

DIA INTERNACIONAL DE LA PRESERVACIÓN DE LA CAPA DE OZONO 2020

OZONO PARA LA VIDA: 35 AÑOS DE PROTECCIÓN DE LA CAPA DE OZONO

- 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 conmemorando la firma, en esa misma fecha del año 1987, del Protocolo de Montreal
- El tema de este año celebra más de tres décadas de notable cooperación internacional para proteger la capa de ozono y el clima bajo el Protocolo de Montreal. También recuerda la necesidad de mantener esa cooperación para garantizar un planeta saludable
- El agujero de ozono Antártico de 2019 fue uno de los menores registrado desde 1990. En contraste, durante el año 2020 se ha observado un récord en disminución de la capa de ozono en el Ártico
- En los últimos años la concentración del CFC-11, una de las principales Sustancias Destructoras de la capa de Ozono (SDO), ha ido disminuyendo a un ritmo menor de lo esperado debido a emisiones en el Sudeste Asiático
- AEMET participa de forma activa en la vigilancia mundial de la capa de ozono: dispone de una amplia red nacional de observación de la radiación ultravioleta y de la capa de ozono, y de un Centro Regional de Calibración en Ozono, y gestiona la red mundial EUBREWNET. Además, elabora diariamente predicciones de índice ultravioleta para todos los municipios españoles

El 16 de septiembre fue proclamado por la Asamblea General de las Naciones Unidas, en resolución 49/114, de diciembre de 1994, como el Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono conmemorando la firma, en esa misma fecha del año 1987, del Protocolo de Montreal. Para más información sobre la celebración de dicho acto se puede consultar los siguientes enlaces:

<https://ozone.unep.org/ozone-day/ozone-life-35-years-ozone-layer-protection>
<https://www.unenvironment.org/ozonaction/events/world-ozone-day/world-ozone-day-16-september-2020>

El lema elegido para el Día Internacional de la Preservación de la Capa de Ozono de 2020, “**Ozono para la vida: 35 años de protección de la capa de ozono**”, conmemora el 35 aniversario de la adopción de la Convención de Ginebra para la protección de la capa de ozono. Esta convención es el marco de cooperación internacional para investigación y observación de la capa de ozono. Los anómalos registros en el Ártico y en la Antártida del periodo 2019-2020 ponen de manifiesto la necesidad de continuar con estas investigaciones y observaciones..

Según indica el informe publicado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM): “*Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018*” [1], en algunas zonas del planeta la capa de ozono se ha recuperado a una tasa de entre el 1 y el 3% por década desde el año 2000. Según este mismo informe, proyectando esas tasas, en el Hemisferio Norte a latitudes medias la capa de ozono se recuperaría completamente en la década de 2030, mientras en el Hemisferio Sur lo haría en la década de 2050. Las zonas polares no se recuperarían hasta el año 2060.

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. A modo de símil, si fuéramos capaces de concentrar toda la capa de ozono sobre la superficie terrestre, ésta apenas ocuparía una capa de 3mm de espesor, mientras que el conjunto de toda la atmósfera que nos rodea alcanzaría una extensión aproximada de 8.000 metros.

Destrucción de la Capa de Ozono

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 mezcla de agua y ácido nítrico denominadas nubes estratosféricas polares (PSC en inglés), en el seno de las cuales ocurren una serie de reacciones químicas que convierten compuestos halogenados inactivos provenientes de los CFCs y Halones en especies muy activas, 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. Se estima que un simple 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 220UD (Unidades Dobson)¹, en la Antártida empieza a producirse durante el mes de agosto con la llegada de los primeros rayos solares a la zona, 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.

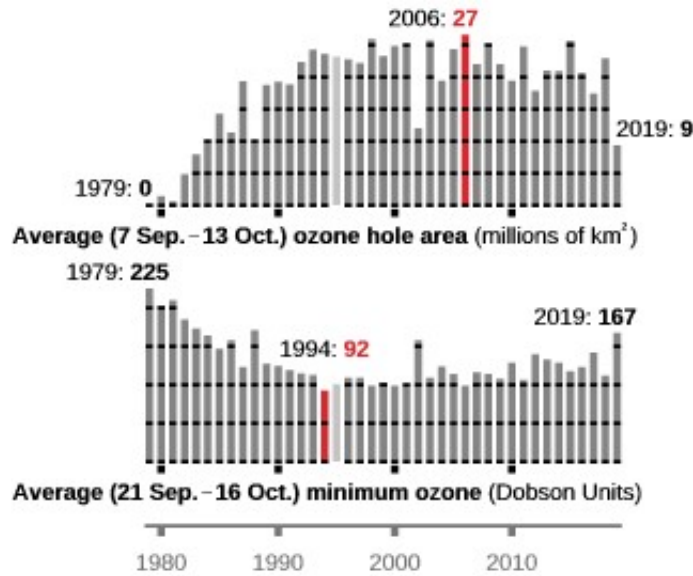
Evolución de la Capa de Ozono durante 2019 y 2020

El agujero de ozono Antártico de 2019 fue uno de los menores en el registro desde 1990. Desde principios de los años ochenta del siglo pasado, el agujero Antártico aparece a finales de agosto debido a los niveles altos de las SDO. El Protocolo de Montreal ha sido un éxito y estas sustancias están disminuyendo, mejorando la evolución del evento, pero su concentración es suficientemente alta para mantener la destrucción de la capa de ozono durante la primavera Antártica. Sin embargo, la mejora observada en 2019 es debida a las condiciones meteorológicas en la estratosfera polar antártica, mucho más activa de lo normal, lo que ocasionó que el agujero de ozono fuese el más corto desde que tenemos registros².

De acuerdo a las observaciones de la NASA, el año pasado el agujero de ozono Antártico tuvo una extensión media de 9,3 millones de km^2 , alcanzando su máxima extensión el 8 de septiembre con un tamaño de 16 millones de km^2 . En cuanto al valor mínimo de ozono en promedio registrado en la región antártica durante el período de máxima destrucción de ozono, este fue de 167 UD, con un valor mínimo en columna de 120 UD el 18 de agosto.

¹ La unidad Dobson (UD) es una medida de la densidad de un gas traza en la atmósfera. Se suele utilizar para medir el ozono total en la columna atmosférica. Para ello se calcula el espesor que tendría el ozono presente en la columna atmosférica en condiciones normales de temperatura y presión (0°C y 1 atmósfera respectivamente). Así un espesor de 0,01 mm de ozono medido en condiciones normales de temperatura y presión sería equivalente a 1 UD. En nuestras latitudes los valores observados son algo superiores a las 300 UD. El nombre es en honor a Gordon Dobson. Dobson diseñó en los años 20 el primer aparato de medida de ozono total en la atmósfera: el espectrofotómetro Dobson que sigue siendo utilizando hoy en día

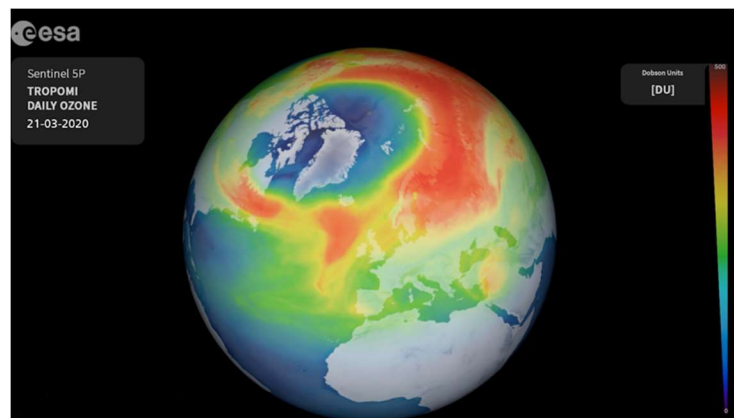
² Información ampliada sobre el evento en la publicación <https://aemetblog.es/2019/09/30/estado-de-la-capade-ozono-y-su-relacion-con-el-cambio-climatico/>



Note: No data were acquired during the 1995 season

Comparativa que muestra la evolución anual de la extensión media del agujero de ozono (millones de Km²) y los valores mínimos de ozono en columna medios (UD) obtenidos por la NASA durante los periodos de mayor destrucción de ozono, desde 1979. (Fuente: NASA Ozone Watch, <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>, [2])

En contraste, durante el año 2020 se ha observado un récord en disminución de la capa de ozono en el Ártico, generalmente mucho menor que el Antártico. Esta disminución es debida, entre otros factores, a la meteorología. Durante la primavera la circulación estratosférica ha sido especialmente débil. Esta circulación transporta aire rico en ozono de manera similar a los sistemas meteorológicos en la baja atmósfera. La ausencia de estos sistemas dio lugar a un inusual vórtice polar durante el invierno. El aire en el vórtice quedó aislado y, siendo su temperatura muy baja, las reacciones de destrucción de ozono debidas a las SDO se vieron favorecidas, provocando el mayor agujero de ozono Ártico registrado hasta la fecha.



Agujero de ozono sobre el Ártico durante el año 2020 observado por el instrumento TROPOMI a bordo del satélite Sentinel 5P.

Los últimos informes publicados sobre la evolución de la capa de ozono (Ozone Assessment WMO/UNEP 2018 [1], LOTUS-SPARC 2019 [3]) indican que los niveles de SDO siguen disminuyendo desde hace 20 años, y que la capa de ozono se está recuperando, observándose desde 2010 una tendencia positiva en la alta estratosfera. La recuperación se estima que no culmine hasta el año 2050 debido a la larga vida en la atmósfera de las SDO. Sin embargo, la concentración del CFC-11, una de las principales SDO, ha ido disminuyendo estos últimos años a un ritmo menor de lo esperado debido a emisiones identificadas en el Sudeste Asiático.

Nuestra capacidad de seguir estos eventos en la capa de ozono depende de nuestra red de observación. El mantenimiento de estas observaciones es de vital importancia para entender las interacciones entre el ozono y el cambio climático, la recuperación de la capa de ozono y los futuros efectos sobre esta. Los eventos que hemos registrado en estos últimos años, junto con la celebración del 35 aniversario de la Convención de Ginebra, nos recuerdan la importancia del Artículo 3 de esta convención en la que insta a cooperación internacional para la observación y estudio de la capa de ozono.

La vigilancia de la Capa de Ozono en AEMET

La Agencia Estatal de Meteorología vigila la Capa de Ozono en tiempo real a través de la red de espectrofotómetros Brewer instalados en A Coruña, Madrid, Zaragoza, Murcia, Izaña (Tenerife), Santa Cruz de Tenerife y El Arenosillo (INTA, Huelva), y mediante la realización semanal de ozonosondeos en las estaciones de Madrid y Santa Cruz de Tenerife. Los datos obtenidos, una vez validados, se envían diariamente a al Centro Mundial de Datos de Ozono y Radiación UV (WOUDC) en Canadá, por encargo de la Organización Meteorológica Mundial, con el fin de confeccionar los mapas de espesor total de ozono en el Hemisferio Norte.

La información diaria del contenido de ozono en columna en todas las estaciones de la red se publica diariamente en la página web de AEMET, en el siguiente enlace:

<http://www.aemet.es/es/el tiempo/observacion/radiacion/ozono?datos=mapa>

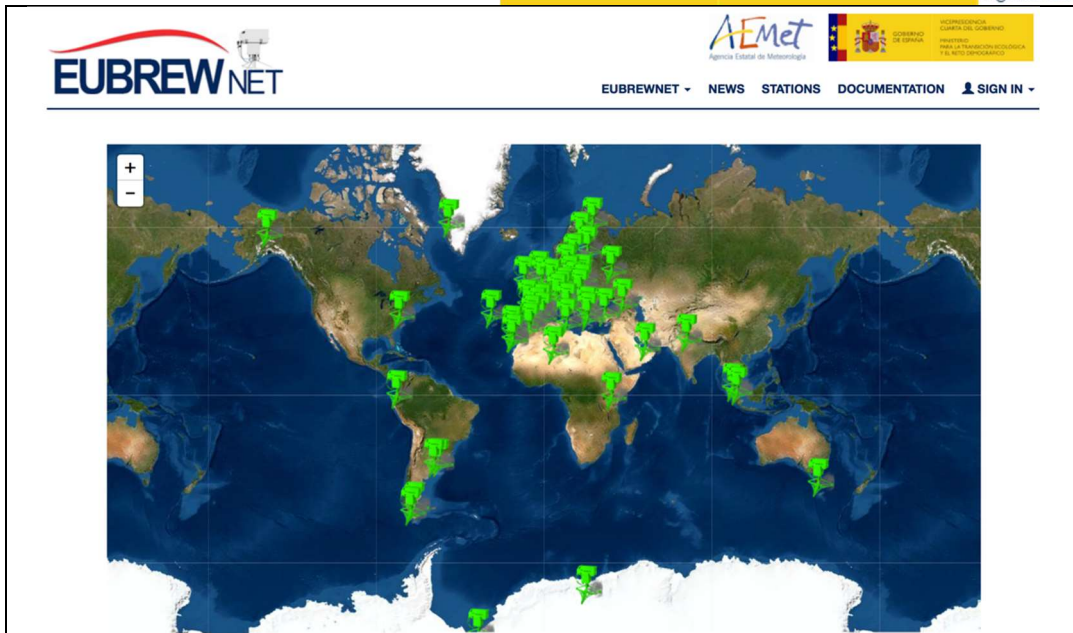
El Centro de Investigación Atmosférica de Izaña (CIAI) de la Agencia Estatal de Meteorología, situado en la isla de Tenerife, es el Centro Regional de Calibración de Ozono (RBCC-E) de la Red de Espectrofotómetros Brewer de Europa. El RBCC-E desde el año 2011 transfiere su propia calibración, obtenida mediante calibraciones absolutas, al resto de la red en campañas regulares cofinanciadas por la Agencia Espacial Europea (ESA)¹. El RBCC-E organiza además en actividades formativas y participa en el desarrollo de nuevas tecnologías asociadas a la observación del ozono.

El CIAI también es también el centro de calibración de ozono de la red de espectrofotómetros PANDORA (<https://www.pandonia-global-network.org>) financiada por las agencias espaciales ESA y NASA. Este equipo también proporciona medidas de NO₂, SO₂ y AOD que son usados en la validación de satélites.

El Observatorio de Izaña es, asimismo, una de las estaciones de medida de referencia en el mundo reuniendo las medidas más precisas de ozono con diferentes técnicas instrumentales: Brewer, Ozonosondas, DOAS y FTIR, estos últimos en cooperación con el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) y con el Institute for Meteorology and Climate Research (IMK, Alemania). Estas medidas pertenecen al programa de Vigilancia Atmosférica Global (VAG) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), así como a la red de excelencia “Network for the Detection of Atmospheric Composition Change” (NDACC).

AEMET dirige y gestiona la red EUBREWNET (European Brewer Network), red de observación de ozono mundial desarrollada durante la acción Europea COST-ES120. EUBREWNET, que comenzó en el año 2014 como un proyecto europeo, hoy engloba a más de 60 instrumentos instalados en los cinco continentes. AEMET mantiene esta red alojando en sus servidores la base de datos (<http://rbcce.AEMET.es/eubrewnet>), procesando en tiempo real las observaciones de ozono de todo el mundo y enlazándolas con la base de datos mundial de ozono (WOUDC) de Toronto (Canadá). Esta base de datos da respuesta a la demanda de organismos como la Organización Meteorológica Mundial, el Centro Mundial de Datos de Ozono y Ultravioleta (WOUDC, World Ozone and UV Data Centre), el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change), y el Servicio de Monitorización de la Atmósfera de Copernicus-CAMS (Copernicus Atmosphere Monitoring Service) de la Unión Europea para la vigilancia y observación de la tierra y la atmósfera. EUBREWNET está considerada como red de referencia de la media de ozono del programa Copernicus y participa activamente en la validación del satélite Copernicus Sentinel 5P con financiación de la ESA.

¹ Más información <https://aemetblog.es/2019/07/10/xiva-campana-internacional-de-calibracion-e-intercomparacion-de-instrumentos-para-la-medida-de-ozono-total-y-radiacion-solar-ultravioleta/>



Red de estaciones de medida de ozono integradas en EUBREWNET (www.eubrewnet.org)



Participantes del 16th curso de operadores Brewer Sydney (Australia). y vista del 17th curso celebrado en El Arenosillo Huelva (España) durante la campaña de intercomparación, ambos organizados por el RBCC-E.

Además, AEMET dispone de una red de medida de radiación ultravioleta - íntimamente relacionada con el espesor de la capa de ozono- que consta de más de veinticinco 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>



Red Nacional de estaciones de medida de ozono y radiación ultravioleta

Por otro lado, también se encuentra en operación un sistema de predicción del índice ultravioleta (UVI) con cielos despejados para todos los municipios españoles. Este índice se calcula diariamente a partir de los valores de ozono previstos por el modelo numérico global de la atmósfera del Centro Europeo de Predicción a Plazo Medio. Estos datos están disponibles en la página web de AEMET:

<http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/radiacionuv>

Finalmente existe en AEMET un modelo de transporte químico¹ que proporciona información de composición química de la atmósfera para realizar predicciones operativas de calidad del aire sobre la Península. Adicionalmente, y de manera no operativa, también se dispone de un sistema de predicción que abarca otras regiones de interés, como es en este caso la región antártica.

Referencias

- [1] Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018. Organización Meteorológica Mundial (OMM), <https://ozone.unep.org/sites/default/files/2019-05/SAP-2018-Assessment-report.pdf>
- [2] Ozone Hole Watch. Goddard Space Flight Center. National Aeronautics and Space Administration, <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov>
- [3] SPARC report “Long-term Ozone Trends and Uncertainties in the Stratosphere (LOTUS)”: <http://www.sparc-climate.org/publications/sparc-reports/sparc-report-no-9/>

¹ El modelo de transporte químico utilizado en AEMET es MOCAGE, desarrollado por Météo France y utilizado en AEMET en virtud de un convenio de colaboración entre ambas instituciones.