

DESCARGAS DE PLUMA EN ERUPCIONES VOLCÁNICAS

Daiana Baissac¹, M. Gabriela Nicora¹, Eldo Ávila², Gabriela Badi³

dmbaissac@gmail.com. Autor/a correspondiente.

¹DEILAP, instituto de investigaciones científicas y Técnicas para la Defensa/ FCAYG (UNIDEF, CONICET / UNLP).

²Facultad de Matemática, Astronomía y Física (FAMAF, UNC, IFEG-CONICET)

³Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas / OAVV (UNLP / SEGEMAR)

Palabras clave: Volcanes, Descargas Eléctricas, Monitoreo.

1) INTRODUCCIÓN

Las erupciones volcánicas ocurren con frecuencia en nuestro planeta. Muchas de ellas, principalmente las de mayor intensidad han mostrado gran electrificación asociada a la emisión de partículas y gases que son liberadas por la erupción hacia la atmósfera.

Desde la década del '90 hacia el día de hoy, el número de trabajos relacionados con las descargas eléctricas volcánicas ha ido en aumento (Müller 2011- Behnke 2013 - otros), impulsados entre otras cosas, por el continuo avance en la tecnología utilizada en el sensado remoto. De esta manera al día de hoy podemos observar las descargas eléctricas volcánicas no solo de manera directa, in situ, sino también a través de distintas herramientas de sensado remoto que nos permiten tener una imagen más completa de lo que está sucediendo.

Si bien, la actividad eléctrica volcánica puede tener distintas características según la región de la pluma que se vea implicada y la dinámica de la erupción en general, las descargas eléctricas denominadas por McNutt and Thomas (2015) como “descargas de pluma” (*plume lightning* en inglés) son en las que nos centramos para este trabajo. Las descargas de pluma, son descargas de mayor intensidad y longitud que se generan en la parte superior de la pluma volcánica, muy similares a las descargas meteorológicas típicas. Por esta similitud, es posible detectarlas de manera remota utilizando los sistemas de localización global de descargas eléctricas meteorológicas ya existentes. Un gran número de trabajos utilizando redes como la World Wide Lightning Location Network (WWLLN) o la Earth Networks Total Lightning Network (ENTLN), han demostrado la conexión existente entre cambios en la dinámica de la erupción y la generación de descargas eléctricas. Pero también marcaron la dificultad de distinguir si la naturaleza de la descarga eléctrica detectada es volcánica (por la generación de una pluma volcánica) o meteorológica (por una tormenta eléctrica en el lugar). Esto implica un problema para el monitoreo remoto de las erupciones utilizando los sistemas de localización de descargas eléctricas.

En la actualidad, hay disponibles una gran variedad de satélites meteorológicos que monitorean remotamente distintas regiones del mundo, proporcionando una fuente de información atmosférica invaluable. Principalmente los satélites geoestacionarios, nos permiten ver de manera casi continua el desarrollo de una nube volcánica. En el caso del GOES-16, además del sensor multibanda ABI, posee el primer sensor operacional geoestacionario utilizado para detectar descargas eléctricas de manera continua, GLM. Los datos de satélites como el GOES-16 o el Himawari-8, se encuentran de manera pública. Si bien existen productos diseñados con el objetivo de detectar emisiones eruptivas, gran parte de los trabajos realizados utilizando los datos de este satélite se encuentran orientados a fines meteorológicos. En efecto, el comportamiento del GLM para la detección de descargas durante una erupción volcánica es poco conocida actualmente.

2) METODOLOGÍA

En nuestro trabajo, utilizamos las descargas eléctricas detectadas por la ENTLN y para el caso que sea posible, también los del GLM durante las erupciones volcánicas ocurridas desde el 2018 en adelante en una serie de volcanes ubicados en la zona tropical, en conjunto con las imágenes satelitales obtenidas desde el ABI-GOES16 y el Himawari-8. El estudio comienza con la erupción del volcán de Fuego (Guatemala, 2018), al que se le suman las descargas del Soufriere St Vincent (San Vicente y Las Granadinas, 2021), el San Cristobal (Nicaragua, 2021), el Anal Krakatoa (Indonesia, 2018), Sinabung (Sumatra, 2021) y el Taal (Filipinas, 2020).

Para determinar si las descargas eléctricas pudieron haberse generado por una erupción volcánica y no por una tormenta eléctrica, seleccionamos las descargas eléctricas que se presentaron en cercanías al volcán (dentro de un radio de alrededor de 20 km) y que coincidieron temporal y espacialmente con la generación de la pluma volcánica reportada u observada a través de imágenes satelitales.

Para cada registro analizamos los distintos parámetros proporcionados por los sistemas de detección terrestre y satelital, además del número de descargas detectado por cada medio. A partir de las descargas detectadas por la ENTLN, podemos analizar las polaridades de las mismas, su corriente y multiplicidad. Desde los datos otorgados por el GLM analizamos la energía óptica registrada.

Otro parámetro de interés utilizado en este trabajo es la Temperatura de Brillo que alcanza la pluma volcánica observada desde imágenes satelitales, en este caso desde el canal 13 (10.37 μm) del ABI-GOES-16 y para los volcanes orientales, la banda 13 del Himawari-8. La Temperatura de Brillo se obtiene cada 15 minutos para el caso de erupciones desarrolladas durante el 2018 y cada 10 minutos para el caso de erupciones más recientes. En conjunto con los datos de las descargas, se consideran también los reportes de la VAAC (Volcanic Ash Advisory Center) correspondiente junto con los boletines y reportes almacenados por el Smithsonian-GVP (Global volcanism program).

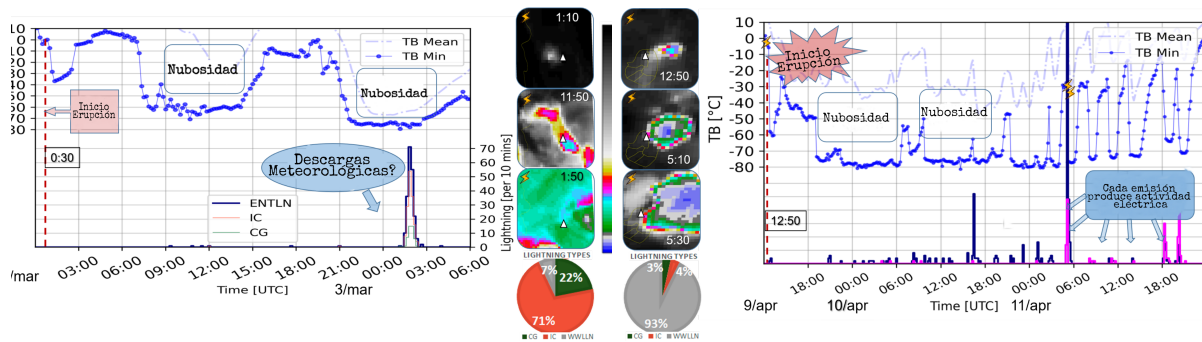


Figura 1: Ejemplo de dos casos de estudio. En la Izquierda, correspondiente con la erupción del Sinabung, se muestran sobre el panel principal las descargas detectadas por la ENTLN (línea azul continua), la temperatura de Brillo (línea continua con puntos azules) y en los paneles más pequeños de la derecha se ven las imágenes satelitales de la banda 13 del Himawari-8, para tres momentos distintos de la erupción. Sobre la derecha, se muestra la información sobre la erupción del Soufriere St Vincent, para este caso, las descargas eléctricas se registran con la ENTLN (línea azul) y el GLM (línea magenta); la Temperatura de Brillo obtenida a partir de la banda 13 del GOES16 se representa con línea azul con puntos sobre el mismo gráfico. Nuevamente en los paneles más pequeños de la izquierda se observan las imágenes satelitales de tres momentos específicos de la erupción.

3) DISCUSIÓN

Para cada una de las erupciones mencionadas se realizan las figuras que se ejemplifican en la figura 1. En esta figura se muestran dos casos particulares, la erupción del Sinabung (2021) a la izquierda y del Soufriere St. Vincent (2021) a la derecha.

La erupción del Sinabung se produce en un entorno nuboso, donde por momentos la visualización de la erupción desde las imágenes satelitales se torna difícil. Las descargas eléctricas registradas se generan un tiempo después del inicio de la erupción y se puede observar el paso de una tormenta eléctrica meteorológica por la región en el mismo momento en el que son registradas, por lo que esta actividad eléctrica sería de origen meteorológico y no volcánico. Por otro lado, para el caso del Soufriere St Vincent, la erupción tiene varios pulsos durante un período de tiempo de 3 días, para los cuales, en cada ocasión en donde las plumas volcánicas alcanzaron. Temperaturas más bajas, mostraron siempre electrificación. Además, en este ejemplo podemos notar que la actividad eléctrica no siempre tuvo el mismo comportamiento, principalmente referido a la tasa de descargas registradas en cada pulso eruptivo. Esto resulta interesante para entender que otros parámetros de la erupción pueden afectar la actividad eléctrica mostrada.

Con toda la información recopilada, podemos analizar las diferencias que existen entre la detección de descargas eléctricas desde sistemas de localización terrestres y satelitales durante una erupción en curso. Además, podemos notar una fuerte correlación entre la Temperatura de Brillo y la generación de actividad eléctrica y como otros parámetros de la erupción o de su entorno, pueden influir en la intensidad o cantidad de descargas eléctricas que se detectan en cada caso.

Para el caso de erupciones como las del San Cristóbal y el Sinabung, plantean escenarios de interés por el hecho de haber ocurrido la erupción en presencia de tormentas en los alrededores, con nubosidad importante en la región que por momentos dificulta las observaciones del fenómeno.

Mediante el análisis de los datos otorgados por cada fuente, buscamos echar luz sobre la utilización de los sistemas de localización de descargas para el monitoreo de erupciones volcánicas y presencia de ceniza volcánica en la atmósfera.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer al Dr. Jeff Lapierre y la Earth Networks por proveer los datos utilizados en este trabajo. También al CITEDEF, FAMAF y UNLP, instituciones que apoyan la realización del trabajo. Agradecimiento especial a la UMI-IFAECI, quienes mostraron su apoyo mediante el pago de la inscripción al congreso y finalmente a la NOAA, la Asociación de universidades de investigación espacial (USRA), la universidad de Alabama en Huntsville, Lockheed Martin y Harris Corporation, y miembros del grupo de ciencia del GLM.

REFERENCIAS

Müller, B. M., 2011. Flash and Fire: Pioneering Research into the Volcanic Lightning Phenomenon. *Weatherwise*, 64(1), 12-21.

Behnke, S. A., Thomas, R. J., McNutt, S. R., Schneider, D. J., Krehbiel, P. R., Rison, W., & Edens, H. E., 2013. Observations of volcanic lightning during the 2009 eruption of Redoubt Volcano. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 259, 214-234.

McNutt, S.R., Thomas, R.J., 2015. Volcanic Lightning. In: In, Sigurdsson H., Houghton, B., McNutt, R.S., Rymer, H., Stix, J. (Eds.), *The Encyclopedia of Volcanoes*, Second edition Academic Press, pp. 1059–1067.