

# Peligros geológicos asociados a depósitos volcánicos en el sector de Tonohaya

David Valdivia<sup>1</sup>, Yhon Soncco<sup>1</sup>, Segundo Nuñez<sup>1</sup>, Magdie Ochoa<sup>1</sup>

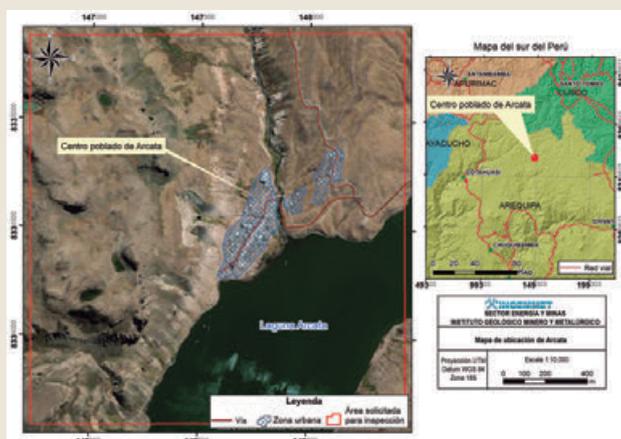
<sup>1</sup> Actividad 11 – Peligros Geológicos a Nivel Nacional – Instituto Geológico, Minería y Metalúrgico – dvaldiviah@gmail.com

**Palabras clave:** Movimientos en masa, Tonohaya, lahares, derrumbe

## INTRODUCCIÓN

El relieve topográfico de los andes peruanos es abrupto, y es afectado continuamente por la actividad sísmica, el intenso vulcanismo y la actividad del ser humano. Estos factores combinados con los procesos denudativos que van modelando el relieve, conlleva a una alta probabilidad de generar peligros por movimientos en masa en toda la zona andina. En el Perú, los movimientos en masa son muy comunes y altamente destructivos, es así que uno de los peores desastres asociados a movimientos en masa en el Perú sucedió en 1970 con la avalancha de roca y hielo que terminó en un flujo de detritos generado en el Nevado Huascarán, enterrando a los habitantes pueblo de Yungay, teniendo 18.000 víctimas mortales (Evans et al., 2007). Es así que este trabajo busca generar conocimiento sobre los peligros geológicos que actualmente afectan el sector de Tonohaya, ubicado en el distrito de Ubinas, provincia de General Sánchez Cerro, en la región de Moquegua. Este sector está a 7 km del cráter del volcán Ubinas (Fig. 1).

**Geología.** -La geología de la zona comprende depósitos de avalanchas de escombros provenientes del colapso del flanco sureste del volcán Ubinas que han rellenado el valle de Ubinas, constituidos por bloques lávicos subangulosos de tamaños heterométricos, la mayoría están alterados hidrotermalmente (Rivera et al., 2011). Por otro lado, en el río Ubina se han reconocido el emplazamiento de depósitos de lahares antiguos provenientes del volcán Ubinas, en los cuales actualmente se encuentra asentado la comunidad campesina de Tonohaya, además de sus medios de vida (Fig. 2).



► Fig. 1 Ubicación del centro poblado de Tonohaya.

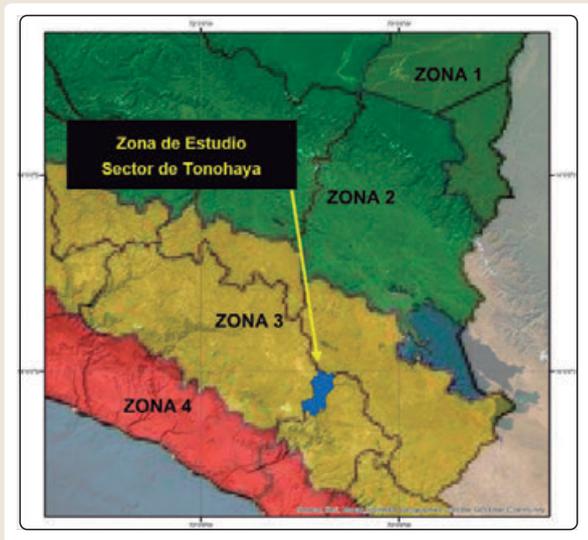


► Fig. 2 Unidades geológicas del sector de Tonohaya.

**Actividad sísmica en el Perú.** – Los sismos en el Perú pueden generar desprendimientos de rocas desde las partes altas. Según Alva et al. (1984), el departamento de Moquegua se ubica en las zonas de sismicidad alta a muy alta (Figura 3); situando al distrito de Ubinas regionalmente, en una zona de sismicidad muy alta donde podrían generarse sismos de gran magnitud.

## METODOLOGÍA

Se han realizado Trabajos de campo generando un cartografiado de los peligros geológicos a escala



► Fig. 3 Zonificación Sísmica del Perú. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).

1:5000, y el uso de imágenes satelitales Google earth y CBERS4.

Peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de Tonohaya deslizamientos:

Fig. 4- Mapa de peligros geológicos en el sector de la comunidad campesina de Tonohaya, tomando como base la imagen pancromática de 2m de resolución del 02/02/2022 del satélite CBERS4.-Deslizamiento antiguo en el sector de Tonohaya (DA). - Se presenta como una depresión con forma irregular que corresponde a un deslizamiento antiguo (DA) (Fig. 4), donde la corona y el salto de escarpe, no se observan claramente debido a la vegetación, procesos de erosión y meteorización, que afectó el lugar. La masa deslizada o removida, va de oeste a este con dirección hacia el cauce del río Ubinas, en cuya parte baja se han observado depósitos de lahares antiguos adosados a este deslizamiento. Este depósito presenta ondulaciones en el cuerpo del deslizamiento, además de sectores donde se han reactivado el deslizamiento. Uno de los factores para que un deslizamiento se vuelva reactivar es el uso indiscriminado del agua utilizada para la agricultura en la zona andina, es por ello que en la parte alta de del deslizamiento antiguo de Tonohaya, se encuentra edificado el reservorio de agua de

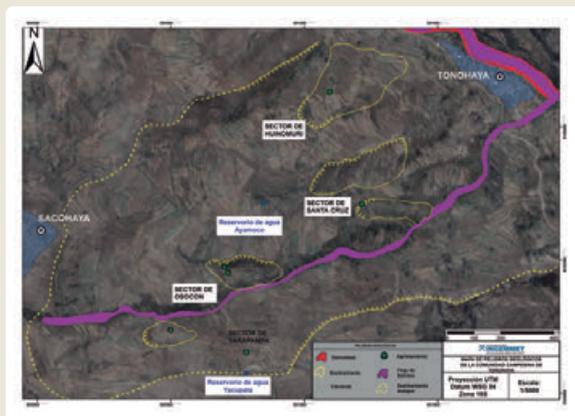
Yacupata, con canales que derivan el agua hacia la zona agrícola del sector de la comunidad campesina de Tonohaya, los cuales en su gran mayoría no cuentan con revestimiento impermeable filtrando en el agua al cuerpo del deslizamiento (Fig. 5).

► **Sector de Yarapampa (RCT-1).** - En este sector se presenta una reactivación rotacional del DA, cuya corona principal es de forma regular y mide 90 m; la altura del salto del escarpe principal posee un desnivel de 10 m. La masa se desplazó en dirección noreste (Fig. 4), además se han identificado agrietamientos en las coordenadas UTM E: 300783, N: 8185153 y E: 300499, N: 8185236, se de hasta 4 m de largo, con 30 a 60 cm de desnivel (Fig. 4), estos no están definidos claramente por la presencia de vegetación arbustiva.

► **Sector de- Osocon (RCT-1).** - Este deslizamiento es de tipo rotacional; su corona es irregular y mide 290 m, la altura del salto del escarpe tiene un desnivel de 12 m; la masa se desplazó hacia el sur. Por otro lado, en las coordenadas UTM E: 300701, N: 8185473 y E: 300715, N: 8185452, se han observado agrietamientos con longitudes de hasta 35 m, con aperturas de 14 a 26 cm y un desnivel entre 50 -64 cm cortando las zonas de cultivo en este sector (Fig. 4). Las grietas se desarrollan en depósitos de avalancha de rocas, los cuales se encuentran poco consolidados.

► **Sector de Santa Cruz (RCT2).** - En este sector se ha observado en la coordenada UTM E: 301205, N: 8185717, un deslizamiento con corona irregular, con longitud de 20 m y un desnivel de 1.6 m. La masa se desplazó en dirección sureste. (Fig. 4). Además, en las coordenadas UTM E: 300849, N: 8185734, se tiene el reservorio de agua de Ayamoco (Figura 4), con un caudal de entrada aproximadamente de 90 L/min y 40 L/min de caudal de salida; siendo el caudal faltante absorbido por el cuerpo del deslizamiento según declaraciones de la población.

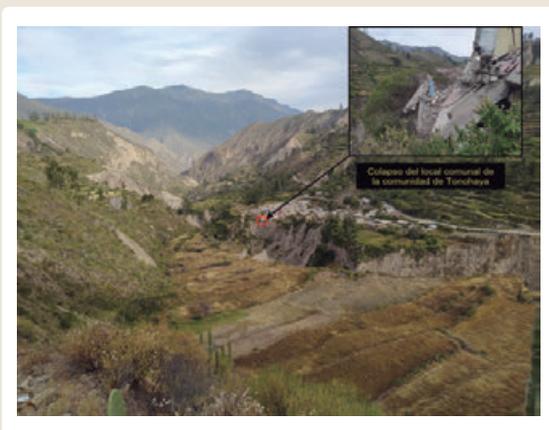
► **Sector de Huinomuri (RCT3).** - En la coordenada UTM E: 301096, N: 8186132, se ha identificado un deslizamiento con una corona regular con una longitud de 30 m, y un desnivel de 2.5 m. De igual forma en este sector se ha observado saturación del terreno por filtraciones de los canales de regadío sin revestimiento (Fig. 4).



► Fig. 4 Mapa de peligros geológicos en el sector de la comunidad campesina de Tonohaya, tomando como base la imagen pancromática de 2m de resolución del 02/02/2022 del satélite CBERS4.

## Derrumbes

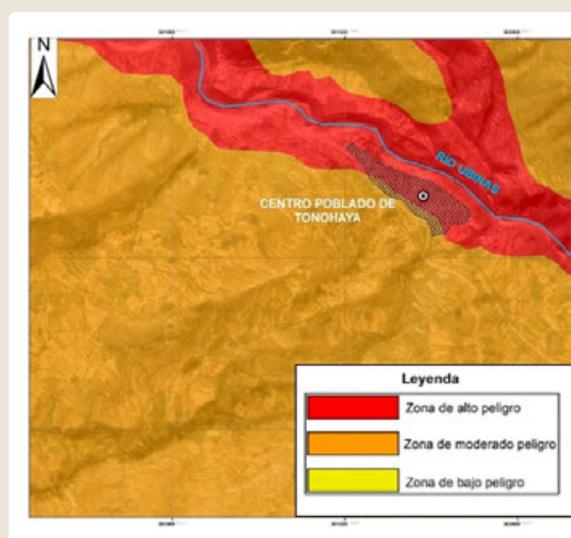
Los derrumbes se presentan en ambas márgenes a lo largo del río Ubinas, sobre afloramientos de secuencias de depósitos de lahares. Debido a que las viviendas de la comunidad campesina de Tonohaya se sitúan sobre este tipo de depósito, los cuales están sujetos a erosión fluvial y socavamiento por parte del río Ubinas, afectando la estabilidad de la ladera y produciendo derrumbes hacia el río (Fig. 4 y 5). La zona más afectada,



► Fig. 5 Derrumbe en el sector del centro poblado de Tonohaya

es el sector del centro poblado de Tonohaya (Fig. 5), en donde el pasado 15 de febrero del 2022, ocurrió un derrumbe que dañó la infraestructura del local comunitario del centro poblado.

► **Lahares.** - Las viviendas del centro poblado de Tonohaya se encuentran a 7.2 km de distancia del cráter del volcán Ubinas, además están asentadas sobre depósitos de antiguos lahares, por otro lado, se encuentran a escasos metros del río Ubinas. Es por ello que de acuerdo al mapa de peligros volcánicos del volcán Ubinas (Rivera et al., 2011) (Fig. 6), las viviendas de la comunidad campesina de Tonohaya se ubican en la zona de alto peligro (color rojo), siendo el principal peligro los lahares secundarios que podrían generarse en la temporada de lluvias, entre los meses de diciembre a marzo. También este fenómeno se ha presentado en años anteriores siendo así que en febrero del 2016 en el valle de Ubinas en los ríos Volcán Mayo - Ubinas y en el río Phara se produjeron lahares secundarios producto de la acumulación de ceniza en los alrededores del volcán Ubinas el cual tuvo una erupción con un índice de explosividad volcánica 2, durante el periodo 2014-2017, estas condiciones con las intensas lluvias de la zona desencadenaron lahares que llegaron hasta la desembocadura con el río Tambo (Mariño et al., 2017).



► Fig. 6 Mapa de peligros del volcán Ubinas (IEV 1 a 3), en el sector de Tonohaya (Rivera et al., 2011).

## CONCLUSIONES

- ▶ Los peligros geológicos identificados en el área de estudio comprenden movimientos en masa de tipo: deslizamientos, derrumbes y lahares; además de peligros volcánicos que se podrían desencadenar ante una posible reactivación del volcán Ubinas.
- ▶ Los peligros geológicos identificados en el área de estudio comprenden movimientos en masa de tipo: deslizamientos, derrumbes y lahares; además de peligros volcánicos que se podrían desencadenar ante una posible reactivación del volcán Ubinas.
- ▶ Los movimientos en masa que podrían originarse en el sector de Tonohaya, están condicionados por la litología de depósitos no consolidados de avalancha de escombros y lahares antiguos.
- ▶ Se identificó un deslizamiento antiguo, denominado Tonohaya (DA), en el cual se han identificado cuatro reactivaciones en los sectores de Yrapampa (RCT1), Osocon (RCT1), Santa cruz (RCT2) y Huinomuri (RCT3); los cuales poseen un movimiento lento y progresivo.
- ▶ La zona de derrumbe más afectada es el sector donde están asentadas las viviendas del centro poblado de Tonohaya, y están condicionadas por la erosión y socavación fluvial del río Ubinas que afecta a las terrazas conformadas por depósitos de lahares antiguos.
- ▶ Los depósitos volcánicos emplazados por erupciones pasadas y antiguas son susceptibles a movimientos en masa, que podrían generarse por la actividad sísmica, las intensas lluvias y la actividad antrópica.
- ▶ De acuerdo con la zonificación de peligros volcánicos del volcán Ubinas, para una erupción de magnitud baja a moderada (IEV 1 a 3), el centro poblado de Tonohaya puede ser afectado por diferentes peligros volcánicos siendo uno de los principales los lahares que podrían generarse ante una posible reactivación del volcán Ubinas, además de los lahares que podrían generarse en la temporada de lluvia. Los movimientos en masa que podrían originarse en el sector de Tonohaya, están condicionados por la litología de depósitos no consolidados de avalancha de escombros y lahares antiguos.
- ▶ Se identificó un deslizamiento antiguo, denominado Tonohaya (DA), en el cual se han identificado cuatro reactivaciones en los sectores de Yrapampa (RCT1), Osocon (RCT1), Santa cruz (RCT2) y Huinomuri (RCT3); los cuales poseen un movimiento lento y progresivo.
- ▶ La zona de derrumbe más afectada es el sector donde están asentadas las viviendas del centro poblado de Tonohaya, y están condicionadas por la erosión y socavación fluvial del río Ubinas que afecta a las terrazas conformadas por depósitos de lahares antiguos.
- ▶ Los depósitos volcánicos emplazados por erupciones pasadas y antiguas son susceptibles a movimientos en masa, que podrían generarse por la actividad sísmica, las intensas lluvias y la actividad antrópica.
- ▶ De acuerdo con la zonificación de peligros volcánicos del volcán Ubinas, para una erupción de magnitud baja a moderada (IEV 1 a 3), el centro poblado de Tonohaya puede ser afectado por diferentes peligros volcánicos siendo uno de los principales los lahares que podrían generarse ante una posible reactivación del volcán Ubinas, además de los lahares que podrían generarse en la temporada de lluvia.

## RECOMENDACIÓN

Reubicar progresivamente las viviendas del sector del centro poblado de Tonohaya, a un sector que en el futuro no se vea afectado por peligros geológicos e hidrometeorológicos.

## REFERENCIAS

- ▶ Alva, J., Meneses J. y Guzman V. (1984). "Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú." V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.
- ▶ Evans, S.; Fídel, L. y Zegarra, J. (2007). Los movimientos en masa de 1962 y 1970 en el nevado de Huascarán, valle del río Santa, Cordillera Blanca, Perú. En: Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Publicación Geológica Multinacional, n.4. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, pp. 386-404.
- ▶ Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). Evaluación de peligros geológicos en la comunidad campesina de Tonohaya, distrito Ubinas, provincia General Sánchez Cerro, departamento Moquegua. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7285, 37 p.
- ▶ Mariño, J., Valdivia, D., Soncco, Y., Miranda, R., Machacca, R. (2017). Lahares emplazados en el valle de Ubinas en febrero del 2016: Geología, impacto, modelamiento y evaluación de peligros, región Moquegua. Informe Técnico; N° A6745 INGEMMET. 29p.
- ▶ Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
- ▶ Rivera M., Mariño J., Thouret J-C. (2011) – Geología y evaluación de peligros del volcán Ubinas. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 46, 83 p., 2 mapas.