



Servicio
Meteorológico
Nacional

Monitoreo de ceniza volcánica con la nueva generación de satélites polares

Nota Técnica SMN 2020-72

Diana M. Rodríguez y Luciano Vidal

*Dirección de Productos de Modelación Ambiental y de Sensores Remotos
Dirección Nacional de Ciencia e Innovación en Productos y Servicios*

Septiembre 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

En la actualidad existen numerosas plataformas satelitales de órbita polar destinadas a diversos propósitos como el monitoreo medioambiental. En este documento se hace un repaso de los productos de detección de ceniza volcánica disponibles con el nuevo sensor VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) a bordo de la última generación de satélites polares de la NOAA y NASA, JPSS (Joint Polar Satellite System) y S-NPP (Suomi National Polar-orbiting Partnership) respectivamente. La presentación se centra en la erupción del Volcán Ubinas (Perú) ocurrida el día 19 de julio de 2019 y captada por el satélite NOAA-20.

Abstract

Currently, there are numerous polar-orbiting satellite platforms for various purposes such as environmental monitoring. This document reviews the volcanic ash detection products available with the new VIIRS (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) sensor onboard the latest generation of polar satellites from NOAA and NASA, JPSS (Joint Polar Satellite System), and S-NPP (Suomi National Polar-orbiting Partnership) respectively. The presentation focuses on the eruption of the Ubinas Volcano (Peru) that occurred on July 19, 2019, and captured by the NOAA-20 satellite.

Palabras clave: satélite polar, sensor VIIRS, ceniza volcánica, VAAC-BUE

Citar como:

Rodriguez, D. M. y L. Vidal, 2020: Monitoreo de ceniza volcánica con la nueva generación de satélites polares. Nota Técnica SMN 2020-72.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Información General

En la actualidad existen numerosas plataformas satelitales polares destinadas a la observación medioambiental. En este documento nos centraremos en la nueva generación de satélites polares de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) y en particular en los datos provistos por el sensor VIIRS¹ (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite) a bordo del satélite NOAA-20. El objetivo es hacer un repaso de los diferentes productos que hoy ofrece este nuevo sensor y que podrían ser de utilidad para mejorar la detección y predicción de cenizas volcánicas en el ámbito de la VAAC-BUE.

A lo largo de todo el documento se estará mostrando un caso de estudio correspondiente a la erupción del Volcán Ubinas ubicado al sur de Perú (16.21°S 70.54°W) ocurrida el día 19 de julio de 2019. Para ello se eligió la pasada vespertina del satélite NOAA-20 que capturó muy bien la nube de ceniza volcánica como puede apreciarse en la imagen composición RGB de color verdadero en tonalidades marrón-ocre (Figura 1). Todos los datos fueron procesados con el software McIDAS-V².

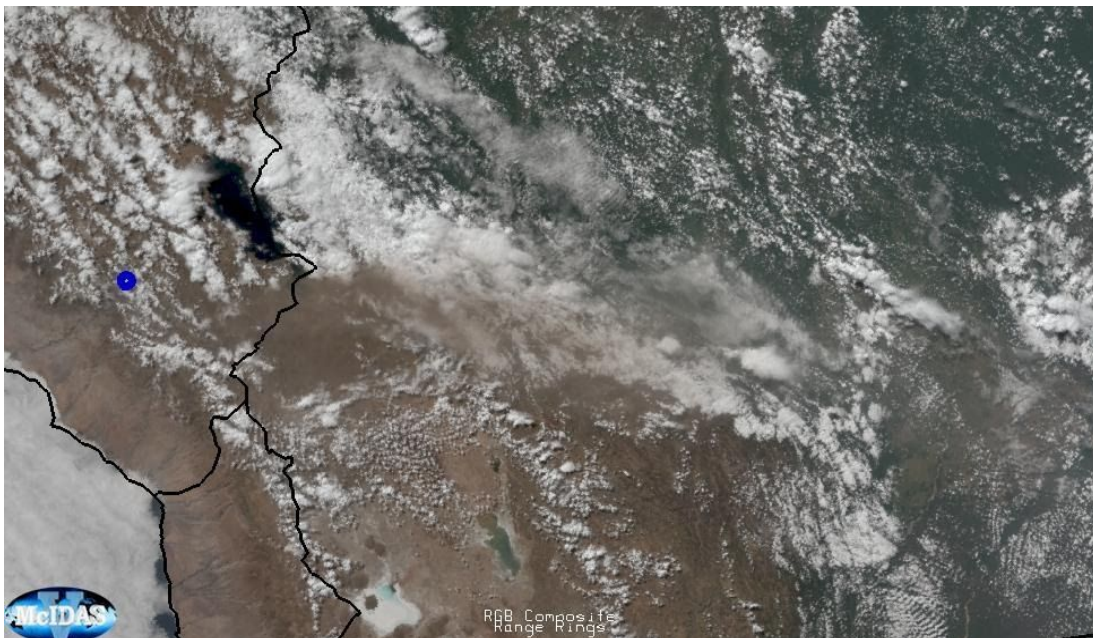


Fig. 1: Producto composición Color Verdadero RGB [banda M4 (0.550 μm), banda M5 (0.672 μm), banda M6 (0.746 μm)] del sensor VIIRS a bordo del satélite NOAA-20 para el día 19-07-2019 a las 17:56 UTC.

¹ <https://www.jpss.noaa.gov/viirs.html>

² <https://www.ssec.wisc.edu/mcidas/software/v/>

2. OBTENCIÓN DE DATOS

2.1 Matriz de algoritmos JPSS/SNPP y nivel de validación

Los productos en gránulos **JPSS VIIRS (JPSS_GRAN) Nivel 2** son desarrollados por el Centro NOAA/NESDIS para la Aplicación e Investigación de Satélites (STAR) y producidos en tiempo casi real por la Oficina de Operaciones Satelitales y de Productos (OSPO). Los mismos se distribuyen en formato netCDF-4 con atributos de metadatos incluidos.

Para conocer el estado de avance y madurez de cada producto y algoritmos, se puede consultar el siguiente link: <https://www.star.nesdis.noaa.gov/jpss/AlgorithmMaturity.php>

2.2 Fuente de descarga de datos y gránulos seleccionados

Los diferentes datos a mostrar fueron obtenidos a través del repositorio online CLASS³ (Comprehensive Large Array-data Stewardship System) de la NOAA. Los datos EDR están formados por gránulos que se distribuyen en archivos formato (TAR). Se seleccionaron los productos que se encuentran indicados en la Figura 2.

Advanced Search

Datatype

- VIIRS Active Fires EDR
- VIIRS Aerosol Optical Depth and Aerosol Particle Size EDRs
- VIIRS Volcanic Ash Detection and Height EDRs
- VIIRS Aerosol Detection EDR
- VIIRS Albedo (Surface) EDR
- VIIRS Cloud Base Height EDRs
- VIIRS Cloud Top Height EDR
- VIIRS Cloud Mask EDR
- VIIRS Cloud Phase EDR
- VIIRS Daytime Cloud Optical and Microphysical Properties (DCOMP) EDRs
- VIIRS Ice Concentration and Ice Surface Temperature EDRs
- VIIRS Ice Thickness and Age EDRs
- VIIRS Land Surface Temperature EDR
- VIIRS Nighttime Cloud Optical and Microphysical Properties (NCOMP) EDRs
- VIIRS Snow Cover EDR
- VIIRS Surface Reflectance EDR

Satellite

NOAA-20
S-NPP

Fig. 2: Tipo de producto JPSS VIIRS (JPSS_GRAN) Nivel 2 disponible en CLASS –NOAA.

³

https://www.avl.class.noaa.gov/saa/products/search?sub_id=0&datatype_family=JPSS_GRAN&submit.x=24&submit.y=4

3. PRODUCTOS SATELITALES

3.1 Ceniza volcánica: detección y altura (EDR)

El producto **VIIRS Volcanic Ash Detection and Height (EDR)**⁴ contiene un conjunto de datos ambientales de ceniza volcánica correspondiente al radiómetro VIIRS a bordo de los satélites Suomi-NPP⁵ y NOAA-20 los cuales son producidos por el Servicio de Información y Satélite NOAA (NESDIS).

Los nombres de las 20 variables disponibles para el producto *VIIRS Volcanic Ash Detection and Height (EDR)* se muestran en la Figura 3. Cada EDR contiene dos imágenes con valores de píxeles que identifican la altura de la nube de ceniza volcánica y la carga de masa. El producto también incluye información de calidad de datos sobre detección de ceniza volcánica. El algoritmo emplea las bandas espectrales M14 (8.55 µm), M15 (10.763 µm) y M16 (12.013 µm) y proporciona cobertura global cada 12 horas aproximadamente. Los datos son distribuidos por el sistema NESDIS (NDE) y obtenidos del sistema NOAA (CLASS). Se distribuyen como gránulos individuales de 86 segundos en formato NetCDF-4 con atributos de metadatos incluidos.

Para conocer en detalle los algoritmos involucrados en cada uno de los productos que se mostrarán a continuación se puede consultar el documento ***Enterprise Algorithm Theoretical Basis Document for Volcanic Ash (Detection and Height)***⁶.

Detalle de los gránulos utilizados (*nombre de los archivos*)

JRR-VolcanicAsh_v2r0_j01_s201907191756251_e201907191757496_c201907191836050.nc

JRR-VolcanicAsh_v2r0_j01_s201907191757508_e201907191759153_c201907191836440.nc

⁴ <https://data.nodc.noaa.gov/cgi-bin/iso?id=gov.noaa.ncdc:C01441>

⁵ https://www.nasa.gov/mission_pages/NPP/main/index.html

⁶ https://www.ospo.noaa.gov/Products/Suites/files/atbd/Enterprise_ATBD_Aviation_VolAsh_Dec2015.pdf

Fields	show variables
♀ 2D grid	
	<ul style="list-style-type: none"> ✎ Ash Confidence ✎ Ash Confidence Multi ✎ Beta (12/11 um) for single layered clouds at LRC ✎ Beta (12/11 um) for single layered clouds ✎ Beta (8.5/11 um) for single layered clouds at LRC ✎ Beta (8.5/11 um) for single layered clouds ✎ 11 um cloud emissivity array for single layered clouds ✎ 8.5 um cloud emissivity array for single layered clouds ✎ Ash Top Temperature ✎ Ash Top Pressure ✎ Ash Top Height ✎ Ash Emissivity at 11um ✎ Ash Effective Particle Size ✎ Ash visible optical depth ✎ Ash infrared optical depth ✎ Ash Mass Loading ✎ Beta value for 11 and 12 microns ✎ Estimated error in ash temperature ✎ Estimated error in ash pressure ✎ Estimated error in Ash Height

Fig. 3: Lista de variables disponibles en el producto VIIRS Volcanic Ash Detection and Height (EDRs).

3.1.1 Nivel de confianza de ceniza volcánica

La variable **Ash Confidence** muestra el nivel de confianza de ceniza volcánica a través de una tabla de cuatro categorías que incluyen: Alta, moderada, baja, muy baja y sin ceniza (Tabla 1). En la Figura 4 se observa en color naranja (Moderada) el nivel de confianza de ceniza volcánica para la erupción del Volcán Ubinas del día 19 de julio de 2019 a las 17:56 UTC.

Tabla 1: Escala de Nivel de Confianza de Ceniza Volcánica por categorías

VALOR	CATEGORÍA	COLOR
0	ALTA	
1	MODERADA	
2	BAJA	
3	MUY BAJA	
4	SIN CENIZA	

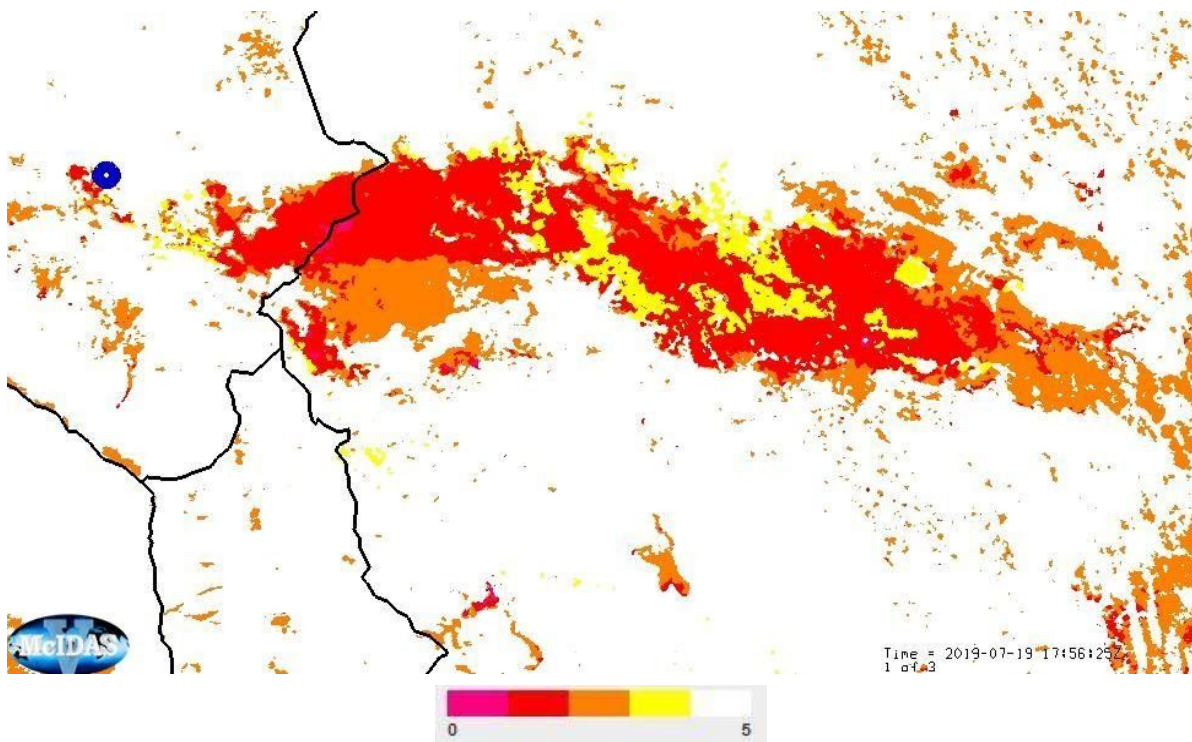


Fig. 4: Producto de Nivel de Confianza de Ceniza Volcánica del sensor VIIRS (NOAA-20) correspondiente al 19-07-2019 entre las 17:56 UTC y las 17:57 UTC.

3.1.2 Temperatura del tope de la nube de ceniza volcánica

La variable **Ash Top Temperature** representa valores de temperatura del tope de la nube de ceniza volcánica en grados Kelvin (K). En la Figura 5 se observa en tonos de azules y cian, valores en el rango de 200 K a 250 K (los más fríos), que corresponden a la temperatura del tope de la nube de ceniza volcánica para la erupción del Volcán Ubinas del día 19 de julio de 2019 a las 17:56 UTC.

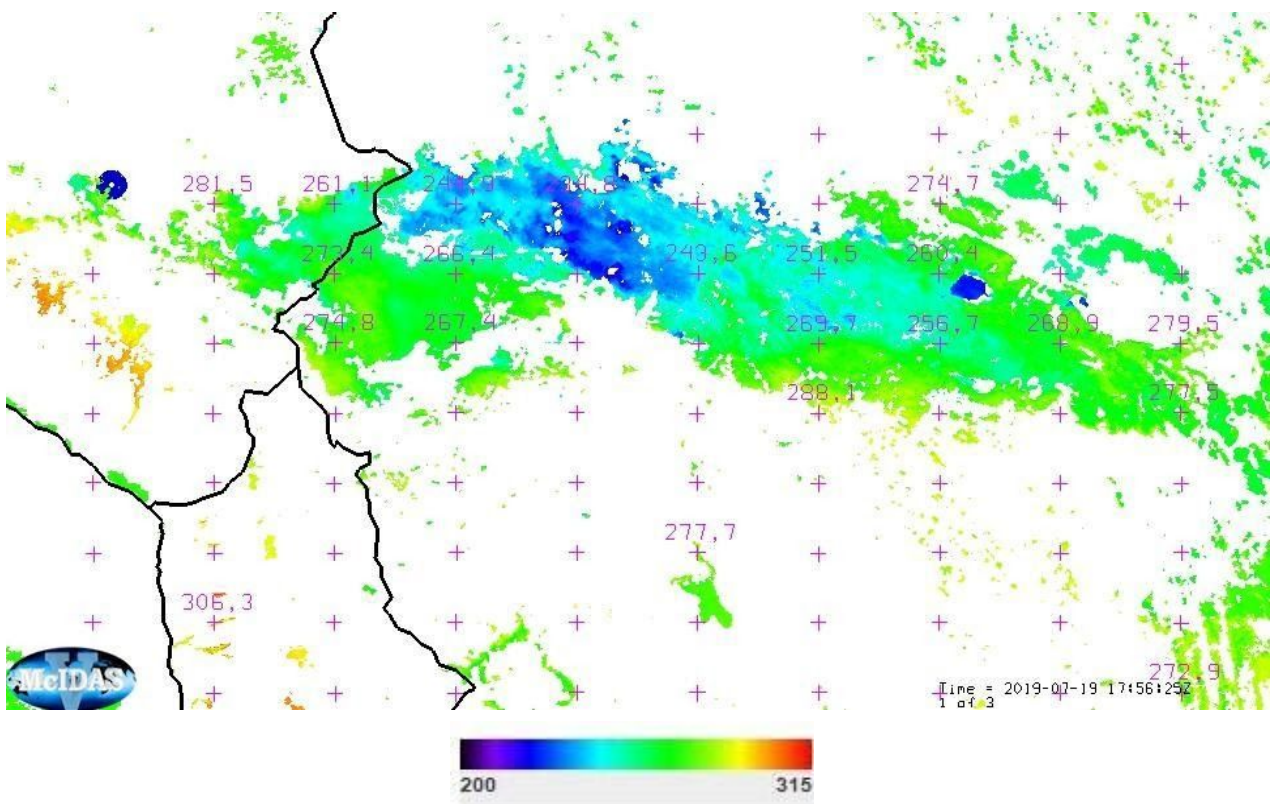


Fig. 5: Producto Temperatura del Tope de la Nube de Ceniza (K) del sensor VIIRS (NOAA-20) correspondiente al 19-07-2019 entre las 17:56 UTC y las 17:57 UTC.

3.1.3 Presión del tope de la nube de ceniza volcánica

La Variable **Ash Top Pressure** representa valores de presión del tope de la nube de ceniza volcánica en hectopascales (hPa). En la Figura 6 se observa en tonos de violeta y azul, los valores más bajos de presión del tope de la nube de ceniza volcánica para la erupción del Volcán Ubinas del día 19 de julio de 2019 a las 17:56 UTC.

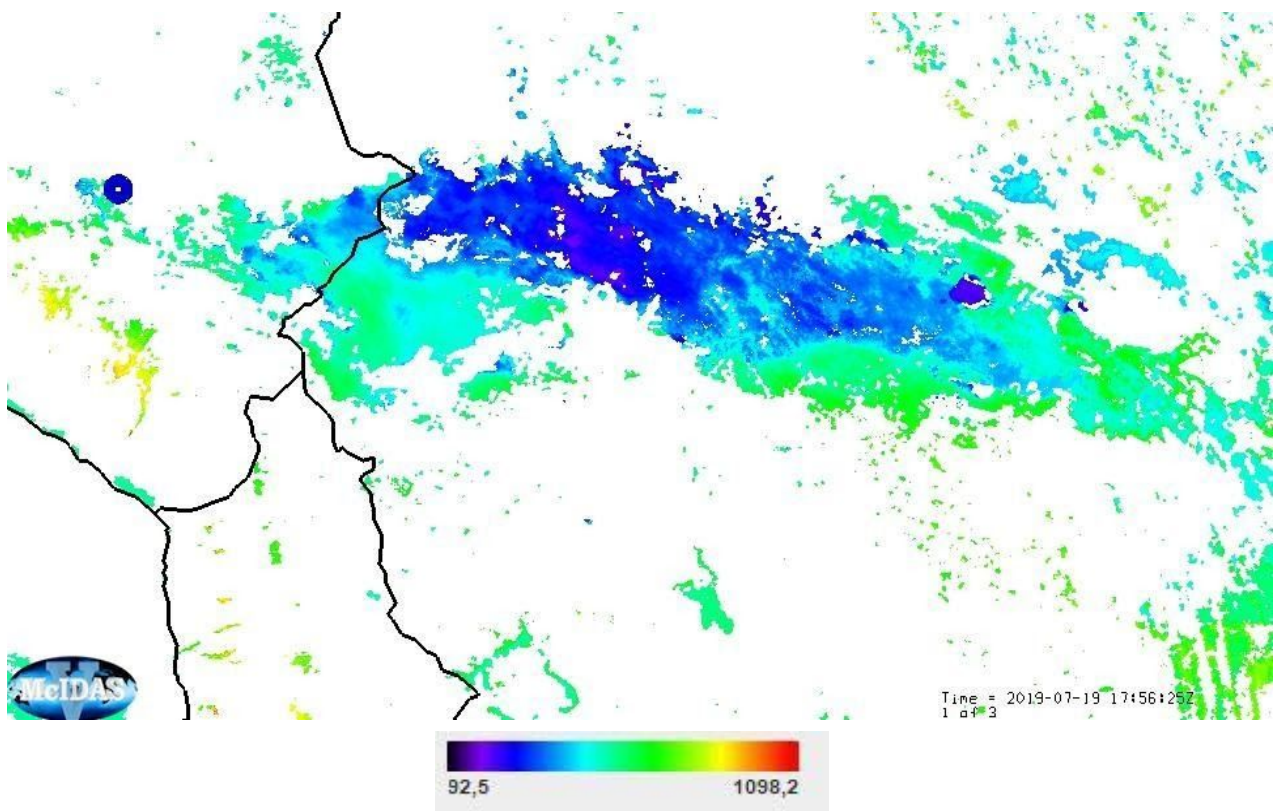


Fig. 6: Producto Presión del Tope de la Nube de Ceniza (hPa) del sensor VIIRS (NOAA-20) correspondiente al 19-07-2019 entre las 17:56 UTC y las 17:57 UTC.

3.1.4 Altura del tope de la nube de ceniza volcánica

La variable **Ash Top Height** representa valores de altura del tope de la nube de ceniza volcánica en Metros (m). En la Figura 7 se observa en tonos de amarillo, naranja y rojo los valores más altos que se encuentran en el rango de (9000 a 12000 metros) y que corresponden a la altura del tope de la nube de ceniza para la erupción del Volcán Ubinas del día 19 de julio de 2019 a las 17:56 UTC.

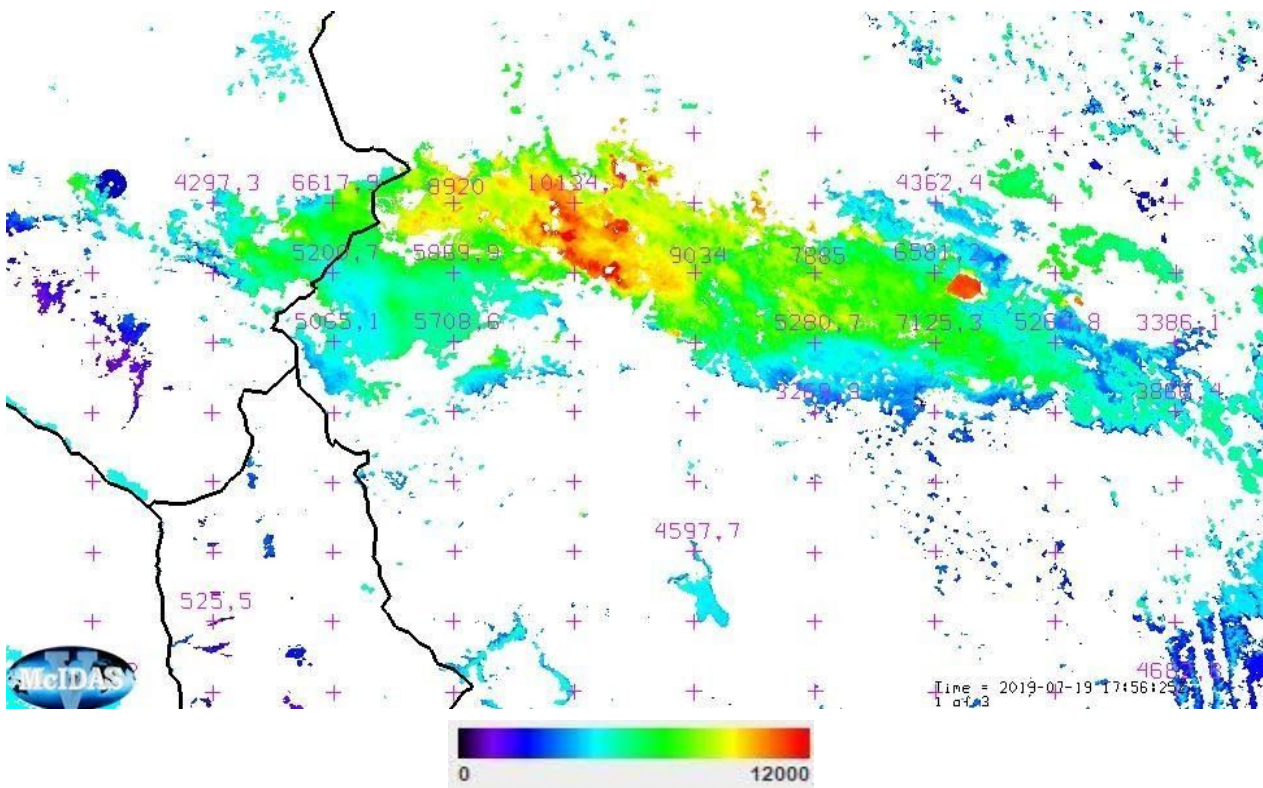


Fig. 7: Producto Altura del Tope de la Nube (metros) del sensor VIIRS (NOAA-20) correspondiente al 19-07-2019 entre las 17:56 UTC y las 17:57 UTC.

3.1.5 Tamaño efectivo de partículas de ceniza volcánica

La variable **Ash Effective Particle Size** representa valores de tamaño efectivo de partículas de ceniza volcánica expresada en micrómetros (μm) (Tabla 2). En la Figura 8 se observa en tonos de amarillo, naranja y verde, valores que se encuentran entre 2 μm y 5 μm , para la nube de ceniza volcánica que corresponde a la erupción del Volcán Ubinas del día 19 de julio de 2019 a las 17:56 UTC.

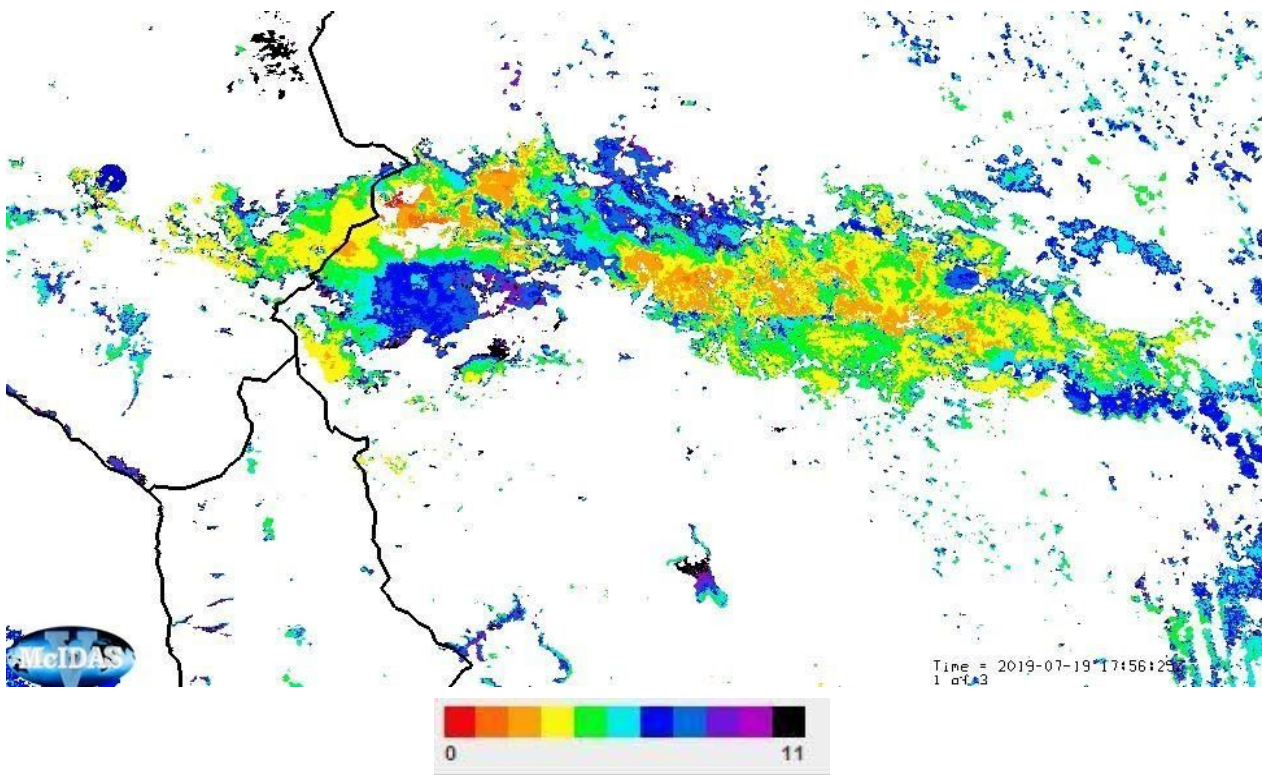


Fig. 8: Producto Tamaño Efectivo de Partículas de Ceniza Volcánica (μm) del sensor VIIRS (NOAA-20) correspondiente al 19-07-2019 entre las 17:56 UTC y las 17:57 UTC.

Tabla 2: Escala Tamaño Efectivo de Partículas de Ceniza (μm).

Rango (μm)	Color
0 - 1	Red
1 - 2	Orange
2 - 3	Light Orange
3 - 4	Yellow
4 - 5	Green
5 - 6	Cyan
6 - 7	Blue
7 - 8	Light Blue
8 - 9	Purple
9 - 10	Dark Purple
≥ 10	Black

3.1.6 Espesor óptico visible de partículas de ceniza volcánica

La variable **Ash Visible Optical Depth** representa valores de espesor óptico de ceniza volcánica en la longitud de onda del canal visible. Los valores no se expresan en unidades y varían entre 0 y 5. A mayor valor de espesor óptico de aerosol, mayor es la concentración de partículas. El color rojo y el anaranjado corresponden a valores altos, mientras que el azul corresponde a valores bajos. En la Figura 9 se observa en tonos de verde claro a rojo, valores de 2.5 para el verde claro y 4.8 para el naranja. Los mismos corresponden a los valores más altos registrados para la nube de ceniza volcánica que corresponde a la erupción del volcán Ubinas del día 19 de julio de 2019 a las 17:56 UTC.

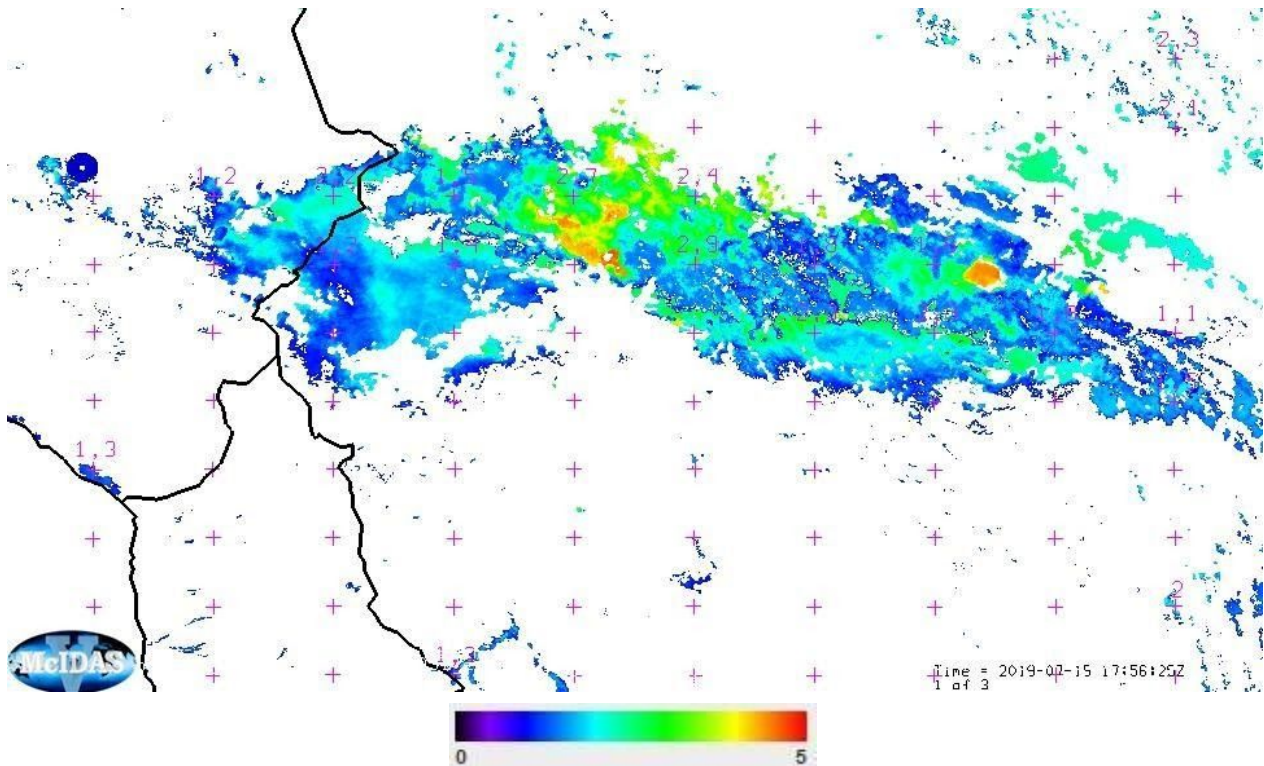


Fig. 9: Producto Espesor Óptico Visible de Partículas de Ceniza Volcánica del sensor VIIRS (NOAA-20) correspondiente al 19-07-2019 entre las 17:56 UTC y las 17:57 UTC.

3.1.7 Espesor óptico infrarrojo de partículas de ceniza volcánica

La variable **Ash Infrared Optical Depth** representa valores de espesor óptico de ceniza volcánica en la longitud de onda del canal infrarrojo. Los valores no se expresan en unidades y varían entre 0 y 2.5. A mayor valor de espesor óptico de aerosol, mayor es la concentración de partículas. El color rojo y anaranjado corresponde a valores altos, mientras que el verde corresponde a valores más bajos. En la Figura 10 se observa valores de concentración de alrededor de 1.1 en verde claro y los mayores a 2.1 para el naranja. Los mismos corresponden a los valores más altos registrados para la nube de ceniza volcánica que corresponde a la erupción del volcán Ubinas del día 19 de julio de 2019 a las 17:56 UTC.

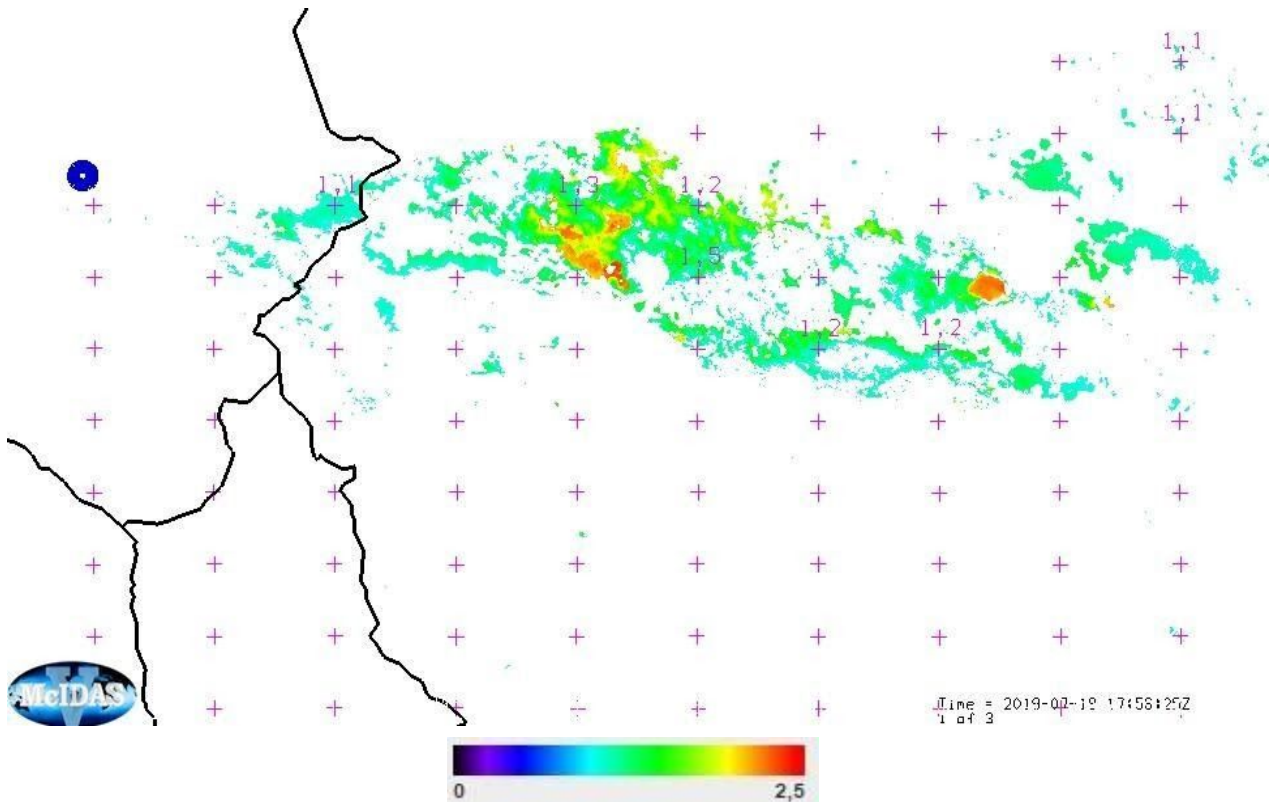


Fig. 10: Producto Espesor Óptico Infrarrojo de Partículas de Ceniza Volcánica del sensor VIIRS (NOAA-20) correspondiente al 19-07-2019 entre las 17:56 UTC y las 17:57 UTC.

3.1.8 Carga de masa de ceniza volcánica

La variable **Ash Mass Loading** representa valores de carga de masa de ceniza volcánica expresada en Ton/km^2 . En la Figura 11 se observa en tonos de verde claro a rojo los mayores valores para la variable de carga de masa que corresponde a la erupción del volcán Ubinas del día 19 de julio de 2019 a las 17:56 UTC.

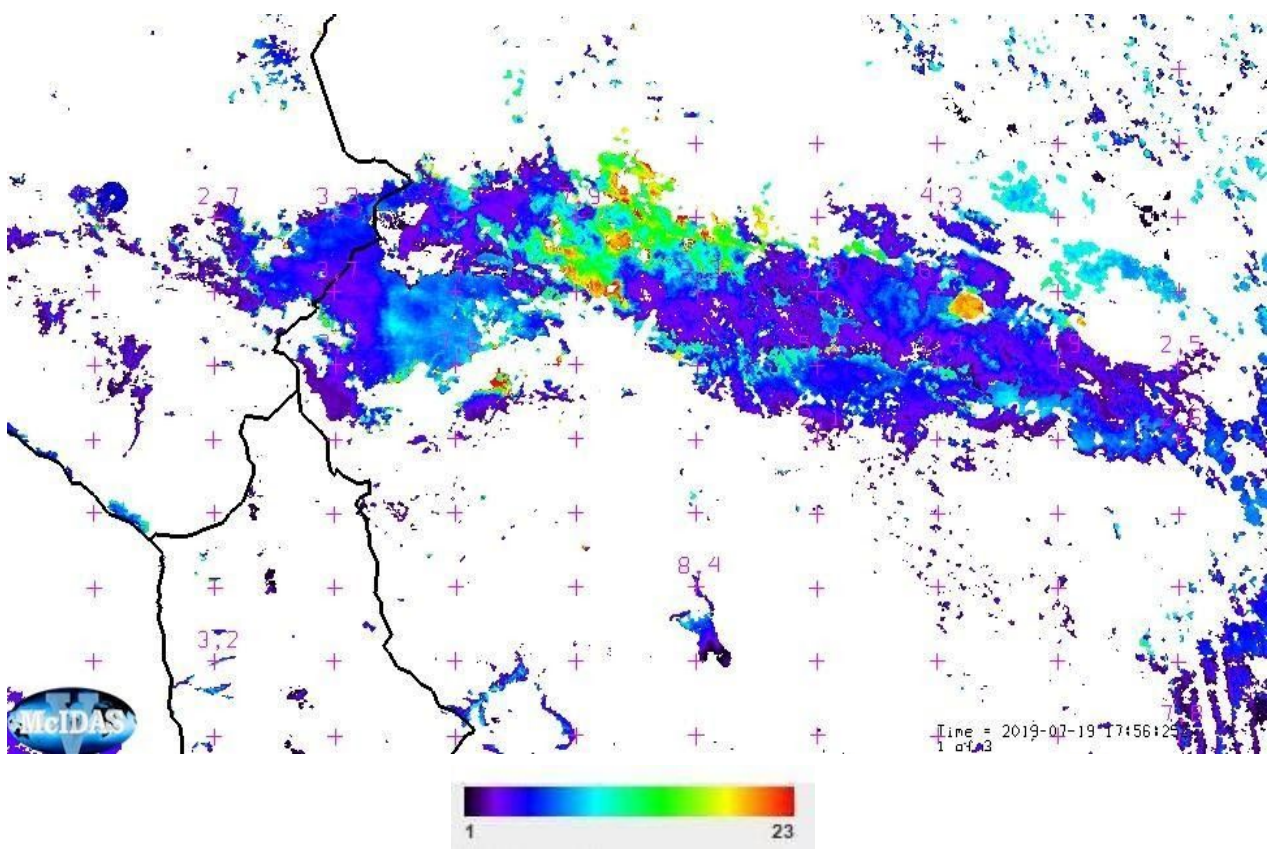


Fig. 11: Producto Carga de Masa de Ceniza Volcánica (Ton/km^2) del sensor VIIRS (NOAA-20) correspondiente al 19-07-2019 entre las 17:56 UTC y las 17:57 UTC.

4. DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA

Enterprise Algorithm Theoretical Basis Document For Volcanic Ash (Detection and Height)

https://www.ospo.noaa.gov/Products/Suites/files/atbd/Enterprise_ATBD_Aviation_VolAsh_Dec2015.pdf

Validated Maturity Science Review for Volcanic Ash (Suomi NPP y NOAA-20)

https://www.star.nesdis.noaa.gov/jpss/documents/AMM/N20/VolcanicAsh_Validated.pdf

The Development of JPSS Volcanic Cloud Applications

https://www.star.nesdis.noaa.gov/star/documents/meetings/2015JPSSAnnual/dayTwo/08_Session5_Pavlonis_VolcanicClouds.pdf

Volcanic Ash Detection and Retrieval

http://rammb.cira.colostate.edu/training/visit/quick_guides/QuickGuide_JPSS_VolcanicAsh_20180709.pdf

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 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).