

Actividad del volcán Sabancaya (Perú) 2016-2017: Características de las emisiones de ceniza y análisis granulométrico

Nélida Manrique¹, Ivonne Lazarte¹, Kevin Cueva¹, Marco Rivera¹ y Rigoberto Aguilar¹

¹ Observatorio Vulcanológico del INGEMMET, *nmanrique@ingemmet.gob.pe*

Palabras clave: Volcán Sabancaya, tefra, emisión de ceniza, mezcla de magmas.

RESUMEN

Desde el 2013, el volcán Sabancaya presentó un nuevo episodio eruptivo que se ha subdividido en dos fases: la primera fase se caracterizó por la desgasificación; coincidió con la ocurrencia de cinco ventos fumarólicos localizados en el flanco norte, y; la segunda fase comenzó el 6 de noviembre, 2016, la cual produjo emisiones de ceniza y balísticos eyectados de columnas que alcanzaron hasta 5500 m sobre el nivel del cráter. Las partículas de ceniza y bloques balísticos muestran composiciones andesíticas y dacíticas (59.8-64.2 wt.% SiO₂). La asociación mineral de las rocas juveniles está constituida por minerales de plagioclasa, clinopiroxeno, anfíbol, biotita y óxidos de Fe-Ti. Las texturas de desequilibrio se observan en algunos fenocristales, textura tamiz y sobrecrecimiento en el borde la plagioclasa y bordes de reacción en los anfíboles. Atribuimos estas características a probables procesos de recarga que involucran la intrusión de un magma más caliente al reservorio.

I. INTRODUCCIÓN

El volcán Sabancaya se encuentra localizado a 36 km al sureste de la localidad de Chivay y a 75 km al NNW de la ciudad de Arequipa (15°49.3'S, 71°52.7'O). El Sabancaya es considerado el segundo volcán más activo del Perú después del Ubinas. Su actividad en el Holoceno estuvo dominada por el emplazamiento de flujos de lava y domos de lava con pocas ocurrencias de corrientes piroclásticas de densidad (Gerbe and Thouret, 2004; Samaniego et al., 2016). Mientras que en época histórica el Sabancaya produjo dos erupciones explosivas, la primera reportada por las crónicas españolas en el siglo XVIII y la segunda entre 1990-1998, la cual generó erupciones explosivas de tipo vulcaniano que emitió ceniza y fragmentos balísticos de composición andesítica y dacítica (Gerbe and Thouret, 2004).

Desde febrero del 2013 el Sabancaya ha iniciado un nuevo proceso de actividad volcánica que, en un comienzo se caracterizó por una fuerte desgasificación. A partir del 6 de noviembre del 2016, la actividad explosiva incrementó de manera importante, generando emisión y caídas de ceniza que

permanece hasta la actualidad. Durante este periodo de tiempo las cenizas alcanzaron distancias de hasta 70 km alrededor del volcán.

Con el propósito de monitorear el grado de actividad del Sabancaya, desde el año 2014 el Observatorio Vulcanológico del INGEMMET (OVI), ha implementado una red de monitoreo visual, sísmico, geoquímico y geodésico en tiempo real con el fin de alertar a la sociedad en caso de incremento de dicha actividad. Así mismo, ha implementado una red de monitoreo de cenizas, el cual nos permite determinar el espesor de ceniza que viene cayendo en los poblados aledaños al volcán. Así mismo permite realizar el estudio geoquímico y mineralógico de los productos emitidos, con el fin de determinar las características de la actividad y los mecanismos eruptivos implicados en el desencadenamiento de dicha actividad

II. METODOLOGÍA

Los análisis de elementos mayores y trazas de roca total fueron obtenidos de 11 muestras de ceniza (< 1.5 mm) y 1 bloque balístico (10 cm), tomadas desde noviembre del 2016 hasta octubre del 2017. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio del INGEMMET, usando el método ICP-AES. También se elaboraron secciones delgadas de cenizas y del bloque balístico en el laboratorio de INGEMMET que posteriormente fueron analizadas en el OVI con el microscopio de luz transmitida (LABOMED Lx 400P). También se realizó el estudio granulométrico de las tefras. Como primer paso las muestras fueron cuarteadas, pesadas, luego tamizadas (entre 1φ, 2φ, 2.5φ, 3φ, 3.5φ, 4φ y 4.5φ) y finalmente observadas en el binocular.

III. CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD 2013-2017

Basado en los tipos de eventos registrados por el Sabancaya y en base a la información de monitoreo dividimos todo el episodio eruptivo 2013-2017 en 2 fases.

Fase 1: Desgasificación, desde febrero 2013-2015 (Fig. 1). En este periodo la actividad estuvo caracterizada por las emisiones de gases, principalmente de vapor de agua, aunque en ocasiones se presentaron en mayor proporción gases magmáticos (por ej. SO_2) que toman tonalidades azulinas. Estas emisiones eventualmente ascendieron hasta los 2000 m de altura sobre la cima del volcán. En abril de 2016 se observaron cinco nuevas áreas fumarólicas en los flancos NE y NO. Una de ella la más amplia, localizada en el flanco noroeste del volcán Sabancaya, que superaban los 700 m de altura. El 27 de Agosto, el Sabancaya registró una explosión, seguida de una emisión de cenizas y gases con una columna de color gris, que llegó a 1000 m por encima del cráter, la cual fue dispersada a más de 8 km en dirección este del Sabancaya.

Fase 2: Corresponde al periodo registrado desde el 06 de Noviembre de 2016 y la cual perdura hasta la

actualidad (Fig. 1). Esta fase se caracteriza por presentar explosiones vulcanianas con emisiones de ceniza que ascienden hasta aproximadamente 3000 m de altura, en promedio, pero en periodos de mayor actividad estos alcanzan alturas de hasta 5500 m (por ej. el 4 julio del 2017) sobre el cráter del volcán. En ocasiones, asociadas a dicha actividad se registraron eyecciones de bloques balísticos, algunos de los cuales alcanzaron más de 20 cm de diámetro, caídos a 500 m de distancia de la cima). Las emisiones de ceniza llegan a dispersarse en un radio de hasta 70 km, afectando a los poblados del valle del Colca, así como también los poblados localizados en dirección sur y norte del Sabancaya, registrándose caídas de cenizas finas ($<1/16$ mm). La explosión ocurrida el 05 Julio 2017 por la noche provocó la suspensión de un vuelo de la Aerolínea Avianca de la ciudad de Lima-Arequipa produciendo luego retrasos en las salidas de otros vuelos.

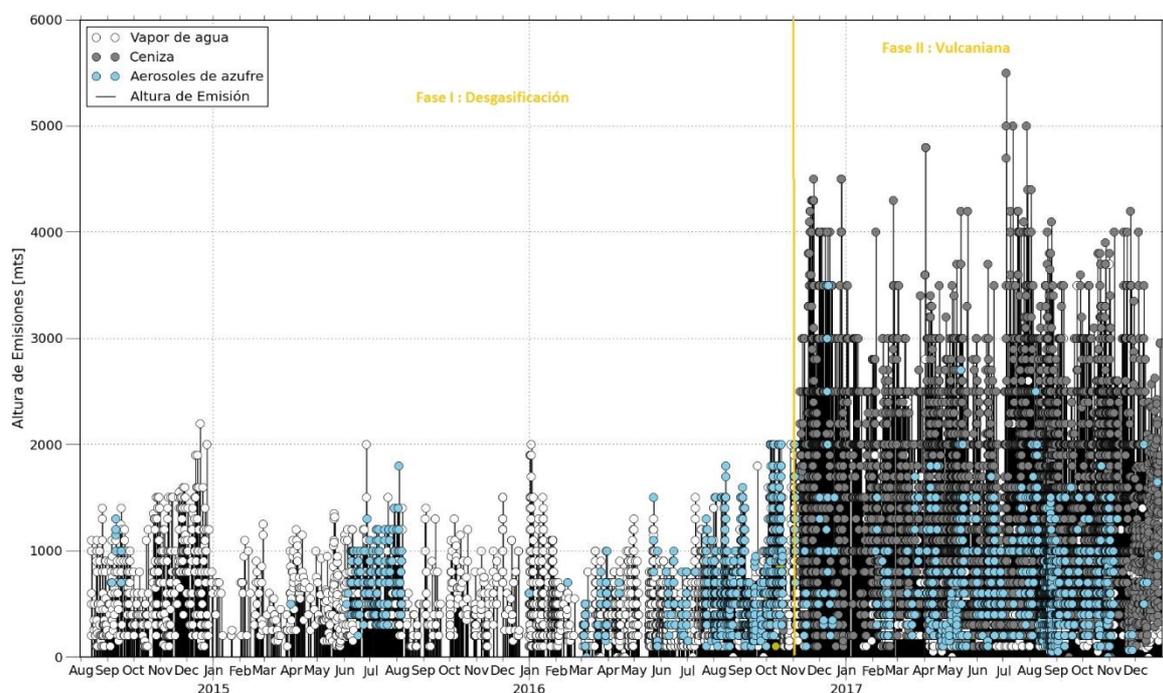


Fig. 1 – Alturas de las columnas eruptivas o gases registradas desde agosto 2015 hasta la actualidad. Se identificaron 2 fases, las cuales han sido denominadas como desgasificación y vulcaniana.

IV. RESULTADOS

3.2. Componentes y granulometría de la ceniza

Las cenizas coleccionadas al inicio de la fase 2 noviembre de 2016 son angulares y algunas ligeramente redondeadas e incluyen un amplio rango de componentes que miden hasta 1 mm. Estos últimos son clasificados de acuerdo a su abundancia: cristales de plagioclasa, olivino, biotita, fragmentos líticos

juveniles (líticos grises, los cuales presentan fenocristales de plagioclasa, clinopiroxeno, y vidrio volcánico de color negro), líticos hidrotermalizados y oxidados (Fig. 2).

Las cenizas emitidas desde febrero del 2017 hasta la actualidad muestran un incremento de material juvenil (vidrio volcánico y líticos grises), pero una

disminución de cristales de biotita y olivino, mientras que la proporción de las partículas oxidadas e hidrotermalizadas disminuyen considerablemente. Durante el mes de junio de 2017 la presencia de olivino es inexistente, predominando el material juvenil (vidrio volcánico y líticos grises), plagioclasa, biotita y en menor cantidad líticos oxidados e hidrotermalizados, algunos líticos juveniles llegaron a medir hasta 6 mm. En los meses siguientes hasta el mes de enero de 2018 la presencia de material juvenil y plagioclasas es predominante, mientras que las biotitas y el material hidrotermalizado y oxidado se observan en menor cantidad.

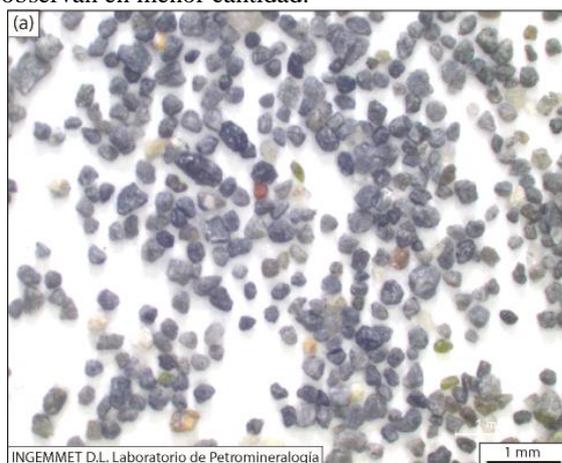


Fig. 2 – Ceniza correspondiente al mes de noviembre de 2016, asociada al inicio de la fase 2 en la cual se observa material hidrotermalizado y oxidado, material juvenil, cristales de plagioclasa y olivino.

A partir del tamizado y pesado de 8 muestras de ceniza de la estación SAB 11 (Fig. 3), localizada a 2.5 km del cráter al noreste, se observa que inicialmente hasta el mes de junio de 2017 la presencia de partículas finas (4.5ϕ y $<4.5 \phi$) alcanzaba 29.5 % del peso, mientras que durante los meses de junio y julio los finos (4.5ϕ y $<4.5 \phi$) disminuyeron a 16.5 % y 4.5 % del peso, respectivamente. En contraste, la ceniza más gruesa correspondiente al tamiz 2ϕ aumentó hasta 26.5 % del peso en el mes de julio. En los meses siguientes hasta el mes de enero el material fino incrementó hasta 17 % del peso.

Las observaciones realizadas con el microscopio binocular evidencian que la cantidad de material hidrotermalizado al inicio de la fase 2 es mínima y durante los meses siguientes disminuye aún más; no se aprecian arcillas, lapilli acrecional u otros minerales que nos indiquen actividad freatomagmática. Además, el material juvenil está presente desde los primeros días de la erupción, por lo cual la segunda fase es considerada como vulcaniana.

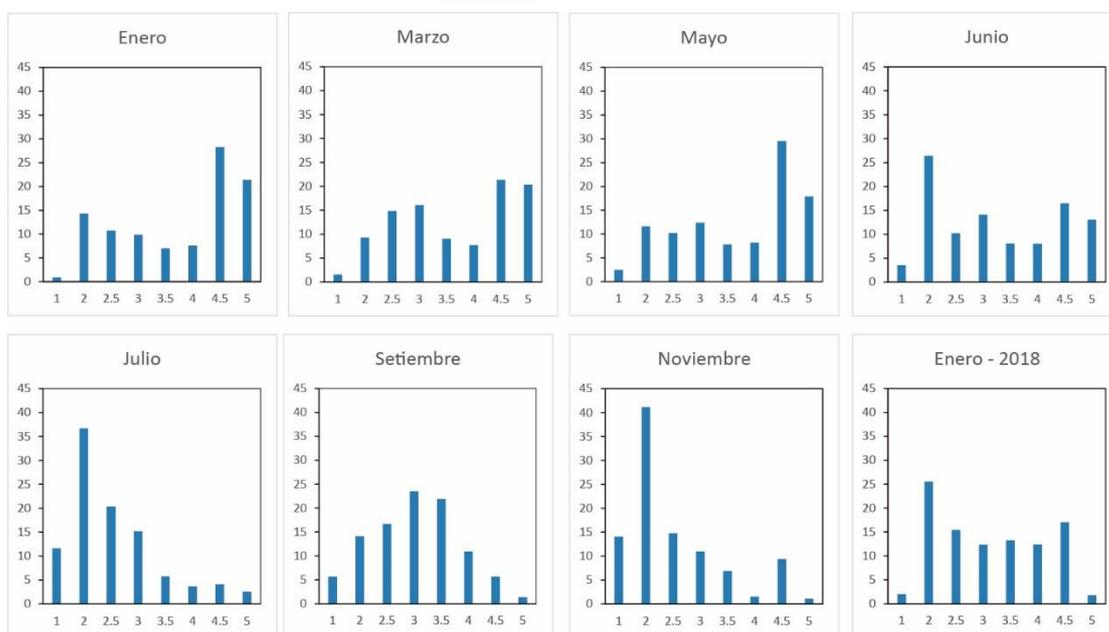


Fig. 3 – Diagramas mostrando el tamaño de partículas en porcentaje en peso correspondientes a los meses de enero, marzo, mayo, junio, julio, setiembre, noviembre del año 2017 y enero del año 2018.

3.3. Características petrográficas y geoquímicas

El bloque emitido en mayo de 2017 es una andesita gris oscura, vesiculada, porfírica con 15-20 vol.% de fenocristales, 25 – 30 vol.% de microfenocristales, 5 - 10 vol.% de vesículas y 35 –

50 vol.% de matriz vítrea. La asociación mineral está constituida por fenocristales de plagioclasa, clinopiroxeno, biotita, anfíbol, apatito y óxidos de Fe-Ti y vidrio intersticial. La pasta está constituida por microlitos ($< 80 \mu\text{m}$) de plagioclasa, clinopiroxenos y óxidos de Fe-Ti. Esta asociación mineral es similar

a los bloques balísticos de composición andesítica de la erupción de 1990-1998 (Gerbe and Thouret., 2004).

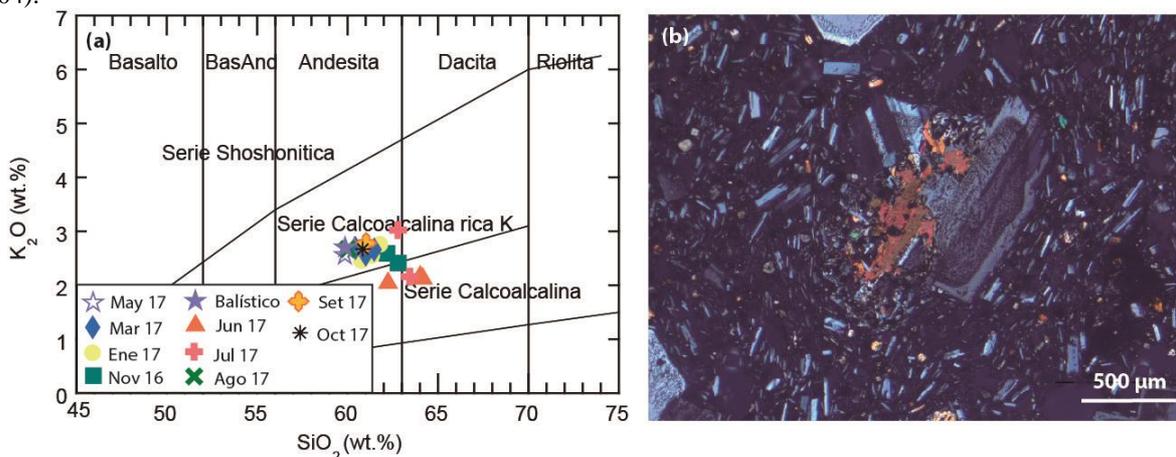


Fig. 4 – a) La composición geoquímica de la ceniza hasta mayo del 2017 y del balístico es de composición andesítica, durante los meses de junio y julio algunas muestras tienen composición dacítica y en los meses de agosto, setiembre y octubre del 2017 la composición nuevamente es andesítica. b) Plagioclasa subhedral zonada con borde de sobrecrecimiento e intercrecida con biotita.

Los fenocristales de plagioclasa (400 μm - 1400 mm) son los más abundantes y tienen hábitos subhedrales a anhedrales y pertenecen a dos familias. (1) La primera corresponde a fenocristales euhedrales y subhedrales zonados con textura “sieve” hacia los bordes (Fig. 4b); algunas presentan textura “sieve” en el centro. (2) En la segunda familia los fenocristales están reabsorbidos con una ligera zonación. También se han identificado aglomerados de plagioclasa con anfíbol, clinopiroxeno, biotita y óxidos de Fe-Ti. Los clinopiroxenos (250 - 300 μm) se presentan como fenocristales euhedrales a subhedrales. Los anfíboles (600 - 900 μm) presentan coronas de reacción. Las texturas de desequilibrio observadas en la plagioclasa, anfíbol y biotita en el proyectil balístico también fueron reportadas en la erupción de 1990-1998 (Gerbe and Thouret, 2004). Los productos emitidos durante este proceso eruptivo son clasificados como andesitas y dacitas calco-alcalinas ricas en K (Fig. 3a), las cuales son comunes en los volcanes del sur del Perú como el Ubinas (Thouret et al., 2005; Rivera et al., 2014), Misti (Thouret et al., 2001, Rivera et al., 2017) y erupciones pasadas del Ampato-Sabancaya (Gerbe & Thouret, 2004; Samaniego et al., 2016). La composición de la ceniza y el balístico, presentan características químicas andesíticas y dacíticas (59.8-62.8 wt.% SiO_2 ; 2.41-2.76 wt.% K_2O).

V. CONCLUSIÓN Y PERSPECTIVA

Desde el año 2013 hasta la actualidad se han identificado dos fases del proceso eruptivo del volcán Sabancaya. La primera se considera como fase pre-eruptiva, asociada a una fuerte desgasificación. La segunda corresponde a una fase vulcaniana, que se

caracteriza por la emisión de ceniza y balísticos, el material juvenil consiste principalmente de vidrio volcánico y líticos juveniles, este comportamiento también se observó en la erupción de 1990 -1998 (Gerbe and Thouret, 2004).

La ceniza emitida al inicio de la fase 2 se caracteriza por la presencia material juvenil, líticos hidrotermalizados y oxidados así como cristales de plagioclasa, olivino y biotita. Mientras que la ceniza emitida desde febrero del 2017 muestra un incremento de material juvenil y una disminución del material hidrotermalizado y oxidado. El incremento de material juvenil con respecto a los fragmentos hidrotermalizados sugiere el ascenso de un magma rico en material juvenil siguiendo la limpieza progresiva del conducto volcánico.

La composición de la ceniza es andesítica a dacítica y el fragmento balístico es andesítico. En los fragmentos balísticos se observan texturas de desequilibrio, como textura “sieve” de las plagioclasas, con bordes de sobrecrecimiento y coronas de reacción en anfíboles que podrían sugerir un proceso de mezcla de magmas (recarga) que también fueron planteadas en erupciones pasadas (e.g. erupción de 1990-1998, Gerbe & Thouret, 2004). Sin embargo es necesario realizar estudios más detallados de las tefras para definir si se trata de mezcla química (magma mixing), mezcla mecánica (mingling) o convección (self-mixing).

Referencias

Gerbe, M.-C., Thouret, J.-C. (2004). Role of magma mixing in the petrogenesis of tephra erupted during the 1990-98

- activity of Nevado Sabancaya, southern Peru. *Bull. Volcanol.* 66, 541-561.
- De Silva, S.L., Francis, P.W. (1990). Potentially active volcanoes of Peru: observations using Landsat Thematic Mapper and Space Shuttle imagery. *Bull. Volcanol.* 52, 4, 286-301.
- Rivera, M., Martin, H., Le Pennec, J-L., Thouret, J-C. 2017, Petro-geochemical constraints on the source and evolution of magmas at El Misti volcano (Peru). *Lithos*, 268-271, 240-259-
- Samaniego, P, Rivera, M, Mariño, J, Guillou, H, Liorzou, C, Zerathe, S, Delgado, R, Valderrama, P, Scao (2016). The eruptive chronology of the Ampato-Sabancaya volcanic complex (Southern Peru). *J. Volcanol. Geoth. Res.* 323, 110-128.
- Thouret J.-C., Rivera M., Wörner G., Gerbe M.-C., Finizola A., Fornari M., Gonzales K., (2005). Ubinas: evolution of the historically most active volcano in Southern Peru. *Bulletin of Volcanology*, 67, 557-589.
- Thouret Jean-Claude, Finizola A., Fornari Michel, Legeley-Padovani, Annick, Jaime Suni, Manfred, Frechen (2001). Geology of El Misti volcano near the city of Arequipa, Peru. *GSA Bulletin*; v. 113; no. 12; p. 1593-1610