

DATOS PRELIMINARES SOBRE LA EVOLUCIÓN VULCANOLÓGICA DEL COMPLEJO VOLCÁNICO TUTUPACA

Nélida Manrique¹, Jersy Mariño¹, Pablo Samaniego^{1,2,3}, Leonel Fidel¹

¹ INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Av. Dolores (Urb. Las Begonias B-3), J.L.B y Rivero, Arequipa, Perú; E-mail: nmanrique@ingemmet.gob.pe, jmarino@ingemmet.gob.pe.

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

³ IRD, Teruel 357, Miraflores, Lima 18, Perú

INTRODUCCIÓN

El complejo volcánico Tutupaca (CVT, 17°01' S, 70°21' O) se encuentra ubicado en la parte suroriental del arco volcánico peruano, en el departamento de Tacna, a 28 km al norte de Candarave (Figura 1). Este centro eruptivo es considerado activo ya que han presentado varias erupciones durante la época histórica (i.e. posterior a 1532 AD). Adicionalmente, los reportes de actividad volcánica compilados por el “Global Volcanism Program (Siebert et al., 2010), sugieren que en esta zona se han producido al menos 4 erupciones en tiempos históricos, en los años 1787, 1802, 1862 y 1902 AD, las cuales han sido adscritos a erupciones del volcán Yucamane, ubicado a 24 km al sureste del Tutupaca. Sin embargo, los reportes de Zamácola (1958) y Dean Valdivia (1874), hablan claramente de que el Tutupaca ha tenido al menos dos períodos eruptivos en los años 1789 y 1802.

En la zona de influencia del volcán Tutupaca se tiene una población e infraestructura importantes, principalmente al sur y sureste del volcán, donde viven cerca de 8000 habitantes, en particular en Candarave; y, se encuentran también importantes operaciones mineras, como las minas de Toquepala y Cuajone. El presente trabajo muestra algunos resultados preliminares asociados con la historia eruptiva del volcán Tutupaca, en particular de sus fases recientes de actividad.

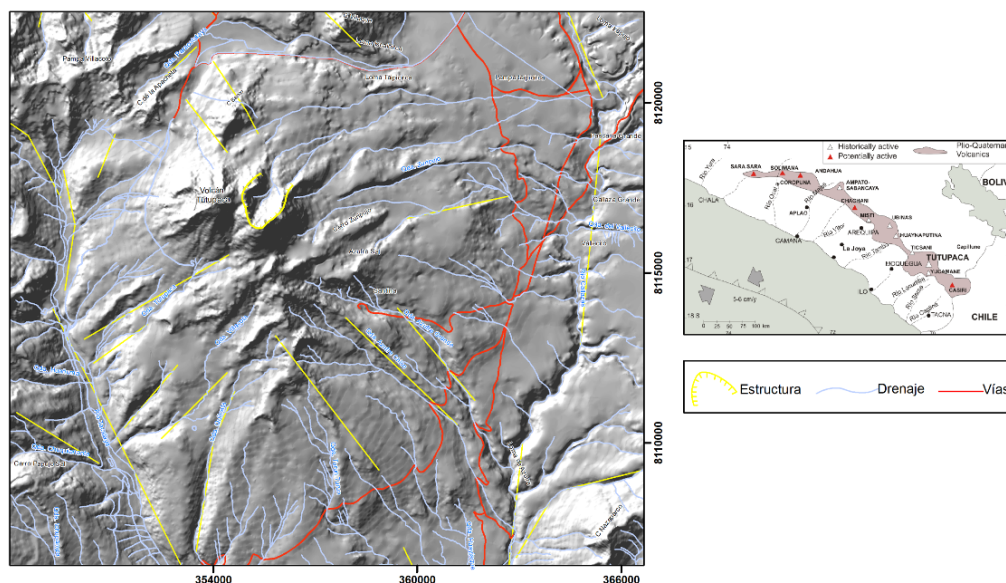


Figura 1. (a) Modelo digital del terreno que muestra la ubicación del complejo volcánico Tutupaca; (b) Ubicación del Complejo Volcánico Tutupaca en el arco volcánico peruano.

MARCO ESTRUCTURAL

El CVT se encuentra construido sobre un substrato volcánico y volcano-sedimentario constituido por depósitos ignimbríticos y volcano-sedimentarios que afloran en el valle del río Callazas al oriente del complejo. Estas secuencias han sido interpretadas como correspondientes al sistema volcánico Chuquiananta del Neógeno (Fidel y Zavala, 2001). EL CVT se encuentra emplazado en una región tectónicamente activa, se diferencian dos sistemas principales: Sistema SW-NE, es un fracturamiento profundo como la falla de Vilacollo y el sistema NW-SE el cual presenta lineamientos importantes que se emplazan sobre los ríos Callazas y Tacalaya (Morche et al., 1994). En la zona de estudio se han podido identificar varias estructuras (Figura 1) entre las que se puede destacar la falla ubicada al pie del complejo volcánico Chuquiananta y el río Tacalaya, ubicada en la parte occidental del CVT, con una orientación NW-SE; la falla ubicada entre el complejo volcánico Nazaparco, ubicado al SE del Tutupaca, que atraviesa el CVT con una orientación NW-SE; y la falla Banco, ubicada al norte del CVT, con un rumbo NNW-SSE. Es probable que estas estructuras hayan tenido un rol importante en el emplazamiento y en el desarrollo estructural del CVT.

PRINCIPALES UNIDADES GEOLÓGICAS

La interpretación fotogeológica y el cartografiado geológico han permitido identificar tres edificios volcánicos; el Tutupaca basal, altamente erosionado, y dos conos gemelos pero con un grado de erosión diferente, el Tutupaca Noroeste y el Tutupaca Noreste (Figura 2).

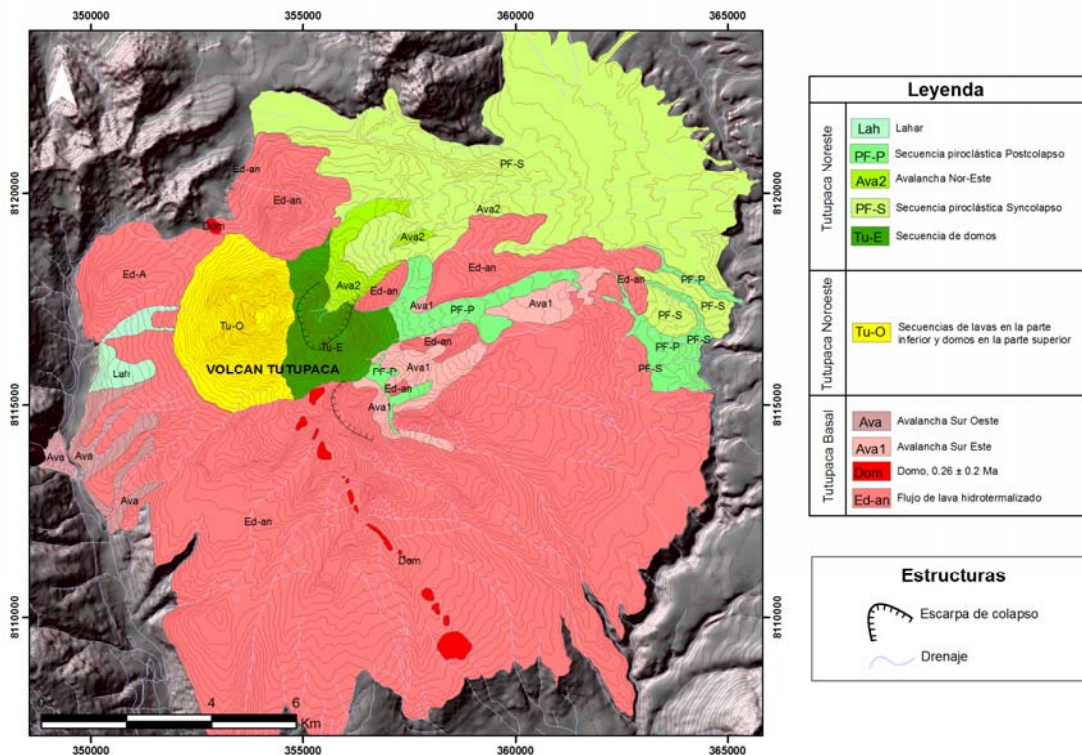


Figura 2. Esquema geológico del Complejo Volcánico Tutupaca.

Tutupaca basal. Este edificio constituye la parte más antigua del CVT. Se trata de un edificio bastante erosionado, constituido por flujos de lava, depósitos de flujos piroclásticos y depósitos de avalanchas de escombros. La parte central del edificio muestra una estructura compleja constituida por varios picos a su vez constituidos por secuencias de lavas afectadas por la erosión glacial y que se

encuentran fuertemente hidrotermalizados. Las lavas de este edificio son andesitas porfíricas de color gris oscuro, que contienen fenocristales de plagioclasa, biotita, anfíbol y piroxeno. Al sur de este edificio, se han identificado una serie de pequeñas colinas de 250-750 m de diámetro, alineadas en dirección NNW-SSE, constituidos por traquitas (Fidel y Zavala, 2001) con fenocristales de plagioclasa, anfíbol y biotita, los cuales están englobados en una matriz microcristalina. Estos domos han sido datados en 0.26 ± 0.2 Ma (INGEMMET, 1994, Fidel y Zavala, 2001).

Adicionalmente, se han observado dos depósitos de avalanchas de escombros asociados con este edificio. El primero, se encuentra ubicado en el flanco W del edificio, hacia el valle del río Tacalaya, el cual posee espesores mínimos de 100 a 150 m, y presenta una facie de bloques y una de matriz. Normalmente los bloques poseen dimensiones centimétricas a decimétricas, tienen soporte de matriz y son angulosos. El depósito posee una litología heterogénea, conformado por lavas de color gris, gris oscuro, amarillo ocre y rojizo. También se han observado estructuras tipo "jigsaw". El segundo depósito de avalancha de escombros está ubicado al E del edificio y aflora en el valle de la Quebrada Zuripujo. Este depósito se caracteriza por presentar abundante material hidrotermalizado y se encuentra cubierto parcialmente por secuencias piroclásticas más jóvenes asociadas con el edificio Tutupaca Noreste. Esta avalancha estaría asociada con un colapso sectorial del edificio Tutupaca basal.

Tutupaca Noroeste. Este edificio posee forma ligeramente cónica y se encuentra parcialmente erosionado por la actividad glaciaria. Posee un diámetro aproximado de 3 km, su base se encuentra a 4880 metros sobre el nivel del mar (msnm) y su cima alcanza los 5790 msnm. Este cono está conformado por secuencias de lavas en la parte inferior y por domos en la parte superior. Los domos son andesitas y dacitas con una textura porfírica, y fenocristales de plagioclasa, biotita y anfíbol englobados en una pasta de color gris, microcristalina, ligeramente vesiculada. Se han identificado enclaves magmáticos microcristalinos de color gris oscuro con una mineralogía similar a las lavas, constituida por pequeños cristales de plagioclasa, anfíbol y biotita.

Tutupaca Noreste. En base a su morfología y al grado de erosión, se considera que este edificio es el más joven del complejo. Posee un diámetro aproximado de 2 km, su base se encuentra a 4900 msnm y su cima alcanza los 5790 msnm. Este edificio está constituido por al menos 6 domos que se caracterizan por su morfología abrupta y que están exceptos de erosión glaciaria, lo cual sugiere una edad Holocénica. Los domos están constituidos por andesitas (Fidel y Zavala, 2001) porfíricas con grandes fenocristales de plagioclasa, anfíbol y biotita en una matriz parcialmente vesiculada que varía entre microcristalina a vítrea. En la parte superior de este edificio se ha identificado una escarpa en forma de herradura de 1 km de diámetro y que está abierta hacia el NE. Los depósitos de este evento de colapso se encuentran al pie del anfiteatro y se extienden hasta la pampa Taipicirca, en donde se encuentran cubiertos por secuencias piroclásticas más jóvenes. En la parte proximal, los depósitos de esta avalancha de escombros comprenden una facies de bloques caracterizada básicamente por dos tipos petrográficos, bloques altamente fracturados de lavas andesíticas altamente hidrotermalizadas, de colores amarillo-verdosos; y andesitas/dacitas grises, parcialmente alteradas con texturas vesiculadas propias de domos.

Secuencia Piroclástica Callaza. En el valle del río Callaza, se ha identificado un depósito de flujo piroclástico de pómez y ceniza, que aflora entre 7 y 10 km al Este del volcán. El depósito presenta una coloración gris clara a beige, con espesores mínimos de 10 a 15 m. Este depósito está constituido por bombas de pómez con un tamaño menor a 30 cm, constituido por una pómez gris blanquecina, poco vesiculada que contiene plagioclasa, anfíbol y en menor proporción biotita. Se observan adicionalmente bombas de pómez con un marcado bandeamiento composicional (< 5%) que sugieren un mecanismo de mezcla de magmas entre un polo dacítico y uno andesítico. Finalmente, se observan líticos (<5-10%) andesíticos densos de color gris, líticos con textura vítrea y color gris oscuro y pocos líticos hidrotermalizados. En base a la envergadura de este depósito se considera que representa una etapa explosiva importante en el desarrollo del volcán Tutupaca.

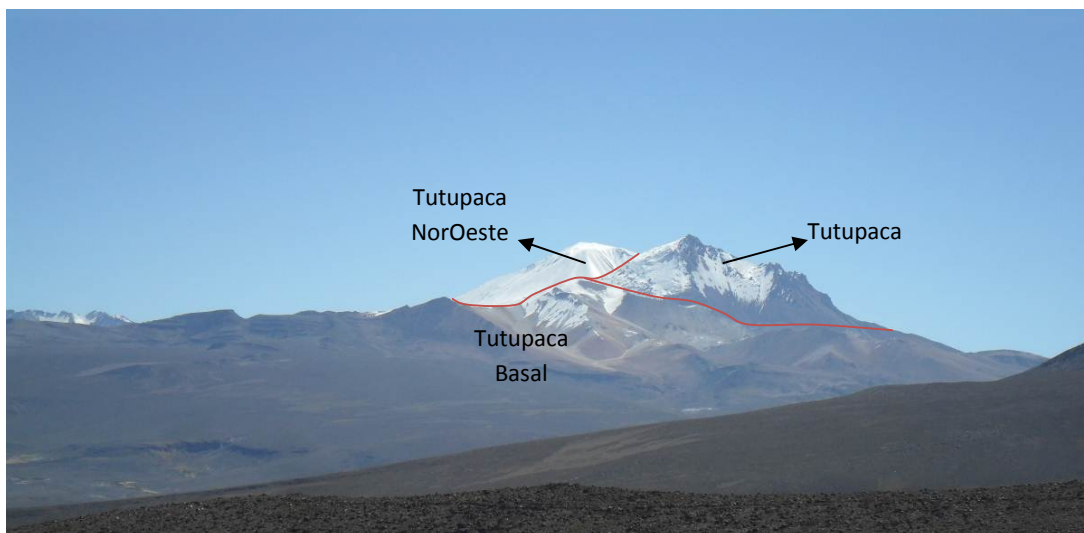


Figura 3. Los edificios Tutupaca Noroeste y Noreste.

Secuencias piroclásticas pre-colapso. Se han identificado varias secuencias piroclásticas constituidas por flujos de bloques y ceniza ubicados en los valles que nacen al pie de los domos del Tutupaca Noreste. Estas secuencias se observan claramente en la Quebrada Zuripujo, en cuya parte proximal se encuentran sobreyaciendo los depósitos de la avalancha de escombros del Tutupaca Basal, mientras que en la parte distal, cerca al valle del río Callaza, aparecen como una secuencia constituida por varias unidades de flujos de bloques y ceniza, con espesores métricos (2-5 m) intercaladas con niveles de oleadas piroclásticas y un nivel enriquecido en ceniza al tope de la secuencia con un espesor de 1-2 m. Los bloques dominantes en esta secuencia son andesitas grises porfiríticas con una mineralogía similar al resto del edificio, es decir constituida por plagioclasa, anfíbol y biotita. Dado que esta secuencia distal se encuentra cubierta por un suelo incipiente de pocos centímetros de espesor, se considera que es relativamente joven. Una muestra de carbón recopilada en la parte superior de la secuencia permitirá determinar la edad de la misma.

Secuencia piroclástica syn-colapso. En el flanco NE del volcán hacia la pampa Taipicirca se ha identificado una secuencia piroclástica constituida por dos unidades de flujo. La **unidad inferior** aflora en la parte media y distal, y aflora muy bien en la pampa Taipicirca y en algunas quebradas que desembocan en el río Callaza. Esta secuencia se encuentra también canalizada entre la loma Taipicirca y la loma Iscacirca hasta la quebrada Paracotataya. En la parte distal, esta unidad presenta un espesor de 5-6 m y esta constituida por un depósito de bloques y ceniza con un enriquecimiento en bombas tipo “coliflor” y “corteza de pan” hacia el tope del depósito. Los bloques densos son dacitas gris oscuras muy porfiríticas fenocristales de plagioclasa, anfíbol y biotita, mientras que las bombas más vesiculadas son de color gris claro, con grandes fenocristales de plagioclasa, anfíbol y biotita. Mas hacia la parte proximal aflora la **unidad superior**, la cual se caracteriza por ser un depósito de bloques y ceniza con espesores de hasta 5 m. Los bloques son subangulosos a subredondeados con un tamaño comprendido entre 20 cm y 2 m (ocasionalmente hasta 10 m de diámetro), con fenocristales de plagioclasa, anfíbol y biotita englobado en una matriz vítrea a parcialmente cristalizada de color gris oscuro.

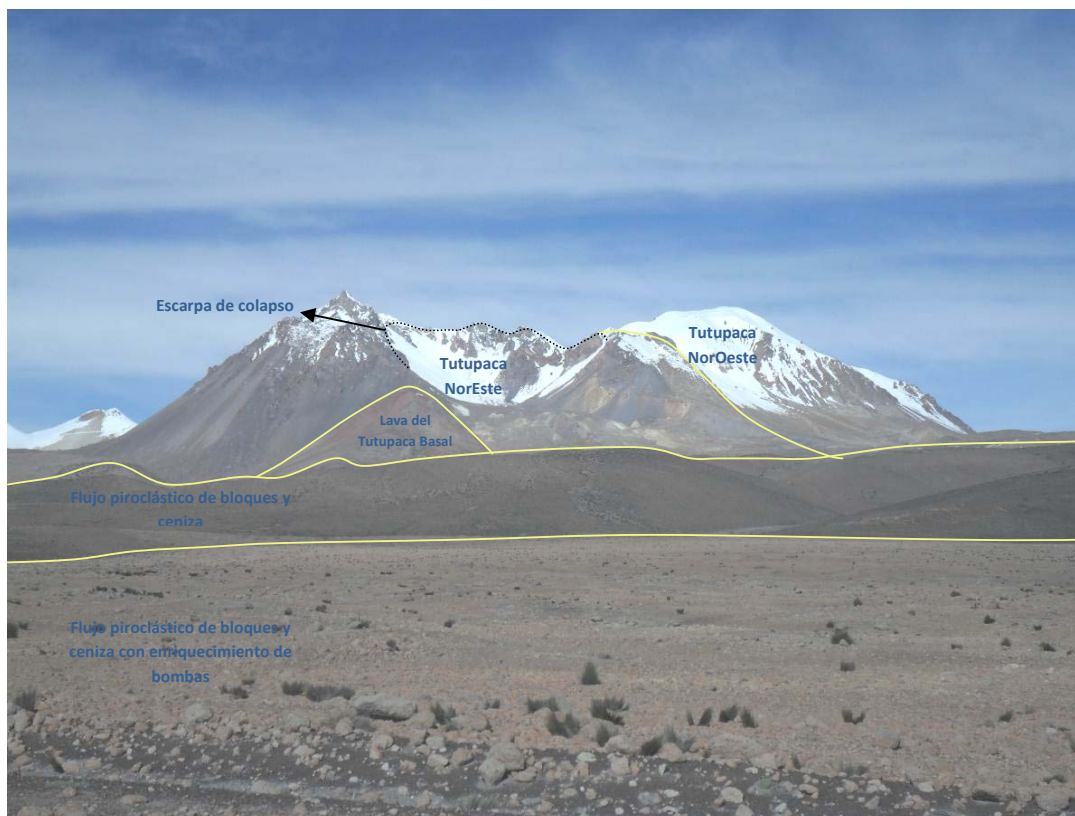


Figura 4. *Secuencias piroclásticas asociadas con el volcán Tutupaca Noreste. Los edificios Tutupaca Noroeste y Noreste.*

CONCLUSIONES

El complejo volcánico Tutupaca está formado por tres edificios sucesivos: el Tutupaca basal, un edificio lávico, altamente erosionado e hidrotermalizado, y dos edificios gemelos, el Tutupaca Noroeste y el Tutupaca Noreste, el edificio más joven del complejo. Este edificio es un complejo de domos jóvenes que no muestran evidencias de erosión glaciar por lo que se considera que tiene una edad Holocénica. El Tutupaca Noreste presenta un anfiteatro en forma de herradura abierto al NE, resultado de un colapso sectorial que ha dejado una extensa planicie de depósitos hacia el NE y E del volcán. Esta secuencia incluye un depósito de avalancha de escombros y una secuencia de flujos piroclásticos de colapso de domo que están íntimamente asociados con la avalancha de escombros. Es muy probable que las estructuras tectónicas hayan tenido un rol muy importante en el emplazamiento y desarrollo del complejo volcánico Tutupaca.

REFERENCIAS

- Fidel L. y Zavala B. (2001). Mapa preliminar de amenaza volcánica del volcán Tutupaca. Boletín 24 Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica INGEMMET 109 p.
- INGEMMET y ELECTROPERU (1994). Estudio geovolcánico e inventario sistemático de manifestaciones geotermales del lote Tutupaca., Lima, t. I-3 (Informe interno).
- Siebert L., Simkin T., Kimberly P. (2010). Volcanoes of the world. Third edition. Smithsonian Institution and University of California press. 551 p.

Valdivia Cornejo Juan Gualberto (1874). Fragmentos para la historia de Arequipa. Folletín de “El Deber”, Arequipa, 109-111 p.

Zamacola y Jáuregui J.D. (1804). Apuntes para la historia de Arequipa. Primer festival del libro arequipeño, Arequipa, Edición 1958, 15 p.