

DÍA INTERNACIONAL DE LA PRESERVACIÓN DE LA CAPA DE OZONO 2026

"Acción mundial para un planeta más fresco"

Celebrando 10 años de enfriamiento sostenible en el marco de la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal

- El **16 de septiembre** fue proclamado por la Asamblea General de las Naciones Unidas como el **Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono**, en conmemoración de la firma, en esa misma fecha de 1987, del **Protocolo de Montreal**.
- En 2026, bajo el lema "**Acción mundial para un planeta más fresco**", la comunidad internacional celebra el **10º aniversario de la adopción de la Enmienda de Kigali (2016-2026)**. Esta enmienda ha impulsado una década de enfriamiento sostenible y avances significativos en la transición del sector de la refrigeración.
- La **Enmienda de Kigali, en vigor desde el 1 de enero de 2019, actúa como un potente catalizador de la acción climática**. Su objetivo principal es la reducción gradual de los hidrofluorocarbonos (HFC), un grupo de compuestos químicos que, aunque no dañan la capa de ozono de forma directa, son potentes gases de efecto invernadero que aceleran el cambio climático.
- El agujero de ozono en 2025 fue el quinto más reducido desde 1992, con un cierre temprano el 30 de noviembre. Los registros actuales, en 2026, muestran una extensión de unos 20 millones de km² y un mínimo de 150 UD, cifras que validan las proyecciones de una recuperación gradual.
- AEMET participa de forma activa en la vigilancia mundial de la capa de ozono. Cuenta con una amplia red nacional de observación de la radiación ultravioleta y de la capa de ozono, y gestiona el Centro Regional de Calibración en Ozono (RBCC-E) y la red internacional EUBREWNET. Además, elabora diariamente predicciones del índice ultravioleta para todos los municipios españoles.
- En el 2026 se firmó el acuerdo que reconoce a la red EUBREWNET, como red rentribuyente (*Contributing Network*) del programa GAW (*Global Atmosphere Watch Programme*) de la OMM, consolidándose como una infraestructura clave para la armonización de las observaciones de ozono y radiación ultravioleta.

La Enmienda de Kigali y la mitigación del cambio climático

Este año, bajo el lema "Acción mundial para un planeta más fresco", la comunidad internacional celebra el 10º aniversario de la adopción de la Enmienda de Kigali (2016-2026). La Enmienda de Kigali representa la mayor expansión del impacto del Protocolo de Montreal sobre el clima global. Mientras que el acuerdo original de 1987 se centró con éxito en la recuperación de la capa de ozono mediante la prohibición progresiva de las sustancias destructoras de la capa de ozono (SDO), la Enmienda de Kigali aborda de lleno el calentamiento de la atmósfera. Al obligar a los países a sustituir los HFC por alternativas más seguras y sostenibles, no solo se reducen las emisiones de gases de efecto invernadero de alto potencial de calentamiento, sino que también se incentiva la innovación tecnológica en el sector del aire acondicionado y la refrigeración. Esta década de aplicación de la Enmienda evidencia que enfriar el planeta de forma sostenible es un objetivo alcanzable si los gobiernos, las industrias y los socios internacionales transforman sus compromisos en acciones concretas.

En 2025, el agujero antártico mostró una formación temprana, pero terminó consolidándose como uno de los más reducidos desde 1992, mientras que en el Ártico se observaron niveles inusualmente bajos de ozono. Ante este escenario, la IO₃C (*International Ozone Commission*) insiste en la importancia de mantener y fortalecer las redes de observación y calibración internacionales —como el Centro Regional de Calibración Brewer (RBCC-E) y la red EUBREWNET, recientemente reconocida como red asociada al programa GAW (*Global Atmosphere Watch Programme*) de la OMM— para garantizar la calidad de las mediciones, seguir validando productos satelitales y asegurar la trazabilidad de los datos que fundamentan las políticas internacionales de protección de la capa de ozono.

La importancia de la Capa de Ozono

El ozono estratosférico nos protege de los efectos perjudiciales derivados de una sobreexposición a la radiación ultravioleta, principalmente la derivada de aquella radiación más energética y que produce los efectos más adversos sobre los ecosistemas y sobre la salud humana.

Además, su relevancia es aún mayor si tenemos en cuenta la pequeña proporción en la que se encuentra en la atmósfera. Si fuéramos capaces de concentrar toda la capa de ozono sobre la superficie terrestre, ésta apenas ocuparía una capa de 3 milímetros de espesor, mientras que el conjunto de toda la atmósfera que nos rodea alcanzaría un espesor aproximado de 8.000 metros.

El agujero de ozono antártico

Como cada año, al aproximarse la primavera austral, comienza la destrucción de ozono sobre la Antártida. Este proceso empieza a gestarse durante el invierno austral, cuando debido al largo período de oscuridad, se dan una serie de condiciones meteorológicas en el vórtice polar del Polo Sur que lo aíslan del resto de la circulación atmosférica,

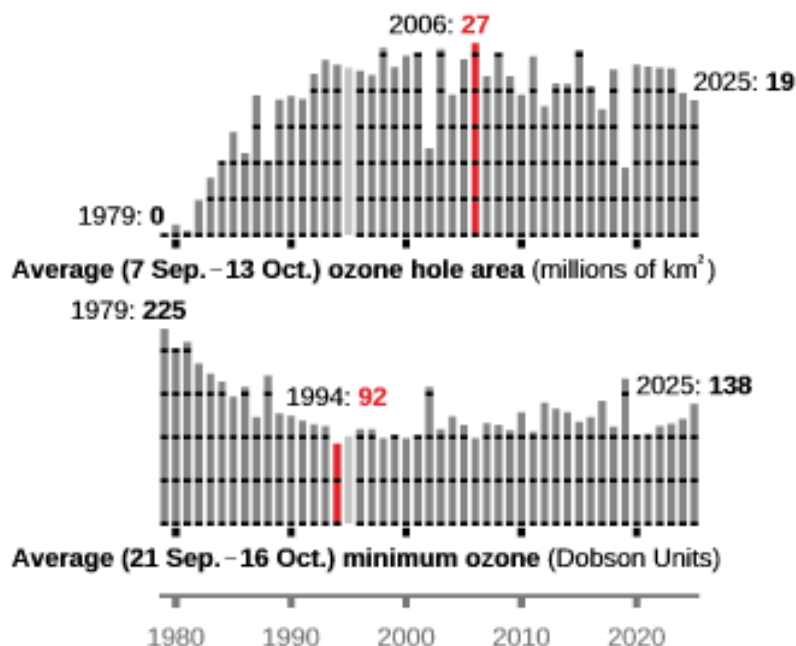
alcanzándose en dicha región temperaturas especialmente bajas (por debajo de -78°C). A estas temperaturas, aunque el aire estratosférico es muy seco, se empiezan a formar nubes compuestas principalmente por agua y ácido nítrico, denominadas nubes estratosféricas polares (PSC, por sus siglas en inglés), en el seno de las cuales ocurren una serie de reacciones químicas que transforman compuestos halogenados inactivos, procedentes de los CFCs y halones en especies químicas más fácilmente activables, especialmente compuestos de cloro y bromo. Estos compuestos, una vez inciden los primeros rayos de luz, coincidiendo con el final del invierno y el principio de la primavera austral, reaccionan rápidamente liberando átomos de cloro y bromo muy reactivos, que atacan a las moléculas de ozono a través de un ciclo catalítico al final del cual se vuelve a recuperar dicho átomo halogenado, que está nuevamente disponible para destruir otra molécula de ozono. De este modo, se estima que un solo átomo de cloro puede llegar a destruir miles de moléculas de ozono.

Esta es la razón por la que el agujero de ozono, definido como aquella área donde la cantidad total de ozono en columna es inferior a 220 UD (Unidades Dobson), comienza a desarrollarse en la Antártida durante el mes de agosto, con el retorno de la radiación solar, y alcanza su máxima extensión entre mediados de septiembre y principios de octubre, momento en el que la radiación solar incidente comienza a calentar la masa de aire antártica, rompiendo su aislamiento (vórtice polar) y permitiendo la llegada de aire “limpio” de agentes destructores y rico en ozono proveniente de otras latitudes, lo que permite la regeneración del ozono.

El agujero de ozono ocurre cada año desde principios de los años 80, debido a los altos niveles de las sustancias destructoras de la capa de ozono que la humanidad ha emitido.

Evolución de la capa de ozono desde septiembre de 2025

En 2025, el agujero de ozono antártico se formó y también se cerró de manera temprana, y tuvo una extensión media de unos 19 millones de km^2 , con un máximo de 22,9 millones de km^2 el 9 de septiembre. Durante el período de máxima destrucción de ozono, el valor mínimo de la cantidad total de ozono promediada sobre la región antártica fue de 138 UD, mientras que el mínimo registrado localmente en la columna de ozono fue de 127 UD el 25 de septiembre.

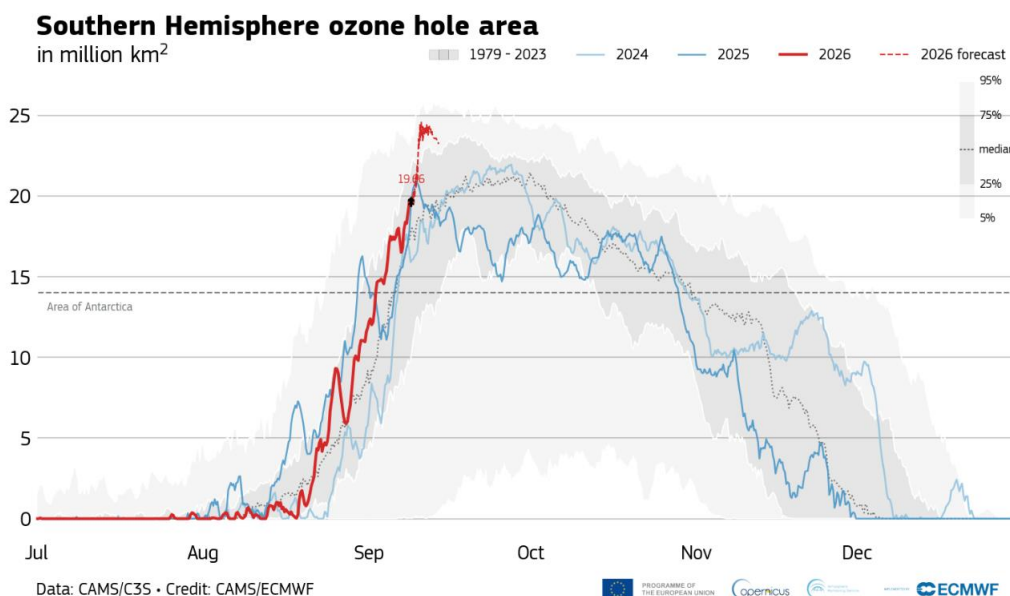


Variaciones interanuales del ozono

(Las barras rojas indican, respectivamente, la máxima extensión del agujero de ozono y el valor mínimo de ozono en columna registrados cada año)

<https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>

El siguiente gráfico muestra la evolución del tamaño del agujero de ozono que se ha formado en 2026. Los valores registrados en este inicio de ciclo muestran una extensión de hasta 20 millones de km² y un mínimo de 150 DU.



Evolución de la superficie del agujero de ozono en la región antártica

<https://atmosphere.copernicus.eu/monitoring-ozone-layer>

Informe de evaluación de la capa de ozono 2026

Las principales conclusiones de la “Evaluación Científica del Agotamiento del Ozono 2026” (WMO/UNEP), que se publicará a finales de este año, fueron presentadas en la conmemoración de los **100 años de medidas de ozono celebrada en el PMOD/WRC** (*Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos / World Radiation Center*). En este foro se confirmó que el Protocolo de Montreal está funcionando y la capa de ozono avanza hacia su recuperación, aunque esta no es uniforme ni está exenta de nuevos riesgos. Las emisiones y concentraciones de las principales sustancias agotadoras del ozono continúan disminuyendo y los HCFC han comenzado a descender antes de lo previsto. Las observaciones de perfiles entre 2000 y 2024 muestran una recuperación clara en la alta estratosfera en todas las latitudes, asociada a la reducción del cloro y al enfriamiento estratosférico; sin embargo, la baja estratosfera sigue mostrando una elevada variabilidad y ninguna señal clara de recuperación, debido a procesos dinámicos, cambio climático, aerosoles e incendios. La columna total de ozono no ha recuperado los niveles históricos y permanece aproximadamente un 2 % por debajo del promedio 1964–1980 a escala casi global. Al mismo tiempo aparecen nuevos desafíos: el aumento de sustancias cloradas de vida muy corta (VSLS) y *feedstocks* no regulados podría retrasar la recuperación, mientras que la inyección de aerosoles estratosféricos propuesta como técnica de geoingeniería climática podría provocar pérdidas significativas de ozono, especialmente en las regiones polares. También cobran importancia los grandes incendios, los cambios en la circulación atmosférica y el rápido crecimiento de la actividad espacial. En este contexto, el *Assessment 2026* subraya que mantener observaciones globales, independientes, de alta calidad y a largo plazo resulta esencial para confirmar y comprender la recuperación de la capa de ozono.

Red de observación de AEMET

AEMET mantiene de forma continuada una completa red de observación de la capa de ozono en la que destacan la red nacional de espectrofotómetros Brewer (instrumentos de referencia para la medida del contenido de ozono en columna), así como series de ozonosondeos en Madrid y Tenerife desde 1993. Además, AEMET dispone de una red de medida de radiación ultravioleta –íntimamente relacionada con el espesor de la capa de ozono- que consta de veintisiete estaciones distribuidas a lo largo de todo el territorio nacional y cuyos datos se muestran en la web de AEMET junto con los valores de ozono total en columna en la siguiente dirección:

<http://www.aemet.es/es/eltiempo/observacion/radiacion/ultravioleta?datos=mapa>

El mantenimiento y calibración de toda la instrumentación siguiendo los procedimientos establecidos por la OMM, permiten asegurar la calidad y trazabilidad de las observaciones que sostienen la predicción y difusión del Índice UV en España, y contribuyen a la validación satelital y a la vigilancia global del ozono.



Red de observaciones de UV y ozono de AEMET

El Centro de Investigación Atmosférica de Izaña – Emilio Cuevas (CIAI) complementa estas mediciones con técnicas avanzadas de medida del ozono como FTIR, Pandora y DOAS.

Como responsable del Centro Regional de Calibración Brewer para Europa (RBCC-E), AEMET organiza campañas internacionales de calibración e intercomparación en dos emplazamientos: El Arenosillo perteneciente al Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), en Huelva, y el Observatorio PMOD/WRC, en Davos (Suiza), publicadas en los informes de la OMM/GAW, garantizando la trazabilidad y calidad de las observaciones globales. Además, AEMET colabora con Canadá en la estandarización de calibraciones, y lidera acciones de formación y cooperación internacional, apoyando estaciones en África del Norte.

EUBREWNET, reconocida como red contribuyente de la WMO/GAW

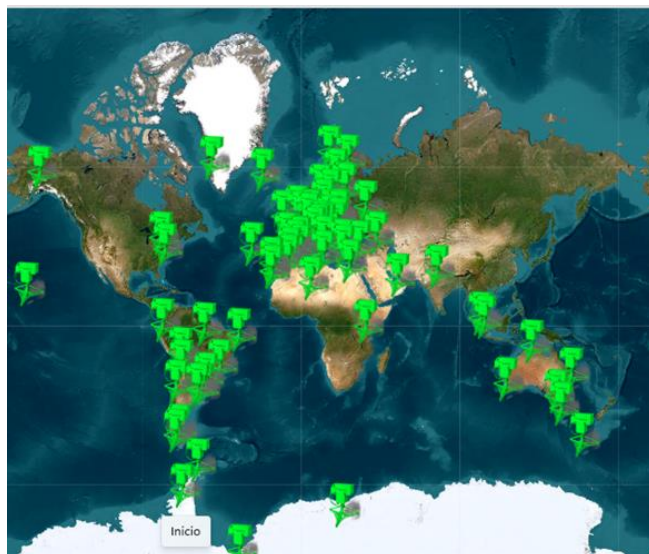
La red EUBREWNET ha sido reconocida por el Programa de Vigilancia de la Atmósfera Global de la Organización Meteorológica Mundial (WMO Global Atmosphere Watch, WMO-GAW), mediante la firma de un Memorando de Entendimiento entre AEMET y la OMM en mayo del 2026.

EUBREWNET es una red internacional dedicada a la observación, control de calidad y procesamiento de medidas de ozono atmosférico realizadas principalmente con espectrofotómetros Brewer. La red, gestionada por AEMET desde el CIAI, proporciona productos homogéneos, trazables y de alta calidad para el seguimiento de la capa de ozono y la vigilancia de la composición atmosférica.

El Memorando de Entendimiento reconoce a EUBREWNET como red contribuyente de WMO-GAW para las medidas de columna total de ozono y radiación ultravioleta. El acuerdo recoge el compromiso de AEMET y EUBREWNET de mantener la red conforme a los estándares de calidad de WMO/GAW, apoyar a los operadores Brewer, participar en

campañas de intercomparación, favorecer el envío de datos al *World Ozone and UV Data Centre (WOUDC)*, colaborar con los grupos de expertos de GAW y contribuir al desarrollo de productos y servicios de observación atmosférica de interés para la comunidad científica y la sociedad.

Este reconocimiento refuerza la integración de EUBREWNET dentro del marco internacional de WMO/GAW y consolida el papel de AEMET y del CIAI en el desarrollo de redes de observación atmosférica de referencia.



Mapa con las estaciones Brewer gestionadas dentro de EUBREWNET

Nuevos desafíos

Uno de los principales retos a los que se enfrenta en la actualidad la comunidad científica es el establecimiento de nuevas tecnologías de medida que permitan garantizar la continuidad y trazabilidad de las observaciones terrestres de ozono. En este sentido, el Grupo Asesor Científico sobre el Ozono y la Radiación Ultravioleta (SAG Ozone and UV) de la OMM ha establecido un grupo de expertos para evaluar tecnologías capaces de asegurar la continuidad de estas observaciones. Entre las alternativas se encuentran los espectrorradiómetros BTS-Solar y los espectrómetros Pandora, que actualmente operan en el CIAI. En este contexto, durante 2025, AEMET ha participado activamente en la evaluación e integración de estas nuevas tecnologías a través de campañas internacionales de intercomparación frente a los instrumentos de referencia del RBCC-E, y en el desarrollo de procedimientos de procesamiento y control de calidad de los datos: la campaña CINDI-3 (Cabauw, Países Bajos), permitió comparar los instrumentos Brewer y Pandora, y evaluar diferentes algoritmos de recuperación de ozono; en la XX Campaña RBCC-E de El Arenosillo (INTA, Huelva) se realizó una evaluación específica de seis instrumentos BTS frente a la referencia Brewer de AEMET/RBCC-E; y durante la campaña de Davos (Suiza, 2026), desarrollada en colaboración con PMOD/WRC, se ampliaron estas comparaciones, incluyendo Brewer, BTS y Pandora, y permitiendo estudiar su trazabilidad y comportamiento frente a instrumentos de referencia.

El reto no es simplemente encontrar un nuevo instrumento que sustituya al espectroradiómetro Brewer, sino asegurar una transición metrológicamente trazable hacia la futura generación de sistemas de observación, preservando la homogeneidad de las series históricas y la calidad necesaria para detectar cambios a largo plazo en la capa de ozono.

Referencias

- Evaluación Científica del Agotamiento del Ozono 2026 (WMO/UNEP), en fase revisión.

Glosario

- **AEMET**: Agencia Estatal de Meteorología
- **AGAGE**: Advanced Global Atmospheric Gases Experiment
- **CIAI**: Centro de Investigación Atmosférica de Izaña - Emilio Cuevas
- **CFC**: Clorofluorocarbono
- **DOAS**: Differential Optical Absorption Spectroscopy
- **EUBREWNET**: European Brewer Network
- **FTIR**: Fourier Transform Infrared Spectroscopy
- **GAW**: Global Atmosphere Watch (OMM)
- **INTA**: Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
- **IO₃C**: International Ozone Commission
- **NASA**: National Aeronautics and Space Administration
- **NDACC**: Network for the Detection of Atmospheric Composition Change
- **NOAA**: National Oceanic and Atmospheric Administration
- **N₂O**: Óxido nitroso
- **OMM**: Organización Meteorológica Mundial
- **PNUMA**: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
- **PMOD-WRC**: Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos – World Radiation Center
- **RBCC-E**: Regional Brewer Calibration Center – Europe
- **UV**: Ultravioleta