

Monitoreo visual del volcán Sabancaya con imágenes térmicas en tiempo real

Videl Chavez¹

¹ Observatorio Vulcanológico del INGEMMET - vchavez@ingemmet.gob.pe

Palabras clave: cámara térmica, monitoreo visual

RESUMEN

Las continuas fases eruptivas del volcán Sabancaya desde sus inicios en el año 2016, han representado un reto en el monitoreo y vigilancia, por lo que el INGEMMET a través de su Observatorio Vulcanológico, ha implementado desde el 2013 una red multidisciplinaria de monitoreo de deformación, sismología volcánica, química de gases, hidroquímica volcánica y monitoreo visual, esta última está conformada por 4 cámaras ópticas (SCOP, SAMP, SHUA, SMUC) y una cámara térmica (SIRH), para el monitoreo de proyectiles balísticos y cambios en la temperatura, esto ha complementado en la identificación de los diferentes procesos involucrados en la dinámica del volcán Sabancaya, como formaciones de domo, así como marcar las etapas de inicio de la actividad eruptiva. Por lo cual el presente artículo pretende mostrar las diversas fases del proceso eruptivo formadores de domo, con imágenes térmicas, donde se podrá visualizar los distintos materiales emitidos en fases explosivas. Para la realización de este trabajo nos basamos en el artículo científico de Coppola et al. (2022) titulada "Shallow magma convection evidenced by excess degassing and thermal radiation during the dome-forming Sabancaya eruption (2012–2020)".

INTRODUCCIÓN

El volcán Sabancaya se encuentra en el altiplano de la Puna y forma parte de la Cordillera Occidental. Se encuentra a 76 km al NO de la ciudad de Arequipa, en la provincia de Caylloma, y forma parte de un complejo volcánico que consiste en el Nevado Ampato al sur y Hualca Hualca al norte (Bulmer et al., 1999).

Este volcán ha presentado por lo menos 3 erupciones desde el año 1750, los cuales se registraron en 1750,

1784 y el último en 1981-1998 (Thouret et al., 1994).

Tras 15 años de inactividad, la actividad fumarólica se reanudó el 5 de diciembre del 2012 (Moussallam et al., 2017). Sin embargo, las señales más notorias se registraron el 22-23 de febrero del 2013, cuando se produjo un terremoto de 4.6 y 5.2 ML, el enjambre fue seguido por un aumento gradual de la actividad fumarólica y la desgasificación de SO₂, siendo el 9 y 25 de agosto del 2014, las primeras explosiones freáticas del volcán Sabancaya (Coppola et al., 2022).

Mediante el monitoreo visual desde el 2013, se ha podido tener registro de todos estos procesos, caracterizando las fumarolas y los productos emitidos mediante la cámara térmica. Aunque los instrumentos espaciales brindan una clara ventaja para recopilar datos de forma remota, aún no se pueden igualar al detalle espacial y la resolución de tiempo que se puede obtener al utilizar generadores de imágenes portátiles en tierra (Spampinato et al., 2011).

El mejoramiento de la vigilancia térmica permitirá mejorar la evaluación de peligros y contribuir sustancialmente a comprender una variedad de procesos volcánicos.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este artículo nos basamos en las fases de actividad explosiva del volcán Sabancaya descritas por Coppola et al. (2022), las cuales serán ilustradas con las imágenes térmicas de la cámara SIRH del Observatorio Vulcanológico del INGEMMET.

Ubicación de las cámaras ópticas y térmicas:

El monitoreo visual del volcán Sabancaya está conformado por 4 cámaras ópticas en tiempo real (SCOP, SAMP, SHUA, SMUC) y una térmica (SIRH).

La figura 1 nos muestra la ubicación de las cámaras ópticas y térmica, con respecto al volcán Sabancaya, la Tabla 1 nos da más información sobre las características técnicas de las cámaras y el lugar donde están implementadas.



► Fig. 1 - Ubicación de las cámaras ópticas y térmicas del volcán Sabancaya.

Tabla 1:

Estaciones de monitoreo y características técnicas de las cámaras de monitoreo del volcán Sabancaya.

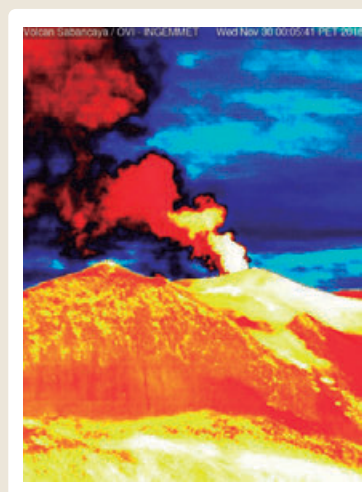
Estación	Cámara	Modelo	Tipo	Ubicación	Transmisión
SIRH	Axis	Q1931-E	Térmica	Hornillos	Tiempo Real
SMUC	Axis	Q1765-LE	Óptica	Muccurca	Tiempo Real
SHUA	Axis	Q1765-LE	Óptica	Domo	Tiempo Real
SAMP	Axis	Q1765-LE	Óptica	Ampato	Tiempo Real
SCOP	Axis	Q1765-LE	Óptica	Coporaque	Tiempo Real

Fases eruptivas del volcán Sabancaya:

Fase I:

Inicio de la actividad explosiva (noviembre -mediados de diciembre del 2016)

Esta fase se caracterizó por frecuentes explosiones vulcanianas, que alcanzaron una altura de hasta 4.5 km, las emisiones de SO₂ fueron mayores a 2000 ton día (-1). No hubo presencia de domo. A continuación, se muestran las imágenes referentes a este periodo.

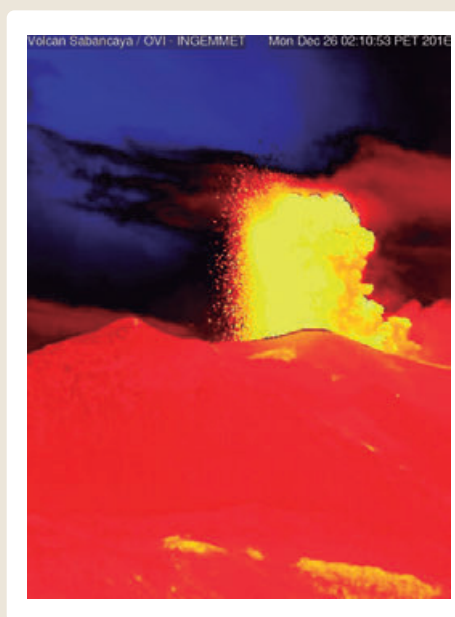


► Fig. 2 - Fase I presencia de explosiones recurrentes detectadas por la cámara SIRH del OVI-INGEMMET.

Fase II:

Comienzo del crecimiento del domo (diciembre del 2016 a enero del 2018)

Esta fase se caracterizó por un aumento en las anomalías térmicas, y por el crecimiento del domo "Huk" (uno en lenguaje quechua), el cual se pudo evidenciar por la actividad fumarólica con alta cantidad de ceniza y explosiones con proyectiles balísticos.



► Fig. 3 - Fase II explosiones con proyectiles balísticos señalados con la flecha roja.



► Fig. 4 - Explosiones con proyectiles balísticos.

Fase III:

Actividad explosiva estable, volumen de domo estable (enero de 2018 a marzo del 2019)

Esta fase se caracterizó por una reducción en el número de las explosiones, siendo el único evento notable el aumento de los niveles de SO₂ en julio del 2018. Sin embargo, las anomalías térmicas aún eran altas y persistentes.

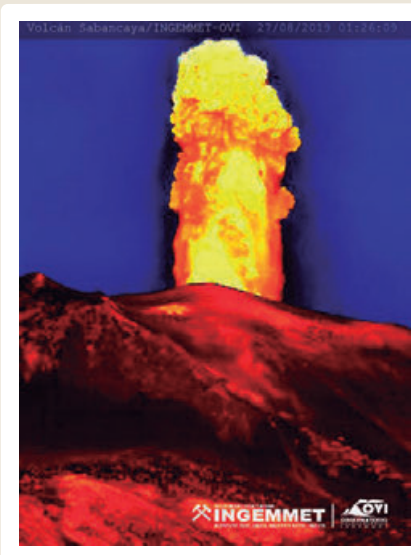


► Fig. 5 - Explosiones con proyectiles balísticos registrado el 24 de agosto del 2018.

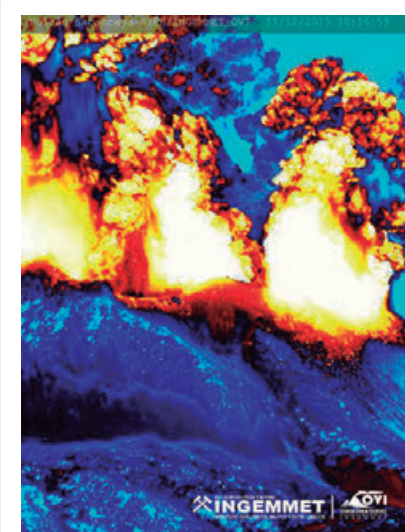
Fase IV:

Crecimiento del domo (marzo a octubre del 2019)

Esta fase inició en marzo del 2019 y se caracterizó por contener 4 subfases con notorias diferencias. En la primera subfase se dio un crecimiento del domo, con aumento en la energía de las explosiones y flujo de SO₂. La segunda subfase se caracterizó por un domo estable con baja actividad explosiva, pero con aumento irregular de la desgasificación. La tercera subfase fue similar a la primera fase con actividad explosiva frecuente. En la cuarta subfase el crecimiento del domo fue muy acelerado, con 200 explosiones por día.



► Fig. 6 - Explosión correspondiente a la tercera subfase (IVc).



► Fig. 7 - Flujo piroclástico registrado tipo boiling-over.

Fase V:**Colapso lento del domo (noviembre del 2019 a septiembre de 2020)**

Se produjo un decrecimiento de la energía de las explosiones, así como de las anomalías térmicas. La superficie del domo entró en una fase de hundimiento. Mediante el monitoreo visual se pudo observar por primera vez la presencia de flujos piroclásticos tipo boiling-over, estos eventos fueron registrados hasta en

6 oportunidades el 11 de diciembre del 2019, este tipo de eventos se asocia con erupciones vulcanianas con magma máfico a intermedio (Lazarte et al., 2019).

Fase VI:**Nueva fase de crecimiento de domo (septiembre de 2020 a diciembre de 2020)**

Esta fase dio origen al nuevo domo llamado "Iskay". Se registró actividad explosiva y una disminución en el flujo de SO₂.

CONCLUSIONES

El uso de imágenes térmicas complementa el monitoreo multidisciplinario del volcán Sabancaya, permitiendo distinguir las diversas fases eruptivas, así como los procesos de formación de domos de lava.

AGRADECIMIENTOS

El uso de imágenes térmicas complementa el monitoreo multidisciplinario del volcán Sabancaya, permitiendo distinguir las diversas fases eruptivas, así como los procesos de formación de domos de lava.

REFERENCIAS

- ▶ Bulmer, M., Johnston, A., & Engle, F. (1999). Analysis of Sabancaya volcano, southern Peru using Radarsat and Landsat TM data. Application Development and Research Opportunity (ADRO).
- ▶ Coppola, D., Valade, S., Masias, P., Laiolo, M., Massimetti, F., Campus, A., ... & Valdivia, D. (2022). Shallow magma convection evidenced by excess degassing and thermal radiation during the dome-forming Sabancaya eruption (2012–2020). *Bulletin of Volcanology*, 84(2), 1-19.
- ▶ Lazarte Zerpa, I. A., Sandoval, C., Arnold, K., Manrique Llerena, N., Masías Alvarez, P. J., Choquehuayta, A., ... & Machacca Puma, R. (2019). Informe técnico anual del volcán Sabancaya, periodo 2018. Región Arequipa, provincia Caylloma, distrito Achoma.
- ▶ Moussallam, Y., Tamburello, G., Peters, N., Apaza, F., Schipper, C. I., Curtis, A., ... & Moussallam, M. (2017). Volcanic gas emissions and degassing dynamics at Ubinas and Sabancaya volcanoes; implications for the volatile budget of the central volcanic zone. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 343, 181-191.
- ▶ Spampinato, L., Calvari, S., Oppenheimer, C., & Boschi, E. (2011). Volcano surveillance using infrared cameras. *Earth-Science Reviews*, 106(1-2), 63-91.
- ▶ Thouret, J. C., Guillaude, R. I. C. H. A. R. D., Huaman, D. A. V. I. D., Gourgaud, A. L. A. N., Salas, G., & Chorowicz, J. (1994). L'Activite actuelle du Nevado Sabancaya (sud Perou); reconnaissance geologique et satellitaire, evaluation et cartographie des menaces volcaniques. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 165(1), 49-63.