

Emisiones de SO₂ en la erupción del volcán Ubinas en julio 2019

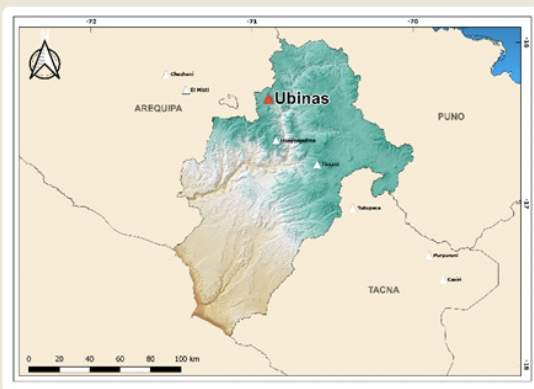
Fredy Apaza, Jorge Alcántara, Daniel Ramirez.

Observatorio Vulcanológico de INGEMMET, Barrio magisterial 2 B-16 Yanahuara, Arequipa, Perú (fapaza@ingemmet.gob.pe)

Palabras clave: Dióxido de azufre, DOAS, TROPOMI.

INTRODUCCIÓN

El volcán Ubinas (16°22' S, 70°54' O, 5672 m.s.n.m.), está ubicado en La Zona Volcánica Central (CVZ) de los Andes, a 75 km de la ciudad de Arequipa en la zona sur del Perú. La actividad eruptiva reciente consta de más de 26 episodios eruptivos en los últimos 500 años (Rivera et al., 2011).



► Fig. 1 – Ubicación del Volcán Ubinas.

En el Perú, el observatorio Vulcanológico del INGEMMET inició el uso de los instrumentos DOAS instalando una estación NOVAC en el volcán Ubinas en el año 2014, el volcán Ubinas cuenta con dos estaciones NOVAC equipadas con un escáner DOAS. Estas redes cuentan con transmisión de datos en tiempo real para el monitoreo permanente del proceso de desgasificación volcánica.

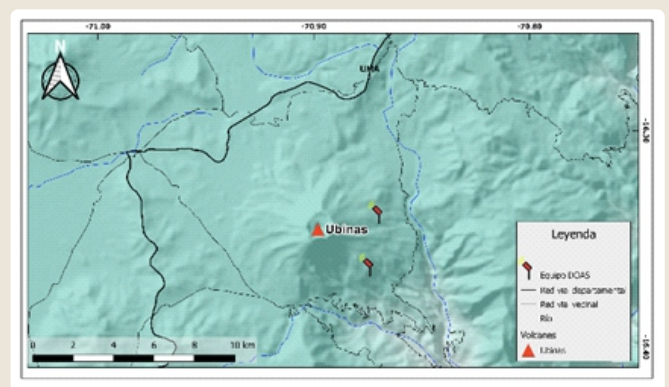
El presente resumen presenta los resultados de las mediciones de flujos de SO₂ en el volcán Ubinas durante el último proceso eruptivo de 2019.

METODOLOGÍA

El uso de instrumentos de espectroscopia de absorción óptica diferencial ultravioleta (DOAS) para la medición

de emisiones de gases volcánicos ha sido implementado en 42 volcanes alrededor del mundo, como indica Galle et al. (2010) este instrumento utiliza la luz solar dispersa en la región UV para derivar la abundancia de SO₂ y posteriormente calcular el flujo de gas utilizando la información de velocidad y dirección del viento, así como altura de la pluma.

La red de monitoreo de SO₂ del volcán Ubinas cuenta con instrumentos DOAS que se componen de un espectrómetro en miniatura (Ocean Optics Inc.), una PC integrada, una fibra óptica, un telescopio y un receptor GPS. El telescopio recoge la luz ultravioleta dispersada desde aerosoles y moléculas de gas en la atmósfera haciendo escaneos de horizonte a horizonte, la fibra óptica transfiere la luz desde el telescopio al espectrómetro, el espectrómetro detecta la luz ultravioleta y la convierte en números digitales, estos números son los espectros para la evaluación posterior del gas; el GPS registra la posición del sistema y da la hora estándar universal y finalmente la PC integrada recoge los espectros y gestiona la comunicación de datos (Kern et al., 2016).



► Fig. 2 – Red de monitoreo DOAS de SO₂ del Volcán Ubinas.

Se necesita dos paquetes de software para ejecutar los procesos del instrumento DOAS, descargar los datos y realizar el postproceso de los datos. El software Kongo se ejecuta en la PC integrada en el campo, este ejecuta las mediciones y guarda los datos en la tarjeta de memoria, por otro lado, el software NOVAC se ejecuta en la computadora del observatorio, este se conecta con el instrumento en campo a intervalos de tiempo y comprueba si hay nuevos para descargar. Los resultados de la tasa de emisión de SO_2 se obtiene en el postprocesamiento de los datos, esto también se realiza en el software NOVAC (Kern et al., 2016).

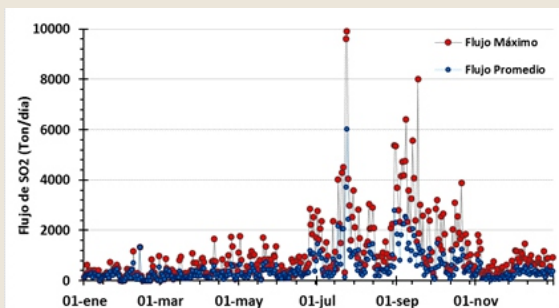
El Instrumento de monitoreo troposférico (TROPOMI) ha revolucionado las técnicas satelitales para el monitoreo de gases trazas en la atmósfera. Este instrumento identifica el SO_2 volcánico emitido a la atmósfera mediante espectroscopía de absorción óptica diferencial a una resolución espacial de $7 \times 3.5 \text{ km}^2$ y una resolución temporal de 1 día (Theys et al., 2021). Las imágenes provistas por el satélite Sentinel-

5p proporcionan información parcial de la cantidad de SO_2 emitido a la atmósfera.

Resultados y discusión

Durante el proceso eruptivo con la red de monitoreo de SO_2 se ha logrado registrar alrededor de 20 escaneos por día en promedio, que lograron captar las emisiones de SO_2 durante las horas de luz solar (~10h).

En la Figura 3 se muestran los flujos máximos y promedio por día de las emisiones de SO_2 durante el año 2019, aquí podemos identificar que desde junio del 2019 se observa un incremento en los flujos de SO_2 que superan las 2000 t/día (Fig. 3), posterior a esto, los flujos se incrementan llegando a superar las 4000 t/día días antes de la principal explosión. Posterior a las primeras explosiones los flujos llegaron a alcanzar hasta 9600 t/día cuando el sistema se encontraba abierto.



► Fig. 3 - Flujos de SO_2 medidos por los instrumentos DOAS de la red de monitoreo del volcán Ubina.



► Fig. 4 - Dióxido de azufre en la atmósfera identificado por las imágenes TROPOMI usando el satélite Sentinel-5P.

CONCLUSIONES

La red de medición de gases volcánicos instalada en el volcán Ubina está registrando información muy valiosa para la comprensión del funcionamiento del sistema volcánico Ubina, siendo una técnica complementaria a las demás técnicas del monitoreo multidisciplinario de volcanes.

El monitoreo de las emisiones de SO_2 del volcán Ubina en este periodo de estabilidad en el conducto volcánico, con un sistema permeable que permite la desgasificación continua de gases, nos permitirá identificar cualquier cambio que ocurra en el sistema magmático o el conducto.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece de manera especial al área de monitoreo volcánico del Observatorio Volcanológico del INGEMMET y al proyecto NOVAC.

REFERENCIAS

- ▶ Rivera, M.; Mariño, J. & Thouret, J.-C. (2011)– Geología y evaluación de peligros del volcán Ubinas. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 46, 88 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/302>.
- ▶ Galle, B., Johansson, M., Rivera, C., Zhang, Y., Kihlman, M., Kern, C., Lehmann, T., Platt, U., Arellano, S., Hidalgo, S. (2010). Network for Observation of Volcanic and Atmospheric Change (NOVAC)—A global network for volcanic gas monitoring: Network layout and instrument description, J. Geophys. Res., 115, D05304, doi:10.1029/2009JD011823.
- ▶ Kern, C., Arellano, S. (2016). NOVAC Instrument User Manual. Optical Remote Sensing Group, Department of Radio and Space Sciences, Chalmers University of Technology, Göteborg, Sweden.
- ▶ Theys, N., Lerot, C., Van Roozendael, I. De Smedt, M., Yu, H. (2021). S5P/TROPOMI SO2 Algorithm Theoretical Document, <https://sentinel.esa.int/documents/247904/2476257/Sentinel-5PATBD-SO2-TROPOMI>.