

FEBRERO 2021  
Vol.02

BOLETÍN MENSUAL  
VIGILANCIA DEL  
OZONO  
ATMOSFÉRICO EN LA  
ESTACIÓN VAG  
MARCAPOMACOCHA





## Introducción

Todos los años en la región antártica se presenta el fenómeno del “agujero de ozono” que no es nada menos que una reducción en las concentraciones de este gas, vital para la vida sobre la tierra y el desarrollo de los ecosistemas.

El agotamiento del ozono está relacionado con la formación de las nubes estratosféricas polares, que se originan con temperaturas inferiores a -78 grados Celsius. Según la OMM, estas nubes contienen cristales de hielo que pueden convertir compuestos no reactivos en reactivos con la capacidad de destruir el ozono tan pronto como tengan a su disposición la luz solar.

Según la OMM, “en el hemisferio sur, entre los meses de agosto y octubre, el agujero sobre la Antártida aumenta de tamaño, alcanzando un máximo a mediados de septiembre, mientras que, cuando las temperaturas comienzan a incrementarse a principios de noviembre, el agotamiento del ozono se ralentiza, el vórtice polar se debilita y finalmente se descompone. Para finales de diciembre los niveles de ozono vuelven a la normalidad”.

Debido a estas situaciones y procesos que ocurren en la atmósfera el cual tiene incidencia también en la región tropical a través de la teleconexión (sistemas acoplados), nuestro país como 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.

\*\*\*\*\*

## 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 (CO<sub>2</sub>) (gas de efecto invernadero) y carbono negro (hollín).

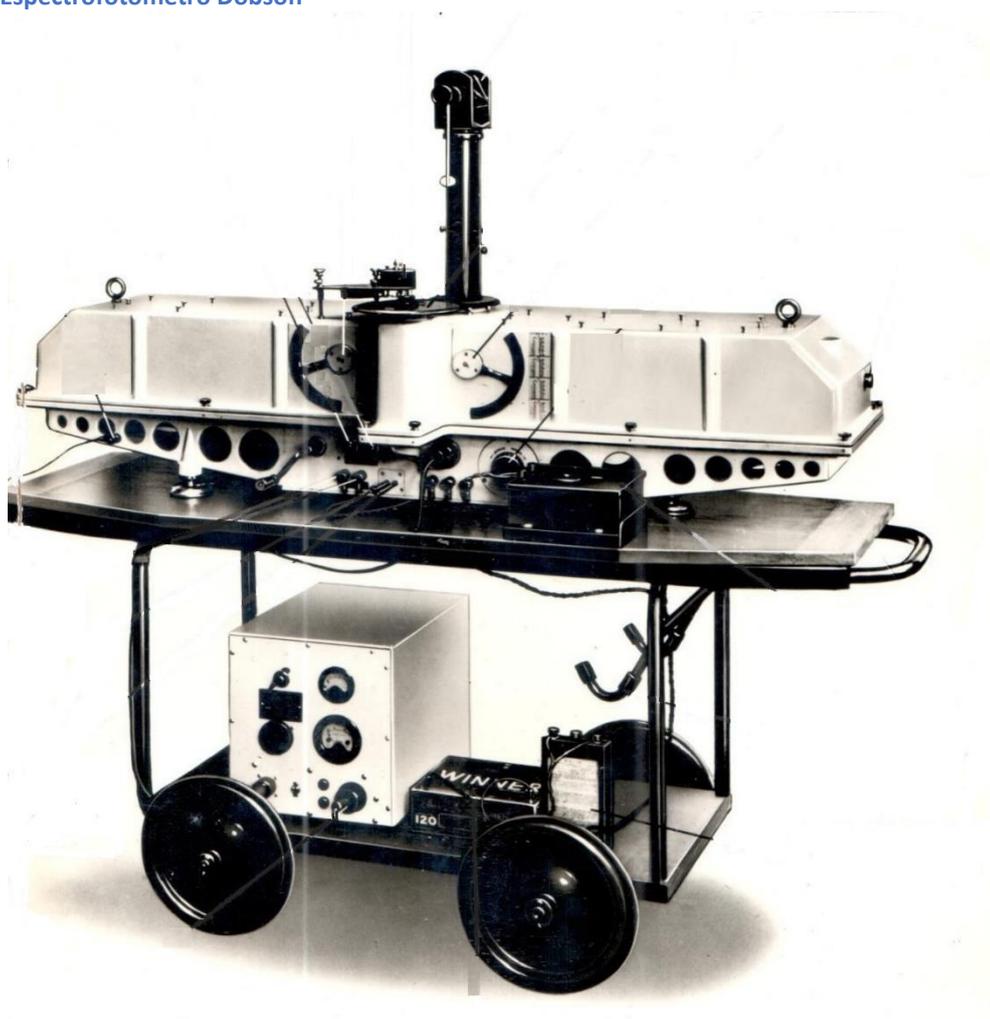
\*\*\*\*\*

# 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

El mes de febrero presenta características térmicas mayores debido al establecimiento de las condiciones de verano en el hemisferio austral. Los sistemas atmosféricos que mayormente gobiernan el tiempo sobre nuestro país se encuentran posicionados en el hemisferio sur adquiriendo mayor dinámica por efecto del intercambio de energía entre la tierra y la atmósfera. Climáticamente, en niveles altos de la troposfera, la Alta de Bolivia llega a tener mayor actividad debido a las condiciones de circulación atmosférica por efecto del establecimiento de la temporada de lluvias. Asimismo, la señal que permite entender mejor la variación temporal (interanual) del ozono atmosférico es la Oscilación Quasi 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 se mantiene en niveles bajos de la estratósfera, los cuales llegan a tener una incidencia en las reacciones fotoquímicas que se realizan, el cual induce en las concentraciones de ozono atmosférico.

Asimismo, se tiene que en niveles de baja estratósfera (a nivel de 70 hPa) se ha venido observando (según el Modelo GFS) la presencia de flujos del sureste, este y noreste. Durante el mes de febrero se empezaron a registrar vientos provenientes del hemisferio norte con aportes de concentraciones de ozono, en forma moderada, hacia el hemisferio sur, los cuales permitieron un ligero incremento de la misma, sobre todo en nuestro país (Figura 2). A la par de la presencia de estos vientos también se registraron otros, pero con un escaso aporte de ozono. Es preciso señalar que en este mes la radiación solar es bastante intensa debido a la menor distancia tierra-sol.

Con el fin de reforzar lo descrito en el párrafo anterior se menciona que, del monitoreo realizado en el mes de febrero, 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 236.3 UD y 249.7 UD (UD = Unidades Dobson). Se debe recalcar que en las primeras horas del día las concentraciones de ozono son altas 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).

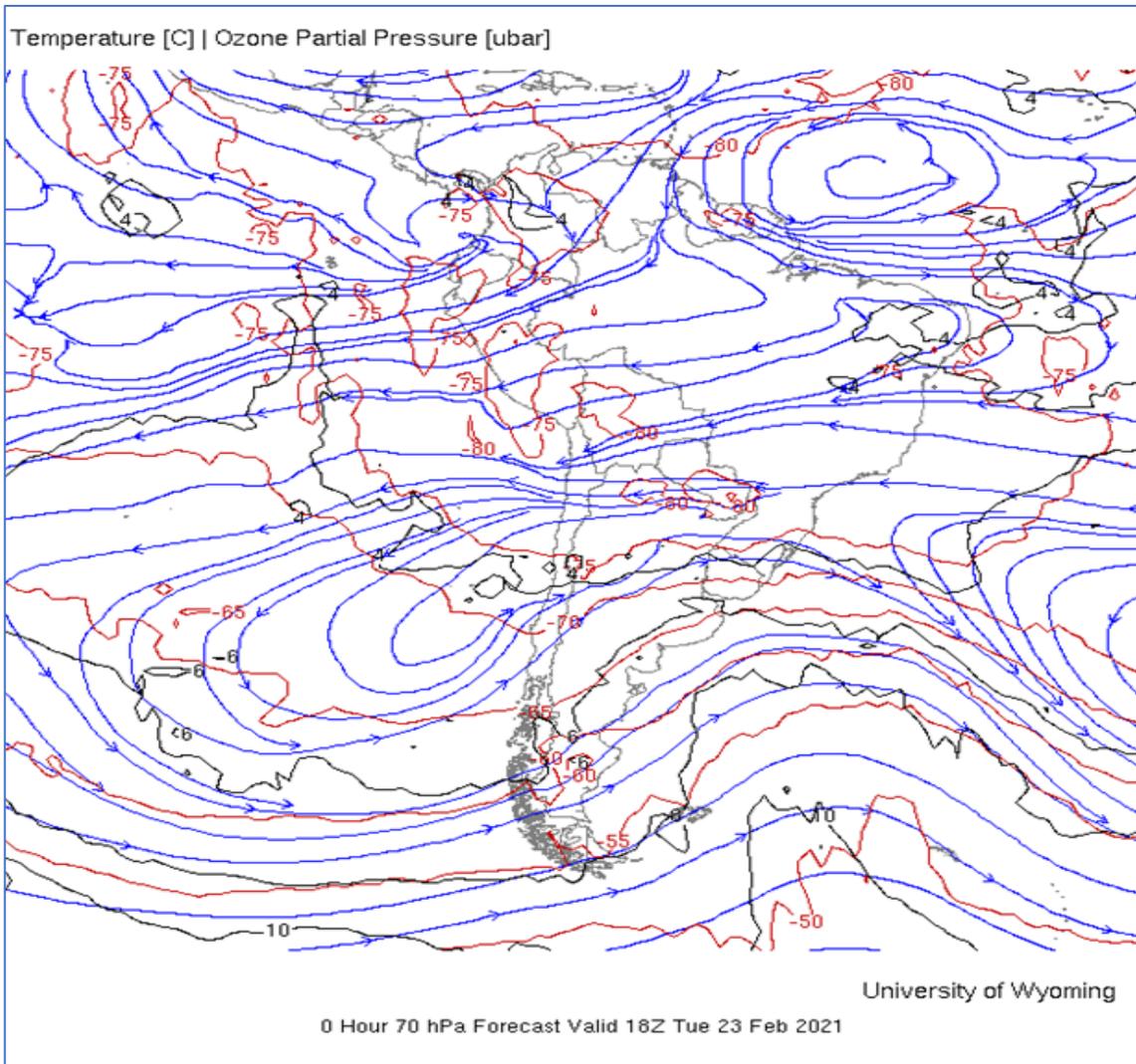
Este proceso físico, se enmarca en que durante las mañanas la incidencia de la radiación ultravioleta es baja y por ende las concentraciones de ozono son relativamente altas, a medida que la intensidad de la radiación ultravioleta se incrementa en forma paulatina hacia el mediodía donde los valores son demasiado altos, 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, a medida que la intensidad de la radiación solar se incrementa dicha actividad es mayor. En el periodo analizado, dado de que en este mes se registraron valores altos de radiación ultravioleta, las reacciones fotoquímicas llegan a tener mayor actividad debido a factores mayormente astronómicos.

**FIGURA N°2**

**Flujo de masas de aire provenientes con componente zonal. 23 de febrero 2021.**



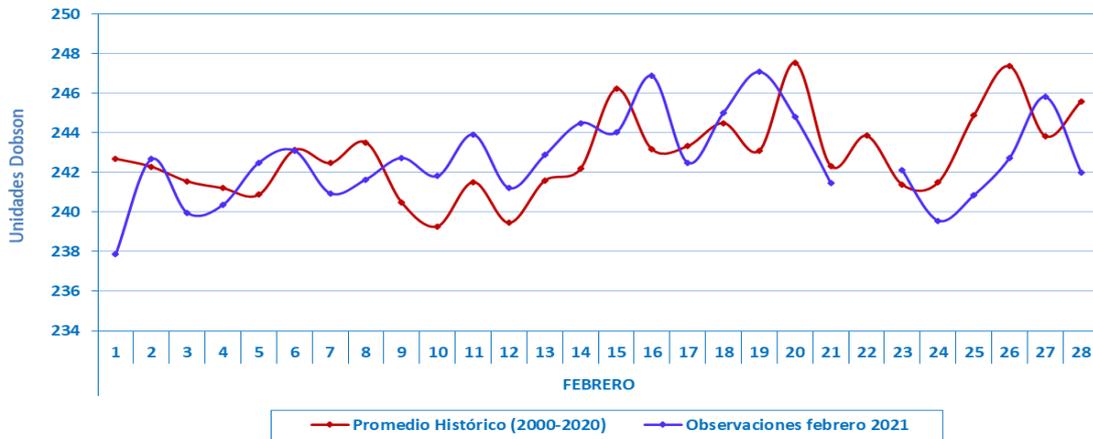
Por otro lado, el comportamiento de la concentración de ozono atmosférico promedio diario mensual multianual (2000-2019) del mes de febrero oscila entre 239.3 UD y 247.6 UD aproximadamente (Figura 3), mientras que los medidos en el mes de febrero del presente año, oscilaron entre 237.9 UD y 247.1 UD. En la figura se aprecia que los valores registrados estuvieron en un 50% por encima de sus valores climáticos, y el otro 50% por debajo. Si bien es cierto existe una variabilidad entre ambas series, pero no tan marcadas como en meses anteriores. La tendencia de las concentraciones de ozono sobre nuestro país es al aumento, los cuales son propios de la estacionalidad, así como por un ligero aumento de flujos de viento del noreste, que aportan ozono.

\*\*\*\*\*

En líneas generales, se podría pensar que en niveles bajos y medios de la estratósfera se han presentado aumentos en la temperatura.

**FIGURA 03**

**Comportamiento temporal de la concentración de ozono atmosférico en la Estación VAG Marcapomacocha. Febrero 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 244.7 UD y el otro, mucho mayor, en el mes de setiembre con un valor de 251.3 UD. Por otro lado, 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 242.4 UD superior en 0.5 UD al promedio mensual multianual.

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 febrero se ha notado, comparándolo con la climatología del ozono, un ligero aumento en las concentraciones de la misma, dando a entender, como se mencionó líneas arriba, que se han registrado flujos de viento en la estratósfera baja del noreste, los cuales permitieron un moderado traslado de ozono hacia nuestras latitudes. Climáticamente las concentraciones de ozono en este mes, se incrementan hasta el mes de marzo, 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 disminuir.

Al realizar la comparación de los datos de ozono atmosférico provenientes del satélite AURA (Plataforma OMI) y SUOMI (Plataforma OMPS) con lo registrado en superficie, se puede observar nuevamente un desfase entre ellos. Con respecto a la información proveniente del AURA/OMI, durante el 68% de días del mes de febrero los valores de ozono diario medidos estuvieron por debajo de lo registrado por el Espectrofotómetro Dobson, mientras que en lo que respecta al SUOMI (OMPS), en 77% de días del mes, los valores de ozono registrados estuvieron por debajo de lo registrado por el Espectrofotómetro Dobson, Figura 4.

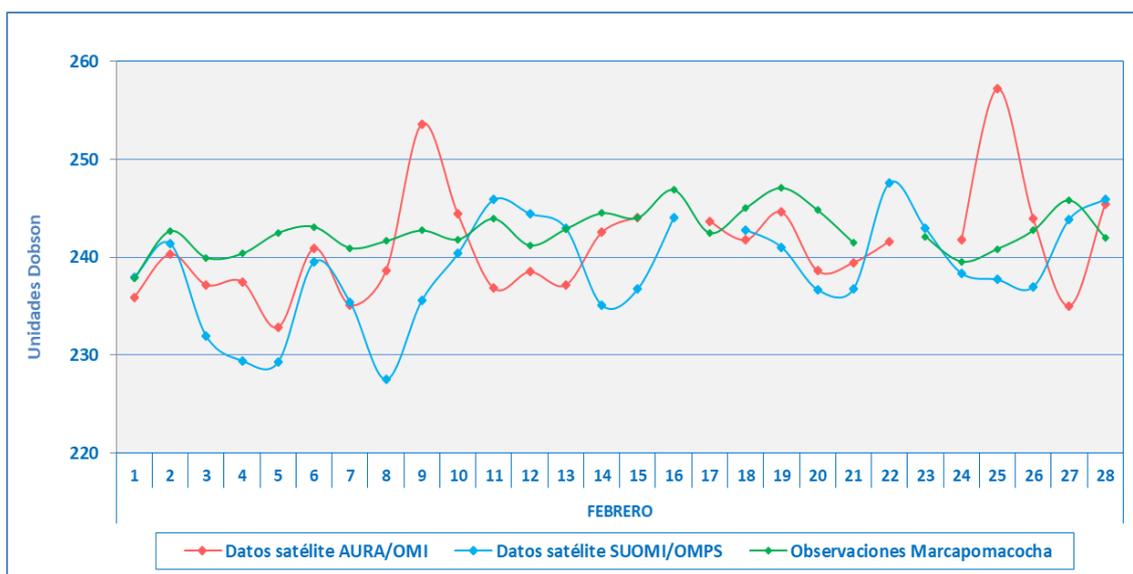
\*\*\*\*\*

De este análisis podemos decir que existen días donde las diferencias entre los valores registrados por los satélites y el medido en superficie, son bastante altas en el orden de 1 a 16 UD, mientras que, comparando sólo los dos satélites, ambos muestran una mayor variabilidad en el mes, donde las diferencias han estado entre 1 UD y 19 UD.

Cabe precisar que, en promedio, en este mes, un 72% de la información proveniente de los satélites ha venido mostrando valores menores a lo registrado con el Espectrofotómetro Dobson. La tendencia de las concentraciones de ozono registrado en superficie es bastante estable en el tiempo mientras que los medidos con los satélites, son variables.

#### FIGURA N°4

Comparación de ozono atmosférico proveniente de satélites versus información de superficie febrero 2021.



### Perfil Vertical de Ozono Atmosférico

En la figura 5 se muestra el perfil vertical de ozono atmosférico promedio del mes de febrero de la estación VAG Marcapomacocha obtenido del satélite SUOMI donde se muestra que las mayores concentraciones de ozono se dan en la estratósfera (por encima de los 100 hPa) con un poco más del 90% del ozono total en la atmósfera.

A nivel de tropósfera las concentraciones de ozono son demasiado bajas alrededor de casi el 10% del ozono total. En los primeros niveles, al igual que el mes pasado, desde superficie hasta los 639.3 hPa, se observó un incremento en las concentraciones de ozono mayormente por los efectos residuales de los días anteriores. Por encima de ese nivel hasta los 160.6 hPa, las concentraciones disminuyeron para luego de ahí aumentar hasta los 25.5 hPa (en promedio valores de 49.8 UD), para luego, en capas mayores (altas), presentar una disminución vertiginosa.

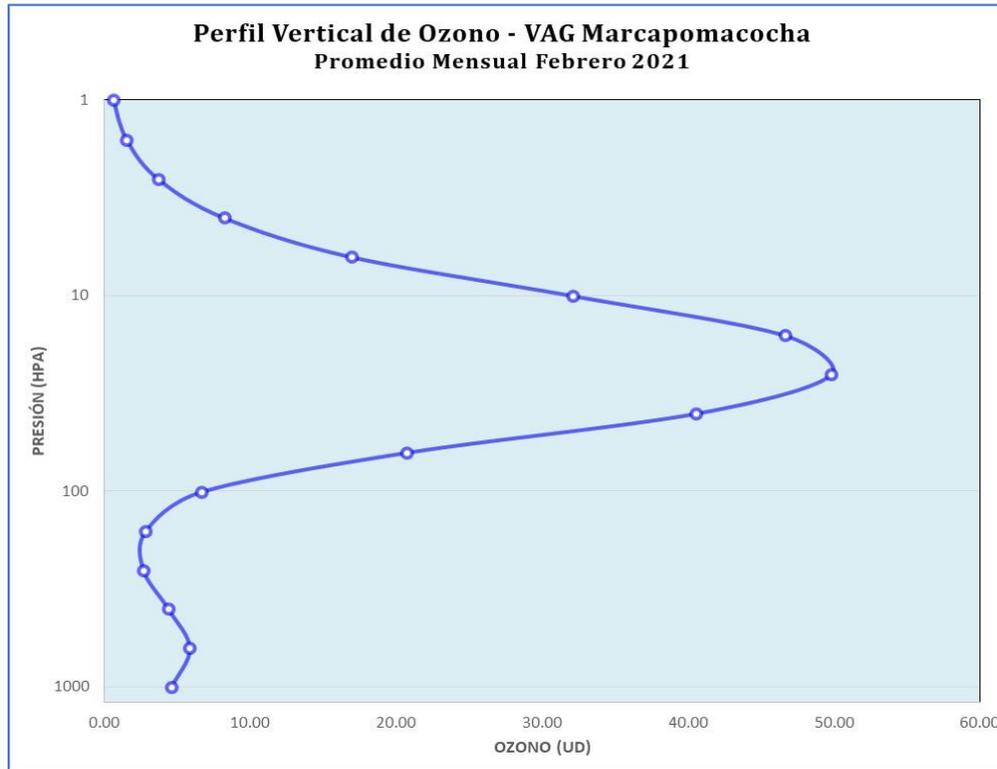
En la misma figura se puede notar que la altura en donde se encuentra la máxima concentración de ozono se da cercano a los 34 km de altura, entre la baja y media estratósfera.

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

\*\*\*\*\*

FIGURA N°5

Perfil vertical de Ozono – Estación VAG Marcapomacocha



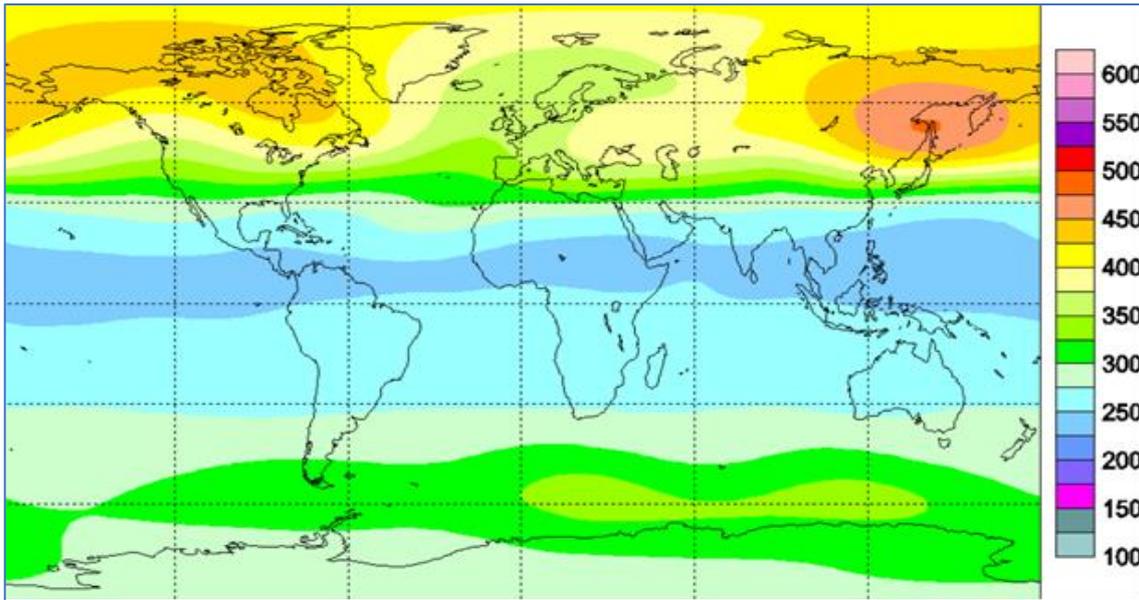
En cuanto a los reportes globales provenientes del satélite se puede mencionar lo siguiente:

- En la Figura 6 En la Figura 6 se observa el mapa climático (1978 – 1988) de ozono total atmosférico global para el mes de febrero, mostrando regiones con concentraciones bajas. En el corredor de la región tropical, entre las latitudes 25°N – 3°S aproximadamente (muy en particular entre América del Sur y Central), los valores oscilan entre 225 UD a 250 UD (similares al mes de enero), pero lo que diferencia al presente mes es la reducción de áreas con bajas concentraciones de ozono.  
En el hemisferio norte, por encima de los 30° las concentraciones se incrementan (275 UD – 475 UD) hasta aproximadamente los 70° (latitudes medias). En latitudes más altas, específicamente en la región Ártica, el ozono atmosférico es un poco menor (400 UD – 425 UD).  
En el caso de América del Sur (10°N – 57°S), se observa que entre 0° - 32°S las concentraciones de ozono oscilan entre 250 UD a 275 UD, mientras que, entre 32°S y 70°S, varían entre 275 UD – 350 UD.  
En la región Antártica los valores oscilan entre 275 UD – 300 UD.

\*\*\*\*\*

## FIGURA N°6

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



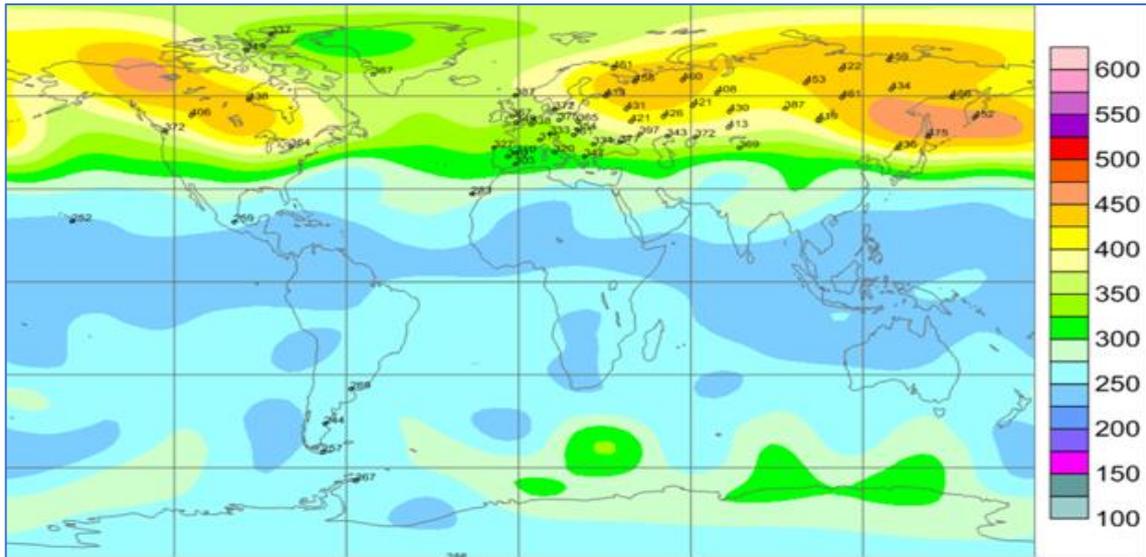
Fuente: <https://exp-studies.tor.ec.gc.ca/clf2/e/normalozone.html#gl>

- En la Figura 7, se observa la distribución de ozono a nivel global, correspondiente al mes de febrero del presente año y en ella se observan características con cierto parecido al mapa climático. En el hemisferio norte, entre 0° - 30°N aproximadamente, se observa un corredor (con un área mayor al mes pasado) con bajas concentraciones de ozono cuyos valores oscilan entre 225 UD y 250 UD. En lo que concierne a América del Sur, se observa que las concentraciones de ozono han presentado mayormente valores entre 225 UD a 275 UD, valores algo parecidos al mes pasado, pero con un área ligeramente mayor. En la región muy al sur del continente, disminuyeron, con valores entre 250 UD - 275 UD. En el continente Antártico se observan concentraciones de ozono bajas con respecto al mes anterior, entre 250 UD y 275 UD, debido a diferentes procesos dinámicos y de circulación de la atmósfera.
- Por el lado de Australia y de países asiáticos se observó una mayor área con concentraciones de ozono entre 225 UD - 250 UD. Por otro lado, en el sur de África también se registraron concentraciones similares al de Australia.

\*\*\*\*\*

**FIGURA N°7**

**Mapa de ozono total atmosférico para el mes de febrero 2021**



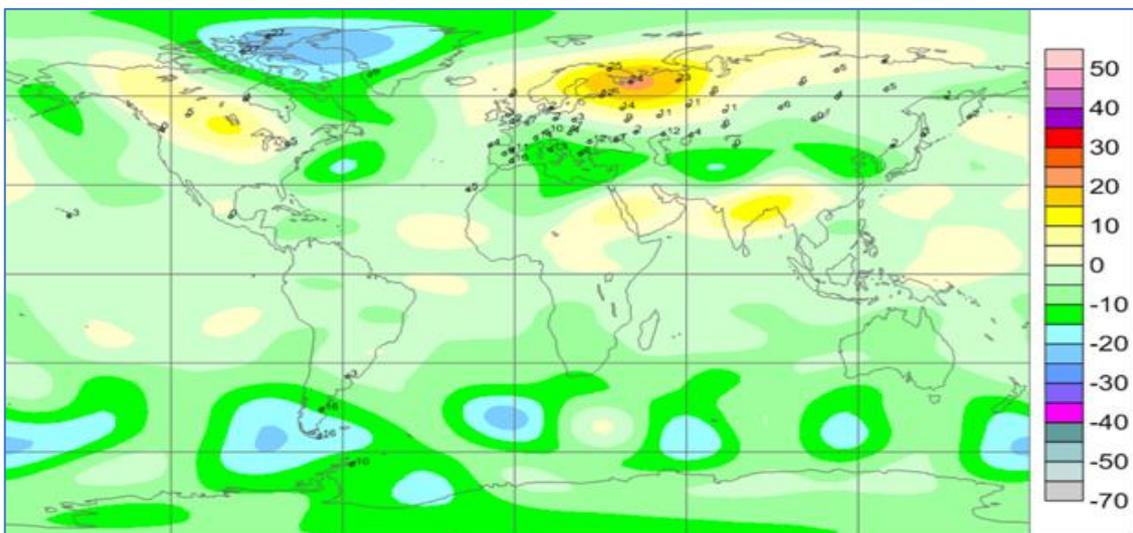
Fuente: <https://exp-studies.tor.ec.gc.ca/clf2/e/normalozone.html#g1>

Se puede mencionar que, en cuanto a la desviación media del mes de febrero, para el caso de Perú, los valores de ozono estuvieron por debajo de sus valores normales con una desviación de -1 a -5%, en todo el país.

En latitudes medias se presentaron 7 núcleos con concentraciones de ozono por debajo de lo normal cuyas desviaciones oscilaron entre -5% y -25%, mientras que en latitudes altas las desviaciones oscilaron entre -5% a -15%. En el hemisferio norte ocurre todo lo contrario, con desviaciones positivas de 5% a 25%. Figura 8.

**FIGURA N°8**

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



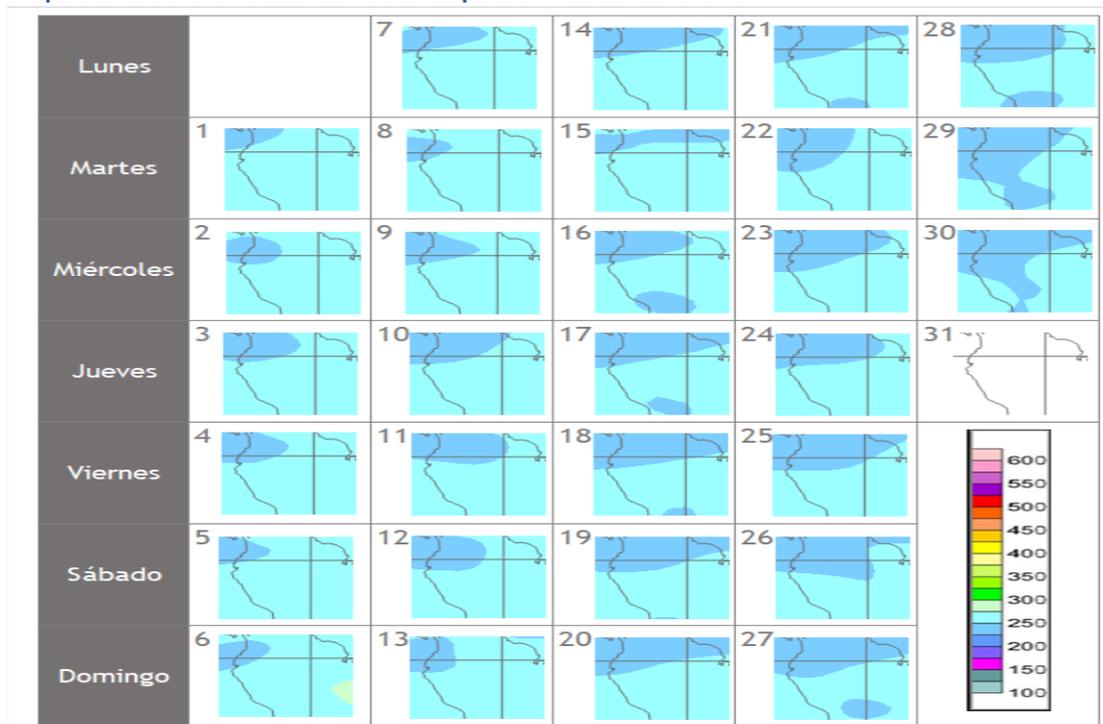
Fuente: <https://exp-studies.tor.ec.gc.ca/clf2/e/normalozone.html#g1>

\*\*\*\*\*

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 9), podemos mencionar que, para el caso de nuestro país, las concentraciones de ozono atmosférico fueron bajas durante casi todo el mes, especialmente los días 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 12 y 14 de febrero, cuyos valores oscilaron entre 225 UD y 250 UD en todo el país. Por otro lado, durante los días 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 y 27, esas concentraciones solo se registraron en la zona norte y sur de nuestro país. Finalmente, durante los días 27 y 28 los valores de ozono atmosférico se incrementaron llegando a oscilar entre 250 UD y 275 UD.

**FIGURA N°9**

**Mapa diario del ozono total atmosférico para el mes de febrero 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.

\*\*\*\*\*

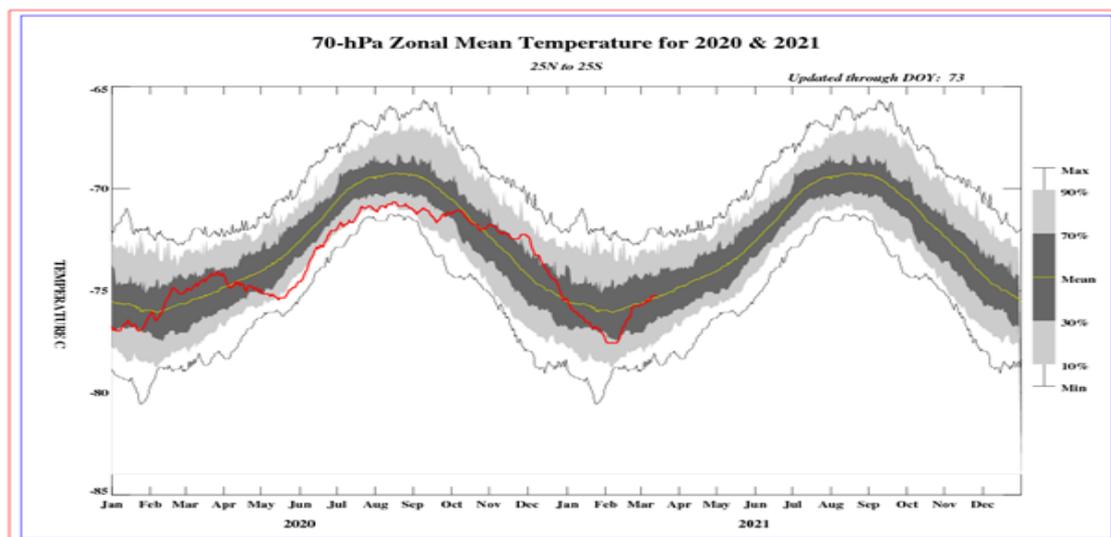
En la Figura 10 se muestra la distribución temporal de la temperatura desde el mes de enero 2020 hasta el mes de febrero 2021, al nivel de 70 hPa y entre las latitudes 25°S – 25°N.

Durante los días de registro, la temperatura en ese nivel (línea de color rojo) tuvo un acercamiento a su valor normal (línea de color amarillo), probablemente a procesos de mayor formación de ozono y de invasión de masas de aire con contenido de ozono, en esas capas.

La variabilidad de la concentración de ozono en ese nivel asociado a las bajas temperaturas es una consecuencia del movimiento de traslación de la tierra con respecto al sol, así como a procesos de transferencia radiativa y reacciones fotoquímicas. Se debe tener presente que una disminución de la temperatura en la atmósfera alta, está ligada con la disminución de las concentraciones de ozono y viceversa, los cuales tienen causas, valga la redundancia, físicas y químicas. El valor promedio mensual (1979-2017) de la temperatura en este nivel y para este mes es de -75.5°C, menor en valor numérico al mes pasado. La temperatura calculada en este mes, fue de -76.5°C. Como se observa, este ligero calentamiento de la masa de aire guarda relación con el aumento de las concentraciones de ozono medidos en superficie. Debe recordarse que, durante el año climáticamente, se presentan dos máximos de ozono, uno en el mes de marzo y el otro en el mes de setiembre.

**FIGURA N°10**

**Comportamiento de la temperatura en la baja estratosfera para el mes de febrero 2021**



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

Por otro lado, el comportamiento de temperaturas en el nivel de 70 hPa considerando todo el hemisferio sur en un día típico de febrero, es mostrado en la Figura 11 en donde se aprecia que las temperaturas en el continente Antártico han registrado valores en el orden de -45°C a -40°C (valores similares al mes pasado). En este mes las temperaturas deberían de incrementarse, pero no sucedió así permitiendo el registro de algunas anomalías negativas en algunos sectores de ese continente producto de factores físicos como químicos.

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

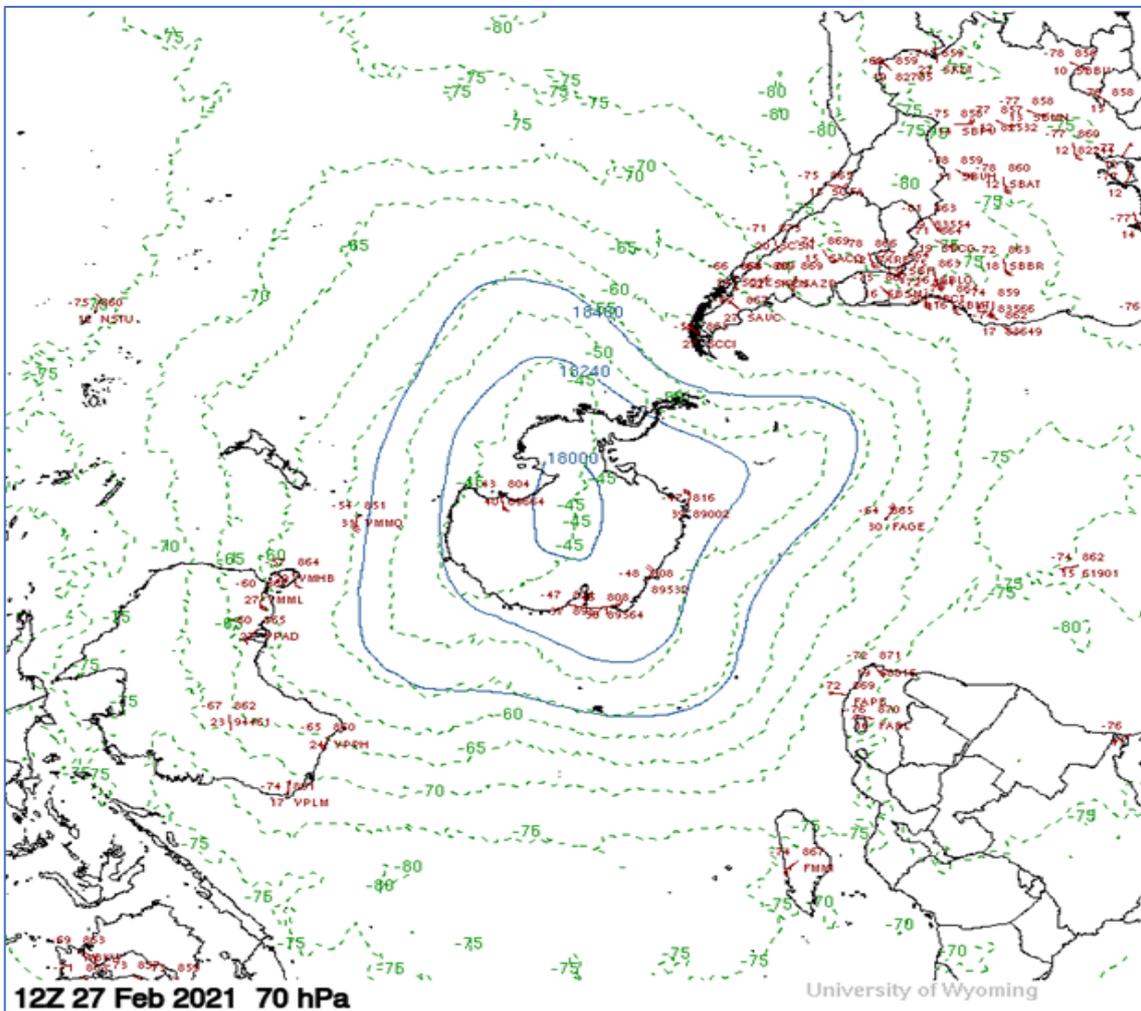
\*\*\*\*\*

este mes, en la atmósfera alta (baja y media estratósfera) han registrado valores un poco mayores al mes pasado.

Para el caso de nuestro país las temperaturas a este nivel han registrado mayormente valores de  $-75.0^{\circ}\text{C}$ , numéricamente menor al mes anterior, pero en lo concerniente a procesos físicos, presencia de masas de aire relativamente cálidas, dando respuesta a un aumento en las concentraciones de ozono en superficie, durante el mes.

**FIGURA N°11**

**Comportamiento de la temperatura en 70 hPa para el hemisferio sur (27 febrero 2021)**



Fuente: Universidad de Wyoming

\*\*\*\*\*

### III. CONCLUSIONES

1. El mes de febrero se caracteriza porque climáticamente las concentraciones de ozono (los medidos en superficie) aumentan, pero en forma ligera con respecto al mes de enero. En el presente año 2021 según información proveniente del satélite AURA el valor promedio del mes fue de 241.1 UD (mayor a enero), mientras que el registrado por el satélite SUOMI fue de 238.8 UD (mayor a enero). En conclusión, comparando estos valores con el registrado por el Espectrofotómetro Dobson, se notó que aun así están por debajo entre 1 UD a 14 UD aproximadamente. Los medidos en superficie también fueron mayores al mes pasado debido a que según el modelo GFS, se han tenido flujos de aire provenientes del noreste con aporte de moderadas concentraciones de ozono.
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 237.9 UD a 247.1 UD, notándose un 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 los cuales, han transportado más cantidad de ozono hacia nuestro país. Otro factor atribuido al aumento es el térmico, donde las temperaturas al nivel de baja y media estratósfera han registrado un ligero aumento.
3. Con respecto a la distribución vertical del ozono, en la estación VAG Marcapomacocha, según información obtenida por el satélite SUOMI, durante el mes de febrero, se puede concluir que la máxima concentración de la misma se encuentra aproximadamente a los 34 km de altura entre la baja y media estratósfera. La altura de la máxima concentración de ozono sigue relacionada con la variabilidad de la circulación atmosférica en la media estratósfera, así como a las variaciones termales (en los meses de mayor calentamiento hay mayor actividad de relación de mezcla en las capas de la atmósfera).
4. Asimismo, siguiendo la distribución vertical del ozono, principalmente a nivel de tropósfera, se observa generalmente, un incremento del ozono desde la superficie hasta los 639.3 hPa, debido a los efectos residuales de los días anteriores, así como también a efectos de circulación en la tropósfera baja y al aumento de la actividad fotoquímica, debido al incremento en la intensidad de la radiación solar en nuestro hemisferio, por efecto de las condiciones propias de la estación de verano.
5. Los mapas de ozono total atmosférico en el mes de febrero (elaborados por el Centro Mundial de Datos de Ozono y Radiación Ultravioleta con sede en Canadá), para el caso de nuestro país, han mostrado disminuciones marcadas con valores de 225 UD y 250 UD durante casi gran parte del mes, mientras que, en los últimos dos días, las concentraciones de ozono se incrementaron por aportes de masas de aire, así como a las reacciones fotoquímicas en la atmósfera.
6. En lo que concierne al comportamiento de la temperatura en la baja estratósfera (70 hPa) se puede mencionar que, durante el mes de febrero, los valores se caracterizaron por un acercamiento a su normal climática, entendiéndose que la atmósfera en ese nivel va presentando condiciones más cálidas a medida que pasen los meses, el cual trae como consecuencia un aumento de la concentración de ozono atmosférico (por lo menos hasta el mes

\*\*\*\*\*

de marzo). 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  $-75.5^{\circ}\text{C}$ , pero resulta que en este mes se registró un valor promedio de  $-76.5^{\circ}\text{C}$ .

7. Debido al establecimiento de la estación de verano en el hemisferio austral durante este mes de febrero, los niveles de radiación solar aumentaron en forma paulatina, trayendo como consecuencia que los procesos físicos-químicos, en la estratósfera aumentaran, el cual también ayuda para la mayor formación y destrucción de la concentración de ozono, especialmente en la región tropical.
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](mailto:grosas@senamhi.gob.pe)

**Subdirección de Evaluación del Ambiente Atmosférico:**

Ing. Jhojan Rojas Quincho

[jprojas@senamhi.gob.pe](mailto: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 abril de 2021**



**Servicio Nacional de Meteorología  
e Hidrología del Perú - SENAMHI**

Jr. Cahuide 785, Jesús María  
Lima 11 - Perú

**Consultas y sugerencias:**

[occora@senamhi.gob.pe](mailto:occora@senamhi.gob.pe)