

AGOSTO 2021
Vol.08

BOLETÍN MENSUAL
VIGILANCIA DEL
OZONO
ATMOSFÉRICO EN LA
ESTACIÓN VAG
MARCAPOMACOCHA





Introducción

La emisión de gases que contienen cloro y bromo (gases fuentes de halógenos) son la causa de la destrucción de la capa de ozono debido a la actividad humana. Estos gases se acumulan en la atmósfera baja y son transportados por el viento y otros movimientos de aire.

En la estratósfera, dichos gases sufren rápidamente conversiones químicas gracias a la radiación solar ultravioleta y se convierten en gases de halógenos reactivos que, a su vez, reaccionan con el ozono destruyéndolo (agotamiento de la capa de ozono).

Las sustancias agotadoras de la capa de ozono se clasifican según su capacidad de destruir el ozono estratosférico o Potencial de Agotamiento de Ozono (PAO). Las formas más reactivas de gases de halógeno reactivos que se encuentran en la estratósfera son el monóxido de cloro (ClO) y el monóxido de bromo (BrO).

Debido a estos procesos que ocurren en la atmósfera el Perú, como país miembro del Protocolo de Montreal, viene reduciendo poco a poco el consumo de los productos químicos que destruyen la capa de ozono y además por intermedio del SENAMHI viene monitoreando el estado de la capa de ozono en la región central del país con la finalidad de alertar a la comunidad científica nacional e internacional sobre su variabilidad temporal y posible deterioro.

Asimismo, es importante no solo la información de superficie sino también la información proveniente de los satélites porque estamos ante un problema en evolución. Se requiere que estemos pendientes de forma constante.

ANTECEDENTES

El SENAMHI cuenta con la estación de Vigilancia Atmosférica Global (VAG) Marcapomacocha, ubicada en la sierra central del país (provincia de Yauli y departamento de Junín), asimismo, se encuentra a una altitud de 4,479 metros sobre el nivel del mar, a una latitud de 11°24'18"S y longitud de 76°19'31"O. Es una de las pocas estaciones a nivel mundial cercanas a la línea ecuatorial y en un medio natural megadiverso. A nivel sudamericano conjuntamente con las estaciones VAG de Natal (Brasil) y la recientemente Chacaltaya (Bolivia) son las que reportan información continua de las propiedades físicas y químicas de la atmósfera en esta parte del continente.

Las actividades de la estación VAG Marcapomacocha se enmarcan en las mediciones de la concentración de ozono total atmosférico en forma diaria realizadas con el Espectrofotómetro Dobson el cual contribuye con el Programa de Vigilancia de la Atmósfera Global – VAG de la Organización Meteorológica Mundial – OMM. Otras variables como la radiación ultravioleta, radiación solar global y parámetros meteorológicos también se vienen midiendo en dicha estación.

Con las mediciones realizadas desde 1964 en el Perú, se ha podido conocer el estado y evolución del espesor de la capa de ozono sobre el territorio peruano y en general sobre la porción de la atmósfera tropical sobre el continente sudamericano.

En el futuro la estación VAG Marcapomacocha también podrá realizar mediciones de dióxido de carbono (CO₂) (gas de efecto invernadero) y carbono negro (hollín).

I. METODOLOGÍA DE CÁLCULO DEL OZONO ATMOSFÉRICO

1. MEDICIÓN EN SUPERFICIE

Con un instrumento denominado Espectrofotómetro Dobson (Figura 1), es posible realizar mediciones de la cantidad de ozono total atmosférico, en forma indirecta, ya que lo que se mide son las intensidades relativas, de un par de longitudes de ondas (LDO), seleccionadas de antemano, siendo estas generadas y emanadas por el sol o simplemente por el Zenith del cielo. Se llamarán a estas longitudes de ondas (LDO) seleccionadas, LDO: "A", "C" y "D".

FIGURA N°1
Espectrofotómetro Dobson



La luz entra al instrumento a través de la ventana que se encuentra en la parte superior del mismo y este selecciona solo dos haces (de luz), esta selección se controla manualmente basándose en el método de diferencia de absorción en la banda ultravioleta de Huggins en donde el ozono presenta una fuerte absorción. El principio de la medida depende de la relación de intensidad de la luz del sol a dos longitudes de onda. La combinación de pares usados es a sol directo (doble par AD) de 305.5 nm ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$) a 325.4 nm y de 317.6 nm a 339.8 nm.

En el primer par, la primera longitud de onda (305.5 nm) es atenuada en la alta atmósfera por el ozono y reduce su intensidad al llegar a la superficie de la tierra, mientras que la segunda longitud de onda (325.4 nm) no es absorbida por el ozono, por lo tanto, a través de una diferencia comparativa de las intensidades, podemos determinar la cantidad de ozono atmosférico total.

2. MEDICIÓN DESDE SATÉLITE

Uno de los satélites que mide en forma continua la concentración de ozono es el AURA, el cual dispone de cuatro instrumentos para la medición de la tropósfera superior, estratósfera y mesósfera. El AURA lleva el sensor conocido como "instrumento de monitoreo de ozono" (OMI), el cual continúa recopilando información de ozono desde hace 34 años, estas mediciones comenzaron con el detector ultravioleta de retro dispersión (Backscatter Ultraviolet Detector, BUV) en 1970 y con el espectrómetro de representación de la distribución de ozono total (Total Ozone Mapping Spectrometer, TOMS) en 1978. El OMI mide la luz solar reflejada y retrodispersada en las porciones ultravioleta y visible del espectro. Las capacidades hiperespectrales del instrumento (recopilación y procesamiento de la información a lo largo de todo el espectro electromagnético) mejoran la precisión y exactitud de la cuantificación de las cantidades de ozono atmosférico total.

II. RESULTADOS

Cabe mencionar que el mes de agosto presentó características térmicas inferiores al mes anterior, debido a condiciones propias de la estación astronómica de invierno en el hemisferio austral. Los sistemas atmosféricos que mayormente gobiernan el tiempo sobre nuestro país se encuentran desplazados hacia el hemisferio norte debido al movimiento de traslación de la tierra con respecto al sol, así como al ángulo de inclinación del mismo, cual tiene sus efectos en el intercambio o redistribución de la energía que posteriormente llega a incidir sobre nuestro planeta. Climáticamente, en niveles altos de la troposfera se continúa con procesos de divergencia en gran parte del Perú, producto de la circulación de masas atmosféricas que no permiten el desarrollo de fenómenos sinópticos a escala regional, notándose esto en las regiones central y sur. Por otro lado, la señal que permite entender mejor la variación temporal (interanual) del ozono atmosférico es la Oscilación Cuasi Bienal (QBO) el cual se presenta en la región tropical ecuatorial con vientos zonales que duran entre 27 y 30 meses. La concentración de vapor de agua va cambiando en niveles bajos de la estratósfera, los cuales llegan a tener una incidencia en las reacciones fotoquímicas que se realizan, el cual induce la variabilidad de las concentraciones de ozono atmosférico.

Para acentuar lo mencionado, se tiene que en niveles de baja estratósfera (a nivel de 70 hPa) se ha observado (según el Modelo GFS) la presencia de flujos mayormente meridionales. Durante gran parte del mes los flujos fueron mayormente del noroeste, claro está que también se registraron flujos del este, pero con menor frecuencia. Estos flujos quasi meridionales fueron en parte por la presencia de sistemas anticiclónicos en el hemisferio norte los que permitieron el traslado de masas de aire hacia nuestras latitudes. Estas condiciones trajeron como consecuencia un aumento en las concentraciones de ozono (Figura 2).

Con el fin de reforzar lo descrito, se menciona que, del monitoreo realizado en el mes de agosto, en superficie, en la estación de Vigilancia Atmosférica Global

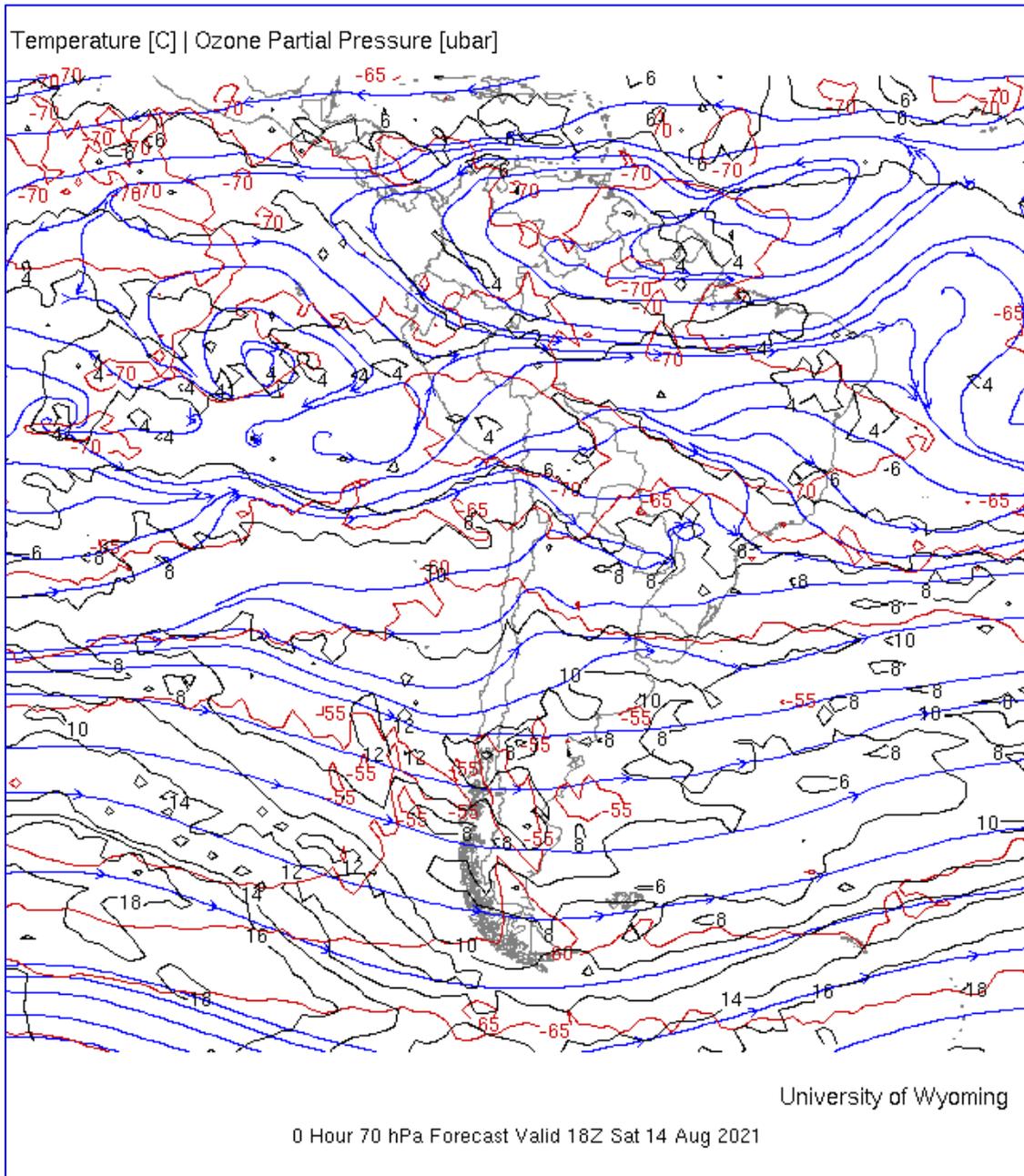
de Marcapomacocha se observó que el comportamiento horario de la concentración de ozono atmosférico en general, estuvo oscilando entre 240.5 UD y 253.5 UD (UD = Unidades Dobson), mayores que el mes pasado.

Cabe mencionar que en las primeras horas del día las concentraciones de ozono son relativamente altas, en este mes, y a medida que transcurren las horas hasta llegar al mediodía los valores empiezan a disminuir para luego en horas de la tarde volver a incrementarse. A veces el comportamiento es algo variable tanto en la mañana como en la tarde, pero siempre con la misma tendencia (disminuye y luego aumenta).

Este proceso físico, se enmarca en que durante las mañanas la incidencia de la radiación ultravioleta es baja y por ende las concentraciones de ozono son relativamente altas, a medida que la intensidad de la radiación ultravioleta se incrementa en forma paulatina hacia el mediodía, donde los valores son moderados a altos (pero mucho menores a los de verano), permite una reducción del ozono y en horas de la tarde a medida que el sol va llegando al ocaso (disminución de la intensidad de la radiación solar) las concentraciones de ozono vuelven a incrementarse. Este comportamiento horario también va a depender de otros factores como los ambientales (efectos residuales de ozono del día anterior a nivel de tropósfera) y meteorológicos (transporte de ozono). Un punto importante a remarcar es el proceso de formación y destrucción del ozono por efectos fotoquímicos, mientras que la intensidad de la radiación solar sea alta, dicha actividad es mayor y viceversa. En el periodo analizado, dado de que en este mes la intensidad de la radiación ultravioleta continúa disminuyendo con respecto al mes anterior, las reacciones fotoquímicas tienen menor actividad debido a factores mayormente astronómicos.

FIGURA N°2

Flujo de masas de aire obedeciendo a un patrón anticiclónico. 14 de agosto 2021.



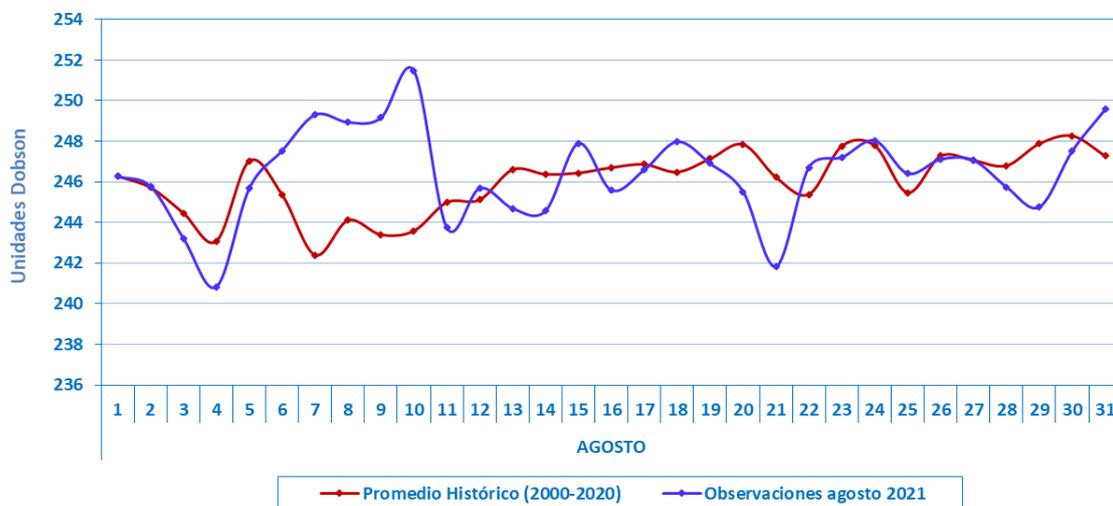
El comportamiento de la concentración de ozono atmosférico promedio diario mensual multianual (2000-2020) del mes de agosto oscila entre 242.4 UD y 247.9 UD aproximadamente (Figura. 3), mientras que los medidos en el mes de agosto del presente año, oscilaron entre 240.8 UD y 251.5 UD. En la figura se aprecia que los valores registrados estuvieron en un 36% por encima de sus valores climáticos, mientras que un 48% estuvieron por debajo. Asimismo, un 16% tuvieron valores similares. Al comparar ambas series se observa un gran desfase entre ellos, especialmente en la primera década del mes. La tendencia de las concentraciones de ozono sobre nuestro país, con respecto al mes de julio fue al

aumento. El registro de masas de aires meridionales o cuasi meridionales, son los causantes en parte, de ese proceso.

En líneas generales, se podría pensar que, en niveles bajos y medios de la estratósfera, el régimen térmico registró una pequeña tendencia al aumento.

FIGURA °3

Comportamiento temporal de la concentración de ozono atmosférico en la Estación VAG Marcapomacocha. Agosto 2021.



En ese aspecto, la climatología del ozono en la estación VAG de Marcapomacocha, permite observar que durante el año se presentan dos picos, uno en el mes de marzo con un valor de 244.5 UD y el otro, mucho mayor, en el mes de setiembre con un valor de 251.3 UD. Los valores bajos de ozono se registran climáticamente en los meses de enero con valores de 242.2 UD y otro entre los meses de mayo y junio con valores de 240.7 UD y 241 UD respectivamente. El promedio mensual de ozono en el presente mes fue de 246.4 UD inferior en 0.3 UD al promedio mensual multianual (246.7 UD).

Si bien es cierto que en los meses de verano en la región tropical se forma y destruye más ozono por efecto de la mayor intensidad de la radiación ultravioleta, también es cierto que la circulación de los vientos (a nivel vertical) desde la tropósfera hacia la estratósfera permite el traslado de cantidades de ozono los cuales a lo largo de los meses lo van redistribuyendo hacia latitudes mayores (Circulación Brewer-Dobson), que permite el déficit de ozono atmosférico en latitudes bajas.

En el mes de agosto se ha notado, comparándolo con la climatología del ozono, un aumento en las concentraciones de la misma, dando a entender que en la región tropical empiezan a registrarse flujos de vientos meridionales o cuasi meridionales en la estratósfera, los cuales permitieron el traslado de ozono, provenientes de otras latitudes, hacia nuestras regiones. Climáticamente las concentraciones de ozono, disminuyen en los meses enero y mayo-junio, para luego, por cuestiones de la circulación de los vientos en niveles medios y altos de la estratósfera, así como por los propios procesos fotoquímicos, empiezan a aumentar, como en el caso del mes de agosto.

Perfil Vertical de Ozono Atmosférico

En la figura 4 se muestra el perfil vertical de ozono atmosférico de un día típico del mes de agosto, obtenido del Metop-C/GOME-2 tanto para el hemisferio norte como para el hemisferio sur, notándose mayores concentraciones en el segundo. Aún no se puede tener acceso a la información del satélite SUOMI para el cálculo del perfil vertical de ozono para la estación VAG Marcapomacocha.

En dicho gráfico se puede observar que la menor concentración de ozono se encuentra en la tropósfera, mientras que en la estratósfera baja y media las mayores concentraciones.

En la región tropical las mayores concentraciones de ozono se encuentran a mayor altitud debido a la baja densidad y dinámica de la atmósfera, así como a procesos convectivos.

Para el caso de nuestro país, concentraciones altas se dan entre los 50 hPa y 20 hPa con valores entre 15 UD y 25 UD.

En los primeros niveles de la atmósfera si bien es cierto que las concentraciones de ozono son bajas, esto se debe a los efectos residuales de la formación del ozono del día anterior. En todo momento siempre quedan cantidades de ozono en las primeras horas del día.

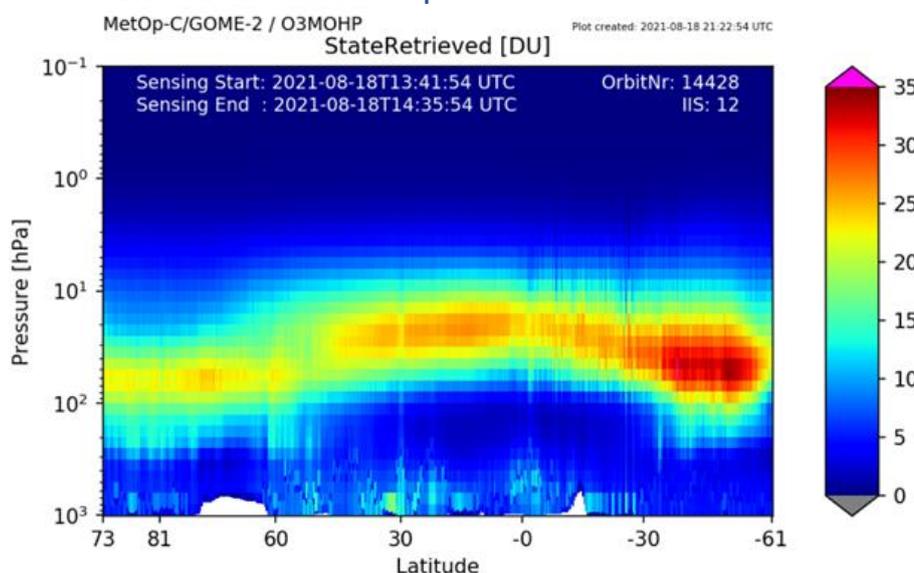
Los valores de ozono son bajos en la tropósfera, altos en la estratósfera baja y media, y bajos en la mesósfera.

Debe considerarse que la forma que adquiere la distribución vertical es típica en la atmósfera, sabiendo que las concentraciones pueden variar de acuerdo a la latitud, estación astronómica y las condiciones meteorológicas, tal como se puede apreciar en la figura 4.

En latitudes medias del hemisferio sur se puede observar altas concentraciones de ozono atmosférico cuyos valores oscilan entre 20 y 35 UD entre los 100 hPa y 10 hPa.

FIGURA N°4

Perfil vertical de Ozono – Estación VAG Marcapomacocha



En cuanto a los reportes globales provenientes del satélite se puede mencionar lo siguiente:

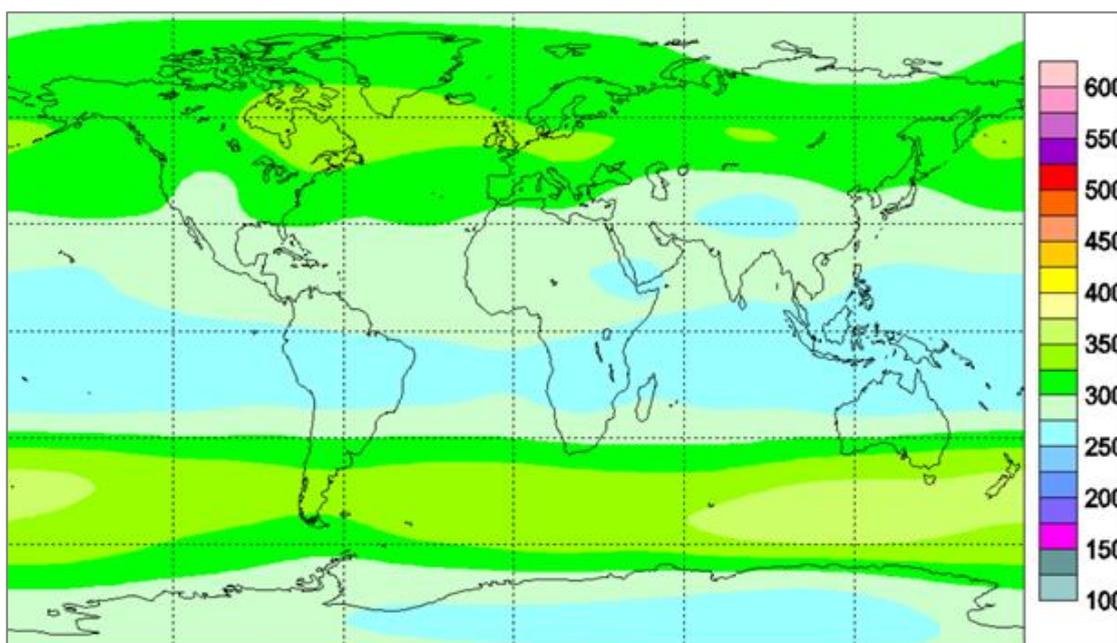
En la Figura 5 se observa el mapa climático (1978 – 1988) de ozono total atmosférico global para el mes de agosto, mostrando regiones con concentraciones altas (valores relativamente mayores al mes anterior). En el corredor de la región tropical, entre las latitudes 5°N – 30°N aproximadamente las concentraciones de ozono registradas oscilan entre 275 UD y 300 UD.

En latitudes medias del hemisferio norte, por encima de los 30° las concentraciones están por debajo del mes anterior (300 UD – 350 UD) hasta aproximadamente los 60°. En latitudes altas, el ozono atmosférico muestra valores entre 275 UD y 350 UD.

En el caso del hemisferio sur, las mayores concentraciones de ozono se observan en latitudes medias, entre 300 UD – 375 UD, mientras que, en latitudes altas las concentraciones son menores con valores entre 250 UD – 300 UD (región antártica).

FIGURA N°5

Mapa Climático de ozono total atmosférico (1978 – 1988) para el mes de agosto.



Fuente: <https://exp-studies.tor.ec.gc.ca/clf2/e/normalozone.html#gl>

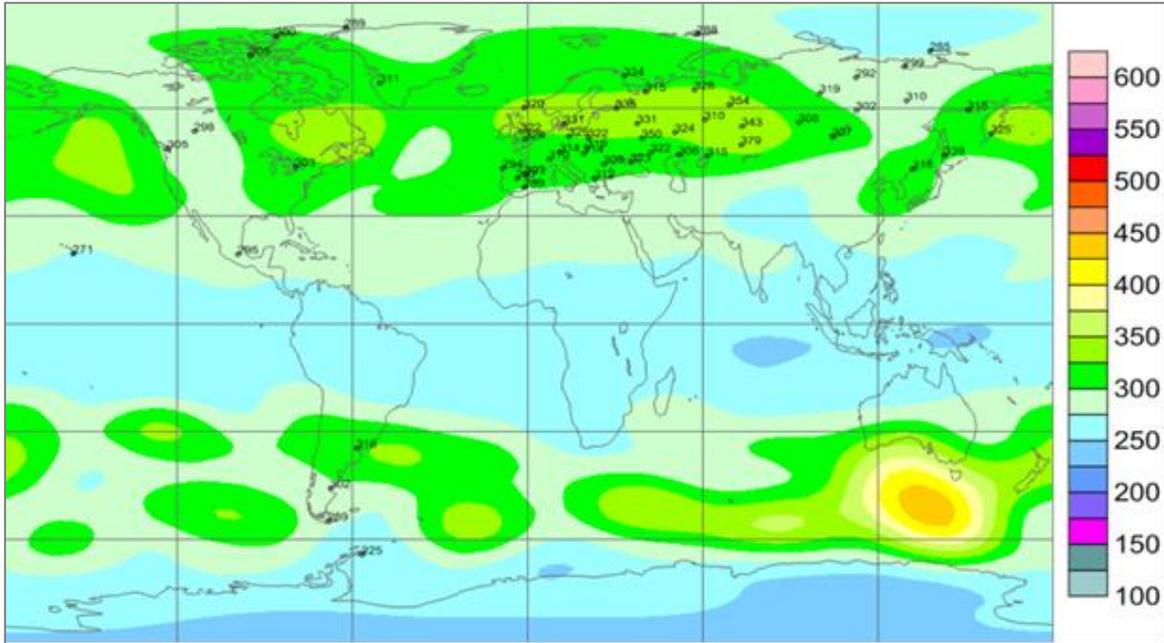
En la Figura 6, se observa la distribución de ozono a nivel global, correspondiente al mes de agosto del presente año y en ella se observan características diferentes al mapa climático. En el hemisferio norte, en gran parte de las latitudes el comportamiento es algo similar al mostrado en el mapa climático, pero con mayores áreas con concentraciones bajas.

En lo que concierne al hemisferio sur, se registraron regiones en donde las concentraciones fueron algo similares a sus valores normales como por ejemplo en latitudes medias donde los valores de ozono oscilaron entre 275 UD y 450 UD. En lo que concierne a la región antártica las concentraciones fueron mucho menores con valores entre 225 UD y 275 UD.

En el caso de nuestro país se observan concentraciones de ozono entre 250 UD y 275 UD (similar al mes de julio).

FIGURA N°6

Mapa de ozono total atmosférico para el mes de agosto 2021



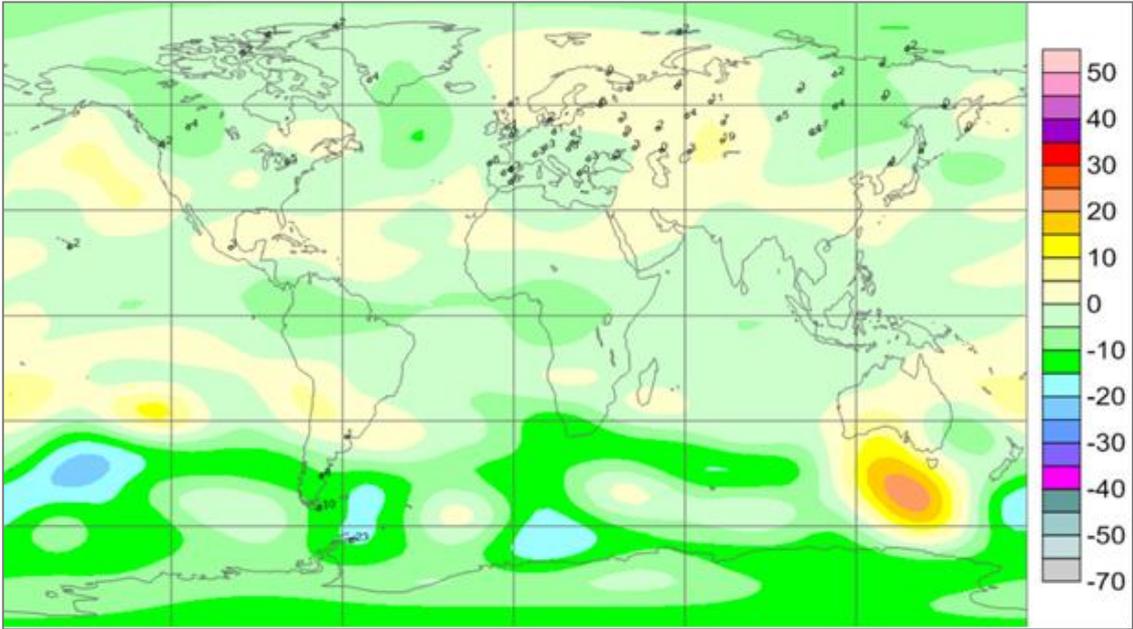
Fuente: <https://exp-studies.tor.ec.gc.ca/clf2/e/normalozone.html#gl>

En cuanto a la desviación media del mes de agosto, para el caso de Perú, los valores de ozono estuvieron por debajo de sus valores normales con una desviación de hasta -10% (menor al mes pasado), en la región central y norte del país, mientras que en la región sur se registraron desviaciones de +5%.

En latitudes medias del hemisferio sur, se presentaron 2 núcleos muy marcados, con concentraciones de ozono por debajo y por encima de lo normal, en forma alternada, cuyas desviaciones oscilaron entre $\pm 25\%$, mientras que en latitudes altas los valores de desviación oscilaron entre -5% a -25%. En el Pacífico sur se muestran los dos núcleos, anteriormente mencionados, con concentraciones de ozono por encima y debajo de sus valores climáticos. Figura 7.

FIGURA N°7

Desviación media (%) del ozono total atmosférico para el mes de agosto 2021



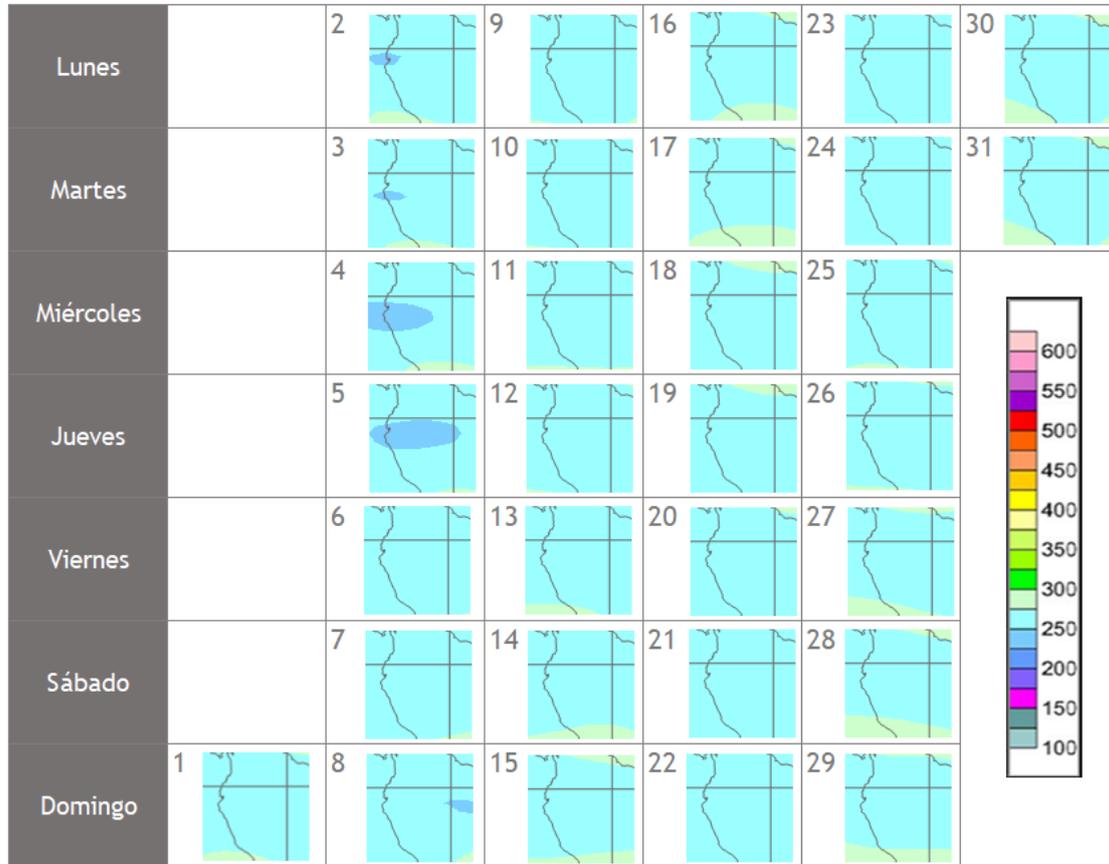
Fuente: <https://exp-studies.tor.ec.gc.ca/clf2/e/normalozone.html#gl>

En cuanto al análisis de los mapas en forma diaria provenientes del Centro mundial de datos de ozono y radiación ultravioleta con sede en Canadá (Figura 8), podemos mencionar que, para el caso de nuestro país, las concentraciones de ozono atmosférico fueron relativamente altas comparadas al mes anterior. En gran parte del mes las concentraciones de ozono oscilaron entre 250 UD y 275 UD. Solo se registraron 4 días con valores bajos de ozono entre 225 UD y 250 UD, específicamente el 02, 03, 04 y 05 de agosto. Las bajas concentraciones se dieron en la región norte del país.

En la región sur del país se empezaron a incrementar los valores de las concentraciones de ozono con valores de 275 UD a 300 UD.

FIGURA N°9

Mapa diario del ozono total atmosférico para el mes de agosto 2021.



Fuente: <http://exp-studies.tor.ec.gc.ca/cgi-bin/selectMap>

TEMPERATURA EN LA BAJA ESTRATÓSFERA

Finalmente es importante considerar que lo que pase en la atmósfera baja tiene, a veces, su impacto en la atmósfera alta o viceversa, y para poder entender la variabilidad del ozono atmosférico es importante conocer cómo es el comportamiento temporal de la temperatura en dichos niveles. Por ello se requiere analizar lo que pasa en la atmósfera alta y ver el comportamiento de las temperaturas en la estratósfera baja aproximadamente en los 70 hPa.

El que la temperatura aumente o disminuya en la estratósfera va a depender de las concentraciones de sustancias que agotan el ozono, así como de la estacionalidad y la circulación atmosférica.

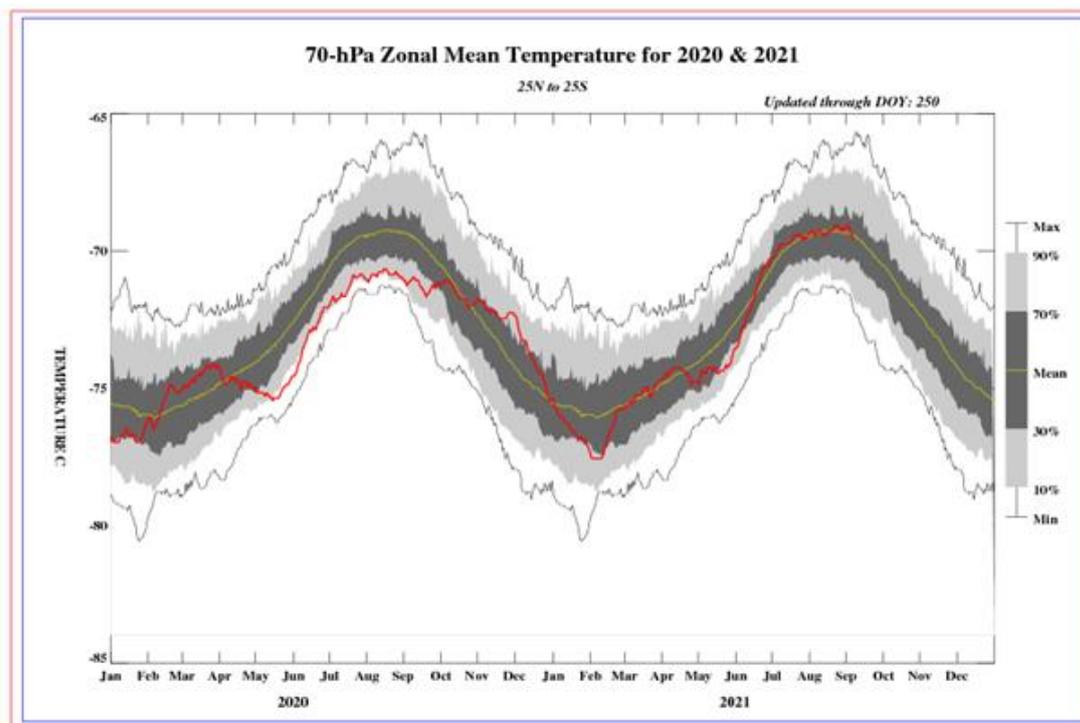
En la Figura 9 se muestra la distribución temporal de la temperatura desde el mes de enero 2020 hasta el mes de agosto 2021, al nivel de 70 hPa y entre las latitudes 25°S – 25°N.

Durante los días de registro, la temperatura en ese nivel (línea de color rojo), mantuvo el mismo comportamiento que el mes pasado, mayor acercamiento a su valor normal (línea de color amarillo), llegando en varios momentos a coincidir con sus valores climáticos, esto debido a procesos de mayor formación de ozono por aumento paulatino de la temperatura en ese nivel. Cabe mencionar que durante el mes la temperatura en promedio, se mantuvo muy cercano a su valor normal (más cálido).

La variabilidad de la concentración de ozono en ese nivel asociado a los cambios en la temperatura es una consecuencia del movimiento de traslación de la tierra con respecto al sol, así como a procesos de transferencia radiativa y reacciones fotoquímicas. A esto se suma el proceso de la circulación Brewer-Dobson. Se debe tener presente que un aumento de la temperatura en la atmósfera alta, está ligada con el incremento de las concentraciones de ozono y viceversa, los cuales tienen causas, valga la redundancia, físicos y químicos. El valor promedio mensual (1979-2017) de la temperatura en este nivel y para este mes es de -69.0°C , menor en valor numérico al mes pasado. La temperatura calculada en este mes, fue de -68.8°C . Como se observa, este ligero calentamiento de la masa de aire guarda relación con el aumento en las concentraciones de ozono medidos en superficie. Debe recordarse que, durante el año, climáticamente se presentan dos mínimos de ozono, uno en el mes de enero y el otro entre los meses de mayo y junio. En el presente mes, como ya anteriormente se ha mencionado, el promedio mensual fue de 246.4 UD mayor en 0.5 UD al mes anterior debido al flujo de aire con contenido de ozono proveniente del hemisferio norte.

FIGURA N°9

Comportamiento de la temperatura en la baja estratósfera para el mes de agosto 2021



Fuente: National Weather Service, Climate Prediction Center (Web Site)

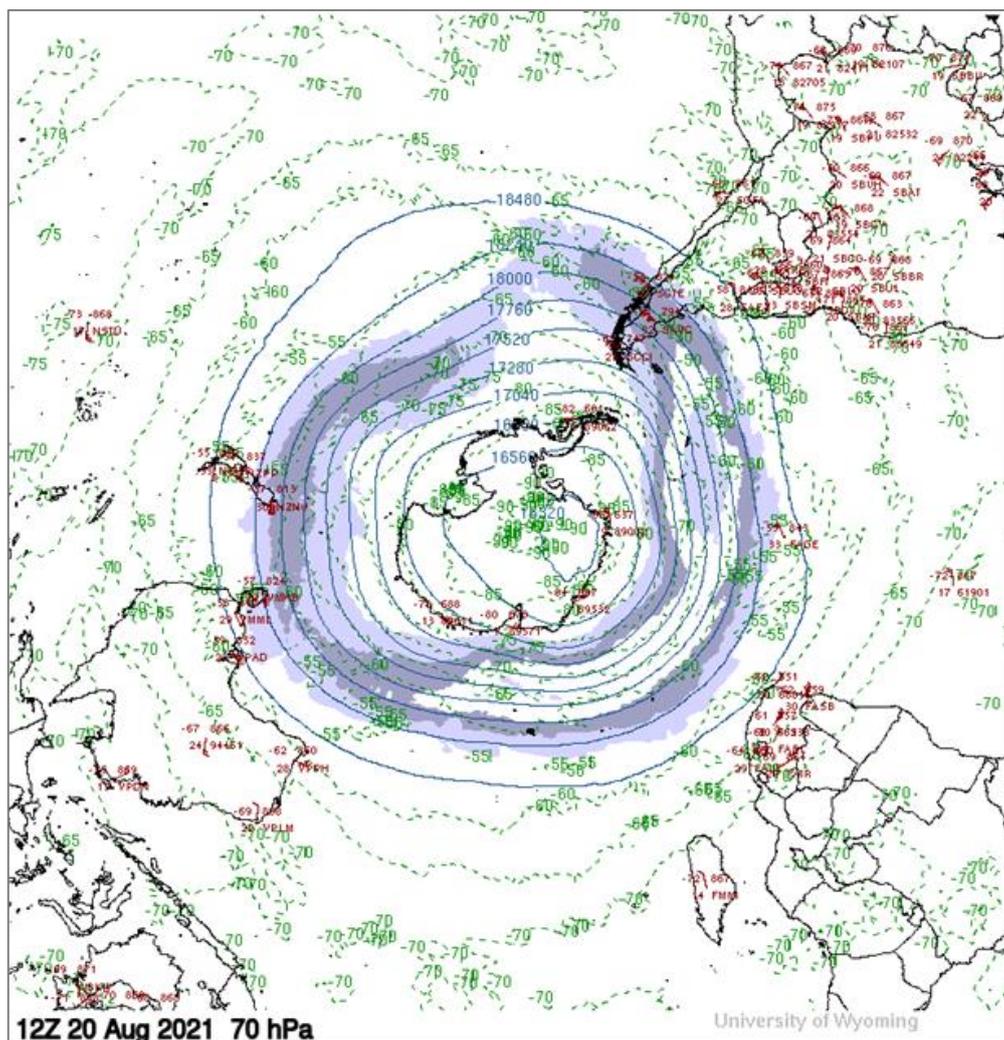
El comportamiento de temperaturas en el nivel de 70 hPa considerando todo el hemisferio sur en un día típico de agosto, es mostrado en la Figura 10 en donde se aprecia que las temperaturas en el continente Antártico han registrado valores en el orden de -85°C a -90°C (valores inferiores al mes pasado), el cual nos va dando una idea sobre la mayor extensión y profundidad del vórtice polar en forma paulatina (color violeta claro), el cual se viene configurando con el transcurrir de los días.

Cabe remarcar que la posición de la tierra con respecto al sol (inclinación con respecto al plano ecuatorial) juega un papel importante en los procesos físico-químicos de la atmósfera. Por otro lado, en la región tropical o latitudes bajas, las temperaturas en este mes, en la atmósfera alta (baja y media estratósfera) han registrado valores un poco mayores al mes pasado debido al incremento de la concentración de ozono.

Para el caso de nuestro país las temperaturas a este nivel han oscilado entre -70.0°C y -69°C , debido a la presencia de masas de aire con flujo meridional o cuasi meridional, así como a condiciones astronómicas.

FIGURA N°10

Comportamiento de la temperatura en 70 hPa para el hemisferio sur (20 agosto 2021)



Fuente: Universidad de Wyoming

III. CONCLUSIONES

1. El mes de agosto se caracteriza porque climáticamente las concentraciones de ozono (los medidos en superficie) continúan en aumento en forma ligera con respecto al mes de julio. En el presente mes efectivamente aumentaron en 0.5 UD con respecto al mes pasado registrando un valor de 246.4 UD como valor promedio, debido al mayor aporte de ozono en nuestras latitudes producto de la circulación meridional o cuasi meridional en la estratósfera baja.
2. En cuanto a la variación temporal (promedio diario) de la concentración de ozono durante el mes, medidos con el espectrofotómetro Dobson en la Estación VAG Marcapomacocha, oscilaron entre 240.8 UD a 251.5 UD, notándose un ligero aumento de los valores con el tiempo. Los valores de las concentraciones de ozono en este mes, son mayores al mes pasado debido principalmente a factores de circulación atmosférica, así como al ligero aumento del régimen térmico, donde las temperaturas al nivel de baja y media estratósfera se han incrementado.
3. Con respecto a la distribución vertical del ozono, en la estación VAG Marcapomacocha, según información obtenida por el Metop-C/GOME-2, durante un día típico del mes de agosto, se puede concluir que la máxima concentración de la misma se encuentra aproximadamente entre los 50 hPa y los 20 hPa (baja y media estratósfera) con valores de 15 UD y 25 UD. La altura de la máxima concentración de ozono sigue relacionada con la variabilidad de la circulación atmosférica en estas dos subcapas, así como a las variaciones termales (climáticamente en los meses de agosto y setiembre se registran las mayores concentraciones de ozono y por ende la temperatura llega a aumentar).
4. Asimismo, siguiendo la distribución vertical del ozono, principalmente a nivel de tropósfera, se observa generalmente que las concentraciones de ozono son bajas (entre 2 UD a 10 UD), los cuales se van incrementando a medida que se asciende hacia la estratósfera. Cabe mencionar que el ozono en superficie es un contaminante atmosférico originado por reacciones fotoquímicas entre los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles. A medida que la intensidad de la radiación solar disminuya (en superficie) los procesos fotoquímicos también lo harán, permitiendo por lo general, menores concentraciones de ozono residual.
5. Los mapas de ozono total atmosférico (elaborados por el Centro Mundial de Datos de Ozono y Radiación Ultravioleta con sede en Canadá), muestran concentraciones relativamente altas (250 UD y 275 UD) en todo el país y durante casi todo el mes, a excepción de los días 02, 03, 04 y 05 de agosto donde se registraron concentraciones bajas (225 UD y 250 UD).
6. En lo que concierne al comportamiento de la temperatura en la baja estratósfera (70 hPa) se puede mencionar que, durante el mes de agosto, los valores se caracterizaron por un acercamiento a su normal climática, entendiéndose que la atmósfera en ese nivel ha presentado condiciones menos frías, el cual trajo como consecuencia un aumento de la concentración de ozono atmosférico. La variabilidad de la

temperatura es uno de factores que ayuda a entender el aumento o disminución del ozono en la atmósfera. En valor promedio mensual de la temperatura (1979-2017) fue de -69.0°C , pero resulta que en este mes se registró un valor promedio de -68.8°C .

7. Debido a condiciones propias de la estación de invierno en el hemisferio austral, durante este mes, los niveles de radiación solar han continuado disminuyendo, trayendo como consecuencia que los procesos físicos-químicos en la estratósfera ya no continúen con el mismo comportamiento, siendo otro(s) factor(es) que permite(n) más bien el aumento de las concentraciones de ozono como por ejemplo la circulación atmosférica.
8. Se requiere disponer de información real de la concentración de ozono total a nivel del perfil vertical de la atmósfera a fin de realizar el contraste respectivo con lo obtenido por los satélites y determinar la desviación respectiva. En los periodos donde no se tenga información real se podría utilizar el brindado por los satélites aplicando ciertos algoritmos de cálculo.

Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica:

Ing. Gabriela Rosas Benancio

grosas@senamhi.gob.pe

Subdirección de Evaluación del Ambiente Atmosférico:

Ing. Jhojan Rojas Quincho

jprojas@senamhi.gob.pe

Análisis y Redacción:

Ing. Orlando Ccora Tuya

Bach. Juan Tacza Ordoñez

Tco. Rosalinda Aguirre Almeyda

Tco. Julia Astudillo Capcha

Próxima actualización: 15 de octubre de 2021

Suscríbete para recibir la edición digital al enlace:

<https://forms.gle/cqZit9WHG7gLktbT6>



Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú - SENAMHI
Jr. Cahuide 785, Jesús María
Lima 11 - Perú

Consultas y sugerencias:
occora@senamhi.gob.pe