



Servicio
Meteorológico
Nacional

BOLETIN 2 - TEMPORADA DEL AGUJERO DE OZONO EN LA ANTARTIDA 2026

Gerardo Carbajal Benítez¹, Héctor Estévez Pérez⁷, Héctor Ochoa^{2,3}, Eduardo Luccini^{4,5}, Facundo Orte⁶ y Elian Wolfram^{1,6}.

1. Servicio Meteorológico Nacional, Argentina.

2. Dirección Nacional del Antártico / Instituto Antártico Argentino.

3. Universidad Tecnológica Nacional FRBA. Argentina.

4. CONICET - Centro de Excelencia en Productos y Procesos de Córdoba, Argentina.

5. Facultad de Química e Ingeniería del Rosario, Pontificia Universidad Católica Argentina.

6. CEILAP, UNIDEF (CITEDEF-CONICET), Argentina.

7. Red Solarimétrica del Instituto de Geofísica, UNAM, México.

Septiembre, 2026

Información sobre Copyright

Este reporte ha sido producido por empleados del Servicio Meteorológico Nacional con el fin de documentar sus actividades de investigación y desarrollo. El presente trabajo ha tenido cierto nivel de revisión por otros miembros de la institución, pero ninguno de los resultados o juicios expresados aquí presuponen un aval implícito o explícito del Servicio Meteorológico Nacional.

La información aquí presentada puede ser reproducida a condición que la fuente sea adecuadamente citada.

INDICE

RESUMEN	4
1. Introducción.	5
2. CONDICIONES METEOROLOGICAS PREVALECIENTES	5
2.1 Temperaturas.	5
2.2 Área y volumen las NEP	6
2.3 Estabilidad del vórtice.	7
3. OBSERVACIONES DE OZONO	9
3.1 Observaciones Satelitales.	9
3.2 Estaciones en superficie.	10
3.2.1 Estación VAG USHUAIA.	10
3.2.2 Estación Antártica Belgrano II	12
4. EL AGUJERO DE OZONO	13
4.1 El área del agujero de ozono.	13
5. CONCLUSIONES	15
6. AGRADECIMIENTOS	15
7. BIBLIOGRAFÍA	16

RESUMEN.

El presente Boletín 2, tiene por objetivo, establecer la evolución del Agujero de Ozono sobre la Antártida para el año 2025. Actualmente el agujero de ozono se está. Las condiciones meteorológicas de la estratosfera y el vórtice, ponen las condiciones físicas para su desarrollo, modulando su crecimiento, mientras que las condiciones químicas, a través de las NEP, inician con la destrucción del ozono total antártico. Las temperaturas mínimas y zonales a 50 y 10 hPa, muestran tendencias a enfriamientos, debido al poco flujo de calor desde la troposfera, que es un indicador de la baja actividad de ondas atmosféricas, produciendo niveles históricos, sobre todo las NEP Tipo I. La destrucción de ozono ya inicio y está por iniciar la primavera austral, se detecta un valor máximo de 25,77 Millones de km² para el día 10 de septiembre y la tendencia es continuar creciendo.

Palabras Claves: Ozono, Estratosfera, Antártida, Destrucción, Calentamiento Súbito Estratosférico Química y Meteorología.

ABSTRACT.

This Bulletin (No. 2) aims to track the evolution of the ozone hole over Antarctica for the year 2025. The ozone hole is currently developing, and stratospheric and polar vortex meteorological conditions are providing the framework for this growth. These conditions influence the extent of the hole, while chemical factors—primarily driven by Polar Stratospheric Clouds (PSCs)—initiate the depletion of total Antarctic ozone. Minimum and zonal temperatures at the 50 and 10 hPa levels are showing cooling trends due to limited heat flux from the troposphere, indicating low atmospheric wave activity. This has resulted in historically high levels of Type I PSCs. Ozone depletion is already underway as the austral spring begins; on September 10, a peak area of 25.77 million km² was recorded, and the trend suggests continued growth.

Key Words: Ozone, Stratosphere, Antarctica, Destruction, Sudden Stratospheric Warming, Chemistry y Meteorology

1. INTRODUCCIÓN

El agujero de ozono en el Hemisferio Sur es un fenómeno que se caracteriza por una disminución drástica de la Columna de Ozono Total (COT) estratosférico sobre el continente Antártico durante la primavera austral (>220 UD). Su formación está asociada a la presencia de nubes estratosféricas polares (PSCs), bajas temperaturas y la liberación de radicales, principalmente compuestos de cloro y bromo procedentes de compuestos antropogénicos como clorofluorocarbonos (CFCs) y halones. La fotólisis de estas especies cataliza la destrucción del ozono mediante ciclos químicos muy eficientes. Desde la firma el **16 de septiembre 1987** y entrada en vigor del **Protocolo de Montreal (1989)**, pero promulgada por Naciones Unidas hasta **el año 1994 y la primera conmemoración fue en el año 1995 (hasta el 2026 serían 31 años)** las concentraciones de estas sustancias han disminuido, y se proyecta una recuperación gradual de la capa para mediados del siglo XXI, aunque la variabilidad climática puede modificar dicha tendencia.

El objetivo del presente Boletín del Agujero de Ozono en la Antártida es monitorear la formación, evolución y finalización de la destrucción de ozono durante la primavera austral, a través de la evaluación de la Temperatura Estratosférica a nivel de 50 hPa y en latitudes polares, de 60° a 90° a 50 y 70 hPa, el análisis del área y volumen de las Nubes Estratosféricas Polares (NEP), así como la estabilidad del vórtice. Se incluye el análisis de observaciones satelitales y de superficie, la activación química del vórtice y el tamaño del Agujero de ozono. Finalmente, el impacto de la radiación ultravioleta en la Antártida y las conclusiones.

2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS PREVALECIENTES.

2.1. Temperaturas.

En la [Figura 1](#), las temperaturas mínimas se muestran a 50 (Arriba-Izquierda, estratosfera baja) y 10 (Arriba-Derecha, estratosfera media) hPa. La estratosfera baja muestra que desde el inicio del invierno las temperaturas han sido bajas, aun con pequeñas oscilaciones la rededor de su media, pero a partir del inicio del mes de agosto se observa que hay valores que son más bajos que, incluso, la media histórica. En tanto y caso contrario, la estratosfera media durante el invierno ha sido por arriba de la media histórica, con una perturbación que hace que la temperatura baje y persista, e incluso las proyección muestra que seguirá fría esa parte de la atmosfera. Ambas series de tiempo muestran en sus proyecciones enfriamientos en la estratosfera, pero con fluctuaciones.

La temperatura estratosférica media zonal a una altura de 10 hPa (Abajo-Izquierda), se observan que las temperaturas disminuyen por debajo de su media, desde el mes de junio y continúan por debajo de su media histórica e incluso las proyecciones muestran que persistirá este enfriamiento. Finalmente, se observa el campo de anomalía de temperatura a 10 hPa (Abajo-Derecha) que, la península antártica y la Patagonia presenta que esta más caliente a la estratosfera, que aún dentro del continente antártico (este Antártico) y aún más frío sobre el océano pacifico al índico.

Fuente de datos:

https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/meteorology/temp_2024_MERRA2_SH.html

<https://charts.ecmwf.int/products/extended-anomaly>

[10t?base_time=202507310000&player_dimension=base_time&projection=opencharts_antarctic&valid_time=202508250000](https://charts.ecmwf.int/products/extended-anomaly?base_time=202507310000&player_dimension=base_time&projection=opencharts_antarctic&valid_time=202508250000)

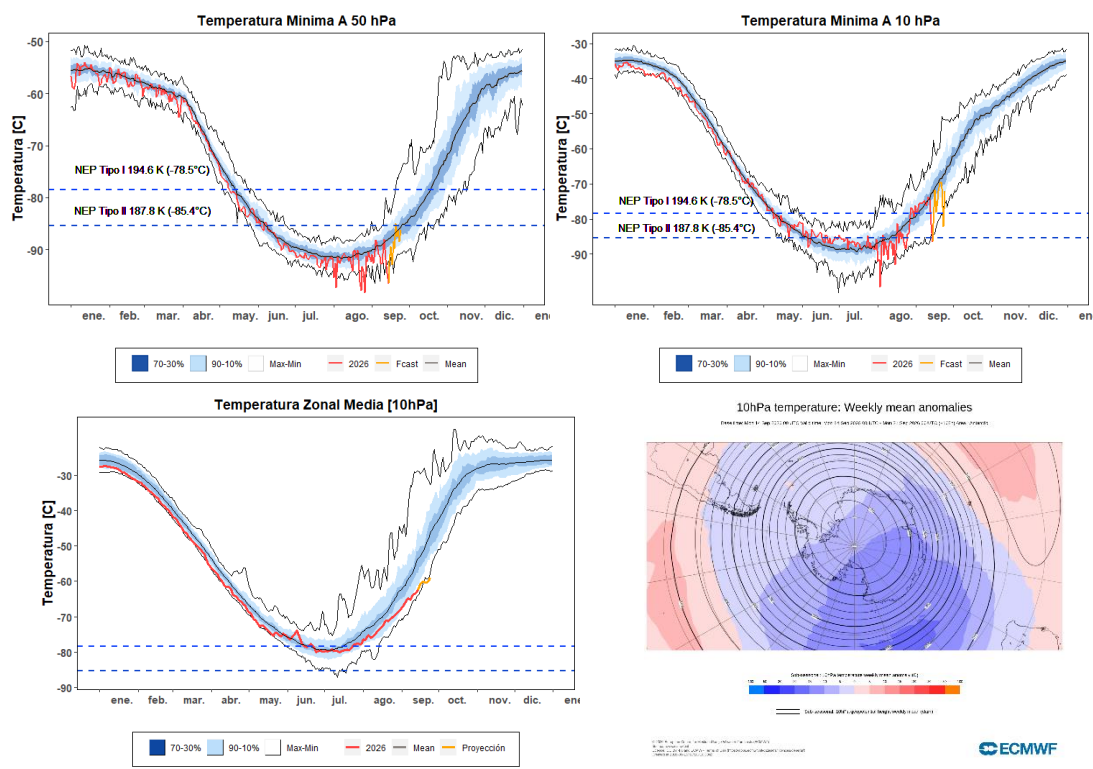


Figura 1. A la izquierda la serie de tiempo de temperatura a 10 hPa, en color marrón la media y en color negro los máximos y mínimos del periodo 1979 a 2025, mientras que el color rojo representa del 1 de enero al 13 de agosto del año 2026. El color naranja es la proyección del 6 al 16 de septiembre. El mapa a la derecha es la anomalía media semanal que corresponde del 14 al 24 de septiembre 2026.

2.2 Área de las Nubes Estratosféricas Polares (NEP).

En la **Figura 2** se puede observar las series de tiempo de las NEP Tipo I (Arriba-Izquierda) y Tipo II (Arriba-Derecho). Las NEP Tipo I en varias ocasiones, durante el mes de agosto y durante septiembre se mantiene oscilando alrededor de los máximos históricos, y las proyecciones muestran que en los próximos días esta tendencia se mantiene. En tanto que las NEP Tipo II, por momentos crecen con valores de área muy cercanos a los máximos históricos, en tanto que las proyecciones muestran que se mantendrán entre el percentil de 90% y máximos históricos.

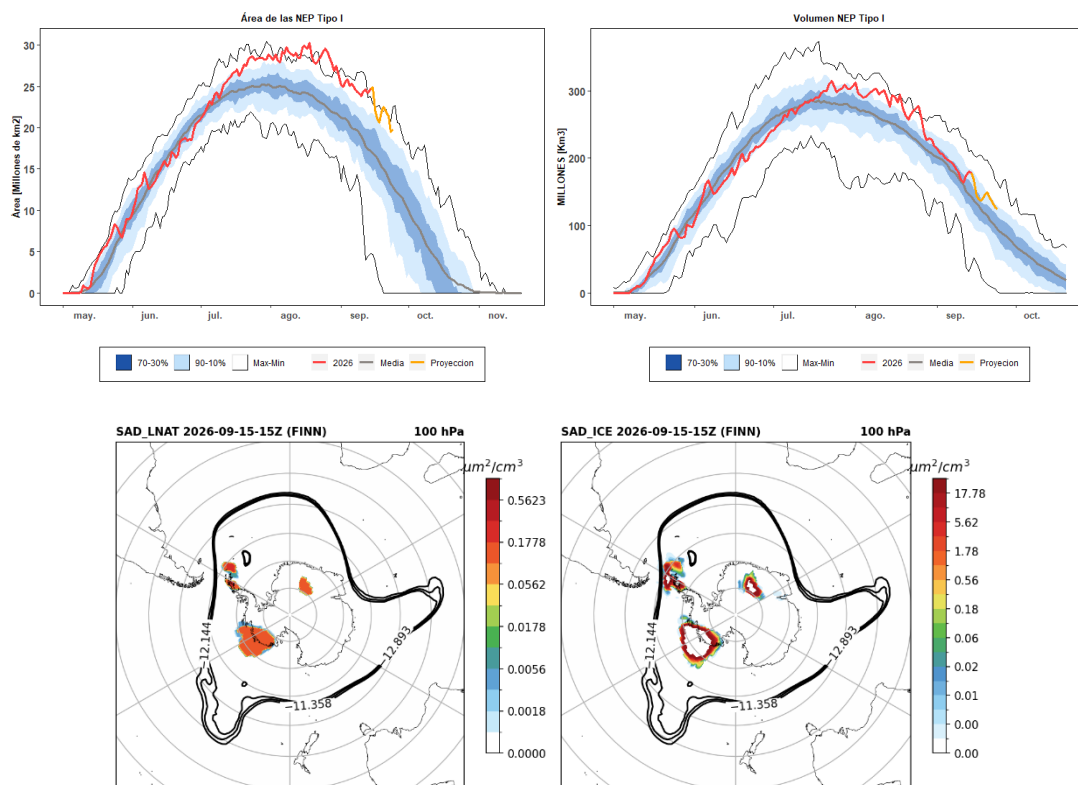


Figura 2. Área de las nubes estratosféricas polares (NEP) Tipo I (Izquierda) y Tipo II (derecha), sobre la región Antártica. La línea color roja, representa la el año 2026 hasta el día 16 de septiembre, mientras que la línea naranja es la proyección del 14 hasta el 24 de septiembre. Las líneas externas y central negras, son los valores medias, máximos y mínimos, durante el periodo 1979 – 2025. Las líneas sombreadas en azul-degrade, son los percentiles de 70 – 30% y de 10 – 90% para el mismo periodo.

Fuente de datos:

https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/meteorology/temp_2023_MERRA2_SH.html

<https://www.acom.ucar.edu/wacm/forecast/>

2.3 ESTABILIDAD DEL VÓRTICE

En la **Figura 3** (Izquierda) se puede observar que, desde mediados de junio, la estratosfera se encontraba con un poco de actividad. Durante todo el mes de julio y gran parte de agosto, también poco flujo de calor, indicativo de que la actividad de las ondas atmosféricas (Rossby) está inhibida, propio de una QBO fase negativa (Vientos del oeste), es decir vientos que viajan desde la estratosfera tropical hacia la troposfera de latitudes medias (ondas reflejadas) e inhiben a las ondas Rossby. Ésta situación bajo un contexto El Niño que cada vez se intensifica más. (Derecha) se confirma la poca actividad de la onda total, hasta el momento.

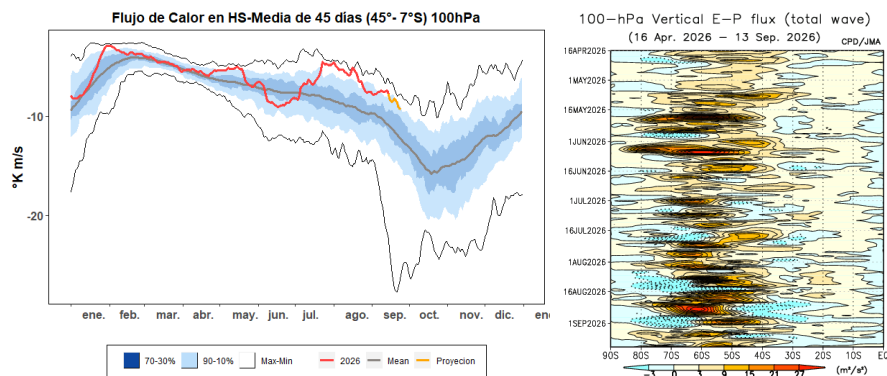


Figura 3. Derecha, serie de tiempo del flujo de calor meridional promediado sobre la región entre 45-75°S. La curva roja muestra los datos para 2026, mientras que la línea naranja es la proyección del 14 hasta el 24 de septiembre. Note que un gran número negativo significa un gran flujo de calor. Los valores cercanos a cero significan un flujo de calor pequeño. Las líneas externas y central negras, son los valores medias, máximos y mínimos durante el periodo 1979 – 2024. Las líneas sombreadas en azul-verde de adentro hacia fuera, son los percentiles de 70 – 30% y de 10 – 90% para el mismo periodo. Derecha, es el flujo vertical del flujo E-P (onda total).

En la **Figura 4** se observa las proyecciones para el vórtice polar y su estabilidad, a través del Potencial de Vorticidad (PV), en una superficie isoentrópica de Temperatura Potencial a 475°K, correspondiente a la baja estratosfera, donde la destrucción de ozono se lleva a cabo. Se observa que el vórtice polar con cierta inestabilidad y un poco deformado pero estable, debido a las fluctuaciones de las temperaturas a ese nivel.

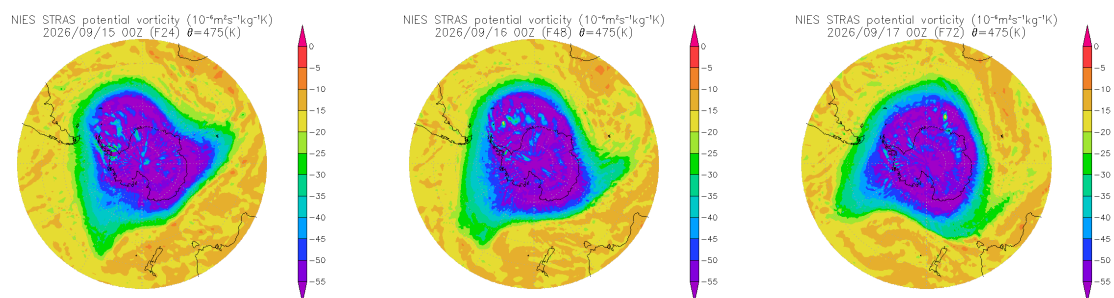


Figura 4. Mapas de Vorticidad Potencial (PV) a una altura isentrópica de 475°K. Los mapas son construidos por el Ceter for Global Environmental Research en Japón. De izquierda a derecha, representan los días 16, 17 y 18 de septiembre del 2026.

Fuente de datos:

https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/meteorology/flux_2023_MERRA2_SH.html

<https://ds.data.jma.go.jp/tcc/tcc/products/clisys/STRAT/>

<https://db.cger.nies.go.jp/gem/stras/en/forecast.html?date=20220830&polar=s&k=475>

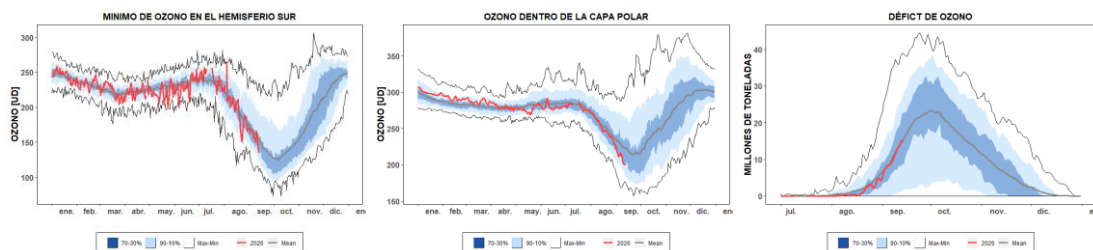
3. OBSERVACIONES DE OZONO

3.1 Observaciones Satelitales

En la [Figura 5](#) se muestra los mínimos de ozono en el Hemisferio Sur (Izquierda) que, a mediados del mes de agosto, con una estratosfera fría y las NEP iniciando el proceso de liberación de ClO y BrO, se observa una oscilación alrededor de su media con valores en el mes de julio por debajo de ella, mostrando destrucción de ozono.

El ozono dentro de la capa polar (Centro) también ya muestra valores por debajo de su media y cayendo más rápido, es decir en los últimos días ya se nota la destrucción de ozono.

El déficit de ozono en el hemisferio sur, significa cuantos millones de toneladas se requiere para llenar el agujero de ozono que se está formando y hasta el momento sigue los mismos valores que su media.



La [Figura 5](#) se muestra la columna de ozono mínimo en Hemisferio Sur (a) y el Ozono dentro de la capa polar (b) del 2026, tal como han sido medidas por el TOMS, OMI y OMPS, en comparación con su media del periodo 1979 a 2025. La curva roja muestra los datos para 2026, hasta el día 13 de septiembre. Las líneas externas y central negras, son los valores medias, máximos y mínimos durante el periodo 1979 – 2025. Las líneas sombreadas en azul-verde de adentro hacia fuera, son los percentiles de 70 – 30% y de 10 – 90% para el mismo periodo

Fuente de datos: <https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/monthly/SH.html>

3.2 Observaciones en superficie

Por ahora, solo se usan mediciones en superficie obtenidos mediante el Espectrofotómetro Dobson y ozonosondeos de la Estación GAW Ushuaia (54° 50' 54.46"S, 68° 18' 37.52"O) Y mediciones con Espectrofotómetro Dobson de la Estación Antártica Marambio (61° 14' 33.68" S, 56° 37' 36.98" O), dependientes del Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Ozonosondeos y mediciones del espectrofotómetro Brewer de la Estación Antártica Belgrano II (77°52'28"S 34°37'37"O), medidas con Espectrofotómetro Brewer de la Estación Antártica San Martín (68°07'48" S, 67°06' 08" O), ambos laboratorios bajo la dependencia de la Dirección Nacional del Antártico/Instituto Antártico Argentino (DNA/IAA).

3.2.1. Estación VAG Ushuaia.



El espectrofotómetro Dobson (D131) mide todos los días y en la **Figura 6**, se muestra la evolución diaria (Izquierda) y mensual (Derecha) de la columna total de ozono y las medias mensuales para el año en curso, comparado con su media histórica (1994-2025). Los datos diarios de ozono total, muestran gran variabilidad respecto a su media histórica, pero aún los valores se mantienen por arriba de los 220 UD, lo que demuestra que la estación aun esta por fuera del vórtice polar. Mientras que mensualmente, durante todo el año se observa que los valores se encuentran por arriba de la media histórica.

En la **Figura 7** se muestra los 5 perfiles de ozono y de temperatura, producidos por las ozonosondas realizada el 29 de julio, 12 y 26 de agosto, 2 y 9 de septiembre, respectivamente. En ellos no se observa destrucción significativa de ozono, incluso la temperatura no alcanza los niveles de formación de las NEP tipo I.

En los gráficos de muestra las que temperatura en la estratosfera para esa fecha esta fría, e incluso alcanza a pasar el umbral de la formación de las NEP Tipo I, lo cual aumento de probabilidad de avistamiento de este tipo de nubes, pero el día se presentó totalmente nublado. En cuanto al perfil de ozono, se observa la capa de ozono entre 15 y 25 km de altura, la capa de ozono, aún sin efecto de los compuestos destructores.

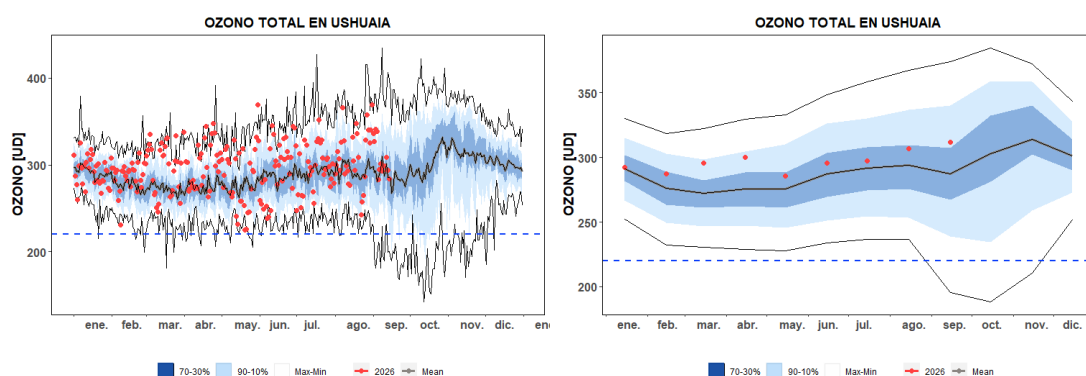


Figura 6. Datos de la columna Total de Ozono [UD] con el Espectrofotómetro Dobson en la estación VAG Ushuaia. Los puntos rojos son los datos del año 2026. Las líneas negras son la media, máximos y mínimos, en tanto los colores sombreados es la media del período 1994 a 2024. Las líneas sombreadas en azul en degrade de adentro hacia fuera, son los percentiles de 70 – 30% y de 10 – 90%.

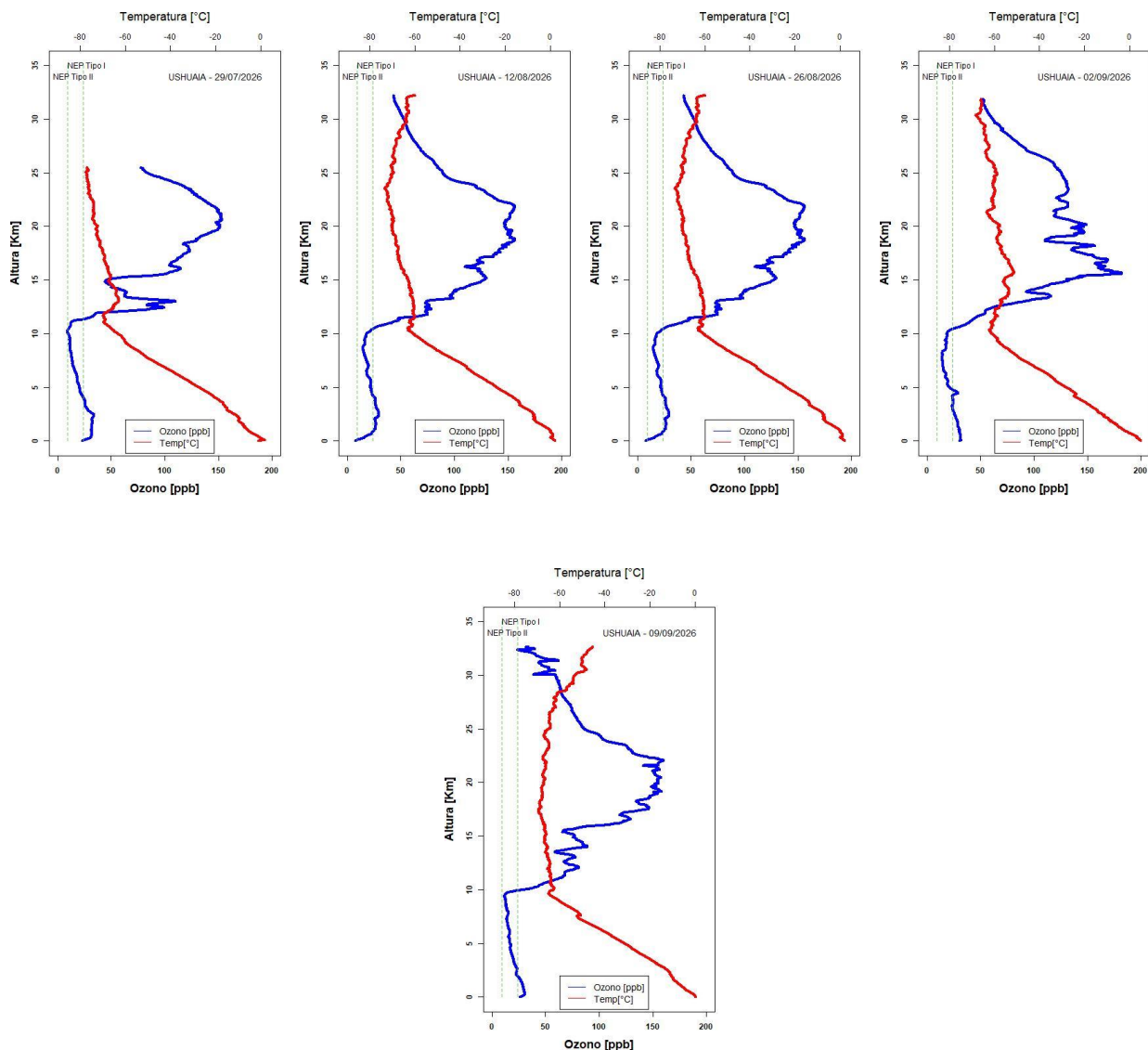


Figura 7. Ozonosondeos realizados en la Estación VAG de Ushuaia. En los cuatro gráficos, la línea azul es la relación de mezcla del ozono expresado en unidades partes por billón [ppb] en cada nivel de la atmosfera. Y la curva roja es el perfil de la temperatura en [°C].

3.2.2. Estación Antártica Belgrano II.



La estación Antártica Belgrano II se encuentra ubicada en el Nunatak Bertrab ubicado al sur del mar de Wedell en la Bahía Vahsel sobre la Costa Confin en la Tierra de Coats y forma parte de la red de medición de ozono total de programa VAG de la OMM. El ozono total se mide con espectrofotómetro Brewer MKIV desde 1992, Los datos del Brewer #99 desde el año 2020 son parte de la red europea de brewer **EUBREWNET**. El Espectrofotómetro Brewer es un instrumento que deriva del convenio de Colaboración Científica entre la Dirección Nacional del Antártico - **Instituto Antártico Argentino** (IAA) y el **Programma Nazionale di Ricerche in Antartide** (PNRA) de Italia a través del Instituto de Física Atmosférica de Roma (IFAR).

Los ozonosondeos que, se realizan en esta base. Estos son llevados a cabo, a través del convenio de Colaboración Científica entre la Dirección Nacional del Antártico - **Instituto Antártico Argentino** (IAA) y el instituto Nacional de Tecnología Aeroespacial (INTA) de España desde 1994, donde se inicia la colaboración con el monitoreo de la capa de ozono y el NO₂ con el Espectrómetro Visible de Absorción (EVA), utilizando la técnica DOAS (Differential Optical Absorption Spectroscopy). Hoy se trabaja con el espectrómetro NEVA II que utilizan la técnica Max DOAS. Ambos espectrómetros fueron desarrollados por el INTA de España.

La Estación Antártica Belgrano II es una estación NDACC y los datos pueden ser accedidos en el siguiente link:
<https://ndacc.larc.nasa.gov/stations/belgrano-ii-station-antarctica>.

En la **Figura 8** se muestra los perfiles derivados de los ozonosondeos en la estación Belgrano II, para los días 8 de febrero, 12, 19, 29 de agosto y 9 de septiembre. En el último ya se observa destrucción de ozono y el perfil de temperatura se encuentra dentro de la formación de NEP tipo I y Tipo II.

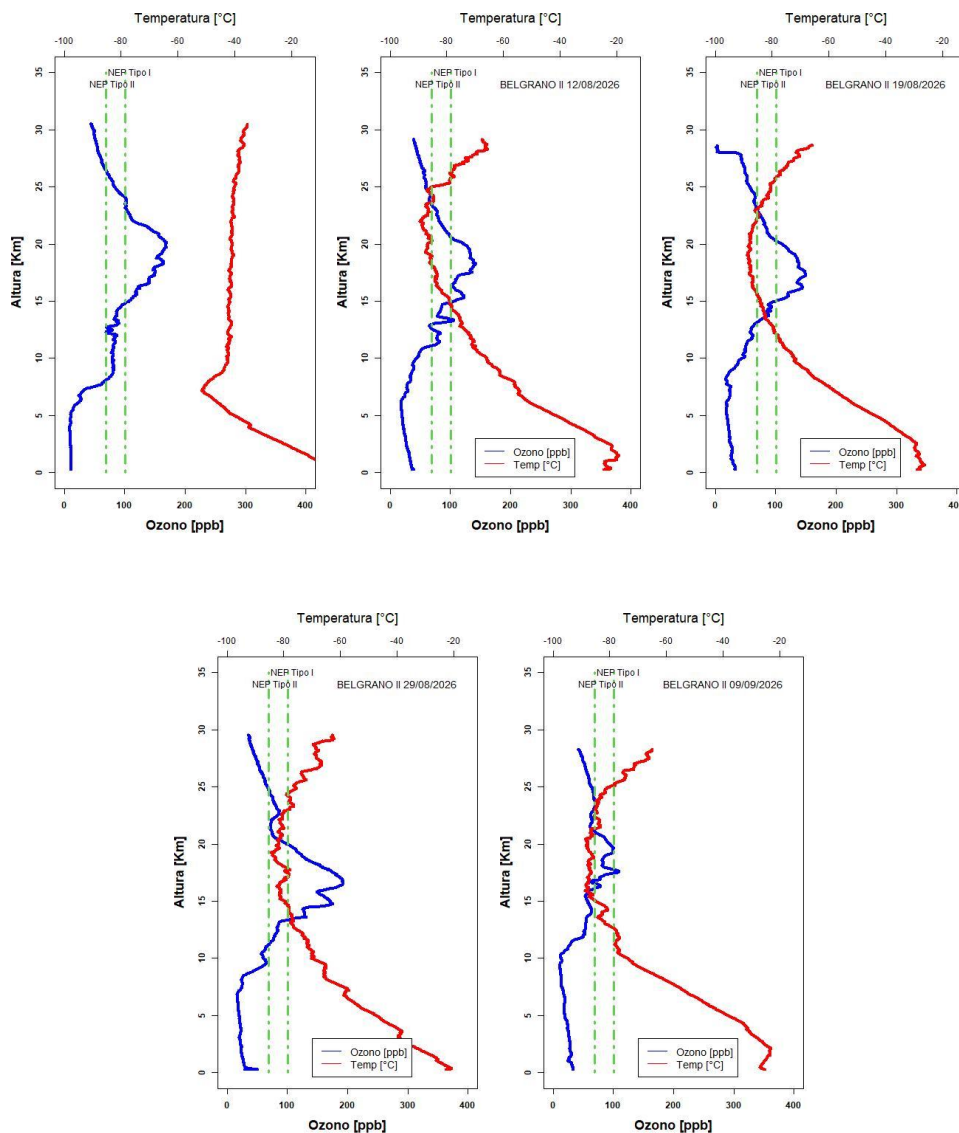


Figura 8. Ozonsondeos realizados en la Estación Antártica Belgrano II. En los tres gráficos, la línea azul es la relación de mezcla del ozono expresado en unidades partes por billón [ppb] en cada nivel de la atmosfera. Y la curva roja es el perfil de la temperatura en [°C].

4. El Agujero de ozono

4.1 El área del agujero de ozono

En la **Figura 9** se muestra el área del agujero de ozono mediante varias metodologías, tanto satelitales como modelos de asimilación. El valor más alto es 25.77 Millones de Km² – Ozone Watch NASA (arriba-izquierda). En tanto COPERNICUS con el satélite NOAA-21 OMPS (arriba-derecha) muestra 25,01 Millones de km². El portal TEMIS

(abajo-izquierda) muestra poco menos de 24,90 Millones de km² Con el modelo asimilación MSR2. Finalmente, La NOAA con el satélite NOAA-20 OMPS (abajo-derecha) también muestra poco menos de 25 Millones de km². Las proyecciones muestran que, la tendencia es ir disminuyendo, pero las proyecciones muestran que subirá el área del agujero de ozono.

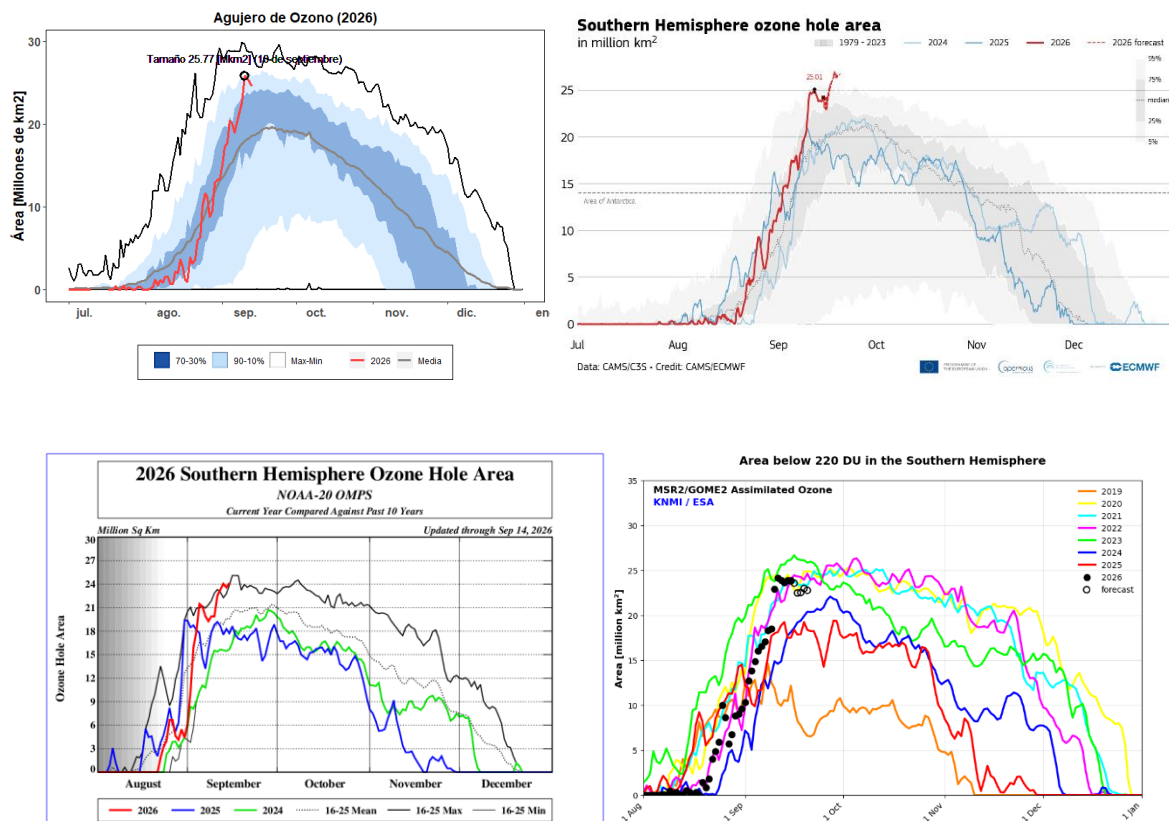


Figura 10. Área del Agujero de Ozono (millones de km²). Arriba-Izquierda, Es el consenso de satélites de la NASA, EEUU (TOMS+OMI+OMPS). Arriba-Derecha; son datos de COPERNICUS. Abajo-izquierda, son datos del TEMIS, Datos de la ESA (Agencia Espacial Europea). Finalmente abajo-derecha es de la NOAA.

Fuente de datos:

https://www.temis.nl/protocols/o3hole/o3_size.php?date=20230922&lang=0

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

<https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/monthly/SH.html> y <https://www.temis.nl/index.php>

https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/stratosphere/polar/gif_files/ozone_hole_2025.png

En la **Figura 11**, se observa los mapas proyectados para los próximos 4 días, considerando la evolución y desarrollo del agujero de ozono.

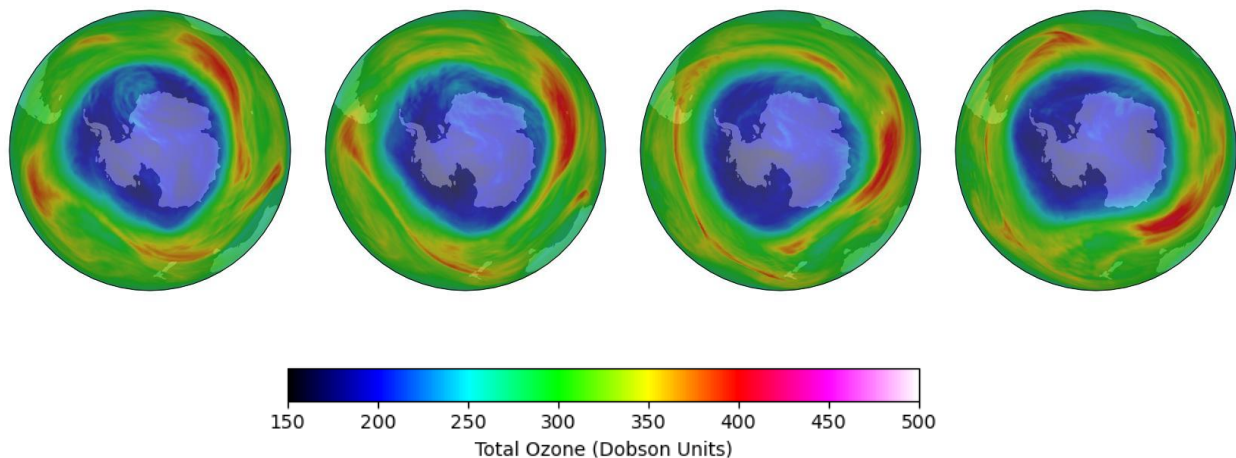


Figura 10. Proyecciones para los próximos 4 días a partir del día 17 hasta el 20 de septiembre y muestran la evolución y crecimiento del agujero de ozono para el año 2026.

5. CONCLUSION

El agujero de ozono continúa en desarrollo, pero dos fenómenos a corto plazo están afectando su desarrollo, A) La fase positiva de la QBO, es decir que los vientos del oeste que descienden desde la estratosfera hacia latitudes medias (ondas reflejadas) contrarrestan el efecto del El Niño que es un generador de ondas que transportan calor desde la troposfera hacia la estratosfera, de tal manera que este último solo logra perturbar el vórtice polar, pero no lo suficiente para generar un calentamiento súbito estratosférico (SSW). Esta situación se ve nota en el poco flujo de calor hasta el momento y como consecuencia una tendencia de enfriamiento de la estratosfera baja y alta, esto genera una gran producción de NEP Tipo I y II, sobre todo las Tipo I que han sobrepasado los valor máximos históricos.

En cuanto a la química de destrucción de ozono ya es notoria en la estratosfera de la capa polar y en el último ozonosondeo de la estación Antártica Belgrano II, que incluso en el perfil de temperatura aún están por arriba de la producción de la NEP, es decir la probabilidad de estas es muy alta.

Recién está por iniciar la primavera austral y el área máxima del agujero de ozono es 25,77 millones de km² (10 de septiembre 2026), y con tendencias en los días venideros a aumentar su área.

6. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Oficina de Asimilación y Modelo Global (GMAO) de la NASA (MERRA).

Se agradece al Centro Europeo para Pronósticos del Tiempo de Medio Alcance (ECMWF), Instituto Noruego para Investigación del Aire (NILU) y a la Agencia Espacial Europea (ESA).

Se agradece a Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS - ECMWF).

Se agradece a Centro Climático de TOKIO, considerado Centro regional de Clima (RII, Asia).

Se agradece los datos de las ozonosondas de Belgrano II del convenio entre el instituto Antártico Argentino (IAA) dependencia de la Dirección Nacional del Antártico de Argentina (DNA) y el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) de España.

Se agradece al **Prof. Juan Daniel Agüero y Osvaldo Blanco**, por el aporte y control de los datos históricos de la Estación Antártica Marambio.

Se agradece al personal de la Estación VAG-Ushuaia; **Ing. Lino Fabián Condori, Sr. Emiliano Petruzzi y Sr. Gonzalo Gambarte.**

Se agradece a los observadores Antárticos del Pabellón Científico de Marambio;

Se agradece a los observadores Antárticos de San Martín del Laboratorio LASAN:

Se agradece a los observadores Antárticos de Belgrano II del Laboratorio LABEL;

7. BIBLIOGRAFÍA

- Banerjee, A., Fyfe, J. C., Polvani L. M., Waugh, D., And Chang K. A pause in Southern Hemisphere circulation trends due to the Montreal Protocol, *Nature*, Vol 579, 544-548.
- Geir Braathen, “Boletín de Ozono Antártico”, Editado por la WMO.
- Newman (NASA), E. Nash (SSAI), R. McPeters (NASA), S. Pawson (NASA) National Aeronautics and Space Administration - Goddard Space Flight Center - NASA Ozone Watch.
- Veefkind, J.P., J.F. de Haan, E.J. Brinksma, M. Kroon and P.F. Levelt, Total Ozone from the Ozone Monitoring Instrument (OMI) Using the DOAS technique, *IEEE Trans. Geo. Rem. Sens.*, 2006, Vol. 44, No. 5, 1239-1244, doi:10.1109/TGRS.2006.871204.
- H. J. Eskes, R. J. van der A, E. J. Brinksma, J. P. Veefkind, J. F. de Haan, and P. J. M. Valks, Retrieval and validation of ozone columns derived from measurements of SCIAMACHY on Envisat, *Atmos. Chem. Phys. Discuss*, 5, 4429-4475, 2005.
- Valks, P.J.M., J.F. de Haan, J.P. Veefkind, R.F. van Oss and D.S. Balis, TOGOMI: An improved total ozone retrieval algorithm for GOME, XX Quadrennial Ozone Symposium, 1/6/2004-8/6/2004, C.S. Zerefos (Ed), 2004, Athens, University of Athens, 129-130.
- E. Botek, S. Chabrillat, Y. Christophe (BIRA-IASB) “Report on 2014 Antarctic ozone hole studies” MACC-III project (Monitoring Atmospheric Composition and Climate - III) 2014.
- Scientific Assessment of Ozone Depletion 2018 – Executive Summary – WMO UNO environment, NOAA, NASA, European Commission.
- Manuel Gil Ojeda “El ozono estratosférico” *Tethys*, 3, 47–58, 2006. DOI:10.3369/tethys.2006.3.06.
- Carbajal Benítez Gerardo, Facundo Orte, Elian Wolfram, Eduardo Luccini y Fernando Nollas. Boletines 1, 2, 3, 4 e Informe Final del Agujero de Ozono 2019.
- Karpechko, A., Y. (2020). Jet stream stops shifting as ozone layer recovers, *Nature*, Vol 579, 544-501.
- Solomon, S. (2019). The discovery of the Antarctic ozone hole, *Nature*, Vol 575, 46-47.
- Carabajal Benitez Gerardo; Cupeiro Manuel; Sánchez Ricardo; Agüero Juan Daniel; Barlasina María Elena y Nollas Fernando. Caracterización de la Columna Total de Ozono medido con el Espectrofotómetro Dobson en cuatro estaciones en la Argentina. ISBN 978-987-1323-36-4