



## LA ERUPCIÓN SUBPLINIANA DEL VOLCÁN MISTI OCURRIDA HACE 33,700 AÑOS QUE EMPLAZÓ EL DEPÓSITO DE CAÍDA DE TEFRA “SACAROSA”

J. Cuno<sup>(1,2)</sup>, C. Harpel<sup>(3)</sup>, M. Rivera<sup>(1)</sup> y F. García<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Observatorio Vulcanológico del INGEMMET (OVI) – [juanjose.cunobayta@gmail.com](mailto:juanjose.cunobayta@gmail.com)

<sup>(2)</sup> Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa

<sup>(3)</sup> US Geological Survey Volcano Disaster Assistance Program, Cascades Volcano Observatory, Vancouver, WA.

### RESUMEN

El volcán Misti, es uno de los ocho volcanes activos del sur peruano, cuyo cráter está localizado a 17 km al NE del centro de la ciudad de Arequipa, donde viven aproximadamente un millón de habitantes. Durante los últimos 40 mil años, el volcán Misti ha presentado una actividad predominantemente explosiva ligada al crecimiento y colapso de domos, erupciones vulcanianas, plinianas y subplinianas depositando corrientes de densidad piroclástica y caídas de tefra (Thouret et al., 2001). En este periodo el Misti registró una erupción que dejó un depósito de caída de tefra con una granulometría fina homogénea en Arequipa denominado como caída “Sacarosa”, datada en este estudio en ~33 700 años AP. Este depósito aflora al Oeste y SO del volcán Misti en los distritos Mariano Melgar, Alto Selva Alegre, Cayma, Cerro Colorado y Yura. El depósito “Sacarosa” presenta buen sorteo y gradación inversa, con una matriz rica en fenocristales libres de plagioclasa (90%), biotita y anfíbol. Las pómez son angulosas a subangulosas de color blanquecina. Además, el depósito presenta escasos fragmentos líticos lávicos oxidados (< 1%) en las zonas proximales, a 11 km del volcán donde tiene un espesor de 1.25 m. En la zona medial a 15 km del cráter, el espesor del depósito tiene 0.78 m y en la zona distal a 25 km del cráter el depósito tiene entre 18 y 20 cm de espesor, resultando así un eje de dispersión hacia el SO del volcán Misti. La pómez del depósito “Sacarosa” es de composición dacítica (65 wt% SiO<sub>2</sub>). La erupción generó una columna eruptiva de ~22 km de altura, y tuvo un volumen de 0.5 – 1.5 km<sup>3</sup>, siendo catalogada como una erupción de tipo subpliniana de VEI 4.

### METODOLOGÍA

Para la identificación y estudio del depósito de caída “Sacarosa” se realizaron 3 campañas de campo, en inmediaciones del volcán Misti y en la ciudad de Arequipa, en la cual se identificaron 32 puntos de afloramiento. Se tomaron 59 muestras del depósito de caída de tefras para realizar secciones delgadas, análisis químicos de las pómez, análisis sedimentológico, y se han realizado 3 dataciones radiométricas con el método <sup>14</sup>C en restos de carbón encontrados a la base del depósito de caída de lapilli de pómez “Sacarosa”. Para el cálculo del volumen del depósito se han aplicado los métodos exponenciales (Pyle, 1989, Fierstein & Nathenson, 1992), la ley de poder (Bonadonna y Houghton, 2005) y para el cálculo de la altura de la columna eruptiva se aplicó el método de Weibull (Bonadonna y Costa, 2013) y de Carey y Sparks, (1986) con este último también se calculó la velocidad del viento que influyó en la dispersión de la tefra.

### RESULTADOS

#### EDAD DEL DEPÓSITO

El depósito “Sacarosa” tiene una edad aproximada de 33 700 años AP, la cual sugiere que habría sido emitida durante la etapa Misti 3 (Thouret et al., 2001). Dicho depósito hace parte de un grupo de depósitos de caídas félsicas conformadas por los depósitos de caída Fibroso I, Sacarosa y Fibroso II (Cacya et al., 2007). Cabe mencionar que el depósito de caída Sacarosa se encuentra entre las caídas Fibroso I y Fibroso II, las cuales según Cacya et al. (2007), son de composición riolítica y dacítica, respectivamente.

## CARACTERÍSTICAS DEL DEPÓSITO “SACAROSA”

El depósito de caída de lapilli de pómez “Sacarosa” aflora al Oeste y SO del volcán Misti en los distritos de Yura, Cayma, Alto Selva Alegre, Mariano Melgar y Cerro Colorado (Fig. 1). Este depósito, es denominado Sacarosa por su aspecto fino similar a la azúcar, está constituido de lapilli de pómez fino distribuido en dos niveles: inferior y superior. De manera general presenta un buen sorteo. Tiene una matriz rica en fenocristales libres

de plagioclasa, biotita y anfíbol. Las pómez son angulosas a subangulosas, de color blanquecina, vesiculadas y poco densas. El depósito presenta escasa proporción de fragmentos líticos lávicos oxidados, llegando a un máximo de 1% en las zonas proximales, es decir a distancias menores a 11 km del volcán. El depósito en zonas proximales (Fig. 1) entre 9 y 12 km del cráter, tiene 1.25 m de máximo; en la zona medial, entre 12 y 15 km del cráter, específicamente a 15 km tiene 0.68 m de espesor, y en la zona distal a 22 km tiene entre 0.18 y 0.20 m de espesor.

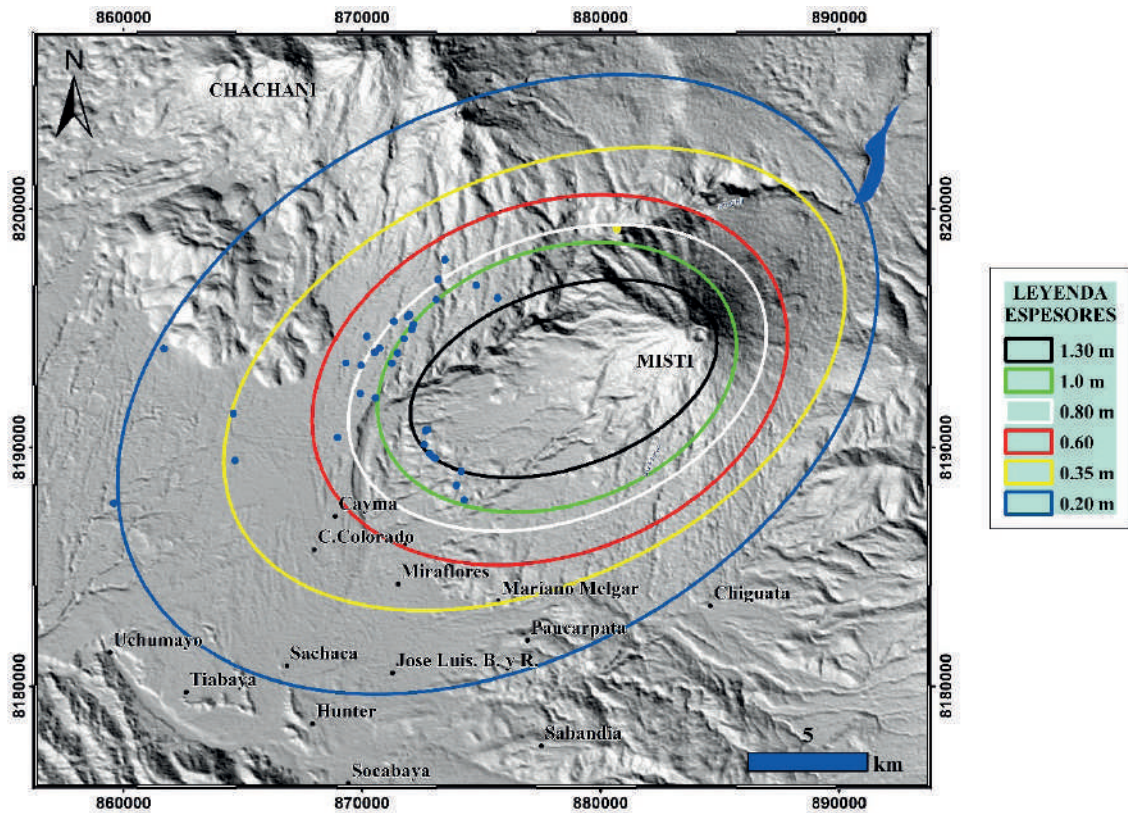


Fig. 1 Mapa de isopacas (líneas de colores). Los puntos azules representan los puntos de afloramiento del depósito de caída dentro de la ciudad de Arequipa.

El depósito es separado por dos niveles de espesores similares (Fig. 2A). El nivel inferior se caracteriza por contener pómez de menor diámetro. En las zonas más próximas al volcán en este nivel se distinguen pómez de hasta 0.8 cm de diámetro máximo, mientras en zonas mediales y distales del volcán las pómez no sobrepasan los 0.5 mm

de diámetro. El nivel superior se caracteriza por contener pómez de mayor tamaño, de hasta de 3.5 cm de diámetro, en zonas próximas al volcán. En zonas proximales, en este nivel se distingue escasa proporción de fragmentos líticos oxidados (1%), sugiriendo la poca erosión del conducto volcánico ocurrido a lo largo del proceso eruptivo.

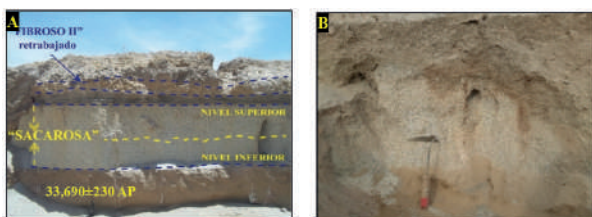


Fig. 2 – A) Vista del depósito de caída de tefra “Sacarosa” de 0.83 m de espesor en la zona proximal, a 11.5 km al SO del volcán Misti (zona de Alto Cayma), diferenciándose los dos niveles. A la base del depósito se encontró carbón datado en 33,690±230 AP. B) Vista del depósito de caída de tefra “Sacarosa” de 0.34 m de espesor en la zona distal, a 20 km al SO del volcán Misti (distrito de Yura). El nivel superior contiene mayor concentración de pómez que el inferior.

PETROGRAFÍA Y GEOQUÍMICA

Las pómez del depósito de caída son de composición dacítica (65 wt% de SiO<sub>2</sub>). Las pómez contienen cristales de plagioclasa (10%) que miden entre 100 a 1000 μm, anfíbol (5%), de 200 μm y 1000 μm, biotita (5%) de 400 a 1000 μm y óxidos de hierro y titanio menores de 600 μm (2%), y presentan una textura vitroclástica. Contienen entre 20-30% de vesículas subredondeadas.

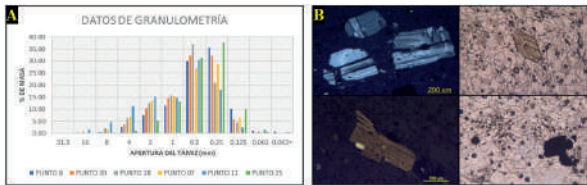


Fig. 4 – A) Datos del análisis granulométrico, haciendo notar la predominancia de peso en los tamices de 0.500 mm, 0.250 mm B) Secciones delgadas de la pómez presentando cristales de plagioclasa, anfíboles y óxidos de hierro y titanio.

GRANULOMETRÍA Y ESTIMACIÓN DE VOLUMEN EMITIDO

En las muestras de la zona proximal y medial se distingue alta proporción de partículas finas de 0.5, 0.250 y 0.125 mm, cuya suma de su concentración de masa, sobrepasa el 50 % de concentración de la masa total de cada muestra (Fig 4A). El tamaño fino de los granos es el resultado de un considerable grado de fragmentación, evidenciado también por la presencia de cristales de plagioclasa fracturados (Fig. 4B). También se observan biotita con típica textura libro con bordes incompletos.

En la tabla 1 se muestran los resultados de cálculos de volumen del depósito obtenidos con los métodos exponenciales (Pyle, 1989, Fierstein & Nathenson, 1992), la ley de poder (Bonadonna y Houghton, 2005) y método de Weibull (Bonadonna y Costa, 2013) cuyos valores varían entre 0.5 a 1.5 km<sup>3</sup>. La altura máxima de la columna eruptiva estimada con el método de Carey and Spark (1986) y Bonadonna and Costa (2013) varía entre 19-22.1 km. Mientras que la velocidad del viento calculado con el método de Carey and Spark (1986) es de 37 m/s.

MÉTODO	VOLUMEN
Pyle (1989), Fierstein y Nathenson (1992), Exponencial	0.5 km <sup>3</sup>
Bondonna and Hougton (2005), Ley de poder	1.5 km <sup>3</sup>
Bondonna and Costa (2013), ley de Weibull	0.6 km <sup>3</sup>

	ALTURA DE LA COLUMNA ERUPTIVA
Carey & Sparks (1986)	22.1 km
Bonadonna and Costa (2013), ley de Weibull	19.1 km
	VELOCIDAD DEL VIENTO
Carey & Sparks (1986)	37 m/s

Tabla 1 – Resultados de los métodos aplicados.

CONCLUSIONES

Hace aproximadamente 33.7 mil años AP el volcán Misti presentó una erupción explosiva de tipo subpliniana que generó una columna eruptiva de ~22 km de altura constituida de lapilli de pómez fino pobre en fragmentos líticos, conocido como depósito “Sacarosa” de granulometría fina y homogénea, de composición dacítica con un volumen de 0.6 a 1.5 km<sup>3</sup>. El depósito se observa en el sector Oeste y Suroeste del volcán Misti, en los actuales distritos de Mariano Melgar, Alto Selva Alegre, Cayma, Cerro Colorado y Yura a una distancia comprendida entre los 9 y 25 km del volcán. Los espesores varían entre 1.2 m y 20 cm para las zonas distales y proximales, respectivamente. En caso de ocurrir una erupción del Misti de similares características, las cenizas y pómez afectarían a la población de los distritos más cercanos como Miraflores, Mariano Melgar, Alto Selva Alegre, Cayma y Cerro Colorado. Así mismo se verían afectados las fuentes de agua, los terrenos de cultivos, el transporte aéreo y otros.

REFERENCIAS

Biass, S., Bagheri, G., Bonadonna, C. (2015). A Matlab implementation of the Carey and Sparks (1986) model. <https://vhub.org/resources/3922>.

Bonadonna, C., and Houghton, B., 2005. Total grain-size distribution and volume of tephra-fall deposits: Bulletin of Volcanology, 67, 441–456.

Bonadonna, C., and Costa, A., 2013. Plume height, volume, and classification of explosive volcanic eruptions based on the Weibull function. Bulletin of Volcanology, 75, 742.

Cacya L., Mariño J., Rivera P., Thouret J.C., 2007. La erupción pliniana “Autopista” del volcán Misti (21 000 – 11 000 años). Boletín de la Sociedad Geológica del Perú 102; 25-42.

Carey, S.N., and Sparks, R.S.J., 1986. Quantitative models of the fallout and dispersal of tephra from volcanic eruption columns: Bulletin of Volcanology, v. 48, p.

Chávez, J., 1992. La erupción del volcán Misti. Impresiones ZENIT, Arequipa, pp 1–163.

Fierstein, J., Nathenson, M., 1992. Another look at the calculation of fallout tephra volumes: Bulletin of volcanology, 54, 156–167.



- Harpel, C.J., Cuno, J.J., Cueva, K., Japura, S., Cabrera, M., Soncco, Y., Rivera, M., 2018. Tefrostratigrafía preliminar de erupciones explosivas del volcán Misti (Arequipa, Perú) desde la Autopista y sus implicaciones para los peligros volcánicos. Foro Internacional: Los Volcanes y su Impacto, Arequipa, Perú, Este volumen.
- Harpel, C., de Silva, S., Salas, G., 2011. The 2-ka eruption of Misti volcano, southern Peru-The most recent Plinian eruption of Arequipa's iconic volcano. Geological Society of America Special paper 484.
- Legros, F., 2001. Tephra stratigraphy of Misti volcano, Peru. Journal of South American Earth Science, 14, 15–29.
- Newhall, C.G., Self, S., 1982. The volcanic explosivity index (VEI) an estimate of explosive magnitude for historical volcanism. Journal of Geophysical Research, 887, 1231–1238.
- Pyle, D., 1989. The thickness, volume and grainsize of tephra fall deposits. Bulletin of Volcanology, 51, 1–15.
- Thouret, J.-C., Finizola, A., Fornari, M., Legeley-Padovani, A., Suni, J., and Frechen, M., 2001. Geology of El Misti volcano near the city of Arequipa, Peru: Geological Society of America Bulletin, 113, 1593–1610.