científicas* deben ser escogidas en cada región de acuerdo con sus características particulares.

Tabla 5. Impacto estimado de escenarios y medidas sobre las concentraciones de ozono.

Marco	Escenario/reducción modelizada	Fichas de medidas implicadas	Descripción breve de la medida clave	Impacto en O ₃ modelizado (Máxima concentración diaria de las medias octohorarias de ozono (MDA8))	
-	Escenario Base	Sin medidas	Situación de partida como base para comparación	Sin mejora	
PNIEC y PNCCA	Escenario Planificado (EP)	A.1 (Transición transporte limpio), A.7 (Coordinación), A.4 (Gestión industrial), A.5 (Reducción precursores)	Reducción del 60% NOx en tráfico rodado y medidas en otros sectores para cumplir PNIEC y PNCCA.	Reducción nacional media -4 µg/m ³ en verano, fuerte impacto en episodios extremos	
En caso de no alcanzar objetivos PNIEC/PNCCA	Escenario Específico: Reducción de NOx tráfico al -30% en lugar del -60% (50% del EP)	A.1 (Transporte limpio)	No alcanzar el objetivo de reducción de emisiones de tráfico limita las mejoras esperadas	50-60% del beneficio del EP	
Plan de Ozono	Escenario Específico: Reducción -20% emisiones marítimas	A.1 (Transporte limpio), A.7 (Coordinación)	Electrificación de puertos y reducción de emisiones de NOx en transporte marítimo (zona NECA)	-1 µg/m ³ promedio en verano, hasta -2 µg/m ³ en zonas costeras Levante	Reducción adicional a la reducción del EP debida al PNIEC y PNCCA
	Escenario Específico: Reducción -60% emisiones marítimas	A.1, A.7	Medidas más ambiciosas en transporte marítimo	-2 µg/m ³ promedio en verano, hasta -7 µg/m ³ en zonas costeras Levante	
	Escenario Específico: Reducción -75% emisiones industria refino y mineral no metálica	A.4 (Gestión ambiental industrial)	Mejoras en procesos industriales, control y reducción emisiones	Impacto localizado, menor a -1 µg/m ³ verano, hasta -5 µg/m ³ localmente	
	Reducción -25% emisiones solventes	A.4, A.5	Control de COVs en uso industrial y suministro de combustibles	Impacto local limitado	

9. MARCO TEMPORAL, VIGENCIA Y REVISIÓN DEL PLAN

Este Plan tendrá validez hasta el año 2030, revisándose cada dos años, aplicando los posibles avances científico-técnicos o normativos, así como la necesidad de incorporar medidas adicionales científicamente contrastadas que contribuyan a los objetivos de este Plan.

De acuerdo con los compromisos adquiridos por España en los diferentes planes, programas y legislación se recomienda el cumplimiento del horizonte temporal para cada una de las medidas definidas en las áreas objeto de este plan definidos en el Anexo C.

Bienalmente se realizará la evaluación y seguimiento de los efectos del Plan Nacional de Ozono mediante el análisis del cumplimiento de las medidas y la evaluación de los indicadores. Esta revisión tendrá lugar en la Comisión de Cooperación en Materia de Calidad Ambiental (COCOMACA), o en su defecto otra comisión equivalente.

Las CCAA aportarán para ello la información necesaria con una antelación mínima de 2 meses antes de la reunión de dicha comisión.

Esta evaluación debe tener en cuenta el cálculo de la variación de emisiones entre 2019 y el año en el que se realiza dicho seguimiento, para compararla con los objetivos establecidos. En caso de prever que el 60% de reducciones de emisiones no se alcanzara en 2030, se deberán proponer medidas correctivas.

10. IDENTIFICACIÓN DE RECURSOS

Existe una serie de recursos financieros y reglamentarios disponibles para la aplicación a la implantación adecuada del Plan Nacional de Ozono.

El Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia (PRTR) enmarca en 10 políticas palanca de alto impacto sobre la actividad y el empleo. Estas 10 palancas recogen 30 componentes que articulan las inversiones y reformas para modernizar el país. De entre ellos se ha escogido aquellos de trascendencia para el Plan Nacional de Ozono.

- Componente 1: Plan de choque de movilidad sostenible, segura y conectada en entornos urbanos y metropolitanos.
- Componente 2: Plan de la rehabilitación de la vivienda y regeneración urbana.
- Componente 3: Transformación ambiental y digital del sistema agroalimentario y pesquero.
- Componente 6: Movilidad sostenible, segura y conectada.
- Componente 7: Despliegue e integración de energías renovables.
- Componente 8: Infraestructuras eléctricas, promoción de redes inteligentes y despliegue de la flexibilidad y almacenamiento.

- Componente 9: Hoja de ruta del hidrógeno renovable y su integración sectorial.
- Componente 10: Estrategia de Transición Justa.
- Componente 12: Política Industrial España 2030.
- Componente 17: Reforma institucional y fortalecimiento de las capacidades del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación.
- Componente 23: Nuevas políticas públicas para un mercado de trabajo dinámico, resiliente e inclusivo.

Puede consultarse toda la información sobre el PRTR en: <https://planderecuperacion.gob.es>.

Complementando este tipo de ayudas nacionales existen recursos europeos a los que las entidades públicas o privadas pueden aplicar en concurrencia competitiva. El Anexo D permite consultar las principales fuentes de financiación en vigor o recurrentes y su relación con las medidas contempladas en el presente Plan.

11. MARCO DE COOPERACIÓN INSTITUCIONAL, GESTIÓN Y COORDINACIÓN DEL PLAN

La elaboración del Plan Nacional de Ozono tiene su origen en 2021 con la creación del Grupo de Trabajo del Plan Nacional de Ozono por parte de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del MITECD. Se ha contado con la participación de los gestores de redes de calidad del aire y de un comité de entidades científicas cuya finalidad es asistir al grupo de trabajo con el conocimiento disponible. La misión de este grupo de trabajo consiste en poner en común, mediante reuniones periódicas, el trabajo realizado por los diferentes participantes en sus planes e investigaciones y proponer ideas de mejora.

El MITECD es el órgano coordinador con las comunidades autónomas y los organismos públicos de investigación. Las redes de calidad del aire de las comunidades autónomas y entidades locales, además de aportar comentarios y sugerencias en las reuniones del Grupo de Trabajo del Plan Nacional de Ozono, también son las responsables de elaborar los planes de calidad del aire regionales y locales ante superaciones de valores establecidos en dichas zonas.

Además, con la entrada en vigor de la Directiva 2024/2881, se obliga a establecer Hojas de ruta antes del 31 de diciembre de 2028 en aquellas zonas en donde se estimen posibles superaciones respecto al valor objetivo del O₃, para garantizar que tales superaciones se produzcan en un intervalo de tiempo lo más breve posible. En este sentido, las comunidades autónomas y entidades en el ámbito de sus respectivas competencias tendrán que elaborar este nuevo instrumento. Bajo la coordinación del MITECD se ha establecido un grupo de trabajo de implantación de Planes, Hojas de Ruta y Planes de Acción a Corto Plazo con el objetivo de establecer un marco común de

colaboración para la definición de los requisitos necesarios que han de cumplir estos elementos.

El presente Plan cuenta con diversas medidas que deben ser implementadas durante su vigencia. Para ello, se deben tener en cuenta los respectivos ámbitos competenciales. Las autoridades competentes son responsables de recabar la información de los indicadores de las actuaciones que les competen para su seguimiento bienal.

12. COMUNICACIÓN Y PARTICIPACIÓN EN EL PLAN

Este plan sigue lo establecido en el artículo 17 de la Ley 34/2007, que sostiene que los planes y programas para la protección de la atmósfera deberán ser elaborados y modificados garantizando la participación pública, en los términos previstos en los artículos 16 y 17 de la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.

En cumplimiento de ambas disposiciones, el MITERD, en el ámbito de este Plan Nacional del Ozono, veló porque la información fuera inteligible y estuviese a disposición del público de forma adecuada durante todo el proceso de elaboración del Plan, que ese mismo público pudiese expresar observaciones y opiniones y formar parte de los procesos decisorios, así como que los resultados de la participación pública fueran tenidos en cuenta. Las administraciones públicas competentes también determinaron, con suficiente antelación, los miembros del público con condición de persona interesada que pudieron participar en estos procedimientos. Además, se aseguraron de contar con las garantías establecidas en esta Ley 27/2006 con respecto a la participación en la elaboración, modificación y revisión de planes y programas que versan sobre calidad del aire, entre otras.

Para ello, el Plan se sometió a los trámites de audiencia e información detallados en la Tabla 6.

Tabla 6. Etapas principales de la tramitación del Plan Nacional de Ozono.

Numeración de etapas	Fechas	Actividad
1	xxx	Primer borrador
2	xx	Información pública
3	xx	Audiencia a las CCAA
4	xx	Consejo Asesor del Medio Ambiente
5	xxx	Elaboración de nuevo texto en base a las alegaciones recibidas
6	xx	Aprobación previa y propuesta para el envío al Consejo de Ministros
7	xx	Aprobación por Consejo de Ministros

Una vez finalizado el Plan, éste se compartió con las CCAA en jornadas específicas en las que se podían formular cuestiones y debatir sobre estrategias para llevar a cabo y aplicar las medidas. Adicionalmente, se instó a que las diferentes regiones crearan sus propios planes usando el Plan Nacional de Ozono como base.

A nivel de comunicación con la ciudadanía, el plan se presentó en diversas jornadas de carácter divulgativo en materia de calidad del aire, dando a conocer la importancia de aplicar políticas específicas para tratar la problemática de contaminación por O₃ troposférico y sus implicaciones para la salud humana y de los ecosistemas.

13. CONCLUSIONES

El Plan Nacional de Ozono responde a la creciente necesidad de reducir las concentraciones de O₃ troposférico en España, un contaminante que tiene efectos adversos sobre la salud humana, los ecosistemas y la agricultura. Dada la compleja geografía del país y la influencia de factores externos, la gestión del O₃ se presenta como un reto significativo, especialmente en las zonas más afectadas como Madrid, Barcelona, el Valle del Guadalquivir y el interior de la Comunidad Valenciana.

Asimismo, como resultado de la complejidad de este contaminante de origen secundario (es decir, que no se emite directamente a la atmósfera, sino que se forma en ella a partir de precursores gaseosos), las estrategias para su reducción deberán contar con carácter multisectorial y dependerán de su implementación por parte de actores muy diversos, desde la Administración General del Estado hasta comunidades autónomas y entidades locales.

A través de un enfoque integral, que incluye medidas de reducción de emisiones de precursores de O₃ y la coordinación entre instituciones públicas y científicas, se busca alcanzar los objetivos establecidos en la Directiva europea 2024/2881. Para ello, se han identificado acciones específicas en sectores clave como el transporte vehicular y marítimo, la energía, la agricultura y la industria, así como en la gestión de residuos. Concretamente, entre las medidas propuestas para alcanzar los objetivos del Plan destacan la reducción de las emisiones del tráfico rodado en línea con el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA; 60% en 2030), la implementación de la zona de bajas emisiones para NO_x (NECA) en el Mar Mediterráneo, y la sustitución de los combustibles fósiles por otros con menos emisiones mediante la transición hacia un modelo de transporte más limpio basado en energías renovables y vehículos eléctricos. Otras medidas específicas plantean la reducción del uso de disolventes y otros productos precursores del O₃, tanto a nivel industrial como doméstico. Por tanto, los sectores transporte, energía e industria son cruciales para el éxito del Plan.

Las medidas específicas, definidas en el Anexo A, están clasificadas en principales y secundarias en función de su priorización. Las autoridades competentes deberán comprometerse a la preceptiva y diligente implementación de las principales, sin perjuicio del establecimiento de las secundarias.

Por otra parte, el seguimiento de la aplicación de las medidas propuestas se llevará a cabo utilizando los indicadores definidos para cada una de las medidas, a través de la Comisión de Cooperación en Materia de Calidad Ambiental (COCOMACA), o en su defecto una comisión equivalente. Mediante la aprobación de las medidas propuestas en este plan se pretende reducir el impacto en salud humana debido a la exposición por O₃, que, según estimaciones, causará miles de muertes prematuras en Europa en 2030.

El Plan también se integra con otras políticas nacionales e internacionales, como el Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica (PNCCA) y el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC), asegurando una actuación coordinada. Asimismo, para lograr el objetivo principal de este Plan, se ha buscado su integración con el Plan Estratégico de Salud y Medio Ambiente 2022-2026 (PESMA), un plan coordinado por el Ministerio de Sanidad y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Además, el Plan Nacional de Ozono destaca la importancia de la participación pública y la cooperación entre los diferentes niveles de gobierno y las entidades científicas, garantizando que las políticas sean efectivas y adaptadas a la realidad local.

En cuanto a los recursos disponibles, el Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia (PRTR), otras medidas nacionales y las fuentes de financiación europeas proporcionan los medios necesarios para implementar las medidas propuestas, lo que garantiza que el Plan Nacional de Ozono sea viable a nivel económico y práctico.

En resumen, el Plan Nacional de Ozono es una respuesta integral y coordinada a uno de los principales retos ambientales y de salud pública en España. A través de medidas eficaces, cooperación interinstitucional y el uso adecuado de los recursos disponibles, se espera avanzar hacia una mejora sustancial de la calidad del aire y una reducción significativa de los impactos negativos del O₃ en la salud humana y el medio ambiente.

14. BIBLIOGRAFÍA

- Achebak, H., Garatachea, R., Pay, MT., Jorba, O., Guevara, M., Pérez García-Pando, C., Ballester, J.: Geographic sources of ozone air pollution and mortality burden in Europe. *Nature Medicine*, 30, 1732–1738, doi: 10.1038/s41591-024-02976-x, 2024.
- Batista e Silva F., Poelman H, Dijkstra L. The JRC-GEOSTAT 2018 population grid. JRC Technical Report. Forthcoming, 2021.
- Carter, W.P.L.: Updated maximum incremental reactivity scale and hydrocarbon bin reactivities for regulatory applications, Calif. Air Resour. Board Contract, no. 2000, 07–339, 2009.
- Derwent, R., Jenkin, M., Passant, N., Pilling, M.: Reactivity-based strategies for photochemical ozone control in Europe. *Environmental Science & Policy*, 10(5):445–453, 2007.
- Diéguez J.J., Millán M., Padilla L., Palau J.L.: Estudio y evaluación de la contaminación atmosférica por ozono troposférico en España, CEAM Report for the Ministry of Agriculture, Food and Environment, INF FIN/O3/2009, 372 pp, 2009.
- EEA: European Union Emission Inventory Report 1990-2017 under the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution (LRTAP). EEA Report No 08/2019, Copenhagen, p. 148pp, 1977-8449, 2019.
- EEA: Europe's Air Quality Status 2024 (data from 2022 and 2023), European Environmental Agency, <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-air-quality-status-2024>, 2024a.
- EEA: EEA greenhouse gases - data viewer. Data viewer on Total greenhouse gas emissions and removals of the EU, based on data reported by EU Member States under the EU Governance Regulation. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/greenhouse-gases-viewer-data-viewers?activeTab=265e2bee-7de3-46e8-b6ee-76005f3f434f>, último acceso: 26 marzo 2025, 2024b.
- Gangoiti G., Millán M.M., Salvador R., Mantilla E.: Long-range transport and re-circulation of pollutants in the western Mediterranean during the project Regional Cycles of Air Pollution in the West-Central Mediterranean Area, *Atmospheric Environment*, 35, 6267-6276, [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(01\)00440-X](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(01)00440-X), 2001.
- Gerasopoulos, E., G. Kouvarakis, M. Vrekoussis, M. Kanakidou, and N. Mihalopoulos: Ozone variability in the marine boundary layer of the eastern Mediterranean based on 7-year observations, *J. Geophys. Res.*, 110, <https://doi.org/10.1029/2005JD005991>, 2005.
- Lelieveld, J., Berresheim, H., Borrmann, S., Crutzen, P.J., Dentener, F.J., Fischer, H., Feichter, J., Flatau, P.J., Heland, J., Holzinger, R., Korrmann, R, Lawrence, M.G., Levin, Z., Markowicz, K.M., Mihalopoulos, N., Minikin, A., Ramanathan, V., De Reus, M., Roelofs, G.J., Scheeren, H.A., Sciare, J., Schlager, H., Schultz, M., Siegmund, P., Steil, B., Stephanou, E.G., Stier, P., Traub, M., Warneke, C., Williams, J., Ziereis, H: Global air pollution crossroads over the Mediterranean. *Science* 298, 5594, 794-799. <https://doi.org/10.1126/science.1075457>, 2002.
- Millán M.M., Salvador R., Mantilla E., and Kallos G.: Photooxidant dynamics in the Mediterranean basin in summer: Results from European research projects, *Journal of Geophysical Research* 102, 8811-8823, 1997.

- Millán M.M., Mantilla E., Salvador R., Carratalá A., Sanz M.J., Alonso L., Gangoiti G., and Navazo M.: Ozone Cycles in the Western Mediterranean Basin: Interpretation of Monitoring Data in Complex Coastal Terrain, *Journal of Applied Meteorology*, 39: 487-508, 2000.
- MITMA: Áreas Urbanas en España, 2019. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, DG de Vivienda y Suelo. NIPO: 796-20-112-X. <https://www.mitma.gob.es/portal-del-suelo-y-politicas-urbanas/atlas-estadistico-de-las-areas-urbanas>, último acceso: 5 abril 2022, 2020.
- OMS: Directrices mundiales de la OMS sobre la calidad del aire: partículas en suspensión (PM_{2,5} y PM₁₀), ozono, dióxido de nitrógeno, dióxido de azufre y monóxido de carbono. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/346062/9789240035461-spa.pdf>, último acceso: 26 marzo 2025, 2021.
- Royal Society: Ground-level Ozone in the 21st Century: Future Trends, Impacts and Policy Implications. *Sci. Policy Rep.* 15/08. R. Soc., London, 2008.
- Sillman, S., Vautard, R., Menut, L., and Kley, D.: O₃-NO_x-VOC sensitivity and NO_x-VOC indicators in Paris: Results from models and Atmospheric Pollution Over the Paris Area (ESQUIF) measurements, *J. Geophys. Res.*, 108, 8563, doi:10.1029/2002JD001561, 2003.
- US-EPA: Air Quality Criteria for Ozone and Related Photochemical Oxidants (Final Report, 2006), EPA 600/R-05/004aF, Volumes I, II & III, 2006.
- Venecek, M.A., Carter, W.P.L., Kleeman, M.J.: Updating the SAPRC Maximum Incremental Reactivity (MIR) scale for the United States from 1988 to 2010, *J. Air Waste Manag. Assoc.*, 68, 12, 1301–1316, 2018.
- World Bank and Institute for Health Metrics and Evaluation: The Cost of Air Pollution: Strengthening the Economic Case for Action. Washington, DC, 102 pp, 2016.

ANEXOS

Anexo A. Fichas de medidas a implementar

A. REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE PRECURSORES DE O ₃ TROPOSFÉRICO		A.1
MEDIDA A.1 TRANSICIÓN HACIA UN TRANSPORTE MÁS LIMPIO		
Objetivo	Reducción del uso de medios de transporte contaminantes mediante la promoción de alternativas más sostenibles y la disminución de necesidades de desplazamiento.	
Descripción	Es necesaria la reducción de los precursores de O ₃ (e.g. NO _x y COVs). El sector transporte contribuye de forma significativa a estas emisiones, por lo tanto, es importante implementar medidas que reduzcan las emisiones causadas por este sector.	
Actuaciones	<p><u>Principales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Promover el uso del transporte público, bicicletas, etc. - Implementar Zonas de Bajas Emisiones (ZBE). - Fomentar el ferrocarril u otros transportes sostenibles para el transporte de mercancías. <p><u>Secundarias:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Promover el cambio modal mediante aparcamientos disuasorios de enlace en la periferia de las ZBE. - Promover el uso de vehículos menos contaminantes: <ul style="list-style-type: none"> o Instalar puntos de recarga eléctrica de vehículos. o Promover nuevos modelos de movilidad eléctrica (motosharing, carsharing, etc.). o Promover la renovación de la flota de vehículos por otros menos contaminantes (particular, empresa, autónomo) y en toda la cadena logística. - Electrificación de puertos y aeropuertos. - Implantación de estaciones de medición en puertos y aeropuertos. - Promover el teletrabajo. 	
Ámbito geográfico	Local / Regional / Nacional	
Indicador de cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Nº de usuarios del transporte público por tipo de transporte. (Ayuntamientos) - Nº de puntos de anclaje de bicicletas de uso común. (Ayuntamientos) - Nº de vehículos eléctricos disponibles para compartir. (DGT) - Km² establecidos como Zonas de Bajas Emisiones (ZBE). (Ayuntamientos) 	

	<ul style="list-style-type: none"> - Nº de vehículos de transporte de mercancía con etiquetas ECO y Cero domiciliados. (Ayuntamientos/DGT) - Nº de puntos de recarga eléctrica de vehículos. (Ayuntamientos) - % de reducción de la Intensidad Media de Tráfico en las principales vías. (AACC en materia de transportes) - Concentraciones de los contaminantes: NO₂, O₃, PM₁₀ y PM_{2,5} en estaciones de medición cercanas a puertos y aeropuertos. (Informe anual de calidad del aire en España, CCAA) - Número de días con ICA extremadamente desfavorable, desfavorable o regular al año y comparar con el año anterior usando el ICA más desfavorable de la zona para el O₃. (MITERD) - Evolución del nº de teletrabajadores. (Ministerio de Trabajo/INE) - Nº de proyectos aprobados de electrificación en puertos y aeropuertos. (Puertos del Estado y AENA)
Responsables	Administración General del Estado, Comunidades Autónomas y Entidades Locales.
Colaboradores	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

A. REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE PRECURSORES DE O ₃ TROPOSFÉRICO		A.2
MEDIDA A.2 ENERGÍA ELÉCTRICA EFICIENTE Y RENOVABLE		
Objetivo	Minimización del uso de energía eléctrica obtenida por fuentes contaminantes favoreciendo la transición hacia una energía renovable y más eficiente.	
Descripción	Con el objeto de lograr un modelo productivo sostenible y menos contaminante, se establece una serie de medidas para aumentar el consumo de energía eléctrica de fuentes renovables y reducir la dependencia energética de cualquier combustible. El uso de estos combustibles en la producción de energía ocasiona que haya elevadas emisiones de NOx y COVs (precursores de O ₃), entre otros contaminantes. En este sentido, se concretan estas medidas para contribuir a la disminución de este tipo de emisiones en el sector energético, fomentando la eficiencia tanto en edificios públicos como domicilios particulares.	
Actuaciones	<p><u>Principales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fomentar el autoconsumo con energías renovables. - Promover la generación de energía eléctrica renovable no basada en dispositivos de combustión y respetuosa con el entorno. <p><u>Secundarias:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Promover la sustitución de sistemas de climatización basados en combustión por otras fuentes renovables sin combustión. - Promover la renovación energética de edificios públicos. - Implementación de acuerdos marco de compra de energía 100% renovable. - Promover los edificios <i>Passivhaus</i> y de consumo prácticamente nulo, así como la mejora del rendimiento energético del actual parque de viviendas. 	
Ámbito geográfico	Local / Regional / Nacional	
Indicador de cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Potencia instalada total (kW) en instalaciones de autoconsumo energético renovable. (Estadísticas energéticas de CCAA y Estado) - Total GWh/año producidos en instalaciones generadoras de energía eléctrica de fuente renovable sin combustión (no hidrógeno, no biomasa). (Estadísticas energéticas de CCAA y Estado) - % de electricidad del total obtenida de fuentes renovables sin combustión. (Estadísticas energéticas de CCAA y Estado) - % de renovación anual de la superficie total edificada de 	

	<p>edificios públicos por encima del mínimo del 3% obligatorio según la Directiva de Eficiencia Energética. (AGE, CCAA y EELL)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nº de de acuerdos de compra de energía 100% renovable en edificios públicos. (AGE, CCAA y EELL) - Nº de edificios con certificación energética Passivhaus o de nivel “A” (datos de los registros públicos de las CCAA de los certificados de eficiencia energética de edificios definidos en el ámbito de aplicación del R.D. 390/2021, de 1 de junio). - Nº de redes de climatización que han sustituido los sistemas tradicionales. (CCAA y EELL) - t/año emitidas de COVs y NOx declaradas en PRTR-España del sector de la generación de la energía eléctrica. (PRTR-España, MITERD) - % reducción de emisiones de CO₂, NO₂ y PM10 ligadas al sector de la generación de energía eléctrica. (Inventario nacional de emisiones, MITERD).
Responsables	Administración General del Estado, Comunidades Autónomas y Entidades Locales.
Colaboradores	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

A. REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE PRECURSORES DE O ₃ TROPOSFÉRICO		A.3
MEDIDA A.3 REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE PRECURSORES DE O ₃ DERIVADAS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS		
Objetivo	Minimización de las emisiones de metano (CH ₄) y otros COVs causadas por el depósito de residuos en vertederos. Mejorar la gestión, mediante un aumento de la reutilización, el reciclaje y la valorización fomentando, así, las estrategias de Economía Circular.	
Descripción	El sector residuos supone un importante aporte de emisiones de CH ₄ (33,9% del total según el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes, PRTR-España), NOx (9,4% del total en 2021 según el PNCCA 23-30), así como de COVs, todos ellos precursores de O ₃ . Por esta razón, es necesario llevar a cabo medidas que reduzcan la producción de residuos y garanticen su adecuada gestión.	
Actuaciones	<p>Todas las actuaciones estarán destinadas al fomento de la Economía Circular.</p> <p><u>Principal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Fomentar la economía circular, sobre todo en el sector industrial. <p><u>Secundarias:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Incrementar la recogida selectiva de residuos y posterior reciclaje. - Aumentar la frecuencia de recogida de la fracción orgánica de los residuos domésticos orgánicos durante el periodo estival y en periodo diurno de más calor, que hagan que estén el mínimo tiempo posible en los contenedores. - Cubrir vertederos con cubiertas oxidantes u otras infraestructuras para reducir las emisiones fugitivas especialmente en verano. - Reducir el desperdicio alimentario. 	
Ámbito geográfico	Local / Regional / Nacional	
Indicador de cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Tasa de circularidad. (Eurostat) - t/año de residuos reutilizados. (Estadísticas de gestión de residuos de CCAA y MITERD) - t/año de residuos recogidos selectivamente. (Estadísticas de gestión de residuos de CCAA y MITERD). - t/año de residuos sometidos a reciclaje material. (Estadísticas de gestión de residuos de CCAA y MITERD) - t/año de residuos orgánicos que se recogen separadamente. (CCAA y MITERD) - % de compostaje de residuos orgánicos. (INE, MITERD, CCAA y 	

	<p>EELL)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nº de plantas de compostaje industrial operativas. (CCAA y MITERD) - % de vertederos con cubiertas oxidantes. (CCAA) - % de alimentos producidos en industria alimentaria que son desechados. (MAPA) - % de alimentos producidos en comercio minorista que son desechados. (MAPA) - Nº de Autorizaciones Ambientales Integradas concedidas con medidas concretas para la limitación de emisiones de precursores de O₃, con limitación del funcionamiento de en el periodo estival, con acciones para la instalación en vertederos de cubiertas oxidantes u otras infraestructuras para reducir las emisiones fugitivas y basadas en estudios de caracterización de emisiones y difusión. (CCAA)
Responsables	Administración General del Estado, Comunidades Autónomas y Entidades Locales.
Colaboradores	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de Estadística.

A. REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE PRECURSORES DE O ₃ TROPOSFÉRICO		A.4
MEDIDA A.4 MEJORA DE LA GESTIÓN AMBIENTAL INDUSTRIAL		
Objetivo	Disminución de las emisiones industriales y potenciación de energías renovables sin combustión en el sector industrial.	
Descripción	La industria es un sector que puede generar grandes impactos en un espacio localizado, lo que puede aumentar de forma significativa la concentración de contaminantes en zonas colindantes a dicha industria y susceptibles de ser transportadas por la circulación atmosférica a lugares alejados. Además, por su volumen de operación, utiliza una gran cantidad de energía eléctrica y/o térmica, materiales, así como otros recursos, y genera a su vez, gran cantidad de residuos y emisiones atmosféricas contaminantes.	
Actuaciones	<p><u>Principal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar las instalaciones industriales con mayores focos de COVs , teniendo en cuenta la carga másica anual. <p><u>Secundarias:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Propiciar la mejora del inventario de emisiones industriales. - Fomentar la agregación de focos de emisión canalizados de COVs. - Aplicar VLE más estrictos especialmente en periodo estival cuando se produce más O₃. - Fomentar la instalación de MTDs en industrias, especialmente las de las regiones R3 y R4. - En las regiones R3 y R4 del Plan, obligar a instalación de MTDs para la retención de COVs en las plantas de quema de biomasa. - Implementar sistemas de control de emisiones basados en la monitorización en continuo, inspecciones documentales e <i>in situ</i>, etc. - Revisar, actualizar y ampliar el ámbito de aplicación del Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades. - Desarrollar políticas sectoriales específicas que incluyan normativa sobre gestión de áreas industriales, con especial énfasis en aquellos sectores con mayor contribución relativa a las emisiones de precursores. - Desarrollar acuerdos voluntarios con sectores industriales emisores de COVs para promover estudios que permitan obtener perfiles químicos de las emisiones de COVs industriales a nivel individual y sectorial para establecer planes de actuación específicos. 	

	<ul style="list-style-type: none"> - Fomentar la etiqueta ecológica de la Unión Europea “EU Ecolabel” para productos que contienen precursores del O₃, como pinturas de uso doméstico, productos de limpieza multiusos para el hogar, detergentes y ciertos productos cosméticos.
Ámbito geográfico	Local / Regional / Nacional
Indicador de cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Publicación anual del listado de instalaciones industriales con mayores focos de COVs. - Total de las emisiones reportadas en PRTR-España de NOx y COVs del sector industrial. (PRTR-España, MITERD) - Nº de instalaciones industriales que realizan la agregación de los focos canalizados de COVs. - Reducción de las concentraciones de los valores de los contaminantes en estaciones de medición industriales de acuerdo con la evaluación de la calidad del aire de la zona. (CCAA) - Nº de plantas de quema de biomasa con medidas instaladas para el tratamiento de COVs. (CCAA) - Nº de instalaciones que realizan sus perfiles químicos de emisiones de COVs sectoriales. (CCAA) - Nº de inspecciones realizadas a empresas. (CCAA y EELL) - Nº de sistemas de monitorización en continuo. - % de la energía eléctrica de origen renovable (excluida la generada con sistemas de combustión) utilizada por instalaciones industriales. (CCAA) - Nº de perfiles químicos de emisiones de COVs sectoriales realizados. (CCAA) - % instalaciones IPPC con certificación de eficiencia energética. (CCAA) - Nº de licencias que fabrican productos con etiqueta EU Ecolabel. (MITERD)
Responsables	Comunidades Autónomas, Entidades Locales.
Colaboradores	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

A. REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE PRECURSORES DE O ₃ TROPOSFÉRICO		A.5
MEDIDA A.5 REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE PRECURSORES DE O ₃ EN DIFERENTES SECTORES		
Objetivo	Implementar medidas tecnológicas y no tecnológicas para reducir emisiones de precursores del O ₃ .	
Descripción	<p>La fabricación y uso de pinturas y solventes, y el uso de productos domésticos (detergentes y otros productos de limpieza) emiten una elevada proporción de COVs (la mayor entre los diferentes sectores relevantes). Además, el suministro de combustible en estaciones de servicio (gasolineras) puede generar emisiones importantes si no se controla la aplicación adecuada de los absorbedores de COVs y su correcta gestión una vez retenidos.</p> <p>Es fundamental utilizar las medidas específicas para minimizar las emisiones de precursores de O₃.</p>	
Actuaciones	<p><u>Secundarias:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - En las autorizaciones ambientales integradas y autorizaciones de emisiones a la atmósfera de instalaciones afectadas por el Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades, implantar tecnologías para controlar las emisiones fugitivas de precursores de O₃ canalizándolas hacia sistemas de abatimiento de emisiones. - Fomentar la colaboración con el SEPRONA para control de las emisiones evaporativas de la gasolina durante el repostaje en las estaciones de servicio. - En la industria de refino de aceites comestibles y aceites esenciales, fomentar el uso de una combinación de solventes verdes (como líquidos iónicos, bio-solventes y fluidos supercríticos entre otros) o la extracción con enzimas asistida con agua en lugar de utilizar disolventes como el hexano. - Fomentar la colaboración con el SEPRONA para control e inspección de emisiones de COVs en pinturas, barnices y productos de renovación del acabado de vehículos. 	
Ámbito geográfico	Local / Regional / Nacional	
Indicador de cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción de las concentraciones de los valores de los contaminantes en estaciones de medición industriales. (MITERD). - Datos totales de emisiones de COVs de instalaciones 	

	<p>industriales IPPC en registro PRTR-España. (MITERD)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nº de inspecciones <i>in situ</i> realizadas a estaciones de servicio. (CCAA, SEPRONA) - Nº de inspecciones <i>in situ</i> realizadas a instalaciones de que utilicen pinturas, barnices y productos de renovación del acabado de vehículos. (CCAA, SEPRONA)
Responsables	Comunidades Autónomas y Entidades Locales.
Colaboradores	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

A. REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE PRECURSORES DE O ₃		A.6
MEDIDA A.6 CONTROL Y REDUCCIÓN DE EMISIONES DE PRECURSORES DE O ₃ EN EL SECTOR AGROPECUARIO		
Objetivo	Reducir las emisiones de precursores del O ₃ originados en el sector agropecuario y forestal.	
Descripción	La quema de sustancias orgánicas como restos de poda o pastizales, el uso de purines y el consumo de electricidad originada por combustión en explotaciones agropecuarias son actividades que generan precursores del O ₃ . La aplicación de técnicas de reducción de emisiones en el ámbito agropecuario y ganadero, como los ecorregímenes de la Política Agraria Común (PAC) y el uso de combustibles y fuentes de electricidad que no emitan precursores de O ₃ son actuaciones que minimizan las emisiones asociadas al sector agropecuario.	
Actuaciones	<p><u>Principales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Intensificar el control de quema de restos de poda y residuos agroforestales durante la época de alta contaminación por O₃ (abril-septiembre). - No aplicar purines como fertilizante en episodios de alta contaminación por O₃ (junio-julio). <p><u>Secundarias:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Promover, mediante campañas de información al sector, la implementación de técnicas de reducción de emisiones en el ámbito agropecuario y ganadero: <ul style="list-style-type: none"> o Promover un sistema de aplicación de estiércoles y abonos orgánicos con sistemas de inyección en el suelo o bien su enterrado. o Cubrir los depósitos de ensilaje y la minimización del área de ensilado disponible para alimentar a los animales. o Utilizar alimentos de alta calidad con alta digestibilidad, lo que reduce la cantidad de sustrato para la formación de COVs. o Promover entre los ganaderos la pronta retirada de orina y estiércol en grajas intensivas. o Secado de gallinaza con cinta dentro de los gallineros. o Limitación en la agitación en los depósitos de almacenamiento de excretas. o Uso de costras flotantes naturales o artificiales en los depósitos de purines. 	

	<ul style="list-style-type: none"> o Instalación de depósitos para el almacenamiento del purín, contruidos de forma que permitan realizar un buen mantenimiento y limpieza. o Realizar la rotación de cultivos con especies fijadoras de nitrógeno al suelo. o Introducir cubiertas vegetales en cultivos leñosos. <ul style="list-style-type: none"> - Promover la recogida de los residuos de poda, trituración y utilización como fertilizante o valorización con aprovechamiento energético en instalaciones equipadas con control de NOx y COVs. - Fomentar la eficiencia energética en explotaciones agrarias y ganaderas mediante la implantación de sistemas de generación en régimen de autoconsumo sin combustión. - Usar motores más eficientes y con tratamiento de emisiones en barcos de pesca.
Ámbito geográfico	Local / Regional / Nacional
Indicador de cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Datos del total de emisiones de precursores de O₃ del sector agropecuario de acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones instalaciones. (MITERD) - % de explotaciones que tienen implementadas técnicas de reducción de emisiones para el sector agropecuario y ganadero. (CCAA) - T/año de residuos agrícolas valorizados energéticamente (CCAA) - % de la energía utilizada por la explotaciones ganaderas y agropecuarias que tiene origen de autoconsumo sin combustión. (CCAA) - % de barcos de pesca que usan motores más eficientes y con tratamiento de emisiones. (MAPA)
Responsables	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Puertos del Estado, SEPRONA, CCAA y Entidades Locales.
Colaboradores	Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

A. REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE PRECURSORES DE O ₃		A.7
MEDIDA A.7 COORDINACIÓN POLÍTICO-CIENTÍFICO-ADMINISTRATIVA		
Objetivo	Coordinar las distintas políticas y actuaciones administrativas para la reducción del O ₃ troposférico.	
Descripción	<p>El O₃ tiene un componente suprarregional que requiere una coordinación institucional político-administrativa para la implantación de unas medidas armonizadas en el territorio nacional. En episodios de alta contaminación, las contribuciones nacionales a las concentraciones de O₃ son más altas. A pesar de que la contribución transfronteriza supone un aporte importante de esta, el margen de reducción de O₃ con medidas de prevención y mitigación a nivel nacional es amplio.</p>	
Actuaciones	<p><u>Principal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Creación de protocolos de actuación para episodios de alta contaminación (EAC), especialmente en período estival y coordinados entre las CCAA afectadas. <p><u>Secundarias:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Informar a la población acerca de las concentraciones elevadas de O₃ troposférico cuando se produzcan y sus efectos sobre la salud humana. - Apoyar la inclusión del CH₄ (precursor importante de O₃ en aportes hemisféricos) en el Protocolo de Gotemburgo para reducir sus emisiones a escala hemisférica y así contribuir a la reducción de O₃ de fondo. (AGE) - Promover en el marco del Plan de Acción para la protección y el desarrollo de la cuenca del Mediterráneo (PAM) (Convenio de Barcelona) la designación del Mar Mediterráneo como una zona de control de las emisiones para NO_x (NECA). (AGE) - Promover la colaboración supranacional para realizar estudios sobre O₃ troposférico y tomar medidas correctoras tanto con países fronterizos como con la Unión Europea en general. (AGE) - Adoptar la regionalización del territorio según la concentración de O₃ troposférico (R1-R4) para desarrollar políticas específicas. 	
Ámbito geográfico	Local / Regional / Nacional	
Indicador de cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Nº de protocolos de actuación para episodios de alta contaminación por O₃ creados de forma coordinada. (CCAA) - Nº de planes de acción y hojas de ruta implementados para solucionar o prevenir superaciones de los valores objetivo de O₃. (CCAA, EELL) 	

Responsables	CCAA, Entidades Locales.
Colaboradores	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Ministerio de Asuntos Exteriores.

B. PROMOCIÓN DE LA INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN CIUDADANA SOBRE EL O ₃		B.1
MEDIDA B.1 CAMPAÑAS DE DIVULGACIÓN SOBRE EL O ₃ TROPOSFÉRICO COMO CONTAMINANTE ATMOSFÉRICO		
Objetivo	Promover actuaciones de divulgación a la población sobre el O ₃ troposférico como contaminante atmosférico para fomentar la reducción de emisiones y las medidas de autoprotección en caso de episodios de alta contaminación. Fomentar el uso de las aplicaciones móviles que informan sobre la calidad del aire y del Índice de Calidad del Aire (ICA).	
Descripción	La concienciación tanto de la población como de los organismos involucrados es fundamental para atajar y/o disminuir las concentraciones de O ₃ . Existe un desconocimiento extendido entre la población sobre el O ₃ troposférico como contaminante atmosférico y sus repercusiones sobre la salud de las personas y los ecosistemas. Es necesario diseñar campañas divulgativas enfocadas al público general y acciones específicas sobre determinados profesionales, integrando los profesionales de la salud. Además, es imprescindible informar sobre la necesidad de autoprotección a aquellos colectivos que sean especialmente vulnerables. Para ello es esencial realizar divulgación para la ciudadanía sobre el O ₃ haciendo hincapié en la diferencia entre O ₃ troposférico y estratosférico, y sus efectos en la salud humana y vegetal.	
Actuaciones	<p><u>Principal:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Difundir el plan de actuación durante episodios de alta contaminación por O₃ mediante una campaña específica al comienzo del periodo de O₃ (mayo o junio). <p><u>Secundarias:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Informar sobre la necesidad de autoprotección a aquellos colectivos que sean especialmente vulnerables, como niños, ancianos, asmáticos, embarazadas, etc. - Realizar talleres en escuelas e institutos, talleres prácticos específicos para los diferentes sectores de actividad que emiten precursores de O₃ (ganadero, industrial, energético, etc.) - Realizar campañas informativas para la reducción de productos químicos domésticos que contienen COVs con alto potencial de formación de O₃. - Sensibilizar sobre el uso sostenible de la climatización de los edificios y el uso del aire acondicionado en verano cuando se producen episodios de O₃. - Difundir la aplicación móvil ICA. - Divulgar y promover el cumplimiento de las recomendaciones sanitarias asociadas al ICA para proteger la salud de la 	

	<p>población en episodios de contaminación del aire por ozono troposférico.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Impulsar la inclusión de información sobre episodios de O₃ en la información meteorológica. - Elaborar campañas de publicidad en medios de comunicación (radio, televisión, etc.), prensa y redes sociales. <ul style="list-style-type: none"> o Colocar carteles publicitarios en zonas concurridas (metro, marquesinas de autobús, centros de salud, organismos públicos, plafones publicitarios). - Realizar formación, talleres prácticos, etc., a los diferentes sectores de actividad que emiten precursores de O₃ (ganadero, industrial, energético, etc.). - Llevar a cabo sesiones en eventos relacionados con temas medioambientales y de salud (ej: CONAMA, reuniones del PESMA). - Elaborar materiales de divulgación para profesionales de la educación y la sanidad y formar a profesores y sanitarios. - Realizar campañas de plantación de vegetación en entornos urbanos.
Ámbito geográfico	Local / Regional / Nacional
Indicador de cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Nº de acciones de divulgación para el público general (campañas publicitarias/ponencias/acciones de educación ambiental, etc.). (CCAA, EELL) - Nº campañas para fomentar la autoprotección de colectivos especialmente vulnerables. (CCAA, EELL) - Nº de descargas/usuarios de APP ICA-Índice de Calidad del Aire (MITERD). - Nº de campañas publicitarias para el consumo responsable de productos químicos. (CCAA, EELL, MITERD). - Nº de acciones de divulgación para los sectores más implicados (ganadero, industrial, energético, etc.). (CCAA, EELL) - Nº de guías divulgativas para profesionales de la educación y la sanidad. - Kg de vegetación plantados en entornos urbanos. (CCAA, EELL)
Responsables	Comunidades Autónomas, Entidades Locales, AEMET.
Colaboradores	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Ministerio de Sanidad, Ministerio de Educación.

C. FOMENTO DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO SOBRE LA CONTAMINACIÓN POR O ₃ TROPOSFÉRICO		C.1
MEDIDA C.1 FOMENTO DEL CONOCIMIENTO SOBRE EL O ₃ TROPOSFÉRICO		
Objetivo	Promover el conocimiento científico de O ₃ troposférico como soporte a la implantación de estrategias de reducción de la contaminación de este contaminante.	
Descripción	Disponer de un suficiente conocimiento científico de los diferentes procesos involucrados en la contaminación por O ₃ (emisiones, difusión/transporte y transformación química) es la base para el diseño e implementación de medidas adecuadas y efectivas para la reducción de las concentraciones de contaminación por O ₃ .	
Actuaciones	<p><u>Principales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Interacción con el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MCIU) para incluir el problema del O₃ troposférico en los objetivos nacionales de investigación de la Agencia Estatal de I+D. - Establecer como línea de investigación prioritaria la identificación de medidas de aplicación para la minimización del O₃ troposférico para fomentar su reducción. <p><u>Secundarias:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar estudios sobre monitorización de COVs en superficie, priorizando las especies de COVs precursoras de O₃ que la nueva Directiva Europea sobre la calidad del aire (2024/2881) recomienda medir en su Anexo VII. - Fomentar el desarrollo de modelos más precisos para la predicción de episodios de alta contaminación por O₃ troposférico, así como analizar el efecto cuantitativo de la reducción de COVs con alto PMFO con alto potencial de formación de O₃. - Promover trabajos de evaluación del impacto sobre las concentraciones ambientales de O₃ derivados de las medidas realmente implantadas y el coste económico de las mismas. - Fomentar el conocimiento de la interacción temperatura-contaminación, en especial en periodos de extremos térmicos, y su impacto sobre la salud, sobre todo en colectivos vulnerables. - Fomentar el desarrollo de estudios epidemiológicos a escala nacional sobre la incidencia del O₃ en la salud humana que permita identificar con detalle los colectivos más vulnerables. - Fomentar convenios de colaboración entre autoridades competentes en materia de control de la calidad del aire y universidades para el desarrollo de estudios vinculados a la problemática del O₃. 	

Ámbito geográfico	Local / Regional / Nacional
Indicador de cumplimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Inclusión del problema del O₃ troposférico en los objetivos de la Agencia Estatal de Investigación. (MICIU) - Presupuesto dedicado a las ayudas a centros de investigación para proyectos que estudien el O₃ troposférico. (MICIU, MITERD, CCAA) - Nº de proyectos (líneas de investigación nacional y regional) dedicados a la investigación del O₃ troposférico. (CCAA, MICIU) - Nº de informes técnicos dedicados a la valoración económica de implantación de medidas. (MITERD, CCAA) - Nº de publicaciones científicas de estudios desarrollados por equipos científicos en España relacionadas con el O₃ en revistas especializadas. (MITERD, CCAA)
Responsables	Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, Ministerio de Sanidad, CCAA y entidades locales.
Colaboradores	Universidades y centros de investigación.

Anexo B. Normativas y planes relacionados

A continuación, se enumera la legislación europea y estatal relacionada con cada una de las medidas del Plan Nacional de Ozono. Asimismo, se exponen los planes, programas, estrategias y demás documentación que ha resultado de particular interés para la redacción de este Plan, y se marca con una X su relación con cada una de las medidas elaboradas.

Convenio/Protocolo		Paquete de medidas PNO3								
Nombre	Año de aprobación	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	B 1	C 1
Convenio de Estocolmo sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes.	2006				X				X	X
Protocolo del Convenio de 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia para luchar contra la acidificación, la eutrofización y el ozono troposférico.	1999	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Convenio de Ginebra sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia.	1979	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Directiva		Paquete de medidas PNO3								
Nombre	Año de aprobación	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	B 1	C 1
Directiva (UE) 2024/2881 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2024, sobre la calidad del aire ambiente y una atmósfera más limpia en Europa.	2024	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Directiva (UE) 2024/1785 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de abril de 2024, por la que se modifican la Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) y la Directiva 1999/31/CE del Consejo relativa al vertido de residuos.	2024			X	X	X				
Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.	2018			X	X	X	X	X		

Directiva		Paquete de medidas PNO3									
Nombre	Año de aprobación	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	B 1	C 1	
Directiva (UE) 2018/850 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos.	2018			X	X	X	X	X			
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.	2016	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Directiva (UE) 2015/1480 de la Comisión, de 28 de agosto de 2015, por la que se modifican varios anexos de las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en los que se establecen las normas relativas a los métodos de referencia, la validación de datos y la ubicación de los puntos de muestreo para la evaluación de la calidad del aire ambiente.	2015					X		X	X	X	
Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación).	2010		X	X	X			X	X		
Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa.	2008	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.	2008		X	X	X			X	X		
Directiva 2004/42/CE, de 21 de abril de 2004, relativa a la limitación de las emisiones de COV debidas al uso de disolventes orgánicos en determinadas pinturas y barnices.	2004				X	X					
Directiva 2003/35/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de mayo de 2003, por la que se establecen medidas para la participación del público en la elaboración de determinados planes y programas relacionados con el medio ambiente y por la que se modifican, en lo que se refiere a la participación del público y el acceso a la justicia, las Directivas 85/337/CEE y 96/61/CE del Consejo.	2003							X	X	X	
Directiva 1999/31/CE del Consejo, de 26 de abril de 1999, relativa al vertido de residuos.	1999		X	X							

Decisión/Decisión de ejecución		Paquete de medidas PNO3								
Nombre	Año de aprobación	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	B 1	C 1
Decisión de ejecución 2018/1522 de la Comisión, de 11 de octubre de 2018, por la que se establece un formato común para los programas nacionales de control de la contaminación atmosférica en el marco de la Directiva (UE) 2016/2284 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos.	2018	X	X	X	X	X	X			X
Decisión (UE) 2017/1757 del Consejo, de 17 de julio de 2017, sobre la aceptación, en nombre de la Unión Europea, de una enmienda del Protocolo de 1999 del Convenio de 1979 sobre la contaminación atmosférica transfronteriza a gran distancia para luchar contra la acidificación, la eutrofización y el ozono troposférico.	2017	X		X	X	X	X			X

Ley estatal		Paquete de medidas PNO3								
Nombre	Año de aprobación	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	B 1	C 1
Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.	2022	X	X	X	X	X		X	X	X
Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.	2021	X	X	X	X		X	X	X	X
Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.	2007	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Real Decreto Legislativo		Paquete de medidas PNO3								
Nombre	Año de aprobación	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	B 1	C 1
Real Decreto Legislativo 1/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de prevención y control integrados de la contaminación.	2016		X	X	X	X	X	X	X	X

Real Decreto		Paquete de medidas PNO3								
Nombre	Año de aprobación	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	B 1	C 1
Real Decreto 34/2023, de 24 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire; el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación, aprobado mediante el Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre; y el Real Decreto 208/2022, de 22 de marzo, sobre las garantías financieras en materia de residuos.	2023	X		X	X	X		X	X	X
Real Decreto 1052/2022, de 27 de diciembre, por el que se regulan las zonas de bajas emisiones.	2022	X	X		X	X		X	X	
Real Decreto 818/2018, de 6 de julio, sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos.	2018	X	X		X	X	X			X
Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas y por el que se actualiza el anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.	2017		X	X	X		X			X
Real Decreto 1085/2015, de 4 de diciembre, de fomento de los Biocarburantes.	2015	X	X	X			X			
Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.	2013		X	X	X	X				X
Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes.	2013			X	X		X	X		
Real Decreto 455/2012, de 5 de marzo, por el que se establecen las medidas destinadas a reducir la cantidad de vapores de gasolina emitidos a la atmósfera durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones de servicio.	2012	X			X	X				
Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.	2011	X		X	X	X		X	X	X

Real Decreto		Paquete de medidas PNO3								
Nombre	Año de aprobación	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	B 1	C 1
Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación.	2011	X	X	X	X	X	X			
Real Decreto 227/2006, de 24 de febrero, por el que se complementa el régimen jurídico sobre la limitación de las emisiones de compuestos orgánicos volátiles en determinadas pinturas y barnices y en productos de renovación del acabado de vehículos.	2006			X	X	X				
Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de compuestos orgánicos volátiles debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.	2003				X	X				
Real Decreto 1437/2002, de 27 de diciembre, por el que se adecuan las cisternas de gasolina al Real Decreto 2102/1996, de 20 de septiembre, sobre control de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (C.O.V.).	2002	X			X					
Real Decreto 2102/1996, de 20 de septiembre, sobre el control de emisiones de compuestos orgánicos volátiles (COV) resultantes de almacenamiento y distribución de gasolina desde las terminales a las estaciones de servicio.	1996	X			X					

Órdenes		Paquete de medidas PNO3								
Nombre	Año de aprobación	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	B 1	C 1
Orden TMA/892/2021, de 17 de agosto, por la que se aprueban las bases reguladoras para el Programa de ayudas a municipios para la implantación de zonas de bajas emisiones y la transformación digital y sostenible del transporte urbano, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, y se aprueba y publica la convocatoria correspondiente al ejercicio 2021.	2021	X		X						
Orden TEC/351/2019, de 18 de marzo, por la que se aprueba el Índice Nacional de Calidad del Aire.	2019					X		X		X

Resolución		Paquete de medidas PNO3									
Nombre	Año de aprobación	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	B 1	C 1	
Resolución de 14 de enero de 2025, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula declaración ambiental estratégica del «Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2024-2035».	2025	X	X	X	X		X	X			
Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.	2015			X							
Resolución de 20 de diciembre de 2013, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 13 de diciembre de 2013, por el que se aprueba el Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020.	2013			X							

Instrumentos de planificación		Paquete de medidas PNO3									
Nombre	Año de aprobación	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	B 1	C 1	
Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030.	2024	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Programa Nacional de Control de la Contaminación Atmosférica 2023-2030.	2024	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Plan Industrial del Pacto Verde	2023		X		X						
Hoja de Ruta del Biogás	2022	X	X	X	X		X				
Plan Estratégico de Salud y Medio Ambiente 2022-2026 (PESMA)	2021	X						X	X	X	
Plan Marco de Acción a corto plazo en caso de episodios de alta contaminación.	2021	X			X	X	X	X			
Proyectos estratégicos para la recuperación y transformación económica (PERTE) PRTR	2021	X	X	X	X		X				
Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo 2050	2020	X	X	X	X		X	X	X	X	
Estrategia de la UE para reducir las emisiones de metano.	2020	X	X	X		X	X				
Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030.	2020	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Plan Nacional de Calidad del AIRE 2017-2019 (Plan Aire II)	2017	X	X		X	X	X	X		X	
Planes de Movilidad Urbana Sostenible (PMUS)	2017	X	X								

Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022	2015	X	X	X	X		X	X		X
---	------	---	---	---	---	--	---	---	--	---

Otros documentos de interés		Paquete de medidas PNO3								
Nombre	Año de aprobación	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6	A 7	B 1	C 1
Ayudas para consumidores electrointensivos.	2024		X							
Air pollution in Europe: 2023 reporting status under the National Emission reduction Commitments Directive — European Environment Agency	2023	X	X		X		X			
Bases Científicas para un Plan Nacional de Ozono (2022).	2023	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Prioritizing reductions of particulate matter from sources that are also significant sources of black carbon - analysis and guidance.	2021	X		X	X		X			
Estudio Ambiental Estratégico Plan Nacional Integrado de Energía y Clima.	2020	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Guidance document on preventing and abating ammonia emissions from agricultural sources.	2012	X	X	X	X		X			

Anexo C. Cronograma de las actuaciones.

(1ª: Medidas principales, 2ª: Medidas secundarias)

Área	Medida 1ª o 2ª	Actuación	2026	2027	2028	2029	2030
A1	1ª	Promover el uso del transporte público, bicicletas, etc.	X	X	X	X	X
	1ª	Implementar Zonas de Bajas Emisiones (ZBE).	X				
	1ª	Fomentar el ferrocarril u otros transportes sostenibles para el transporte de mercancías.	X	X	X	X	X
	2ª	Promover el cambio modal mediante aparcamientos disuasorios de enlace en la periferia de las ZBE.	X	X	X		
	2ª	Instalar puntos de recarga eléctrica de vehículos.	X	X	X		
	2ª	Promover nuevos modelos de movilidad eléctrica (motosharing, carsharing, etc.).	X	X	X		
	2ª	Promover la renovación de la flota de vehículos por otros menos contaminantes (particular, empresa, autónomo) y en toda la cadena logística.					X
	2ª	Electrificación de puertos y aeropuertos.					X
	2ª	Implantación de estaciones de medición en puertos y aeropuertos.			X		
	2ª	Promover el teletrabajo.	X	X	X	X	X
A2	1ª	Fomentar el autoconsumo con energías renovables.					X
	1ª	Promover la generación de energía eléctrica renovable no basada en dispositivos de combustión y respetuosa con el entorno.					X
	2ª	Promover la sustitución de sistemas de climatización basados en combustión por otras fuentes renovables sin combustión.	X	X	X		
	2ª	Promover la renovación energética de edificios públicos.	X	X	X	X	X

	2ª	Implementación de acuerdos marco de compra de energía 100% renovable.					X
	2ª	Promover los edificios <i>Passivhaus</i> y de consumo prácticamente nulo, así como la mejora del rendimiento energético del actual parque de viviendas.	X	X	X		
A3	1ª	Fomentar la economía circular, sobre todo en el sector industrial.	X	X	X	X	X
	2ª	Incrementar la recogida selectiva de residuos y posterior reciclaje.	X	X			
	2ª	Aumentar la frecuencia de recogida de la fracción orgánica de los residuos domésticos orgánicos durante el periodo estival y en periodo diurno de más calor, que hagan que estén el mínimo tiempo posible en los contenedores.		X	X		
	2ª	Cubrir vertederos con cubiertas oxidantes u otras infraestructuras para reducir las emisiones fugitivas especialmente en verano.	X	X	X	X	X
	2ª	Reducir el desperdicio alimentario.					X
A4							
	1ª	Identificar las instalaciones industriales con mayores focos de COVs , teniendo en cuenta la carga másica anual.	X	X			
	2ª	Propiciar la mejora de los inventarios de emisiones industriales.	X	X	X		
	2ª	Fomentar la agregación de focos de emisión canalizados de COVs.		X	X		
	2ª	Aplicar VLE más estrictos especialmente en periodo estival cuando se produce más O ₃ .		X	X		
	2ª	Fomentar la instalación de MTDs en industrias, especialmente las de las regiones R3 y R4.	X	X	X	X	X
	2ª	En las regiones R3 y R4 del Plan, obligar a instalación de MTDs para la retención de COVs en las plantas de quema de biomasa.		X	X	X	X
	2ª	Implementar sistemas de control de emisiones basados en la monitorización en continuo, inspecciones documentales e <i>in situ</i> , etc.		X	X	X	X

	2ªAGE	Revisar, actualizar y ampliar el ámbito de aplicación del Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de COVs debidas al uso de disolventes en determinadas actividades.					X
	2ª	Desarrollar políticas sectoriales específicas que incluyan normativa sobre gestión de áreas industriales, con especial énfasis en aquellos sectores con mayor contribución relativa a las emisiones de precursores.	X	X	X	X	
	2ª	Desarrollar acuerdos voluntarios con sectores industriales emisores de COVs para promover estudios que permitan obtener perfiles químicos de las emisiones de COVs industriales a nivel individual y sectorial para establecer planes de actuación específicos.	X	X			
	2ª	Fomentar la etiqueta ecológica de la Unión Europea “EU Ecolabel” para productos que contienen precursores del O ₃ , como pinturas de uso doméstico, productos de limpieza multiusos para el hogar, detergentes y ciertos productos cosméticos.	X	X			
A5	2ª	En las autorizaciones ambientales integradas y autorizaciones de emisiones a la atmósfera de instalaciones afectadas por el Real Decreto 117/2003, de 31 de enero, sobre limitación de emisiones de COVs debidas al uso de disolventes en determinadas actividades, implantar tecnologías para controlar las emisiones fugitivas de precursores de O ₃ canalizándolas hacia sistemas de abatimiento de emisiones.	X	X	X		
	2ª	Fomentar la colaboración con el SEPRONA para control de las emisiones evaporativas de la gasolina durante el repostaje en las estaciones de servicio.	X	X	X	X	X
	2ª	En la industria de refino de aceites comestibles y aceites esenciales, fomentar el uso de una combinación de solventes verdes (como líquidos iónicos, bio=solventes y fluidos supercríticos, entre otros) o la extracción con enzimas asistida con agua en lugar de utilizar disolventes como el hexano.	X	X	X	X	X

	2ª	Fomentar la colaboración con el SEPRONA para control e inspección de emisiones de COVs en pinturas, barnices y productos de renovación del acabado de vehículos.	X	X	X	X	X
A6	1ª	Intensificar el control de quema de restos de poda y residuos agroforestales durante la época de alta contaminación por O ₃ (abril-septiembre).	X	X	X	X	X
	1ª	No aplicar purines como fertilizante en episodios de alta contaminación por O ₃ (junio-julio).	X	X	X	X	X
	2ª	Promover, mediante campañas de información al sector, la implementación de técnicas de reducción de emisiones en el ámbito agropecuario y ganadero.	X				
	2ª	Promover la recogida de los residuos de poda, trituración y utilización como fertilizante o valorización con aprovechamiento energético en instalaciones equipadas con control de NOx y COVs.	X				
	2ª	Fomentar la eficiencia energética en explotaciones agrarias y ganaderas mediante la implantación de sistemas de generación en régimen de autoconsumo sin combustión.					X
	2ª	Usar motores más eficientes y con tratamiento de emisiones en barcos de pesca.					X
A7	1ª	Creación de protocolos de actuación para episodios de alta contaminación (EAC), especialmente en período estival y coordinados entre las CCAA afectadas.	X	X			
	2ª	Informar a la población acerca de los niveles elevados de O ₃ troposférico cuando se produzcan y sus efectos sobre la salud humana.	X	X	X	X	X
	2ªAGE	Apoyar la inclusión del CH ₄ (precursor importante de O ₃ en aportes hemisféricos) en el Protocolo de Gotemburgo para reducir sus emisiones a escala hemisférica y así contribuir a la reducción de O ₃ de fondo.	X				

	2ªAGE	Promover en el marco del Plan de Acción para la protección y el desarrollo de la cuenca del Mediterráneo (PAM) (Convenio de Barcelona) la designación del Mar Mediterráneo como una zona de control de las emisiones para NOx (NECA).	X	X			
	2ªAGE	Promover la colaboración supranacional para realizar estudios sobre O ₃ troposférico y tomar medidas correctoras tanto con países fronterizos como con la Unión Europea en general.	X	X	X	X	X
	2ª	Adoptar la regionalización del territorio según la concentración de O ₃ troposférico (R1-R4) para desarrollar políticas específicas.	X				
B1	1ª	Difundir el plan de actuación durante episodios de alta contaminación por O ₃ mediante una campaña específica al comienzo del periodo de O ₃ (mayo o junio).	X	X	X	X	X
	2ª	Informar sobre la necesidad de autoprotección a aquellos colectivos que sean especialmente vulnerables	X	X	X	X	X
	2ª	Realizar talleres en escuelas e institutos, talleres prácticos específicos para los diferentes sectores de actividad que emiten precursores de O ₃ (ganadero, industrial, energético, etc.)		X		X	
	2ª	Realizar campañas informativas para la reducción de productos químicos domésticos que contienen COVs con alto potencial de formación de O ₃ .	X		X		X
	2ª	Sensibilizar sobre el uso sostenible de la climatización de los edificios y el uso del aire acondicionado en verano cuando se producen episodios de O ₃ .		X		X	
	2ª	Difundir la aplicación móvil ICA.	X	X	X	X	X
	2ª	<u>Divulgar y promover el cumplimiento de las recomendaciones sanitarias asociadas al ICA para proteger la salud de la población en episodios de contaminación del aire por ozono troposférico.</u>	X	X	X	X	X

	2ª	Impulsar la inclusión de información sobre episodios de O ₃ en la información meteorológica.			X	X	X
	2ª	Elaborar campañas de publicidad en medios de comunicación (radio, televisión, etc.), prensa y redes sociales.	X	X	X	X	X
	2ª	Colocar carteles publicitarios en zonas concurridas (metro, marquesinas de autobús, centros de salud, organismos públicos, plafones publicitarios).	X	X	X	X	X
	2ª	Realizar formación, talleres prácticos, etc., a los diferentes sectores de actividad que emiten precursores de O ₃ (ganadero, industrial, energético, etc.).	X	X	X	X	X
	2ª	Llevar a cabo sesiones en eventos relacionados con temas medioambientales y de salud (ej: CONAMA, reuniones del PESMA).	X	X	X	X	X
	2ª	Elaborar materiales de divulgación para profesionales de la educación y la sanidad y formar a profesores y sanitarios.		X	X		
	2ª	Realizar campañas de plantación de vegetación en entornos urbanos.		X		X	
C1	1ª AGE	Interacción con el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades (MICIU) para incluir el problema del O ₃ troposférico en los objetivos nacionales de investigación de la Agencia Estatal de I+D.	X	X	X		
	1ª AGE	Establecer como línea de investigación prioritaria la identificación de medidas de aplicación para la minimización del O ₃ troposférico para fomentar su reducción.	X	X	X		
	2ª AGE	Realizar estudios sobre monitorización de COVs en superficie, priorizando las especies de COVs precursoras de O ₃ que la nueva Directiva Europea sobre la calidad del aire (2024/2881) recomienda medir en su Anexo VII.	X	X			
	2ª	Fomentar el desarrollo de modelos más precisos para la predicción de episodios de alta contaminación por O ₃ troposférico, así como analizar el efecto cuantitativo de la reducción de COVs con alto potencial de formación de O ₃ .		X	X		

	2ª	Promover trabajos de evaluación del impacto sobre los niveles ambientales de O ₃ derivados de las medidas realmente implantadas y el coste económico de las mismas.		X		X	
	2ª AGE	Fomentar el conocimiento de la interacción temperatura-contaminación, en especial en periodos de extremos térmicos, y su impacto sobre la salud humana, sobre todo en colectivos vulnerables.	X	X			
	2ª	Fomento del desarrollo de estudios epidemiológicos a escala nacional sobre la incidencia del O ₃ en la salud de las personas que permita identificar con detalle los colectivos más vulnerables.		X	X	X	X
	2ª	Fomentar convenios de colaboración entre autoridades competentes en materia de control de la calidad del aire y universidades para el desarrollo de estudios vinculados a la problemática del O ₃ .		X	X	X	X

Anexo D. Posibles fuentes de financiación por medidas

Medida Plan de Ozono	Componente PRTR	Iniciativa asociada / Objetivo PRTR	Observaciones	Responsables
A1	1 y 6	Real Decreto-ley 5/2023, de 28 de junio disposición quincuagésima octava en la Ley 35/2006, de 28 de noviembre, del IRPF	Artículo 5: Líneas de ayudas directas a empresas del sector público titulares de autobuses urbanos afectadas por la subida de los precios de los carburantes. Artículo 6: Líneas de ayudas directas a empresas ferroviarias afectadas por la subida de los precios de los carburantes.	MITMA, CCAA, entidades locales
A1	1 y 6	Artículo 7 del Real Decreto-ley 5/2023 que modifica el Modificación del Real Decreto-ley 11/2022.	Entre las medidas se incluye: - la reducción del precio de abonos y títulos multiviaje por parte de Renfe Viajeros SME SA. - La creación de títulos multiviaje y bonificación del 50% de su precio en determinadas rutas de servicios ferroviarios prestados sobre la red ferroviaria de alta velocidad. Ayudas de Estado a empresas armadoras de buques pesqueros.	MITMA, Renfe Viajeros SME S.A
A1	1 y 6	Nueva disposición quincuagésima octava en la Ley 35/2006, de 28 de noviembre, del IRPF	Se establecen 2 nuevas deducciones para promover la adquisición por particulares de vehículos eléctricos no afectos a una actividad económica. - Deducción por la adquisición de vehículos eléctricos “enchufables” y de pila de combustible. - Deducción por la instalación de infraestructuras de recarga.	MITMA
A1	1 y 6	Real Decreto-ley 14/2022	Medidas económicas para promover, asegurar y hacer sostenible la prestación de determinados servicios de transporte público colectivo, con ayudas al ciudadano para contribuir al cambio hacia un medio de transporte más seguro, fiable, cómodo, económico y sostenible, y reducir el coste del transporte obligado de movilidad cotidiana.	MITMA, CCAA
A1	1 y 6	Orden PCM/466/2022	Aprueba el plan de medidas de ahorro y eficiencia energética de la Administración General del Estado y las entidades del sector	AGE

			público institucional estatal, incluyendo medidas de movilidad sostenible y el refuerzo del trabajo a distancia.	
A1	1 y 6	Ley 48/2015, de 29 de septiembre, del sector ferroviario	Directrices básicas para satisfacer las necesidades futuras de movilidad y la sostenibilidad financiera del sistema ferroviario	MITMA, Renfe
A1	1 y 6	Iniciativa Mercancías 30	Potenciación del transporte ferroviario de mercancías como eje vertebrador. Coste de las Acciones propuestas de 8.442,3 M €	MITMA
A1	1 y 6	Real Decreto-ley 24/2021, de 2 de noviembre	Objetivos mínimos para el transporte por carretera. Creación de instrumentos de financiación, a través de acuerdos de colaboración con entidades financiera, dirigido a pymes y autónomos del sector del transporte de mercancías y servicios de taxi, para favorecer la renovación de sus vehículos de bajas emisiones.	MITMA, CCAA
A1	1 y 6	Plan de Incentivos para Vehículos Eficientes (PIVE)	Programa de incentivos a la Movilidad Eficiente sostenible MOVES para vehículos ligeros, como para vehículos pesados a través del Programa de transformación de flotas de vehículos pesados de transporte profesional por carretera.	MITMA, CCAA y entidades locales
A1	1 y 6	Plan de Movilidad Eléctrica (MOVELE). Programa MOVES II. Real Decreto 569/2020, de 16 de junio	Adquisición de vehículos eléctricos e infraestructuras de recarga. Dotado con 120 M €	MITMA, CCAA y entidades locales
A1	1 y 6	Programa MOVES III. Real Decreto 266/2021, de 13 de abril	Dotado con 400 M € 1.200 M€ adicionales para la adquisición de vehículos eléctricos ligeros e instalación de puntos de recarga.	MITMA, CCAA y entidades locales
A1	1 y 6	Programas MOVES FLOTAS I, II y III Orden TED/1427/2021, de 17 de diciembre	Dotado con un total de 130 M€. Destinado a los proyectos de electrificación de flotas de vehículos ligeros por vehículos eléctricos y de pila de combustible, que operen en más de una comunidad autónoma en territorio nacional	MITMA, CCAA y entidades locales
A1	1 y 6	Programas MOVES Singulares I y II Orden TED/800/2021 de 23 de julio	Ayudas destinadas a proyectos singulares y proyectos relativos a desarrollos experimentales e innovadores, llevados a cabo en el territorio nacional, relacionados con el vehículo eléctrico.	MITMA, CCAA y entidades locales
A1	1 y 6	Programa de transformación de flotas de vehículos pesados de transporte profesional de mercancías y pasajeros por carretera	Dotado con 400 M€.	MITMA, CCAA y entidades locales

A1	1 y 6	Plan de Impulso a la Movilidad con Vehículos de Energías Alternativas (MOVEA)	Plan MOVES 4 Convocatoria en 2025.	MITMA, CCAA y entidades locales
A1, A3 y A6	1 y 6	Programa de Renovación de Vehículos (RENOVE) Real Decreto 1055/2021 Real Decreto 408/2024	Subvenciones estatales para la renovación del parque nacional de maquinaria agraria.	MITMA
A1	1 y 6	Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Económica (PERTE) del Vehículo Eléctrico y Conectado	13 proyectos tractores, que movilizarán inversiones de 11.855 M€ —5.927 M€ de inversión subvencionable—, conformados por 487 proyectos primarios que involucran a 327 empresas. Los proyectos de I+D+i representan el 60% de los proyectos primarios, los de innovación en sostenibilidad y eficiencia energética el 20%, los de inversión regional el 16% y los de formación relacionadas con la cadena de valor del vehículo eléctrico y conectado el restante 4%.	MITMA
A1 y A2	9	Hoja de Ruta del Hidrógeno	Promover el hidrógeno renovable en ciertos nichos del sector eléctrico	MITERD
A1 y A2	No aplica	Paquete “Fit for 55” de la Comisión Europea, el Consejo y el Parlamento Europeo	Prohibición de venta de vehículos nuevos que no sean cero emisiones a partir de 2035 en territorio comunitario.	No aplica
	No aplica	Mecanismo conectar Europa		
A1, A2, A3, A4, A5, A6	No aplica	Reglamento (UE) 2021/1060 Fondos Regionales Europeos FEDER 2021-2027 Fondo Social Europeo Plus (FSE+) Fondo Europeo Marítimo, de Pesca y de Acuicultura (FEMPA) Fondo de Transición Justa (FTJ)	Objetivos políticos del FEDER, FSE+, FEMPA OP 2: Una Europa más verde que promueve una transición energética limpia y equitativa, la inversión verde y azul, la economía circular, la prevención y gestión de riesgos y la economía circular. OP 3. Una Europa más conectada, mejorando la movilidad El FTJ	MINHAP, CCAA
A1	6	Circular 3/2020, de 15 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. Disposición adicional segunda	El titular de un punto de suministro para recarga de vehículo eléctrico de acceso público podrá solicitar ante el distribuidor la aplicación del peaje regulado según la disposición de transporte y distribución de electricidad aplicables en esta norma.	MINHAP, Entidades locales
A1	6	Real Decreto-ley 29/2021, de 21 de diciembre	Bonificaciones en los tributos locales, posibilitando que las ordenanzas locales puedan regular una bonificación de <ul style="list-style-type: none"> hasta el 50% de la cuota íntegra del impuesto a favor de los bienes inmuebles en los que se hayan instalado puntos de recarga para vehículos eléctricos, 	Entidades locales

			<ul style="list-style-type: none"> - hasta el 50% de la cuota correspondiente del impuesto sobre actividades económicas para los sujetos pasivos que tributen por cuota municipal y que hayan instalado puntos de recarga para vehículos eléctricos en los locales afectos a la actividad económica y - hasta el 90% a favor de las construcciones, instalaciones u obras necesarias para la instalación de puntos de recarga para vehículos eléctricos. 	
A1	No aplica	Ley 7/2021, de 20 de mayo de cambio climático y transición energética	recoge la necesidad de adoptar medidas para la reducción de las emisiones generadas por el consumo de combustibles sólidos en el transporte marítimo y en puertos, de forma que los puertos de competencia del Estado en el año 2050 sean de cero emisiones directas.	Puertos y Aeropuertos del Estado
A1	No aplica	Artículo 245 del Real Decreto Legislativo 2/2011, de 5 de septiembre. Texto refundido de la Ley de Puertos del Estado y de la Marina Mercante	Relaciona las posibles bonificaciones de las tasas para incentivar mejores prácticas ambientales. Estas bonificaciones se aplican a buques que usen gas natural licuado (GNL) para su propulsión en alta mar o GNL, electricidad suministrada desde muelle, baterías, hidrógeno o cualquier otro combustible alternativo para la alimentación de sus motores auxiliares durante su estancia en puerto. La Estrategia de sostenibilidad del sistema portuario, de forma específica, contempla un incentivo económico que consistirá en una bonificación a la Tasa de Actividad de los operadores que firmen con la Autoridad Portuaria convenios de buenas prácticas, que tengan implicaciones en medidas de ahorro energético en actividades intensivas en el uso de energía con fuentes alternativas.	MITMA
A1	1 y 6	Proyectos finalizados de fomento de la movilidad sostenible, especialmente en zonas urbanas y metropolitanas	Se subvencionan 280 proyectos. Se establecerá un grupo de trabajo entre el MITMA y la FEMP	MITMA, FEMP
A1	1 y 6	O10. Carreteras estatales mejoradas en zonas urbanas para fomentar nuevos tipos de movilidad	34 carreteras estatales. Se establecerá un grupo de trabajo entre el MITMA y la FEMP	MITMA y la FEMP
A1	1 y 6	O13. Finalización de proyectos innovadores de fomento de la electromovilidad	85 proyectos.	MITMA
A1	1 y 6	O18 Líneas ferroviarias de Cercanías actualizadas	700 km de líneas ferroviarias.	ADIF, ADIF AV y RENFE

A1	1 y 6	O19. Estaciones mejoradas con la digitalización	850 estaciones. La ejecución de las actuaciones recaerá sobre los titulares de los activos (ADIF, ADIF AV y RENFE).	ADIF, ADIF AV y RENFE
A1	1 y 6	O20. Estaciones de cercanías mejoradas	70 estaciones	
A1		H98. Finalización de proyectos de accesibilidad ferroviaria y de proyectos de sostenibilidad en los puertos	44 actuaciones. La ejecución de las actuaciones se realiza por el titular del activo, bien sea este una línea ferroviaria, una instalación portuaria o una terminal. En los casos en los que se desarrolle en base a un convenio la ejecución se realizará de acuerdo con lo previsto en éste.	ADIF, ADIF AV y RENFE
A1	1 y 6	H101. Transporte sostenible y digital: finalización de las obras	MITMA tiene encomendada la elaboración del Programa, salvo las actuaciones de digitalización en empresas de carácter regional o local que serán desarrolladas por las CCAA.	MITMA
A2	7	Consejo de Ministros el 27 de abril de 2021. Marco normativo para el fomento de la generación renovable (C7.R1) Estrategia Nacional de Autoconsumo (C7.R2) Desarrollo de las comunidades energéticas (C7.R3) Marco para la innovación y desarrollo tecnológico de las energías renovable (C7.R4)		MITERD y entidades locales
A1	7	O35. Proyectos de energía limpia en municipios con menos de 5.000 habitantes Real Decreto 692/2021, de 3 de agosto Real Decreto 691/2021, de 3 de agosto	250 proyectos.	Entidades locales
A2	7	PERTE ERHA: Aprobado por Consejo de Ministros el 14/12/2021 H117 – Capacidad adicional de producción de energías renovables innovadoras o de valor añadido	Número (MW) con un objetivo de 3.800 MW	MITERD, CC.AA. u entidades locales
A2	8	Marco habilitador para la integración de renovables en el sistema energético: redes, almacenamiento e infraestructuras (C8.R1) Estrategia de almacenamiento energético y adaptación del marco regulatorio para el		MITERD

		despliegue del almacenamiento energético (C8.R2) Despliegue del almacenamiento energético (C8.I1)		
A2	8	O120 – Capacidad adicional de producción de energía renovable en las islas		MITERD y CC.AA.
A2	17	H269 – Centro de I + D de almacenamiento de energía		
A2		Orden PCM/466/2022, de 25 de mayo, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 24 de mayo de 2022	Se aprueba el plan de medidas de ahorro y eficiencia energética de la Administración General del Estado y las entidades del sector público institucional estatal, se acuerda, en su 4ª medida, el impulso de instalaciones fotovoltaicas para autoconsumo en edificios e infraestructuras de la Administración General del Estado.	AGE
A2 y A7	10 y 23	Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2024-2030	Fomento del autoconsumo. Las actuaciones de la administración relativas a la promoción de parques de vivienda pública, el acceso a la vivienda o las actuaciones de los servicios sociales, deben tener en cuenta el potencial del autoconsumo para reducir la factura de la electricidad y la dependencia energética de las familias y los colectivos vulnerables. Entre sus líneas de actuación se promueve la cooperación con la Unión Europea, territorial e incentiva la colaboración y participación de todos los actores	MIVAU, CC.AA. y entidades locales
A2	10	Programa “Repotenciación Circular”. Orden TED/1071/2022, de 8 de noviembre	Programa de concesión de ayudas a la inversión en la repotenciación de instalaciones eólicas, en la renovación tecnológica y medioambiental de minicentrales hidroeléctricas de hasta 10 MW y en instalaciones innovadoras de reciclaje de palas de aerogeneradores. En noviembre de 2022 se formalizó la primera convocatoria de este programa de ayudas con un presupuesto de 222,5 millones de euros.	MITERD, CC.AA. y entidades locales
A2	No aplica	Ley 7/2022, de 8 de abril	Impuesto sobre el depósito de residuos en vertederos, la incineración y la co-incineración de residuos.	MITERD
A2	1 y 6	Real Decreto 477/2021 Real Decreto 1124/2021	Impulso a las instalaciones de biomasa para usos térmicos. Contempla subvenciones para la creación de nuevas cadenas de recursos y de valor que permitan el aprovechamiento energético	MITERD

			de la biomasa para uso térmico y cogeneración, y la mejora de la calidad del aire. En 2022 se concedieron 20 M € y en 2023, 77 M	
A2	12	O117 – Capacidad adicional de producción de energías renovables innovadoras o de valor añadido		MITERD, CC.AA. y IDAE
A2	12	O186 - Finalización de PERTES y proyectos innovadores para la transformación de la industria	Proyectos relacionados con PERTES aprobados (al menos 3).	
A2	2	O28-Hectáreas en zonas o barrios renovadas, con una reducción media de al menos un 30% de la demanda de energía primaria (instalaciones district heating)	600 hectáreas	MITMA, CC. AA. y IDAE
A2	2	O29-Finalización de las actuaciones de renovación de viviendas, con una reducción media de al menos un 30% de la demanda de energía primaria (al menos 510 000 actuaciones en al menos 355 000 viviendas únicas).	510.000 actuaciones (base 231.0000 actuaciones)	MITMA, CC. AA., IDAE
A2	2	O31-Nuevas viviendas construidas para alquiler	20.000 nuevas viviendas	MITMA, CC. AA. y entidades locales
A2	2	H33-Finalización de las renovaciones de viviendas y edificios no residenciales, con una reducción media de al menos un 30% de la demanda de energía primaria.	Suma de los certificados de Eficiencia Energética de las obras finalizadas	MITERD, CC. AA. e IDAE
A2	2	O34-Finalización de la renovación de viviendas en municipios con menos de 5 000 habitantes, con una reducción media de al menos un 30% de la demanda de energía primaria.	26.000 viviendas renovadas.	MITERD, CC. AA. e IDAE
A3 y A6	10	O52-Proyectos completados relacionados con la agricultura de precisión, la eficiencia energética, la economía circular y el uso de energías renovables.	5 000 proyectos completados.	MAPA y CC. AA.
A4		Fondo FAIIP: Apoyo a la Inversión Industrial Productiva Disposición adicional quincuagésima séptima de la Ley 11/2020, de 30 de		

		diciembre, de Presupuestos Generales del Estado para el año 2021		
A6	No aplica	Política Agraria Común 2023-2027	<p>Ayudas directas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regímenes en favor del clima y el medio ambiente - Ayudas asociadas por superficie: producción sostenible de proteínas de origen vegetal, arroz, remolacha azucarera y tomate para transformación, frutos secos en áreas con riesgo de desertificación, producción tradicional de uva pasa, olivar con dificultades específicas y alto valor medioambiental, y algodón - Ayudas asociadas a la ganadería: ganaderos extensivos de vacuno de carne, engorde de terneros en la explotación de nacimiento, engorde sostenible de terneros, producción sostenible de leche de vaca, ganaderos extensivos y semiextensivos de ovino y caprino de leche, producción sostenible de leche de oveja y cabra, y ganaderos extensivos y semiextensivos de ovino y caprino sin pastos a su disposición y que pastorean superficies de rastrojeras, barbechos y restos hortofrutícolas 	MAPA, CCAA
A2, A3, A6, C1	12	Proyecto Estratégico para la Recuperación y Transformación Agroalimentaria (PERTE-AGRO2) Consejo de Ministros, 8 de febrero de 2022 Real Decreto-ley 36/2020, de 30 de diciembre	<ol style="list-style-type: none"> 1. Línea de Investigación, Desarrollo e Innovación: Podrá incluir proyectos de investigación industrial, desarrollo experimental, y proyectos de innovación en materia de organización y procesos. 2. Línea de Innovación en Sostenibilidad y Eficiencia Energética: Podrá incluir inversiones con carácter innovador destinadas a la protección del medio ambiente, en medidas de ahorro energético o energías renovables. 	MAPA
A7	17	O258 – Firma de convenios con las CC. AA. por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades para la aplicación de los “Planes complementarios de I + D”		CC. AA.
B1	No aplica	Medios propios	Se propiciará campañas de divulgación a la ciudadanía y público interesado sobre los efectos perjudiciales sobre la salud humana y el medio ambiente de altos niveles de O ₃ troposférico	MITERD, MSAN, CCAA y entidades locales

C1	17	O259 – Adjudicaciones para proyectos que fortalezcan las infraestructuras científicas nacionales y la capacidad del Sistema español de Tecnología e Innovación Científica, y firma de acuerdos bilaterales con organizaciones internacionales y otros instrumentos para financiar proyectos en infraestructuras europeas e internacionales	300,2 M €	MICIU, CCAA
C1	No aplica	Programa Horizonte Europa		MICIU, CDTI

