

## RESÚMENES DE EXPOSICIONES

### EVALUACIÓN DE LA DEFORMACIÓN DE VOLCANES PERUANOS ACTIVOS

Katherine Vargas<sup>1</sup>, Juan Villegas<sup>1</sup>, Nino Puma<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Geofísico del Perú, Observatorio Vulcanológico del Sur, Urb. La Marina B-19, Cayma, Arequipa, Perú ([kvargas@igp.gob.pe](mailto:kvargas@igp.gob.pe))

**Palabras claves:** Sabancaya, Casiri, Purupuruni, deformación de la corteza, DInSAR

#### Resumen de la presentación:

La deformación de la superficie o la estructura volcánica suele preceder a las erupciones volcánicas en períodos de horas, días o meses, por lo que la deformación es uno de los parámetros más importantes a considerar para el pronóstico de erupciones volcánicas y en el análisis de la evolución de procesos eruptivos, lo que permite generar información con valor público para la toma de decisiones y la mitigación de riesgos. En este estudio se aplican las técnicas de Sistemas Globales de Navegación por Satélite (GNSS, por sus siglas en inglés) e Interferometría Diferencial de Radar de Apertura Sintética (DInSAR, por sus siglas en inglés) haciendo uso de imágenes satelitales Sentinel-1 en órbitas ascendentes y descendentes, para estudiar la deformación superficial en el entorno de los volcanes Sabancaya, Casiri y Purupuruni.

En el entorno del volcán Sabancaya (región Arequipa) se registra una inflación sostenida (levantamiento), incluso previa al proceso eruptivo que inició en 2016 (MacQueen et al., 2020, Boixart et al., 2020). Se definieron hasta seis fases en las que la actividad volcánica ha tenido características particulares considerando la deformación calculada a partir de los cambios de velocidades de los datos GNSS e INSAR, correlacionados con el incremento y disminución de eventos sismovolcánicos. Asimismo, la correlación entre los resultados preliminares de deformación y sismicidad demuestra que, cuando hay mayor presión en el sistema magmático (cámara magmática) sin liberación de la energía mediante explosiones, ocurre una mayor velocidad de inflación, a diferencia de cuando el sistema se relaja porque hay menor presión (y mayor número de explosiones diarias), lo cual repercute en una menor tasa de inflación. Se han realizado interferogramas específicos para las cuatro primeras fases, cuyos datos han sido utilizados para un modelamiento matemático preliminar. Se calculó una fuente esférica de ~300 m de radio a ~14 km bajo la superficie durante la fase I (octubre de 2014 a diciembre de 2015), mientras que durante la fase II (diciembre de 2015 a noviembre de 2016) la fuente con mejor ajuste fue una esfera de ~1 km, pero ubicada 8 km más profunda que la anterior. En la fase III, la fuente con mejor ajuste se ubicó a ~11.5 km bajo la superficie con un radio de ~2 km (noviembre de 2016 a enero de 2018), mientras que en la fase IV (enero de 2018 a diciembre de 2019) se calculó una fuente a ~8.5 km y radio de ~1 km. Todas las fuentes de deformación se localizan por debajo del volcán Hualca Hualca (norte del

### RESÚMENES DE EXPOSICIONES

Sabancaya). Las profundidades de las fuentes presentan cierta correlación con la variación espacial en profundidad de los sismos localizados para cada fase estudiada (Figura 1).

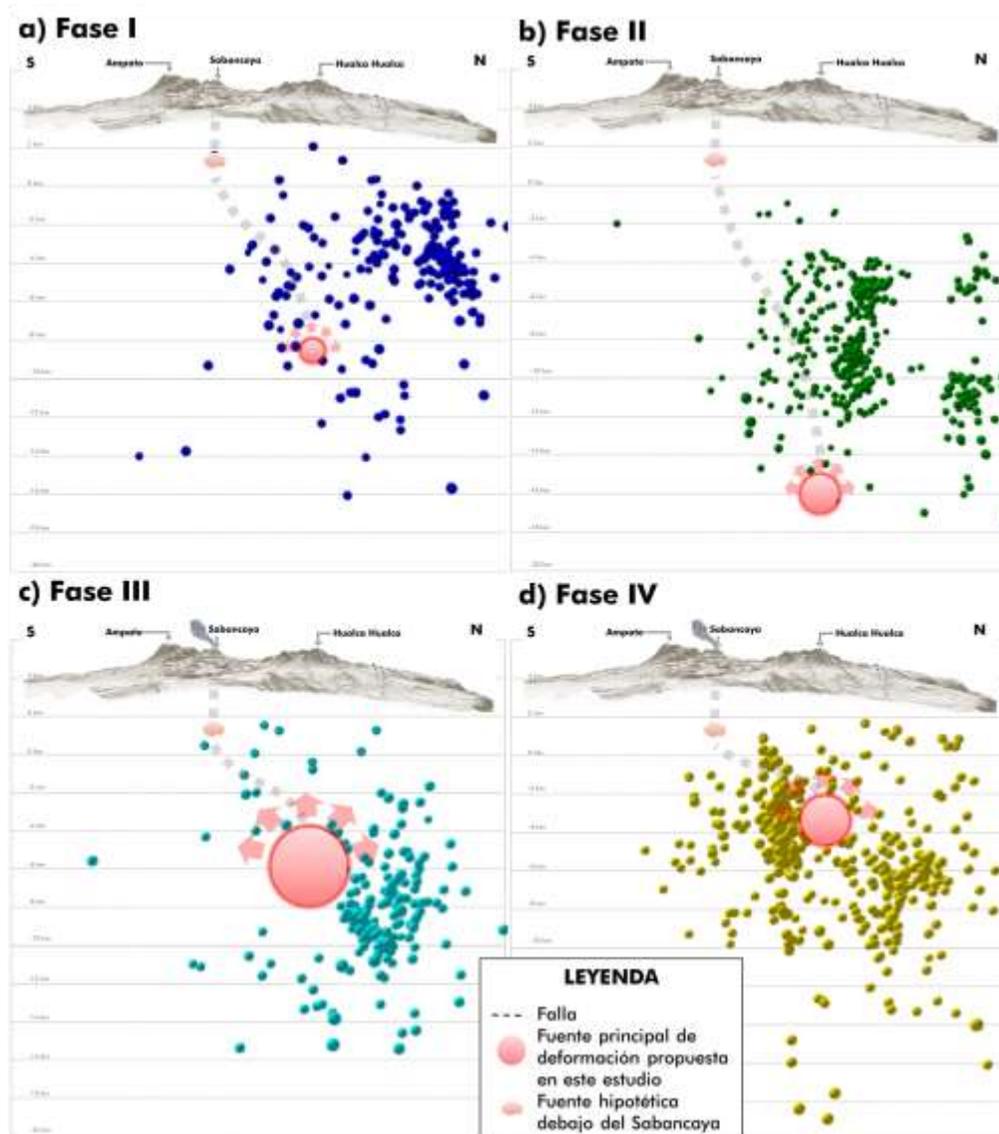


Figura 1.- Ubicación de las fuentes de deformación calculadas mediante modelamiento de datos DInSAR, comparadas con la sismicidad para las fases: a) I, b) II, c) III y d) IV.

Por otro lado, se ha registrado, mediante la técnica DINSAR, zonas de deformación superficial en el entorno de los volcanes Purupuruni y Casiri (región Tacna). Entre los

## RESÚMENES DE EXPOSICIONES

años 2020 y 2021 se han identificado cuatro procesos de deformación: (Zona 1) En julio de 2020, centrado a ~5 km al sureste de la falla Pacollo, con hundimiento del bloque oeste de ~12 cm en línea de vista del satélite (LOS) y deformación horizontal en dirección sureste del bloque este de ~6 cm (Figura 2b-c). (Zona 2) En agosto de 2020, localizado en el sector este del domo sur del Purupuruni, asociado al desplazamiento de fallas de rumbo con desplazamiento dextral, con dirección NE-SO, cuyo bloque oeste se aleja ~11 cm en órbita ascendente, y un acercamiento del bloque este de ~6 cm en órbita descendente (Figura 2d-e). (Zona 3). En abril de 2021, ubicado entre los domos norte del Purupuruni, que corresponde a un hundimiento de ~2.5 cm (Figura 2f-g). Al suroeste de este hundimiento también se observa una “pequeña zona” de deformación que ocupa un área de 1 km<sup>2</sup>, la cual correspondería al desplazamiento de fallas de rumbo con desplazamiento sinistral (ampliación en recuadro de borde blanco en Figura 2f-g), con dirección NE-SO, con acercamiento de ~1 cm órbita ascendente y alejamiento de ~4 cm en órbita descendente. (Zona 4) En mayo de 2021, centrado a unos 10 km al sur del volcán Purupuruni y a ~15 km al noroeste del volcán Casiri, la cual también corresponde a un hundimiento de ~ 2.5 cm (Figura 2h-i).

La deformación registrada en el entorno de los volcanes Purupuruni y Casiri está ligada a la sismicidad que ocurre en la zona; por tal motivo, en la Figura 2a se presenta el desenrollado de fase de un interferograma con diferencia temporal de dos años (junio de 2019 y mayo de 2021), donde se ha incluido la sismicidad del año 2020 de magnitud local mayor a M2.9, la cual fue obtenida de Velarde et al. (2020), y del año 2021 los sismos de magnitud mayor a M3.5 publicados por el Centro Sismológico Nacional del IGP. Además, sumado a las cuatro zonas de deformación descritas anteriormente, se observa una deformación positiva que abarca los volcanes Purupuruni y Casiri, tanto en órbita ascendente como en descendente (acercamiento en LOS, zona roja en Figura 2a), la cual ocupa un área de aproximadamente 36 km de largo y 25 km de ancho. Esta información se podría correlacionar con el progresivo incremento y migración de la sismicidad hacia el sur-este, en dirección del volcán Casiri, desde febrero de 2021 (Antayhua et al., 2021), y, dado el área que ocupa esta deformación, podría asociarse a una posible contribución de procesos volcánicos a mayor profundidad.

**RESÚMENES DE EXPOSICIONES**

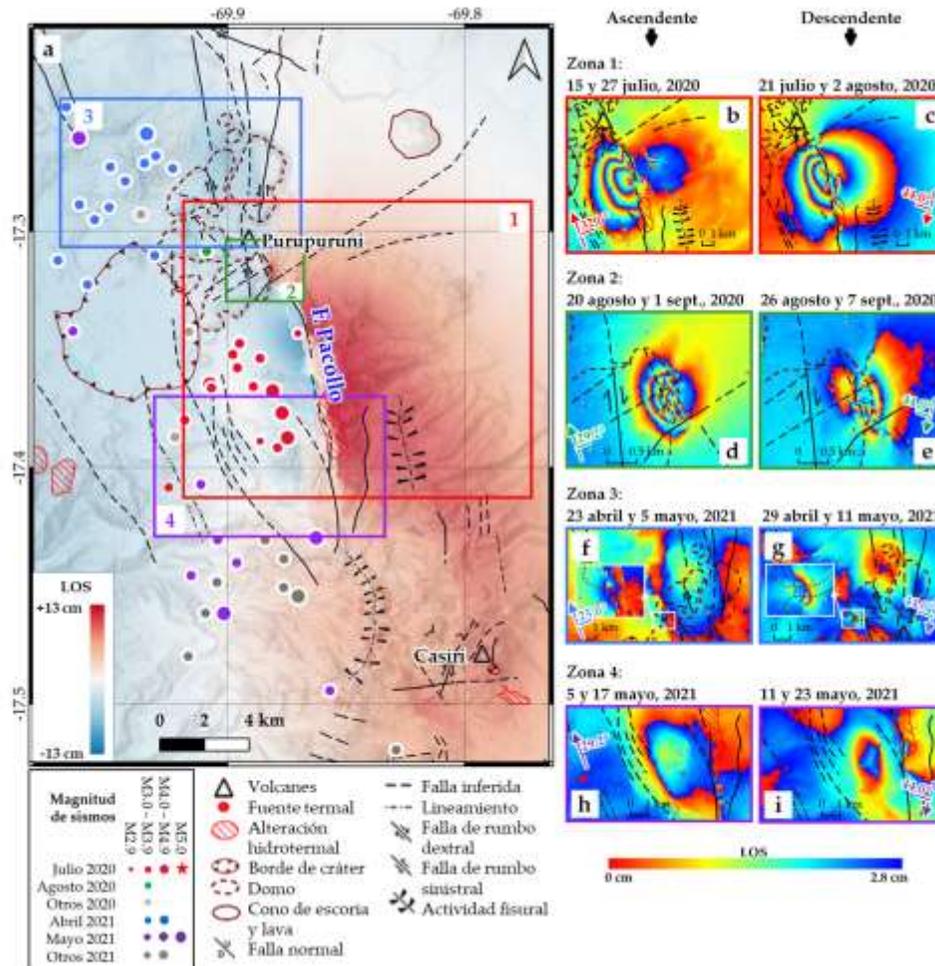


Figura 2.- a) Desenrollado del interferograma en órbita descendente con imágenes del 9 junio de 2019 al 17 mayo de 2021, el cual muestra las complejas estructuras volcánicas y tectónicas que conforman el entorno de los volcanes Purupuruni y Casiri (Bromley et al., 2019; Díaz et al., 2000): (b-c) Interferogramas en órbita ascendente y descendente para Zona 1, (d-e) Zona 2, (f-g) Zona 3, (h-i) y Zona 4. Las fechas de las imágenes utilizadas para cada interferograma son mostradas en la figura.

**Referencias bibliográficas:**

- Antayhua, Y., Velarde, L., Vargas, K., Tavera, H., Villegas, J. (2021) Actividad sísmica en el entorno de la falla Pacollo y volcanes Purupuruni - Casiri (2020 – 2021). Distrito de Tarata – Región Tacna. Informe técnico n° 010- 2021/IGP. repositorio IGP: <http://hdl.handle.net/20.500.12816/4944>.

**Instituto Geofísico del Perú (IGP)**

Centro Vulcanológico Nacional (CENVUL)

Urb. La Marina B-19, Cayma–Arequipa | +51 54 251373 | [www.gob.pe/igp](http://www.gob.pe/igp)

## RESÚMENES DE EXPOSICIONES

- Boixart, G.; Cruz, L.F.; Miranda Cruz, R.; Euillades, P.A.; Euillades, L.D.; Battaglia, M. (2020) Source Model for Sabancaya Volcano Constrained by DInSAR and GNSS Surface Deformation Observation. *Remote Sens.*, 12, 1852.
- Bromley G., Thouret JC., Schimmelpfennig I., Mariño J., Valdivia D., Rademarker K., Vivanco S., ASTER Team Aumaitre G., Bourles D., Keddadouche K. (2019). In situ cosmogenic  $^3\text{He}$  and  $^{14}\text{C}$  and radiocarbon dating of volcanic deposits refine the Pleistocene and Holocene eruption chronology of SW. Peru. *Bulletin of Volcanology*, 2019; 81:64. <https://doi.org/10.1007/500445-019-1325-6>.
- Díaz, G., Montoya, A. & Milla, D. (2000). Mapa Geológico del cuadrángulo de Maure. Escala 1/50,000. Versión digital. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Universidad Nacional de Ingeniería.
- MacQueen, P., Delgado, F., Reath, K., Pritchard, M., Bagnardi, M., Milillo, P., Lundgren, P., Macedo, O., Aguilar, V., Ortega, M., Anccasi, R., Lazarte, I., Miranda, R. (2020) Volcano-Tectonic Interactions at Sabancaya Volcano, Peru: Eruptions, Magmatic Inflation, Moderate Earthquakes, and Fault Creep. *JGR-Solid Earth*.
- Velarde L., Tavera H., Vargas K., Villegas J.C. (2020). Análisis de la crisis sísmica ocurrida en julio de 2020 en el distrito de Tarata (región Tacna). Informe técnico n° 003- 2020/IGP. repositorio IGP: <http://hdl.handle.net/20.500.12816/4832>