



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: www.sgp.org.pe ISSN 0079-1091

IMPACTOS DE LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN HUAYNAPUTINA EN EL SUR DEL PERÚ

Luisa Macedo¹ *, James Apaestegui¹, José Torres¹, Jean Claude Thouret², Anthony Finizola⁴, Saida Japura³, Kevin Cueva⁵

¹ Instituto Geofísico del Perú

² Institut de recherche pour le développement IRD - Francia

³ Universidad Nacional del Altiplano Puno - Perú

⁴ Université de la Réunion – Francia

⁵ Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico

RESUMEN

La erupción más grande de nuestra era ocurrió en el volcán Huaynaputina entre el 19 de febrero y alrededor del 6 de marzo del año 1600 d.C. Esta erupción alcanzó un Índice de Explosividad Volcánica 6 (VEI 6, en una escala que va de 0 a 8) y ocasionó la muerte de aproximadamente 1500 personas, sepultando al menos 11 poblados localizados a menos de 20 km alrededor del volcán (Navarro, 1994; Thouret et al., 1999, 2002; Jara et al., 2000). Varios relatos históricos y dibujos, como los del cronista Guamán Poma de Ayala (1613), muestran cuán importante fue la erupción del volcán Huaynaputina, aún visto desde la ciudad de Arequipa que está a 75 km de distancia.

Palabras clave: *volcán Huaynaputina 1, erupción pliniana 2, riesgo volcánico 3, impacto 4.*

Key words: *Huaynaputina volcano, Plinian eruption, volcanic hazard, risk, impact*

ABSTRACT

The historical largest eruption in Latin America occurred at Huaynaputina volcano between 19 February and early March 1600. This event caused the deaths of approximately 1,500 people, buried more than ten villages located within 20 km around the vent and disrupted the early Colonial economy in Peru, northern Chile and western Bolivia. With the aim to unravel the variety of impacts of such a large-scale volcanic eruption (VEI6), the Volcano Observatory of INGEMMET together with other Peruvian and international Institutions initiated the “Huayruro” project (funded by CienciaActiva

- Fondecyt), and gathered Peruvian and foreign researchers interested in studies of large scale eruptions at historically active volcanoes. This project is being carried out by a multidisciplinary group encompassing geologists, geophysicists, climate experts, archaeologists and educators at different stages of the project development.

1. INTRODUCCIÓN

El volcán Huaynaputina (4800 m.s.n.m.) se encuentra ubicado en la provincia de Omate, al extremo norte de la región de Moquegua. Es uno de los siete volcanes activos de Perú localizados en la Zona Volcánica Central (ZVC) de la cordillera Occidental de los Andes. La cima con coordenadas 8162195N, 302187E (UTM – WGS 84 - Zona 19 Sur) se eleva a 2300 m sobre el cauce del río Tambo.

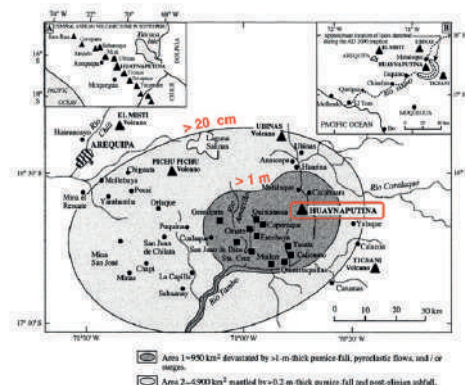


Figura 1: Mapa mostrando los pueblos sepultados bajo más de 1m de depósitos piroclásticos emitidos por el volcán Huaynaputina (modificado de Thouret et al, 2002).

Este proyecto busca entender las consecuencias de esta gran erupción en las poblaciones próximas al volcán, en su infraestructura, actividades económicas regionales e inter-regionales y el impacto climático que generó esta erupción en la región y a nivel mundial.

Se ha congregado la colaboración de diversas instituciones nacionales e internacionales, conformando así un equipo multidisciplinario, que trabaja de la mano con autoridades y población local y regional.

2. OBJETIVOS Y ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto tiene como objetivo el conocimiento del impacto ambiental, social y cultural de la erupción del Huaynaputina (1600 d.C.) sobre los poblados que existieron alrededor del volcán. Para desarrollar esta investigación, es necesario trabajar en varias áreas y disciplinas, que se enumeran a continuación:

2.1. Identificación de los poblados sepultados, probablemente entre 10 y 17 según información preliminar. Este dato se precisará en cuanto avance el mencionado proyecto.

2.2. Recopilación y procesamiento de la información histórica, así como de las publicaciones modernas.

2.3. Geofísica de sub-superficie, mediante georadar, magnetometría y cámara térmica, ya que las viviendas de aquella época se construían con roca (cuya densidad contrasta con la de las piedras pómez que las sepultaron), por tanto, es fácil detectarlas mediante estos métodos. Los estudios geofísicos ayudarán a localizar y cuantificar la extensión de los pueblos, el contenido estructural (construcciones, muros, suelos agrícolas, etc.) y los diversos aspectos de impactos físicos y mecánicos.

2.4. Tefroestratigrafía, el estudio detallado de los depósitos piroclásticos que cubrió a los pueblos sepultados permitirá cuantificar el impacto de la erupción. Eso incluye la extensión, el volumen de los depósitos (en particular la caída Pliniana), las características de la dispersión de la caída, las características físicas y texturales de las pómez, etc. La finalidad es modelar la dispersión de la caída y entender la dinámica de la erupción Pliniana.

2.5. Arqueología, Esta información permitirá a los arqueólogos desenterrar, recomponer y poner en valor los vestigios encontrados.

2.6. Paleoclimatología, mediante el estudio de los espeleotemas en cuevas y otros métodos.

2.7. Educación, difusión y sensibilización, constituye una parte importante del proyecto, brindando charlas en las escuelas de los pueblos ubicados en los alrededores del volcán, charlas dirigidas a las autoridades y población, con el fin que comprendan la información brindada y la utilicen para el desarrollo turístico, cultural, económico y social de las comunidades.

2.8. Un museo de sitio permitirá perennizar los hallazgos, concientizar a la población de los riesgos y peligros a los que están sometidos las poblaciones que se ubican dentro del área de influencia de la actividad volcánica.



Figura 2: Evidencia de los pueblos sepultados por la erupción de 1600 d.C. del volcán Huaynaputina: ruinas localizadas en Calicanto, cerca de Quinistaquillas.

3. IMPACTO CLIMÁTICO

Zielinski y Stoffel et al 2015, mencionan que esta gran erupción del volcán Huaynaputina tuvo un gran impacto en el cambio climático a nivel mundial, decreciendo en 1.13 C° (la temperatura global del planeta según estudios más recientes. La erupción de 1600 dC Huaynaputina en Perú fue una de las erupciones volcánicas más grandes de la historia en los últimos 1500 años.

De Silva y Zielinski (1998), indica que la erupción 1600 d.C. del Huaynaputina, en el sur de Perú, sería uno de las mayores erupciones de los últimos 500 años; picos de acidez de Groenlandia y Antártica ice 3-5, cronologías de anillos de árbol 6-8, junto con registros de perturbaciones atmosféricas a principios del siglo XVII en Europa y China, implican una erupción de magnitud similar o mayor que el de Krakatoa en 1883.

La evidencia histórica apunta a la conclusión de que la erupción fue seguida por un período abrupto de enfriamiento y brotes de epidemias

en el año 1601 d.C. dentro de China y la península coreana. Estos registros se manifiestan en condiciones inusualmente frías resultando en severas heladas que condicionó a la mortandad en el norte de China en el verano y otoño de 1601 d.C. En el sur de China (Zhejiang Y las provincias de Anhui y el municipio de Shanghai), julio fue anormalmente frío con nieve, con un otoño que vio de forma anómala un clima caliente.

4. GEOLOGÍA

A pesar de su magnitud y de su complejidad, la erupción 1600 d.C. representa sólo un episodio en un largo proceso eruptivo. El estratovolcán de Huaynaputina ya estaba destruido mostrando anfiteatro en forma de herradura y modificado por erupciones anteriores. Cubriendo las altas terrazas del Río Tambo se encuentran depósitos de avalancha de escombros y depósitos de caída y flujos piroclásticos superpuestos por un suelo indican erupciones antes del evento de 1600 d.C, hace aproximadamente 9700 años (JCT). La parte pronunciada de la pared del anfiteatro del norte y los depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas de gran espesor pre-AD 1600 indican que el área de la cumbre acogió un grupo de domos, probablemente volados antes del evento en mención (Thouret 2002).



Figura 3: Cráteres post-plinianos del volcán Huaynaputina y que obliteraron el gran cráter Pliniano anterior, localizados sobre el piso de la cicatriz de avalancha de escombros unos 2000 m en altura con respecto al cauce del Río Tambo que se observa atrás. En la pared de la cicatriz vemos depósitos del estrato-volcán e intrusiones anteriores a la erupción del 1600 AD.

El edificio volcánico tiene aproximadamente 500 m de altura y no presenta características típicas de un estrato-volcán. Consta de una cicatriz de avalancha de escombros en forma de herradura, de 2.5 x 1.5 km de diámetro, formada anteriormente a la erupción de 1600 D.C. (Thouret et. al., 1999). La cicatriz de colapso presenta paredes escarpadas y a la vez se encuentra abierta hacia el Este del

cañón, con dirección al río Tambo y tiene aproximadamente 2.2 km de profundidad.

Según el estudio estratigráfico, los depósitos de la erupción de 1600 AD comprenden cinco unidades estratigráficas (Figura 4): Unidad 1, depósito de caída pliniana; Unidad 2, depósito de capas de ceniza-oleadas piroclásticas; Unidad 3, depósito de flujo piroclástico tipo PDC, con la sub-unidad 3a, depósito de oleadas basales intercalada con ignimbritas y sub-unidad 3b, depósito co-ignimbrito; Unidad 4, depósito de caída rica en cristal; Unidad 5, depósito de flujo de ceniza.

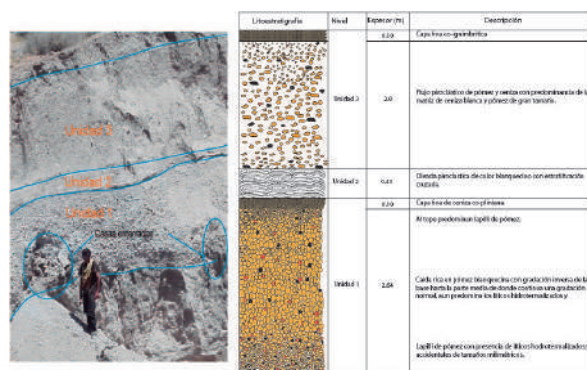


Figura 4. Columna estratigráfica de las 3 primeras unidades estratigráficas referentes a depósitos piroclásticos de la erupción del volcán Huaynaputina del año 1600 d.C. en la Quebrada Calicanto a 14 km del cráter hacia el sur del volcán.

Se elaboraron mapas de isopacas e isopletras para conocer parámetros, caracterizar cualitativa y cuantitativamente el tamaño de una erupción, tales como: el volumen, área del depósito, IEV, altura y dirección de la columna eruptiva.

En base a las secciones estratigráficas medidas de la caída pliniana y empleando el método de Pyle (1989) se calculó un volumen estimado de 8.60 km³ ± 0.3, sin embargo parte del volumen de la zona distal y el Océano Pacífico ha sido ignorado por causas de erosión lo que hace que el valor obtenido sea el volumen mínimo. El depósito de caída pliniana cubre un área extensa > 128 072 km². Basándose en los diagramas de Walker & Croasdale (1971) y Carey & Sparks (1986), que relacionan áreas de isopletras de pómez y líticos vs diámetros máximos de pómez y líticos respectivamente, se ha calculado una altura máxima de 37 km y altura mínima de 33 km con una velocidad de viento entre 10 y 20 m/s, con dirección de dispersión al SO – NO.

Según Walker, 1971, el área de dispersión D (área

encerrada por la isópaca de T_{max} 0.01) es de 4103 km² donde se ubica la isópaca 12 cm de espesor y el porcentaje de fragmentación F del depósito de caída pliniana igual a 62.45 %. El D/F en la gráfica (Figura 5) muestra una alta fragmentación y dispersión del depósito, el cual se encuentra en los campos de erupciones altamente explosivas de tipo pliniano y freatoplíniano.

La correlación área vs espesor de la caída, muestra un adelgazamiento exponencial conforme se aleja del volcán Huaynaputina. En el caso de la correlación área vs diámetro máximo de pómez (MP), muestra una mayor dispersión de las pómez con respecto a la distancia, finalmente en el correlación área vs diámetro máximo de líticos, muestra una disminución brusca de los líticos con respecto a la distancia lo que sugiere que la fragmentación del magma era muy alta.

5. CONCLUSIONES

- La gran erupción de 1600 d.C. del volcán Huaynaputina, sin duda es una de las más grandes ocurridas no solo en Latinoamérica, sino en el planeta, por cuanto su impacto se puede apreciar por un decrecimiento de la temperatura global de 1.3°.
- El estudio de estas grandes erupciones, da conocimiento para entender el rol del gas inyectado en la estratósfera y los cambios climáticos ocurridos en el pasado y por consiguiente pronosticar los futuros.
- Mediante el Proyecto Huayruro se podrá entender una de las más grandes erupciones ocurridas en tiempos históricos, y lograr desenterrar pueblos sepultados por esta gran erupción y así comprender una parte importante de la historia en Perú, que es la transición entre el incanato y la Colonia precoz. También será posible apreciar como influyó en el clima, el aspecto económico y social a nivel regional e inter regional después de esta gran erupción.
- La erupción del volcán Huaynaputina originó una completa destrucción de comunidades por las caídas piroclásticas y posteriores flujos de lodo, que arrasaron ganado, terrenos de cultivo y poblados situados en el cauce, lo que conllevó gran una pérdida económica para la región.

6. REFERENCIAS

- Barriga BM (1951) Los terremotos en Arequipa (1582-1868). La Colmena, Arequipa.
- De Silva SL, Zielinski GA. 1998. Global influence of the AD 1600 eruption of Huaynaputina, Peru. *Nature* 393: 455–458.
- Fei, J.; Zhang, D. & Lee, H. (2015) - 1600 AD Huaynaputina Eruption (Peru), Abrupt Cooling, and Epidemics in China and Korea. Hindawi Publishing Corporation *Advances in Meteorology* Article ID 958295, p. 13
- Hildreth, W., and Drake, R. E., 1992, Volcan Quizapu, Chilean Andes: *Bulletin of Volcanology*, v. 54, p. 93–125.
- L. Jara, J-C. Thouret, J. Davila, (2000) “the AD 1600 Erupcion of Huaynaputina as describer in early Spanish chronicles”.
- Mateos, F., 1944, *Historia general de la Compañía de Jesus en la provincia del Perú*: Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 240 p.
- Navarro, R. (1994) - *Antología del Valle de Omate*. Centro de Publicaciones de la Facultad de Cs. Biológicas Y Agropecuarias UNSA, p. 72.
- Ocaña, D. de, 1969, *Un viaje fascinante por la America Hispana del Siglo XVI*: Madrid, Edición A. Alvarez, Historia 16, 256 p.
- Pyle, D. M., 1989, The thickness, volume, and grainsize of tephra fall deposits: *Bulletin of Volcanology*, v. 51, p. 1–15.
- Thouret, J-C.; Davila, J.; Rivera, M.; Gourgaud, A.; Eissen J-P.; Le Pennec, J-L. et Juvigne E. (1997) – L’ eruption explosive de 1600 au Huaynaputina (Pérou), la plus volumineuse de l’histoire dans les Andes Centrales. *Comp Rend Acad. Sci. Paris Géomatér.* 325:931 - 938
- Thouret, J.-C.; Juvigné, E.; Gourgaud, A. and Boivin, P. & Dávila, J. (2002) - Reconstruction of the AD 1600 explosive eruption at Huaynaputina volcano, Peru, based on geologic evidence and spanish chronicles. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 115, (3-4): 529-570.
- Vasquez de Espinosa, A., 1942, *Compendium and description of the West Indies* (translated by C. U. Clark): *Smithsonian Miscellaneous Collection*, v. 102, 862 p.
- Walker GPL (1971) Grain-size characteristics of pyroclastic deposits. *J Geol* 79:696-714.