

# HISTORIA ERUPTIVA DEL COMPLEJO VOLCÁNICO AMPATO-SABANCAYA (AREQUIPA)

Marco Rivera<sup>1</sup>, Pablo Samaniego<sup>1,2,3</sup>, Jersy Mariño<sup>1</sup>, Rosmery Delgado<sup>1</sup>,  
Hervé Guillou<sup>4</sup>, Jean-Luc Le Penne<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Av. Dolores (Urb. Las Begonias B-3), J.L.B y Rivero, Arequipa, Perú; E-mail: [mrivera@ingemmet.gob.pe](mailto:mrivera@ingemmet.gob.pe)

<sup>2</sup> Laboratoire Magmas et Volcans, Université Blaise Pascal, CNRS, IRD, 5, rue Kessler, F-63038 Clermont-Ferrand, Francia

<sup>3</sup> IRD, Teruel 357, Miraflores, Lima 18, Perú

<sup>4</sup> LSCE/IPSL, Laboratoire CEA-CNRS-UVSQ, Domaine du CNRS, Bât. 12, Avenue de la Terrasse, 91198 Gif sur Yvette, Francia

## INTRODUCCIÓN

El Complejo Volcánico Ampato-Sabancaya (CVAS) está localizado a 60 km al NO de la ciudad de Arequipa ( $71^{\circ} 49' - 71^{\circ} 54' W$ ;  $15^{\circ} 46' - 15^{\circ} 52' S$ ), (Fig. 1) y fue construido durante el Pleistoceno sobre los remanentes de un complejo volcánico más antiguo, el Hualca Hualca (6025 msnm.), ubicado entre el CVAS y el profundo valle del río Colca (al norte). El Sabancaya (5967 msnm.) constituye la parte joven y activa del complejo volcánico, conjuntamente con el estratovolcán Ampato (6280 msnm.), cuya cima está ubicada a 4 km al SW del cráter activo del Sabancaya. El Sabancaya, constituye uno de los siete volcanes activos (Siebert et al., 2010) del arco peruano, cuyo último episodio eruptivo ocurrió entre 1988 y 1997 (Gerbe y Thouret, 2004). A pesar de que algunos estudios han sido realizados sobre este volcán, y en particular sobre la tefrocronología holocénica (Juvigné et al., 2008), a la fecha no existe un estudio integral sobre su historia eruptiva.

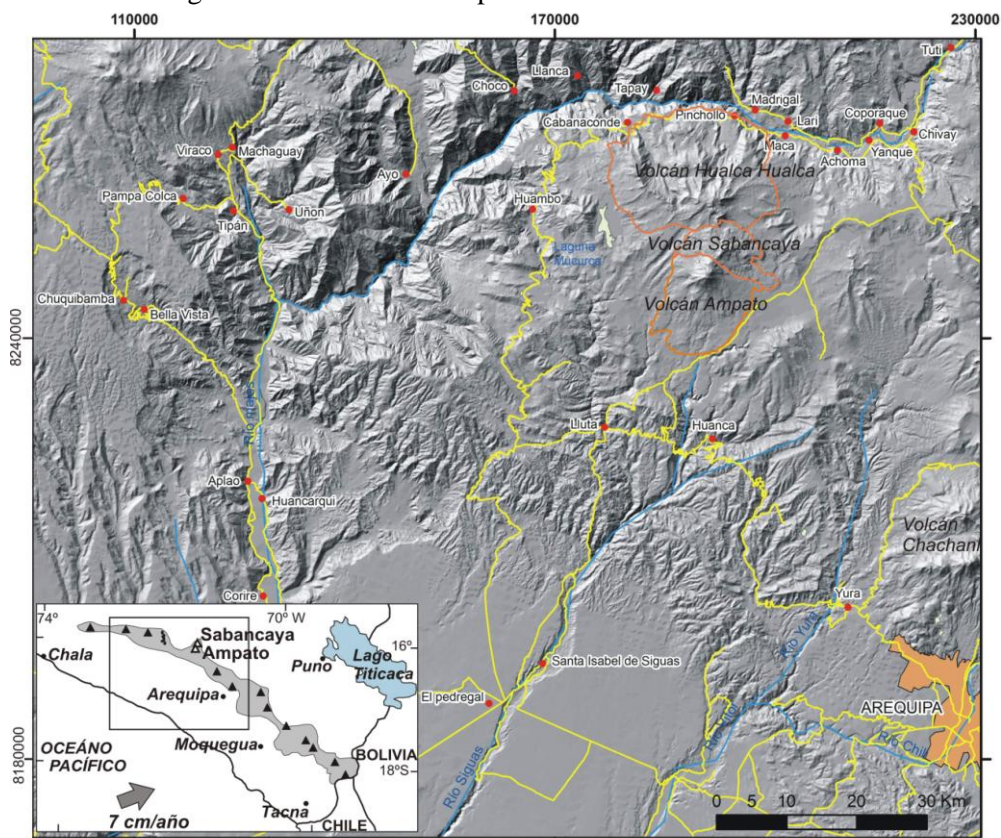


Fig. 1. Mapa de localización del complejo volcánico Ampato-Sabancaya. En el cuadro inferior, la cadena volcánica Plio-cuaternaria y los volcanes activos y potencialmente activos del sur peruano.

El volcán Ampato está constituido por un estratovolcán de base, antiguo y erosionado, cubierto por un estratocono alargado de sur a norte, en cuya cima se distinguen tres centros de emisión que muestran secuencias lávicas discordantes entre ellas. \_-Por su parte, el volcán Nevado Sabancaya está constituido de dos conos superpuestos: al sur un domo y al norte un cono de lava cubierto por cenizas, al medio del cual se encuentra el cráter activo, de 300 \_-m de profundidad, de donde continuamente emanan emisiones fumarólicas.

El presente estudio es parte de un proyecto de investigación llevado a cabo entre la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo del INGEMMET y el Instituto de Investigación para el Desarrollo de Francia (IRD). \_-Los objetivos de este proyecto son la reconstrucción de la historia eruptiva de este complejo volcánico (este trabajo), el estudio de la evolución petrológica de los magmas de este centro eruptivo (Rivera et al., 2012) y la evaluación de los peligros volcánicos (Mariño et al., 2012).

## **ESTRATIGRAFÍA Y EVOLUCIÓN DEL COMPLEJO AMPATO - SABANCAYA**

En base del cartografiado geológico e interpretación de fotografías aéreas e imágenes satelitales se propone que el CVAS está constituido por dos edificios independientes: (1) un estratovolcán compuesto, con una larga y compleja historia eruptiva, el Ampato; y un volcán joven, eminentemente lávico, de edad Holocénica, el Sabancaya.

### ***Estratigrafía del volcán Ampato***

En base al estudio geológico, geoquímico y geocronológico, se ha podido identificar cinco etapas eruptivas mayores (Fig. 2): “Ampato I” corresponde a la etapa más antigua del complejo, y está constituida por lavas andesíticas a andesíticas básicas, bastante erosionadas, distribuidas radialmente. \_-Una muestra tomada de la base sur del volcán, asignada al “Ampato I” fue datada por el método K-Ar en  $217 \pm 5$  ka. \_-En aparente discordancia angular, se encuentran las lavas andesíticas y andesíticas básicas de la etapa “Ampato II”, visibles al oeste del CVAS. \_-Al final de esta etapa se generaron cuatro erupciones plinianas que emplazaron al menos cuatro depósitos de caídas plinianas riolíticas dispersadas a más de 40 km al Oeste del volcán. \_-La etapa evolutiva denominada “Ampato III” corresponde al cono superior norte del volcán Ampato, y está constituida principalmente por flujos de lavas andesíticas alterados e hidrotermalizados que cubren parte de las lavas de la etapa “Ampato II”. \_-Los productos volcánicos de la etapa “Ampato IV” comprenden una secuencia de lavas andesíticas y dacíticas que conforman el cono medio y superior del volcán. \_-Parte de estas lavas yacen de manera horizontal y en discordancia sobre las lavas del “Ampato II”. \_-La disposición de estas lavas sugiere claramente que rellenaron una antigua depresión en la cumbre, que probablemente correspondía a una caldera de explosión. \_-Los productos volcánicos de esta etapa terminaron por construir el cono sur del complejo, el cual se encuentra actualmente cortado por una importante cicatriz. \_-Una lava tomada de la base del cono superior asignado al “Ampato IV” fue datada en  $40 \pm 3$  ka. \_-Al final de esta etapa se produjo una erupción explosiva que emplazó flujos de escorias que yacen al pie de su flanco sur. \_-La etapa denominada “Ampato V”, corresponde al edificio central cuyas lavas yacen en la cima del volcán construido dentro de una cicatriz de colapso. \_-Uno de los últimos eventos se ha producido sobre el flanco septentrional donde se emplazó un domo colada.

### ***Estratigrafía del volcán Sabancaya***

Por su parte el volcán Sabancaya presentó una actividad esencialmente efusiva que emplazó varios flujos de lava, agrupados en tres grandes unidades: “Sabancaya Basal”, “Sabancaya Medio” y “Sabancaya Superior”. \_-Los flujos de lava del “Sabancaya Basal” son de composición andesítica (60-62 %  $\text{SiO}_2$ ). \_-Estos sobreyacen a los flujos de lava de los volcanes Ampato y Hualca Hualca.



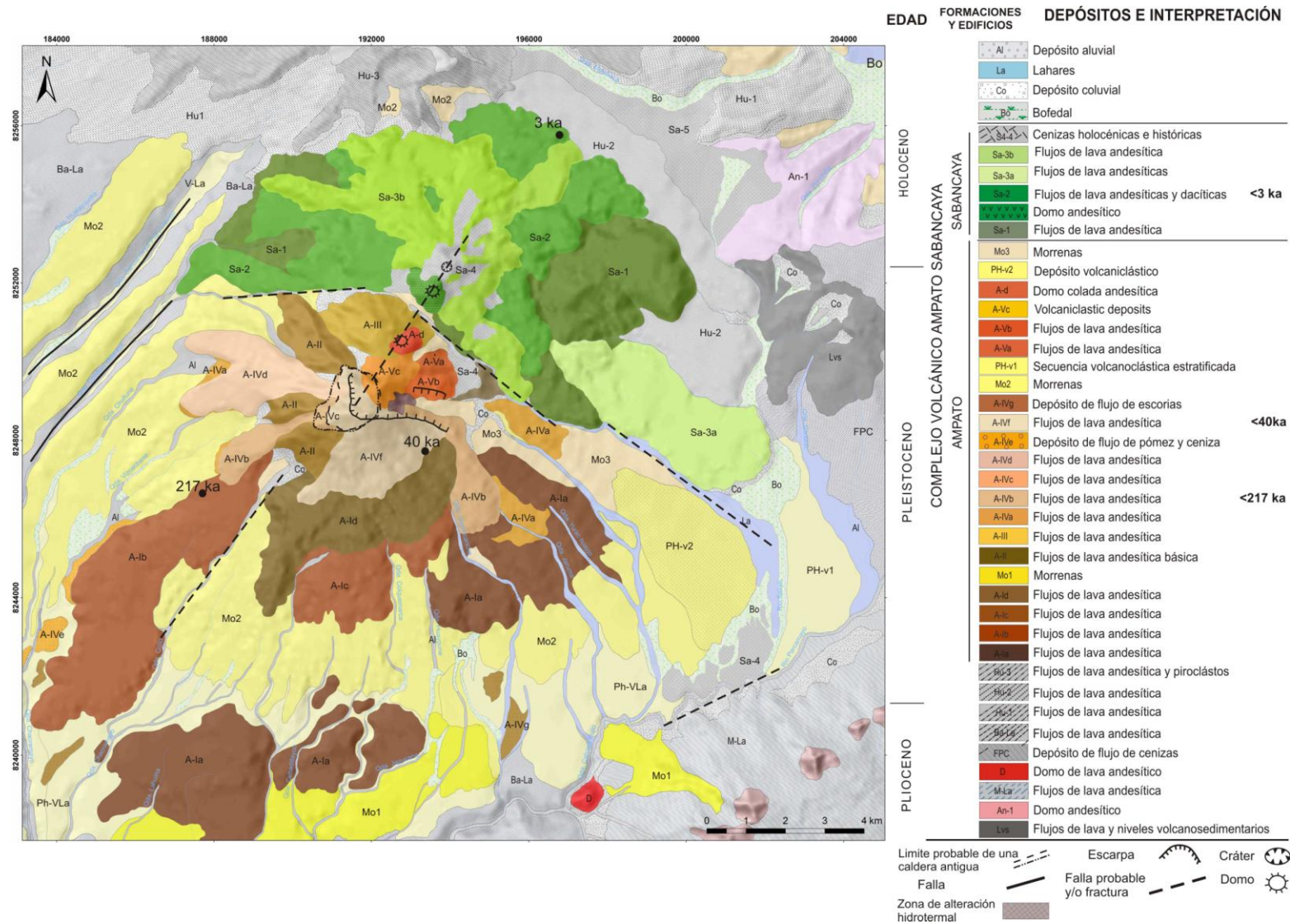


Fig. 2. Mapa geológico el complejo volcánico Ampato – Sabancaya, a escala 1:25000. \_En el mapa se indican las edades K-Ar obtenidas en este estudio.

Las lavas del “Sabancaya Basal” presentan pendientes moderadas (5°-10°) y se encuentran distribuidas en los flancos S, SO, E y NO del Sabancaya. Juvigné et al. (2008) obtuvieron una edad de 5440 ka ± 40 para un flujo de lava distal del flanco occidental, en base a la datación de una turba que aparentemente subyace dicha lava. El “Sabancaya Medio”, agrupa al menos siete flujos de lavas de composición andesítica y dacítica (60-65 % SiO<sub>2</sub>). Adicionalmente, uno de los flujos visibles en el sector Colihuri (entre los 4500 a 5050 msnm) tiene una longitud aproximada de 6 km. Posiblemente este flujo de lava fue emitido por un conducto adventicio ubicado a 3.5 km al Este del cráter del Sabancaya.

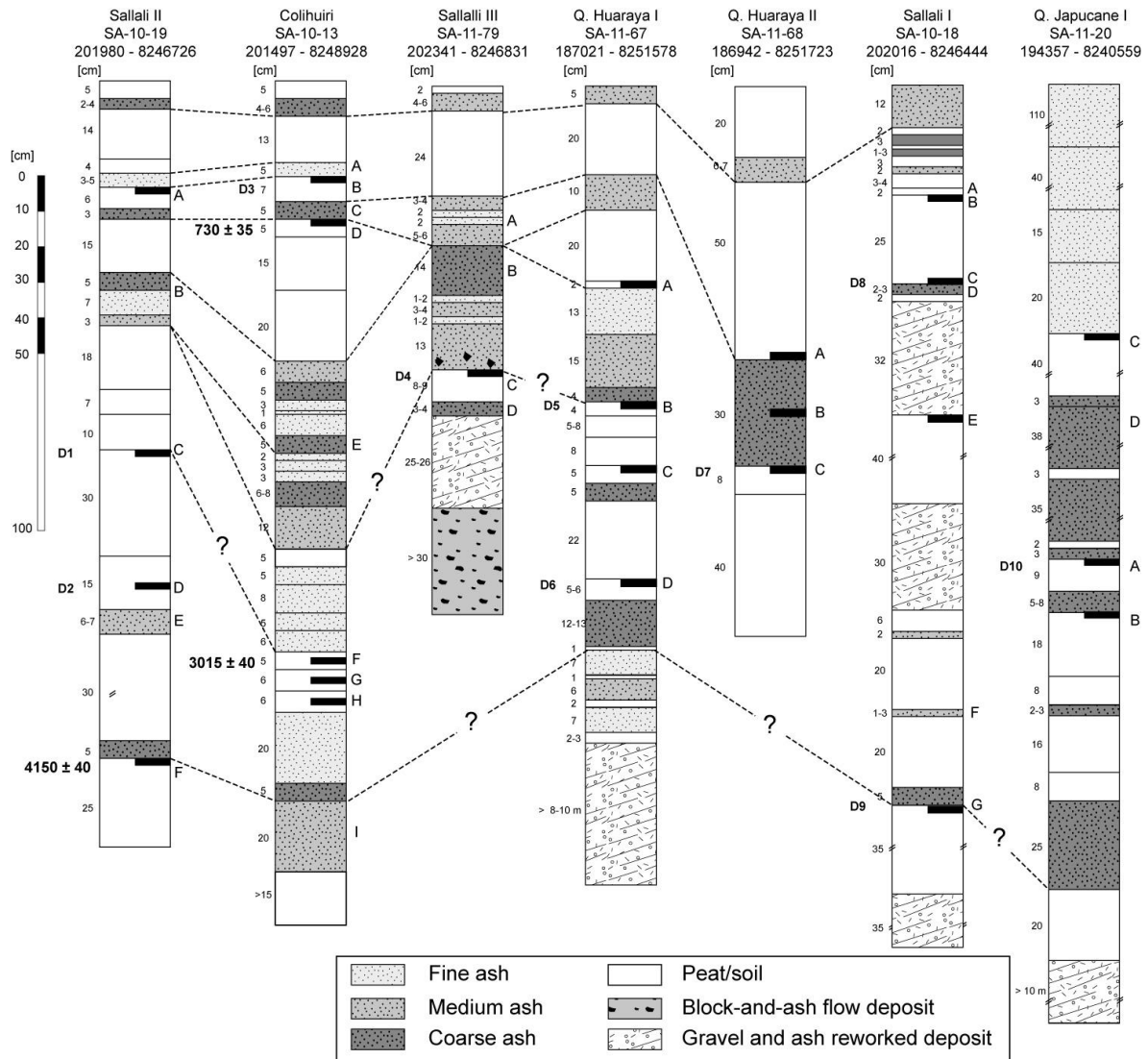


Fig. 3. Cortes en las turberas localizadas en los alrededores de los volcanes Ampato y Sabancaya. En negro se observan las dataciones <sup>14</sup>C realizadas.

La unidad “Sabancaya Superior” está conformada por al menos diez coladas de lava de composición andesítica y dacítica (61-65 % SiO<sub>2</sub>), los cuales sobreyacen a lavas del “Sabancaya Basal” y “Sabancaya Medio”. Estos flujos se extienden en todas las direcciones. El mayor número de flujos de lava se extienden hacia el O y E del cráter del Sabancaya. Sobre los flujos de lavas yacen depósitos de ceniza proximal retrabajada, y algunos bloques juveniles emitidos durante las últimas erupciones de este volcán.

Con el fin de constreñir la historia eruptiva holocénica del Sabancaya, nos interesamos a las turberas (bofedales) que se localizan en los alrededores del volcán Sabancaya, las cuales representan “trampas” naturales para la ceniza volcánica emitida por este volcán. En base a los

diferentes cortes estratigráficos realizados en estas turberas, así como en los datos de la literatura (Juvigne et al., 2008) se ha podido identificar al menos una docena de capas de ceniza andesítica proveniente del Sabancaya durante los últimos 4000 años (Fig. 3).

La actividad histórica del volcán Sabancaya ocurrida los últimos 500 años estuvo caracterizada por erupciones violetas, pero de corta duración, interpretadas como de tipo vulcaniano. Los registros históricos muestran que el volcán Sabancaya presentó una importante actividad eruptiva en el siglo XVIII, particularmente en los años 1750 y 1784 AD (Siebert et al., 2010). Esta actividad eruptiva es consistente con la observada durante el último período de actividad (1988-1997), el cual se caracterizó por la ocurrencia de explosiones frecuentes de tipo vulcaniano, con emisiones de ceniza en los alrededores del edificio volcánico (Guillande et al., 1992; Gerbe y Thouret, 2004). En esta oportunidad se temió que la actividad aumentara con posibles consecuencias trágicas para los más de 30,000 habitantes que viven en las áreas del valle de Colca y Siguan (situados al N y NE del volcán), cuya principal actividad es la agricultura y ganadería.

Por otro lado, a lo largo de las quebradas que descienden de los flancos sur y norte del volcán se observan depósitos de lahares originados por la actividad reciente del Sabancaya o debido a lluvias importantes, algunos de los cuales posiblemente son de la época histórica.

## CONCLUSIONES

En este estudio se ha podido determinar que el complejo volcánico Ampato-Sabancaya está constituido por un volcán compuesto construido durante el Pleistoceno superior (el Ampato) y un edificio joven, el Sabancaya, construido sobre los remanentes del Ampato, durante el Holoceno. La historia eruptiva de El Ampato ha sido separada en al menos cinco etapas evolutivas sucesivas, durante las cuales ocurrieron eventos explosivos importantes, entre los que destacan al menos cinco potentes erupciones plinianas, cuyos depósitos se encuentran en la parte occidental del complejo (Carretera Pedregal-Huambo). Por su lado, el Sabancaya es un edificio mayormente lávico, caracterizado por la emisión de importantes secuencias de lavas de composición andesítica a dacítica. Durante los últimos 4000 años, se han identificado al menos 12 eventos eruptivos que depositaron niveles de ceniza en los alrededores del Sabancaya.

## BIBLIOGRAFÍA

- De Silva S L., Francis P. W. (1991). *Volcanoes of the Central Andes*. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 216
- Gerbe, M.-C., Thouret, J.-C. (2004). Role of magma mixing in the petrogenesis of lavas erupted through the 1990-98 explosive activity of Nevado Sabancaya in south Peru. *Bull. Volcanol.* 66, 541-561.
- Guillande R., Thouret J.C., Huaman D., Le Guern F. (1992). L'activité éruptive actuelle du volcan Nevado Sabancaya (Sud du Pérou) et l'évaluation des menaces et des risques: géologie, cartographie et imagerie satellitaire. (Ministère de l'Environnement et Centre National d'Etudes Spatiales), Paris, 120 p.
- Juvigné E., Thouret J.-C., Loutsch I., Lamadon S., Frechen M., Fontugne M., Rivera M., Marino J. (2008). Téphrostratigraphie et chronologie dans la région des Nevados Ampato et Sabancaya, sud du Pérou. *Quaternaire* 19, 2, 161-178.
- Mariño J., Samaniego P., Rivera M., Delgado R., (2012). Evaluación de peligros del volcán Sabancaya. Resumen extendido, XVI Congreso Peruano de Geología. SGP, Lima.
- Rivera M., Samaniego P., Delgado R., Mariño J., Liorzou C., Nauret F., (2012). Evolución petrológica y geoquímica del complejo volcánico Ampato – Sabancaya (Arequipa). Resumen extendido, XVI Congreso Peruano de Geología. SGP, Lima.
- Siebert, L., Simkin, T., Kimberly P. (2010). *Volcanoes of the world*. Third edition. Smithsonian Institution and University of California press. 551 pp.