



## XVIII Congreso Peruano de Geología

### ZONAS SUSCEPTIBLES A LA OCURRENCIA DE MOVIMIENTOS EN MASA COMPLEJOS, CASOS YANACOLPA (PERÚ) Y DAWU (TAIWAN)

Cristhian Chiroque Herrera & Juan Carlos Gómez Avalos

Instituto Geofísico del Perú. Ciencias de la Tierra Sólida, Calle Badajoz 169. Urb. Mayorazgo IV Etapa, Ate, Lima, Perú.  
[cchiroque@igp.gob.pe](mailto:cchiroque@igp.gob.pe), [juan.gomez@igp.gob.pe](mailto:juan.gomez@igp.gob.pe)

#### 1. Introducción

Los deslizamientos con posterior fase de flujo, son movimientos en masa (MM) que ocurren con poca frecuencia debido a que se deben de combinar varias condiciones tales como: fuente de materiales (deslizamiento), canal de transporte y precipitaciones extraordinarias.

El objetivo de la presente investigación es describir los elementos condicionantes que permiten delimitar áreas susceptibles a este tipo de MM. Uno de estos eventos geodinámicos ocurrió en mayo del año 2000 en la región Ancash, distrito de Parobamba en la ladera del cerro Yanacolpa (Figura 1).

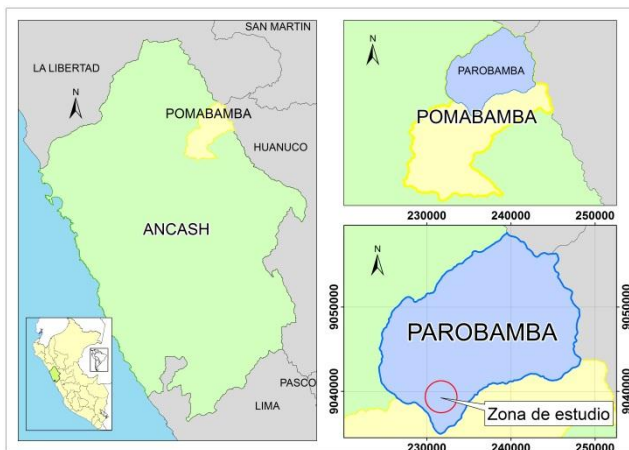


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio.

La litología de la zona, está conformada por lutitas con intercalaciones de areniscas, estos materiales se meteorizan formando sedimentos arcillosos encontrados en la zona de arranque del deslizamiento, mientras que, los depósitos más recientes lo constituyen los aluviales y coluviales provenientes de antiguos eventos.

#### 2. Deslizamiento flujo “Yanacolpa”

La zona de arranque del deslizamiento se ubica a 3800 m.s.n.m, la escarpa principal mide 300 m de longitud con saltos (desnivel de escarpa secundaria) del orden de 1 a 5 m. En las primeras inspecciones realizadas en el año 2012 se inventariaron cinco oconales, los que migraron de ubicación después de la reactivación del evento ocurrida en el año 2013 (Foto 1).

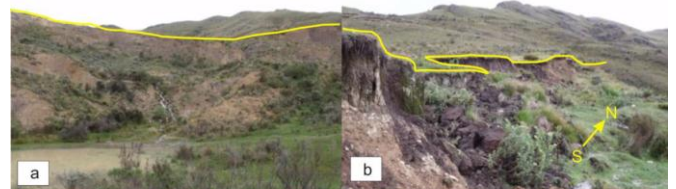


Foto 1. “a y b” Vista frontal y lateral de la escarpa principal y el oconal ubicado sobre la escarpa secundaria.

Además, se cartografiaron agrietamientos de entre 50 a 70 m de longitud, 1 m de ancho y 2 m de profundidad, en la misma dirección de las principales estructuras andinas (NO-SE). En general, estas grietas delimitaron la zona de reactivación del año 2013.

La zona de acumulación del evento del año 2000 llegó a medir 420 m de largo por 60 m de ancho en promedio. El deslizamiento del año 2013 mide aproximadamente 300 m de longitud y 80 m de ancho, está conformado por sedimentos de naturaleza arcillosa y alta plasticidad al entrar en contacto con el agua, aumenta la densidad permitiendo que la masa transporte en suspensión gravas, clastos y bloques de rocas de gran tamaño (0.20, 0.50 y 2.00 m de diámetro respectivamente), (Foto 2).

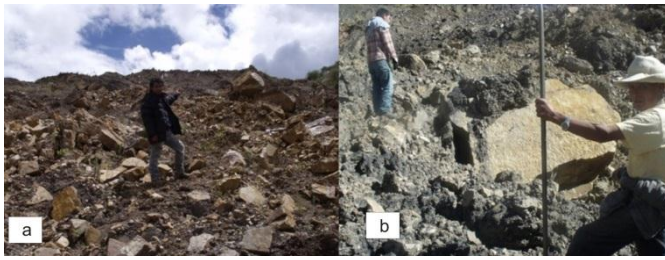


Foto 2. Zona de acumulación con presencia de gravas, clastos y bloques de hasta 2 m de diámetro.

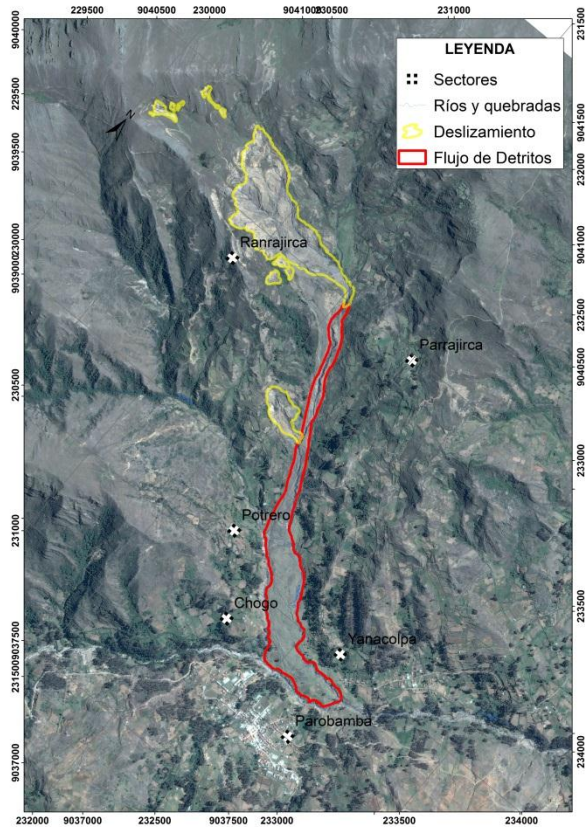


Figura 1. Imagen satelital Geoeye-1 del cerro Yanacolpa y los eventos de geodinámica delimitados.

El deslizamiento movilizó cerca de 450 000 m<sup>3</sup> de materiales conformados por bloques, clastos y gravas hasta una distancia de 500 m aproximadamente, sobre superficies con pendientes de entre 30° a 45°. La fase de flujo se debió a la presencia del canal de transporte que se estrecha a medida que desciende la ladera (ancho mínimo 50 m) donde inicialmente se acumularon los materiales provenientes del deslizamiento (Foto 3).



Foto 3. Ladera sureste del cerro Yanacolpa.

Posteriormente, el 25 de junio del 2013 las lluvias acumuladas desde diciembre del 2012 hasta abril del 2013 alcanzaron los 485 mm en cinco meses con promedios mensuales que bordearon los 100 mm, el doble de los valores normales registrados en un año (270 mm). Dichas precipitaciones sobresaturaron los sedimentos provocando el flujo que afectó la seguridad física del sector Yanacolpa Nuevo. El evento desplazó materiales hasta 1.4 km de distancia alcanzando la quebrada Chogo.

La característica más resaltante de este evento, es el cambio abrupto de pendiente de más 40° en el deslizamiento a menos de 30° en la fase de flujo y el estrechamiento del canal o zona de transporte (Chiroque, C., 2015) (Foto 4).

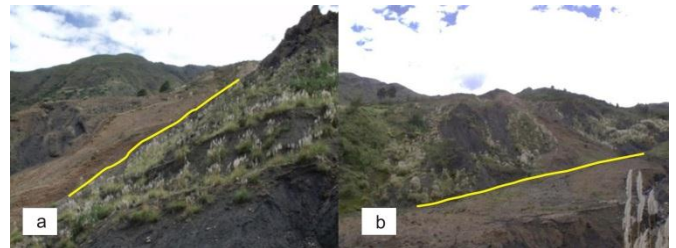


Foto 4. La imagen “a” muestra la pendiente en la zona de arranque de la fase de deslizamiento, mientras que, en la imagen “b” se muestra la pendiente menor a 30° en la fase de flujo.

Para la comparación de este tipo de MM, se recopilieron antecedentes a nivel internacional con características similares a las observadas en Yanacolpa.

### 3. Deslizamiento flujo “Dawu”

El deslizamiento de Dawu en Taiwán, movilizó gran cantidad de materiales conformados por pizarras, arcillas y areniscas provenientes de cinco deslizamientos ubicados en la parte alta de la montaña, cuyas pendientes no superaron los 30°, mientras que los flujos se desplazaron por un canal ubicado a media ladera de 120 m de ancho en la parte inicial y 70 m en la parte final, alcanzando pendientes de hasta 9°.



Figura 1. Fotografías aéreas de Dawu, antes y después del tifón Morakot ocurrido en el año 2009. Fuente: Ko-fei Liu, 2011.

En agosto del 2009, el tifón Morakot golpeó Taiwán, las lluvias máximas llegaron a 45 mm/hora, promediando las 3:00 pm del 09 de agosto, con una acumulación total de

lluvias de 740 mm en 62 horas ocurrió el deslizamiento flujo que destruyó el poblado de Dawu (Ko-Fei LIU et al, 2011).

La presencia del canal o zona de transporte que presenta una forma de embudo que se va estrechando, siendo el ancho máximo entre 50 m y 70 m, llega a medir 550 m y 300 m de largo en Yanacolpa y Dawu respectivamente. La configuración de esta zona de transición entre el deslizamiento y el flujo provoca que los materiales provenientes de los deslizamientos se acumulen, posteriormente, las lluvias extraordinarias como las registradas en las zonas de interés sobresaturan los sedimentos. Cuando estos alcanzan su máximo nivel de saturación la sobrecarga de los materiales también es máxima formándose finalmente los flujos.

Las zonas susceptibles a este tipo de movimientos en masa (deslizamiento y flujo), han sido modeladas a lo largo de millones de años, probablemente por factores estructurales tipo fallas o pliegues. Estos procesos ejercieron esfuerzos de compresión y distensión que originaron múltiples zonas de fracturamiento formando área de debilidad donde los materiales son fácilmente erosionados.

La formación del canal de transporte y el cambio de pendiente de un evento a otro, está relacionado a la pérdida de suelo (sedimentos y rocas), debido a la erosión que está directamente relacionada con la unidad de superficie, es decir con el área (Tragsa, 1994), a menor área mayor será la erosión. Es por ello que el canal de transporte es angosto y en la mayoría de casos profundo.

Posteriormente, los agentes de meteorización (temperatura, viento y lluvia) afectaron estos materiales ya debilitados por los procesos estructurales. Estas características sumadas a la naturaleza de las rocas y el factor meteorológico (precipitaciones extraordinarias), influyen en la ocurrencia de movimientos en masa y configuran zonas susceptibles a los mismos.

### 3. Conclusiones

Los deslizamientos y flujos descritos tanto en Yanacolpa y Dawu, presentan características similares en los factores condicionantes (areniscas y arcillas). En ambos, la presencia de un canal de transporte estrecho permitió que los materiales y sedimentos provenientes de los deslizamientos se acumularan aumentando el volumen. También, las precipitaciones extraordinarias fueron el factor detonante, sobresaturando los materiales que aumentaron la sobrecarga y formaron los flujos.

El origen y formación del canal de transporte en ambos eventos pudo obedecer probablemente a factores estructurales debido a fallas o pliegues que afectaron a las rocas y suelos, configurando zonas de debilidad donde más tarde ocurrirían movimientos en masa.

Las zonas susceptibles a la ocurrencia de futuros deslizamientos con posterior fase de flujo, deben de

presentar en el factor meteorológico un incremento de lluvias por encima de los parámetros normales, tal como ocurrió en los eventos de geodinámica descritos en Yanacolpa y Dawu.

### 4. Bibliografía

Chiroque, C. (2016) - Caracterización geodinámica y modelamiento del deslizamiento-flujo Yanacolpa en el distrito de Parobamba, provincia de Pomabamba, región Ancash.

Ko-Fei LIU, Yu-Charn HSU, Hsin-Chi LI & Hung-Ming SHU (2011) - Numerical simulation of debris flow: a case study of the Daniao tribe debris flow in eastern Taiwan in august, 2009.

López, F. et al; TRAGSA. (1994) - Restauración hidrológica y forestal de cuencas y control de la erosión. TRAGSA. Tecnologías y Servicios Agrarios S.A. Madrid, España.