

Dust Plumes in Patagonia Argentina Detected by Comodoro Rivadavia Stations on February 20th, 2016

Lidia Ana Otero^{1,2}, Pablo Roberto Ristori^{1,3}, Nobuo Sugimoto⁴, Yoshitaka Jin⁴, Daniel Aguirre⁵, Diana Marina Rodríguez⁶, Silvana Carina Bolzi⁶, María Sol Rossi Lopardo⁶, Patricio Oricchio⁷, Juan Vicente Pallotta¹, Eduardo Jaime Quel^{1,2,3}

lotero@citefef.gob.ar lidia1116@gmail.com

UNIDEF, CITEDEF, CONICET, División Lidar- CEILAP. Juan Bautista de La Salle 4397 - B1603ALO Villa Martelli, Buenos Aires Argentina

²IUE - Escuela Superior Técnica, Facultad de Ingeniería del Ejército – Av. Cabildo 15 - C1426AAA CABA Argentina

³UTN - Regional Buenos Aires. Medrano 919 CABA Argentina

⁴National Institute for Environmental Studies, 16-2 Onogawa, Tsukuba 305-8506 Japan

⁵Servicio Meteorológico Nacional. Comodoro Rivadavia, Provincia de Chubut Argentina

⁶Servicio Meteorológico Nacional. Av. de los Constituyentes 3454 Villa Ortúzar – 1427 CABA Argentina

⁷INTA. Instituto de Clima y Agua . Nicolás Repetto y de los Reseros s/n -1686 Hurlingham. Buenos Aires

ABSTRACT: On February 20, 2016 westerly winds blew dust plumes far away from their source from the southern Patagonia, Argentina to the Atlantic Ocean. This event, which is very common over this region, was observed by an air monitoring station installed at the National Meteorological Service station placed at Comodoro Rivadavia international airport (45° 47' 31" S; 67° 27' 46" W). This station is part of an air monitoring network designed and built to detect the presence of aerosols, volcanic ash, mineral dust and biomass burning in Argentina. The network was created by means of a special project from the Ministry of Defense to assess aerial navigation during volcanic eruptions and reinforced by a SATREPS (JICA-JST) tri-national project involving Japan, Chile and Argentina. This work studies dust cloud optical and microphysical properties by means of lidar measurements and satellite data.

RESUMEN: El 20 de febrero de 2016 vientos del oeste transportaron nubes de polvo lejos de su origen, desde el sur de la Patagonia Argentina hasta el Océano Atlántico. Este evento, que es muy común sobre esta región, fue observado por una estación de monitoreo atmosférico instalada en la estación del Servicio Meteorológico Nacional en el aeropuerto internacional de Comodoro Rivadavia (45° 47' 31" S; 67° 27' 46" W). Esta estación es parte de una red de monitoreo diseñada y construida para detectar la presencia de aerosoles, ceniza volcánica, polvo mineral y la quema de biomasa en la Argentina. La red fue creada por medio de un proyecto especial del Ministerio de Defensa para evaluar la navegación aérea durante las erupciones volcánicas y reforzada por un proyecto trinacional SATREPS (JICA-JST) con Japón, Chile y Argentina. Este trabajo estudia la nube de polvo propiedades ópticas y microfísicas por medio de mediciones lidar y datos de satélite.

INTRODUCCIÓN

Los aerosoles son partículas en suspensión en la atmósfera, cuyo origen puede ser natural o antropogénico. Las fuentes naturales inyectan en el aire polen, esporas, moho, levaduras, hongos y bacterias. Eventos tales como incendios forestales, erupciones volcánicas y sequías también producen humo, polvo y gran cantidad de material particulado en suspensión en la atmósfera. A pesar de ello, la contaminación que surge de la naturaleza cuenta poco al ser comparada con los efectos de los contaminantes asociados con la actividad humana.

La presencia de grandes cantidades de polvo, arena o sal en la atmósfera pueden ser detectadas por los instrumentos ubicados en distintos sistemas o plataformas espaciales. El origen de las mismas está vinculado, en la mayoría de los casos, a la existencia de grandes superficies desérticas en distintas regiones del planeta, incluyendo nuestro país, desde las cuales el viento, dependiendo de su intensidad, puede levantar las partículas del suelo hasta distintas alturas, y a grandes distancias. Además, la estabilidad vertical de la atmósfera es otra variable que influye en la distribución de estas partículas.

La ocurrencia de las tormentas de polvo produce altas concentraciones de partículas en el aire que pueden causar impactos negativos en la salud de los seres vivos y en numerosas actividades de la sociedad. Además, el incremento de la turbidez del aire, por la presencia de aerosoles afecta al clima de diversas maneras, modificando directa o indirectamente el balance de radiación en la atmósfera. El efecto directo tiene que ver con las propiedades selectivas de absorción, dispersión y emisión de los posibles componentes del aerosol atmosférico. Estos procesos producen una redistribución en la energía de la atmósfera proveniente de la radiación solar y terrestre y pueden producir calentamientos o enfriamientos dependiendo del tipo y distribución de los aerosoles.

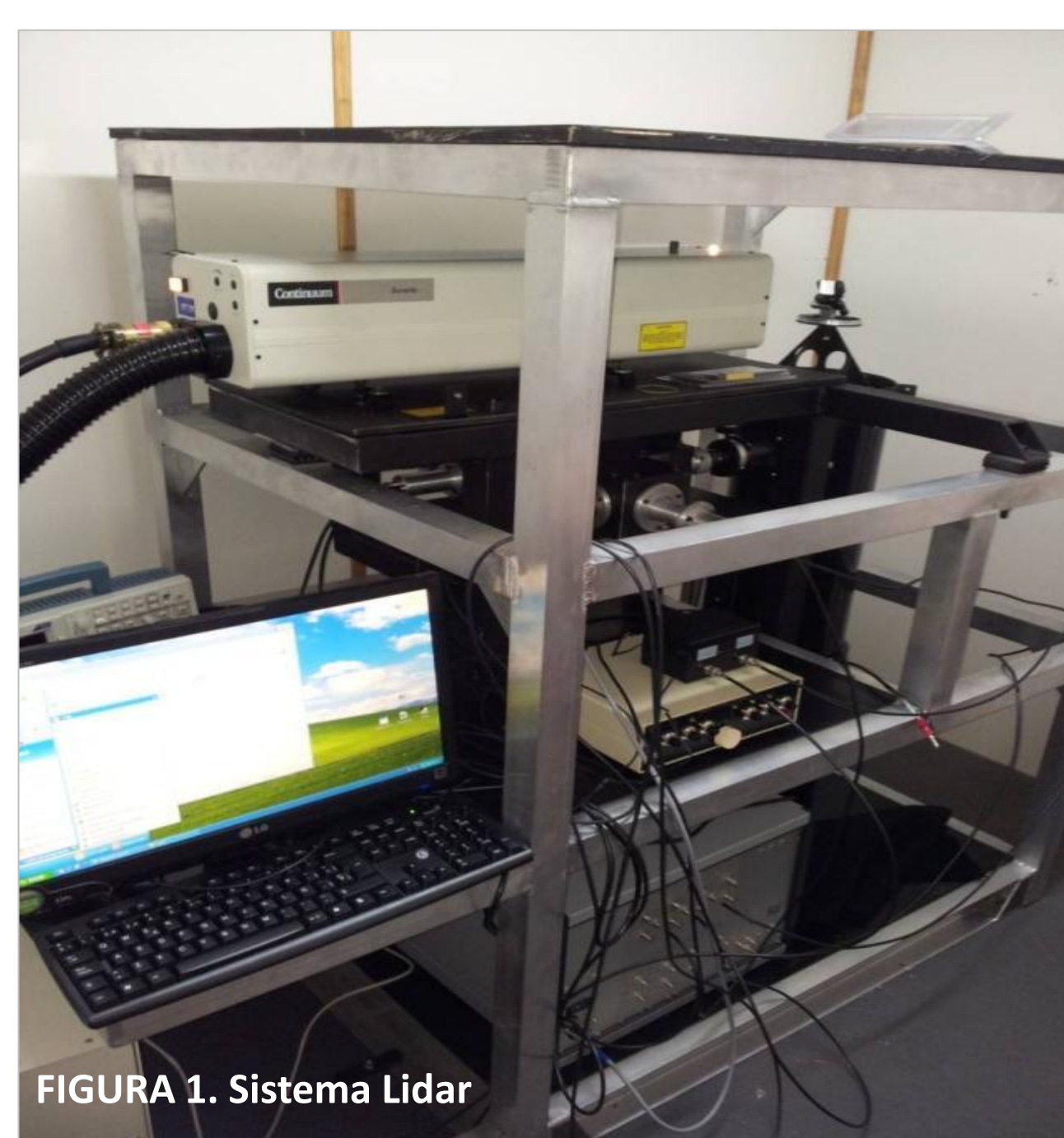
El LIDAR (acrónimo de Light Detection and Ranging) es un sistema de teledetección (monitoreo remoto) activo que utiliza pulsos láser para medir los aerosoles en la atmósfera. Su principio de funcionamiento se asemeja al del radar aunque su longitud de onda es un millón de veces más pequeña, comparable con el tamaño de los aerosoles que mide. Es por esta razón que un lidar permite obtener información de la distribución espacial y temporal de los aerosoles en suspensión, (Otero et al., 2011; Otero et al., 2012a).

Los datos obtenidos con sensores remotos instalados en distintos sistemas satelitales o en tierra han contribuido en forma muy importante a la detección, monitoreo, comprensión y desarrollo de estrategias para la mitigación de numerosos fenómenos naturales de impacto desfavorable en el ambiente y la sociedad.

Este trabajo estudia un evento de transporte de aerosoles detectadas con el sistema lidar e imágenes satelitales de Comodoro Rivadavia el 20 de febrero de 2016.

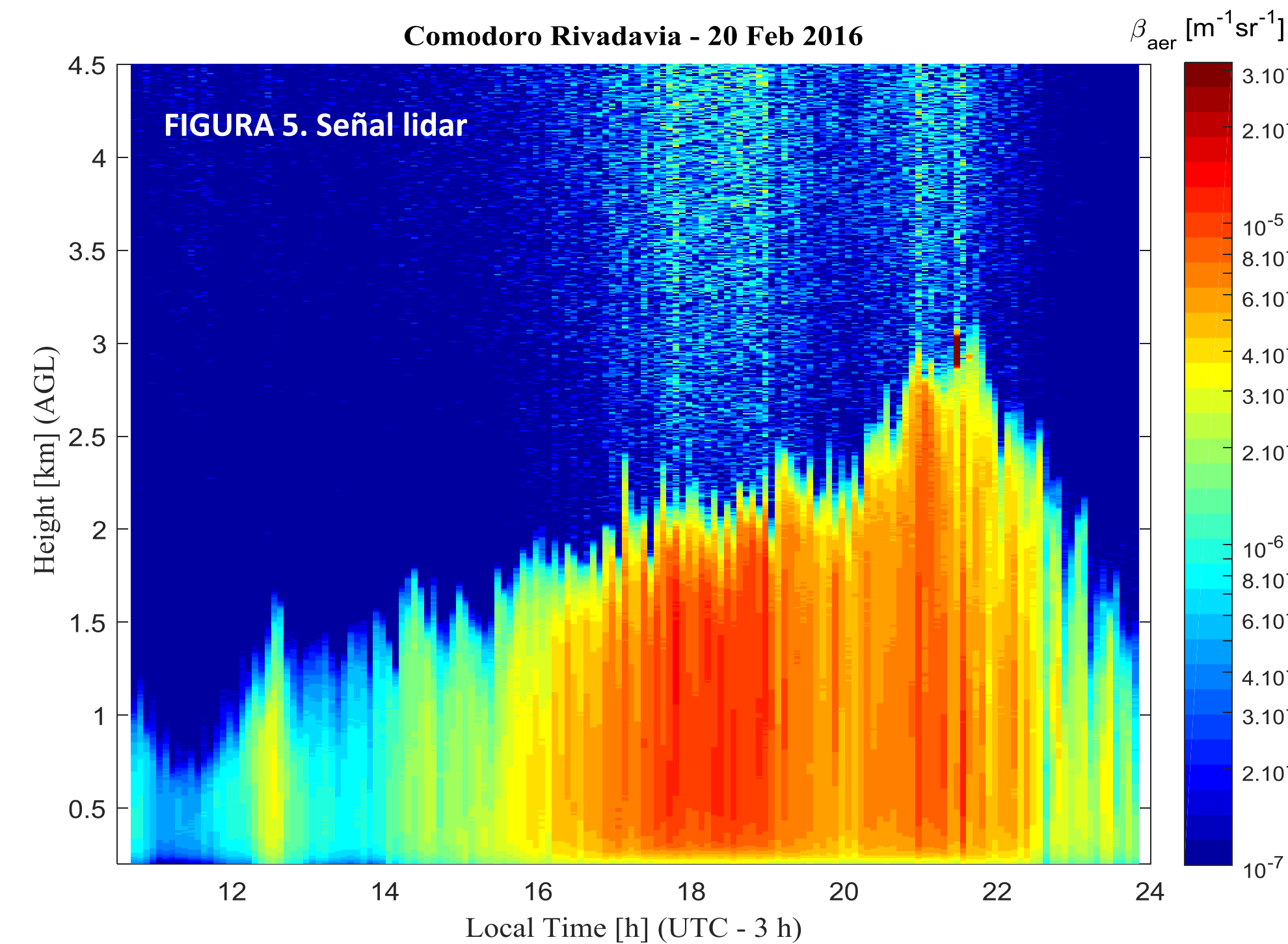
DESCRIPCIÓN DE LA ESTACION LIDAR CEILAP-COMODORO RIVADAVIA

La estación de monitoreo atmosférico del Aeropuerto de Comodoro Rivadavia fue puesta en funcionamiento, con el objetivo de suministrar información de perfiles verticales de aerosoles y nubes para facilitar la aeronavegación y caracterizar los aerosoles en la región,. La estación fue diseñada, construida e instala por la División Lidar del CEILAP – UNIDEF (MINDEF - CONICET) en el marco del Proyecto Especial del Ministerio de Defensa N°31554/11 siendo operada en la actualidad por personal del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), (Otero et., 2012b; Otero et al., 2012c; Ristori et al., 2012). La figura 1 muestra el sistema lidar multilongitud de onda.



MEDICION LIDAR

En la figura 5 se muestra la retrodifusión de aerosoles en m⁻¹.sr⁻¹ en escala logarítmica (lidar ratio 53 sr) en 532 nm para la estación de Comodoro Rivadavia el 20 de febrero de 2016. En la misma se observa la evolución de la capa límite atmosférica no registrándose capa de aerosoles de transporte lo que indica que los aerosoles proveniente del polvo se mezclaron con los aerosoles locales y se concentraron por debajo de los 2 km.



REFLECTANCIA Y TEMPERATURA DE BRILLO

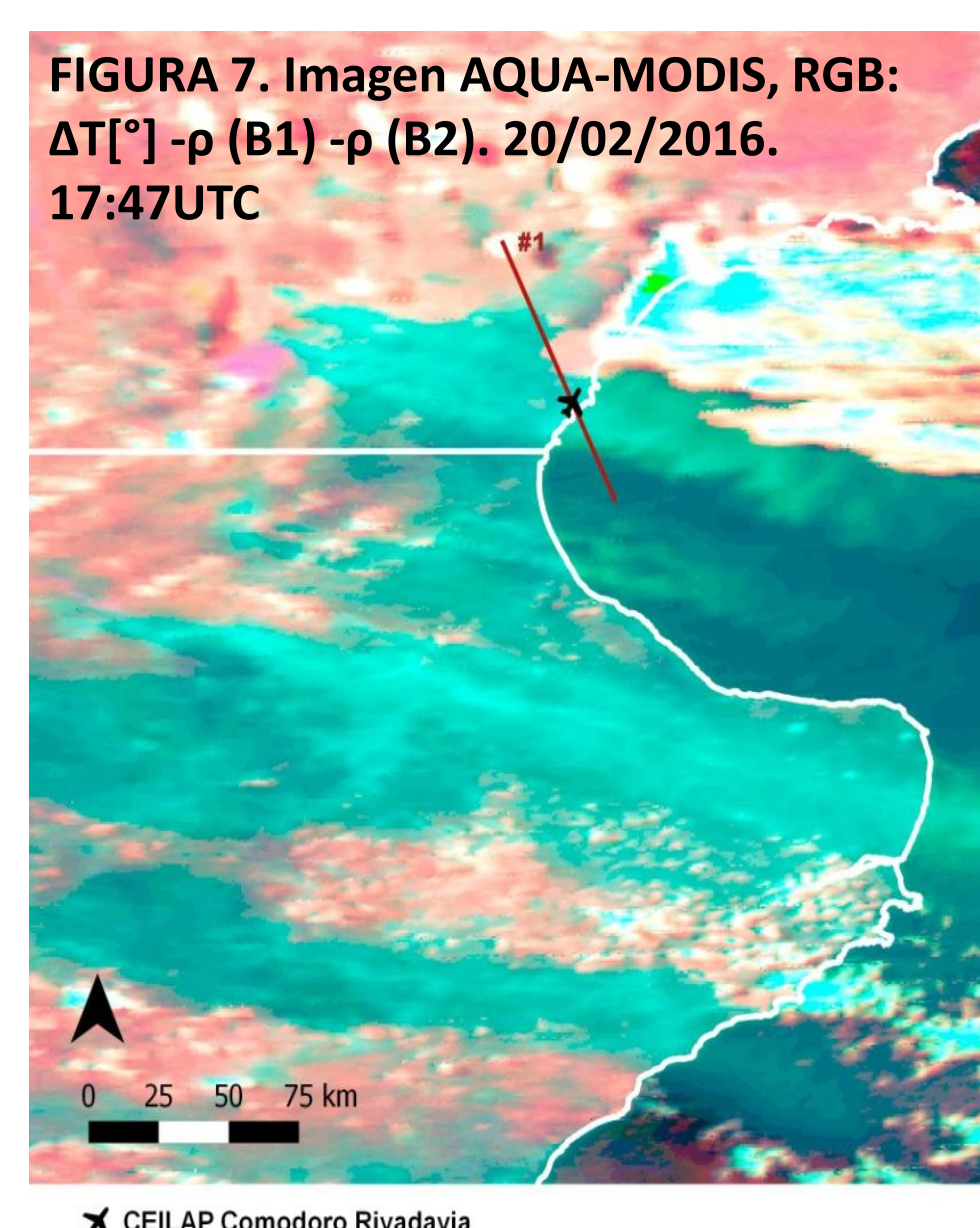
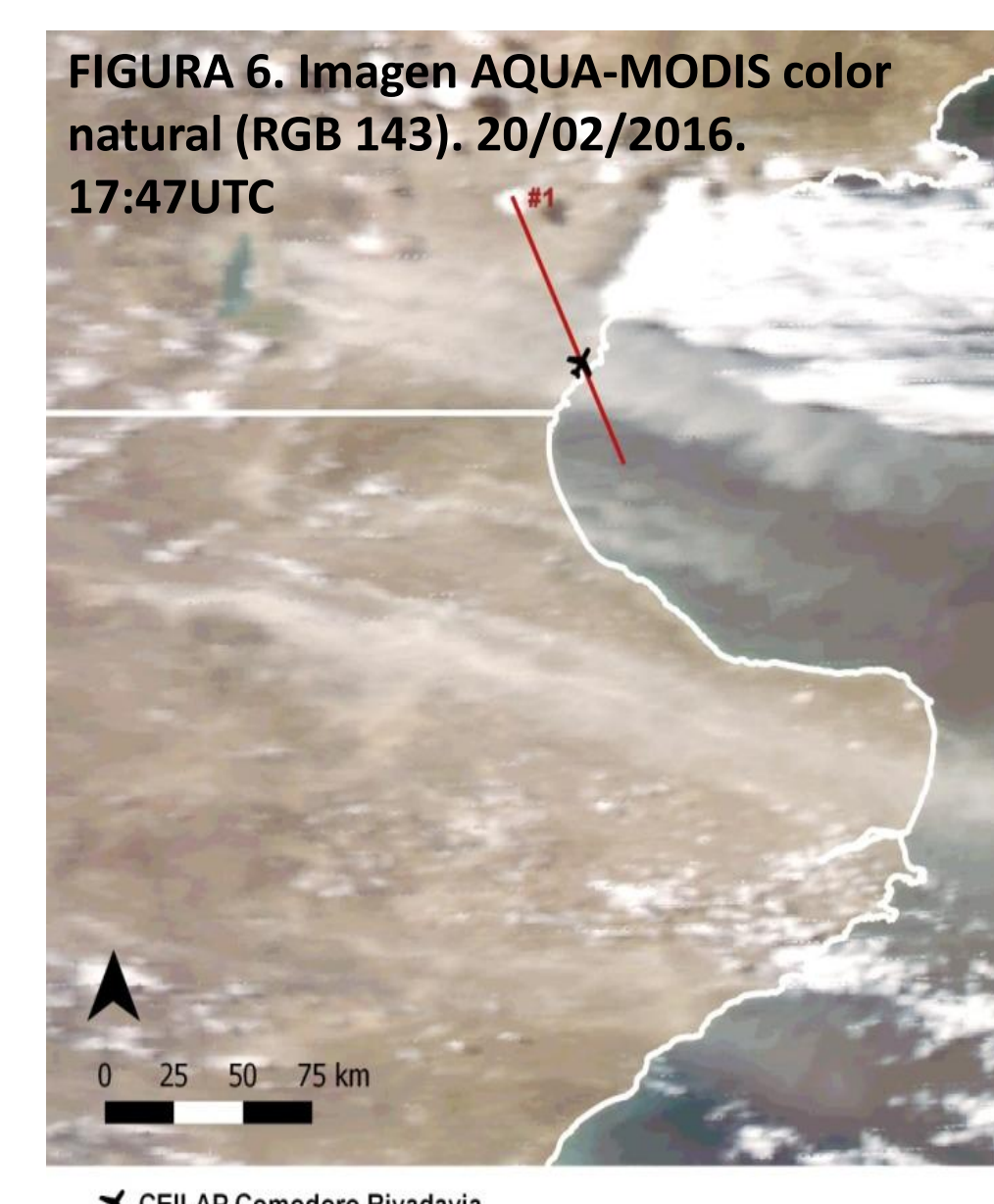
La imagen del sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectrometer) del satélite AQUA, fue obtenida en la estación terrena del INTA Castelar, Instituto Clima y Agua. La misma fue calibrada y georreferenciada usando proyección latitud-longitud, dato WGS 84. Se calcularon las reflectancias (ρ) y las temperaturas de brillo (Tb) para las bandas que se detallan en la Tabla I.

En la figura 6 la composición color permite distinguir en tonos beige las diferentes nubes de polvo fino, que fue levantado desde superficie por el viento sobre el sureste de la provincia de Chubut y noreste de la provincia de Santa Cruz, que se desplaza hacia el océano Atlántico y en blanco brillante las nubes de agua/hielo.

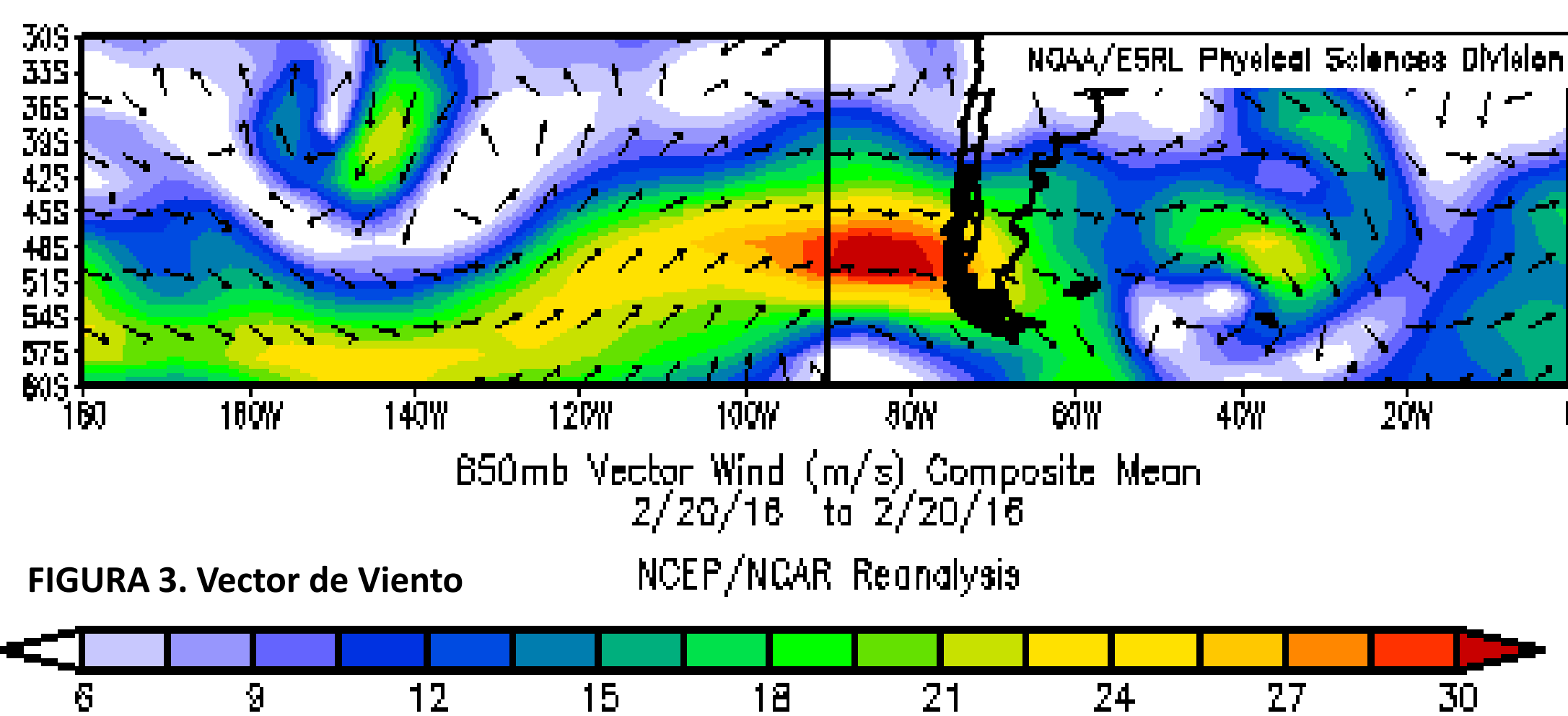
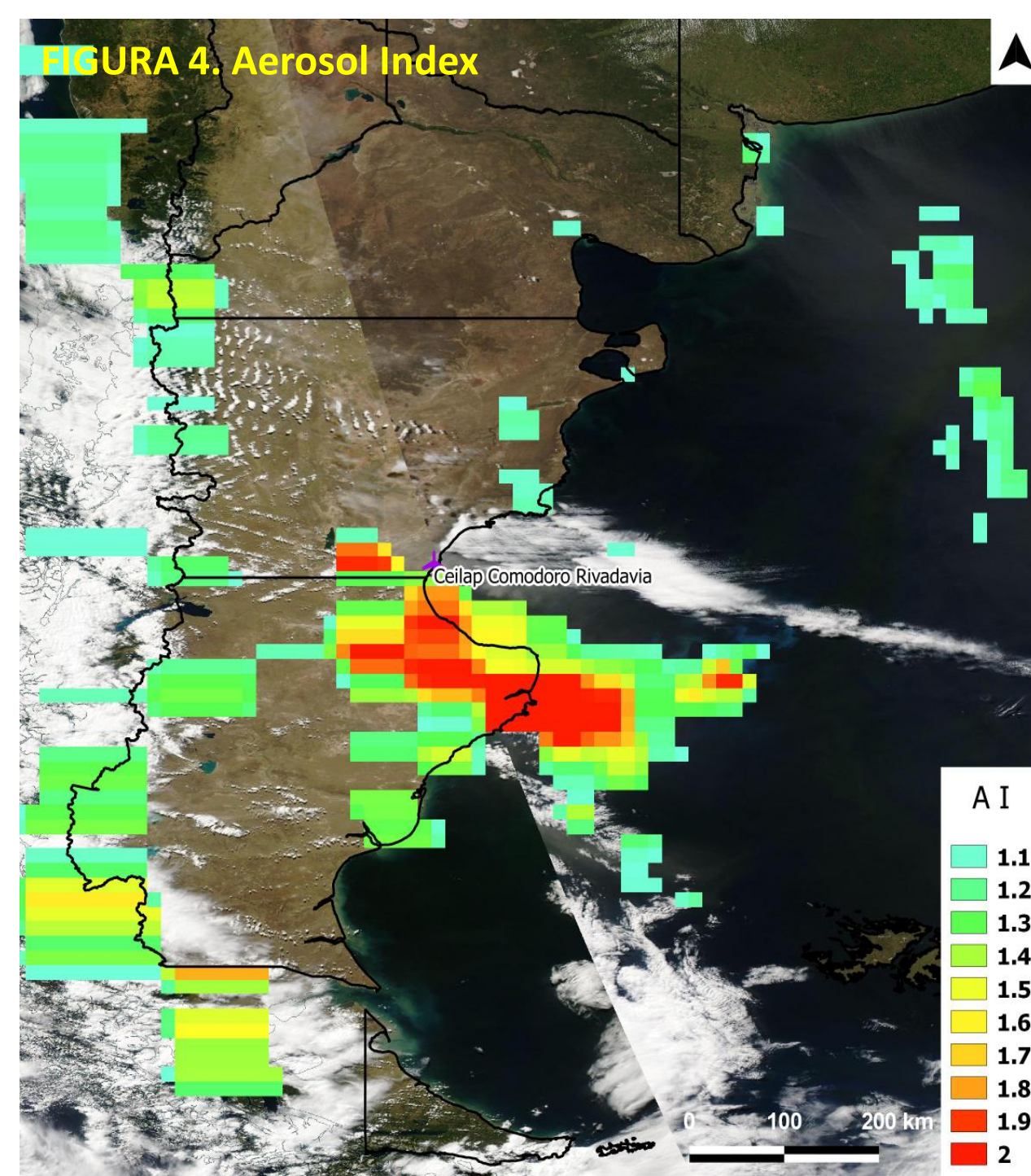
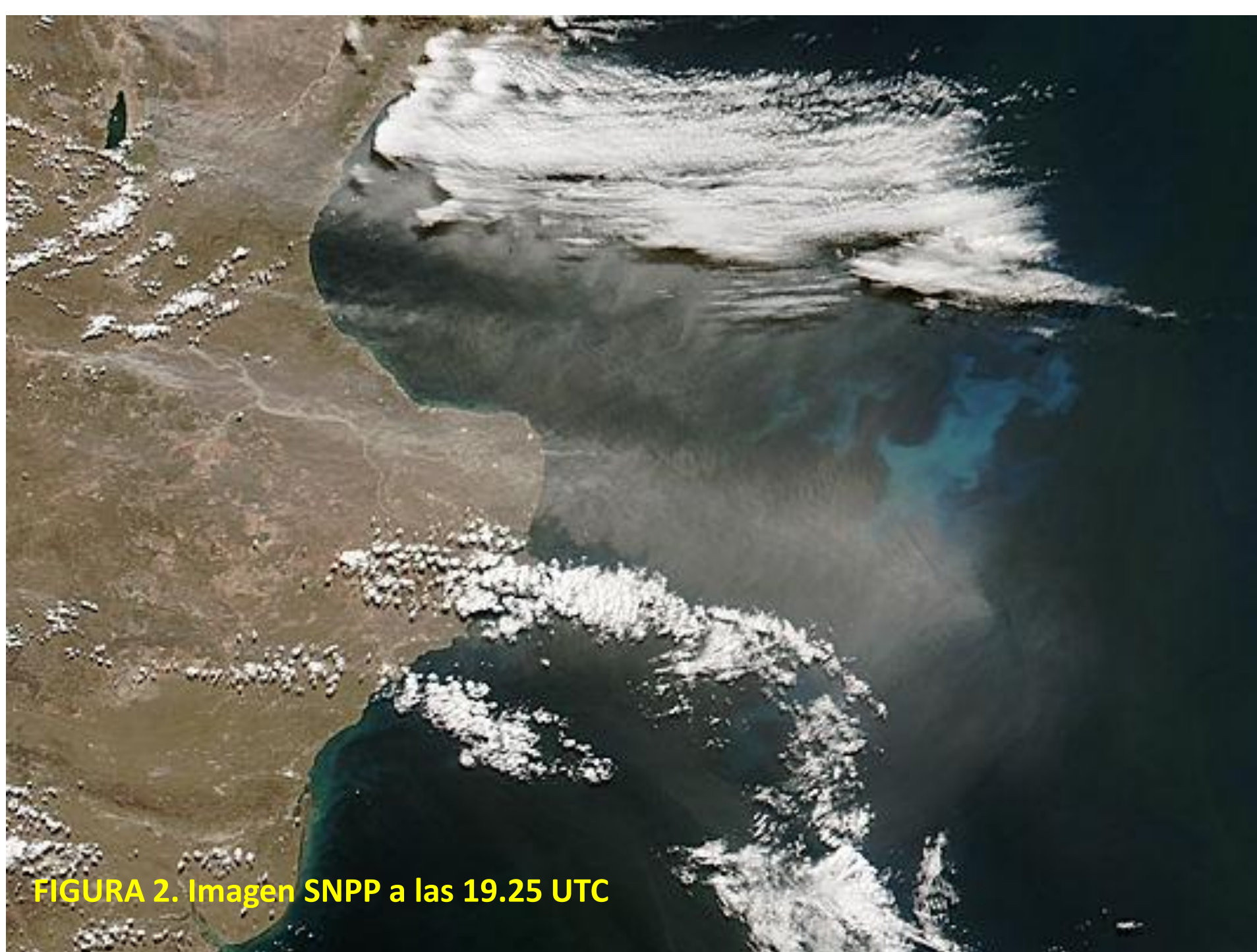
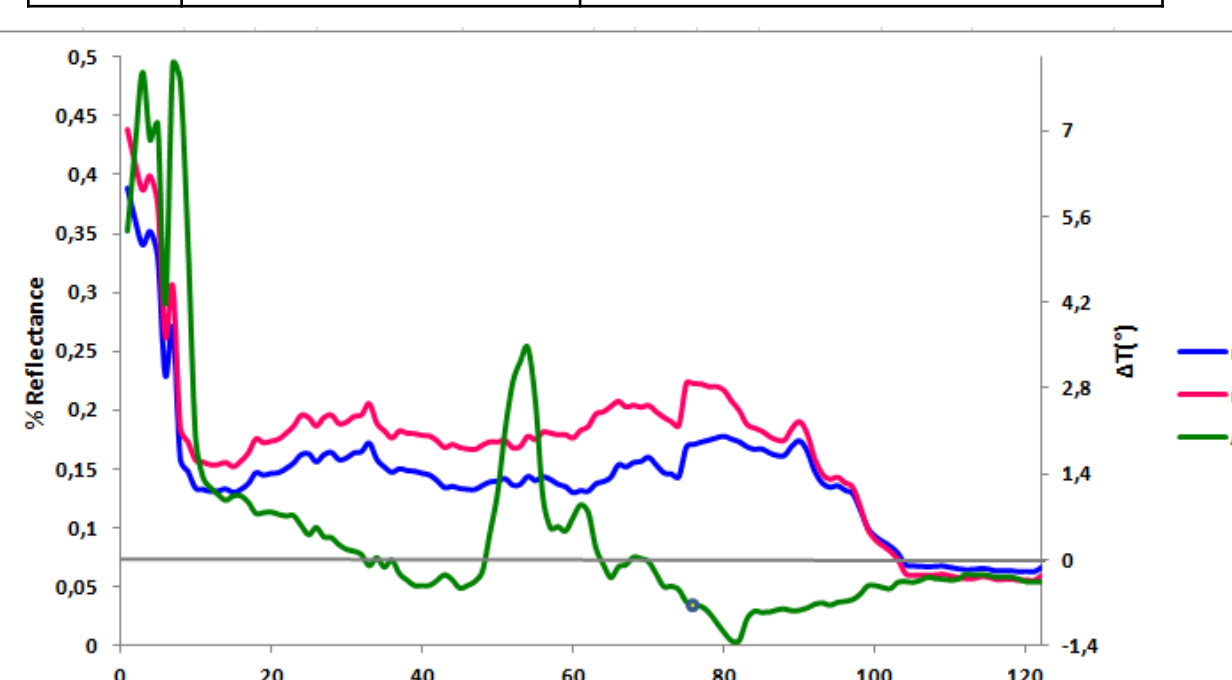
Se calcularon las reflectancias individuales y la diferencia de las temperaturas de brillo (ΔT[°]) Tb(B31)–Tb(B32), la temperatura de brillo se calculó por Planck, con la radiancia de la banda 31 y 32. El valor negativo de esta diferencia fue utilizado por Prata (Prata, 1989) para detectar nubes de origen volcánico, usando un modelo de transferencia radiativa con las emisiones provenientes de una nube volcánica, y encontró un efecto reverso en la absorción, con respecto a lo observado sobre nubes de agua y/o hielo, es decir que la emisión de radiación infrarroja en la ventana de los 10 μm a los 13 μm aumenta al aumentar la longitud de onda. En función de estudios de casos anteriores (Velasco et al., 2011; Bolzi et al., 2012; Rodríguez et al., 2013) se analizaron los valores de las variables indicadas en la Tabla I a lo largo de la transecta (#1) de la figura 6.

En la figura 7 se observa en tonos verdosos las partículas de polvo en la atmósfera.

En la figura 8 se observan los valores de reflectancia y del ΔT[°] de la transecta (#1) de la figura 8. La variable ΔT[°] toma valores positivos en la de nube agua/hielo y estos valores disminuyen notablemente en presencia de nube de polvo. Por otra parte nos encontramos con un pico positivo, en el medio de la serie, que corresponde a una nube con partículas de polvo y vapor de agua en mayor proporción. Posteriormente los valores disminuyen notablemente, en presencia de polvo en la atmósfera, registrando el valor de ΔT[°] -0,75 sobre CEILAP Comodoro Rivadavia (marcado sobre la línea verde del gráfico con un círculo), registrándose el valor más bajo ΔT[°] -1,33 sobre el mar en cercanías de la costa Atlántica. En cuanto a las reflectancias de ρ(B1) y ρ(B2), los valores sobre la nube de agua/hielo son notablemente mayores que los que se observan sobre la nube de polvo semitransparente. Las reflectancias en el continente son parejas y con algunos picos leves sobre la nube de polvo disminuyendo los valores sobre el océano.



Banda	Rango en el espectro	Variable
B1	620 - 670 nm	ρ(B1) reflectancia B1
B2	841 - 876 nm	ρ(B2) reflectancia B2
B3	459 - 479 nm	ρ(B3) reflectancia B3
B4	545 - 565 nm	ρ(B4) reflectancia B4
B31	10780 - 11280 nm	Tb(B31) temperatura de brillo B31
B32	11770 - 12270 nm	Tb(B32) temperatura de brillo B32



REGISTRO SATELITAL DEL EVENTO – CIRCULACIÓN DE VIENTO – AEROSOL INDEX

En la figura 2 se muestra el episodio de transporte de polvo detectado por el satélite SNPP (Suomi National Polar-orbiting Partnership), también los satélites AURA y AQUA lo han registrado.

En la figura 3 se presenta el vector de viento promedio en 850 mb de la base NCEP/NCAR Reanalysis, se puede ver como la circulación es desde la cordillera de Los Andes hacia el Océano Atlántico.

En la figura 4 se observan valores de AI muy altos, coincidentes con la zona donde se produjo el fenómeno de nube de polvo, el día 20 de febrero de 2016, al sur de Comodoro Rivadavia. El Índice de Aerosol (AI) es un producto derivado del sensor OMI (Ozone Monitoring Instrument) a bordo del satélite Aura. El AI detecta la presencia de aerosoles absorbentes de UV (valores positivos de AI), como el polvo o el humo.

CONCLUSIONES

Se analizó un evento de intrusión de aerosoles observado en la estación de Comodoro Rivadavia en febrero de 2016. Esta intrusión se detectó con imágenes satelitales SNPP, AURA y AQUA. Se observaron altos valores de AI y la reflectancia y temperatura de brillo calculadas con las imágenes AQUA revelan la existencia de polvo en suspensión en la región. Se midió el evento con un sistema lidar multilongitud de onda observándose que los aerosoles se mezclaron con los aerosoles locales quedando dentro de la capa límite atmosférica.

AGRADECIMIENTOS: Los autores agradecen al Ministerio de Defensa, al SMN, ANPCyT, al proyecto SATREPS y a la JICA por el apoyo brindado para llevar adelante este proyecto.

Referencias y bibliografía
Otero, L., Ristori, P., Pawello, E., Pallotta, J. y Quel, E., 2011: Six-Year Evolution of Multiwavelength Lidar System at CEILAP. Opt. Pura Apl., 44, 13–18.
Otero, L., Ristori, P., Pallotta, J., Pawello, E. y Quel, E., 2012-a: El Sistema LIDAR: Sensado y Caracterización de Aerosoles Atmosféricos, Buenos Aires, Argentina. Congreso Argentina Ambiental 2012. Mar del Plata, Provincia de Buenos Aires, Argentina.
Otero, L., Ristori, P., Pallotta, J., Pawello, E., Ballesteros, P., Orte, F., Nicora, G., Raponi, M., D'Elia, R., Wolfram, E., Salvador, J., Bulnes, D., Martorella, E., Pereyra, A., González, F., Vilas, O., Dworniczak, J., Quel, E., 2012-b: Medición de cenizas del volcán Puyehue – Cordon Cauce con un sistema Lidar en Buenos Aires, Argentina, durante junio 2011. Anales AFA, 23, 145–152.
Otero, L., Ristori, P., Fernandez, M., Lema, S., Pallotta, J., Pawello, E., Chouza, F., D'Elia, R. y Quel, E., 2012-c: Detección de cenizas volcánicas en el Aeropuerto de San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina el 23 de febrero de 2012. Congreso XI Congreso Argentino de Meteorología. Av. Ruiz Leal s/n Parque General San Martín, Mendoza, Argentina.
Ristori, P., Otero, L., Pawello, E., Pallotta, J., D'Elia, R., Chouza, F., Gonzalez, F., Dworniczak, J., Pereyra, A., Fernández, M., Lema, S., Sugimoto, N. y Quel, E., 2012: Development of an Argentinean Lidar Network to Monitor the Volcanic Plume and Dust in Patagonia. Reviewed and Revised Papers Presented at the 26th International Laser Radar Conference, Vol. I, 357–360, 25–29.
Prata, A. J., 1989. Infrared radiative transfer calculations for volcanic ash clouds. Geophysical Research Letters, Vol. 16, No. 11, 1293–1296.
Velasco, I., Bolzi, S., Rodríguez, D., Burs, A., Marino, M., 2011. Detección, monitoreo y efectos producidos por partículas en la atmósfera durante 2009 sobre Argentina con datos de sensores remotos. Presentación en el VI Congreso Argentino de Tecnología Espacial. Anales CATE 2011.
Bolzi, S., Rodríguez, D., Velasco, I., Marino, M., 2012. Detección y análisis espectral de partículas en la atmósfera utilizando sensores remotos. Presentación en CONGREMET XI.
Rodríguez, D., Bolzi, S., Velasco, I., Marino, M., 2013. Análisis Espectral de Nubes de Sal Originadas en las Cercanías de la Laguna de Mar Chiquita utilizando Sensores Remotos. Presentación en el VII Congreso Argentino de Tecnología Espacial.