



FUNDACIÓN
RENOVABLES

DETECCIÓN DE FUGAS DE METANO EN ESPAÑA Y PAISES IMPORTADORES

Análisis y propuestas
de mejora

2024

La **Fundación Renovables** agradece la colaboración del Patronato y de los amigos y amigas de la Fundación.

Equipo que ha desarrollado este documento:

Raquel Paule, Maribel Núñez, Ismael Morales, Juan Fernando Martín, María Manzano, Ladislao Montiel, Diego Ferraz, Alexandra Llave y Alba González.

SUPERVISIÓN: PATRONATO DE LA FUNDACIÓN RENOVABLES

Presidente: Fernando Ferrando Vitales.

Vicepresidentes: Llanos Mora López, Juan Castro-Gil Amigo y Mariano Sidrach de Cardona Ortín.

Patronos: Luis Crespo Rodríguez, José Luis García Ortega, Assumpta Farran Poca, Daniel Pérez Rodríguez, Javier García Brea, Sara Pizzinato, María José Márquez y Manel Ferri.

FUNDACIÓN RENOVABLES

(Declarada de utilidad pública)

Calle Santa Engracia 108, 5º Int. Izda.

28003 Madrid

www.fundacionrenovables.org



Esta publicación está bajo licencia Creative Commons. Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual (CC BY-NC-SA). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte de este siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia.



Tabla de

CONTENIDO

Contexto	4
Coaliciones internacionales y marcos normativos	19
Objetivos y metodología	29
Mapeo de fugas de metano	32
Conclusiones y propuestas	66



CONTEXTO

Capítulo

01



La lucha contra

LA EMERGENCIA CLIMÁTICA

El cambio climático es, a nivel general, el mayor reto al que nos vamos a enfrentar como humanidad. Las consecuencias del calentamiento global están aumentando en escala y frecuencia, con efectos devastadores para las personas, la naturaleza y los sistemas económicos de todo el planeta. Es necesario poner en valor los retos interrelacionados de la pérdida de biodiversidad y el uso insostenible de los recursos naturales como el agua, las tierras raras y el suelo, con el objetivo de no traspasar nuevos límites planetarios.

La lucha contra el cambio climático sigue siendo uno de los principales Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Limitar el calentamiento global a 1,5 °C exige la neutralidad mundial de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) antes de 2050, como se pactó en el Acuerdo de París. Además, la Ley Europea del Clima establece objetivos jurídicamente vinculantes para que la Unión Europea (UE) reduzca sus emisiones de GEI en, al menos, un 55% en 2030 (en comparación con 1990), alcance emisiones netas nulas de GEI en 2050, a más tardar y, a partir de entonces, logre emisiones negativas. Alcanzar estos objetivos climáticos requiere reducciones de las emisiones de GEI a un ritmo y escala sin precedentes, y, por ello, deberán ser impulsados por una amplia cartera de políticas ambiciosas y eficaces que abarquen todos los sectores de la economía. Para encaminar a la UE hacia el objetivo de 2030, la Comisión Europea (CE) ha propuesto una amplia gama de políticas en el marco del Pacto Verde Europeo y el paquete "Fit for 55", basándose en las actuaciones existentes en materia de clima y energía.



La descarbonización de los sistemas energéticos ha sido objeto de gran parte del consenso científico y político en los últimos años, con un fuerte acuerdo sobre la eficacia del desarrollo de las energías renovables a gran escala, de las mejoras de la eficiencia y de la electrificación de los usos de hidrocarburos para erradicar los combustibles fósiles. Estas soluciones se pueden aplicar en los sistemas energéticos, en el sector del transporte, en las industrias y en los edificios, destacando la electrificación y el cambio hacia el hidrógeno renovable en los sectores más difíciles de electrificar como los factores clave para lograr la neutralidad climática, tanto por precio como por efectividad en la reducción de GEI.

Existen distintos tipos de GEI y su contribución al calentamiento global varía en función de sus características:



El **dióxido de carbono**, el **metano (CH₄)** y el **óxido nitroso (N₂O)**, entre otros, están presentes en la atmósfera de manera natural, pero son también generados por las actividades productivas de la sociedad. El papel del metano es significativo porque procede de diferentes procesos de degradación de materia orgánica, por lo que su detección es más difusa y complicada. Además, su elevado potencial de calentamiento global lo convierte en un grave acelerador del aumento de la temperatura media a nivel mundial.



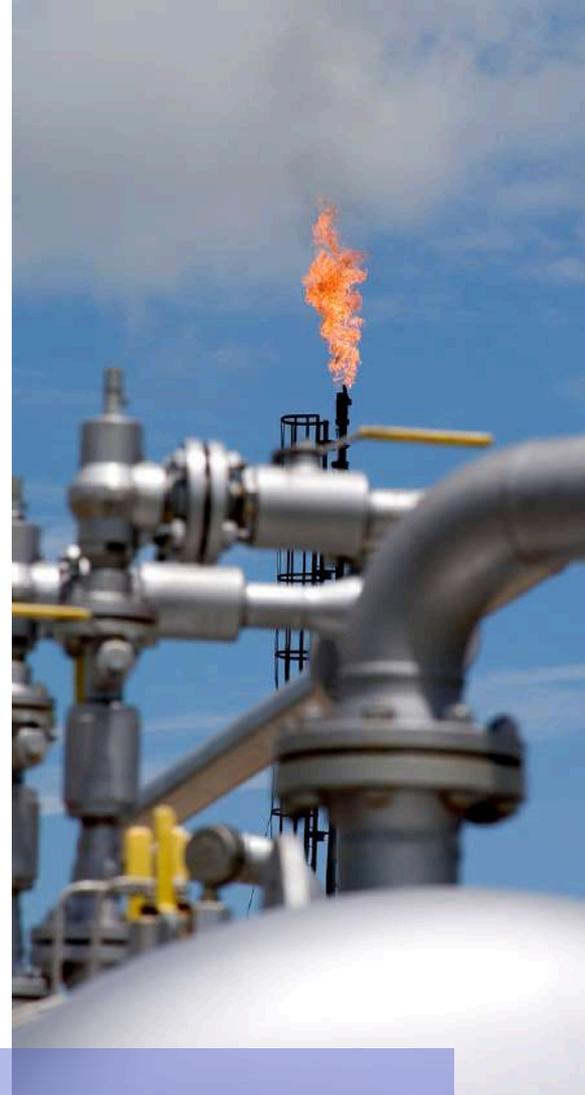
Los **gases fluorados** son el tipo más potente y persistente de GEI emitidos por actividades del ser humano. Pueden producir un efecto invernadero miles de veces mayor que el del CO₂. Se incluyen en este tipo los hidrofluorocarburos (HFC), los perfluorocarburos, el hexafluoruro de azufre (SF₆) y el trifluoruro de nitrógeno (NF₃). Estos gases se utilizan con frecuencia como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono, sustancias químicas artificiales que, una vez emitidas, llegan a la atmósfera superior y destruyen la capa protectora de ozono, mientras que los gases fluorados no la dañan.

El impacto del metano EN EL CLIMA

El metano (CH₄) es uno de los principales y más potentes GEI que aceleran el cambio climático. Se calcula que es responsable del 30% del incremento de la temperatura media global desde el inicio de la revolución industrial, siendo el segundo gas que más ha contribuido al cambio climático tras el CO₂.

El **Potencial de Calentamiento Global (PCG)** es una de las métricas cuantitativas y climáticas más utilizadas para evaluar la potencia relativa de las diferentes emisiones de GEI, en comparación con el gas de referencia: el CO₂. Es destacable que el PCG del CH₄ es de 29,8 (en 100 años) a 82,5 (en 20 años) veces el del CO₂. Si bien es cierto que el metano tiene un periodo de vida en la atmósfera más corto que el CO₂ (12 años comparado con los siglos del CO₂), absorbe una cantidad de energía mucho mayor, reteniéndola en la atmósfera un menor tiempo, pero en mayor cantidad. Por este motivo se le considera un **acelerador de los efectos del cambio climático**. Por otro lado, es un gas precursor del nocivo ozono troposférico que contribuye a la contaminación atmosférica y a la calidad del aire.

La lucha contra las emisiones de metano no sólo afectará al medio ambiente y al clima, sino que también mejorará la protección de la salud. Según estimaciones recientes del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Coalición Clima y Aire Limpio, **la reducción de las emisiones de metano en un 45%, de aquí a 2030, podría evitar 0,3 °C de calentamiento global a 2045**. Por esta razón el consenso científico afirma que es necesaria una reducción drástica de los niveles de emisiones de metano para mantener la temperatura media global por debajo de 1,5 °C.



▼ **45%**
EMISIONES DE
METANO PARA 2030

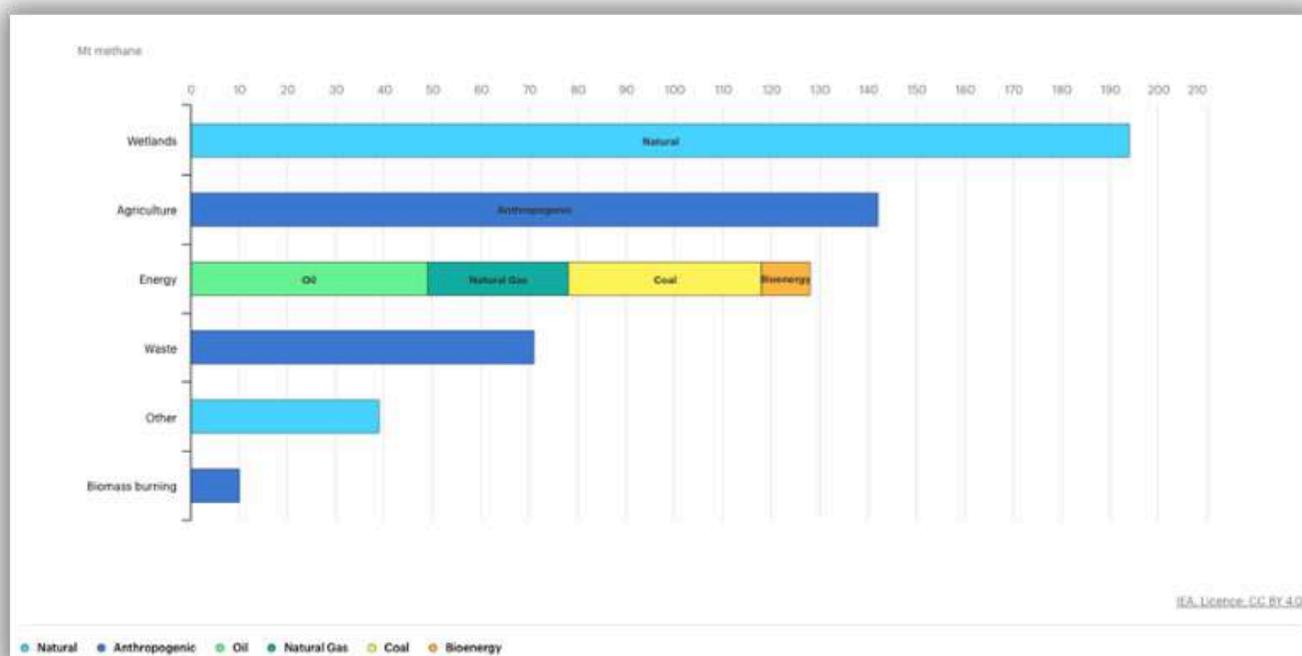


-0,3°C
CALENTAMIENTO
GLOBAL PARA 2045



Fuentes de las emisiones de metano

La evaluación global más reciente de las emisiones de metano a nivel internacional, realizada a marzo de 2024 por la [Agencia Internacional de la Energía](#), sugiere que las **emisiones mundiales anuales de metano se sitúan en torno a los 580 millones de toneladas (Mt)**. Esto incluye las emisiones de fuentes naturales (alrededor del 40% del total) y de la actividad humana (alrededor del 60% del total). Hay que mencionar que las contabilidades ofrecidas se basan en datos disponibles públicamente para ofrecer una imagen más completa de las fuentes de metano.



Fuentes de las emisiones de metano. Fuente: <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2024>



Entre las emisiones procedentes de procesos de liberación de metano que se dan en la naturaleza, destacan los **194 millones de toneladas (Mt) emitidos en 2023 por humedales**, además de otros 39 Mt de otras fuentes naturales dispersas. Los humedales, zonas que están inundadas de manera permanente o intermitente, son la **mayor fuente natural de emisiones de metano** del mundo. Los humedales toman muchas formas diferentes, desde **turberas de permafrost ártico** hasta **plantaciones de manglares tropicales** y **marismas**.





Emisiones antropogénicas

Las emisiones de GEI procedentes de la actividad y el desarrollo humano se conocen como antropogénicas. La **explotación y la industria de combustibles fósiles son el segundo mayor contribuyente** a las emisiones antropogénicas de metano. Los últimos datos muestreados eran de **120 Mt en 2023**. El **carbón supone 40 Mt, el petróleo 49 Mt, el gas natural 29 Mt** y alrededor de 10 Mt de emisiones proceden de la combustión incompleta de biomasa. Adicionalmente, el sector de residuos genera 71 Mt y el sector agroganadero 142 Mt.

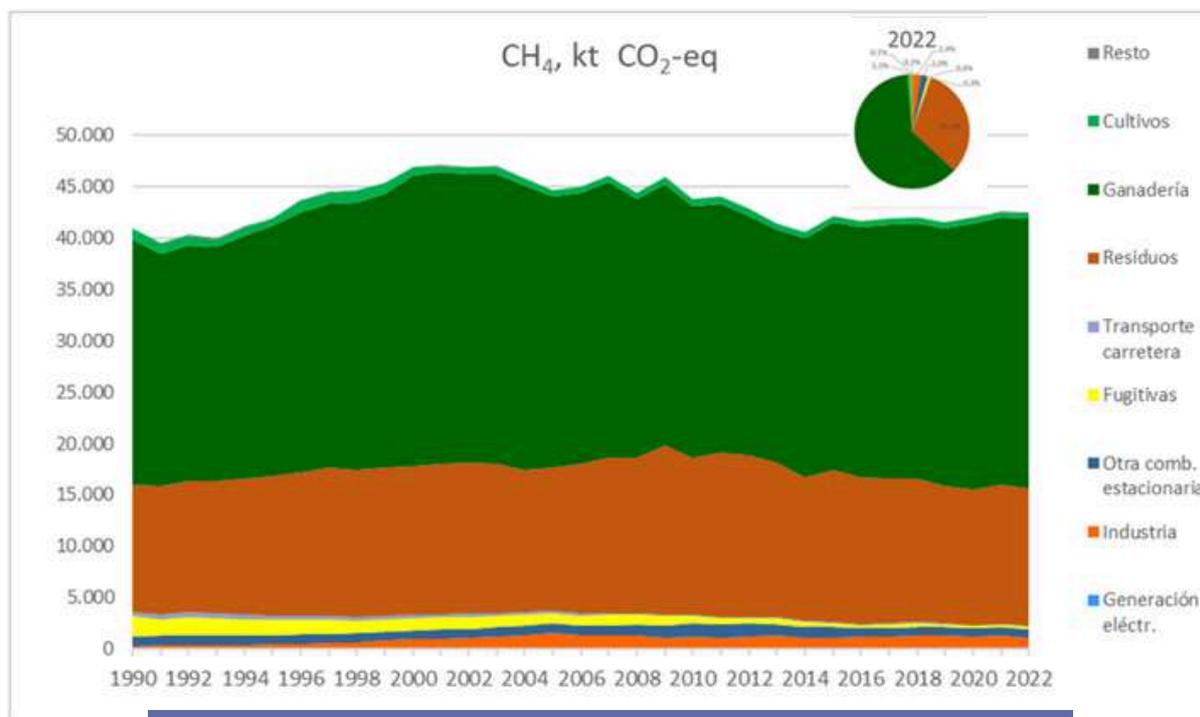
El sector energético es responsable de casi el 40% de las emisiones totales de metano atribuibles a la actividad humana, **sólo superado por la agroganadería**. De los casi 120 Mt de emisiones que se estiman están vinculadas a los combustibles fósiles en 2023, cerca del 70% (**80 Mt**) **proceden de tan sólo 10 países**. Estados Unidos (14 Mt) es el mayor emisor de metano si hablamos del sector del petróleo y gas, seguido por Rusia (13 Mt). China, por su parte, es el mayor emisor específicamente en el sector del carbón (21 Mt). En 2023, a nivel mundial, el total de metano emitido a través de fugas asociadas a procesos e instalaciones de combustibles fósiles fue de **170.000 millones de metros cúbicos**.



Emisiones de metano en España

En España, las emisiones de metano vienen recopiladas en el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. En el [informe de marzo 2024](#), realizado por el MITECO, se reportó que **las emisiones de metano han tenido un comportamiento estable desde 1990 a 2022.**

Según se observa en la figura, los valores máximos de emisión de metano se dan entre el 2000 y el 2020, superando las 45.000 kt CO₂ eq, reflejo del aumento de las emisiones de la actividad ganadera. La ganadería es la que más contribuye al total. La fermentación entérica supone un 40,4% y la gestión de estiércoles un 21,6%. El sector de residuos es el siguiente, en el que el depósito de residuos sólidos en vertedero supone un 25,6% del total, aumentando al 31,1% si se consideran todos los residuos. Menos del 10% restante se emite en otras actividades energéticas e industriales.



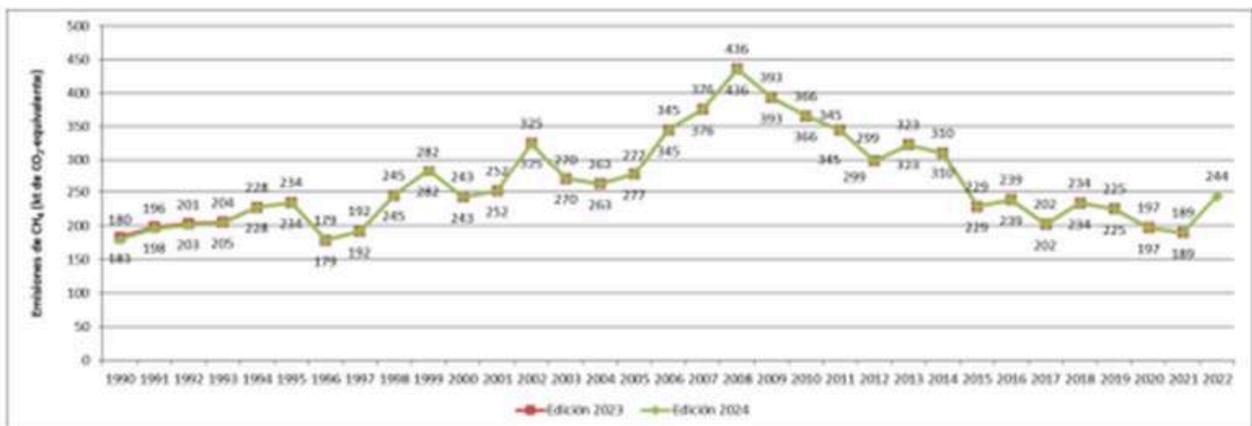
Emisión bruta de metano (kt CO₂ eq) por actividades agregadas. Fuente: <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/es-nir-edicion-2024.pdf>





Control de fugas en España

En España, según lo reportado en el inventario de emisiones, el metano fugado lo hace a través de almacenamientos subterráneos, estaciones de regulación y medida, estaciones compresoras, plantas de regasificación y gaseoductos de transporte. En el sector energético se contabilizaron en 2022 un total de **244 kt CO₂ eq fugado** en emisiones de metano.



Emisiones de metano (kt de CO₂ eq) en la categoría de emisiones fugitivas del petróleo y el gas natural. Edición 204 vs 2023. Fuente: [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-es-nir-edicion-2024.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei/es-nir-edicion-2024.pdf)

La principal empresa transportista de gas natural en España, **Enagás, y otros transportistas y plantas regasificadoras facilitan esta información anualmente a través de un cuestionario individualizado**. Enagás proporciona datos de emisiones fugitivas recogidos en las actividades de detección y reparación (Campañas LDAR – Leak Detection and Repair), en las que las fugas son detectadas a través de cámaras con tecnología de ultrasonido y medidas con detectores de gas provistos de sensores semiconductores.





91%

**EMISIONES
EN 2022**

Sector residuos

Si se analizan especialmente las emisiones del sector residuos, **el metano es el principal contaminante gaseoso, representando en 2022 el 91% de las emisiones**, seguido del óxido nitroso (N₂O) con un 9%. Estas emisiones se dan tanto en instalaciones de depuración de aguas residuales como en la gestión de residuos en vertederos.

El total de emisiones del sector durante 2022 fue de **14.732 kt de CO₂-eq**, lo que supone un **4,6% de las emisiones de CO₂-eq del conjunto** del Inventario Nacional para ese año. Esta contribución se mantiene ligeramente por debajo respecto a la del año 1990 cuando fue del 4,7%. Separada por contaminantes, la contribución al total del Inventario Nacional en 2022 es de un 31,3% para el CH₄ y de un 11,1% para el N₂O.

Según la metodología aplicada en el informe para la contabilización, para 2022, se especifican las siguientes compilaciones sobre la gestión de metano en vertederos:



27.488 T
CH₄ QUEMADO EN
ANTORCHAS



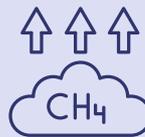
75.993 T
CH₄ QUEMADO EN
MOTORES



1.756 T
CH₄ QUEMADO EN
CALDERAS



105.238 T
TOTAL DE CH₄
CAPTADO



388.623 T
TOTAL DE CH₄
EMITIDO



Detectar y reducir las fugas DE METANO ANTROPOGÉNICO

Tarea pendiente

Aunque las emisiones de CO₂ son el centro de atención de los diferentes estudios científicos y de las políticas de descarbonización, no solo a nivel nacional o europeo, las emisiones antropogénicas de metano contribuyen en gran medida al calentamiento global. Es necesaria una importante reducción de las emisiones mundiales de metano para limitar el aumento de la temperatura media a 1,5 °C.

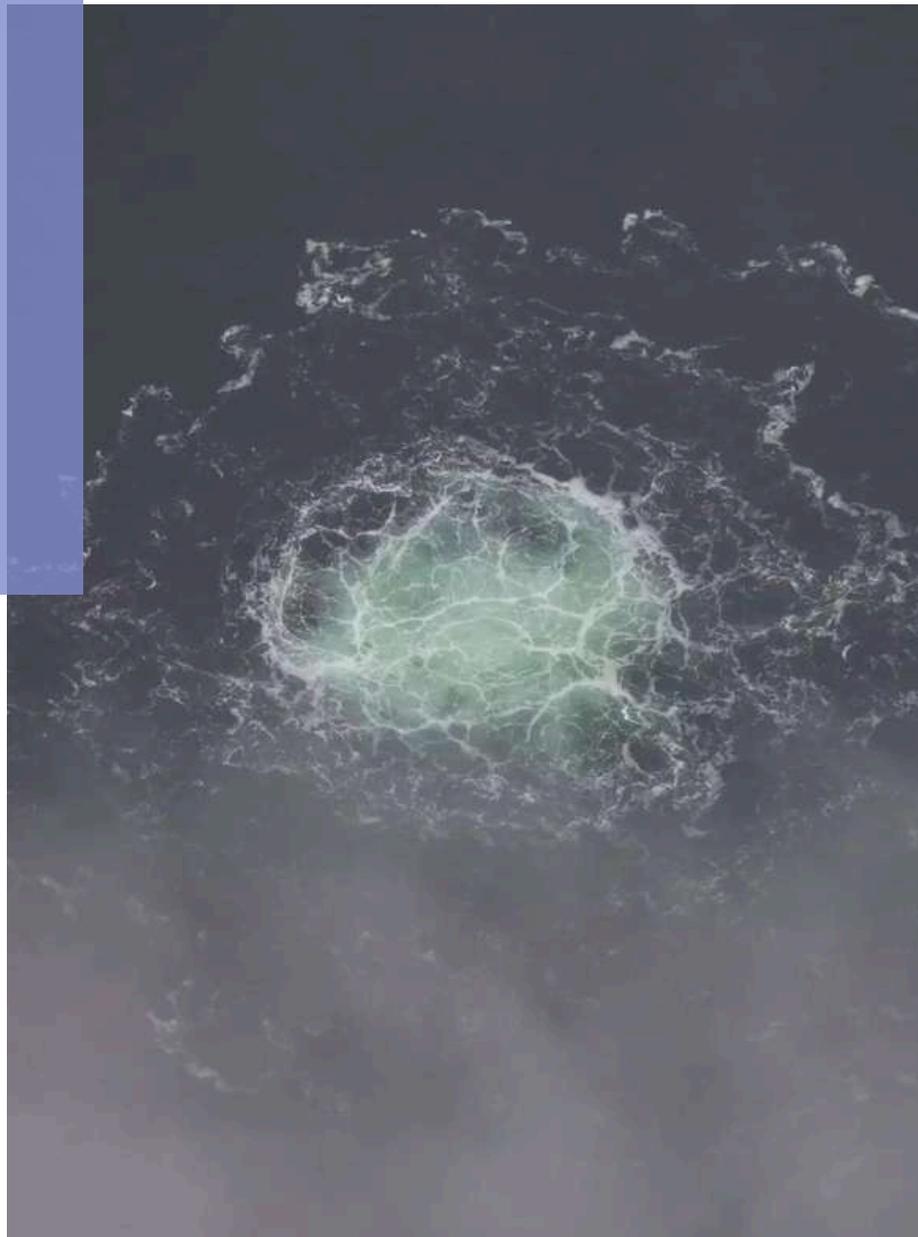
Con la tendencia actual, las emisiones antropogénicas totales de metano podrían aumentar hasta un 13% entre 2020 y 2030. Es urgente reducir las emisiones entre un 30% y un 60% en ese periodo. El sector de los combustibles fósiles tiene, probablemente, el mayor potencial de reducción rápida y barata de las emisiones de metano.

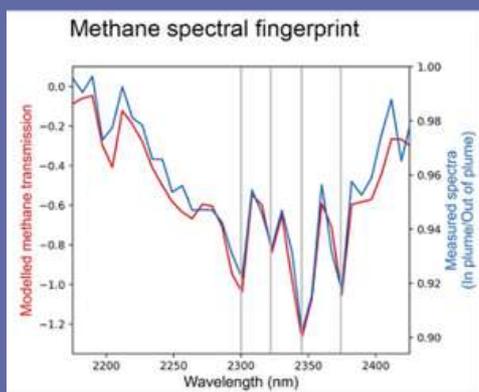
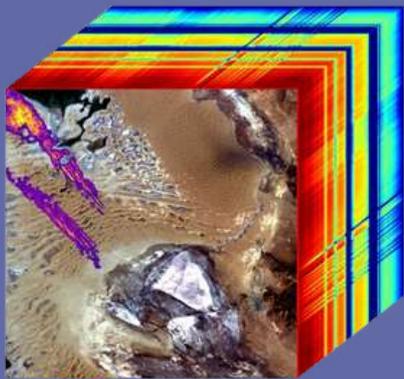
Además, la reducción del metano es muy rentable para las empresas del sector petrolero y gasista. Sobre la base de los precios medios de los mercados de gas natural, entre 2017 y 2021 se ha estimado que alrededor del 40% de las emisiones procedente de operación podrían evitarse sin un coste neto. Esto se debe a que el coste de las medidas para aplicar una reducción son inferiores al valor del gas adicional en el mercado. También se ha estimado, teniendo en cuenta los precios récord que se registraron en los mercados gasistas globales a lo largo de todo 2022, que el 80% de las herramientas para reducir las emisiones de metano del sector energético (petrolero y gasista) se puede realizar sin un coste neto adicional. No obstante, se estima que serán necesarios 100.000 millones de dólares para acometer las inversiones para aplicar las medidas de reducción de metano en este sector.



Detección y control de fugas de metano

El grave problema del metano procede de las fugas que, en su gran mayoría, no están detectadas, contabilizadas o notificadas y suponen acelerar alarmantemente los efectos del cambio climático. A través del uso de satélites se pueden detectar fugas de grandes volúmenes de metano a nivel global. En los últimos años, se han observado fugas en más de 20 países y, por primera vez, los satélites pudieron detectar y cuantificar fugas procedentes de operaciones en alta mar, incluidas las emisiones de 17 días procedentes de una antorcha averiada en México y las liberadas tras las explosiones a lo largo del gasoducto Nord Stream.





Fuente: <https://www.nasa.gov/centers-and-facilities/jpl/methane-super-emitters-mapped-by-nasas-new-earth-space-mission/>

Control y teledetección de fugas por satélites

Ante la evidencia del riesgo que suponen las fugas, sobre todo en la última década, hay consenso científico para aumentar el esfuerzo en medirlas y para reducir la incertidumbre de los estudios que existen sobre las emisiones de metano, principalmente en los sectores industriales del petróleo y en el sistema gasista. La mayoría de estos estudios comenzaron en Estados Unidos, pero rápidamente se expandieron a otras partes del mundo.

Entre los **diferentes resultados alcanzados por las investigaciones** destacan:

✓ La existencia de discrepancias entre las emisiones reportadas y las medidas reales, con casos que muestran subestimaciones muy significativas en las emisiones.

✓ La necesidad de mejorar la comprensión de las fuentes de emisiones desconocidas o inesperadas hasta ahora, detectando el origen de las emisiones y su cantidad.

Contabilidad y monitorización

El gran reto actual, y el principal avance que se está produciendo, es **cambiar la utilización de factores de emisión por el uso de datos empíricos**. Este progreso se está llevando a cabo gracias a las **mediciones con satélite, puesto que tienen la capacidad de captar la heterogeneidad espacial y temporal** de las emisiones de metano. Los satélites absorben la luz infrarroja siguiendo un patrón único -denominado huella espectral- que el espectrómetro de imágenes de algunos satélites puede descifrar con gran exactitud.

La nueva generación de satélites, como el **GOSAT-GW, Sentinel-5, PRISMA y MethaneSAT**, está revolucionando la cuantificación de las emisiones en un periodo de tiempo determinado, incluso en tiempo real. Esto **permite determinar, con alta precisión, las emisiones en regiones y comarcas**. La recopilación y el uso de datos independientes basados en mediciones son y serán fundamentales para evaluar la exactitud y la exhaustividad de los informes e identificar las discrepancias entre los conjuntos de datos.

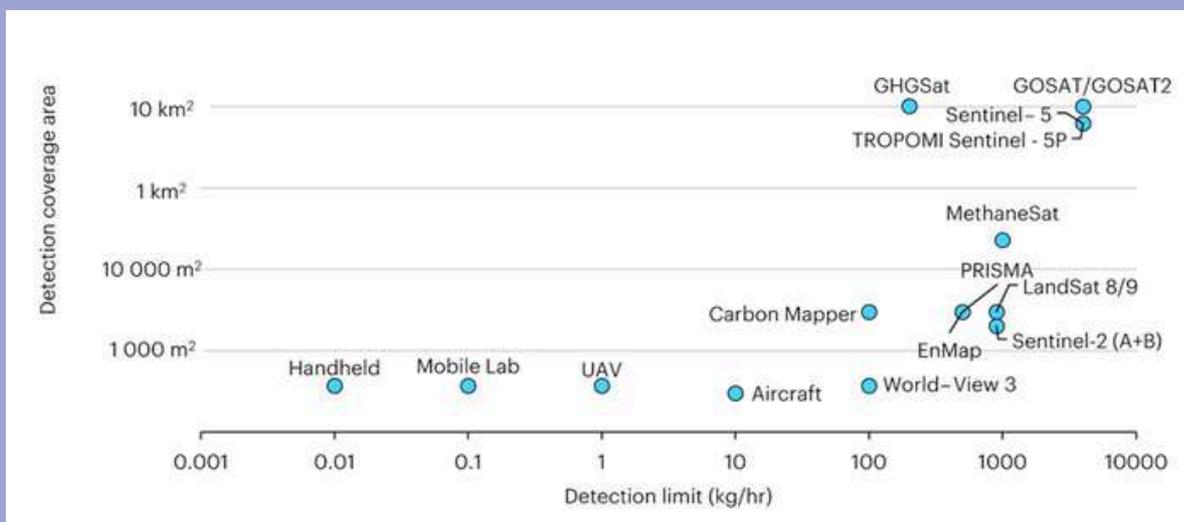


MARS: Sistema mundial de identificación de emisiones de metano

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2022, celebrada en Sharm El-Sheikh (COP27), el Observatorio Internacional de Emisiones de Metano (IMEO, por sus siglas en inglés), del PNUMA, puso en marcha el Sistema de Alerta y Respuesta para el Metano (MARS). Este es el primer sistema mundial que conecta y unifica las emisiones de metano detectadas por diferentes satélites, a través de la creación de un proceso de notificación transparente que promueve los esfuerzos de mitigación de las emisiones sobre el terreno. Desde enero de 2023, el IMEO ha detectado casi 1.500 puntos de emisión de metano procedentes del sector energético en todo el mundo.

Estas incluyen tanto fugas como venteos o emisiones directas ocasionadas por las diferentes empresas propietarias de las instalaciones.

De estas fugas, alrededor de 600 pudieron atribuirse a instalaciones relacionadas con el sector del petróleo y el gas, al utilizar satélites de mayor resolución y precisión. Esto permitió a la iniciativa MARS notificar a los gobiernos y a las empresas miembros de OGMP 2.0 la información recopilada por el IMEO para proceder a la reparación y eliminación de la fuga. Hoy en día, el IMEO está promoviendo el Compromiso Mundial del Metano para involucrar a más países y ampliar la acción.



Diferentes rangos de alcance de teledetección de los satélites para la observación de fugas de metano a nivel mundial, comparando la superficie abarcada y el límite de teledetección del flujo de emisión medido en kg/hora. Fuente: <https://www.iea.org/reports/global-methane-tracker-2024>





Entre los satélites de teledetección que participan en MARS, destacan:

1

SENTINEL-5P (ESA)

Es el primer satélite de Copernicus dedicado a monitorizar la atmósfera. Forma parte de la flota de misiones Sentinel que la Agencia Espacial Europea (ESA) desarrolla para el **programa de vigilancia medioambiental Copernicus**, gestionado por la Comisión Europea. Fue lanzado el 13 de octubre de 2017. Este satélite incluye el sensor TROPOMI, una herramienta que permite **identificar regiones con altas emisiones de metano, también denominadas hot spots [1]** o plumas de metano muy grandes, **con más de 10 toneladas**. Estos datos se utilizan para definir «regiones de interés» que se exploran más a fondo utilizando otros satélites de mayor resolución.

2

SENTINEL-2 (ESA) Y PRISMA (AGENCIA ESPACIAL ITALIANA)

Son satélites que cuentan con sensores de mayor resolución. El rango de teledetección de los flujos es de alrededor de 1.000 kilogramos de metano por hora. Hay que destacar que las plumas de mayor resolución permiten atribuir las emisiones a instalaciones específicas y pueden utilizarse para una notificación.

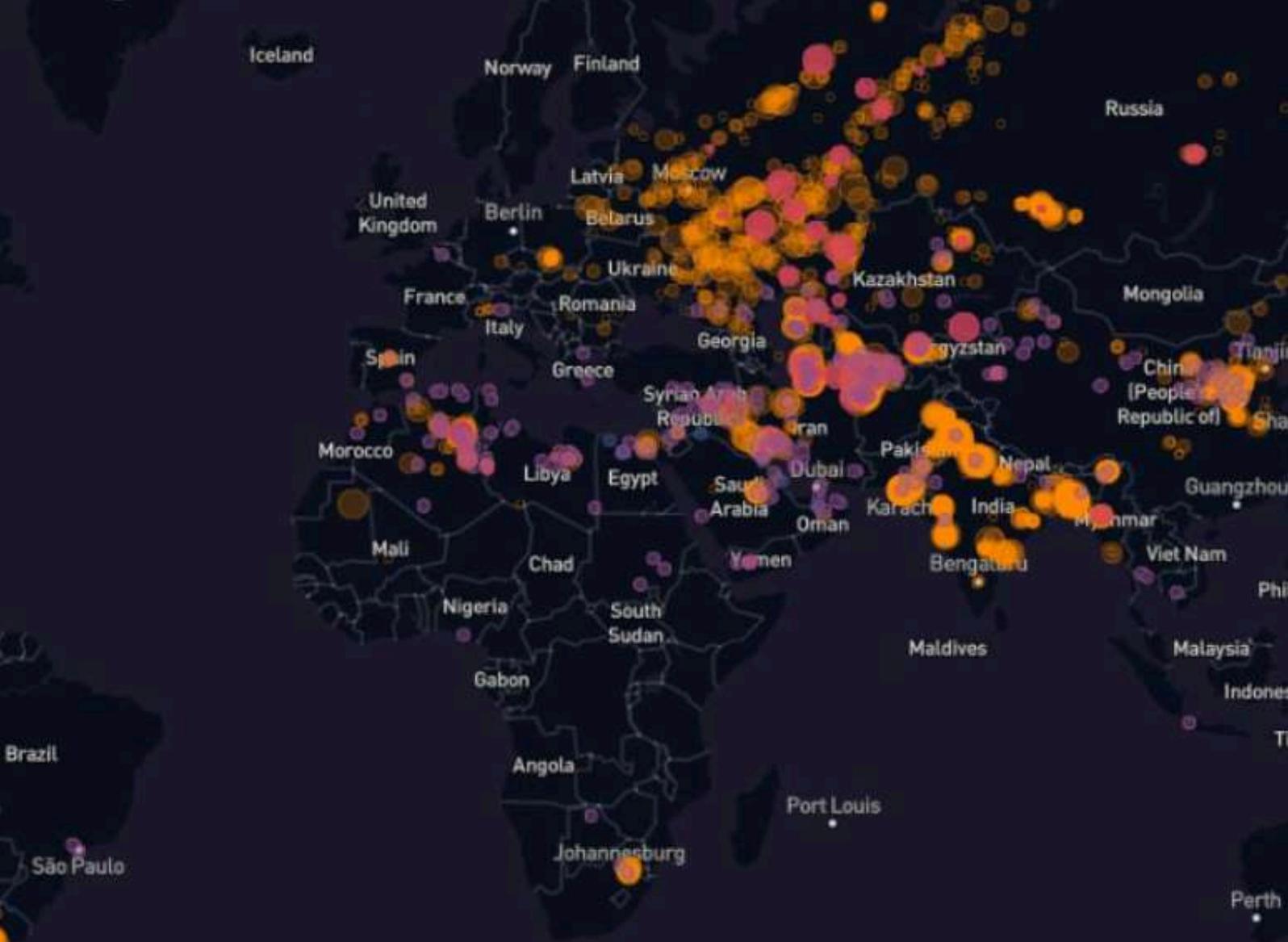
3

LANDSAT 8, LANDSAT 9 (NASA)

Las observaciones de metano del sensor EMIT de los satélites Landsat de la NASA se produjeron mientras los científicos verificaban la precisión de los datos minerales del espectrómetro de imágenes. Durante su misión, el EMIT, además de detectar emisiones de metano, también recoge mediciones de minerales superficiales en regiones áridas de África, Asia, Norteamérica, Sudamérica y Australia. Los datos ayudan a los investigadores a comprender mejor el papel de las partículas de polvo suspendidas en el aire en el calentamiento y enfriamiento de la atmósfera y la superficie de la Tierra.

[1] Lugares donde una o varias fuentes contribuyen sistemáticamente a concentraciones elevadas de metano.





Kayrros Methane Watch

Fundada en 2016, Kayrros es una empresa global de tecnología climática y de inteligencia medioambiental. Utiliza las imágenes por satélite, inteligencia artificial (IA) y geoanálisis para ayudar a gobiernos, inversores y empresas a comprender los riesgos que plantea el cambiante panorama climático y energético y a tomar decisiones más informadas. Utiliza la IA para procesar imágenes de múltiples satélites, centralizando datos diversos a través de una plataforma unificada. Kayrros colabora con organismos internacionales como el PNUMA, la IEA y laboratorios y publica regularmente en revistas científicas internacionales como Science.





Coaliciones internacionales **Y MARCOS NORMATIVOS**

Capítulo

02



Coaliciones internacionales contra las FUGAS DE METANO

En la COP 26 de Glasgow, en 2021, tanto la presidenta de la Comisión Europea (CE) como el Presidente de Estados Unidos (EEUU) lanzaron el "[Global Methane Pledge](#)" (GMP) con el objetivo de **reducir las emisiones de metano un 30% para 2030**. Este lanzamiento de la alianza global supuso un antes y un después en la acción climática contra el metano porque fue la **primera vez que se fijó un objetivo de reducción**. Es relevante que el número de países adheridos ha pasado, de 100 en 2021, a más de 150 a día de hoy, representando el 80% de la economía mundial. Además, más de 50 países han mostrado la intención o están en proceso de elaborar planes nacionales de acción contra las emisiones de metano.

La preocupación por el metano ha ido evolucionando a partir del lanzamiento de la alianza para conseguir alcanzar el objetivo del 30%. En junio de 2022, en el [Foro de las Principales Economías sobre Energía y Clima](#), se lanzó una **Senda Energética del GMP** para acelerar la reducción de las emisiones de metano en el sector de los combustibles fósiles. Al margen de la COP27, se lanzaron una **Senda de la Agricultura y la Alimentación del GMP** y una **Senda de los Residuos del GMP**, en las que la Unión Europea (UE) y EEUU convocaron una reunión ministerial sobre el metano para destacar los avances y debatir nuevas medidas de aplicación, incluida la intensificación de los esfuerzos de cara a la COP28. La Senda de los Residuos se centrará, inicialmente, en la reducción de las emisiones en toda la cadena de valor de los residuos sólidos, desde las fuentes donde se generan hasta los lugares de gestión y eliminación.

En la COP 27 la UE también confirmó su compromiso con la reducción de las emisiones de metano al respaldar una "**Declaración conjunta sobre la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de combustibles fósiles**", junto con EEUU, Japón, Canadá, Noruega, Singapur y Reino Unido. Estos países suponen el 50% del volumen mundial de importación de gas y más del 30% de la producción, por lo que el hecho de que hayan propuesto medidas para reducir sus emisiones de metano asociadas, estimula una reducción en su cadena de valor. Con motivo de la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre, países como Canadá, los Estados Federados de Micronesia, Alemania, Japón y Nigeria se unieron a la UE y a EEUU como "**Campeones del Compromiso Mundial del Metano**".



En abril de 2023, el presidente Biden lanzó el Sprint para la Financiación del Metano, en el Foro de las Principales Economías, pidiendo a los diferentes gobiernos que movilizaran, al menos, 200 millones de dólares para proyectos antes de la COP28. Posteriormente, en diciembre de 2023, en plena COP28, la UE y sus Estados miembros anunciaron 175 millones de euros en apoyo del Sprint Financiero del Metano. Además, se comprometió a elaborar una hoja de ruta para la COP29 con vistas al despliegue mundial del plan "You collect, we buy", por el que la UE incentiva a las empresas a comercializar gas que de otro modo se desperdiciaría y anunció que la UE y Argelia serían las primeras en ponerlo a prueba.

En noviembre de 2023 se creó el "Working Group on measurement, monitoring, reporting and verification" (MMRV), una acción de seguimiento de la Declaración Conjunta sobre la reducción de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) procedentes de combustibles fósiles adoptada en la COP27. Se creó por la importancia de **adoptar marcos sólidos de medición, seguimiento, notificación y verificación a escala internacional**. Entre los miembros del Grupo de Trabajo figuran 12 países: Alemania, Australia, Brasil, Canadá, Colombia, EEUU, Francia, Italia, Japón, Noruega, Reino Unido y República de Corea, la CE y el Foro del Gas del Mediterráneo Oriental (en calidad de observador). El trabajo consiste en la corroboración y comparabilidad de los datos basándose en marcos bien establecidos y mundialmente reconocidos, en particular de la OGMP 2.0.

La Alianza del Petróleo y el Gas Metano 2.0 (OGMP 2.0) es el programa insignia del **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente para la presentación de informes y la mitigación de las emisiones de petróleo y gas**. OGMP 2.0 es el único marco integral de información basado en mediciones para la industria del petróleo y el gas que mejora la precisión y la transparencia de la información sobre emisiones de metano. Esto es clave para priorizar las acciones de mitigación del metano en el sector. **Si no se puede medir, no se puede solucionar.**

Esta exhaustividad permite hacer un seguimiento y comparar el progreso y el rendimiento de las empresas. Hay más de **130 empresas con activos en más de 70 países de los cinco continentes, entre las que se encuentran Enagás y la Red Madrileña de Gas, entre otros. Estas representan casi el 40% de la producción mundial de petróleo y gas, más del 80% de los flujos de GNL, casi el 25% de los gasoductos mundiales de transporte y distribución de gas natural y más del 10% de la capacidad mundial de almacenamiento de gas**. En los informes reportados de 2022, las emisiones totales de las 92 empresas miembros (con un aumento de los asociados) -que representan el 34% de la producción mundial de petróleo y gas- ascendieron a 1,6 millones de toneladas.



Reglamento Europeo de las **EMISIONES DE METANO**

El pasado 15 de noviembre de 2023, el **Parlamento Europeo (PE)** y el **Consejo acordaron un nuevo Reglamento de la UE para reducir las emisiones de metano** del sector energético en Europa y en las cadenas de suministro mundiales. Este acuerdo llegó después de 2 años desde la primera propuesta de la CE para su creación, siendo así el primer reglamento de la UE en afrontar acciones contra las emisiones de metano.

El acuerdo obligará a la industria del gas fósil, del petróleo y del carbón, a medir, controlar, notificar y verificar adecuadamente sus emisiones de metano, de acuerdo con las normas de control más estrictas, y a tomar medidas para reducirlas. Según el artículo 1, **la regulación aplica a compañías de gas y petróleo en toda la cadena de valor (exploración, producción, procesado, transporte y distribución), a los operadores de las minas de carbón activas y abandonadas, y a las importaciones de petróleo, de gas y carbón que procedan de fuera de las fronteras de la UE.**

Fue votado por las comisiones conjuntas ITRE y ENVI el 11 de enero de 2024. La votación en el pleno del PE se realizó el 10 de abril y el Consejo Europeo lo ratificó el 27 de mayo, con lo que el reglamento entró en vigor 20 días después, en junio de 2024.



Entre los puntos acordados, destacan:

ARTÍCULO 12

Obligación de los operadores a informar anualmente a las autoridades competentes sobre la cuantificación y las mediciones de las emisiones de metano en la fuente, incluso en el caso de los activos no operados.

ARTÍCULO 14

La obligación de las empresas de petróleo y gas de realizar inspecciones periódicas de sus equipos para detectar y reparar fugas de metano en el territorio de la UE, dentro de plazos establecidos en el mismo reglamento. La frecuencia de la inspección varía dependiendo de la fuente de emisión. Quedan establecidos dos tipos de inspecciones:

- ➔ TIPO 1 - Las fugas tendrán que repararse cuando alcancen 7.000 partes por millón (ppm) en volumen de metano o 17 gramos por hora (g/h).
- ➔ TIPO 2 - Las fugas deberán repararse cuando alcancen 500 ppm o 1 g/h de metano.
 - Estos umbrales se elevan a 1.000 ppm o 5 g/h para los componentes subterráneos y los de mar adentro por encima del nivel del mar, mientras que se aplicará un umbral de 7.000 ppm o 17 g/h a los componentes mar adentro por debajo del nivel del mar y por debajo del lecho marino.

ARTÍCULOS 15, 16, 22 y 26

Prohibición del venteo y de la quema rutinarias por parte de los sectores del petróleo y el gas salvo bajo circunstancias inevitables.



ARTÍCULO 18

La obligación de las empresas de los sectores del petróleo, el gas y el carbón de realizar un inventario de los activos cerrados, inactivos, taponados y abandonados, como pozos y minas, de controlar sus emisiones y de adoptar un plan para mitigarlas lo antes posible. Deberán presentarse pruebas de la ausencia de emisiones de metano en los pozos taponados y abandonados definitivamente hace menos de 30 años y, cuando se disponga de ellas, en los demás pozos.

ARTÍCULOS 27, 28, 29 Y 30

Regula las importaciones.

- ➔ Establece una base de datos de transparencia sobre el metano (no más tarde de 2026) en la que se pondrán a disposición del público los datos sobre emisiones de metano notificados por los importadores y los operadores de la UE.
- ➔ Obliga a la CE a establecer perfiles de emisión de metano de países y empresas para que los importadores puedan elegir con conocimiento de causa sus importaciones de energía.
- ➔ A partir del 1 de enero de 2027, las mismas medidas de seguimiento, notificación y verificación (MRV) que se aplican en la UE se extenderán a los importadores de combustibles fósiles (sólo para los nuevos contratos, firmados después de la entrada en vigor del reglamento, es decir, a partir de mediados de 2024). Estas normas también se aplicarán a los contratos renovados, incluso en caso de renovación tácita, que se produzcan después de la entrada en vigor del reglamento.
- ➔ La CE también pondrá en marcha una herramienta de seguimiento de los emisores de metano a escala mundial y un mecanismo de alerta rápida para los episodios de super emisión.
- ➔ Tres años después de la entrada en vigor del reglamento (es decir, antes de mediados de 2027), la CE publicará un acto delegado para definir una metodología de intensidad de metano que obligue a los importadores a notificar la intensidad de sus fugas de metano. Esta obligación entrará en vigor en torno a 2028, coincidiendo con la aplicación del acto delegado. La metodología y los datos recopilados permitirán a la CE definir un objetivo máximo de intensidad de metano a través de un acto delegado, cinco años después de la entrada en vigor del reglamento (como muy pronto a mediados de 2029).



Regulación a nivel NACIONAL

Registro de emisiones y fuentes contaminantes

El Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes fue establecido por el Reglamento (CE) 166/2006 E-PRTR de la UE y regulado en España por el Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento Europeo que establece el registro europeo de emisiones y transferencias de contaminantes (E-PRTR) y de Autorizaciones Ambientales Integradas. La normativa a la que está sujeta este registro se encuadra dentro del marco del Convenio de Aarhus y su Protocolo CEPE/ONU PRTR, del que España es parte.

El **PRTR-España** consiste en una base de información abierta y pública sobre las emisiones al aire, agua, suelo y transferencias de residuos de los cerca de 6.000 complejos industriales que realizan alguna de las actividades contempladas en el reglamento europeo o en la legislación española y que superan los umbrales de información establecidos en dicha normativa.

Lista de sustancias

Nº	Número CAS ¹	A.1. Contaminantes/sustancias respecto de los que, en todo caso, hay que suministrar información cuando se emitan de forma significativa, de acuerdo con el art. 3.4 ⁽¹⁾	Valores umbrales de emisiones ^(2,a)		
			A.2. Valor umbral de información pública de emisiones a la atmósfera (kg/año)	A.3. Valor umbral de información pública de emisiones al agua (kg/año)	A.4. Valor umbral de información pública de emisiones al suelo (kg/año)
1	74-82-8	Metano (CH ₄)	100.000	- (2.b)	-
2	630-08-0	Monóxido de carbono (CO)	500.000	-	-
3	124-38-9	Dióxido de carbono (CO ₂)	100.000.000	-	-
4		Hidrofluorocarburos (HFC) ⁽³⁾	100	-	-
5	10024-97-2	Óxido nitroso (N ₂ O)	10.000	-	-
6	7664-41-7	Amoniaco (NH ₃)	10.000	-	-

Listado de sustancias contempladas en la regulación. Fuente: [Real Decreto 508/2007](#)



Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular

En el preámbulo de la [Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados](#), se menciona que *“por lo que se refiere a la incidencia de los residuos en el cambio climático, estos suponen una fuente difusa de emisión de gases de efecto invernadero, principalmente debido al metano emitido en vertederos que contienen residuos biodegradables. Si bien su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero se mantiene en porcentajes en torno al cuatro por ciento, esta se puede reducir de forma significativa promoviendo, por ejemplo, políticas que eviten el depósito de residuos biodegradables en vertedero.”*

Además del preámbulo, que justifica la creación de la ley, exclusivamente el **“Artículo 15. Planes y programas de gestión de residuos”** hace referencia al metano, pero incluido en los GEI. En este se señala que el objetivo mínimo de reciclado, recogida y preparación de residuos tendrá en cuenta los objetivos que se hayan fijado para una reducción de GEI y los compromisos adquiridos, sin diferenciar entre los gases ni hacer referencia a planes específicos.

En el **“Artículo 28. Biorresiduos”** simplemente, en el punto 4, se hace referencia a la promoción por parte de la autoridad competente de la inyección en la red de biometano con fines energéticos, procedente de plantas de digestiones anaerobias. Más adelante, en el **“Artículo 63. Registro de producción y gestión de residuos”**, se menciona que el Registro de producción y gestión de residuos usará los datos sobre residuos comunicados por los operadores industriales al PRTR-España. En ninguno de los dos artículos se hace referencia a las emisiones de metano, a las fugas que pudieran producirse o a su prevención y control para evitar liberaciones a la atmósfera.



Orden TED 789/2023

La orden TED 789/2023, de 7 de julio, establece el método de cálculo del coste de emisión de GEI en vertedero. El método de cálculo tan sólo toma en consideración el peso de los residuos depositados en un año, no teniendo en cuenta el histórico y, en consecuencia, las emisiones generadas no tienen que ser coincidentes con las declaradas para el inventario de emisiones PRTR-España. *“Conviene también hacer una precisión sobre la composición de los gases de vertedero y en particular sobre la fracción molar de metano en éstos. Para este método de cálculo se ha asumido que dicha fracción en el biogás es de 0,5. Este valor es el propuesto por las guías del IPCC siendo, por otro lado, notablemente coincidente con el determinado empíricamente en las caracterizaciones de gases disponibles en España en el año 2019”.*

Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030

Si se analiza el borrador de la actualización del PNIEC 2023-2030, sin aprobar definitivamente antes de finalizar este informe, el contenido del documento no precisa ni señala actuaciones delimitadas y claras para controlar y eliminar las fugas de metano en infraestructuras del sector energético y de gestión de residuos.

En el documento no se hace referencia explícita al metano, más bien se quiere potenciar la generación de biometano y su gestión para valorización energética de centrales de residuos.



En este sentido, en la **“Medida 1.15. Desarrollo del biogás y el biometano”**, se incluyen iniciativas para la simplificación y coordinación administrativa para plantas de producción de biogás y biometano y otras infraestructuras asociadas a su consumo o a su inyección en la red gasista. Por ejemplo, *“clarificar la regulación aplicable (energética, medioambiental, agropecuaria, industrial, de tratamiento de residuos, uso del suelo, ordenación del territorio y gestión del agua) de los distintos ámbitos territoriales (europeo, nacional, autonómico y local)”*. Además, en esta línea de valorización energética, la medida incluye otras propuestas para:

-  Facilitar y agilizar los procedimientos de conexión a la red gasista existente.
-  Establecer objetivos anuales vinculantes de penetración de biometano en la venta o consumo de gas natural.
-  Incorporar el biometano al mecanismo de fomento de biocarburantes (SICBIOS).

Se menciona, haciendo referencia a la inyección de biometano en el sistema gasista, que *“es crítico considerar las emisiones fugitivas de este gas derivadas de los diferentes procesos de upgrading, ya que los procesos que no consigan rendimientos de recuperación de metano muy elevados tendrán unas emisiones asociadas de GEI muy superiores a las de otros gases renovables como el biogás”*, sin proponer o diseñar ninguna herramienta al respecto.

No obstante, en la **“Medida 1.32 Reducción de emisiones de GEI en los sectores agrícola y ganadero”**, en el punto a.8., se trata la **Gestión del biogás fugado en vertederos sellados**. Se hace referencia a que existe una amplia cantidad de vertederos sellados que pueden contener fugas de metano, ya que las cubiertas oxidantes pueden estar degradadas, por lo que se propone *“aplicar cubiertas oxidantes a la superficie de los vertederos objetivo, estimando una ratio de oxidación por superficie, conservador, en base a estudios y proyectos en la materia”*.

Real Decreto 646/2020

El Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, en su anexo 1, apartado 4 de control de gases, se recogen las siguientes referencias al control y uso de estos: *“en todos los vertederos que reciban residuos biodegradables se recogerán los gases de vertedero, se tratarán y se aprovecharán. Si el gas recogido no puede ser aprovechado para ser inyectado en la red gasista, como combustible vehicular o para producir energía, se deberá oxidar mediante antorchas u otros sistemas de oxidación pasiva en aquellos vertederos que presenten tasas marginales de generación de biogás que hagan técnicamente inviable el funcionamiento de las antorchas (por ejemplo, cubiertas oxidativas).”*





Objetivos y **METODOLOGÍA**

Capítulo

03



Objetivos y METODOLOGÍA

OBJETIVOS PRINCIPALES

1

La identificación de las fugas de metano existentes en los países que son los principales exportadores a España de hidrocarburos, agrupándolos por áreas geográficas continentales.

2

Llevar a cabo una investigación que recopile las fugas de metano encontradas en el sector residuos de España, identificando su procedencia en función del tipo de instalación.

Además, se ha contado con la colaboración de la **Universidad Politécnica de Valencia (UPV)**, que ha dado soporte y aportado información adicional para una mejor comprensión de los datos y la metodología en la que se basan las detecciones satelitales y sus implicaciones.



La metodología utilizada para conseguir estos dos objetivos ha sido la siguiente:

1

Para la recopilación y análisis de los datos, se ha empleado cartografía por satélite, datos de teledetección, inventarios de emisiones, estimaciones de modelización y otros datos de fuentes abiertas y públicas. Se han recopilado datos desde inicios de 2022 hasta abril de 2024 del sistema IMEO. La cantidad de información proporcionada por este sistema varía según el país, de acuerdo a la homogeneidad y brillantez de la superficie. Por ejemplo, en un desierto claro como el de Argelia, las emisiones son más fáciles de observar y se podrían detectar a partir de un flujo de emisión de ~300 kg/h con el mejor sensor disponible y buenas condiciones meteorológicas. Cuanto más heterogénea, vegetada/oscura y nubosa sea la zona, menos capacidad de teledetección tienen los satélites. Para que una emisión sea publicada en el portal, tiene que ser previamente examinada por los analistas, por lo que es posible que no se hayan validado emisiones de un área concreta o que existan zonas con emisiones potenciales que aún no se han explorado.



2

Se han recopilado y analizado los datos de importaciones de combustibles fósiles de la web [CORES](#), con las importaciones totales de gas y crudo durante todo 2023, siguiendo también su estructura de organización por regiones geográficas.

Además, es necesario tener en cuenta una serie de equivalencias previas de las unidades de medición de los flujos de emisión de metano en toneladas/hora en valores que sean más comprensibles para la ciudadanía:



La emisión de 1 tonelada de metano equivale a 28 toneladas de CO₂, a las emisiones de 6 vehículos de gasolina en todo un año y al consumo energético de 3,5 hogares promedios durante un año.



La emisión de 5 toneladas de metano equivale a 140 toneladas de CO₂, a las emisiones de 30 vehículos de gasolina en todo un año y al consumo energético de 17,5 hogares promedios durante un año.



La emisión de 10 toneladas de metano equivale a 240 toneladas de CO₂, a las emisiones de 62 vehículos de gasolina en todo un año y el consumo energético de 35 hogares promedios durante un año.





Mapeo de **FUGAS DE METANO**

Capítulo

04



Fugas de metano relacionadas **CON ESPAÑA**

Principales regiones continentales importadoras de gas y petróleo

Las escasas instalaciones de gas y petróleo que hay en España no han mostrado emisiones de metano que puedan ser detectables por el umbral que tienen los satélites usados los días que se realizaron las observaciones, según la investigación realizada por la UPV. Esto no quiere decir que no existan plumas en el sector gas-petróleo, como evidencia el trabajo de campo que realizaron desde Ecologistas en Acción.

En los siguientes apartados no se han incluido los países que no son exportadores de gas o petróleo a España. Teniendo esto en cuenta, se han destacado las siguientes regiones continentales como principales focos de fugas de metano que tienen relación con España por las importaciones de gas y petróleo de los diferentes países en 2023:



Importación de un total de 396.712 GWh de gas natural (277.359 GWh fueron de GNL) de 17 países. 183.858 GWh procedieron de países de África, 102.079 GWh de Eurasia, 17.071 GWh de Oriente Medio y 93.632 GWh de América.



Importación de un total de 61,5 millones de toneladas de crudo de 25 países diferentes. 15,5 millones de toneladas procedieron de África, 6,9 de Eurasia, 7,2 de Oriente Medio y 28,8 de América.



El problema del sector de los residuos en España

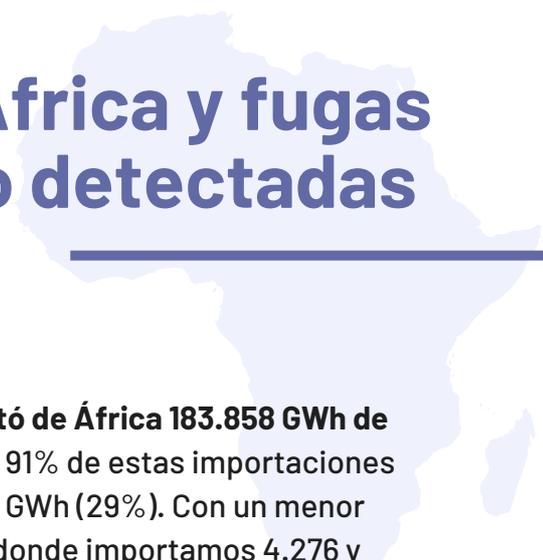
Los residuos son la tercera fuente mundial de emisiones antropogénicas de metano, con un 20% del total mundial, la mayoría procedentes de residuos sólidos que se descomponen en vertederos. Las emisiones de metano por residuos están estrechamente ligadas al crecimiento y el desarrollo en gran parte del mundo y se prevé que aumenten considerablemente si no se toman medidas rápidas.

España, según los datos del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, en 2018, contaba con un total de 182 vertederos de residuos municipales, a los que se suman otro medio centenar de plantas de gestión de residuos industriales y peligrosos. Según los datos del INE, las empresas gestoras recogieron 22,7 millones de toneladas de residuos urbanos en 2021, un 4,4% más que en 2020. La recogida separada aumentó un 9,8%, hasta alcanzar los 5,6 millones de toneladas. En 2021 se recogieron 478,7 kilogramos de residuos urbanos por habitante, un 4,3% más que en el año anterior.



Fugas detectadas en países **EXPORTADORES A ESPAÑA**

Importaciones de África y fugas de metano detectadas



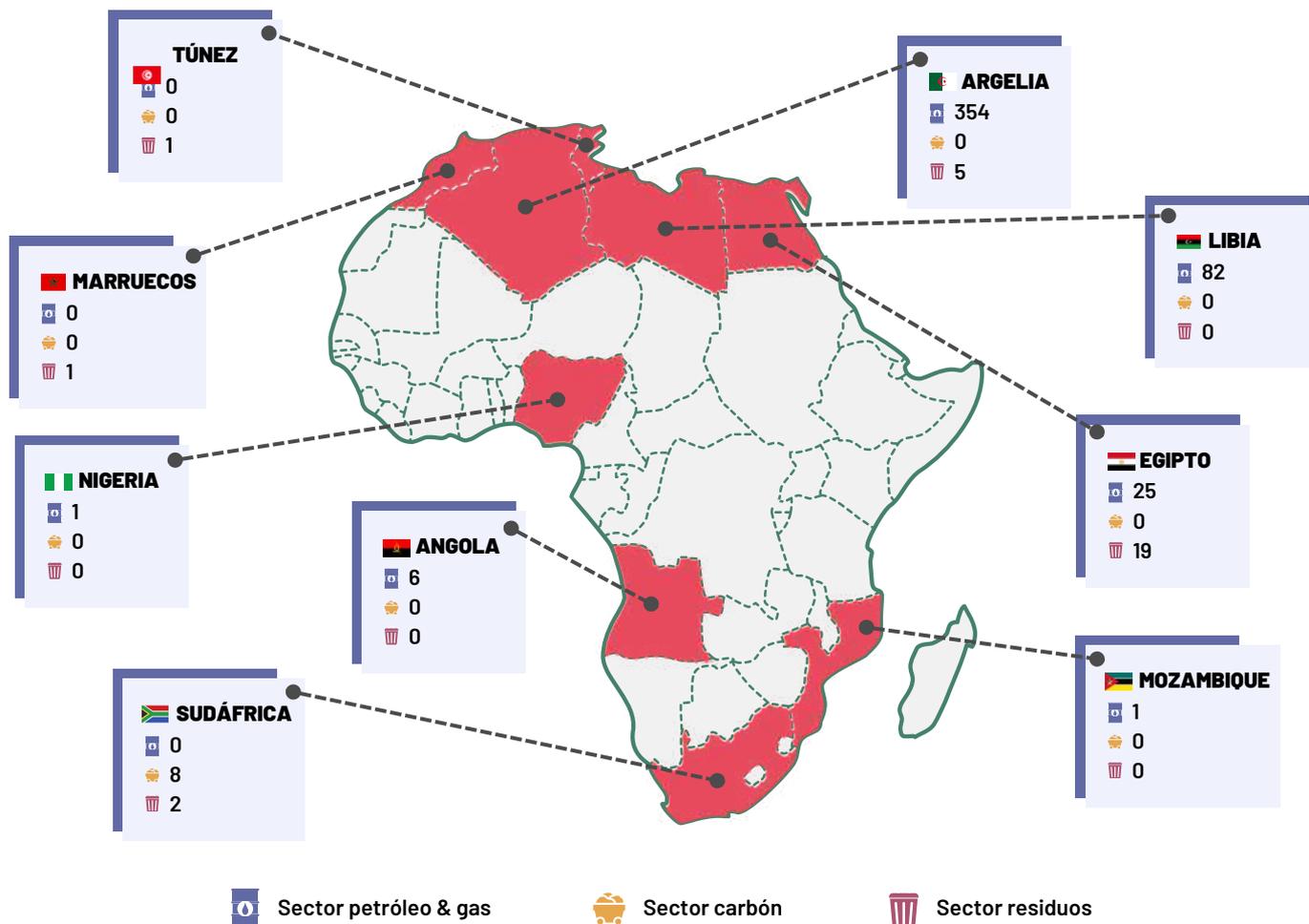
Según los datos extraídos del CORES, en 2023 **España importó de África 183.858 GWh de gas natural**, el 46% del total de las importaciones anuales. El 91% de estas importaciones proceden de Argelia, con 116.252 (63%), y Nigeria, con 53.853 GWh (29%). Con un menor volumen de importaciones, les siguen Camerún y Egipto, de donde importamos 4.276 y 4.475 GWh, respectivamente. Del total de importaciones de gas natural del continente africano, un 48% (89.016 GWh) es GNL.

Si analizamos las **importaciones de crudo**, España importó en 2023 un total de **15,5 millones de toneladas**, el 25% de las totales a nivel mundial (61 millones). Los países más destacados son Nigeria con 6,4 millones de toneladas (34%), Angola con 4,1 (22%) y Libia con 4,3 (23%) y, en menor medida, Argelia, Guinea Ecuatorial, Egipto y Gabón.

Según los datos del IMEO a marzo de 2024, la cantidad de flujos de emisión estimados que se han detectado (incluyendo sector del petróleo y gas, carbón y residuos) en estos países es de **505 fugas**, siendo el continente con menos países mapeados por satélite. Estas representan casi el **14% de todas las fugas de metano detectadas a nivel mundial en estos sectores (3.696) de 2022 a 2024**. Respecto a las fechas de detección, 35 fueron en 2022, 379 en 2023 y 91 en 2024.



FUGAS DETECTADAS EN PAÍSES DE ÁFRICA



Fugas identificadas en países de África de los que España es importador de gas o petróleo. Fuente: IMEO-UNEP.

Países como Camerún o Nigeria no han sido mapeados todavía porque, además de no existir proyectos dedicados a la teledetección de las fugas, poseen una superficie muy heterogénea y arbolada, lo que complica la observación de flujos. En el caso de que MARS rastreara la superficie de estos países, la probabilidad de encontrar fugas sería muy elevada, puesto que tienen grandes cuencas de extracción y pozos de petróleo con una infraestructura deficitaria. También hay que indicar que la espesura y la heterogeneidad del terreno hace más difícil realizar observaciones sin altos rangos de error.

Argelia

Argelia es el **principal suministrador de gas fósil a España**. En 2023 importó de Argelia 116.252 GWh de gas natural (21.410 GWh de GNL y 94.842 GWh por gaseoducto) y 2,45 millones de toneladas de crudo. Según IMEO, en Argelia se han identificado, por los diferentes satélites, más de **354 fugas del sector del petróleo y el gas** en los últimos años. Además, se detectaron **cinco fugas en plantas asociadas a la gestión de residuos**.

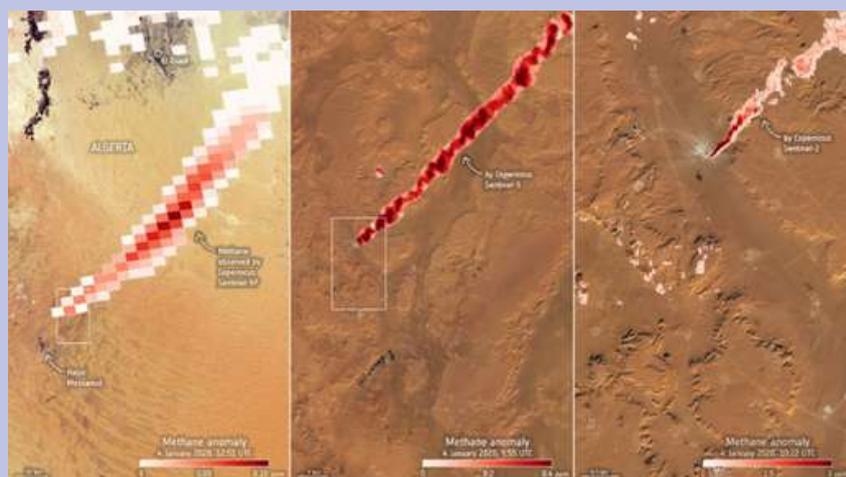


España tiene dos gasoductos directos con Argelia: el Magreb Europa y el Medgaz. Sin embargo, solo funciona el segundo. El Magreb Europa, que cerró en noviembre de 2021, transportaba una media anual de 10.000 millones de metros cúbicos. Para hacer frente al cierre, se inició la ampliación del Medgaz, culminada en enero de 2022, que aumentó la capacidad de 8.000 a 10.000 millones de metros cúbicos, lo que supone un incremento de un 25%. Es decir, en total, se redujo el flujo en un 44%. El accionariado propietario del Medgaz es de dos empresas internacionales: Sonatrach y Medina Partnership (50% Naturgy, 50% BlackRock).

Destaca que **la mayoría de las fugas identificadas están concentradas en Hassi R'Mel**, el mayor yacimiento de gas argelino y uno de los más grandes del mundo, con una producción de 100 millones de metros cúbicos al día. Se encontraron alrededor de 250 fugas super emisoras, porque se ha estimado que algunas de ellas pueden enviar a la atmósfera más de 40 toneladas de metano por hora en gran parte de los puntos detectados. Se espera que la producción continúe hasta que el yacimiento alcance su límite económico en 2046.



Diferentes infraestructuras de transporte y distribución de gas desde Argelia. Fuentes: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/natural-gas/063021-algeria-has-taken-necessary-measures-to-offset-non-renewal-of-morocco-gas-deal>



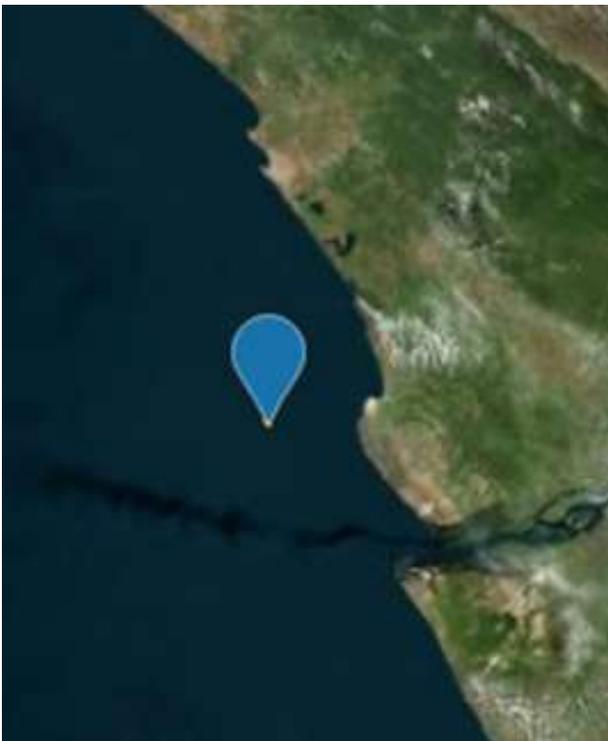
La pluma de metano detectada por Sentinel-5P sobre Argelia el 4 de enero de 2020 en la concesión Hassi Messaoud, extendiéndose a más de 200 km al noreste. Fuente: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2023/09/A_three-tiered_approach_for_methane_detection#:~:text=Near%20the%20Hassi%20Messaoud%20oil,more%20than%20200%20km%20northeast



Angola

España importó de Angola un total de **4,16 millones de toneladas de crudo en 2023** y **3.111 GWh de GNL**. Angola es el segundo país productor de petróleo del África subsahariana y miembro de la OPEP, con una producción aproximada de 1,55 millones de barriles de petróleo al día (bpd) y una producción estimada de 3.000 millones de metros cúbicos de gas natural.

Según el IMEO, **se han identificado 6 fugas de metano en el sector del petróleo y del gas**. No se han determinado fugas relacionadas con el carbón o los residuos. Los flujos de emisión de las fugas de metano se estiman entre 1 tn/h y 3tn/h, pero existe un flujo emisor que supone un $9,19 \pm 4,6$ tn/h de metano. Todas las fugas se encuentran en plataformas de alta mar, en instalaciones de grandes empresas energéticas internacionales como Exxon o Chevron, entre otras.



Ejemplo de fuga de metano detectada en plataformas petrolíferas frente a las costas de Angola. Fuente: <https://methanedata.unep.org/plumemap>



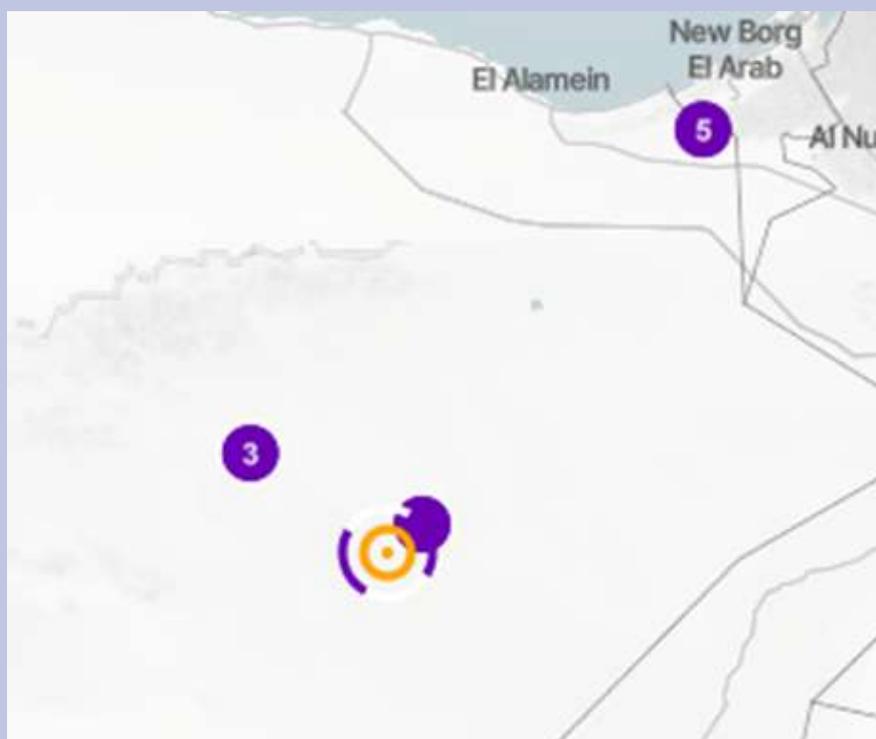
Bloques para concesiones de explotación de gas y petróleo frente a las costas de Angola. Fuente: <https://brazilenergyinsight.com/2018/12/13/angola-tries-to-jump-start-oil-exploration-to-halt-output-drop/>

La industria petrolera de Angola está dominada por el sector de la exploración y la producción de crudo y gas natural en alta mar. Casi el 75% de la producción actual de petróleo del país procede de yacimientos en alta mar (offshore). En la costa occidental de África Central, la producción de petróleo y gas se extiende a lo largo de más de 800 kilómetros, en una amplia variedad de instalaciones en alta mar. Se utilizan distintas técnicas de extracción para la producción tanto en aguas poco profundas como profundas. Algunas instalaciones se encuentran a una distancia de hasta 150 kilómetros de tierra.



Egipto

En 2023, España importó de **Egipto 4.475 GWh de gas natural (GNL) y 143.000 toneladas de crudo**. Según los datos del portal público de IMEO-UNEP, en Egipto se observaron un total de **25 fugas de metano en el sector del petróleo y el gas y 19 procedentes de residuos**, estas últimas las más significativas ya que los flujos de emisión estimados tienden a superar las 6 tn/h.



Ejemplo de fugas detectadas en la zona de El Alamein, Egipto. Fuente: https://data.carbonmapper.org/?details=CH4_1B2_250m_28.44031_29.52781%3Fstatus%3Dnot_deleted#6.13/30.039/29.86

El Alamein es una de las cuencas gigantes del norte del desierto occidental de Egipto. La producción de crudo del desierto occidental registró una media anual de 100 millones de barriles en 2019 y representó el 51,4% de la producción total del país. La zona está operada por Tharwa Petroleum Co (Tharwa). El yacimiento de petróleo convencional de la Concesión de Alamein Oriental recuperó el 91,41% de sus reservas totales, con un pico de producción en 2013. En la **cuenca de El Alamein se han detectado aproximadamente 20 fugas de metano**. En los flujos de emisión estimados que se observaron, la mayoría de ellas están en el rango $2,3 \pm 0,9$ tn/h y solo una tiene un rango de $6,45 \pm 2,83$ tn/h.



Libia

España importó de Libia **4,34 millones toneladas de crudo durante 2023 y nada de gas natural**. La industria petrolera representa más del **95% de los ingresos de exportación y el 60% del PIB libio**. La combinación de estos ingresos petroleros y la relativamente escasa población hacen que Libia tenga uno de los PIB nominales per cápita más altos de África.

Según los datos de IMEO-UNEP, **se identificaron un total de 82 fugas del sector petrolífero y gasista**. La variedad de los flujos de emisión estimados de las fugas es muy amplia, siendo la más elevada de $8,67 \pm 3,26$ tn/h. El resto se encuentra entre los parámetros de 1 tn/h y 4 tn/h. No obstante, el sistema Kayross, a través del Sentinel-5P/TROPOMI – ESA, ha encontrado fugas de 24 tn/h y 16 tn/h de metano emitido.

La imagen de la derecha muestra una fuga super emisora de metano identificada en un emplazamiento de explotación petrolífera en Libia, observado por Copernicus Sentinel-5P el 26 de julio de 2021. Una observación realizada con satélites GHGSat, dirigida a partir de detecciones Tropomi en la zona, revela emisiones de una llamarada no iluminada.

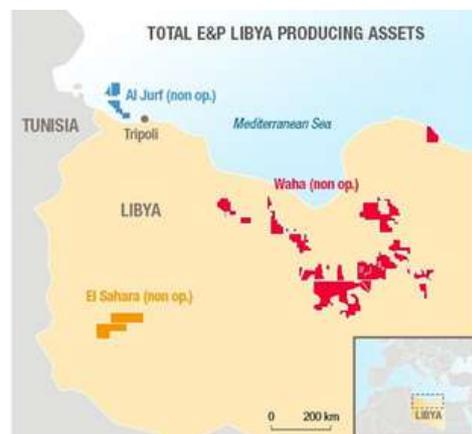
Waha Concession Fields es un yacimiento de petróleo convencional situado en la costa libia y explotado por Waha Oil. El yacimiento es propiedad de ConocoPhillips, National Oil y Total Energies. Del total de fugas, aproximadamente **unas 52 se localizan en este yacimiento**.



Penacho superemisor de metano observado en una explotación petrolífera en Libia. Fuente: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2023/09/Methane_enhancement_over_Libya



Detecciones de concentración de fugas de metano en explotaciones de gas y petróleo en Libia. Fuente: <https://methanedata.unep.org/plumemap>



Distribución de concesiones de explotación de gas y petróleo en Libia. Fuente: <https://www.oj.com/general-interest/article/14073358/libyas-noc-government-endorse-totals-entry-into-waha-concessions>

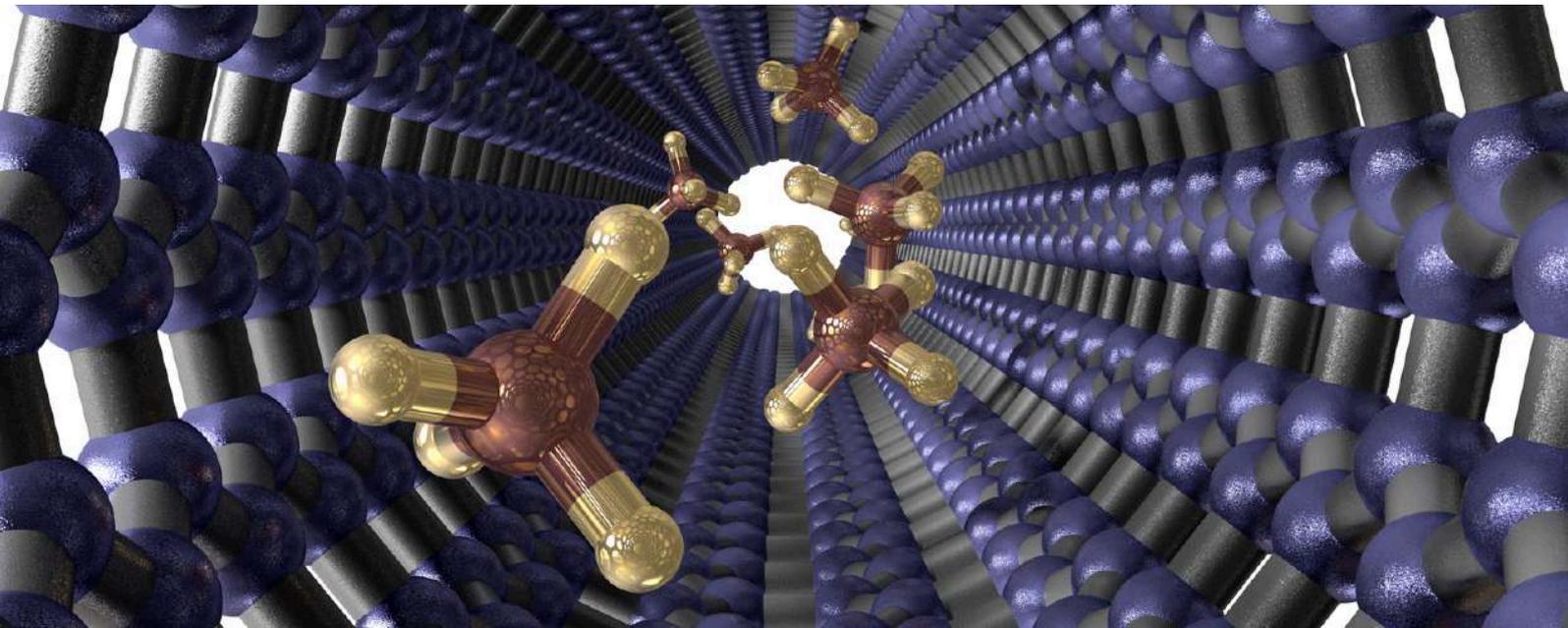


Importaciones de Eurasia y fugas de metano detectadas

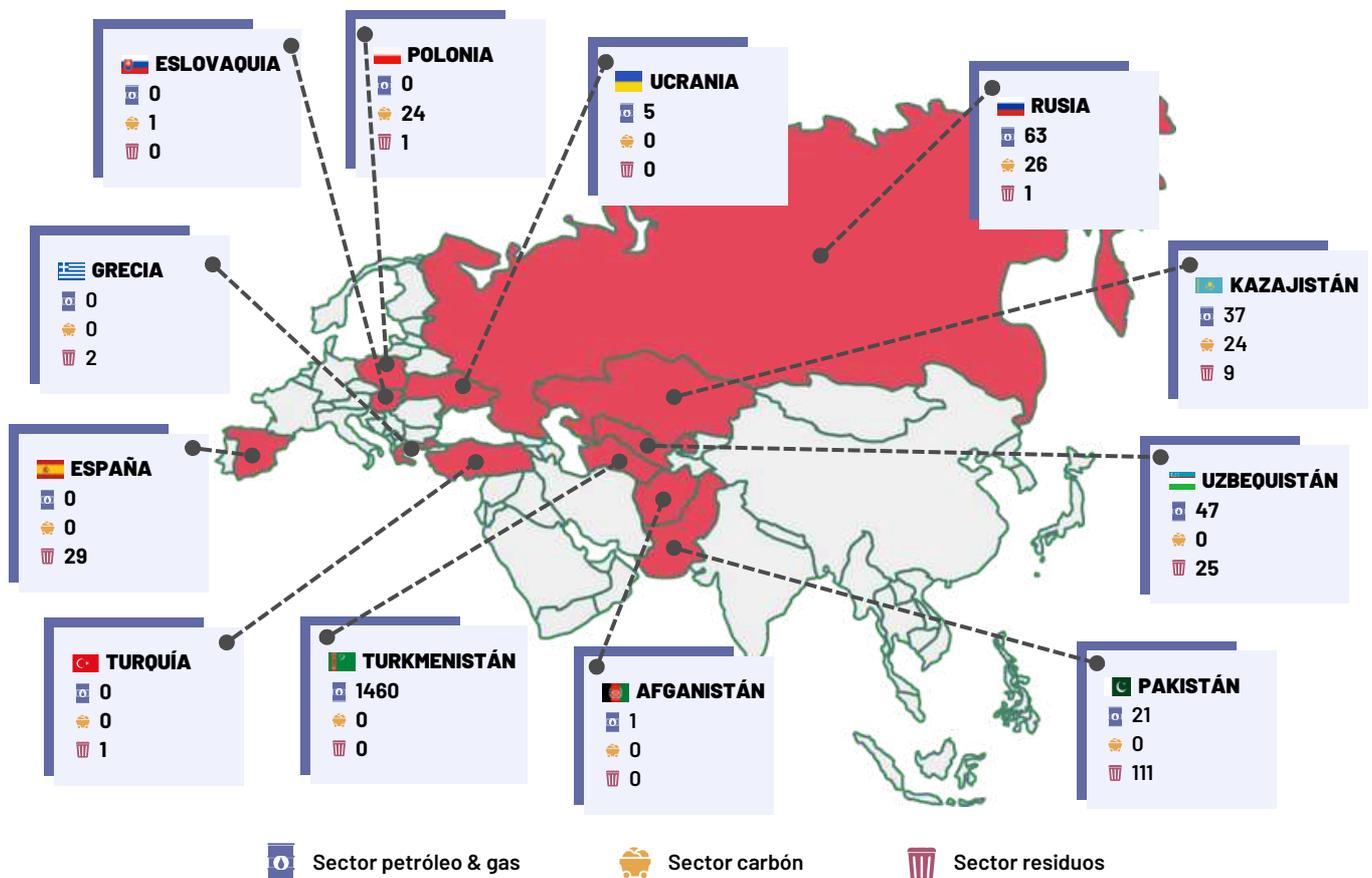
Los datos del CORES de 2023 se agregan en las zonas geográficas de Europa y Eurasia. La **importación total de España de este conglomerado de países es de 102.079 GWh, el 26% del total de las importaciones mundiales de gas natural**. El 76% de estas importaciones son de GNL (77.569 GWh). Entre los países de los que más importó España en 2023, destacan Rusia, con 72.690 GWh de GNL (71%), Francia, con 13.393 GWh (13%), y Portugal, con 10.058 GWh (10%). Además, también se importó gas natural de Reino Unido.

En cuanto a las importaciones de crudo en 2023 de esta zona geográfica, se **importaron un total de 6,98 millones de toneladas de crudo, el 11% del total**. En gran parte, proceden de Kazajistán (44%, 3 millones de toneladas) y Azerbaiyán (22%, 1,5 millones de toneladas). También se importó crudo de países como Noruega, Italia, Albania y Reino Unido.

Respecto a las fugas de metano observadas por satélite, para los diferentes sectores (petróleo, gas, residuos y carbón), **ascienden a 1.888 entre los países analizados, representando el 51% de las fugas observadas en todo el mundo (3.696)**. Del total, 49 fueron observadas en 2022, 1.583 en 2023 y 256 en 2024.



FUGAS DETECTADAS EN PAÍSES DE ASIA Y EUROPA



Fugas identificadas en países de Europa y Asia occidental de los que España es importador de gas o petróleo. Fuente: IMEO-UNEP.

Según los datos de IMEO-UNEP, se han encontrado con dos problemas. Uno de ellos es que, **Europa**, pese a no ser país productor de hidrocarburos, **apenas ha sido mapeado o no se han identificado fugas por encima del umbral de detección de los actuales satélites**. Solamente se han detectado cinco fugas en Ucrania y es imposible encontrar una causa en un periodo de conflicto bélico. Así mismo, es evidente que el gran problema actual de las fugas de metano en Europa está asociado con el sector del carbón en las cuencas mineras de Polonia.

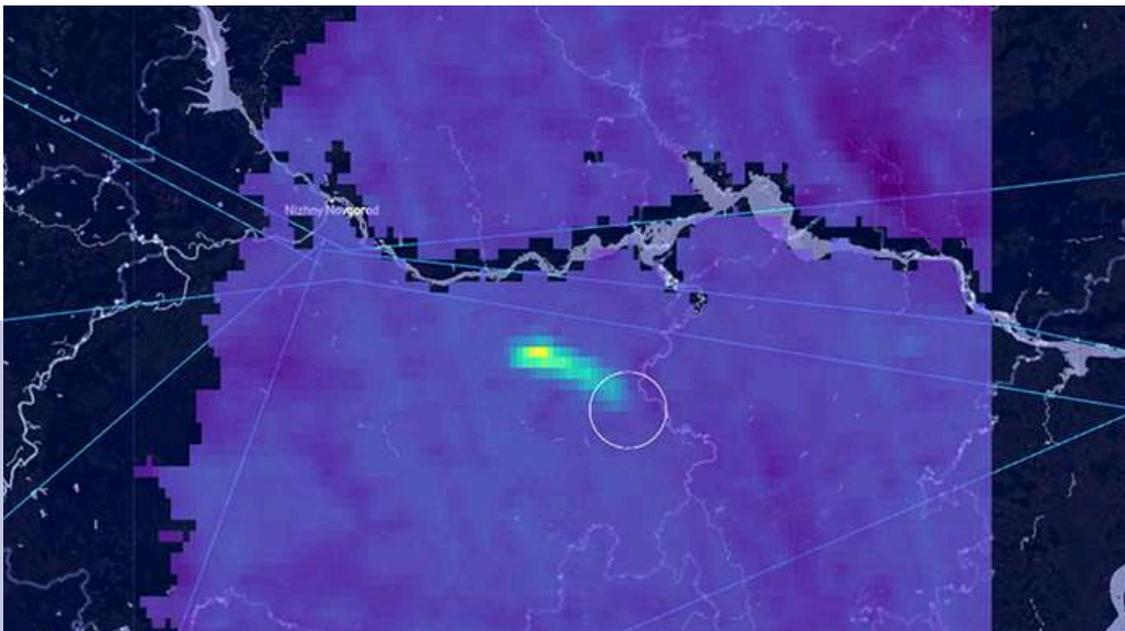
Por otro lado, los istanes de Asia central suponen un grave problema climático. **Solo Turkmenistán**, de donde España no importa hidrocarburos, **tiene más de 1.460 fugas identificadas por satélite, el 39,5%** de todas las que han sido muestreadas a nivel mundial entre 2022 y abril de 2024.



Rusia

Durante 2023 España importó un total de **72.690 GWh de GNL**. Debido a que la UE prohibió el transporte marítimo de petróleo crudo ruso (a partir del 5 de diciembre de 2022) y de productos petrolíferos (a partir del 5 de febrero de 2023) a terceros países, no hubo importaciones en 2023 a España (cuando en 2021 eran 2,5 millones de toneladas).

Según los datos recabados por el IMEO, se observaron un total de **63 fugas de metano del gas y petróleo, 26 procedentes del carbón y 1 de residuos**. La mayoría de fugas son de super emisores, con flujos de emisión estimados superiores a los 15 tn/h de metano. En Rusia, la vigilancia y detección por satélite probablemente solo capte una parte de todos los super emisores, debido a la ineficacia de los satélites en regiones nevadas de alta mar como en el norte de Rusia. Es la región donde se encuentra una gran parte de las plataformas de extracción offshore. No obstante, según un estudio reciente, de unos 1.800 super emisores identificados mediante el análisis de imágenes de metano atmosférico muestreadas por el Instrumento de Monitorización Troposférica, un sensor transportado por el satélite Sentinel-5P de la Agencia Espacial Europea, en 2019 y 2020 una gran proporción de estos eventos se concentraron en Rusia, principalmente cerca de los gasoductos Yamal y Brotherhood, que llevan el gas ruso a los mercados europeos. Según estos datos, desde enero de 2019 hasta mediados de septiembre de 2022, Rusia fue responsable de, aproximadamente, el 16% de las super emisiones mundiales atribuidas al sector del petróleo y el gas.



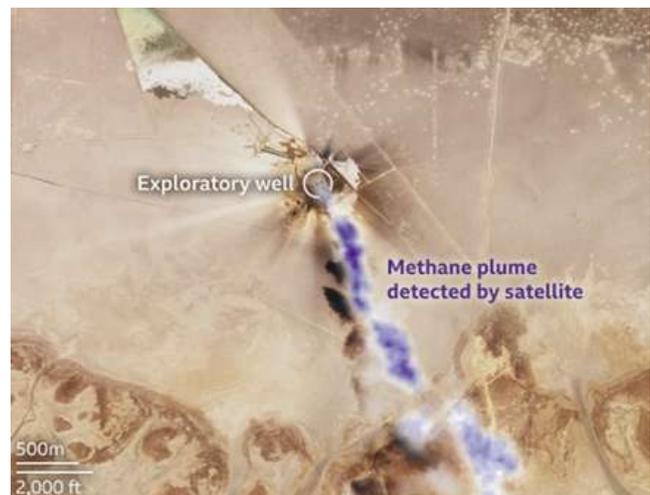
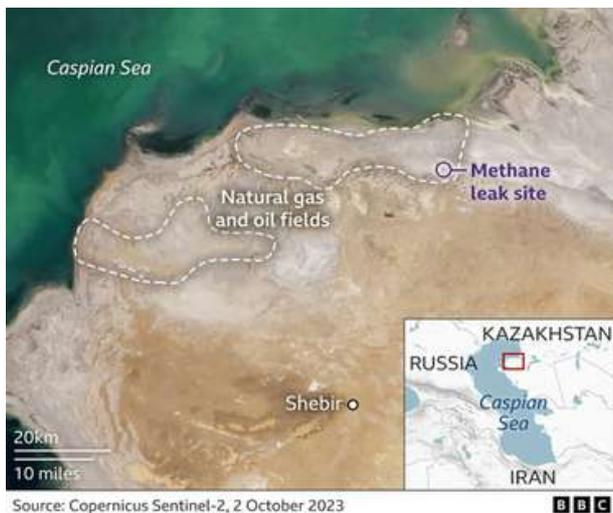
Fuga en un gasoducto propiedad de la empresa gasista Gazprom, controlado por el Estado, a 600 km de Moscú. Fuente: <https://www.themoscowtimes.com/2021/11/01/satellites-detect-massive-russia-methane-leak-bloomberg-a75410>



Kazajistán

España importó un total de **3 millones de toneladas de crudo**. No hay importaciones de **gas** durante todo 2023. El IMEO-UNEP ha identificado un total de **37 fugas del sector gas y petróleo, 24 de carbón y 9 de residuos**. El rango de los flujos de emisión estimados en las fugas son muy variables, entre las 2 y las 6 tn/h de metano emitido.

Uno de los peores escapes de metano jamás registrados tuvo lugar en 2023 en un remoto pozo de Kazajistán. Se calcula que se escaparon **127.000 toneladas de metano** cuando una explosión provocó un incendio que se prolongó durante más de seis meses.



Fuga detectada por Kayrros en Kazajistán, donde se escaparon 127.000 toneladas de gas. Provocó un incendio que se prolongó durante más de seis meses. Fuente: <https://www.bbc.com/news/world-asia-68166298>

Kazajistán se sumó al Compromiso Mundial contra el Metano y anunció su cooperación con EEUU para desarrollar normas nacionales que eliminen el venteo no urgente de metano y exijan la detección y reparación de fugas en el sector del petróleo y el gas lo más pronto posible, antes de 2030.

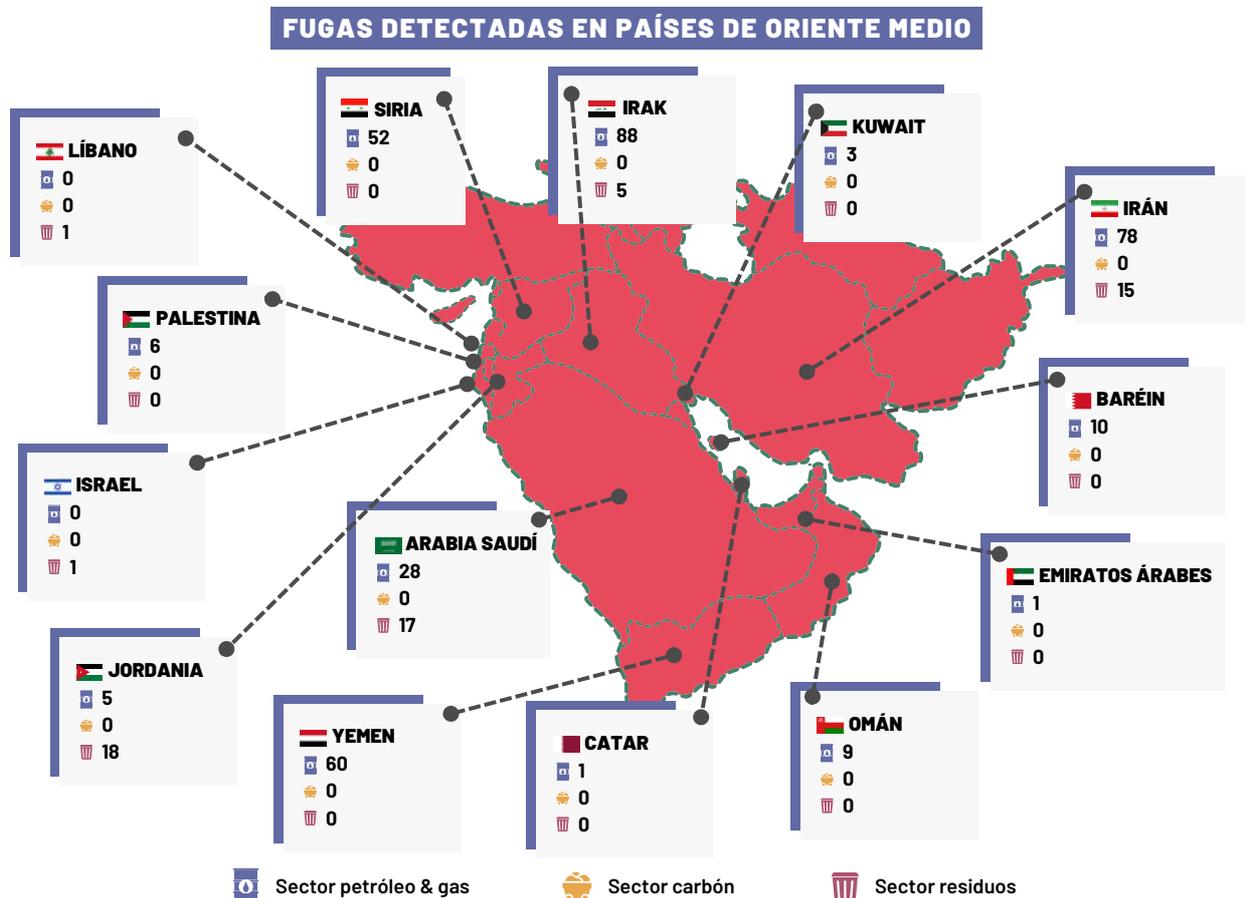


Importaciones de Oriente Medio y fugas de metano detectadas

En 2023, España importó de Oriente Medio de **17.071 GWh de gas natural**, el **12% del total de las importaciones anuales de este combustible fósil**. Este porcentaje tan bajo se debe, en gran parte, a que solo se importó gas de dos países, 14.169 GWh de Qatar (83%) y 2.902 GWh de Omán (17%). Todo el gas natural que se importó era GNL transportado en metaneros.

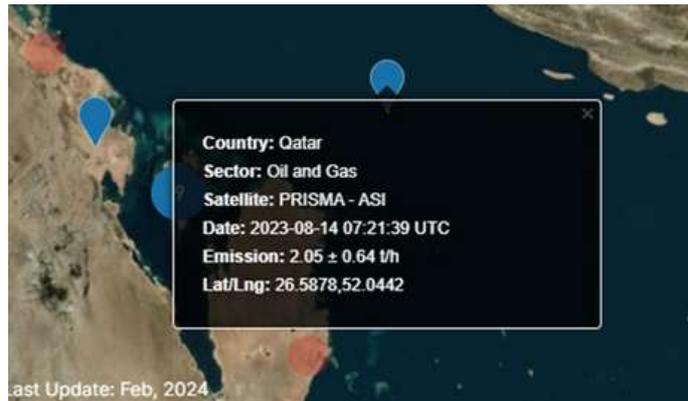
Analizando los datos de crudo, nuestro país importó **7,22 millones de toneladas**. El **11,7% del total** de las importaciones a nivel mundial en 2023, procedentes de dos países: 4, 1 millones de toneladas de Arabia Saudí (57%) y 3,1 millones de toneladas procedentes de Irak (43%).

Si se analizan los datos del IMEO, a marzo de 2024, se han identificado un **total de 425 fugas de metano** en la zona de Oriente Medio del sector petrolero, gasista, carbón y residuos, en un total de 9 países (Baréin, Irán, Irak, Jordania, Kuwait, Omán, Arabia Saudí, Qatar y Yemen). Estas fugas representan el **11,5% de todas las que se han encontrado a nivel mundial entre 2022 y abril de 2024**. Los países que presentan más fugas, aunque España no importe directamente gas o petróleo, son Irán con 54 y Yemen con 44.



Qatar

España importó en 2023 un total de **14.169 GWh de GNL**. No se importó nada de crudo. Según los datos de la base pública del IMEO, en Qatar **solo se ha observado, hasta la fecha, una fuga del sector del petróleo y gas**. El flujo de emisión estimado es de $2,05 \pm 0,66$ tn/h de metano.

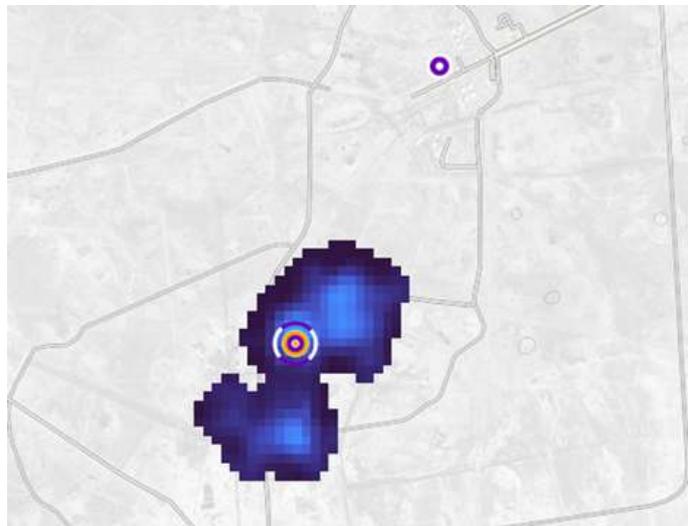


Única fuga de metano detectada en Qatar por IMEO. Fuente: <https://methanedata.unep.org/plumemap>

Según las estimaciones por satélite publicadas por el GGFR del Banco Mundial, Qatar **quema unos 1.000 millones de metros cúbicos de gas (bcm) al año**. QatarEnergy se enfrenta al doble reto de suministrar energía y reducir las emisiones, comprometiéndose a ambas oficialmente. QatarEnergy anunció en 2022 su adhesión a la iniciativa "Objetivo Cero Emisiones de Metano", con el fin de lograr una huella de metano casi nula de los activos de petróleo y gas explotados para 2030.

Omán

España importó un total de **2.902 GWh de GNL en 2023**. No hubo importaciones de crudo. En la base de datos del IMEO se han identificado un total de **9 fugas en el sector del petróleo y gas**. Gran parte de los flujos de emisión estimados son de entre 1 y 3 tn/h, pero destaca una **fuga de $5,18 \pm 1,7$ t/h de metano emitido**, detectada por el Landsat - NASA/USGS.



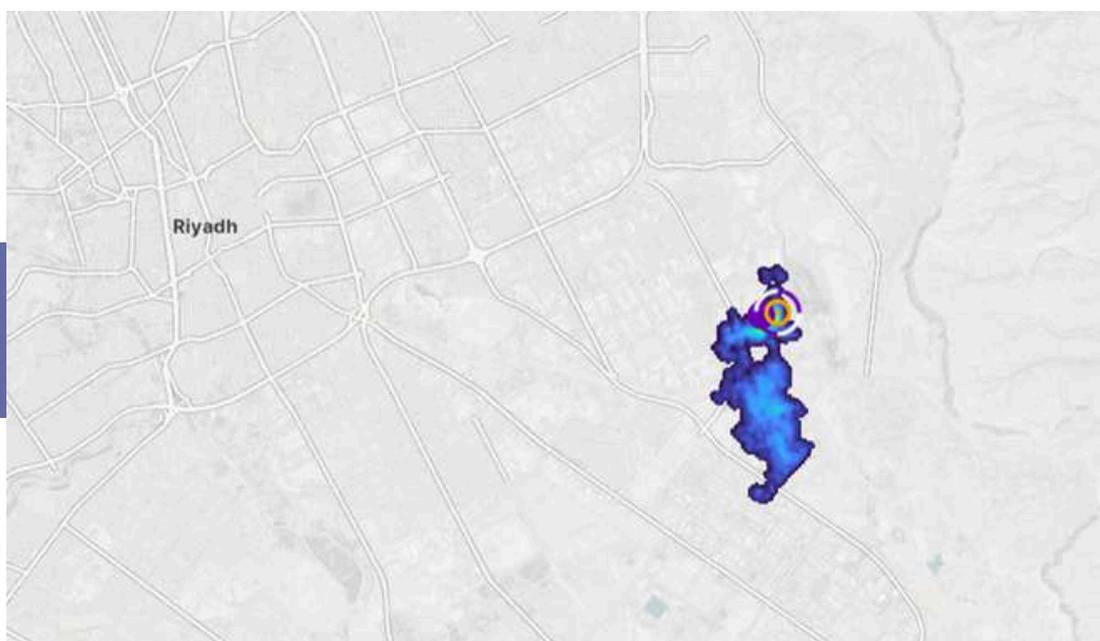
Fuga detectada en Ibrí, Omán, procedente del sector petróleo y gas. No se ha podido cuantificar todavía. Fuente: https://data.carbonmapper.org/?details=CH4_1B2_250m_56.01894_22.13866%3Fstatus%3Dnot_deleted#13/22.14447/56.03056

Una de las principales empresas propietarias de campos de extracción del norte de Omán, Oxy Omán, ya ha declarado su intención de reducir las fugas de metano, marcándose el objetivo de detectarlas y monitorizarlas para crear una base de datos para su seguimiento semanal. Además, instalarán sensores ópticos de detección para establecer una rutina en el mantenimiento de operación y se realizarán más investigaciones e inspecciones para conocer mejor la procedencia y reducir el número de fugas.



Arabia Saudí

Según los datos de CORES, en 2023 España importó un total de 4,1 millones de toneladas de crudo de Arabia Saudí. No hubo importaciones de gas natural. En el IMEO se han observado un total de **28 fugas de metano de gas y petróleo y 17 de residuos**. Entre las más destacadas, en el sector de los combustibles fósiles, se encuentra un flujo de emisión estimado de $4,10 \pm 2,08$ tn/h de metano. Sin embargo, los flujos más destacados son del sector residuos, ya que la mayoría están por encima de las 10 Tn/h, destacando una fuga de $15,91 \pm 8$ tn/h.



Fuga detectada cerca de Riyadh, procedente del sector residuos. Tiene un flujo de emisión de 516 ± 33 kg/h de metano. Fuente: https://data.carbonmapper.org/?details=CH4_6A_500m_46.90012_24.61384%3Fstatus%3Dnot_deleted#10.56/24.6074/46.9051

Las estimaciones por satélite para el **sector saudí del petróleo y el gas detectadas por Kayros** sólo se refieren a los yacimientos de petróleo y gas, incluyendo las emisiones procedentes de la producción y contabilizando parcialmente el transporte de hidrocarburos y el procesamiento de gas que se producen en las proximidades de los yacimientos. Los resultados tienen importantes implicaciones políticas para los responsables saudíes, dado que **Arabia Saudí es signataria del Compromiso Mundial del Metano, cuyo objetivo es reducir las emisiones en un 30% en todo el mundo para 2030**. Una mejor información sobre las emisiones saudíes puede orientar acciones climáticas más eficaces. Por ejemplo, en Arabia Saudí, los resultados de las estimaciones por satélite apuntan a la importancia de abordar las emisiones de metano procedentes de los sectores de residuos, que son el principal foco de emisiones de metano.



Irak

España importó de Irak un total de **3,1 millones de toneladas de crudo durante 2023**. No hubo importaciones de gas natural. Según la base de datos del IMEO, se **han identificado un total de 88 fugas del sector de gas y petróleo y 5 en residuos**, con diferentes volúmenes y ratios de emisión.



Imagen del total de fugas detectadas, de todos los sectores, sobre la superficie de Irak. Fuente: <https://data.carbonmapper.org/>

En 2022, los beneficios colaterales de la mitigación del metano ayudaron a crear consenso para incluir el metano en el plan de acción climática de Irak. El país pretende aprovechar el apoyo internacional para reducir sus emisiones de GEI en un 15% para 2030, entre otras cosas reduciendo las emisiones de metano de los sectores del petróleo y el gas, la agricultura y los residuos. Irak demostró su compromiso de actuar firmando el Compromiso Mundial contra el Metano.



Importaciones de América y fugas de metano detectadas

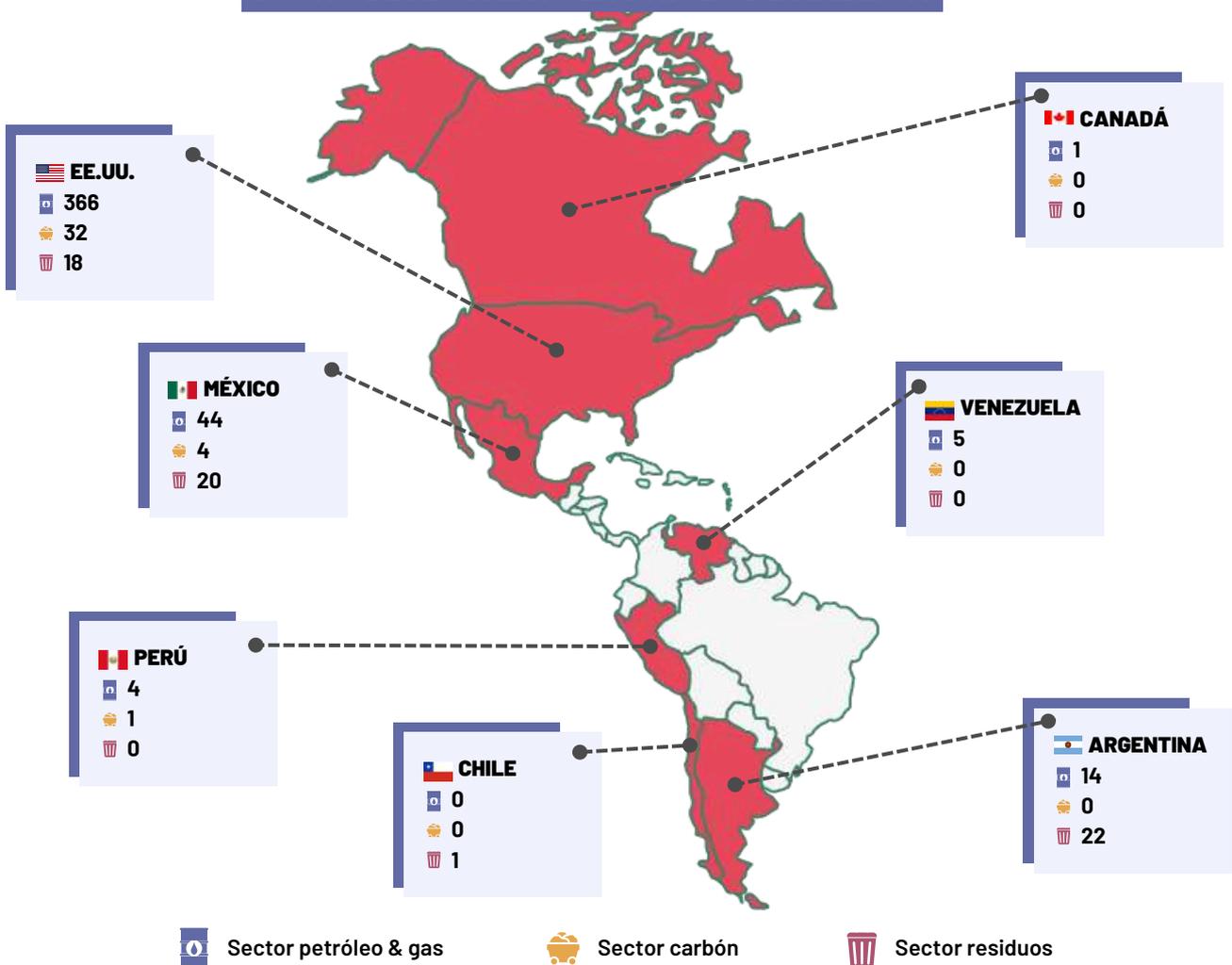
También del CORES se ha extraído que **España importó un total de 93.632 GWh de gas natural de América, el 24% del total** importado de este combustible fósil a nivel internacional. **Todo el gas natural que se importó era GNL.** El gran exportador de GNL a España es **EEUU, con más de 82.858 GWh, el 88% de las importaciones de América.** El resto solo procede de dos países, Perú, con 5.251 GWh, y Trinidad y Tobago, con 5.523 GWh.

Respecto a las importaciones de crudo, **en 2023 se importaron un total de 28,8 millones de toneladas de crudo del continente americano, el 46,8% del total de importaciones de España.** Existe una gran variedad y diversificación de proveedores. Destacan EEUU con 8, 8 millones de toneladas de crudo (30%), México, con 7 millones (24%) y Brasil, con 6,6 millones (23%), pero también hay importaciones, en menor volumen, de países como Canadá, Colombia, Trinidad y Tobago, Venezuela y Ecuador.

Si analizamos las fugas identificadas por el IMEO en **América, el total del muestreo en los diferentes sectores (gas, petróleo, carbón y residuos) asciende a 532 fugas de metano identificadas.** Esta cifra representa el 14,9% del total a nivel mundial. Por países, destaca, con diferencia, EEUU, con más de 416 fugas observadas a nivel satelital, prácticamente el 78% de todas las detectadas en la actualidad en América. En otros países como Argentina, México y Perú también se han detectado fugas en los diferentes sectores.



FUGAS DETECTADAS EN PAÍSES DE AMÉRICA



Fugas identificadas en países de América de los que España es importador de gas o petróleo. Fuente: IMEO-UNEP.

Un punto que destacar es que, a día de hoy, la **inexistencia de proyectos de mapeo satelital de países que son grandes exportadores de crudo y gas, a escala global, como son Brasil, Venezuela, Trinidad y Tobago o Canadá**, aumenta la probabilidad de que en el futuro las cifras de fugas detectadas aumenten. Estos mapeos satelitales llegarán en los próximos años. De hecho, en la actualidad está en proceso de desarrollo el mapeo en la zona occidental de Canadá llevado a cabo por la Universidad de Carleton o en el área de Toronto. También la Universidad de Colombia está investigando para realizar unas mediciones de fugas de metano en la zona norte de su país.



Proyectos que se están desarrollando sobre Colombia y Venezuela.

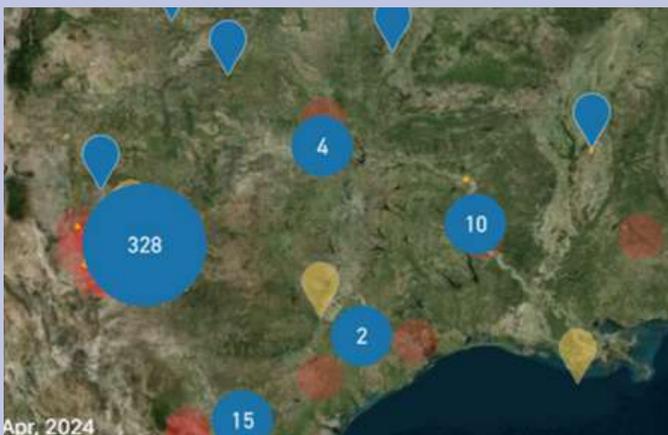
Fuente: <https://methanedata.unep.org/plumemap>



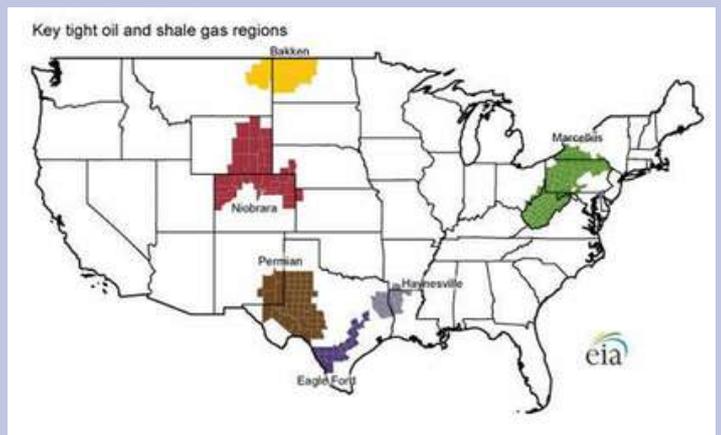
Estados Unidos

Las importaciones de España de EEUU en 2023 alcanzaron un total de **82.858 GWh de gas natural (GNL)**. También se importaron **8,7 millones de toneladas de crudo**. Según la base de datos del IMEO, en EEUU se han identificado un total de **366 fugas de metano del sector petróleo y gas, 32 procedentes de la actividad relacionada con el sector del carbón y 18 de los residuos**.

La Cuenca Pérmica es uno de los mayores yacimientos de petróleo y gas de EEUU y una de las zonas más productivas del mundo. Con una extensión de más de 86.000 millas cuadradas, desde el sur de Lubbock, pasando por Midland y Odessa y hacia el sur hasta casi el río Grande y el sureste de Nuevo México. Representa aproximadamente el 40% de toda la producción de petróleo de EEUU y casi el 15% de su producción de gas natural. Una gran cantidad de fugas, **alrededor de 320, se encuentran en esta cuenca**, distribuidas por toda la área.



Focos de fugas de metano observados en el área sur de Estados Unidos.
Fuente: <https://methanedata.unep.org/plumemap?mars=false>



Principales áreas de extracción de petróleo y gas en Estados Unidos.
Fuente: <https://www.aa.com.tr/en/energy/general/us-expects-largest-oil-output-increase-in-permian-basin/23551>

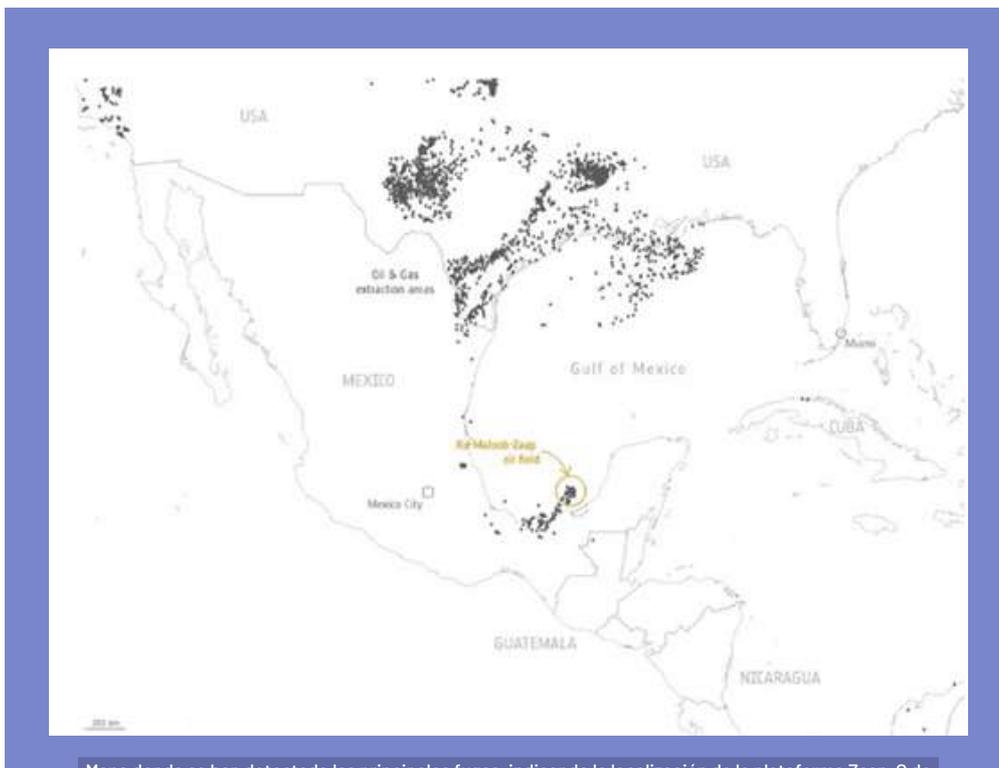
Para llegar al petróleo de la Cuenca Pérmica, empresas como **Pioneer Natural Resources, Chevron, Occidental Petroleum, EOG Resources, ExxonMobil y ConocoPhillips utilizan casi siempre el fracking**. De hecho, el 81% de todo el fracking mundial se lleva a cabo en EEUU. Es una de las formas más peligrosas de llegar a los yacimientos de petróleo y gas y se ha relacionado con agua contaminada, fugas de metano e, incluso, terremotos. Como efecto secundario de la producción de petróleo, Texas es responsable de la mayor parte de las emisiones de metano, con un 47% del gas natural venteado y quemado. Además, el fracking libera grandes cantidades de metano. De hecho, se calcula que los pozos de gas de esquisto fracturados pueden tener tasas de fuga de metano de hasta el 7,9%.



México

España importó de México un total de **7 millones de toneladas de crudo** en 2023. No hubo importaciones de gas natural. Según los datos de las observaciones del IMEO-UNEP, se han identificado un total de **44 fugas del sector gas y petróleo, 4 relacionadas con el carbón y 20 de residuos**. La mayor fuga detectada por el satélite Sentinel-2, muestra un flujo de emisión estimado de 94 tn/h de metano (con un \pm de 38 t/h), con otras cuatro fugas observadas con flujos estimados de más de 25 tn/h de metano.

Los datos recopilados del IMEO-UNEP mostraron que la problemática plataforma de Pemex (empresa estatal productora, transportista, refinadora y comercializadora de petróleo y gas natural) en el Golfo de México sufrió una fuga de metano recientemente, en concreto el 24 de diciembre de 2023. También la plataforma Zaap-C, una de las más importantes del Golfo de México, había tenido fugas al menos 25 días entre enero y noviembre de 2023.



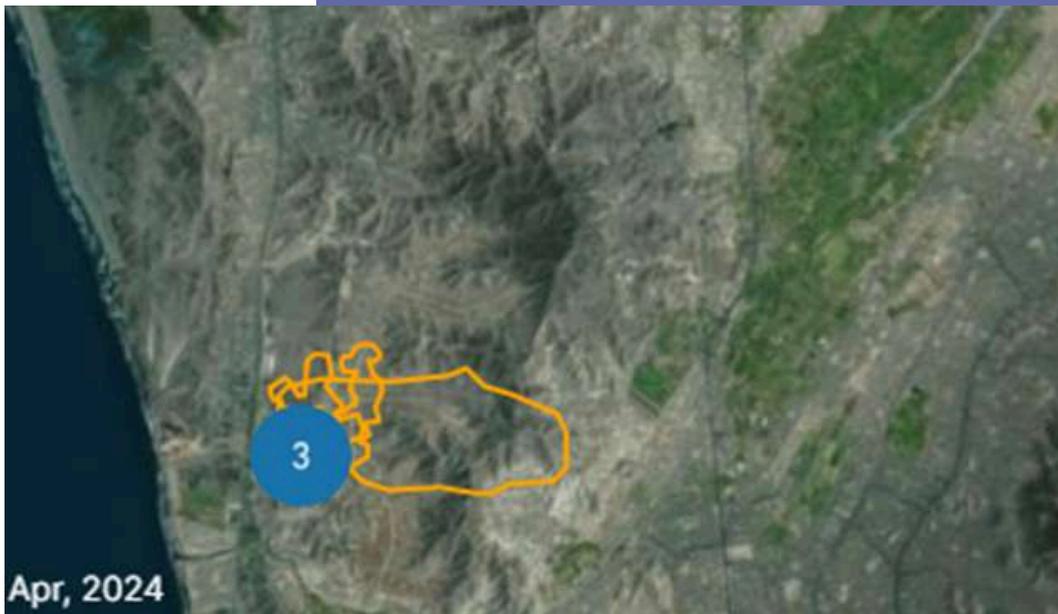
Mapa donde se han detectado las principales fugas, indicando la localización de la plataforma Zaap-C de Pemex. Fuente: <https://www.tiempo.com/ram/emisiones-de-metano-detectadas-sobre-plataformas-en-el-golfo-de-mexico.html>

Según una investigación de Reuters, por primera vez Pemex ha sido consciente de los componentes de la plataforma que necesitaban más que una reparación y de otras deficiencias relacionadas con la infraestructura desde, al menos, el mes de junio. Pemex necesita instalar dos nuevos turbocompresores en la plataforma, varias tuberías, infraestructura de conexión y un cortafuegos por motivos de seguridad. Los turbocompresores ayudan a comprimir el gas para poder reinyectarlo en el yacimiento.



Perú

España importó de Perú un total de **5.252 GWh de gas natural (GNL)** durante 2023. No hubo importaciones de petróleo. Según las detecciones del sistema IMEO, en Perú se observaron **4 fugas del sector del petróleo y el gas y solo una del carbón.**



Fugas agregadas detectadas en Perú, pertenecientes al sector del petróleo y gas. Fuente: <https://methanedata.unep.org/plumemap?mars=false>

Perú forma parte del Global Methane Pledge, desde su creación en la COP26. El Ministerio de Medio Ambiente de Perú (MINAM) manifestó su intención de transformar el sector de la gestión de residuos del país, disminuyendo las emisiones de metano y añadiendo valor económico. En la actualidad, el sector de los residuos peruano es el que más preocupa por su potencial de crecimiento, pese a que las fugas no han sido detectadas por el sistema IMEO. El país trabaja actualmente con la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para invertir millones de dólares en la construcción de nuevos vertederos artificiales en todo el país.



Fugas detectadas en las instalaciones de gestión de residuos

EN ESPAÑA

Según los datos de IMEO-UNEP, en los muestreos realizados en España entre 2022 y 2024 se han identificado un total de 29 fugas de metano de forma puntual del sector residuos, teniendo en cuenta las detectadas por la empresa Kayrros. Todas las emisiones se reportaron entre 2023 y 2024. Según han aclarado desde la Universidad Politécnica de Valencia, la superficie terrestre en la península Ibérica es bastante heterogénea y vegetada para la teledetección de metano desde el espacio. Por este motivo, y considerando la utilización del único sensor espacial que es de acceso público, se estima que las emisiones típicas de vertederos (emisiones más difusas que las que proceden de sectores como el petróleo y el gas) deben tener, al menos, un flujo de emisión ~1300 kg/h en condiciones meteorológicas favorables (baja velocidad de viento y sin nubes ni sombras de nubes).

Las fugas que han sido identificadas por IMEO-MARS desde 2022 a abril de 2024, son 12 en el sector relacionado con la gestión de residuos:

Satélite	Fecha	Ratio emisión (tn/h)	Incertidumbre (tn/h)	Latitud	Longitud
EMIT - NASA	02/2023	4.5	±2.3	37.986	-1.286
EMIT - NASA	02/2023	6.0	±3.0	40.267	-3.621
EMIT - NASA	04/2023	1.5	±0.76	39.290	-0.857
EMIT - NASA	04/2023	2.7	±1.3	37.991	-1.308
PRISMA - ASI	05/2023	1.9	±0.6	40.325	-3.594
PRISMA - ASI	05/2023	3.8	±1.15	40.266	-3.627
EMIT - NASA	06/2023	2.7	±1.36	37.983	-1.287
EMIT - NASA	08/2023	1.3	±0.6	39.283	-0.866
EMIT - NASA	10/2023	4.3	±2.1	40.258	-3.627
EMIT - NASA	10/2023	4.3	±2.1	40.325	-3.585
EMIT - NASA	10/2023	1.7	±0.8	37.973	-1.273
EMIT - NASA	10/2023	2.2	±1.1	37.984	-1.311



La empresa Kayrros de teledetección ha identificado y estimado flujos de un total de 17 fugas de metano procedentes del sector de los residuos en España:

Satélite	Fecha	Ratio emisión (tn/h)	Incertidumbre (tn/h)	Latitud	Longitud
Sentinel - 5P	01/2024	6.11	± 2.75	40.283	-3.595
Sentinel - 5P	02/2024	6.27	± 2.82	40.253	-3.676
Sentinel - 5P	12/2023	7.77	± 3.50	40.359	-3.581
Sentinel - 5P	12/2023	7.90	± 3.55	40.260	-3.677
Sentinel - 5P	12/2023	8.20	± 3.69	40.424	-3.661
Sentinel - 5P	12/2023	12.45	± 5.60	40.292	-3.570
Sentinel - 5P	12/2023	13.19	± 5.94	40.354	-3.658
Sentinel - 5P	02/2023	13.29	± 5.98	40.027	-4.010
Sentinel - 5P	01/2023	16.19	± 7.29	40.269	-3.691
Sentinel - 5P	02/2023	17.19	± 7.74	40.254	-3.801
Sentinel - 5P	12/2023	17.71	± 7.97	40.476	-3.669
Sentinel - 5P	02/2023	18.17	± 8.17	40.324	-3.573
Sentinel - 5P	02/2023	19.95	± 8.98	40.371	-3.740
Sentinel - 5P	03/2023	20.85	± 9.38	40.281	-3.598
Sentinel - 5P	01/2023	21.27	± 9.57	40.325	-3.666
Sentinel - 5P	08/2023	23.33	± 10.50	40.308	-3.758
Sentinel - 5P	01/2023	24.72	± 11.12	40.409	-3.559

Fuente: <https://methanewatch.kayrros.com/map>



Antes de continuar con las emisiones de cada vertedero, es importante señalar las metodologías de contabilización y detección de las emisiones del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes para comprender por qué hay variaciones tan elevadas entre distintos años. Así, hay que diferenciar entre:



MEDIDO

Datos de emisiones que se basan en mediciones. Para obtener los datos de emisiones correspondientes al año de referencia pueden ser necesarios cálculos adicionales, considerando los caudales, las corrientes u otros datos del proceso. Se utilizará "M" cuando los datos de las emisiones procedan de sistemas de control o monitorización de los procesos en continuo o discontinuo. También debe utilizarse "M" cuando las emisiones anuales se determinan en base a mediciones puntuales.



CALCULADO

Datos de emisiones basados en cálculos. Deben consignarse con "C" los valores de emisiones obtenidos a partir de factores de emisiones, balances de materia y demás cálculos que utilicen variables de los procesos tales como el combustible utilizado, los índices de producción, etc., En algunos casos pueden utilizarse métodos de cálculo más complejos a partir de variables como la temperatura, la radiación global, etc.



ESTIMADO

Cuando los datos de emisiones se basan en estimaciones no normalizadas. Deben identificarse con "E" cuando las emisiones se determinan en base a opiniones o experiencias de expertos según métodos no referenciados o disponibles para todo el mundo, en caso de ausencia de estándares o normas internacionales para la estimación de emisiones o cuando se basen en la aplicación de guías de buenas prácticas.



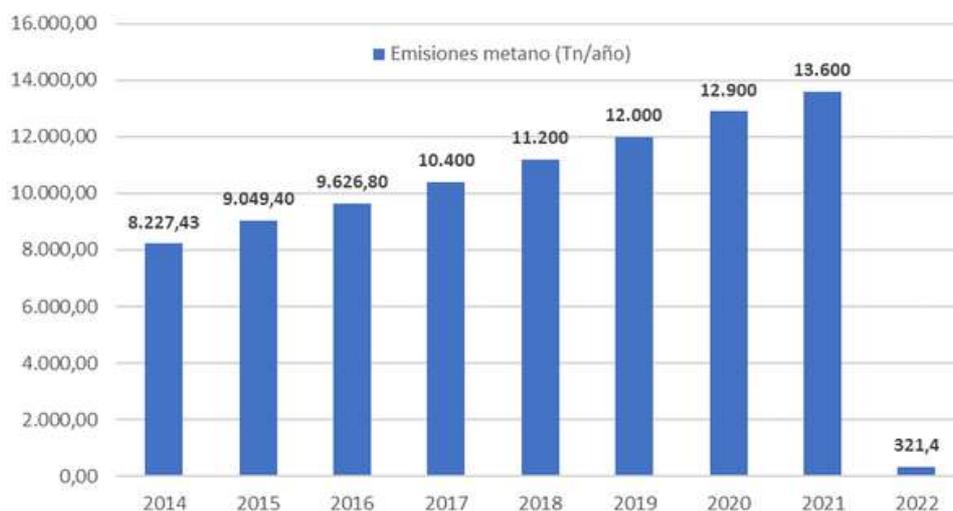
Comunidad Autónoma de Madrid

Vertedero y planta de biometanización de Pinto

El depósito controlado de Pinto entró en funcionamiento en 1986. Abarca una extensión de 148 hectáreas y recibió, según los datos extraídos del año 2012, 757.656,24 toneladas de residuos procedentes de los 71 municipios que se encuentran dentro del ámbito de actuación de la Mancomunidad del Sur, prestando servicio a 1.885.608 habitantes. Está gestionado por la Mancomunidad del Sur y explotados por FCC y Urbaser.

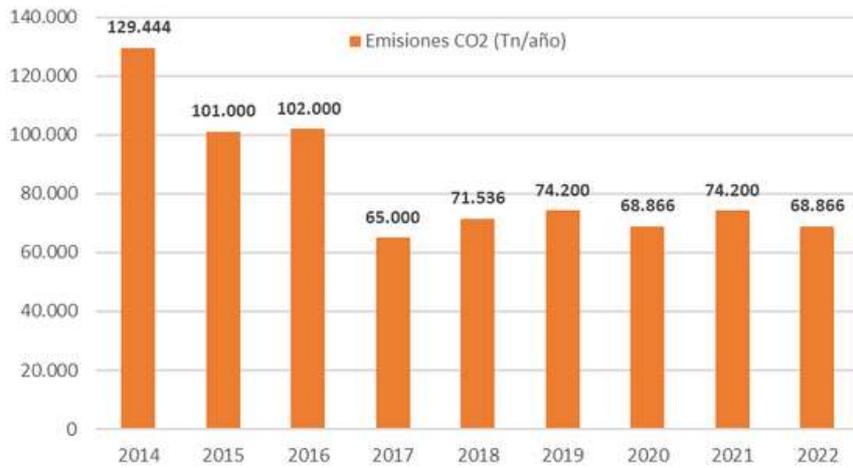
La construcción junto al vertedero de la planta de biometanización permite extraer el biogás de las celdas ya selladas para su aprovechamiento que, con la combustión del gas generado durante el proceso de biometanización, producen una cantidad de energía eléctrica equivalente a la necesaria para suministrar electricidad a unos 40.000 hogares.

EMISIONES REPORTADAS

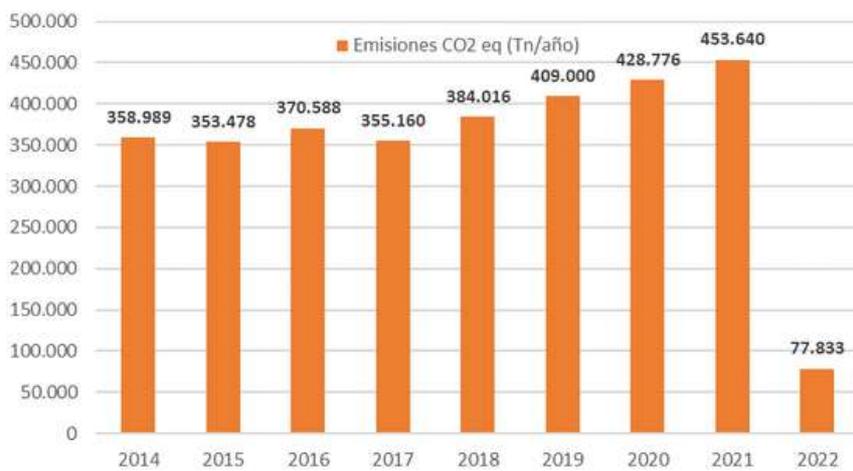


Datos de emisiones de metano, publicados en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes del MITECO, del depósito controlado de Pinto. Fuente: https://prtr-es.es/informes/fichacomplejo.aspx?Id_Complejo=1458



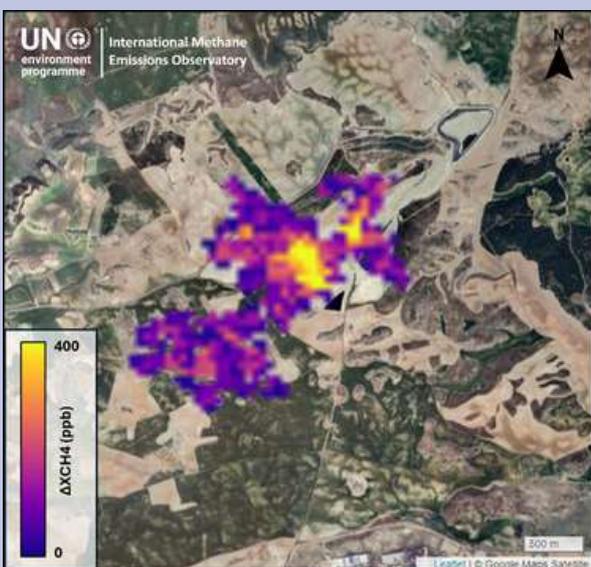


Datos de emisiones de CO2, publicados en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes del MITECO, del depósito controlado de Pinto. Fuente: https://prtr-es.es/informes/fichacomplejo.aspx?Id_Complejo=1458



Variación anual de las emisiones de CO2 eq calculadas según los datos obtenidos del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes del MITECO para el depósito controlado de Pinto. Fuente: Elaboración propia.

EMISIONES DETECTADAS POR SATÉLITE



Emisión de metano detectada el 7 de octubre de 2023 por el sensor EMIT de la NASA sobre el vertedero de Pinto. Fuente: IMEO - UNEP.

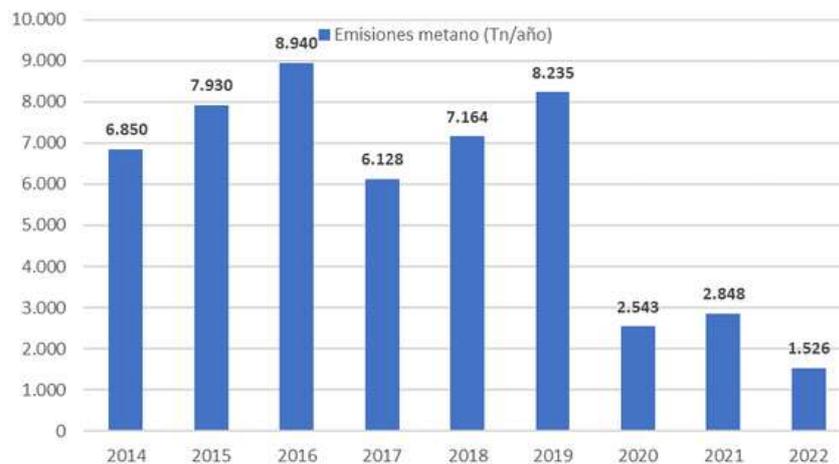
El satélite PRISMA, de la Agencia Espacial Italiana, y el sensor EMIT de la NASA, ubicado en el ISS, han detectado emisiones sobre este vertedero. PRISMA pudo observar una fuga el 10 de mayo de 2023, con un **flujo estimado de $3,86 \pm 1,16$ tn/h**, y el sensor EMIT observó 2 fugas, el 24 de febrero y el 7 de octubre de 2023, con flujos de emisión estimados de **$6,05 \pm 3,03$ tn/h y $4,28 \pm 2,15$ tn/h, respectivamente**. Las emisiones han sido reportadas por el Observatorio Internacional de Emisiones de Metano (IMEO) de UNEP mediante su [portal de datos público](#). Se ratifica que es el vertedero de Pinto por las coordenadas donde ha sido detectada la fuga, lat/long: 40.262, -3.633.

Vertedero de Las Dehesas de Valdemingómez

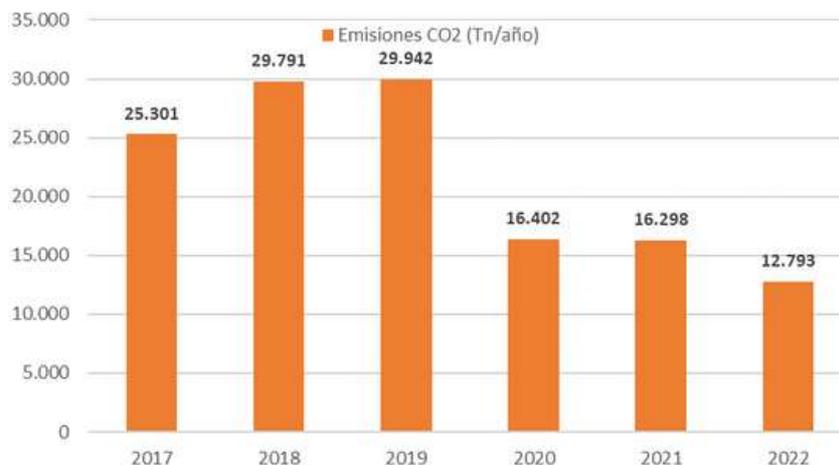
Los principales procesos que se desarrollan en este centro, inaugurado en el año 2000, son la separación y clasificación de materiales reciclables y el compostaje de la materia orgánica, la incineración de animales muertos, el depósito en vertedero, este último acompañado de la extracción de biogás para su futuro aprovechamiento energético, el tratamiento de residuos voluminosos y una planta de granceado y extrusión de PEAD.

Sus instalaciones y sistemas de tratamiento permiten absorber más de la mitad del total de residuos que se reciben en el Parque Tecnológico de Valdemingómez. Este gran complejo dispone de las siguientes instalaciones: planta de separación y clasificación, área de tratamiento de residuos voluminosos, planta de compostaje y desgasificación y aprovechamiento energético del biogás, entre otros.

EMISIONES REPORTADAS

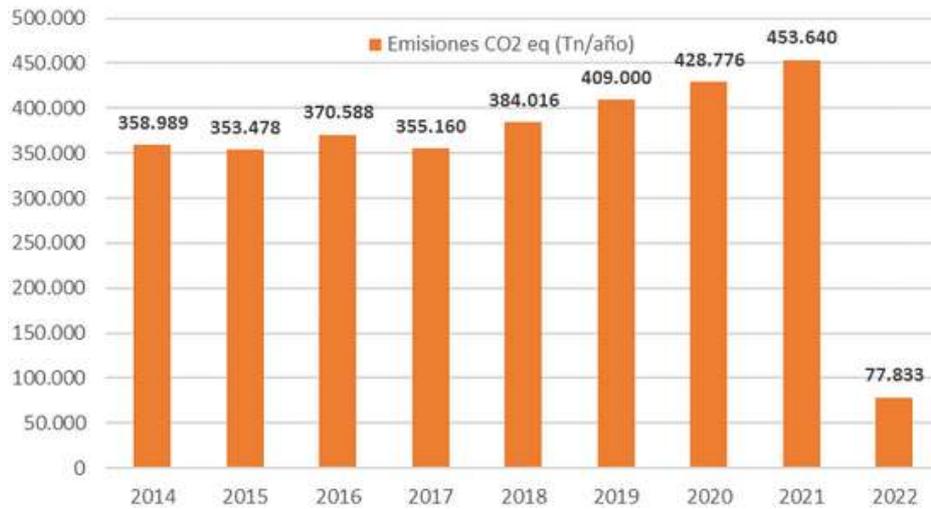


Datos de emisiones de metano, publicados en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes del MITECO, del Vertedero de Las Dehesas. Fuente: https://prtr-es.es/informes/fichacomplejo.aspx?id_Complejo=3164



Datos de emisiones de CO2, publicados en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes del MITECO, del Vertedero de Las Dehesas. Fuente: https://prtr-es.es/informes/fichacomplejo.aspx?id_Complejo=3164

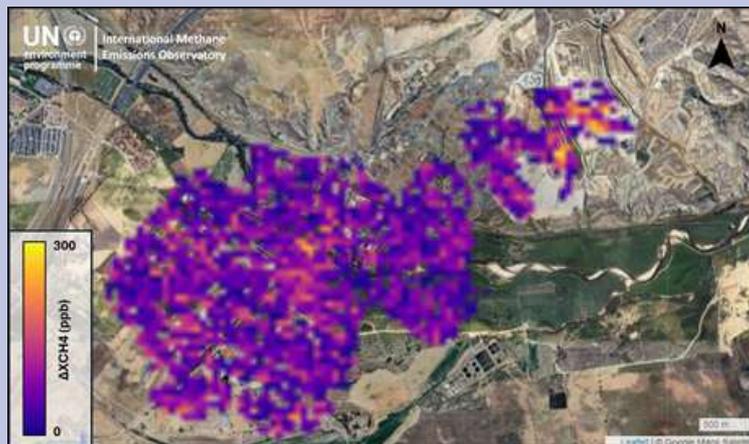




Variación anual de las emisiones de CO2 eq calculadas según los datos obtenidos del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes del MITECO para el vertedero de Las Dehesas de Valdemingómez. Fuente: Elaboración propia.

EMISIONES DETECTADAS POR SATÉLITE

El satélite PRISMA observó, el 10 de mayo de 2023, una fuga de metano con un **flujo de emisión estimado de $1,99 \pm 0,60$ tn/h** y el sensor EMIT observó de nuevo esta fuga el 7 de octubre de 2023 con una estimación de **flujo de $4,34 \pm 2,17$ tn/h**, que han sido reportadas por IMEO- UNEP. Se ratifica que es el vertedero de Las Dehesas por las coordenadas donde ha sido detectada la fuga, lat/long: 40.321, -3.588.



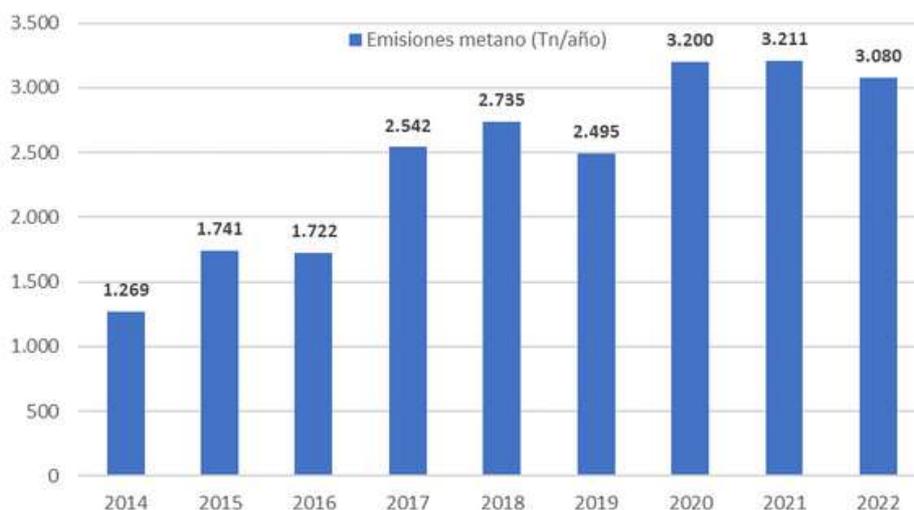
Emisión de metano detectada el 7 de octubre de 2023 por el sensor EMIT de la NASA sobre el vertedero de Las Dehesas de Valdemingómez. Fuente: IMEO-UNEP.

Cabe recalcar que estos dos vertederos de Madrid, Pinto y Las Dehesas, están muy cerca uno del otro. Estas estimaciones se basan en observaciones de satélites de alta resolución espacial, que pueden ver de forma separada las emisiones de cada vertedero. Por otro lado, el sensor TROPOMI de baja resolución, observa emisiones de forma más frecuente provenientes de los vertederos, pero sus estimaciones de flujo de emisión son, en general, más altos, probablemente porque cuantifica el metano emitido de ambos vertederos al mismo tiempo.

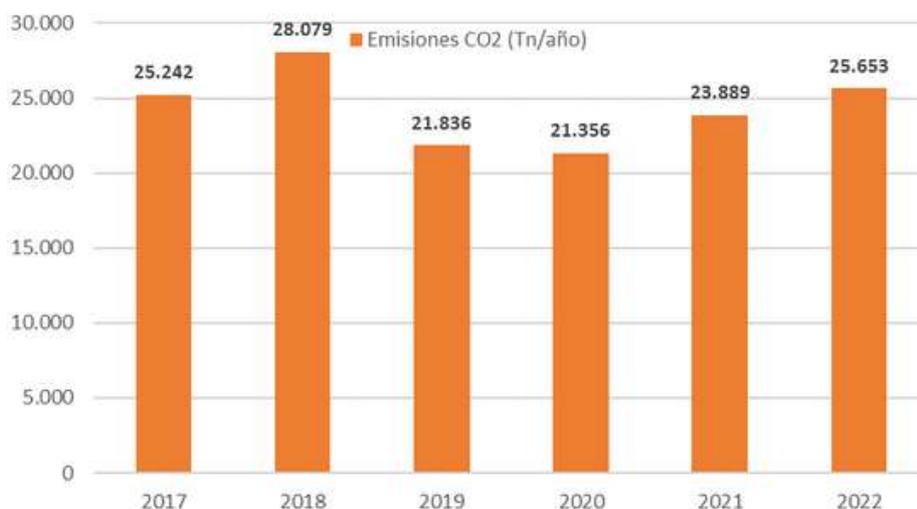
Murcia, Cañada Hermosa

El centro de tratamientos de Residuos de Cañada Hermosa (CTRCH) está situado al noroeste de Murcia, a unos 14 km de la capital. Es propiedad de PREZERO ESPAÑA, S.A. En él se realiza la gestión de los residuos urbanos, el tratamiento, la recuperación, la eliminación y la valorización, contando con amplias instalaciones equipadas con la más moderna tecnología. El CTRCH cumple con todas las normativas aplicables en materia de gestión de residuos, ambiental, para la recuperación y acondicionamiento de materiales para su posterior reciclado, el aprovechamiento de la materia orgánica para producir bioestabilizado y compost y la generación de energía eléctrica con la transformación del biogás.

EMISIONES REPORTADAS

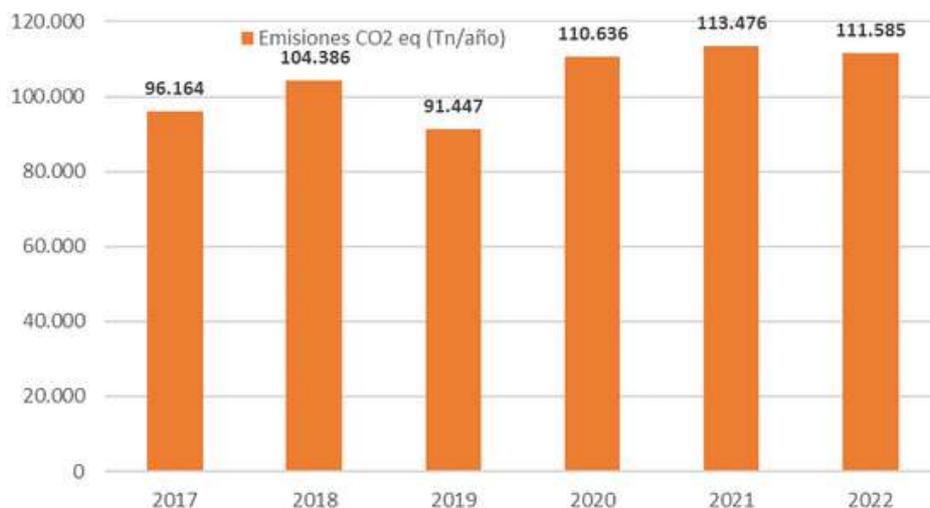


Datos de emisiones de metano, publicados en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes del MITECO, del centro de Cañada Hermosa. Fuente: https://prtr-es.es/informes/fichacomplejo.aspx?id_Complejo=2875



Datos de emisiones de CO2, publicados en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes del MITECO, del centro de Cañada Hermosa. Fuente: https://prtr-es.es/informes/fichacomplejo.aspx?id_Complejo=2875

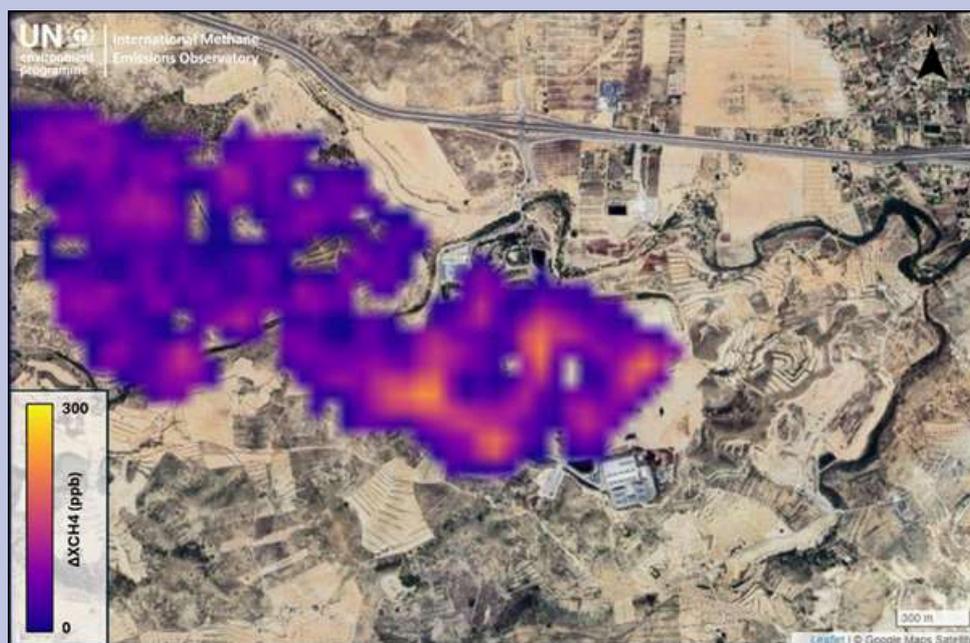




Variación anual de las emisiones de CO2 eq calculadas según los datos obtenidos del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes del MITECO para el centro de Cañada Hermosa. Fuente: Elaboración propia.

EMISIONES DETECTADAS POR SATÉLITE

El sensor EMIT de la NASA ha podido observar fugas de metano provenientes de este vertedero en seis ocasiones diferentes, entre febrero de 2023 y abril de 2024, con flujo de emisión estimados entre **1,72 ± 0,87 tn/h** y **7,65 ± 3,83 tn/h**. Las fugas detectadas han sido reportadas por IMEO - UNEP a través de su portal público de datos. Se ratifica que es el vertedero de Cañada Hermosa por las coordenadas donde ha sido detectada la fuga, lat/long: 37.985, -1.289.



Emisión de metano detectada el 15 de octubre de 2023 por el sensor EMIT de la NASA sobre el vertedero de Cañada Hermosa, Murcia. Fuente: IMEO-UNEP.

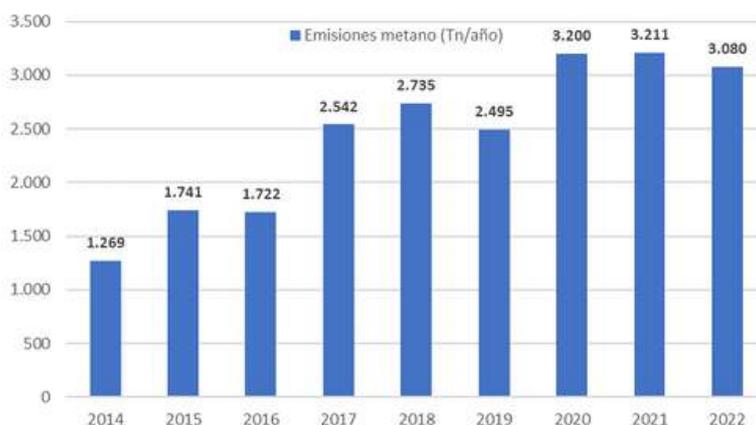
Comunidad Valenciana

Vertedero de Dos Aguas. Valencia

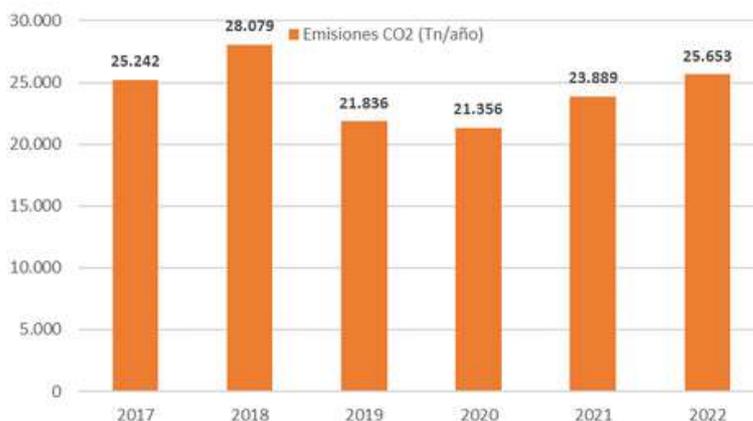
Se localiza en la localidad de Buñol y es el vertedero más grande de la Comunidad Valenciana, al que va a parar la basura de Valencia capital y de toda el área metropolitana, que engloba a menos de 2 millones de habitantes. Es propiedad de SERTEGO SERVICIOS MEDIOAMBIENTALES, S.L.U. y está gestionado por Agricultores de la Vega de Valencia.

Ha tenido diferentes ampliaciones que han ido aumentando y diversificando el tipo de residuos y los procesos de tratamiento. Tiene una capacidad de diseño de 5.621.000 m³ para residuos catalogados como "no peligrosos". Entre los tratamientos se encuentran el acopio en balas prensadas, con cubrición diaria con material inerte, la captación y depuración de lixiviados y la captación y gestión de biogás.

EMISIONES REPORTADAS

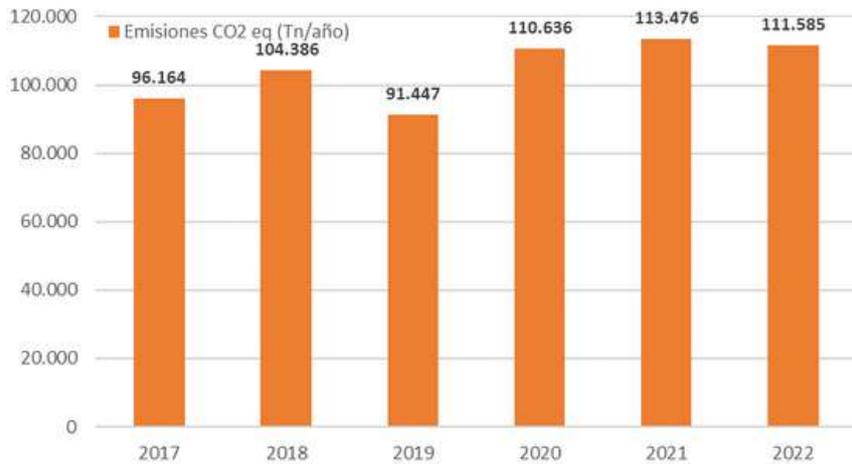


Datos de emisiones de metano, publicados en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes del MITECO, del vertedero de Dos Aguas. Fuente: https://prtr-es.es/informes/fichacomplejo.aspx?Id_Complejo=3132



Datos de emisiones de CO2, publicados en el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes del MITECO, del vertedero de Dos Aguas. Fuente: https://prtr-es.es/informes/fichacomplejo.aspx?Id_Complejo=3132

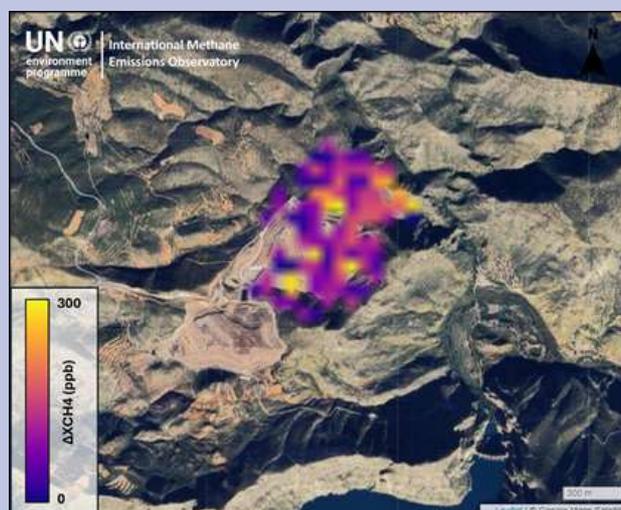




Variación anual de las emisiones de CO2 eq calculadas según los datos obtenidos del Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes del MITECO para el vertedero de Dos Aguas. Fuente: Elaboración propia.

EMISIONES DETECTADAS POR SATÉLITE

El sensor EMIT de la NASA ha observado en dos ocasiones, el 8 de abril y el 15 de agosto de 2023, emisiones provenientes de este vertedero, con **flujos de emisiones estimados de $1,51 \pm 0,76$ tn/h y $1,30 \pm 0,68$ tn/h**, respectivamente. Estas fugas han sido reportadas por IMEO – UNEP a través de su portal de datos. Se ratifica que es el vertedero de Dos Aguas por las coordenadas donde ha sido detectada la fuga, lat/long: 39.283, -0.866. Además de los dos días en los que se ha observado la emisión, el sensor EMIT ha sobrepasado esta ubicación en más ocasiones entre abril de 2023 y abril de 2024, pero, al estar las emisiones en el borde del límite de detección del sensor no ha sido posible observar la fuga en los demás días. Cabe señalar que el hecho de que el sensor no detecte la emisión desde el espacio no significa que las emisiones hayan parado, si no que, simplemente pueden estar por debajo de lo que los sensores espaciales pueden ver.



Emisión de metano detectada el 8 de abril de 2023 por el sensor EMIT de la NASA sobre el vertedero de Dos Aguas. Fuente: IMEO-UNEP.

Hellín, Albacete

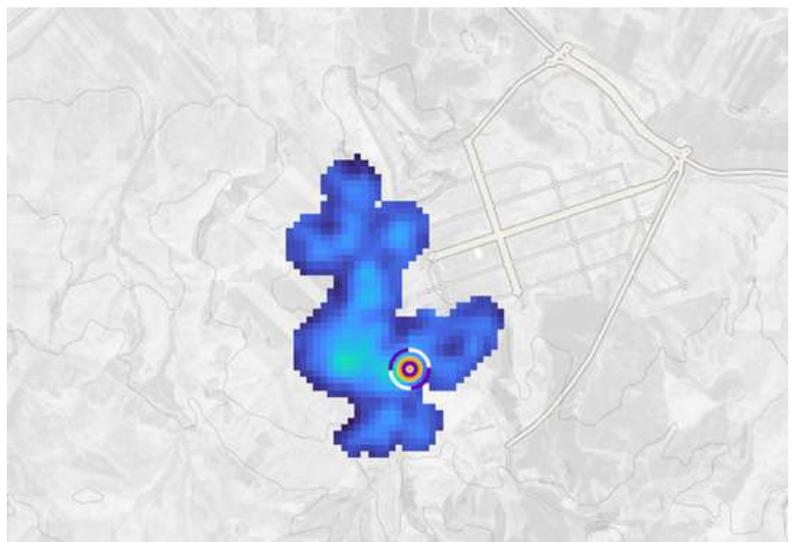
El sensor EMIT de la NASA detectó, en abril de 2024, una fuga de metano, que ha sido reportada por el sistema Carbon Mapper. No se ha podido identificar el tipo de la instalación que es, pero sí que se dedica a una actividad agroganadera por las coordenadas donde ha sido detectada la fuga, lat/long: 38.498, -1.678. Así, se estima un flujo de emisión de metano de **696 ± 50 kg/h**.



Fuga de metano detectada cerca de Hellín, Albacete. Fuente: https://data.carbonmapper.org/?details=CH4_other_250m_-1.67813_-38.49816%3Fstatus%3Dnot_deleted#12.76/38.48942/-1.64619

Alhedín, Granada

El sensor EMIT de la NASA también detectó, en abril de 2023, una fuga de metano igualmente reportada por el sistema Carbon Mapper. Se ha podido identificar el tipo de la instalación que es, Ecocentral, un complejo con una planta de tratamiento mecánico-biológico, un aula medioambiental, una planta de tratamiento de lixiviados y un vertedero de rechazos, gracias a las coordenadas donde ha sido detectada la fuga, lat/long: 37.05628, -3.71346. En este caso el flujo de emisión de metano estimado es de **262 ± 161 kg/h**.



Fuga de metano detectada cerca de Alhedín, Granada. Fuente: https://data.carbonmapper.org/?details=CH4_6A_500m_-3.71346_-37.05628%3Fstatus%3Dnot_deleted#12.8/37.06076/-3.69178





Conclusiones y **PROPUESTAS**

Capítulo

05



Conclusiones y PROPUESTAS

Sectorización y continuidad de las observaciones

Los resultados de las fugas de metano reportadas por el sistema IMEO no se pueden extrapolar para un periodo de tiempo, se trata de observaciones en momentos puntuales. Es decir, **no se puede afirmar que las fugas detectadas hace un mes o un año continúen activas hoy**. Son observaciones de fugas puntuales detectadas por un barrido del satélite en un momento concreto. Por tanto, son necesarios nuevos proyectos de teledetección que barran superficies con super emisores o una alta concentración de fugas en el futuro.

También hay que seguir ampliando el muestreo y la generación de datos para cada uno de los sectores, teniendo en cuenta el grave incremento de fugas procedentes de vertederos en España y otros países. Se ha observado cómo las fugas procedentes de los residuos superan, en una gran mayoría, las más de 10 tn/h de emisiones de metano, lo que las convierte en super emisores, principalmente en países en desarrollo o en vías de desarrollo, donde estas emisiones se producen sin los controles, la monitorización o las herramientas necesarias para su disminución o para la valorización energética del metano.

Según se ha identificado, en Europa, al no ser productor de hidrocarburos, el mayor riesgo que existe procede de las minas de carbón y del aumento de la acumulación y degradación de residuos orgánicos en vertederos. No obstante, aunque no se ha incluido en el informe, porque España no importa hidrocarburos, se puede observar, en la base de datos de IMEO, que una gran parte de la acumulación de fugas se produce en instalaciones de residuos de países asiáticos, como son Indonesia o China.

Por otro lado, **es necesario continuar con mapeos en las áreas donde hay acumulaciones de 50 fugas o más a lo largo del tiempo**, exigiendo la reparación y mejora de la infraestructura para evitar que vuelvan a repetirse en un futuro, tanto en esas infraestructuras como en los activos de otros países que no han sido mapeados. Las concesiones de Siria, Argelia, EEUU y Libia, entre otros, deben ser vigiladas y monitorizadas para que no aumenten las fugas. En otros países como Brasil, Venezuela y Canadá, así como en África central, es probable que exista un número importante de fugas ante la escasa muestra de datos del sistema IMEO.



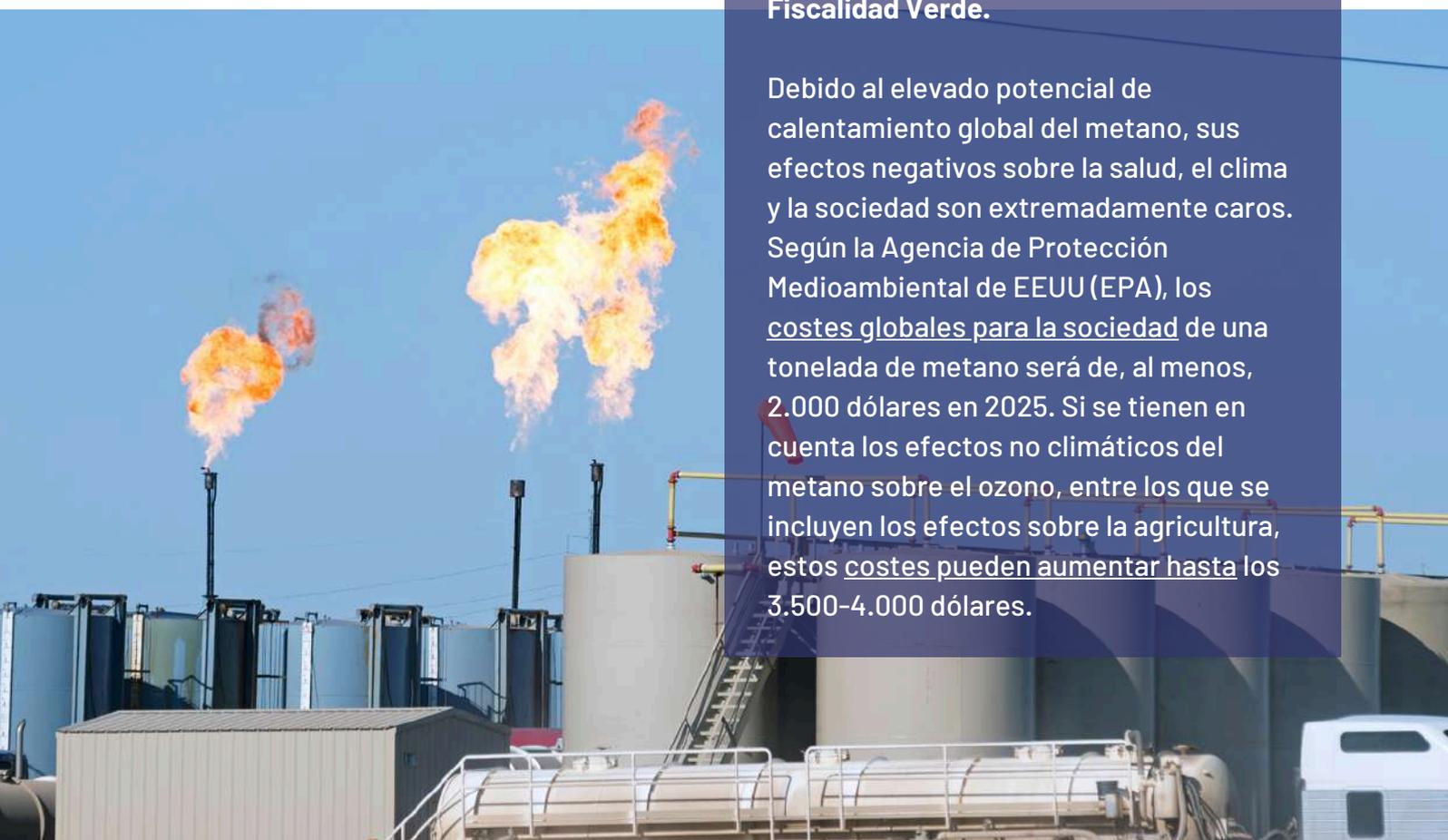
Reducir/eliminar/restringir las importaciones de concesiones con presencia de fugas super emisoras

España, al igual que el resto de los Estados miembros de la Unión Europea, debe abordar el tema de las **emisiones previas procedentes de la extracción y manipulación de los combustibles fósiles importados** de terceros países. Teniendo en cuenta las evidencias que hemos recopilado en este informe sobre la gran concentración de fugas en países productores en otros continentes y basándonos en el Reglamento sobre el metano, España debería considerar comenzar a implementar las siguientes medidas:

Tasa nacional sobre el metano para los sectores de la energía y los residuos

Para fomentar la reducción de metano, tanto en el sector energético como en el de residuos, España debería establecer **una tasa progresiva sobre las emisiones de metano** que obligaría a los emisores o importadores de emisiones de metano a pagar un impuesto por tonelada de metano emitida. Esta tasa nacional sobre el metano debería integrarse en la **Ley de Cambio Climático y Transición Energética** o en una nueva **Ley de Fiscalidad Verde**.

Debido al elevado potencial de calentamiento global del metano, sus efectos negativos sobre la salud, el clima y la sociedad son extremadamente caros. Según la Agencia de Protección Medioambiental de EEUU (EPA), los costes globales para la sociedad de una tonelada de metano será de, al menos, 2.000 dólares en 2025. Si se tienen en cuenta los efectos no climáticos del metano sobre el ozono, entre los que se incluyen los efectos sobre la agricultura, estos costes pueden aumentar hasta los 3.500-4.000 dólares.



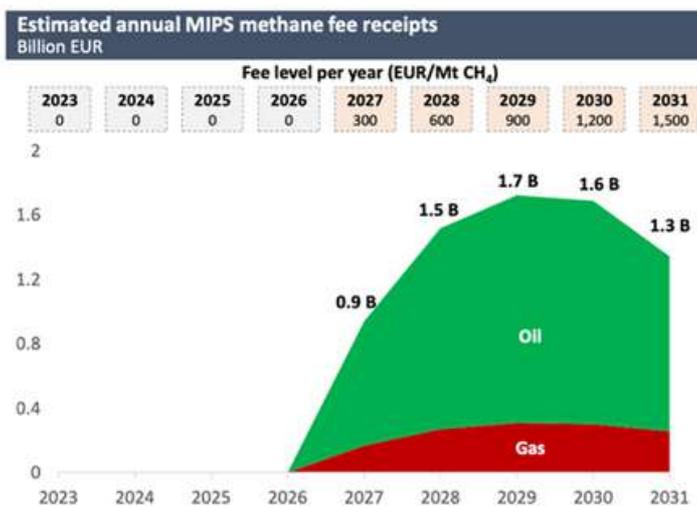
Esta tasa no es nueva. Varios países, como **Noruega y EEUU, han implantado tasas por tonelada de metano liberada para compensar estos costes sociales.** La tasa de EEUU está fijada en 900 dólares por tonelada métrica a partir de 2024, que aumentará a 1.200 dólares en 2025 y a 1.500 en 2026. La tasa noruega está fijada en 16,89 coronas noruegas por metro cúbico de gas en 2024, lo que corresponde a unos 1.500 dólares por tonelada de CO2 equivalente, si se combina con los costes del ETS.

El Reglamento sobre el metano no fija un precio para las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) procedentes de la extracción y manipulación de combustibles fósiles, ni en la UE ni en el resto del mundo. Por consiguiente, **las externalidades climáticas no se internalizan plenamente en el precio de los combustibles fósiles** suministrados al mercado de la UE. El Reglamento sobre el metano pretende resolver este problema mediante la aplicación de un mecanismo de ajuste en frontera, con el objetivo de reducir la intensidad de las emisiones de la extracción de petróleo y gas, poniendo un precio a las emisiones. Este precio, sin embargo, debe ser fijado por los Estados miembros y tiene que ser lo suficientemente alto como para incentivar a los exportadores de combustibles fósiles a reducir la cantidad de metano.

En esta dirección, según **un análisis económico realizado por Rystad y el Clean Air Task Force**, una tasa moderada

sobre el metano puede aplicarse gradualmente a lo largo de varios años, lo que no tendría un impacto negativo significativo en los precios de la energía. Según este análisis, la tasa podría ser progresiva, es decir comenzar en 300 euros e ir aumentando al año otros 300 euros hasta alcanzar los 1.500 euros en cinco años. El análisis demostró que, debido a los bajísimos costes marginales de la reducción del metano, las tasas pagadas alcanzarían probablemente su nivel máximo en sólo dos años, antes de volver a disminuir, como se ilustra en la figura.

España debería, por tanto, plantearse la implantación de un modelo similar, **comenzando con 300 euros anuales por tonelada de metano, que aumentarían a 1.500 euros por tonelada de metano al cabo de cinco años.** Esta tasa también puede utilizarse para **incentivar la reducción de las emisiones de metano en el sector de los residuos**, con proyectos para capturar y utilizar el gas de vertedero, o para separar y tratar los residuos municipales biodegradables y convertirlos en compost o energía.



Estimaciones anuales del coste que supondría la aplicación de tasas progresivas a las emisiones de metano. Fuente: RYSTAD y CATF.



Medidas inmediatas para reducir la intensidad de las importaciones españolas de petróleo y gas

Aunque varias obligaciones derivadas de la norma de la UE sobre importación de metano no entrarán en vigor hasta 2027-2030, España tiene la oportunidad de **posicionarse inmediatamente como líder, adoptando medidas fáciles y rápidas para importar petróleo y gas con menor intensidad de metano.**

Prohibir los contratos a las empresas con fugas super emisoras

Realizar una modificación en la Ley de Cambio Climático y Transición Energética en este sentido. El artículo 9, que prohíbe nuevas autorizaciones de permisos de extracción de hidrocarburos en España, debería **incluir la prohibición de contratos de importación de gas de concesiones que utilicen fracking y también de aquellas en las que se hayan detectado fugas de metano de más de 10 tn/h hasta que la fuga haya sido reparada.**

Aprovechar la transparencia de los datos sobre emisiones para orientar las nuevas compras de importación

España debería planificar el pleno **aprovechamiento de la próxima base de datos de transparencia de la UE**, que estará disponible a partir de enero de 2026, para informar de las futuras decisiones de compra. Esta base de datos transparente incluirá los datos de emisiones de metano notificados por los importadores y los operadores de la UE, incluidos los Perfiles de Rendimiento de Intensidad de Metano, y se pondrá a disposición del público.

Anticiparse a los plazos de las obligaciones del Reglamento sobre el metano de la UE

Tan pronto como entre en vigor el Reglamento del metano de la UE, todos los contratos deberán incluir disposiciones que estipulen que, a partir de enero de 2027, los importadores deberán demostrar que el petróleo, el gas y el carbón tienen que producirse bajo las mismas **obligaciones de seguimiento, notificación y verificación (MRV) que las de los productores de la UE.** España puede anticiparse a los plazos del Reglamento animando a los importadores a cumplir con las obligaciones de MRV en 2026, convirtiéndose en pioneros en la aplicación de las nuevas normas de la UE.



Plan Nacional para la Reducción de Metano

Desde la Fundación Renovables, exigimos la **creación de un Plan Nacional de Reducción de Metano**, que incluya las medidas del Reglamento del metano aprobado por la UE e incluyendo el punto anterior para las importaciones. De manera crucial, este plan debería establecer **objetivos sectoriales de reducción de emisiones para los sectores agrícola, de residuos y de combustibles fósiles y desarrollar medidas específicas para cumplir estos objetivos**. En particular, es prioritaria la creación de normas para recoger y agrupar los distintos datos de las

actividades agrícolas y ganaderas, que ahora son poco claros. Para garantizar la consecución del Plan Nacional de Reducción de Metano, recomendamos que incluya los diez puntos fundamentales que figuran a continuación y que permitirán un seguimiento claro de los avances hacia los objetivos del plan. Además, significaría que el nuevo Plan Nacional de reducción incluye las demandas para el sector gasista en España, que emanan de la trasposición del reglamento europeo, entre las que destacan:



Recomendaciones para los residuos en el Plan Nacional de Reducción de Metano

Respecto a la reducción de las fugas de metano en los vertederos en España, actualmente existen soluciones rentables y disponibles para reducir las emisiones del sector de los residuos y hasta el 60% de las medidas de mitigación tienen costes bajos o negativos, entre ellas:



Mejorar la prevención de los residuos alimentarios. Rehabilitación y diseño y explotación de vertederos.



Separar y tratar los residuos municipales biodegradables y convertirlos en compost o energía de autoconsumo para las instalaciones.



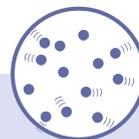
Mejorar el tratamiento de las aguas residuales con recuperación de gases y control de desbordamientos.



Mejorar la digestión anaerobia de los residuos sólidos y líquidos de la industria alimentaria.



Mejorar el tratamiento primario de las aguas residuales.



Ampliar e invertir en proyectos de captación y uso del gas de vertedero para la autosuficiencia energética de la instalación.



Desviación de residuos orgánicos.



Prohibición de la quema al aire libre de residuos municipales.





FUNDACIÓN
RENOVABLES

DETECCIÓN DE FUGAS DE METANO EN ESPAÑA Y PAISES IMPORTADORES

Análisis y propuestas de mejora

2024

www.fundacionrenovables.org