



Servicio  
Meteorológico  
Nacional

# Red SAVERNET. Descripción general, instrumental involucrado y productos generados.

Nota Técnica SMN 2020-70

**Sebastián Papandrea<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Dirección de productos de modelación ambiental y de sensores remotos, Dirección nacional de ciencia e innovación de productos y servicios.*

Julio 2020



Ministerio de Defensa  
Presidencia de la Nación

### *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 red de observación SAVERNET tiene por objetivo monitorear diversos parámetros atmosféricos relacionados con la radiación solar, los aerosoles atmosféricos y la medición de gases traza. Para esto cuenta con varios nodos de medición, diversidad en instrumental asociado y el empleo de diferentes técnicas de medición.

El presente documento, entre sus diferentes apartados, brinda: una breve reseña sobre el inicio de la red, describe cada uno de los sitios de medición junto a sus características principales, detalla el instrumental involucrado en cada sitio de observación y los datos colectados por cada uno de ellos. En lo que refiere a los productos generados, enumera cada uno de ellos según el instrumental o técnica utilizada y ofrece una visualización de cada uno de los productos. Para finalizar se detallan las redes de observación internacional que se encuentran vinculadas a la red SAVERNET.

## Abstract

The SAVERNET observation network aims to keep track of several atmospheric parameters related to solar radiation, aerosols, and trace gases. In several locations, different instruments and techniques are in use to reach this goal.

Different aspects of the network are discussed here, in particular a brief history of the project, a description of each observation site, and the data collected. Products generated and their techniques are also mentioned and discussed with some detail. To put it into an international context, similar networks around the world to which SAVERNET is related are presented.

**Palabras clave:** red de observación, red savernet, red lidar smn

## Citar como:

Papandrea S., 2020: Red SAVERNET. Descripción general, instrumental involucrado y productos generados. Nota Técnica SMN 2020-70.

## 1. INTRODUCCION

La red de observación de variables convencionales y no convencionales denominada SAVERNET surge de la fusión de dos proyectos de investigación: “Implementación de cinco estaciones instrumentales para el monitoreo de cenizas volcánicas en el territorio argentino” y “Desarrollo del sistema de gestión de riesgos medioambientales atmosféricos en Sudamérica”, proyectos que se establecieron en los periodos 2011-2015 y 2013-2018 respectivamente. El primero de ellos fue financiado como proyecto especial del Ministerio de Defensa, siendo el restante, bajo la modalidad SATRES (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development), financiado conjuntamente por JICA (Japan International Cooperation Agency) y JST (Japan Science and Technology Agency).

Los nodos de observación generados por ambos proyectos tiene la misión de monitorear diversos parámetros atmosféricos entre los que se destacan: la concentración de material particulado en superficie, radiación solar, índice UV, telemetría de capa limite, base y tope de nube, propiedades de los aerosoles, espesor óptico atmosférico, columna total de Ozono, cobertura nubosa y concentración de gases traza. Todos estos parámetros no convencionales son acompañados de variables convencionales como ser: temperatura, humedad, presión, viento y precipitación.

Originalmente la red fue constituida por diez nodos de observaciones, uno de ellos en Punta Arenas (Chile) y los nueve restantes en distintos puntos de la Argentina, ubicados en las localidades de: Río Gallegos (Aeropuerto), Comodoro Rivadavia (Aeropuerto), San Carlos de Bariloche (Aeropuerto), Neuquén (Aeropuerto), Buenos Aires (SMN cede Dorrego), Villa Martelli, Prov. de Buenos Aires (Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa, CITEDEF), Pilar, Prov. de Córdoba (Observatorio Geofísico y Meteorológico de Pilar) y Tucumán (Observatorio Meteorológico de Tucumán). En la actualidad la red de observación ha crecido notoriamente con la incorporación de varias estaciones en el territorio Chileno y una estación en suelo Argentino. Estas últimas incorporaciones están relacionadas con mediciones de radiación solar, más precisamente con el IUV (Índice Ultra Violeta). <http://www.savernet-satreps.org/es/>.

Mediante el convenio específico entre el SMN (Servicio Meteorológico Nacional) y el CITEDEF siete sitios pertenecientes a la red SAVERNET fueron transferidos al SMN. En adelante denominaremos a estas estaciones como SAVERNET/SMN. El mencionado convenio contempla la transferencia patrimonial de los instrumentos y elementos de soporte junto a la responsabilidad del mantenimiento, operación y el envío de datos entre los aspectos más destacados.

El presente informe pretende ofrecer una visión general sobre la Red SAVERNET, describiendo en sus diferentes apartados: la ubicación y descripción general de las estaciones bajo la órbita del SMN, el instrumental involucrado en las estaciones SAVERNET/SMN e instrumental transferido que se encuentra fuera de las dependencias del SMN, parámetros atmosféricos relevados y productos generados por la red SAVERNET.

Modificaciones relevantes en lo que refiera a: nuevos productos, hardware, acceso a datos y divulgación de la información será incorporadas en las posteriores actualizaciones de este documento.

## 2. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES SAVERNET/SMN

Como se ha mencionado oportunamente, el presente informe se enmarcará en los sitios de observación e instrumental pertenecientes al SMN, denominando a estos sitios “SAVERNET/SMN”. Cabe destacar que hay instrumental transferido al SMN que se encuentran fuera de sus dependencias estableciéndose físicamente en otra institución.



**Figura 1:** Ubicación de las estaciones SAVERNET en Argentina

### 2.1 Descripción general de las estaciones SAVERNET/SMN

El instrumental y equipamiento que conforman una estación SAVERNET/SMN se encuentran contenidos en contenedores marítimos de 6 metros de largo acondicionados para tal fin. En su interior se instala un sistema LIDAR, sistemas informáticos, climatizadores, UPSs, y comodidades para el operador. Instalándose en el exterior diversos instrumentos de medición, pudiendo variar ligeramente de un sitio a otro.

Un caso particular, es el sitio de observación ubicado en el Observatorio Meteorológico y Geofísico de Pilar, Córdoba. Siendo que en el observatorio se realizan mediciones de geomagnetismo y la estructura metálica que conforma al contenedor podría perturbar seriamente las mediciones, se optó por alojar el instrumental y equipos complementarios en una casilla acondicionada para tal fin.

El interior de una estación SAVERNET/SMN se alojan los siguientes equipos y elementos complementarios:

- Instrumental:
  - Sistema LIDAR multilongitud de onda.
- Elementos complementarios:
  - 2 Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS)
  - 2 Sistemas de refrigeración.
  - 3 Computadoras vinculadas a los instrumentos de medición.
  - 2 Calefactores.
  - 1 Rack para UPS, PCs y otros elementos.
  - Escritorio, sillas y armario para el operador.
  - Kit de herramientas básico.
  - Switch/ Router de internet.

Las siguientes imágenes ilustran el exterior de cada sitio de medición junto al instrumental involucrado en las estaciones.



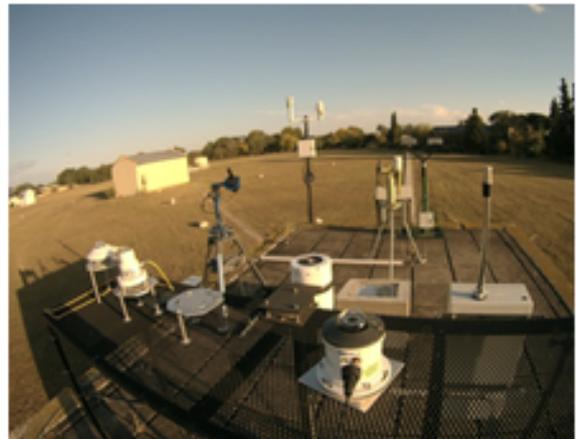
**Figura 2:** De izquierda a derecha. Sitio SAVERNET/SMN en el Observatorio Tucumán y SMN sede central.



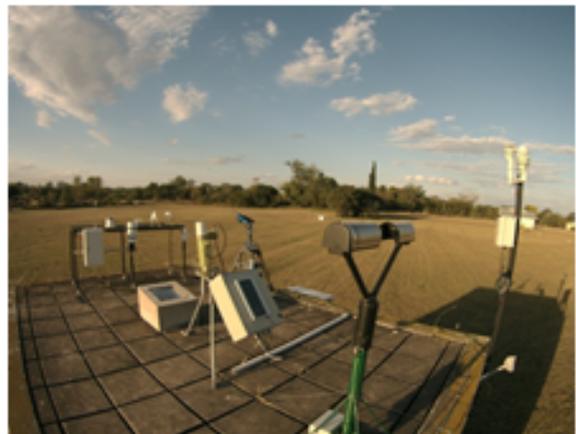
**Figura 3:** De izquierda a derecha. Sitio SAVERNET/SMN en el Observatorio Pilar y Neuquén Aeropuerto.



**Figura 4:** De izquierda a derecha. Sitio SAVERNET/SMN en aeropuerto de San C. de Bariloche y C. Rivadavia.



**Figura 5:** De izquierda a derecha. Sitio SAVERNET/SMN en Rio Gallegos aeropuerto y exterior del sitio Pilar Observatorio.



**Figura 6:** De izquierda a derecha. Exterior de los sitios Neuquén Aero y Pilar Observatorio.

### 3. INSTRUMENTAL INVOLUCRADO EN LAS ESTACIONES SAVERNET/SMN

Con el objetivo de monitorear parámetros atmosféricos no convencionales, tales como: la concentración de material particulado en superficie, radiación solar, telemetría de capa límite, base y tope de nube, propiedades de los aerosoles, espesor óptico atmosférico, cobertura nubosa y concentración de gases traza, junto a parámetros convencionales como ser: temperatura, humedad, viento, punto de rocío, presión y precipitación. Las estaciones SAVERNET/SMN están dotadas de diversos instrumentos de medición entre los que se encuentran:

- LIDAR – Multilongitud de onda
- Fotómetro Solar – CE318 – CIMEL
- Fotómetro Solar – PANDORA – SciGlobe
- Medidor de partículas en superficie – TOPAS – TurnkeyInstruments
- Sensor de radiación multifiltro - GUV 2511 - Biospherical
- Sensor de radiación – UVA-1 – YES/ Kipp&Zonen
- Sensor de radiación – UVB-1 – YES/ Kipp&Zonen
- Sensor de radiación – PIRANOMETRO CM 21 – Kipp&Zonen
- Cámara de cielo - SONA 201D
- Estación automática – WS400-UMB y WS200UMB – LUFFT

#### 3.1 Instrumental por sitio de observación

La Tabla I muestra las capacidades de medición en cada sitio de observación.

**Tabla I:** Capacidades de medición por cada sitio de observación. \* Instrumental transferido al SMN en dependencias del CITEDEF-Villa Martelli. \*\* Instrumental transferido al SMN en dependencias del CITEDEF-OAPA. – El sitio no posee este instrumento.

	SMN Central	Río Gallegos	Neuquén	Tucumán Obs.	Bariloche	Comodoro Rivadavia	Pilar Obs.
Lidar	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
Medidor de partículas	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
Fotómetro Solar	*	**	ok	ok	ok	ok	ok
Radiación – UVA	*	**	ok	ok	ok	ok	ok
Radiación – UVB	*	**	ok	ok	ok	ok	ok
Radiación - Piranometro	*	**	ok	ok	ok	ok	ok
Radiación – GUV	*	**	*	ok	ok	ok	ok
Cámara de cielo	*	**	-	-	-	-	ok
Medidor de gases traza	*	-	-	-	ok	ok	ok
Estación Meteorológica	*	**	ok	ok	ok	ok	ok

### 3.2 Detalle de instrumental por sitio de observación

La Tabla II detalla el instrumental, según marca y modelo empleado en cada sitio de observación.

**Tabla II:** Detalla del instrumental involucrado en cada sitio de observación según su marca y modelo. \* Lidar multilungitud de onda de 5 canales (3 canales elásticos y 2 canales de depolarización). \*\* Lidar multilungitud de onda de 6 canales (3 canales elásticos y 3 canales Raman). \*\*\* Lidar multilungitud de onda de 8 canales (3 canales elásticos, 2 canales de depolarización, 2 canales Raman y 1 canal elástico de alta resolución espectral).

Sitio	Instrumento	Modelo	Marca
<b>Tucumán Observatorio</b>	Lidar	*	CITEDEF
	Radiómetro	UV-SET	Kipp & Zonen
	Radiómetro	UV-SAT	Kipp & Zonen
	Radiómetro Piranometro	CMP-21	Kipp & Zonen
	Radiómetro	GUV-2511	Biospherical
	Fotómetro solar	CE318	CIMEL
	Estación meteorológica	WS-200 y WS-400	LUFFT
	Medidor de partículas	TOPAS	Turnkey
<b>Pilar Observatorio</b>	Lidar	***	CITEDEF
	Radiómetro	UV-SET	Kipp & Zonen
	Radiómetro	UV-SAT	Kipp & Zonen
	Radiómetro Piranometro	CMP-21	Kipp & Zonen
	Radiómetro	GUV-2511	Biospherical
	Fotómetro solar	CE318	CIMEL
	Estación meteorológica.	WS-200 y WS-400	LUFFT
	Medidor de partículas	TOPAS	Turnkey
	Medidor de gases traza	PANDORA	Sci Glob
	Cámara de cielo	SONA 201D	Sieltec Canarias
<b>SMN Dorrego</b>	Lidar	*	CITEDEF
	Medidor de partículas	TOPAS	Turnkey
<b>CITEDEF Villa Martelli</b>	Radiómetro	UVA-1	YES
	Radiómetro	UVB-1	YES
	Radiómetro Piranometro	CMP-21	Kipp & Zonen
	Radiómetro	GUV-2511	Biospherical
	Fotómetro solar	CE318	CIMEL
	Estación meteorológica	WS-200 y WS-400	LUFFT
	Medidor de gases traza	PANDORA	Sci Glob
	Cámara de cielo	SONA 201D	Sieltec Canarias
<b>Neuquén Aeropuerto</b>	Lidar	*	CITEDEF
	Radiómetro	UVA-1	YES
	Radiómetro	UVB-1	YES

	Radiómetro Piranometro	CMP-21	Kipp & Zonen
	Radiómetro	GUV-2511	Biospherical
	Fotómetro solar	CE318	CIMEL
	Estación meteorológica.	WS-200 y WS-400	LUFFT
	Medidor de partículas	TOPAS	Turnkey
<b>San C. de Bariloche Aeropuerto</b>	Lidar	**	CITEDEF
	Radiómetro	UVA-1	YES
	Radiómetro	UVB-1	YES
	Radiómetro Piranometro	CMP-21	Kipp & Zonen
	Radiómetro	GUV-2511	Biospherical
	Fotómetro solar	CE318	CIMEL
	Estación meteorológica	WS-200 y WS-400	LUFFT
	Medidor de partículas	TOPAS	Turnkey
	Medidor de gases traza	PANDORA	Sci Glob
<b>Comodoro Rivadavia Aeropuerto</b>	Lidar	*	CITEDEF
	Radiómetro	UVA-1	YES
	Radiómetro	UVB-1	YES
	Radiómetro Piranometro	CMP-21	Kipp & Zonen
	Radiómetro	GUV-2511	Biospherical
	Fotómetro solar	CE318	CIMEL
	Estación meteorológica.	WS-200 y WS-400	LUFFT
	Medidor de partículas	TOPAS	Turnkey
	Medidor de gases traza	PANDORA	Sci Glob
<b>Río Gallegos Aeropuerto</b>	Lidar	*	CITEDEF
	Medidor de partículas	TOPAS	Turnkey
<b>Río Gallegos OAPA</b>	Radiómetro	UVA-1	YES
	Radiómetro	UVB-1	YES
	Radiómetro Piranometro	CMP-21	Kipp & Zonen
	Radiómetro	GUV-2511	Biospherical
	Fotómetro solar	CE318	CIMEL
	Estación meteorológica	WS-200 y WS-400	LUFFT
	Cámara de cielo	SONA 201D	Sieltec Canarias

### 3.3 Imágenes del instrumental e instalación en el sitio.

En las siguientes imágenes se ilustra el instrumental involucrado en los sitios de observación y la instalación de los mismos.



**Figura 7:** De izquierda a derecha. Lidar multilongitud de onda (Neuquén) y fotómetro solar CIMEL CE318 (Neuquén).



**Figura 8:** De izquierda a derecha. Fotómetro solar PANDORA (Neuquén) y Medidor de partículas TOPAS (Pilar).



**Figura 9:** De izquierda a derecha. Sensores de radiación solar UVA, UVB y Piranómetro (Pilar) y Radiómetro multifiltro GUV 2511 (Comodoro Rivadavia)



**Figura 10:** De izquierda a derecha. Cámara de cielo SONA 201D (Pilar) y Sensores WS200 y WS 400 (Neuquén)

#### 4. INICIO DE LAS MEDICIONES

En relación al inicio de la medición por cada instrumento, es de destacar que hubo instrumentos que han comenzado sus mediciones antes de la conformación de la red. Estos instrumentos, una vez conformada la red de observación SAVERNET, han sido incorporados a la misma en el marco de los diferentes proyectos de investigación. La tabla III ofrece un detalle del inicio de las mediciones de cada instrumento. Cabe mencionar que, por distintos motivos, las mediciones no han sido ininterrumpidas en todos los instrumentos.

**Tabla III:** Inicio de las mediciones por cada instrumento y sitio de observación. \* No poseemos una fecha cierta de inicio de las mediciones. El LIDAR ubicado en el CITEDEF opera con fines de investigación por lo que las mediciones no son continuas. \*\* El instrumento fue instalado en 2012 y las mediciones se registraban manualmente mediante la lectura del instrumento. En 2017 se generó un registro semiautomático de las mediciones

Inicio de las observaciones		
Tucumán Obs.	LIDAR	Marzo 2017
	Topas	Marzo 2017
	UVA	Noviembre 2017
	UVB	Noviembre 2017
	Piranometro	Marzo 2017
	GUV	Marzo 2017
	Fotómetro - AERONET	Noviembre 2017
	Estación Automática	Noviembre 2017
Pilar Obs.	LIDAR	Abril 2017
	Topas	Abril 2017
	UVA	Noviembre 2017
	UVB	Noviembre 2017
	Piranometro	Abril 2017
	GUV	Abril 2017

	Fotómetro - AERONET	Abril 2017
	Estación Automática	Abril 2017
	DOAS - Pandonia	Abril 2017
	Cámara de cielo	Abril 2017
<b>SMN Dorrego</b>	LIDAR	Noviembre 2016
	Topas	Julio 2017
<b>CITEDEF - SMN</b>	LIDAR	Sin fecha *
	UVA	Septiembre 2014
	UVB	Septiembre 2014
	Piranometro	Septiembre 2014
	GUV	Septiembre 2014
	Fotómetro - AERONET	Octubre 1999
	Estación Automática	Junio 2015
	DOAS - Pandonia	Diciembre 2016
	Cámara de cielo	Octubre 2016
<b>Neuquén Aero</b>	LIDAR	Diciembre 2013
	Topas	Noviembre 2017
	UVA	Diciembre 2016
	UVB	Diciembre 2016
	Piranometro	Septiembre 2014
	GUV	Aun no fue instalado
	Fotómetro - AERONET	Diciembre 2013
	Estación Automática	Noviembre 2017
<b>Bariloche Aero</b>	LIDAR	Febrero 2012
	Topas	2012 / 2017**
	UVA	Marzo 2016
	UVB	Marzo 2016
	Piranometro	Agosto 2013
	GUV	Marzo 2016
	Fotómetro - AERONET	Febrero 2012
	Estación Automática	Noviembre 2017
	DOAS - Pandonia	Aún no está en funcionamiento
<b>Comodoro Rivadavia Aero</b>	LIDAR	Septiembre 2013
	Topas	Noviembre 2017
	UVA	Enero 2016
	UVB	Enero 2016
	Piranometro	Septiembre 2014
	GUV	Diciembre 2016
	Fotómetro - AERONET	Septiembre 2013
	Estación Automática	Aún no está en funcionamiento
	DOAS - Pandonia	Julio 2017
<b>Río Gallegos Aero</b>	LIDAR	Enero 2015
	Topas	Diciembre 2017
<b>Río Gallegos OAPA</b>	UVA	Septiembre 2014
	UVB	Septiembre 2014
	Piranometro	Septiembre 2014
	GUV	Diciembre 2016
	Fotómetro - AERONET	Noviembre 2005
	Estación Automática	Septiembre 2014
	Cámara de cielo	Agosto 2016

## 5. PRODUCTOS GENERADOS POR LA RED SAVERNET/SMN

Se enumeran los productos más destacados que se generan y pueden ser generados con la utilización de los datos colectados por cada instrumento o combinación de ellos.

- **LIDAR multilungitud de onda.**
  - \* Aerosoles (telemetría)
  - \* Evolución de la capa límite (telemetría)
  - \* Telemetría de base y tope de nube.
  - \* Attenuated backscatter coefficient
  - \* Volume depolarization ratio
  - \* Backscatter coefficient
  - \* Particle depolarization ratio
  - \* Lidar ratio
  - \* Vertical mask
  - \* Aerosoles (tipificación)
  - \* Sphere extinction coefficient
  - \* Dust extinction coefficient
- **Fotómetro Solar**
  - \* Espesor óptico de aerosoles con agua precipitable
  - \* Coeficiente de Angstrom
  - \* Espesor óptico total basado en el nivel de AOD.
  - \* SDA en diferentes modos.
  - \* Distribución en tamaño
  - \* Índice de Refracción (real e imaginario)
  - \* Absorption Optical Depth.
  - \* Extinction Optical Depth
  - \* Fusión de fase en 440, 670, 870, 1020 nm.
- **Medidor de partículas en superficie**
  - \* Concentración de material particulado en superficie determinada en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
  - \* Discriminación en tamaño del material particulado en superficie por PM1, PM 2,5 y PM10
- **Sensor de radiación UVA**
  - \* Radiación global UVA
- **Sensor de radiación UVB**
  - \* Radiación global UVB
  - \* Índice de radiación UV
- **Sensor de radiación Visible (Piranómetro)**
  - \* Radiación global visible

- **Sensor de radiación GUV**
  - \* Radiación UV en (305, 313, 320, 340, 380 y 395 nm)
  - \* Índice de Radiación
  - \* Photosynthetically Available Radiation (PAR)
  - \* Espesor óptico de nubes
  - \* Columna total de ozono
- **Cámara de cielo - SONA 201D**
  - \* Imágenes de cielo.
  - \* Porcentaje de cobertura nubosa.
- **Medidor de gases traza**
  - \* Columna total de: Dióxido de Nitrógeno, Ozono y Dióxido de Azufre en UD.
  - \* Columna troposférica de: Vapor de agua [cm], Dióxido de Nitrógeno en UD.
  - \* Concentración en superficie de: Vapor de agua en [ppb] y Dióxido de Nitrógeno en [UD].
- **Estación automática**
  - \* Temperatura, humedad, presión, intensidad de precipitación, precipitación acumulada, punto de rocío y velocidad y dirección de Viento.

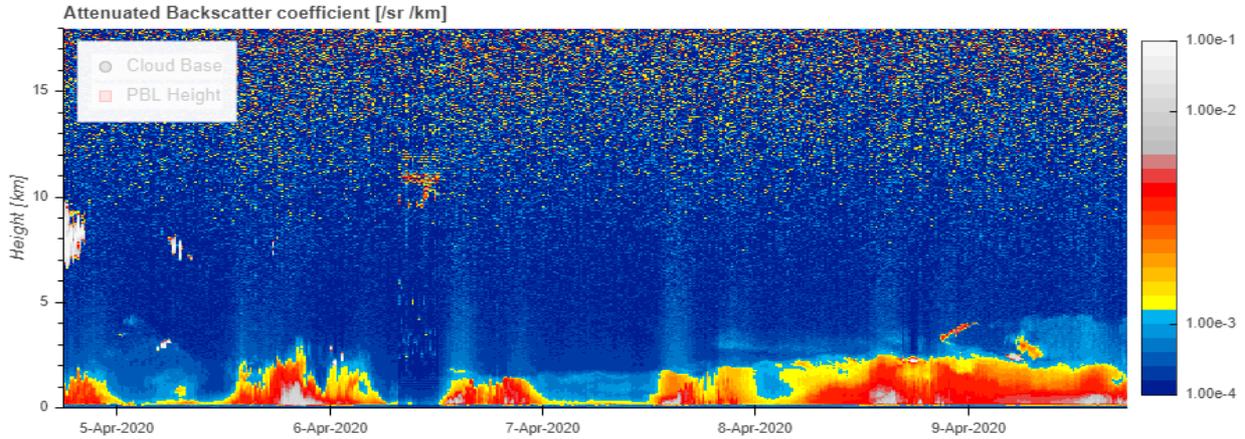
## 6. VISUALIZACIÓN DE LOS PRODUCTOS GENERADOS POR LA RED SAVERNER/SMN

En los siguientes apartados se describirán brevemente los productos generados y se ilustrarán ejemplos de medición de cada uno de ellos.

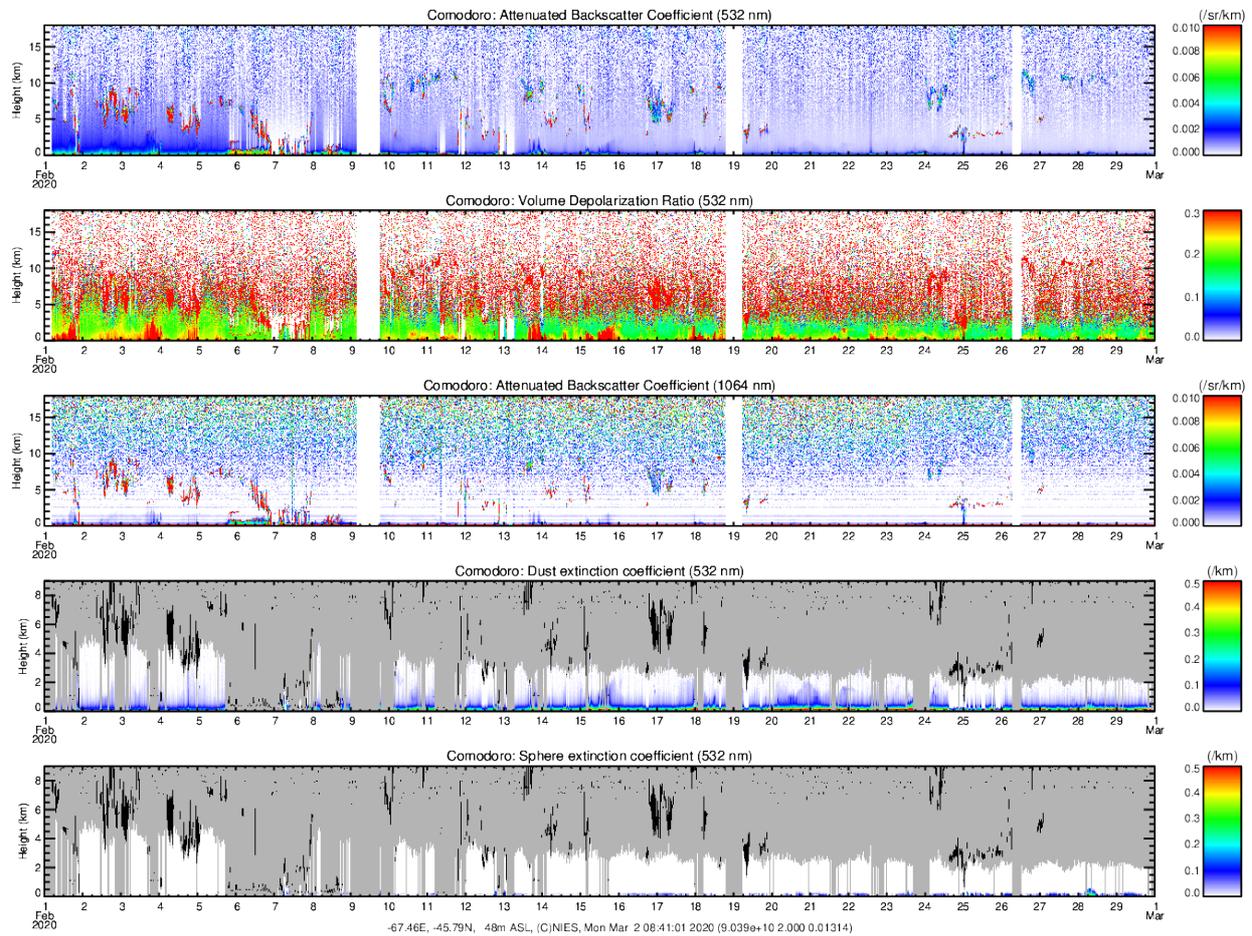
### 6.1 Visualización de Productos - Lidar multilongitud de onda

Los productos obtenidos mediante el empleo del algoritmo generado en el National Institute for Environmental Studies (NIES) adaptado e implementado en el SMN por Leonardo Mingari se puede encontrar en Mingari (2017) y Shimizu y otros (2017). El algoritmo corre en el servidor <http://saver.smn.gov.ar>. El proceso se ejecuta cada 60 minutos y genera los siguientes productos:

- Attenuated backscatter coefficient y telemetría de aerosoles, capa límite y nubes. (<http://www3.smn.gov.ar/intra/index.php?mod=vaac&id=9>). Fig. 11.
- Volume depolarization Ratio (no operativo). Fig. 12.
- Attenuated Backscatter coefficient (no operativo). Fig. 12.
- Dust extinction coefficient (no operativo). Fig. 12.
- Sphere extinction coefficient (no operativo). Fig. 12.



**Figura 11:** Attenuated backscatter coefficient y telemetría de aerosoles, capa limite y nubes para 1064nm.



**Figura 12:** De arriba hacia abajo. Attenuated Backscatter Coefficient, Volume depolarization Ratio, Attenuated Backscatter coefficient, Dust extinction coefficient, Sphere extinction coefficient. Productos obtenidos del procesamiento que se genera en el servidor del NIES (<http://www-lidar.nies.go.jp/Argentina>). Los productos son ilustrativos dado que aún no se encuentran operativos.

A continuación se ilustran los resultados preliminares de otro de los algoritmos desarrollado en el NIES y adaptado e implementado en el SMN.

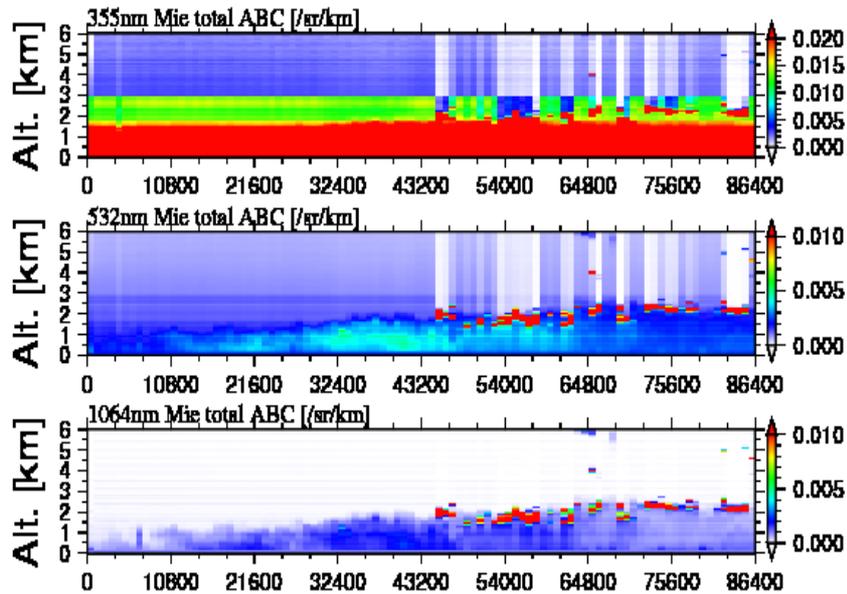


Figura 13: Nivel de retrodispersión elástica para 355, 532 y 1064 nm en función del tiempo y la altura.

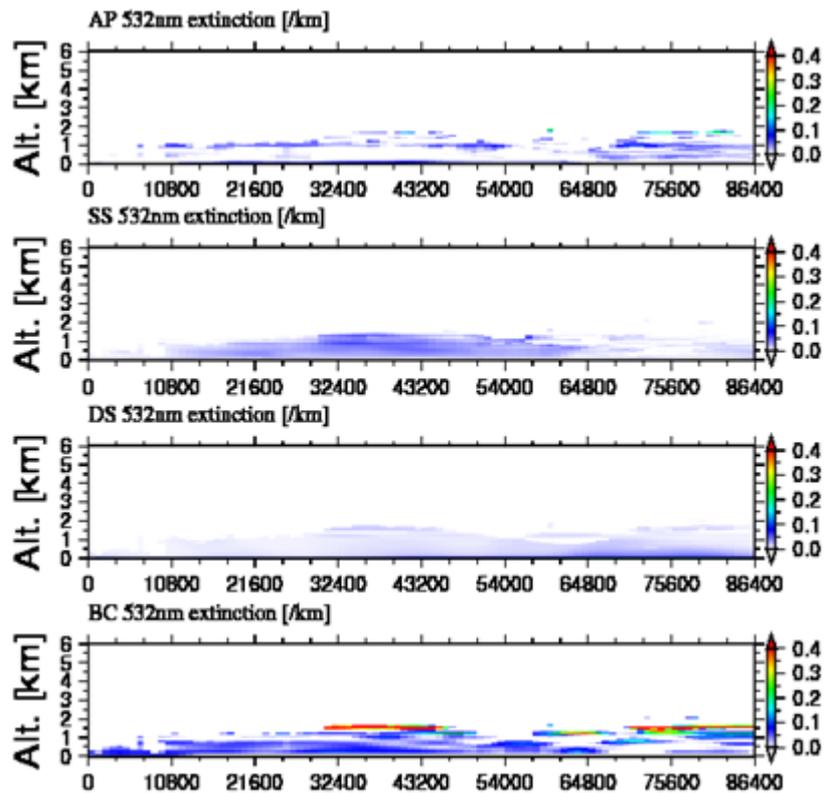
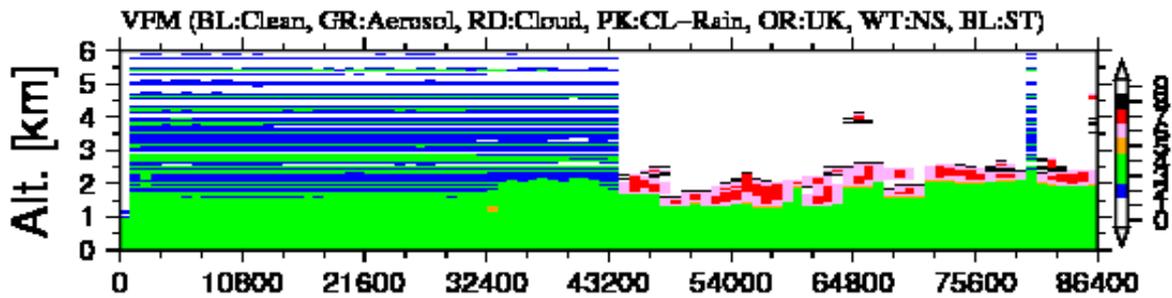


Figura 14: Nivel de extinción en función del tiempo y altura para: Aerosoles (AP), Sal marina (SS), Polvo (DS), Carbón Negro (BC) en función del tiempo y la altura.

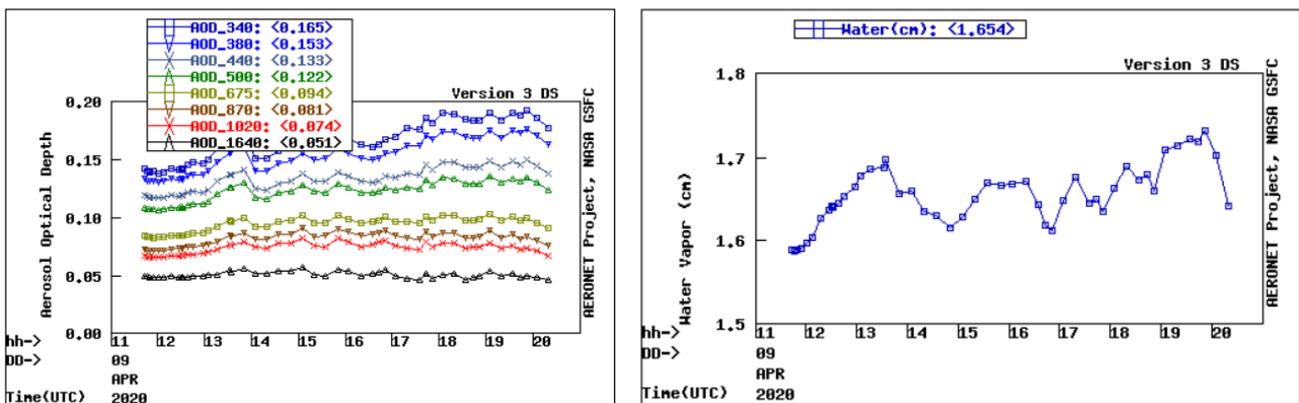


**Figura 15:** Vertical Feature Mask en función del tiempo y altura. BL-Blue-Limpio. GR-Green-Aerosol. RD-Red- Nubes. PK-Pink-Nubes o lluvia. OR-Orange- . WT-White-Ruido. BL-Black-Saturado.

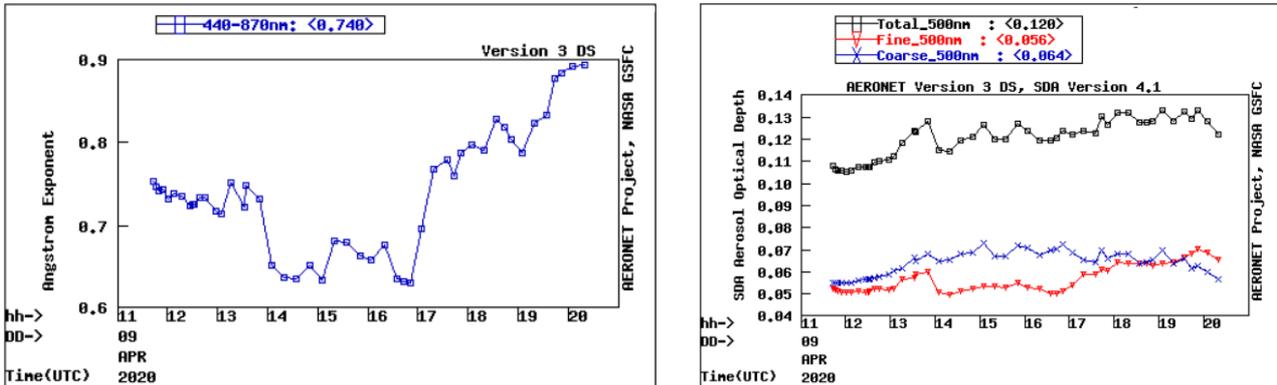
Los productos ilustrados en las imágenes de las Fig. 13, 14 y 15 se obtuvieron del algoritmo desarrollado por Nishizawa en el NIES y adaptado por A. Salles en el SMN (ver Salles y otros 2018). Este algoritmo aún no se encuentra operativo. El mismo tiene la potencialidad de discriminar entre diferentes tipos de aerosoles y proporciona la máscara en función de la altura (VFM) ilustrando los distintos tipos de aerosoles y fenómenos atmosféricos. Los tipos de los aerosoles detectados son: sal marina (SS), polvo (DS), carbono negro (BC) y aerosoles (AP). Para más información de este algoritmo ver Nishizawa y otros (2017).

## 6.2 Visualización de Productos - Fotómetro solar/Red AERONET

Los instrumentos CE-318 (fotómetro solar) se encuentran vinculados a la red AERONET, por lo que los productos generados a partir de los datos relevados por estos instrumentos son generados por la misma red. Estos productos son accesibles en tres niveles de procesamiento y se encuentran disponibles en <https://aeronet.gsfc.nasa.gov/> junto a toda la documentación para su interpretación. A continuación se ilustran algunos de estos productos para la estación ubicada en el aeropuerto de Neuquén.



**Figura 16:** De izquierda a derecha. Espesor óptico de aerosoles (AOD) en función del tiempo. Vapor de agua en función del tiempo. Ambos en nivel 1.5 para la día 09/04/20 en estación de Neuquén Aero.

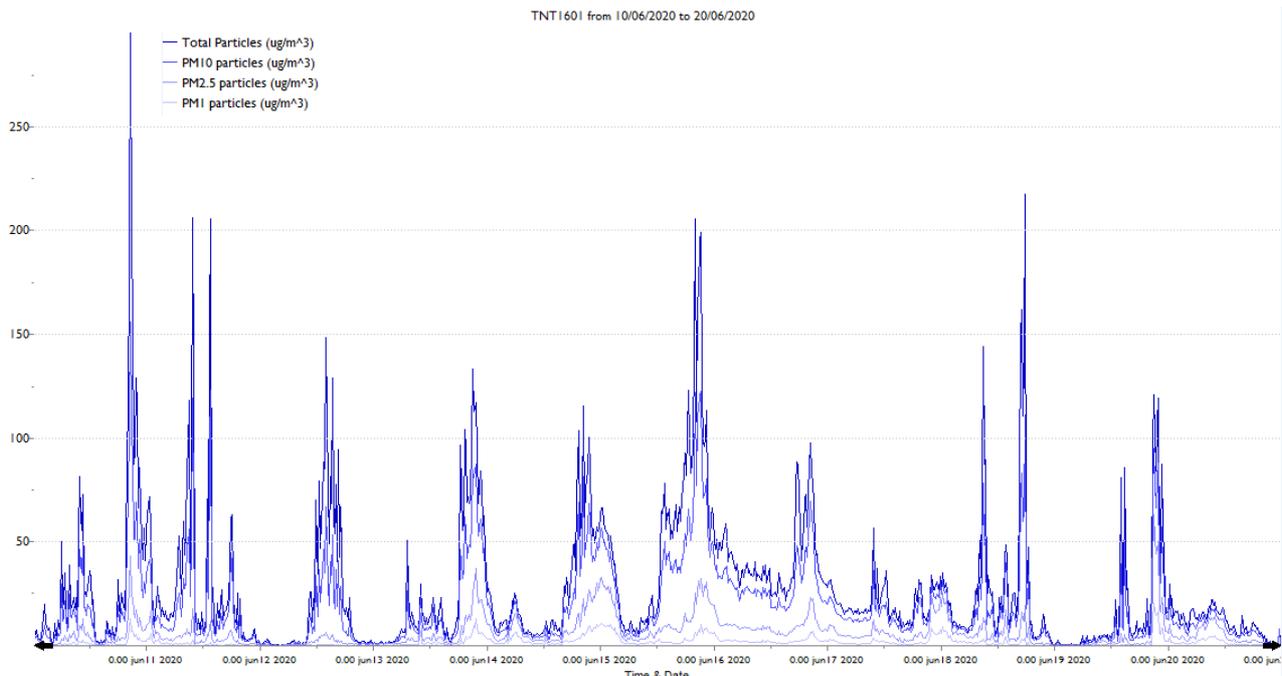


**Figura 17:** De izquierda a derecha. Coeficiente de Angstrom en función del tiempo. SDA Fine, Croase y total en función del tiempo. Ambos en nivel 1.5 para la día 09/04/20 en estación de Neuquén Aero

Otros productos, como ser: Espesor óptico de aerosoles (AOD) con agua precipitable, Espesor óptico total basado en el nivel de AOD, Distribución en tamaño, Índice de Refracción (real e imaginario), Absorption Optical Depth y Extinction Optical Depth, se encuentran disponibles en <https://aeronet.gsfc.nasa.gov/>.

## 6.4 Visualización de Productos - Medidor de partículas en superficie

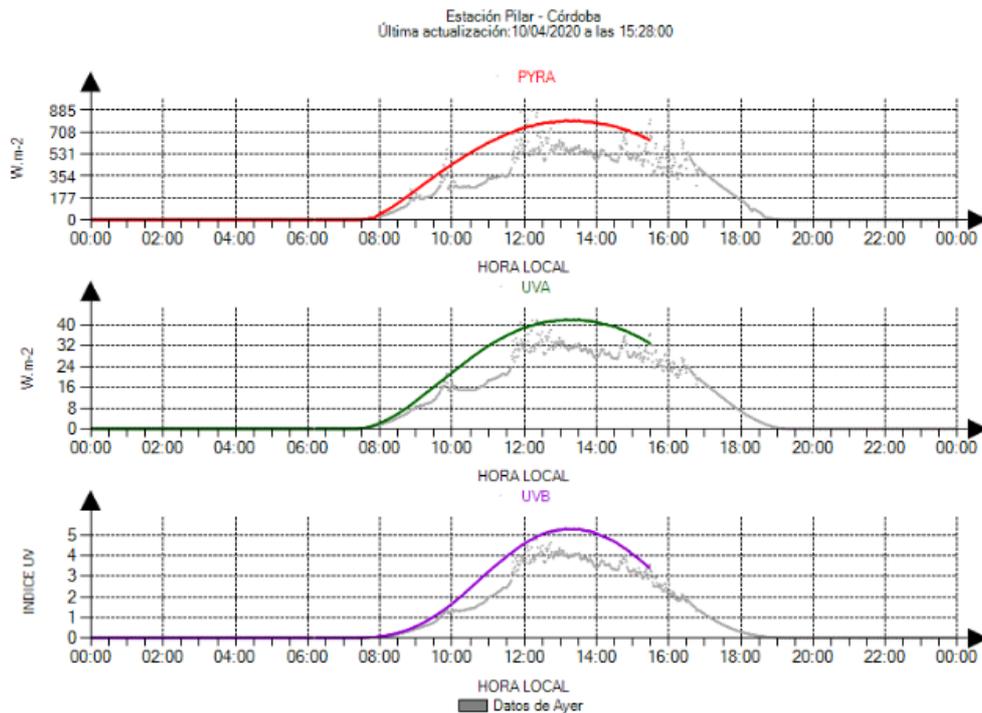
Los medidores de partículas en superficie determinan la concentración total de material particulado en superficie determinada en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y discriminada en tamaño según PM1, PM 2,5 y PM10. Actualmente el instrumental funciona de manera continua con un muestreo programado cada 15 minutos almacenando en la memoria interna del instrumento el valor medio de las mediciones generadas en ese intervalo.



**Figura 18:** Evolución de la concentración de material particulado total y discriminado en tamaño según PM1, PM 2,5 y PM10 entre los días 10/06/20 y 20/06/20 para la estación de Neuquén Aero.

## 6.5 Visualización de Productos - Sensores: UVA, UVB y Piranometro.

Los productos generados por los sensores de radiación pueden visualizarse en la PC local o por medio del sitio <http://data.savernet-satreps.org/>. Las mediciones se realizan de manera continua con un intervalo de muestreo es minutil, siendo el valor almacenado el valor medio de las mediciones generadas durante el intervalo de muestreo.



**Figura 19:** De arriba hacia abajo. Irradiancia expresada en  $[W.m^{-2}]$  en el rango de 285 a 3000 nm. Irradiancia expresada en  $[W.m^{-2}]$  en el rango de 280 a 400 nm. Índice UV. Todos en función del tiempo. Estación Pilar Obs. 10/04/20.

## 6.6 Visualización de Productos - Sensor de radiación multifiltro.

Mediante la utilización del sensor de radiación GUV actualmente se obtiene la irradiancia espectral expresada en  $[\mu W.cm^{-2}.nm^{-1}]$  para las longitudes de onda: 305, 313, 320, 340, 380 y 395 nm y el Índice UV. Al igual que los sensores de radiación las mediciones son continuas, con un intervalo de muestreo minutil. Los productos pueden visualizarse en la PC local y por medio del sitio <http://data.savernet-satreps.org/>. Las Fig. 20 y Fig. 21 ilustran ambos productos para la estación de Comodoro Rivadavia y Pilar Obs.

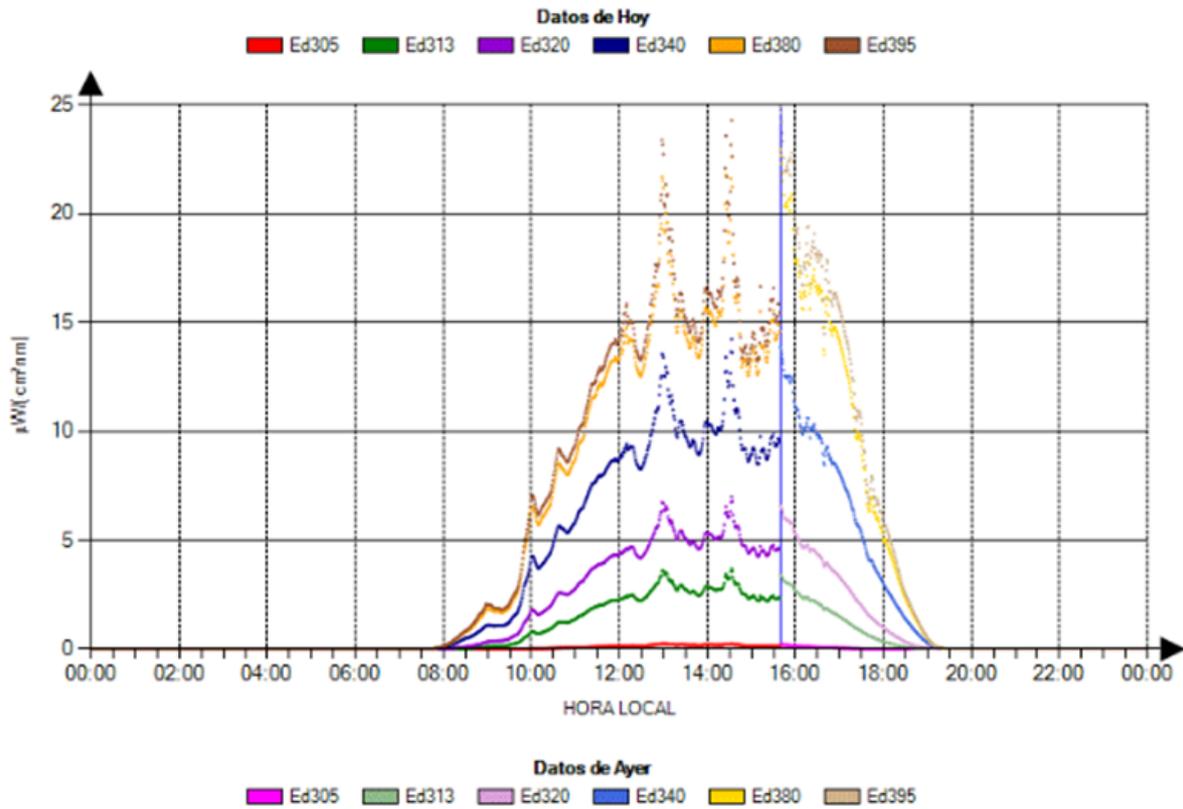


Figura 20: Evolución temporal de la irradiancia espectral para las longitudes de onda: 305, 313, 320, 340, 380 y 395 nm. Estación Comodoro Rivadavia Aero, 10/04/20.

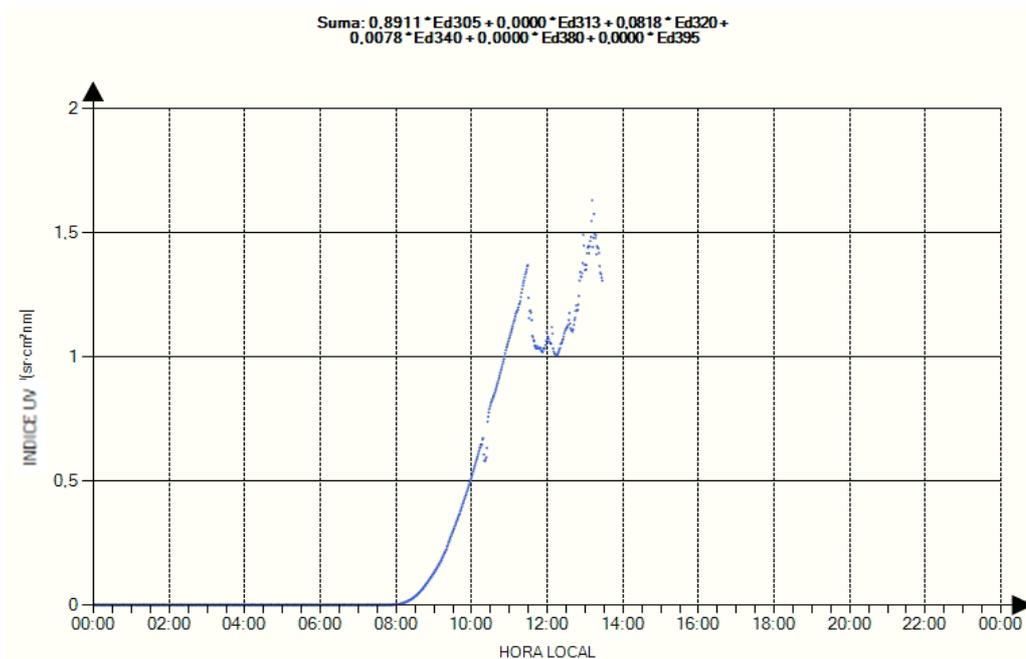
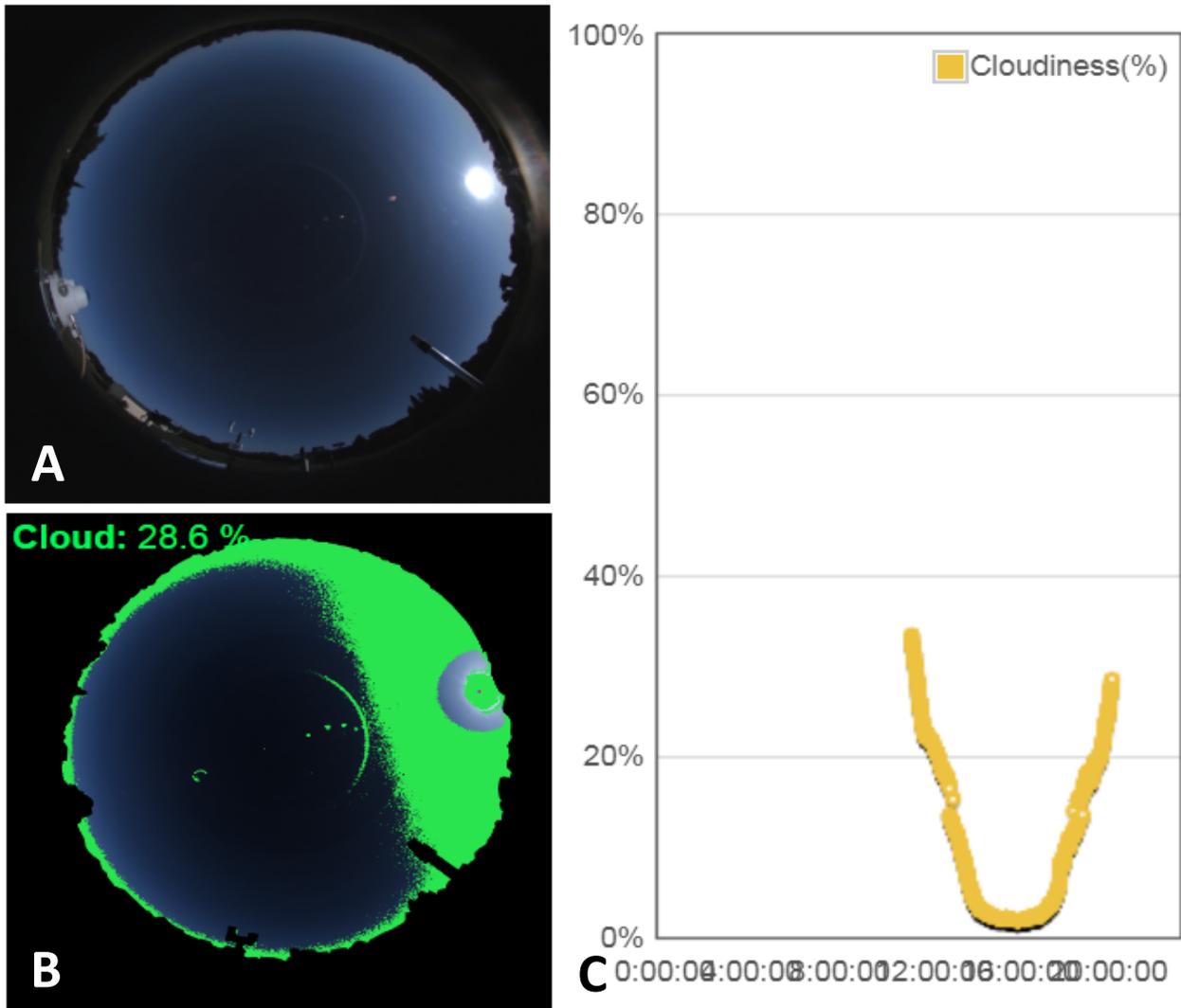


Figura 21: Evolución temporal del Índice UV a partir de mediciones generadas con el GUV. Estación Pilar Obs. 04/06/20.

## 6.7 Visualización de Productos - Cámara de cielo.

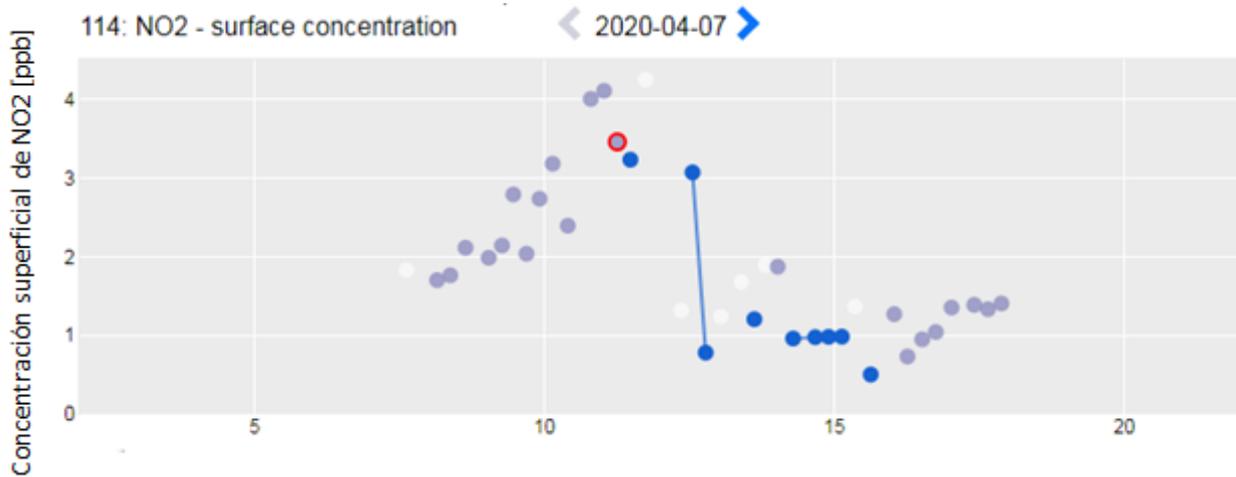
La cámara de cielo se encuentra programada para generar el porcentaje de cobertura nubosa cada 15 segundos y almacenar un conjunto de seis imágenes por minuto. Los productos generados por la cámara de cielo pueden ser visualizados por medio del sitio web <https://sona03.sieltec.es/> y <http://data.savernet-satreps.org/>. La Fig. 22 ilustra la visualización de estos productos para el estación Pilar Obs.



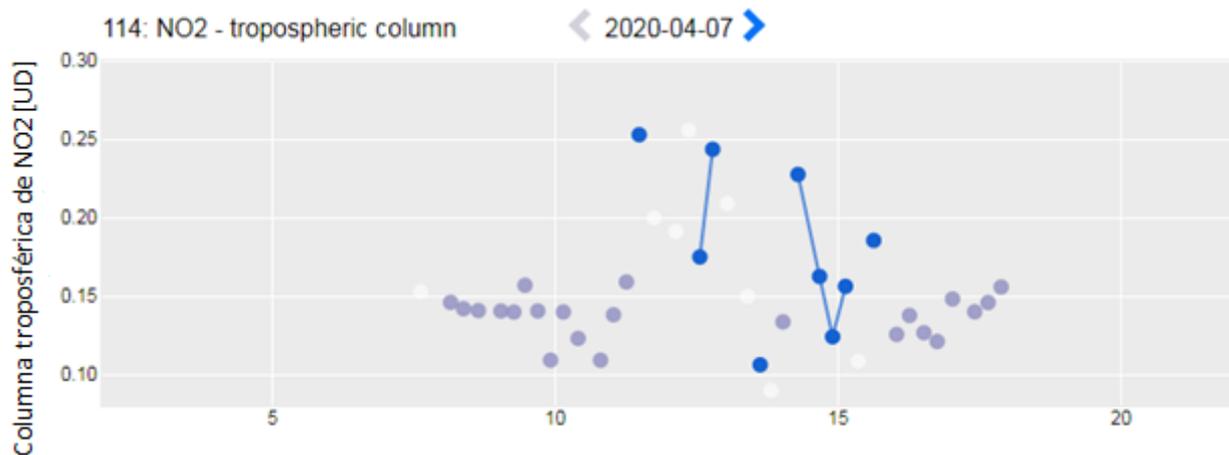
**Figura 22:** A – Imagen de cielo. B – Imagen procesada y porcentaje de cobertura nubosa. C – Evolución diaria del porcentaje de cobertura nubosa. Estación Pilar Obs.

## 6.8 Visualización de Productos - Medidor de gases traza.

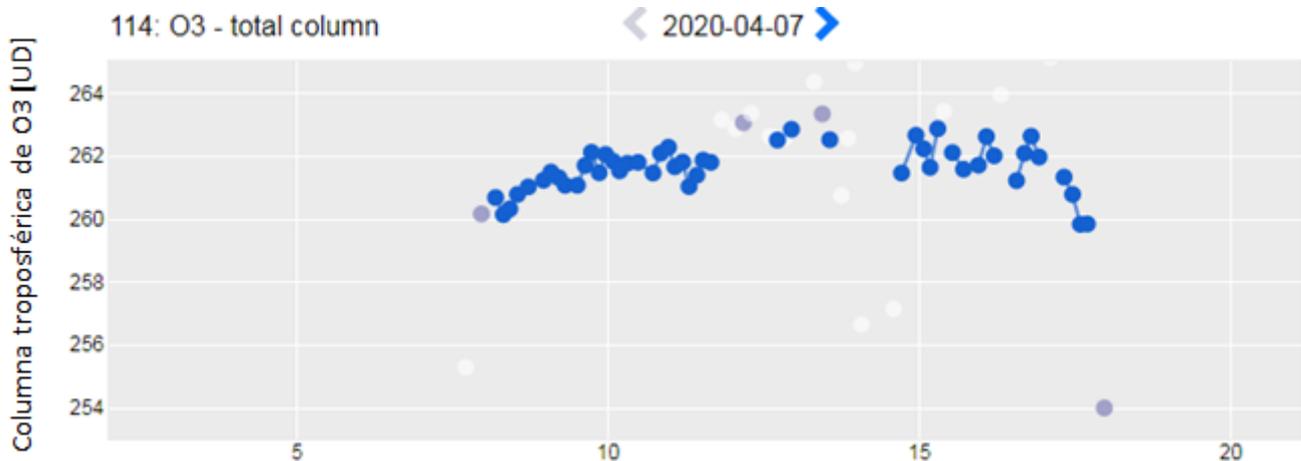
Los instrumentos PANDORA pertenecientes a la red SAVERNET/SMN se encuentran vinculados a la Red Pandonia. La red utiliza sus propios algoritmos para la generación de productos mediante las mediciones realizadas por los medidores de gases traza que se encuentren validados e integrados a la red. Los datos pueden visualizarse en <http://blickv.pandonia-global-network.org/>. Tres niveles de procesamiento, productos y archivos de configuración y calibración del instrumento están disponibles en: <http://data.pandonia-global-network.org/>. Las Fig23, Fig24, Fig 25 y Fig 26 ilustran alguno de los productos que pueden ser generados con el medidor de gases traza PANDORA.



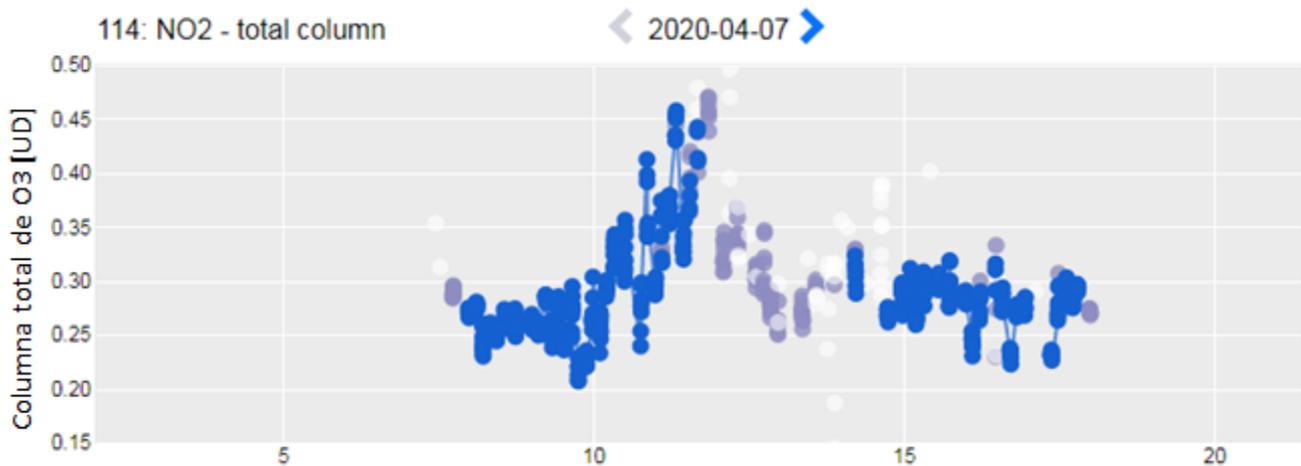
**Figura 23:** Concentración de NO<sub>2</sub> superficial en [ppb] en función del tiempo. Para Buenos Aires entre los días 6 y 20 de Abril de 2020. Más información en: <http://blickv.pandonia-global-network.org/>



**Figura 24:** Columna troposférica de NO<sub>2</sub> expresada en [DU] en función del tiempo. Buenos Aires entre los días 6 y 20 de Abril de 2020. Más información en: <http://blickv.pandonia-global-network.org/>



**Figura 25:** Columna total de  $O_3$  expresada en [UD] en función del tiempo. Buenos Aires entre los días 6 y 20 de Abril de 2020. Más información en: <http://blickv.pandonia-global-network.org/>

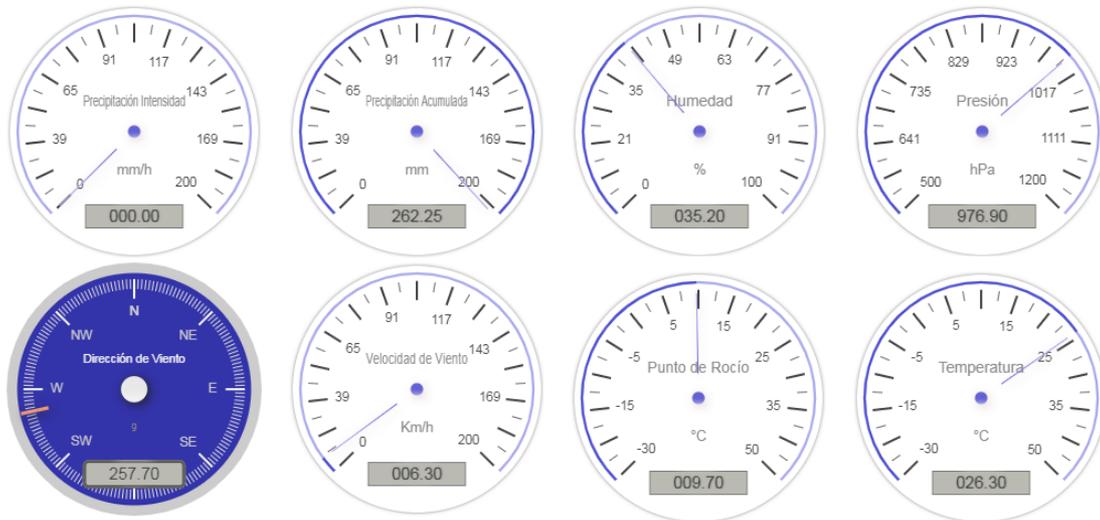


**Figura 26:** Columna total de  $NO_2$  expresada en [UD] en función del tiempo. Buenos Aires entre los días 6 y 20 de Abril de 2020. Más información en: <http://blickv.pandonia-global-network.org/>

## 6.9 Visualización de productos - Estación automática.

Los sensores WS200 y WS400 relevan continuamente los parámetros atmosféricos convencionales. La medición se realiza por cada minuto y se almacena el valor medio por cada diez minutos. Los productos generados por la estación automática pueden ser visualizados en tiempo real en la PC vinculada con la estación y por medio de la web <http://data.savernet-satreps.org/>. La Fig. 27 ilustra la visualización de estos parámetros para la estación Neuquén Aero el 10-04-20.

Estacion NQ - Neuquen - Último dato recibido: 10-04-2020 16:01:08



**Figura 27:** Visualización de Temperatura, Presión, Humedad relativa, Punto de rocío, Dirección del viento, Velocidad del viento, Precipitación absoluta e Intensidad de precipitación. Medición obtenida el 10-04-20 a las 16:01 hora local en la estación de Neuquén Aero.

## 7. SERVIDOR DISPONIBLE PARA EL PROCESAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS GENERADOS.

En el marco del proyecto “Desarrollo del sistema de gestión de riesgos medioambientales atmosféricos en Sudamérica” se han adquirido tres servidores de iguales características con el objeto de almacenar y compartir todos los datos generados por la red SAVERNET. Los servidores fueron distribuidos en tres instituciones participantes del proyecto, CITEDEF, DMC (Dirección Meteorológica de Chile) y el SMN (<http://saver.smn.gov.ar>).

Características de los servidores:

- Procesadores: 2 procesadores Intel® Xeon® Processor E5-2670 v3 (30M Cache, 2.30 GHz)
- Memoria RAM: 32 GB (4 rdimm de 8 GB DDR4-2133 CAS-15-15-15)
- Red: Controlador Ethernet 1Gb 4-puertos
- Discos: 1 discos de 500 GB y 1 discos de 2 TB. En el de 500 GB se almacena el sistema operativo y todo el software necesario, en el de 2TB se almacenaran todos los datos generados en la red SAVERNET.
- Discos de backup: 1 disco de 500 GB y 1 disco de 2TB.
- 2 fuentes de 500W Hot Plug.

## 8. REDES INTERNACIONES VINCULADAS CON LAS ESTACIONES SAVERNET

Actualmente los instrumentos pertenecientes a la red SAVERNET están vinculados con las siguientes redes internacionales.

- Latin American Lidar Network (LALINET) <http://www.lalinet.org/>
- Pandonia Global Network <https://www.pandonia-global-network.org/>
- AERONET <https://aeronet.gsfc.nasa.gov/>
- SolRad-Net <https://solrad-net.gsfc.nasa.gov/>. Solo Piranómetros, UVA y UVB instalados en el OAPA y CITEDEF.

## 9. PERSONAL INVOLUCRADO

Una red de observación con las características aquí mencionadas, donde intervienen diferentes técnicas de observación y se emplean diversos instrumentos de medición con el objetivo de generar datos de calidad para la generación de productos y divulgación científica, requiere recursos humanos para su mantenimiento, operación y divulgación. Para esto han intervenido un sin número de profesionales, muchos de los cuales aún continúan trabajando en la explotación de esta red de observación. Un detalle del personal que ha estado involucrado se puede encontrar en <http://www.savernet-satreps.org/es/institucional/miembros> sin dejar de destacar al personal involucrado en cada uno de los sitios, siendo los jefes de estación y observadores quienes realizan las actividades diarias relacionadas con la operación y mantenimiento del instrumental.

## 10. REFERENCIAS

Dubovik, O. y otros, 2006: Application of spheroid models to account for aerosol particle nonsphericity in remote sensing of desert dust. J. Geophys. Res., 111, doi:10.1029/2005JD006619.

Dubovik, O. y otros, 2004: Optimization of Numerical Inversion in Photopolarimetric Remote Sensing, in Photopolarimetry in Remote Sensing. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 65-106, 2004

Lubtblick 2019: Fiducial Reference Measurements for Air Quality. 31st Dec 2019, Issue 2. LuftBlick\_FRM4AQ\_CPD\_RP\_2019003\_v2.1

Lubtblick 2019: Pandonia Operations. Dec 2019, Issue 1.2. LuftBlick Pop WorkshopReport RP 2019007 v1 12

Mingari L., 2017: Proyecto SAVERNet : productos de datos Lidar para dispersión elástica. Nota Técnica SMN 2017-5

Nishizawa T. y otros, 2017: Groundbased network observation using Mie–Raman lidars and multi-wavelength Raman lidars and algorithm to retrieve distributions of aerosol components”. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jqsrt.2016.06.031>.

Papandrea S. y otros, 2018: Aerosol Monitoring with a lidar Observation Network in the Southern South America. SPIE Asia-Pacific Remote Sensing.

Robinson J. y otros: 2020: Using networked Pandora observations to capture spatiotemporal changes in total column ozone associated with stratosphere-to-troposphere transport. Atmospheric Research, 104872, ISSN 0169-8095, <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.104872>, 2020.

Salles A., Jin Y., Collini E., Papandrea S., Ciminari E. and Nishizawa T., 2018: Vertical analysis of the atmosphere using Lidar Multi-wavelength Mie-Raman. X Workshop Lidar Measurements in Latin America (WLMLA).

Shimizu A. y otros, 2017: Evolution of a lidar network for tropospheric aerosol detection in east Asia. Optical Engineering, 56(3):031219–031219.

## 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 Martin 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)).