

Implementación del nuevo valor de la sección eficaz de absorción del ozono en instrumentos del SMN

Nota Técnica SMN 2025-195

María Emilia Ruiz¹

¹ Dirección Central de Monitoreo del Clima, DNCIPS

Marzo 2025

Información sobre Copyright

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

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

Resumen

Una revisión de las mediciones de la sección eficaz de absorción del ozono fue realizada por un grupo internacional de expertos, y en 2019 se publicó un valor de consenso actualizado. Este nuevo valor representa un avance en la ciencia y tecnología de medición, proporcionando la estimación más precisa de la sección eficaz de absorción del ozono disponible hasta la fecha.

El valor de $1.132 \times 10^{-17} \text{ cm}^2$ y su incertidumbre estándar de $0.0035 \times 10^{-17} \text{ cm}^2$ serán adoptados como la referencia oficial para la sección eficaz de absorción del ozono por molécula a 253.65 nm (aire). Este valor será utilizado en los estándares de medición de ozono del BIPM. El identificador CCQM.O3.2019 será utilizado como referencia única para este valor.

Dado que la comunidad internacional de medición de gases adoptó este nuevo valor desde el 1 de enero de 2025, se recomienda que los datos reportados a los centros globales incluyan etiquetas o metadatos que indiquen el valor de sección eficaz de absorción utilizado.

Abstract

A review of ozone absorption cross-section measurements was conducted by an international group of experts, and in 2019, an updated consensus value was published. This new value represents an advancement in measurement science and technology, providing the most accurate estimate of the ozone absorption cross-section available to date.

The value of $1.132 \times 10^{-17} \text{ cm}^2$ and its standard uncertainty of $0.0035 \times 10^{-17} \text{ cm}^2$ will be adopted as the official reference for the ozone absorption cross-section per molecule at 253.65 nm (air). This value will be used in ozone measurement standards at the BIPM. The identifier CCQM.O3.2019 will be used as the unique reference for this value.

Since the international gas measurement community has adopted this new value starting January 1, 2025, it is recommended that data reported to global centers include labels or metadata indicating the ozone absorption cross-section value used.

Palabras clave: ozono superficial, sección eficaz de absorción, TECO

Citar como:

Ruiz, M.E., 2025: Implementación del nuevo valor de la sección eficaz de absorción del ozono en instrumentos del SMN. Nota Técnica SMN 2025 -195.

1. INTRODUCCIÓN

La incertidumbre en el valor de la sección eficaz de absorción del ozono (O_3) por molécula es el mayor impedimento para obtener mediciones precisas y trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) a partir de los fotómetros de referencia de ozono. Este valor es, además, un punto de referencia fundamental para la calibración de las secciones eficaces de absorción del ozono en todo el espectro electromagnético.

En los últimos años, los resultados de diversas investigaciones científicas cuestionaron la confianza en el valor convencionalmente aceptado de la sección eficaz de absorción del ozono en aire a 253.65 nm (Hearn, 1961). Como respuesta, el Grupo de Trabajo en Análisis de Gases del Comité Consultivo de Química y Biología (CCQM-GAWG) de la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (*Bureau International des Poids et Mesures*, BIPM) convocó a especialistas para revisar todas las mediciones publicadas de esta cantidad desde 1950. A partir de este estudio, el BIMP recomendó un nuevo valor de consenso para la sección eficaz de absorción del ozono de $1.132 \times 10^{-17} \text{ cm}^2$ con una incertidumbre estándar de $0.0035 \times 10^{-17} \text{ cm}^2$ (Reporte 2024/03 BIMP, Hodges et al., 2019). Se concluyó que la diferencia respecto al valor previo se debía probablemente a una desviación sistemática en la sección eficaz de absorción de referencia, que históricamente ha representado el principal componente de incertidumbre en las mediciones de ozono basadas en fotometría ultravioleta (UV). La implementación de este nuevo valor permitirá mejorar significativamente la precisión y la coherencia de las mediciones de ozono superficial. Todos los instrumentos basados en el método fotométrico UV determinan la concentración de ozono en muestras de aire midiendo la intensidad de la luz absorbida, lo que requiere que se conozca la sección eficaz de absorción del ozono a la longitud de onda de 253.65 nm.

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) opera analizadores de ozono superficial Thermos Scientific en la estación Global Ushuaia y otras estaciones regionales como Marambio dentro del programa de Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG)¹ de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Estos analizadores miden la fracción molar de ozono superficial mediante la absorción de radiación UV en la línea espectral del mercurio a 253.65 nm (aire). Los valores medidos son reportados al Centro Mundial de Gases Reactivos² como parte del mismo programa. Además el SMN opera el Centro Regional de calibración de ozono superficial con analizadores Thermos Scientific.

Esta nota técnica tiene como objetivo documentar dentro del SMN el alcance del cambio impulsado por el BIMP, revisando aspectos como el método de medición, el valor de la sección eficaz utilizada en los analizadores del SMN, su vinculación a un estándar nacional, regional o global, y los pasos necesarios para su implementación.

2. ¿QUÉ ES LA SECCIÓN EFICAZ DE ABSORCIÓN DEL OZONO EN EL ULTRAVIOLETA?

La sección eficaz de absorción σ del O_3 es un parámetro utilizado para determinar las concentraciones de ozono atmosférico en función de la cantidad de luz absorbida a una determinada longitud de onda en el UV.

¹ <https://community.wmo.int/en/activity-areas/gaw>

² <https://ebas.nilu.no/>

El grado de absorción de la luz UV por las moléculas de O_3 está directamente relacionado con su concentración según la Ley de Beer-Lambert:

$$I = I_0 e^{-\alpha \cdot L \cdot C} \quad \text{Ec. 1}$$

donde α es el coeficiente de absorción molecular (relacionado con la sección eficaz de absorción, ver Ec. 4), L es la longitud de la celda, I es la intensidad de la luz absorbida por la muestra, I_0 es la intensidad de la luz UV emitida por la lámpara y C es la concentración de ozono en la muestra. También deben conocerse la temperatura (T) y la presión (P) de la muestra en la celda de medición.

En la mayoría de los casos, se utiliza la banda UV de Hartley cercana a 255 nm debido a sus fuertes características de absorción. La mayoría de los analizadores de ozono emplean lámparas de vapor de mercurio que emiten luz incoherente en las regiones UV y visible, siendo la emisión más intensa en 253,65 nm. La sección eficaz de absorción en esta longitud de onda fue reportada por Hearn en 1961 con un valor de $1.1476 \times 10^{-17} \text{ cm}^2$ y una incertidumbre estándar de $0.024 \times 10^{-17} \text{ cm}^2$ por molécula. Este es el valor (hasta ahora) utilizado por la mayoría de los analizadores a nivel global y también está implementado en los fotómetros de referencia estándar (SRP por sus siglas en inglés) del Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST, *National Institute of Standards and Technology*) y por el BIMP.

3. REFERENCIA PRIMARIA DE OZONO Y TRAZABILIDAD METROLÓGICA

La trazabilidad metrológica es una propiedad de un resultado de medición por la cual se puede establecer una relación con un estándar de referencia a través de una cadena documentada e ininterrumpida de calibraciones, donde cada una contribuye a la incertidumbre de la medición. Esto aplica también a los resultados de las mediciones de ozono atmosférico.

El ozono es un gas traza altamente reactivo lo que impide la preparación y el almacenamiento estable de un estándar material (por ejemplo, una mezcla de ozono en aire dentro de un cilindro). Por esta razón, el estándar primario para la medición de ozono atmosférico es un fotómetro de referencia o SRP (*Standard Reference Photometer*) y la trazabilidad se garantiza a través de comparaciones entre instrumentos (WMO, 2013).

Estos estándares miden la fracción molar de ozono de manera absoluta, utilizando el método de absorción ultravioleta que se basa en la absorción de radiación a la longitud de onda de emisión atómica del vapor de mercurio de 253,7 nm por el ozono en las celdas de gas del instrumento.

La ecuación de medición de un analizador de ozono se deriva de la ecuación de Beer-Lambert (ec 1) y la ecuación de gases ideales, y su expresión en términos de la fracción molar x es:

$$x = \frac{-1}{2\sigma L_{opt}} \cdot \frac{T}{P} \cdot \frac{R}{N_A} \cdot \ln(D) \quad \text{Ec. 2}$$

donde $N_A = 6.02214076 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ es el número de Avogadro, $R = 8.314462618 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ es la constante de los gases, σ es la sección eficaz de absorción por molécula de ozono a 253.65 nm en condiciones normales de temperatura y presión, L_{opt} es la longitud óptica media de las dos celdas, T es la temperatura medida en las celdas, P es la presión medida en las celdas, D es el producto de las

transmitancias de las dos celdas, donde la transmitancia T_r de una celda se define como $T_r = I_{\text{ozono}}/I_{\text{aire}}$ donde I_{ozono} es la intensidad de la radiación UV medida en la celda cuando contiene aire ozonizado, I_{aire} es la intensidad de la radiación UV medida en la celda cuando contiene aire sin ozono (también llamado aire de referencia o aire cero). El factor 2 en el denominador de la ecuación 2 indica que se debe utilizar el promedio de las transmitancias $0.5[\ln(T_1) + \ln(T_2)] = 0.5 \ln(T_1 \cdot T_2)$.

La ecuación 2 implementada en el software de un SRP es:

$$x_{SRP} = \frac{-1}{2\alpha_x} \cdot \frac{T}{T_0} \cdot \frac{P_0}{P} \cdot \ln(D) \quad \text{Ec. 3}$$

con $T_0 = 273.15 \text{ K}$ y $P_0 = 101.325 \text{ kPa}$ (temperatura y presión en condiciones normales) y α_x el coeficiente de absorción lineal expresado en cm^{-1} :

$$\alpha_x = \sigma \cdot \frac{N_A}{R} \cdot \frac{P_{std}}{T_{std}} \quad \text{Ec. 4}$$

Todos los SRP deben utilizar el mismo valor convencional de la sección eficaz de absorción del ozono o su equivalente en términos del coeficiente lineal de absorción.

La incertidumbre de medición de un SRP es la combinación de varias incertidumbres (Ec. 3), estas incertidumbres provienen de la medición de la presión y temperatura del gas, de la longitud de camino óptico y de la sección eficaz de absorción del ozono. La incertidumbre en el producto de las transmitancias se la considera como el ruido del instrumento.

La calibración de un instrumento de medición (incluido otro SRP) se realiza comparando la fracción molar de ozono medida por el SRP con la obtenida por el instrumento en calibración. El resultado se expresa mediante una ecuación de calibración lineal, que se usa para aplicar correcciones a las mediciones.



Figura 1: Propagación de la fracción de cantidad de ozono en aire seco a través de una cadena ininterrumpida de calibraciones, desde un estándar primario hasta los monitores de campo, donde cada paso añade incertidumbre a la medición.

En una comparación metrológica, la propagación de la trazabilidad hasta los instrumentos de campo, un analizador de ozono superficial como los que tiene el SMN, sigue una jerarquía de calibración que generalmente involucra varios niveles (L1 a L4, ver Fig.1). Cuando se calibra un analizador o calibrador de ozono, se establece la relación entre el estándar y el instrumento, expresándola en forma de una función de calibración lineal que luego se utiliza para realizar correcciones.

Existen dos enfoques principales a nivel mundial para la diseminación de la trazabilidad metrológica i) ajuste o corrección, y ii) verificación. En el SMN la trazabilidad metrológica en los analizadores de O₃ superficial se

logra con el método de “ajuste”: durante la calibración, se obtienen datos de sobre el instrumento y se modifican los parámetros de “span” y “cero” en su software³.

El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología de los EE. UU. (NIST) es el Laboratorio Central de Calibración (CCL) para las mediciones de ozono superficial dentro del Programa VAG de OMM. El NIST proporciona un estándar primario para la medición de ozono a través de dos fotómetro de referencia estándar denominados SRP#0 y SRP#2.

En una comparación metrológica, el SRP mantenido por el BIPM (SRP#27) es el instrumento de referencia acordado contra el cual se comparan todos los fotómetros de referencia, ya sea de forma directa o indirecta a través de otro fotómetro de referencia, como los SRPs mantenidos por el NIST.

El Laboratorio Federal Suizo de Ciencia y Tecnología de Materiales (EMPA) es el Centro Mundial de Calibración (WCC) para ozono superficial en el Programa VAG de OMM. En este rol, EMPA es responsable del mantenimiento de los estándares de transferencia para el ozono, los cuales son trazables al estándar primario. Actualmente, el WCC mantiene dos fotómetros de referencia estándar, SRP15 y SRP23, y utiliza un estándar de transferencia (TS) para comparaciones in situ durante auditorías en las estaciones VAG. Esto permite que las estaciones que no pueden conectarse directamente con el CCL mantengan su trazabilidad metrológica.

4. NUEVO VALOR DE LA SECCIÓN EFICAZ DE ABSORCIÓN DEL OZONO

El nuevo valor recomendado por el BIMP de la sección eficaz de absorción del ozono por molécula a 253.65 nm (en aire) y su incertidumbre estándar, con los dígitos significativos apropiados expresados en la unidad cm^2 , es:

$$\sigma = 1.1329 \times 10^{-17} \text{cm}^2 \pm 0.0035 \times 10^{-17} \text{cm}^2 \quad \text{Ec. 5}$$

En la Tabla 1 se proporcionan los valores y las incertidumbres de otras cantidades estrechamente relacionadas con σ que se encuentran con frecuencia en la literatura.

El coeficiente de absorción lineal α_x se relaciona con σ según la Ec. 4 mientras que el coeficiente de absorción másico α_m (o coeficiente de absorción) es igual a σ dividido por la masa molecular del ozono (ver Reporte 2022/02 BIMP para más detalles). El valor previo de la sección eficaz de absorción del ozono σ utilizado en los SRPs de ozono en los institutos de medición (BIMP, NIST, etc.) era el valor medido por Hearn en 1961 $\sigma = 1.147 \times 10^{-17} \text{cm}^2$.

El nuevo valor de ozono σ se identifica con el código *CCQM.O3.2019* mientras que el viejo valor se identifica con el código *Hearn.1961*.

Para los analizadores de ozono que realizan mediciones trazables al SI a través de una cadena ininterrumpida de calibraciones a fotómetros de referencia estándar, el valor de la sección eficaz de absorción del ozono que se utiliza debe indicarse claramente en el certificado de calibración. Si un

³ El método de corrección implica corregir aplicando una función de corrección a los valores medidos por el analizador sin modificar los ajustes internos del instrumento.

analizador participa de una intercomparación, el valor de la sección eficaz de absorción del ozono usado puede indicarse en el reporte producido al final de la intercomparación. En el caso particular de los analizadores Thermos Scientific la información también se informa en el manual del instrumento.

Tabla 1: valores recomendados por el BIMP para la sección eficaz de absorción del ozono a 253.65 nm (aire) y otras cantidades relacionadas.

CANTIDAD	SIMBOLO	VALOR/UNIDAD	INCERTIDUMBRE/UNIDAD
Sección eficaz de absorción por molécula	σ	$1.1329 \times 10^{-17} \text{ cm}^2$	$0.0035 \times 10^{-17} \text{ cm}^2$
Coeficiente de absorción másico	α_m	$1.4214 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \mu\text{g}^{-1}$	$0.0044 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \mu\text{g}^{-1}$
Coeficiente de absorción lineal a presión y temperatura normales (1 atm y 273 K)	α_x	304.39 cm^{-1}	0.94 cm^{-1}
Coeficiente de absorción a presión y temperatura normales (1 atm y 273 K)	α_0	$304.39 \text{ atm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$	$0.94 \text{ atm}^{-1} \text{ cm}^{-1}$

5. COMO IMPLEMENTAR EL CAMBIO

5.1 Uso de datos: asignación de banderas y metadatos

Para facilitar la transición al nuevo valor de la sección eficaz de absorción del ozono, se recomienda que las redes de medición de ozono en superficie, los centros de datos, los fabricantes de instrumentos, las comunidades de investigación y los institutos de metrología incluyan en sus datos el valor de la sección eficaz de absorción utilizada en la medición. Para ello el BIMP sugiere el uso de etiquetas o banderas que indiquen el valor empleado:

- Hearn.1961: para el valor de la sección eficaz de absorción previamente utilizado.
- CCQM.O3.2019: para el nuevo valor de la sección eficaz de absorción.

Estas etiquetas pueden incluirse en los metadatos de las series temporales o asignarse a registros individuales dentro de una serie de datos.

5.2 Otras consideraciones para el SMN

Dado que el SMN monitorea el ozono superficial en varios sitios del territorio nacional y Antártida (Barlasina y otros 2019 a y 2019b), es necesario contar con un plan para asegurar que la implementación del nuevo valor se realice de manera efectiva y oportuna.

Desde el BIMP se proponen las siguientes acciones:

Evaluar el inventario instrumental

- Crear un sistema de seguimiento separado para cada analizador de ozono de la red, incluyendo los estándares en cada nivel de la jerarquía de calibración. Esto puede ser un libro de Excel o una adición a un sistema de base de datos ya existente.
- Registrar la versión del firmware de los instrumentos y documentar si están operando con el valor de Hearn.1961 o CCQM.O3.2019.

Evaluar la trazabilidad metrológica

- Identificar qué método de diseminación de la trazabilidad metrológica se utiliza en la red, desde el instrumento de referencia hasta los analizadores de campo.

Implementar y Documentar

Luego de asegurar que los instrumentos estén bajo control y que los datos recolectados son válidos, se recomienda documentar:

- En caso de instrumentos en operación, identificar si operan con valor CCQM.O3.2019 o el valor Hearn.1961, e incluir los parámetros de la ecuación de calibración (cero y span)
- En caso de nuevas adquisiciones de instrumentos de ozono, identificar si operan con valor CCQM.O3.2019 o el valor Hearn.1961, e incluir los parámetros de la ecuación de calibración (cero y span)
- Instrumentos que recibieron un ajuste interno mediante comparación con un estándar operando bajo el nuevo valor CCQM.O3.2019, e incluir los parámetros de la ecuación de calibración (cero y span)

6. CONCLUSIONES

La adopción del nuevo valor de la sección eficaz de absorción del ozono representa un avance significativo en la precisión de las mediciones y en la trazabilidad metrológica de ozono superficial.

El valor de 2019 de $1.1329 \times 10^{-17} \text{ cm}^2$ y su incertidumbre estándar de $0.0035 \times 10^{-17} \text{ cm}^2$ serán adoptados como la nueva sección eficaz de absorción del ozono por molécula a 253.65 nm (aire) y será utilizado en los estándares de medición de ozono mantenidos por el BIPM y el NIST.

La trazabilidad metrológica en los analizadores Thermo Scientific del SMN se mantiene a través del método de ajuste, lo que implica la modificación de los parámetros de calibración (cero y span) en el firmware de cada equipo. La documentación de estos ajustes es clave para garantizar la trazabilidad y coherencia en las mediciones. En relación al nuevo valor de sección eficaz, el parque instrumental del SMN está calibrado utilizando el valor de Hearn (1961), que es $\sigma = 1.147 \times 10^{-17} \text{ cm}^2$ o equivalentemente $\alpha_x = 308.32 \text{ cm}^{-1}$ (ver Anexo). La recomendación a seguir es que los datos reportados incluyan metadatos que indiquen explícitamente el valor de la sección eficaz de absorción utilizado, facilitando la comparabilidad de las mediciones a nivel global. A mediano plazo, el SMN debería incorporar el nuevo valor de σ para lo cual será necesario realizar un intercomparación con los SRPs del EMPA.

7. REFERENCIAS

Barlasina M.E., G. Carbajal Benítez, Sánchez R. D., y Copes, G. E., 2019a: Mantenimiento y verificaciones del analizador de ozono superficial Thermo Environmental Instruments modelo 49C. Nota Técnica SMN 2019-55.

Barlasina M.E., G. Carbajal Benítez, L.F. Condori, y G. Pérez Fogwill, 2019b: Aseguramiento de la calidad en la obtención de datos de ozono superficial en la red de estaciones del SMN. Nota Técnica SMN 2019-60.

Brewer P.J., Brown A., Flores E., Lee S., Niederhauser B., Norris J, Rice J, Sorensen L, Tanimoto H, Viallon J., Wielgosz R.I., Zellweger C., 2024: Guidelines: How to implement the new absorption cross section for ozone concentration measurements Rapport BIPM-2024/03, <https://doi.org/10.59161/Rapport202403>

Davis R.S., Niederhauser B., Hodges J.T., Viallon J. y Wielgosz R.I., 2022: Units and values for the ozone absorption cross section at 253.65 nm (air) with appropriate significant digits and rounding for use in documentary standards Rapport BIPM-2022/02, <https://doi.org/10.59161/Rapport202202>

Hearn A.G., 1961: The Absorption of Ozone in the Ultra-violet and Visible. *Proc. Phys. Soc.* **78** 932

Hodges J.T., Viallon J., Brewer P.J., Drouin B.J., Gorshchev V., Janssen C., Lee S., Possolo A., Smith M.A.H., Walden J., et al., 2019: Recommendation of a consensus value of the ozone absorption cross-section at 253.65 nm based on a literature review, *Metrologia*, 56, 034001, <https://doi.org/10.1088/1681-7575/ab0bdd>

WMO, 2013: Guidelines for Continuous Measurements of Ozone in the Troposphere. GAW Report No. 209

Zellweger C., Norris J.E., Niederhauser B., Travnicek W., Minkos A., Xu X., Lee S., Solberg S., Cooper O., Smit H.G.J., et al. BIPM 2024 *Change in the value of the UV ozone absorption cross section: Recommendations for metadata provision* Rapport BIPM-2024/01, <https://doi.org/10.59161/Rapport202401>

ANEXO

Como se mencionó en la sección 3, en el SMN la trazabilidad metrológica en los analizadores de O₃ Thermo Scientific se logra con el método de “ajuste”: durante la calibración, se obtienen datos de sobre el instrumento y se modifican los parámetros de “cero” y “span” en su firmware.

Las tablas a continuación presentan la información pertinente a cada analizador de O₃ del SMN en relación a su calibración y coeficiente de absorción en uso.

Analizador	49C #0330102717
Estación	Ushuaia
Operativo	Si
Fecha última comparación con TS de EMPA	2019
Fecha última calibración con calibrador SMN ⁽ⁱ⁾	06/11/2020
Span ⁽ⁱⁱ⁾	1.04
Cero ⁽ⁱⁱⁱ⁾	0.0
Coeficiente de absorción en firmware ^(iv)	$\alpha_x = 308 \text{ cm}^{-1}$
Método de trazabilidad metrológica	Ajuste
Observaciones	Estos son los datos enviados al WDCRR

(i): el calibrador Thermo Scientific 49C-PS #56084-306 propiedad del SMN fue enviado a la estación

(ii), (iii): valores informados por Lino Condori, comunicación interna 16-03-2025

(iv): valor informado en el manual del instrumento

Analizador	49C #58546-318
Estación	Ushuaia
Operativo	Si
Fecha última comparación con TS de EMPA	2019
Fecha última calibración con calibrador SMN ⁽ⁱ⁾	06/11/2020
Span ⁽ⁱⁱ⁾	1.012
Cero ⁽ⁱⁱⁱ⁾	-0.4
Coeficiente de absorción en firmware ^(iv)	$\alpha_x = 308 \text{ cm}^{-1}$
Observaciones	Mediciones de respaldo a 49C #0330102717

(i): el calibrador Thermo Scientific 49C-PS #56084-306 propiedad del SMN fue enviado a la estación

(ii), (iii): valores informados por Lino Condori, comunicación interna 16-03-2025

(iv): valor informado en el manual del instrumento

Analizador	49C #42750-8924
Estación	Marambio
Operativo	Si
Fecha última comparación con TS de EMPA	2017
Fecha última calibración con calibrador SMN	2017
Span ⁽ⁱ⁾	1.007
Cero ⁽ⁱⁱ⁾	-0.6
Coeficiente de absorción en firmware ⁽ⁱⁱⁱ⁾	$\alpha_x = 308.32 \text{ cm}^{-1}$
Observaciones	

(i), (ii): valores informados por Lino Condori, comunicación interna 16-03-2025

(iii): valor informado en el manual del instrumento

Analizador	49C #61161-330
Estación	La Quiaca
Operativo	No
Fecha última comparación con TS de EMPA	2017
Fecha última calibración con calibrador SMN	2021
Span ⁽ⁱ⁾	1.32
Cero ⁽ⁱⁱ⁾	-0.4
Coeficiente de absorción en firmware ⁽ⁱⁱⁱ⁾	$\alpha_x = 308 \text{ cm}^{-1}$
Observaciones	En OCBA para reparación y calibración

(i), (ii): valores informados a M. E. Barlasina en 2021

(iii): valor informado en el manual del instrumento

Analizador	49C #42750-8925
Estación	Pilar
Operativo	No
Fecha última comparación con TS de EMPA	2017
Fecha última calibración con calibrador SMN	2021
Span ⁽ⁱ⁾	1.052
Cero ⁽ⁱⁱ⁾	-0.7
Coeficiente de absorción en firmware ⁽ⁱⁱⁱ⁾	$\alpha_x = 308 \text{ cm}^{-1}$
Observaciones	En OCBA para reparación y calibración

(i), (ii): valores informados a M. E. Barlasina en 2021

(iii): valor informado en el manual del instrumento

Instrucciones para publicar Notas Técnicas

En el SMN existieron y existen una importante cantidad de publicaciones periódicas dedicadas a informar a usuarios distintos aspectos de las actividades del servicio, en general asociados con observaciones o pronósticos meteorológicos.

Existe no obstante abundante material escrito de carácter técnico que no tiene un vehículo de comunicación adecuado ya que no se acomoda a las publicaciones arriba mencionadas ni es apropiado para revistas científicas. Este material, sin embargo, es fundamental para plasmar las actividades y desarrollos de la institución y que esta dé cuenta de su producción técnica. Es importante que las actividades de la institución puedan ser comprendidas con solo acercarse a sus diferentes publicaciones y la longitud de los documentos no debe ser un limitante.

Los interesados en transformar sus trabajos en Notas Técnicas pueden comunicarse con Ramón de Elía (rdelia@smn.gov.ar), Luciano Vidal (lvidal@smn.gov.ar) o Martin Rugna (mrugna@smn.gov.ar) de la Dirección Nacional de Ciencia e Innovación en Productos y Servicios, para obtener la plantilla WORD que sirve de modelo para la escritura de la Nota Técnica. Una vez armado el documento deben enviarlo en formato PDF a los correos antes mencionados. Antes del envío final los autores deben informarse del número de serie que le corresponde a su trabajo e incluirlo en la portada.

La versión digital de la Nota Técnica quedará publicada en el Repositorio Digital del Servicio Meteorológico Nacional. Cualquier consulta o duda al respecto, comunicarse con Melisa Acevedo (macevedo@smn.gov.ar).