

Caracterización geológica de los depósitos de avalancha de escombros en Chuquibamba y Cotahuasi, región Arequipa

Juan Carlos Gómez¹, José Luis Macías², José Luis Arce³, Juan Manuel Sánchez-Nuñez⁴, y Claus Siebe²

¹ Instituto Geofísico del Perú, ² Instituto de Geofísica Universidad Autónoma de México, ³ Instituto de Geología Universidad Autónoma de México, ⁴ CIEMAD-IPN- México

Resumen. El presente estudio reporta datos preliminares sobre dos avalanchas de escombros no asociadas a volcanismo activo. El primero es un evento de colapso en Cotahuasi, el cual ocurrió en una parte alta del altiplano, constituida de mantos extensos de ignimbrita de edad pliocena (5 Ma aproximadamente), dicho colapso dejó una estructura semicircular de 12 por 4 km de diámetro orientada al SE. Se generó una avalancha de escombros que se emplazó en el Valle Cotahuasi, hacia el sur, recorriendo 45 km, con ancho promedio de 2 km. Evidencias de campo sugieren que esta avalancha bloqueó el drenaje principal del río Cotahuasi, originando represamiento natural. El otro colapso ocurrió en Chuquibamba, construido de igual manera de ignimbritas de 5 Ma de edad aproximadamente. La cicatriz dejada por este colapso tiene una forma alargada de 11 por 6 km de diámetro con espesor de 0.15 km. Esto generó una avalancha de escombros que recorrió 26 km desde las paredes del escarpe hasta las inmediaciones de Aplao. Desarrolló montículos constituidos por megabloques de ignimbrita, en una abundante matriz, aun en facies proximales y bloques en rompecabezas. Se ha estimado un área de 70 km² y un volumen preliminar de 0.9 km³.

1 Localización del Area de Estudio

Los valles del río Cotahuasi y Majes se localizan a 140 km al NW de la ciudad de Arequipa, en la latitud 15.4 Sur y longitud 71.9 Oeste, Figura 1

2 Aspectos geológicos

El arco volcánico del sur de Perú conforma la Zona Volcánica Central (CVZ) enmarcada entre las latitudes 15° a 28°.

Los volcanes neógenos de la CVZ son la expresión morfológica de un amplio conjunto de fenómenos que se desencadenan durante la génesis, el ascenso y la erupción de esos magmas, por lo que las intrusiones magmáticas pueden traducirse finalmente en una variada tipología de edificios.

La litología predominante en la zona de estudio son ignimbritas del plioceno de naturaleza andesítica-dacítica (Thouret et. al, 2008).

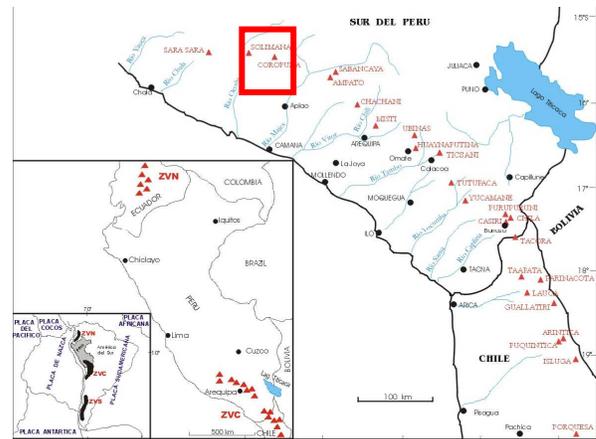


Figura 1. El cuadrado rojo muestra el área de estudio.

3 Depósitos de avalanchas de escombros (DAE)

La ocurrencia de las avalanchas de escombros está relacionado frecuentemente con la puesta al descubierto de niveles de materiales que se inestabilizan como consecuencia de la descompresión y caen por gravedad cuando se produce un sismo severo. La erosión diferencial de las capas que conforman las vertientes también constituye un importante factor de inestabilización, incrementando la susceptibilidad de todo el conjunto de masa inestable.

Es importante tener un conocimiento cabal de la fenomenología de estos eventos puesto que sus efectos son catastróficos, por tanto deben realizarse mediciones geodésicas periódicas en estos complejos volcánicos para verificar la evolución de la estabilidad de sus flancos.

En el extremo NW de Arequipa se han reconocido dos eventos de avalancha de escombros en los valles de Majes y Cotahuasi, en las inmediaciones de las localidades de Chuquibamba y Cotahuasi respectivamente, estos eventos tienen relación a la actividad de los volcanes Coropuna y Firura.

El volcán Coropuna está constituido por una estructura basal del Plioceno inferior parcialmente destruida y altitudes comprendidas entre 4200 y 5000 m, sobre la que durante el Plioceno superior y el Pleistoceno se ha levantado un conjunto de edificios colindantes cuyas cumbres superan los 6000 m. En la actualidad, el área de cumbres del Nevado Coropuna está cubierta por un sistema glaciar de 50 km² aproximadamente. Se trata de la masa de hielo tropical más grande de la Tierra, superada sólo por el casquete glaciar Quelcaya de la cordillera oriental de los Andes Centrales, y es con diferencia la mayor de las que están emplazadas sobre volcanes (Ubeda, 2010).

El basamento sobre el que se ha edificado el complejo volcánico Nevado Coropuna consiste en una secuencia de niveles litológicos con propiedades diferentes (resistencia mecánica o química, permeabilidad, porosidad, solubilidad), que la acción combinada del levantamiento tectónico y la erosión fluvial han dejado al descubierto en las escarpadas vertientes de los valles. Posteriormente, la erosión diferencial de esos niveles desestructuró el conjunto, inestabilizándolo y generando las condiciones propicias para que sucediesen grandes deslizamientos, como consecuencia de sismos tectónicos, colapsos gravitatorios o por cualquiera de las causas explicadas con anterioridad.

- **Avalancha de escombros Chuquibamba**

El volcán Coropuna aparece emplazado sobre un conjunto de deslizamientos gigantes que afectaron el borde del altiplano generando las depresiones de dimensiones kilométricas en las inmediaciones de la localidad de Chuquibamba. Los depósitos de la avalancha de escombros que se extiende vertiente abajo durante decenas de km y están profundamente incididos por la red de drenaje. Las parcelas agrarias ocupan las laderas de topografía escalonada cuyos depósitos se desplazaron vertiente abajo conformando la topografía escalonada en la que se asienta la localidad de Chuquibamba.

Por otra parte el evento de colapso Chuquibamba está relacionado con el colapso de una parte alta del altiplano. Construido de igual manera de ignimbritas de 5 Ma de edad. La cicatriz dejada por este colapso tiene una forma alargada de 11 por 6 km de diámetro con una profundidad de 0.15 km. Este colapso generó una avalancha de escombros que recorrió al menos 26 km desde las paredes del escarpe, con un ancho del valle en donde se emplazó de 2-3 km, desarrolló montículos constituidos por megabloques de ignimbrita de color rosa, en una abundante matriz, aun en facies proximales. Los montículos miden 200 metros de diámetro y 25 metros de altura constituidos por bloques en rompecabezas. Se ha estimado un área de 70 km² para este depósito de avalancha de escombros, que multiplicado por un espesor promedio de 60 metros,

arroja un volumen preliminar de 0.9 km³. Es muy probable que el depósito haya bloqueado partes del drenaje de este valle, ya que se han reconocido depósitos de flujos de escombros con componentes muy similares y más aun, en ocasiones con bloques con estructura en rompecabezas.

- **Avalancha de escombros Cotahuasi**

El poblado de Cotahuasi se emplaza sobre un depósito de ignimbritas que obturó el río del mismo nombre. Este depósito provino de un evento de avalancha de escombros por el colapso de un cráter antiguo del volcán Firura en el borde del altiplano con un desnivel de más de 2000 m. La dinámica que experimenta el material en el interior del flujo produce transformaciones en sus componentes que influyen en la naturaleza del proceso. Las ignimbritas tienen tendencia a triturarse muy rápidamente durante la avalancha, generando una fracción fina que engloba a las partículas de mayor tamaño, y constituyen una masa que se desplaza velozmente valle abajo y se deposita de una sola vez. Todo este proceso genera una topografía escalonada en donde se localiza Cotahuasi.

Por un lado se tiene al evento de colapso Cotahuasi, el cual corresponde a un colapso de una parte alta en el altiplano constituida de mantos extensos de ignimbrita de edad pliocena (5 Ma aproximadamente), dicho colapso dejó una estructura semicircular de 12 por 4 km de diámetro orientada hacia el SE. Este colapso generó una avalancha de escombros la cual fue emplazada en el Valle Cotahuasi, chocó con las paredes de la Cordillera Occidental y fue desviada hacia el sur, recorriendo 45 km, con un ancho promedio del valle de 2 km. Evidencias de campo sugieren que esta avalancha bloqueó el drenaje principal del río Cotahuasi, originando una represa natural misma que eventualmente cedió y generó flujos de escombros, los cuales corrieron río abajo por una distancia hasta ahora desconocida.

Es posible reconocer en zonas proximales estructuras de montículos de 0.3 km de diámetro y 50 metros de altura, hechas de megabloques de ignimbrita, los montículos disminuyen de dimensiones conforme se alejan de la fuente y además en general todo el depósito de avalancha de escombros está enriquecida en matriz. El área mínima cubierta por este depósito de avalancha de escombros es de 90 km² y un espesor promedio de 80 metros, por lo que se ha estimado un volumen preliminar de 1.6 km³.

En general los montículos están rodeados de partes muy planas, las cuales corresponden a los depósitos de lahares asociados con este evento así como otros posteriores, de edad más reciente.

4 Conclusiones

- Las avalanchas de escombros son uno de los tipos de movimientos en masa más destructivos que existen. Estos eventos se caracterizan porque entierran y destruyen lo que encuentran a su paso y alteran enormemente la topografía.
- En el Perú, se ha identificado este tipo de evento en la Región Arequipa, en los valles de Colca, Cotahuasi y Majes. También en otros volcanes pero no se han tomado en cuenta en este estudio.
- El depósito de avalancha de escombros en Cotahuasi corresponde a un colapso de una parte alta en el altiplano constituida de mantos extensos de ignimbrita de edad pliocena (5 Ma aproximadamente), dicho colapso dejó una estructura semicircular de 12 por 4 km de diámetro orientada hacia el SE. Este colapso generó una avalancha de escombros la cual fue emplazada en el Valle Cotahuasi, chocó con las paredes de la Cordillera Occidental y fue desviada hacia el sur, recorriendo 45 km, con un ancho promedio del valle de 2 km. Evidencias de campo sugieren que esta avalancha bloqueó el drenaje principal del río Cotahuasi, originando una represa natural misma que eventualmente cedió y generó flujos de escombros, los cuales corrieron río abajo por una distancia hasta ahora desconocida. Presenta las siguientes dimensiones: 90 km² de área y 1.6 km³ de volumen aproximadamente.
- El evento de inestabilidad en Chuquibamba está relacionado con el colapso de una parte alta del altiplano. Construido de igual manera de ignimbritas de 5 Ma de edad. La cicatriz dejada por este colapso tiene una forma alargada de 11 por 6 km de diámetro con una profundidad de 0.15 km. Este colapso generó una avalancha de escombros que recorrió al menos 26 km desde las paredes del escarpe, con un ancho del valle en donde se emplazó de 2-3 km, desarrolló montículos constituidos por megabloques de ignimbrita de color rosa, en una abundante matriz, aun en facies proximales. Se ha estimado un área de 70 km² para este depósito de avalancha de escombros, que multiplicado por un espesor promedio de 60 metros, arroja un volumen preliminar de 0.9 km³.
- El conocimiento de la fenomenología de este tipo de eventos es importante para la toma de medidas de mitigación y prevención de desastres.

Referencias

- Olschusky, E. & Dávila, D., 1994. Geología de los cuadrángulos de Chuquibamba y Cotahuasi. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGEMMET), Lima (Perú), 118 pp.
- Thouret, J.C., Mamani, M., Wörner, G., Paquereau-Lebti, P., Gerbe, M.C., Delacour, A., Rivera, M., Cacya, L., Mariño, J. & Singer, B., 2008. Neogene ignimbrites and volcanic edifices in southern Peru: Stratigraphy and time-volume-composition relationships, 7th International Symposium on Andean Geodynamics (ISAG 2008), Niza (Francia), pp. 545-548.
- Ubeda J. (2010) El impacto del cambio climático en los glaciares del complejo volcánico Nevado Coropuna. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid, España, 542pp.