



Servicio  
Meteorológico  
Nacional

# Mantenimiento y verificaciones del analizador de ozono superficial Thermo Environmental Instruments modelo 49C.

Nota Técnica SMN 2019-55

**María Elena Barlasina<sup>1</sup>, Gerardo Carbajal Benítez<sup>1</sup>, Ricardo Daniel Sanchez<sup>1</sup> y Gustavo Emmanuel Copes<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup> Departamento Vigilancia de la Atmósfera y Geofísica, Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación.*

Mayo 2019

### *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

La presente nota técnica ha sido elaborado con el objetivo de ser una guía para el mantenimiento de los analizadores de ozono superficial Thermo modelo 49C instalados en las Estaciones del Servicio Meteorológica Nacional (SMN). Los procedimientos aquí descriptos son dirigidos a observadores, operadores y jefes de estación quienes tienen que cumplir con las rutinas de mantenimiento descriptas aquí, a fin de lograr un correcto funcionamiento de los analizadores de ozono superficial y asegurar la calidad de los datos obtenidos.

## Abstract

This technical note has been developed with the aim of being a guide for the maintenance of the Thermo model 49C surface ozone analyzers installed in the National Meteorological Service Stations (SMN). The procedures described here are intended to observers, operators and station managers who have to comply with the maintenance routines described here, in order to achieve a correct operation of surface ozone analyzers and ensure the quality of the obtained data.

**Palabras clave:** ozono superficial, TEI 49C, Thermo.

## Citar como:

María Elena Barlasina, Gerardo Carbajal Benítez, Ricardo Daniel Sánchez y Gustavo Emmanuel Copes, 2019: Mantenimiento y verificaciones del analizador de ozono superficial Thermo Environmental Instruments modelo 49C. Nota Técnica SMN 2019-55.

## 1. INTRODUCCION

El SMN en el marco del programa Vigilancia Atmosférica Global (VAG) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) cuenta con una red de analizadores de ozono superficial Thermo 49C, que brindan datos de concentración de ozono superficial en forma continua.

Los analizadores de ozono superficial Thermo 49C, son instrumentos cuya técnica de medida es absorción ultravioleta. Esta técnica es la elegida por las estaciones del programa VAG y la única recomendada por el Centro de Control de Calidad para estaciones VAG (Quality Assurance/ Quality Control Science Activity Center) de la OMM.

La siguiente nota técnica describe las consideraciones y pasos a seguir para realizar el mantenimiento de los analizadores Thermo 49C instalados en las estaciones del SMN, teniendo por objeto homogenizar los trabajos de mantenimiento y los controles que se realizan en el equipo y de esta forma trabajar en forma coordinada entre las estaciones donde se encuentran los analizadores y el Centro de Calibración Regional III (RCC-Bs As III) con sede en el Observatorio Central Buenos Aires, teniendo en cuenta las recomendaciones de EMPA (Laboratory for Air Pollution/Environmental Technology) y la Información adicional que puede obtenerse en el sitio web de la empresa (<http://corporate.thermofisher.com/en/about-us/thermo-scientific.html>).

## 2. DATOS

El Programa de mediciones de VAG de la OMM (<http://www.wmo.int/gaw>) coordina a nivel mundial las observaciones y el análisis de los gases de efecto invernadero y de otros gases. Actualmente, el programa VAG coordina las actividades y los datos de 31 estaciones globales, más de 400 estaciones regionales y alrededor de 100 estaciones contribuyentes operadas por redes contribuyentes (<https://gawsis.meteoswiss.ch/GAWSIS//index.html#/>).

Este programa de monitoreo se desarrolló en nuestro país a partir de la década del 90, situando puntos de monitoreo en distintas estaciones existentes del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (Figura 1), como Observatorio La Quiaca en Jujuy, Observatorio Pilar en Córdoba, Estación Meteorológica San Julián en Santa Cruz y Ushuaia en Tierra del Fuego, con la Estación de Vigilancia Atmosférica Global, donde se instalaron analizadores de ozono superficial que registran concentraciones de ese gas en forma continua. A estas estaciones, en el 2011, se sumó la Base Marambio en Antártida con la instalación de un analizador de este tipo.

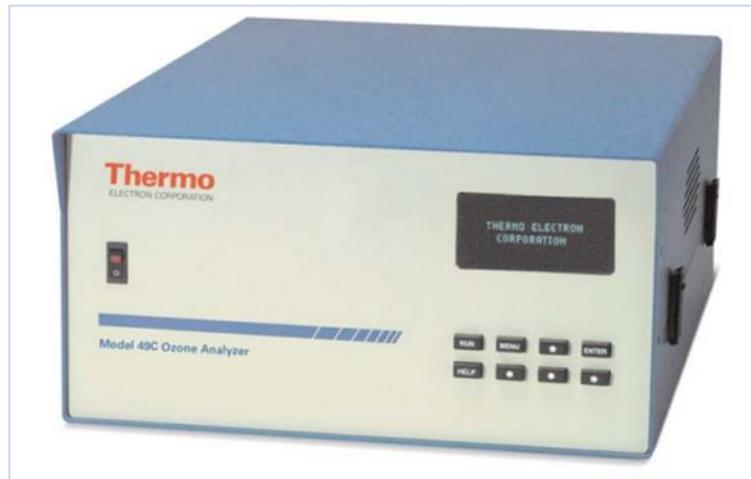


Figura 1. Red de estaciones VAG del SMN en Argentina.

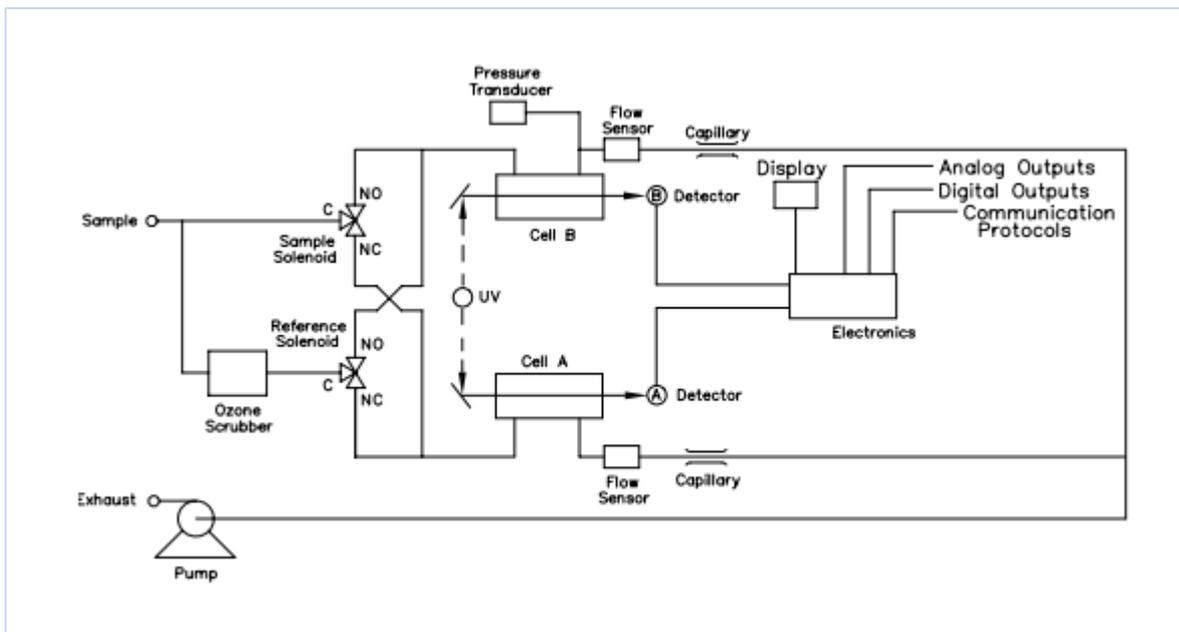
### 3. METODOLOGÍA

#### 3.1 Descripción del sistema

El analizador Thermo Environmental Instruments modelo 49C, que se muestra en la Figura 2, cuenta con doble celda de absorción fotométrica UV, mediante las cuales se realiza la medición simultánea de aire sin ozono (aire cero) y de muestra, para brindar una medición precisa y rápida de la concentración ozono expresada en parte por billón (ppb). Debido a la doble celda, que actúan en forma alternada analizando la muestra y cero, se pueden evitar las posibles interferencias ocasionadas por especies presentes en la muestra de aire.



**Figura 2.** Analizador Thermo Environmental Instruments modelo 49C.



**Figura 3.** Sistema óptico Thermo Environmental Instruments modelo 49C.

La Figura 3 muestra el esquema del ciclo de medición con la doble celda. En el comienzo del ciclo, la muestra ingresa a una celda y el aire de referencia o aire cero (la muestra con el ozono eliminado) ingresa a la segunda celda. Luego los detectores miden la intensidad de la luz transmitida a través de cada celda y durante la segunda mitad del ciclo, los roles de las dos celdas se intercambian mediante las acciones

producidas por las válvulas solenoides. De esta manera cualquier absorción de energía UV producida por otras especies químicas distintas al ozono se anula. Proporcionando mediciones más precisas de la concentración de ozono superficial.

Las características del analizador Thermo Environmental Instruments modelo 49C se detallan a continuación:

<b>Preset Ranges</b>	0-0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 and 200 ppm 0-0.1, 0.2, 0.4, 1, 2, 4, 10, 20, 40, 100, 200 and 400 mg/m <sup>3</sup>
<b>Custom Ranges</b>	0-0.05 to 200 ppm 0-0.1 to 400 mg/m <sup>3</sup>
<b>Zero Noise</b>	0.5 ppb RMS
<b>Lower Detectable Limit</b>	1.0 ppb
<b>Zero Drift (24 hour)</b>	<1 ppb / 24 hour <2 ppb / day
<b>Span Drift (24 hour)</b>	Less than 1% per month (including drift of transducers)
<b>Response Time</b>	20 seconds (10 seconds lag time)
<b>Precision</b>	1 ppb
<b>Linearity</b>	+/-1% full scale m
<b>Sample Flow Rate</b>	1-3 liters/min.
<b>Operating Temperature</b>	20°C - 30°C
<b>Power Requirements</b>	90-110 VAC @50/60Hz, 105-125 VAC @ 50/60Hz 210-250 VAC @ 50/60Hz, 150 Watts
<b>Size and Weight</b>	16.75" (W) x 8.62" (H) x 23" (D), 35 lbs.
<b>Outputs</b>	Selectable voltages and RS-232 (standard) 4-20 mA isolated current RS-485 (optional)

Figura 4. Características técnicas Thermo Environmental Instruments modelo 49C.

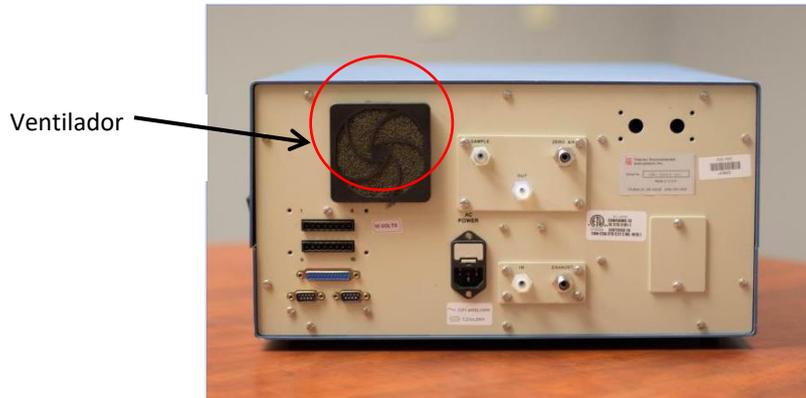
## 3.2 Mantenimiento.

### 3.2.1 Mantenimiento general del sistema.

El correcto funcionamiento de los analizadores de ozono superficial requiere un mantenimiento preventivo de toda la instalación, que consiste en un número de pautas a cumplir que se enumeran a continuación:

1. Es importante conectar los analizadores a un sistema de alimentación ininterrumpida, para evitar daños en los equipos debido a picos de tensión en la red.
2. Es deseable conectar a tierra el rack donde se instalan los analizadores. Esto evita daños en los equipos y disminuye el ruido en la señal de salida de los equipos.
3. Se debe tener especial cuidado cuando se manipule en el interior de los equipos, debido a la electricidad estática que se genera, ya que esta puede provocar daños irreversibles en los circuitos electrónicos de los analizadores.

4. Cambiar con una periodicidad el filtro de teflón instalado en el tubo de entrada a los equipos (ver sección 3.2.2.2) y lavar el filtro del ventilador de la parte posterior del equipo, para evitar la entrada de polvo al analizador (ver sección 3.2.2.3 - Limpiar el filtro del instrumento de ventilación)



**Figura 5.** Vista posterior del analizador Thermo Environmental Instruments modelo 49C.

5. El ambiente de instalación del analizador debe mantenerse seco, libre de polvo y a temperatura constante en aproximadamente 23°C.
6. Se debe inspeccionar visualmente los tubos de ingreso de aire a los analizadores, para asegurarse que ellos estén limpios en su interior y libre de obstrucciones. En caso de ser necesario, se deben lavar con agua destilada y secados con flujo de aire.
7. Es importante controlar que el flujo del analizador, este debe estar alrededor de los 2 litros por minutos.
8. Diariamente se debe cotejar que la hora de la PC y del analizador TEI 49C sean iguales, y que coincida con la hora UTC de la Estación.
9. Se debe verificar el archivo de datos, constatando que el mismo este guardando los datos generados por el analizador.

Estas medidas de mantenimiento en todo el sistema de instalación del analizador las debe cumplir el operador del instrumento con la asiduidad dependiendo de las condiciones de cada estación.

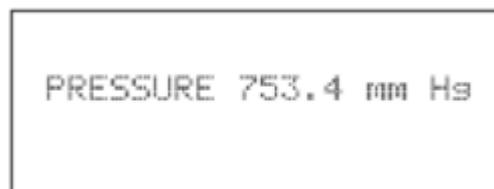
## 3.2.2 Mantenimiento del instrumento.

Periódicamente se deben hacer controles regulares sobre el instrumento, para garantizar el buen funcionamiento de este.

El operador debe realizar el siguiente cronograma de tareas de mantenimiento:

### 3.2.2.1 Mantenimiento semanal:

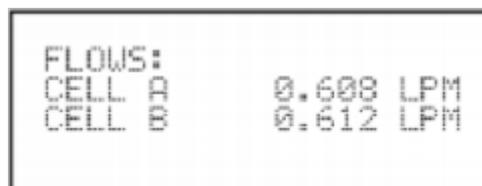
1. Verificar el rendimiento del instrumento, midiendo los principales parámetros del instrumento desde MAIN MENU.
  - Verificar las alarmas presionando "ALARMA" y anotar en el Tabla 1 el tipo de alarma verificado. Regresar con el botón ►.
  - Presionar "DIAGS", para leer la Temperatura e ingresarlos en el Tabla 1. Regresar al menú principal con el botón MAIN MENU.
  - De igual modo lea y registre los valores de "PRESIÓN" en el Tabla 1. Regrese al menú principal con el botón MAIN MENU.



PRESSURE 753.4 mm Hg

**Figura 6.** Presión leída en la pantalla de Thermo Environmental Instruments modelo 49C.

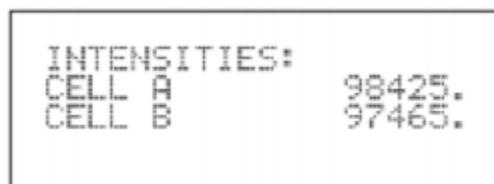
- Ingresando a "FLUJOS", lea y registre los valores en el Tabla 1. Regrese al menú principal con el botón MAIN MENU.
- 



FLOWS:  
CELL A 0.608 LPM  
CELL B 0.612 LPM

**Figura 7.** Flujo leído en la pantalla de Thermo Environmental Instruments modelo 49C.

- Lea las "INTENSIDADES" e ingrese los números en el Tabla 1. Regrese al menú principal con el botón MAIN MENU.
- 



INTENSITIES:  
CELL A 98425.  
CELL B 97465.

**Figura 8.** Intensidades leídas en la pantalla de Thermo Environmental Instruments modelo 49C.

- Regresar a la pantalla principal presionando el botón ►
- Nota: Agregue los comentarios que pueden surgir al momento del chequeos, por ejemplo "Mantenimiento", "Corte de suministro eléctrico", etc.)

**Checkeo del rendimiento y verificación de los principales parámetros del instrumento**

Date ....., Time (UTC) ....., Operator .....

Ambient pressure ..... hPa = ..... mm Hg (1 mbar := 0.75006 mm Hg)

Instrument runs fine (or alarm ..... ) Y / N

Temperatures: Bench: 15 - 45°C (approx. 5°C above lab temperature) ( ..... °C) Y / N

Bench Lamp: 50 - 60°C ( ..... °C) Y / N

Pressure: a few mm Hg below ambient pressure ( ..... mm Hg) Y / N

Flows: each 0.4 - 1.2 l/Min (Cell A: ..... l/Min. / Cell B: ..... l/Min.) Y / N

Intensities: 65 000 - 150 000 Hz (Cell A: ..... kHz / Cell B: ..... kHz) Y / N

Notes:

.....

.....

**Tabla 1**

2. Chequeo de cero y span (realizarlo sólo si es técnicamente posible).

- Para realizarlos se debe conectar la bomba de aire cero al instrumento, verificando que la presión sea de 15 psi, y ajustar si es necesario.
- Presione el botón ► en el frente del instrumento y en la pantalla (abajo a la izquierda) cambiará de "Muestra" a "Zero"; espere aproximadamente 20 minutos hasta que las señales se estabilicen, anote el valor de O3 medido en ZERO en la Tabla 2.
- Presione de nuevo el botón ►, hasta que aparezca "Level1"; espere 20 minutos, anote el valor medido en SPAN en la Tabla 2.
- Presione nuevamente el botón ►, hasta que se muestre nuevamente "Muestra", desconecte la bomba de la unidad de aire cero.

Zero and Span Check			
Date .....	Time (UTC) .....	Operator .....	
Zero .....	ppb (from .....	to .....	Time (UTC))
Span (Level1) .....	ppb (from .....	to .....	Time (UTC))

**Tabla 2**

### 3.2.2.2 Mantenimiento mensual:

Reemplace el filtro de teflón, para el aire de “Muestra” en la entrada al instrumento.

Cada operador, dependiendo las condiciones ambientales de la zona donde funciona el analizador, decidirá cuando es necesario el cambio de filtro.

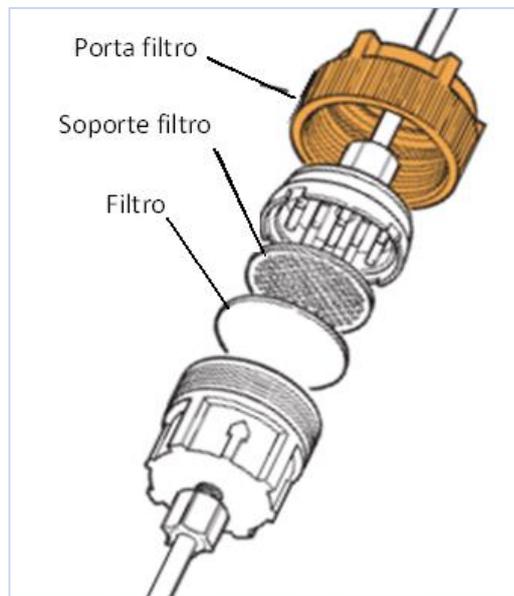
Para realizarlo:

1. Aflojar con las pinzas de ajuste la rosca del porta filtro.



**Figura 9.** Porta filtro Teflón PFA.

2. Abrir el porta filtro y retirar el filtro sucio.



**Figura 10.** Partes del porta filtro Teflón PFA.

3. Retirar un filtro limpio de la caja usando una pinza de punta fina. Evitar manipularlo con las manos.



**Figura 11.** Membrana filtrante de 5  $\mu\text{m}$ .

4. Colocar el filtro limpio sobre el soporte del filtro, usando la pinza de punta fina y teniendo en cuenta la dirección del flujo de aire.
5. Enroscar el porta filtro y ajustar con las pinzas de ajuste, sin forzar la rosca.



**Figura 12.** Pinzas de ajuste del porta filtro.

**Importante:**

- Al momento de colocar el filtro sobre el soporte del porta filtro, es importante verificar el sentido de flujo de aire y la posición del soporte del porta filtro.
- Cuando se retira el filtro de la caja, no confundir el filtro con el papel separador de los filtros.
- Una vez realizado el cambio de filtro verificar que los parámetros: concentración de ozono, flujo y presión del equipo se encuentren en los valores similares a los leídos antes del cambio de filtro.

### 3.2.2.3 Mantenimiento trimestral:

#### - Test A/ B.

Consiste en chequear en el display del equipo, las concentraciones correspondientes a cada una de las dos celdas separadamente, para conocer el estado de las mismas.

Se registran 10 medidas consecutivas de los valores de concentración de cada celda, se calcula el promedio de ellas. Esos valores medios obtenidos de cada celda no deben diferenciarse más de un 3%.

Para realizar el Test A/B se deben realizar los siguientes pasos:

- Enchufe la bomba de la unidad cero de aire O3.
- Presione el botón ► en la parte frontal del instrumento, hasta que la lectura en la pantalla (abajo a la izquierda) muestre "Nivel 5"; espere aproximadamente 10 minutos hasta que las señales se estabilicen.
- Presione DIAGS -> seleccione "Celda A / B O3".
- Anote los números de 10 mediciones consecutivas de cada celda en la Tabla 3.
- Calcule los dos valores promedios y calcule la diferencia. Si es mayor al 3%, informar !





**Figura 12.** Exposición del sensor de presión a la atmósfera.

- Obtenga la presión ambiental de un sensor confiable en el sitio.
- Lea la presión del sensor TEI 49C en el menú de diagnóstico. (Ver 3.2.2.1)
- Compare las presiones.
- Si se desvían, active el menú de servicio, vaya a servicio -> Calibración de presión -> Span e ingrese la presión correcta (para TEI 49C, gire el tornillo Span en el sensor de presión para ajustar la lectura).
- Desactivar el modo de servicio.

### 3.2.2.4 Mantenimiento semestral:

Cada seis meses (realizado por técnicos del RCC-Bs As III)

- Limpieza de celdas.
- Control de fugas.
- Verifique el filtro grueso en el techo (si está disponible).

### 3.2.2.5 Mantenimiento anual:

El analizador sea comparado por los técnicos del RCC-Bs As III con el TEI 49 PS, para realizar los controles de calidad de la medición del instrumento.

**IMPORTANTE:** “No cambiar los parámetros de operación del equipo “

Por cualquier consulta dirigirse al departamento Vigilancia de la Atmósfera y Geofísica a [barlasina@smn.gov.ar](mailto:barlasina@smn.gov.ar), [rsanchez@smn.gov.ar](mailto:rsanchez@smn.gov.ar), [gfogwill@smn.gov.ar](mailto:gfogwill@smn.gov.ar), [gcopes@smn.gov.ar](mailto:gcopes@smn.gov.ar)

## 4. Referencias

- Instruction Manual UV Photometric O3 Analyzer Model 49C Thermo Electron Corporation Environmental Instruments. April 2004.
- Carbajal Benítez G., Copes G., Cupeiro M., Barlasina M. E., Sánchez R., Asmi E., Laurila, T, Rafanelli, C., Ochoa H. Red de medición de gases de efecto invernadero (GEI's) en la Argentina. CONGREGMET XII, Mar del Plata.2015.
- D.D. Parrish, I.E. Galbally, J.- F. Lamarque, V. Naik, L. Horowitz, D.T. Shindell, S.J. Oltmans, R. Derwent, H. Tanimoto, E Brunke, M. Cupeiro. J. "Seasonal cycles of O3 in the marine boundary layer: Observation and model simulation comparisons" Geophys. Res. Atmos., 121, doi: 10.1002/2015JD024101.
- Summaru for Decisión Makers "Integrated Assessment of Short-Lived Climate Pollutants for Latin America and the Caribbean: Improving air quality while mitigating climate change. Summary for decision makers" Environment Programme (UNEP), Climate, and Clean Air Coalition (CCAC). Abril 2016.
- Martin G. Schultz et. all. Tropospheric Ozone Assessment Report: Database and metrics data of global surface ozone observations. Elem Sci Anth,5: 58, <https://doi.org/10.1525/elementa.244>.
- Jose Adame, Manuel Cupeiro, Margarita Yela, Emilio Cuevas, and Gerardo Carbajal Ozone and carbon monoxide at the Ushuaia GAW-WMO global station. Geophysical Research, EGU General Assembly, Vol. 18, EGU2016-8474 © Author(s) 2016. CC Attribution 3.0 License.
- Adame, J.A., Cupeiro, M., Yela, M., Cuevas, E., and Carbajal, G. Variabilidad del ozono y el monóxido de carbono en el observatorio de Ushuaia Ozone and carbon monoxide variability at the remote global observatory of Ushuaia. 9ª Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica, Madrid Junio 2016.
- Results and Recommendations of the 5th Comparison of Surface Ozone Analysers RCC III – WMO BUENOS AIRES – ARGENTINA. WCC-Empa Report 17/3. Octubre 2017.
- Adame J.A., Cupeiro M., Yela M., Cuevas E., Carbajal G."Ozone and carbon monoxide at the Ushuaia GAW-WMO global station" ELSEVIER - Journal of Atmospheric Research (2019) 1-9. Doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.10.015.

## 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](mailto:rdelia@smn.gov.ar)), Luciano Vidal ([lvidal@smn.gov.ar](mailto:lvidal@smn.gov.ar)) o Martín Rugna ([mrugna@smn.gov.ar](mailto:mrugna@smn.gov.ar)) de la Gerencia de Investigación, Desarrollo y Capacitación, 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](mailto:macevedo@smn.gov.ar)).