

BOLETÍN DE OZONO N° 2 AÑO 2008



Vista de la estación argentina Belgrano situada a los 79°S. El espectrofotómetro Brewer puede apreciarse en la plataforma de observación en la mitad de la foto. En el presente Boletín podrán consultarse los datos de esta estación.

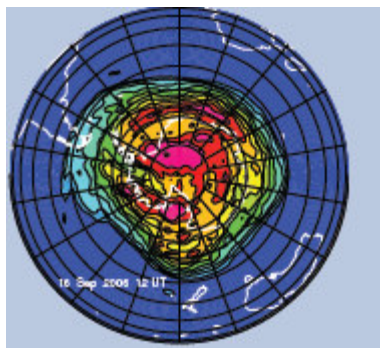


INTRODUCCIÓN

Las condiciones meteorológicas en la estratósfera antártica halladas durante el invierno austral (de junio a agosto) determinaron el comienzo para el agujero de ozono que tiene lugar todos los años. Las bajas temperaturas llevan a la formación de nubes en la estratósfera, las llamadas comunmente nubes estratosféricas polares (NEPs).

La cantidad de vapor de agua en la estratósfera es muy baja, solamente 5 moléculas de entre un millón de moléculas son de agua. Esto significa que bajo condiciones normales no existen nubes en la estratósfera. Sin embargo, cuando la temperatura disminuye por debajo de los -78°C , comienzan a formarse nubes que consisten de una mezcla de agua y ácido nítrico. Estas últimas se denominan NEPs del tipo I. En la superficie de las partículas en la nube, tienen lugar reacciones químicas que transforman compuestos pasivos e inócuos de halógeno (por ej HCl y HBr) en el denominado cloro activo y especies de bromuro (por ej ClO y BrO). Estas formas activas de cloruro y bromuro causan una rápida pérdida del ozono en condiciones de luz solar a través de ciclos catalíticos en los cuales una molécula de ClO pueden destruir miles de moléculas de ozono antes de que sean pasivizadas a través de la reacción con dióxido de nitrógeno (NO_2).

Cuando las temperaturas descienden por debajo de los -85°C , se forman nubes que consisten de hielo de agua pura. Estas nubes de hielo se denominan NEPs del tipo II. Las partículas en ambos tipos de nubes pueden llegar a un tamaño lo suficientemente grande como para ya no poder flotar en el aire precipitando fuera de la estratósfera. En este proceso, traen con ellas ácido nítrico. El ácido nítrico es una reserva que libera NO_2 en condiciones de luz solar. En el caso de que el NO_2 sea físicamente sacado de la estratósfera (el cual se denomina denitrificación), el cloro y el bromo activos pueden destruir muchas más moléculas de ozono antes de ser pasivizadas. La formación de nubes de hielo llevará a una pérdida de ozono más severa que la causada por el NEPs del tipo I por si solo puesto que las especies halógenas son activadas más efectivamente en las superficies de las partículas más grandes de hielo.



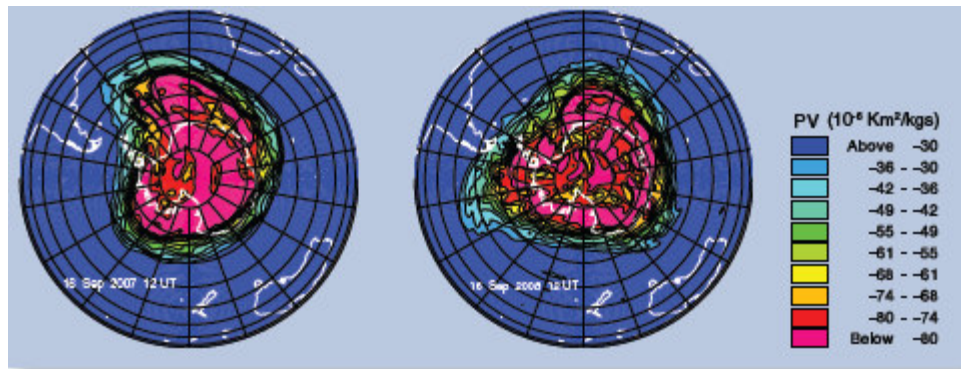


Figura 1

El vórtice polar antártico es un gran sistema de baja presión en el cual vientos de alta velocidad (el jet polar) en la estratósfera rodean el continente antártico. La Figura 1 muestra el vórtice del 16 de septiembre correspondiente a los tres años de 2006, 2007 y 2008. La región en dirección al polo del jet polar incluye las temperaturas más bajas y las pérdidas de ozono más grandes en todo el mundo. Durante principios de agosto, la información relativa a los parámetros y medidas meteorológicas desde estaciones de superficie, globos sondas y satélites de ozono y otros elementos pueden brindar algún discernimiento con respecto al desarrollo del vórtice polar y por lo tanto del agujero de ozono más tarde durante la estación del año.

Seguramente la situación con agujero de ozono en la Antártida, con repetición anual, continuará hasta tanto la estratósfera contenga un exceso de sustancias que ocasionen un adelgazamiento de la capa de ozono. Tal como se especificó en el Resumen Ejecutivo de la edición del 2006 de la Evaluación Científica del Adelgazamiento de la Capa de Ozono de la OMM/UNEP, seguramente se formarán, durante los próximos veinte años severos agujeros de ozono en la Antártida.

Para mayor información sobre el agujero de ozono en la Antártida y pérdida de ozono en general, consulte la página web de la OMM:
<http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ozono/index.html>.

La Figura 1. también muestra el mapa ortográfico polar de la vorticidad potencial en el nivel potencial de la temperatura de 500K (aprox. 20 Km) por encima de la región polar sur el 16 de septiembre de 2006, 2007 y 2008. Se puede apreciar que el vórtice se extendió más hacia el norte en 2007 con respecto al 2006 y el 2008. El ploteo está basado en datos suministrados por el Centro Europeo para Previsiones del Tiempo a Medio Plazo (ECMWF). La extracción de los datos y el ploteo se realiza en el Instituto Noruego para la Investigación del Aire (NILU).

CONDICIONES METEOROLÓGICAS

Temperaturas



Los datos meteorológicos provenientes del Centro Nacional para la Predicción del Medio Ambiente (NCEP) en Maryland, EEUU, muestran que las temperaturas estratosféricas por encima de la Antártida han estado por debajo del umbral de -78°C de PSC del tipo I desde principios de mayo y por debajo del umbral de -85°C de PSC tipo II desde principios de junio, tal como se muestra en la Figura 2.

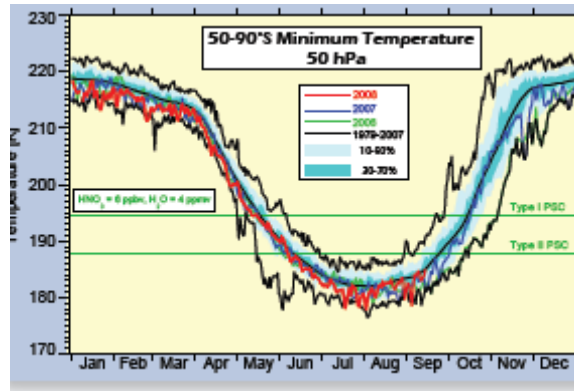


Figura 2.

Esta figura también muestra que las temperaturas mínimas diarias en el nivel de 50hPa han estado cercanas al promedio correspondiente al período desde 1979 hasta el 2007 o por debajo de éste. La mayoría de los días desde fines de junio hasta principios de agosto las temperaturas mínimas en 50hPa eran inferiores a las de los años 2006 y 2007. Desde el último Boletín la temperatura mínima ha variado con respecto al promedio del período comprendido entre los años 1979 y 2007 y el valor mínimo correspondiente al período entre los años 1979 y 2007. En dos ocasiones, el 30 de agosto y el 4 de septiembre, estuvo más frío que en cualquier año en el período de tiempo comprendido entre el 1979 y el 2007 en aquellas fechas.

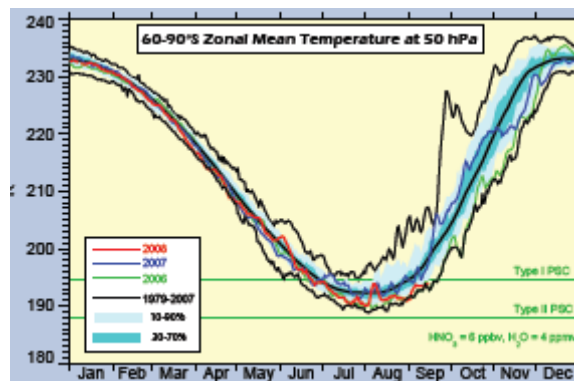


Figura 3.

Los datos provenientes del NCEP, disponibles a través de la página web de Vigilancia del Ozono de la NASA (consulte la sección de Reconocimientos y conexiones al final del Boletín), muestran que las temperaturas de 50hPa promediadas sobre la región de los $60-90^{\circ}$, Figura 3. han estado por debajo del promedio comprendido entre los años 1979 y



el 2007 la mayoría de los días desde principios de junio con la excepción de un período cálido de unos pocos días a principios de agosto. Desde el 29 de agosto al primero de septiembre estuvo más bajo que en cualquier año en el período de tiempo comprendido entre los años 1979 y el 2007 para estas fechas. Un desarrollo similar se aprecia también en el nivel de 70hPa. En los 30hPa la región de los 60-90°S ha sido considerablemente más fría que el promedio correspondiente al promedio del período entre los años 1979 y el 2007 desde mediados de junio. En los 10hPa la región de los 60-90° ha sido más fría que el valor medio a largo plazo todo el invierno y la mayoría de los días desde mediados de junio ha estado por debajo del valor extremo correspondiente al período entre 1979 y el 2007. Desde el 15 de septiembre está todavía por debajo del valor extremo correspondiente al período entre los años 1979 y el 2007.

La temperatura media en los 70, 50, 30 y 10hPa en la región de los 55-75° S se ha comportado de manera muy similar a la temperatura promediada que se verificó por encima de la región de los 60-90°S.

El área y el volumen de la NEP

Desde fines de junio, las temperaturas lo suficientemente bajas para la formación de ácido nítrico trihidrato (NEP del tipo I) han cubierto un área de más de 20 millones de kilómetros cuadrados lo que equivale aproximadamente al 80% del área del vórtice. Desde que comenzaron las temperaturas NEP a mediados de mayo el área NEP estaba cercana al promedio comprendido entre los años 1979 y 2007 hasta fines de junio. Desde principios de julio hasta el presente el área NEP ha estado por encima del promedio correspondiente al período entre 1979 y 2007 la mayoría de los días y también por encima del correspondiente al 2007 aunque por debajo del 2006. Los últimos días (mediados de septiembre) el área NEP se ha acercado al máximo extremo del período entre los años 1979 y el 2007 para dicha época del año. Puede verse el desarrollo del área NEP en la Figura 4A.

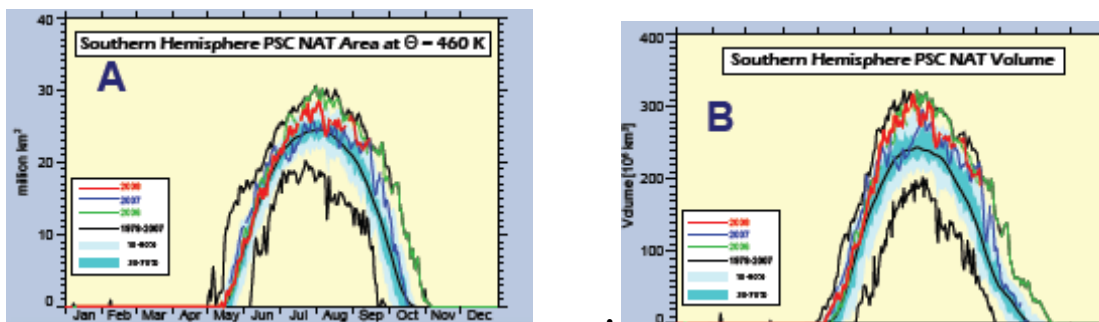


Figura 4.

Antes que observar el área NEP en un nivel discreto de la atmósfera tiene más sentido observar el volumen de aire con temperaturas lo suficientemente bajas como para que se formen las NEPs. El denominado volumen NEP se deriva integrando las áreas NEP en un número de niveles. La progresión del volumen NEP en el año 2008 se muestra en la Figura 4B en comparación con inviernos recientes y estadísticas a largo plazo. Desde la



aparición de las NEPs a principios de mayo el volumen NEP ha estado todos los días por encima del promedio correspondiente al período entre 1979 y 2007. Desde mediados de junio ha sido bastante más alto que el promedio a largo plazo y en varios días similar a los valores del 2006 y aún por encima de los mismos. En varias ocasiones los valores del 2008 superan el valor máximo para el período entre 1979 y 2007. El volumen NEP ha pasado el máximo y ahora está disminuyendo de la misma manera que en años anteriores. En los últimos días se ha acercado al valor máximo correspondiente al período entre 1979 y 2007.

El área o el volumen con temperaturas lo suficientemente bajas como para la existencia de NEPs se encuentra directamente relacionado con la cantidad de pérdida del ozono que tendrá lugar más adelante en la estación del año, pero el grado de pérdida del ozono depende también de otros factores como la cantidad de vapor de agua y ácido nítrico (HNO_3).

Seguramente en base al registro meteorológico histórico la extensión y la frecuencia de la ocurrencia de NEP continuarán ahora disminuyendo a medida que el sol se eleve sobre la Antártida mientras que el área del vórtice se emparejará y comenzará lentamente a disminuir.

Tamaño y estabilidad del vórtice

La Figura 1 muestra mapas de vorticidad potencial el 16 de septiembre correspondiente a los años 2006, 2007 y 2008 en el nivel de la temperatura potencial (aprox. 20 Km). Este mapa indica lo aislada que se encuentra la masa de aire polar con respecto a las masas fuera del vórtice polar. Los colores amarillo, naranja y rojo indican regiones en las cuales el aire se encuentra particularmente bien aislado de las áreas circundantes.

El vórtice ha sido más concéntrico alrededor del polo en 2008 que en el 2007. Esto llevó a un comienzo del adelgazamiento de la capa de ozono que se acercó al promedio del período comprendido entre 1979 y 2007 durante los primeros estadios del adelgazamiento de la capa de ozono a principios de agosto. Después de esto, el adelgazamiento ha aumentado rápidamente y el área del agujero de ozono superó el máximo del 2007 el 9 septiembre.

La extensión geográfica del vórtice del polo sur ha sido más grande que el promedio correspondiente al período comprendido entre el 1979 y el 2007 casi todos los días desde principios de abril en el nivel isentrópico de 460K. En los niveles de 500, 550y 600K el vórtice fué más grande que el promedio correspondiente al período entre 1979 y 2007 casi todos los días hasta principios de agosto aunque, después, ha sido más pequeño que los valores medios. Sin embargo, debe hacerse hincapié que el tamaño del vórtice no da ninguna indicación directa del grado de la pérdida de ozono que podría ocurrir más adelante en la estación del año.

El flujo de calor promediado longitudinalmente entre los 45°S y los 75°S es una indicación de la medida en la que la estratósfera se encuentra perturbada. Desde abril hasta la mitad de julio de 2008, el flujo de calor oscilaba alrededor del promedio



correspondiente al período entre 1979 y 2007. A mediados de julio, el flujo de calor disminuyó algo y desde entonces ha estado por debajo del promedio correspondiente al período entre 1979 y 2007. Esto es una indicación que el vórtice se encuentra estable. En el siguiente sitio se puede encontrar un ploteo actualizado del flujo de calor:
http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/meteorology/figures/heat_flux/vt1-3w45_75-45s_100_228.pdf

Figura 2. Series de tiempo de temperaturas mínimas diarias en el nivel isobárico de 50hPa al sur de los 50°S. La curva roja muestra el año 2008 (hasta el 14 de septiembre). El color rojo algo más oscuro muestra el desarrollo desde la figura mostrada en el último boletín. La línea azul muestra el año 2007 y la línea verde el año 2006. Se muestra para poder comparar en negro el promedio correspondiente al período entre 1979 y el 2007. Las líneas negras delgadas representan las temperaturas mínimas diarias más altas y bajas en el período comprendido entre los años 1979 y 2007. El área sombreada con azul verde claro representa los valores de porcentaje 10 y 90 y el área sombreada con azul verde oscuro los valores de porcentaje 30 y 70. Las dos líneas horizontales verdes en 195 y 188K muestran los umbrales para la formación de NEPs del tipo I y el tipo II, respectivamente. El ploteo ha sido adaptado a partir del ploteo descargado del sitio web de Ozone watch en la NASA y basado en datos de la NOAA/NCEP.

Figura 3. Series de tiempo de la temperatura promediado sobre la región al sur de 60°S en el nivel de 50hPa. La curva roja muestra el año 2008 (hasta el 14 de septiembre). Las curvas azul y verde representan el año 2007 y 2006, respectivamente. El promedio del período comprendido entre 1979 y 2007 se muestra para poder ser comparado en negro. Las dos líneas negras delgadas muestran la temperatura promedio máxima y mínima durante el período de tiempo entre 1979 y 2007 para cada fecha. El área sombreada con azul verde claro representa los valores del porcentaje 10 y 90 y el área sombreada con azul verde oscuro los porcentajes 30 y 70. El ploteo ha sido adaptado a partir de un ploteo descargado del sitio web Ozone watch en la NASA y basados en datos de la NOAA/NCEP.

Figura 4. Series de tiempo del área de superficie en 460K (panel A) y el volumen (panel B) de la región en la que las temperaturas son lo suficientemente bajas para la formación de ácido nítrico trihidrato (NEPs del tipo I). La curva roja muestra el año 2008 (hasta el 14 de septiembre). El color rojo algo oscuro muestra el desarrollo desde la figura mostrada en el último boletín. Las curvas azul y verde representan los años 2007 y 2006 respectivamente. El período promedio correspondiente al período entre 1979 y 2007 se muestra en negro para que pueda ser comparado. Las dos líneas negras delgadas muestran los valores máximos y mínimos durante el período de tiempo entre 1979 y 2007 para cada fecha. El área sombreada con azul verde claro representa los valores de porcentaje de 10 y 90 y el área sombreada con azul verde oscuro los porcentajes 30 y 70. El ploteo ha sido adaptado a partir de ploteos descargados del sitio web del Ozone watch de la NASA y basado en datos de la NOAA/NCEP.

OBSERVACIONES DE OZONO



Observaciones satelitales

Desde el último boletín, el adelgazamiento de la capa de ozono ha aumentado aún más. La Figura 5 muestra las columnas mínimas de ozono medidas por el instrumento SCIAMACHY a bordo del ENVISAT en comparación con datos correspondientes a los últimos nueve años (SCIAMACHY y GOME). El ozono mínimo disminuyó rápidamente de alrededor de 200 UD el 25 de agosto hasta alrededor de 150 UD el 4 de septiembre. Posteriormente, los valores mínimos aumentaron hasta llegar a 170 UD, luego de lo cual comenzaron nuevamente a disminuir llegando hasta alrededor de 130 UD el 24 de septiembre. Durante los próximos cinco días seguramente la columna mínima variará entre 130 y 135 UD.

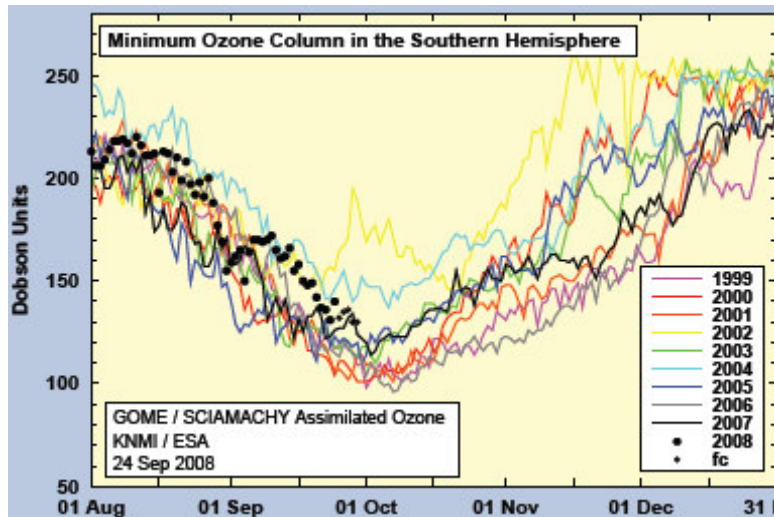


Figura 5.

La Figura 6 muestra el ozono mínimo medido con el instrumento OMI a bordo del satélite AURA. De acuerdo a estas medidas, el ozono mínimo llegó hasta 127 UD el 21 de septiembre por debajo del valor de alrededor 180 UD registrado el 23 de agosto.

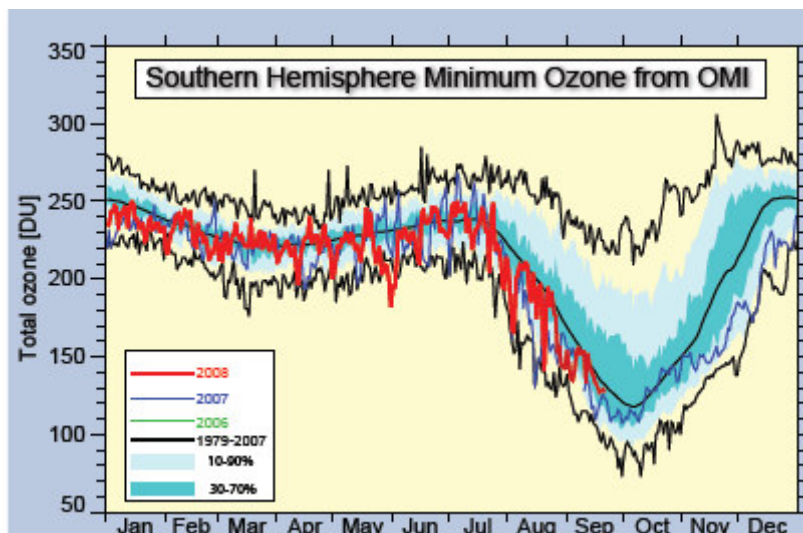


Figura 6.

La Figura 7 muestra los mapas satelitales a partir de las medidas obtenidas por el OMI correspondientes al 18 de septiembre de los años 2006, 2007 y 2008. Puede apreciarse que la extensión del adelgazamiento de la capa de ozono en el año 2008 es más pequeño que en el 2006 pero más grande que en el 2007.

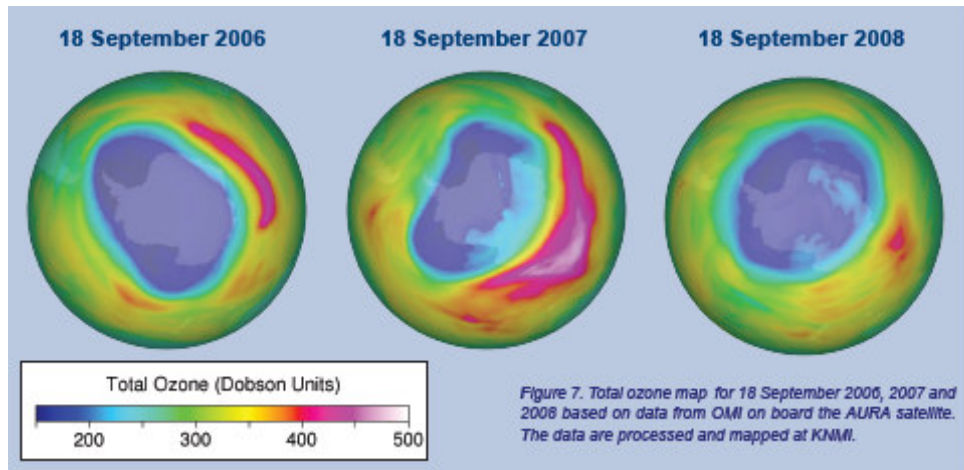


Figura 7.

Figura 5. muestra las columnas mínimas diarias de ozono total en el Hemisferio Sur observadas por GOME y SCIAMACHY. Los puntos negros muestran las observaciones obtenidas por el SCIAMACHY correspondientes al 2008. En el momento presente, los datos muestran columnas de ozono mínimo hasta 130-140 UD. Los círculos abiertos son datos pronosticados. El ploteo es provisto por el Instituto Meteorológico de los Países Bajos (KNMI).

Figura 6. muestra columnas mínimas diarias de ozono total en el Hemisferio Sur tal como han sido observadas por el OMI y TOMS. La curva roja muestra las observaciones obtenidas con el OMI correspondientes al 2008 hasta el 21 de septiembre. La curva roja más oscura muestra el desarrollo después del último boletín. El ploteo ha sido adaptado a partir de un ploteo descargado del sitio web de vigilancia del ozono de la NASA.

Figura 7. muestra el mapa de ozono total correspondiente al 18 de septiembre de 2006, 2007 y 2008 basado en datos obtenidos por el OMI a bordo del satélite AURA. Los datos son procesados y mapeados en el KNMI

OBSERVACIONES CON GLOBOS

Belgrano

Las observaciones con ozonosondas en Belgrano comenzaron al finalizar el mes de Julio. Desde entonces, el ozono total medido integrando los perfiles de los ozonosondas ha disminuido rápidamente de 242 UD el 23 de julio hasta 118 UD el 17 de septiembre. Esto se muestra en la Figura 8. La Figura 9 muestra tres perfiles de ozono medidos el 23



de julio, el 10 de septiembre y el 20 de septiembre respectivamente. Se puede apreciar el aumento de la pérdida de ozono en una altura de 15-20 Km. Después del incendio que tuvo lugar en el rompehielos Irizar en el mes de abril de 2007, la Base Belgrano está sufriendo a causa de una falta en la provisión de víveres. El personal asignado a dicha Base esta esperando en una provisión desde el aire o por medio de otras naves las cuales difícilmente puedan llegar antes de febrero siempre y cuando existan condiciones favorables del estado del mar. De cualquier manera, continúan operando el Brewer y lanzando ozonosondas en estas difíciles circunstancias. La foto de tapa muestra la estación Belgrano con su espectrofotómetro Brewer.



Figura 8

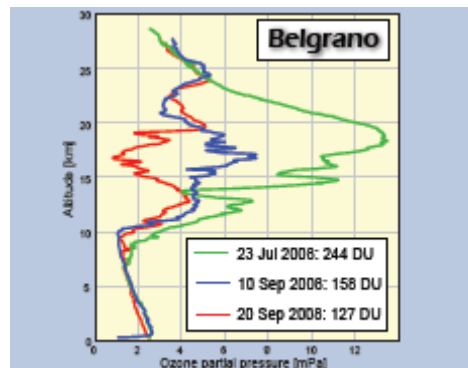


Figura 9

Figura 8. muestra el ozono total en la estación VAG argentina Belgrano (77.9°S , 34.6°W) derivadas integrando los perfiles de ozonosonda y agregando ozono residual asumiendo una razón de mezcla de ozono desde la altura en la que el globo estalla hasta el tope de la atmósfera. Los valores de ozono total han sido tomados de los archivos de datos provisionarios. Estos valores podrían cambiar puesto que los datos podrían ser recalculados por lo cual deben ser considerados como preliminares.

Figura 9. muestra los perfiles de ozonosondas medidos en la estación VAG argentina Belgrano (77.9°S , 34.6°W) el 23 de julio (verde), el 10 septiembre (azul) y el 20 de septiembre de 2008.



Marambio

En la Figura 10 se muestra un serie de tiempo de ozono total calculado a partir de ozonosondeos realizados en la estación argentina de Marambio desde principios de junio. Como puede apreciarse en la figura, existe mucha variabilidad de un sondeo al otro. Tres perfiles de ozono individuales muestran signos claros de destrucción del ozono en una altura de 15-25 metros y a pesar que la columna de ozono total se encuentra algunas Unidades Dobson más altas el 21 de septiembre, se puede apreciar que el adelgazamiento de la capa de ozono ha aumentado aún más.

Figura 10. muestra el ozono total en la estación VAG argentina de Marambio (64.2°S , 56.6°W) derivada integrando los perfiles de ozonodondas desde principios de junio hasta el 20 de septiembre. Los valores de ozono total son tomados de archivos de datos provisionarios. Estos valores podrían cambiar puesto que podrían ser recalculados razón por la cual deben ser considerados como preliminares.

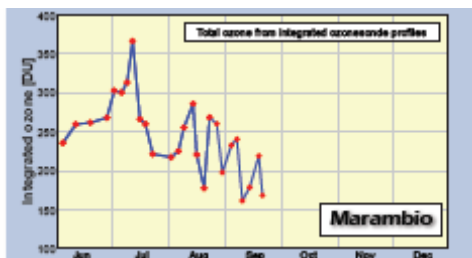


Figura 10

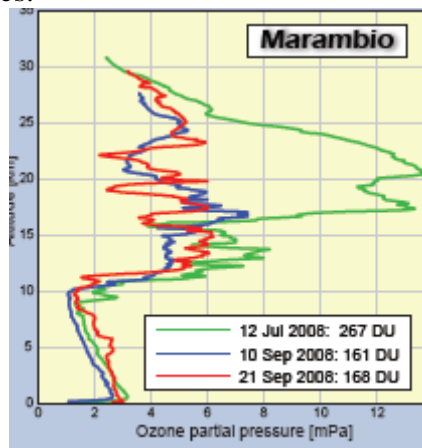


Figura 11

Figura 11. muestra los perfiles de ozono observados en la estación VAG argentina Marambio (64.2°S , 56.6°W) el 12 de julio (verde), 10 de septiembre (azul) y el 21 de septiembre (roja). El ozono total se calcula integrando el perfil de sondeo desde la superficie hasta una altura en el que globo estalla agregando luego el residual asumiendo una razón de mezcla constante desde ese punto hasta el tope de la atmósfera. Los datos deben ser considerados preliminares.

Neumayer

Las columnas de ozono total deducidas a partir de sondeos realizados en la estación alemana NDACC/GAW Neumayer en (70.65°S , 8.26°W) muestran una rápida disminución comenzando a fines de agosto. Esto se muestra en la Figura 12, la cual incluye datos hasta el 22 de septiembre. En el año 2007, el ozono total sobre Neumayer disminuyó durante el mes de septiembre pero este año se ha nivelado en alrededor 160 UD, mientras que se encontraba alrededor de los 120 UD alrededor del 20 de septiembre de 2007. Los datos recibidos antes de la distribución del Boletín muestran que el ozono total disminuyó hasta 116 UD el 24 de septiembre.

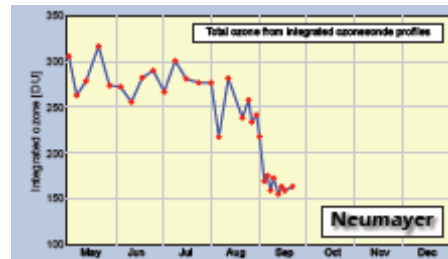


Figura 12

Figura 12. Ozono total en la estación alemana NDACC/GAW de Neumayer (70.65°S, 8.26°W) derivado integrando los perfiles de ozonosondes desde principios de mayo hasta el 22 de septiembre. Los valores de ozono total son tomados de los archivos de datos provistos. Estos datos podrían cambiar puesto que podrían ser recalculados por lo cual deben ser considerados como preliminares.

Polo Sur

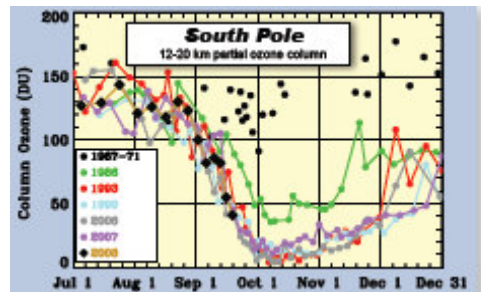


Figura 13

La Figura 13 muestra la columna parcial a los 12-20 Km derivada a partir de las observaciones con ozonosondas realizadas en la estación NDACC/GAW en el Polo Sur. Desde el último boletín la columna parcial ha disminuido rápidamente y el 18 de septiembre se encontraba alrededor de las 40 UD. A pesar de que el adelgazamiento de la capa de ozono comenzó relativamente tarde, es en el momento presente similar a los años anteriores. En la Figura 13 se muestra el mismo para ser comparado.

Figura 13. La columna parcial de ozono en la altura de 12-20 Km correspondiente a la estación NDACC/GAW en el Polo Sur. Los diamantes marrones representan el 2008 (hasta el 18 de septiembre). Se muestra una selección de inviernos anteriores para ser comparada. La altura de 12-20 Km ha sido elegida puesto que esta es la cual en la que el adelgazamiento de la capa de ozono es más severa.



OBSERVACIONES DE SUPERFICIE

Dome Concordia

El ozono total se mide con un espectrofotómetro SAOZ en la estación francoitaliana NDACC GAW en Dome Concordia a los 3250 metros sobre el nivel del mar en la capa de hielo antártica. Las medidas desde comienzos de mayo hasta el 22 de septiembre se muestran en la Figura 14. A causa de la noche polar, no hubo medidas entre el 24 de mayo y el 19 de julio. Desde el último boletín, la columna de ozono ha disminuido desde alrededor de 300 UD hasta las 150 UD. Dome Concordia se encuentra generalmente dentro del vórtice polar y por lo tanto la columna de ozono muestra menos variabilidad que la que se observa en Dumont d'Urville estación localizada 1100 Km más al norte.

Dumont d'Urville

Dumont d'Urville se encuentra ubicada en el círculo polar, lo cual permite realizar medidas SAOZ durante todo el año. La Figura 15 muestra las series de tiempo del ozono total desde el primero de mayo hasta el 22 de septiembre. Si bien el ozono total se encontraba alrededor de las 250-350 UD en mayo y junio, el mismo disminuyó alrededor de las 200-250 UD a fines de agosto. Posteriormente, ha variado entre las 1190 y 340 UD. Dumont d'Urville se encuentra ubicada más al norte de Dome Concordia y expuesta a mayor luz solar por lo cual el adelgazamiento de la capa de ozono comienza en una fecha más temprana. Por otra parte, se encuentra muy a menudo en el extremo del vórtice aún fuera del mismo. Los valores de ozono diarios se calculan como las medidas mínimas realizadas a la salida y a la puesta del sol. Si la estación se encuentra en el borde del vórtice, el instrumento podría tomar una medida dentro del vórtice y otra fuera del mismo. La diferencia entre la medida a la salida del sol y la medida a la puesta del sol puede ser superior a las 100 UD.

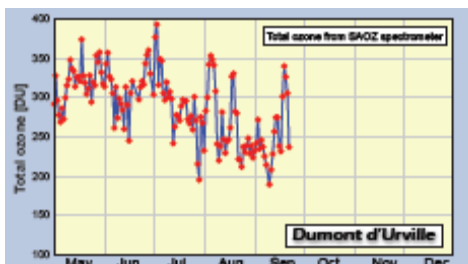


Figura 15

Figura 15. muestra el ozono total en la estación francesa NDACC/GAW Dumont d'Urville (66.7°S, 140.0°E) medido por espectrofotómetro SAOZ. Los datos han sido actualizados a partir del 22 de septiembre y deben ser considerados como preliminares.

Halley

La estación Halley (75.6°S, 26.6°W) es operada por la Dirección Nacional del Antártico Británica. Las medidas comenzaron el 27 de agosto después de la noche polar.



La estación ha estado dentro del vórtice polar todos los días desde que comenzaron las medidas. La columna de ozono total ha variado entre 136 y 211 UD entre el 27 de agosto y el 18 de septiembre. Llegó a 136 UD el 4 de septiembre y el 18 de septiembre.

Rothera

En la estación británica NDACC/GAW de Rothera el ozono total se mide con un espectrofotómetro SAOZ. Dado que la estación se encuentra cercana al círculo polar, las observaciones se pueden realizar durante todo el año. Después del último boletín, la estación ha estado tanto dentro como fuera del vórtice y el ozono total ha variado entre las 150 y 300 UD. Las series de tiempo de ozono se muestra en la Figura 16 con datos hasta el 12 de septiembre. Las medidas más recientes muestran el ozono total alrededor de las 150 UD.

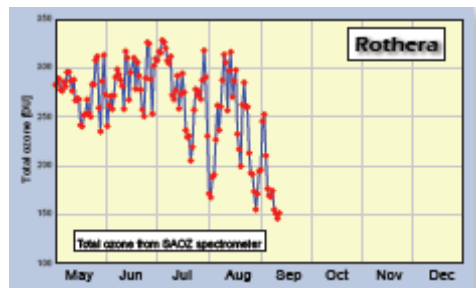


Figura 16

San Martín

La estación San Martín (68.1°S, 67.1°W) se encuentra solamente a 76 Km de la estación Rothera. Entre el primero y el 22 septiembre, el ozono total ha variado entre 254 UD (5 de septiembre) y 153 UD (9 de septiembre)- En algunos días las medidas en la estación San Martín y Rothera se encuentran cercanas (dentro de las 10 UD), mientras que en otras la diferencia es de 30-70 UD.

Figura 16. muestra el ozono total en la estación británica NDACC/GAW de Rothera (67.6°S, 68.1°W) medido con espectrofotómetro SAOZ hasta el 12 de septiembre. Los datos deben ser considerados preliminares.

Syowa

El ozono total se mide en la estación VAG japonesa Syowa con un espectrofotómetro Dobson. Estas medidas han sido realizadas desde 1961. El ozono total estuvo cerca de las 300 UD en el inicio de agosto y disminuyó hasta alrededor de las 220-230 UD al momento del último boletín. Posteriormente, el ozono continuó descendiendo. Con la excepción del 2 de septiembre el ozono total ha estado por debajo de las 220 UD desde el 29 de agosto. El valor más bajo que se midió hasta ahora en el 2008 fue el 21 de septiembre con 146 UD.

Vernadsky

La estación Vernadsky (65.3°S, 64.3°W) es operada por el Centro Científico Nacional de la Antártida de Ucrania. El ozono total se mide con un espectrofotómetro de Dobson. Se observó ozono total bajo durante los primeros días de agosto, con 199 UD el 2 de agosto. Alrededor del 10 de agosto la columna de ozono llegó hasta casi 300 UD antes de descender hasta alrededor de 240 UD el 20 de agosto. Desde el último boletín el ozono total ha variado entre 190 y 290 UD, con valores de alrededor 200 UD a mediados de septiembre. Esto contrasta con Rothera donde el ozono en este momento es de alrededor de 150 UD a pesar del hecho que las estaciones se encuentran solo a 300 Km entre si.

ACTIVACIÓN QUÍMICA DEL VÓRTICE

OBSERVACIONES SATELITALES

La mayor parte del vórtice del polar sur se encuentra todavía vaciado de HCl y llenado con cloro activo.

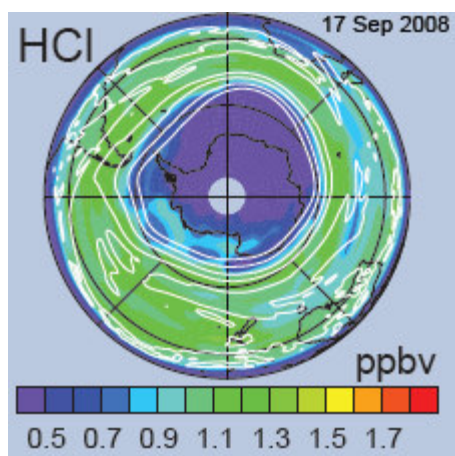


Figura 17

La Figura 17 muestra en que medida, el 17 de septiembre de 2008, se ha removido el ácido hidroclórico (HCl) el cual es una de las reservas del cloro activo. Como se puede apreciar a partir de esa figura, el HCl se encuentra casi completamente removido dentro del vórtice en el nivel isentrópico de 490K. Comparado con el mes anterior el vaciamiento de HCl es en el momento presente menos completo, especialmente en el sector del océano Pacífico. La remoción de HCl es un indicador de la activación química del vórtice. Otra indicación de la activación del vórtice es la cantidad de monóxido de cloro (ClO). Sin embargo, debe hacerse notar que el ClO, en la oscuridad, se debilita y forma (ClO)₂. El dimero se quiebra fácilmente en la presencia de luz solar. Por lo tanto, el ClO estará presente en las partes del vórtice iluminadas por la luz solar, mientras que las partes oscuras se llenarán con (ClO)₂ el cual no es observado por el Aura-MSL.

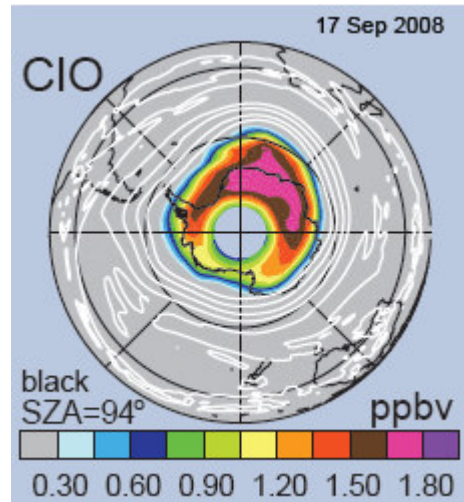


Figura 18

La Figura 18 muestra la cantidad de CIO el 17 septiembre de 2008. El sector de 0-90°E tiene particularmente una cantidad elevada de CIO. Algunas áreas exceden los 1.65 ppb. Esta situación era la que prevalecía más de un mes antes de este evento.

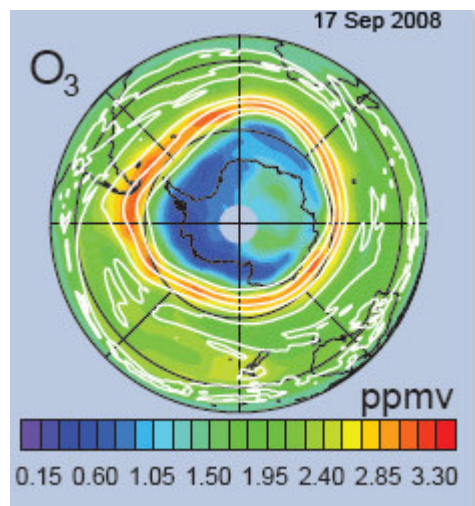


Figura 19

La Figura 19 muestra la razón de mezcla de ozono en el nivel isentrópico de 490K el 17 de septiembre. Desde el último boletín, el cual mostró la situación el 17 de agosto, la razón de mezcla del ozono ha disminuido desde un valor cercano a los 3ppm hasta alrededor 0.5-0.7ppm en ciertas regiones, especialmente en la mitad occidental de la Antártida.

EL AGUJERO DE OZONO Y EL DÉFICIT DE MASA

En la Figura 18, se muestra el área de la región en la cual el ozono total es inferior a las 220 UD (el área del agujero de ozono) tal como ha sido deducida a partir del instrumento OMI montado en el satélite AURA. Durante la primera quincena de agosto, el área



aumentó más lentamente que en el mismo período de 2007. Después de mediados de agosto, las áreas afectadas por el agujero de ozono se han incrementado rápidamente llegando el 12 de septiembre a una extensión máxima de 27 millones de kilómetros cuadrados. Las áreas del agujero de ozono han comenzado a disminuir y a partir del 22 de septiembre es de aproximadamente 25 millones de kilómetros cuadrados.

La Figura 19 muestra el déficit de la masa de ozono tal como ha sido deducida a partir de los instrumentos montados en el satélite SCIAMACHY. Durante el mes de agosto y la primera quincena de septiembre el déficit de la masa de ozono estaba quedando atrás con respecto a los años anteriores mostrados en el presente boletín con la excepción del 2002 y el 2004. A mediados de septiembre pasó los valores correspondientes al 2007 y el 22 de septiembre llegó a 27 megatoneladas lo cual es casi lo mismo que el máximo correspondiente al 2007. De acuerdo al pronóstico (que en la figura se muestra con círculos abiertos) el déficit de la masa se incrementará durante los próximos cinco años. Los cálculos llevados a cabo por la NASA, basados en los datos obtenidos por el OMI, muestra un déficit de la masa de ozono de alrededor 32.5 megatoneladas lo que equivale aproximadamente a la mitad de las megatoneladas con respecto al valor máximo calculado en el 2007.

Figura 18. muestra el área (en millones de kilómetros cuadrados) en el que la columna de ozono es inferior a las 220 unidades Dobson. El año 2008 se muestra en rojo (hasta el 22 de septiembre). El desarrollo desde el último boletín se muestra con un color rojo más intenso. El año 2007 se muestra en azul y el 2006 en verde. La línea negra suave es el promedio correspondiente a 1979-2007. El área sombreada con verde azul oscuro representa los porcentajes 30 y 70 y el área sombreada con verde azul claro representa los porcentajes de 10 y 90 correspondiente al período 1979-2007. El ploteo ha sido adaptado a partir de un ploteo descargado del sitio web de vigilancia del ozono de la NASA y está basado en datos obtenidos con el instrumento OMI a bordo del AURA y varios instrumentos TOMS.

Figura 19. muestra el déficit de masa del ozono (megatoneladas) correspondiente a los años desde el 1999 al 2008 (puntos negros). El déficit de masa es la cantidad de ozono que tendría que ser agregada al agujero de ozono para que la columna de ozono total alcance el valor de 220UD en aquellas regiones en las que la columna total está por debajo de este umbral. Los círculos abiertos representan un pronóstico para los próximos cinco años. Este ploteo es producido por KNMI y está basado en datos obtenidos por los instrumentos GOME y SCIAMACHY instalados a bordo de satélites.

RADIACIÓN UV

La radiación UV es medida por varias redes que cubren el extremo sur de América del Sur y la Antártida. Existen estaciones en el sur de Chile (Punta Arenas), el sur de Argentina (Ushuaia) y en la Antártida (Belgrano, Marambio, McMurdo, Palmer, South Pole).



BOLETÍN DE LA RED DE UV DE LA FUNDACIÓN DE CIENCIA NACIONAL DE LOS EEUU (NSF)

Período de información: del 15 de agosto hasta el 11 de septiembre de 2008.

Sinopsis

Los niveles de UV en los sitios antárticos y Ushuaia eran pequeños durante el período de información puesto que la elevación del sol todavía es baja. El Índice de UV no excedió 1.6 de los sitios de la antártida y 2.5 de Ushuaia.

McMurdo Station, Antártida

McMurdo Station fue afectada por el agujero de ozono durante las últimas tres semanas. Sin embargo, los niveles de UV permanecieron muy bajos puesto que las elevaciones solares se encontraban todavía debajo de los 8°. El índice máximo de UV que se observó durante las últimas tres semanas fue de 0.33.

Palmer Station, Antártida

El ozono total en la Palmer Station estaba por debajo de las 220 UD el 21 de agosto, entre el 29 de agosto y el primero de septiembre y entre el 9 y el 11 de septiembre de acuerdo a las medidas GUV-511. Los niveles de UV permanecieron pequeños porque el sol no se elevó por encima de los 21° del horizonte. El índice de UV máximo observado el 9 de septiembre fue de 1.6- Los índices típicos de verano oscilan entre 8 y 10 con índices que exceden los 13.

South Pole, Antártida

Los niveles de UV eran todavía despreciables puesto que el sol todavía no había salido.

Ushuaia, Argentina

El borde del agujero de ozono todavía no pasó por encima de Ushuaia. La columna de ozono más pequeña fue de 250 UD, observada por el radiómetro GUV-511 el 3 de septiembre. La elevación máxima del sol era de 30°. El índice de UV permaneció por debajo de 2.5.

DISTRIBUCIÓN DE LOS BOLETINES

La Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) distribuye Boletines informando sobre las condiciones del agujero de ozono en el momento presente a partir alrededor del 20 de agosto todos los años. Los Boletines se encuentran disponibles a través de la página web del programa de la Vigilancia Atmosférica Global <http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ozone/index.html>. A parte de los Servicios



Meteorológicos Nacionales, la información de estos Boletines se hacen disponibles a los cuerpos nacionales que representan sus países con el Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas y que apoyan o implementan la Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y su Protocolo de Montreal.

RECONOCIMIENTOS Y CONTACTOS

La vorticidad potencial y los datos de temperatura son provistos por el Centro Europeo para Pronósticos del Tiempo a Medio Alcance (ECMWF) y sus campos meteorológicos diarios T106 son analizados y mapeados por el Instituto Noruego para la Investigación del Aire (NILU) Kjeller, Noruega, informando la extensión del vórtice, el área NEP e información relativa a temperaturas extremas. Los datos meteorológicos del Centro Nacional de los EEUU para el Pronóstico del Medio Ambiente (NCEP) se utilizan también para evaluar la extensión de las temperaturas NEP y el tamaño del vórtice polar. (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/stratosphere/polar/polar.shtml>). Los análisis meteorológicos NCEP y los datos climatológicos para un número de parámetros de importancia relativos al adelgazamiento de la capa de ozono también se pueden obtener por medio del sitio web de Vigilancia del Ozono de la NASA (<http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/meteoirology/index.html>).

Los análisis de datos de ozono y los mapas son preparados por el Centro Mundial de Datos de UV y Ozono en Environment Canada (<http://exp-studies.tor.ec.gc.ca/cgi-bin/select> Map), por el Instituto Real Meteorológico de los Países Bajos (<http://www.temis.nl/protocols/O3global.html>) y por la Universidad de Bremen (<http://www.doas-bremen.de/>). Los datos UV son provistos por la Red de Monitoreo de UV de la Fundación de Ciencia Nacional de los EEUU (<http://www.biospherical.com/nsf>).

BUENOS AIRES, 17 de octubre 2008