

# PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS EN EL DOMO DE PILLUANA, SAN MARTÍN - PERÚ

Por: Griselda LUQUE<sup>1</sup> & Segundo NUÑEZ<sup>2</sup>

INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, Av Canadá No 1470, San Borja, Lima- Perú

<sup>1</sup>[gluque@ingemmet.gob.pe](mailto:gluque@ingemmet.gob.pe), <sup>2</sup>[snunez@ingemmet.gob.pe](mailto:snunez@ingemmet.gob.pe)

## INTRODUCCIÓN

El presente artículo está referido a los movimientos en masa ocurridos en el Domo de Pilluana, ubicado en la margen derecha del río Huallaga (Figura 1), registrándose grandes derrumbes, que represaron la quebrada El Caño y posteriormente por erosión fluvial y disolución de sales, provocó un sumidero natural, generando adicionalmente contaminación natural de las quebradas, aguas abajo; hasta la desembocadura al río Huallaga. La finalidad del presente trabajo es dar a conocer a la comunidad Geocientífica la susceptibilidad de los domos salinos ante la ocurrencia peligros geológicos y geohidrológicos; y que éste requiere estudios especializados para determinar el grado de sus efectos.

## ASPECTOS GENERALES

El área de estudio se encuentra dentro de las coordenadas UTM WGS'84 356000 - 368000 E y 9247000 - 9261000 N. Limita al Norte con la quebrada Limón y laguna Sauce, al Sur y Sureste con la quebrada El Caño (también llamado Desagüadero), y al Oeste con el río Huallaga. Es accesible desde otros departamentos del país a través del aeropuerto de Tarapoto. También se accede por vía terrestre *Lima-Chiclayo-Olmos-Bagua-Rioja-Moyobamba-Tarapoto* (1445 km), por las carreteras Panamericana Norte y Fernando Belaunde Terry o Marginal de la selva. (26 horas en bus aproximadamente), de Tarapoto a Pilluana, se pasa por la localidad de Picota hasta llegar a Pilluana (1 hora aprox.), o se puede cruzar el río Huallaga en el puerto López (Figura 1).

En la cuenca media del río Huallaga, en la región San Martín, se presentan domos salinos distribuidos en toda la Faja Subandina Nor-Peruana, como es el caso del domo de Pilluana.

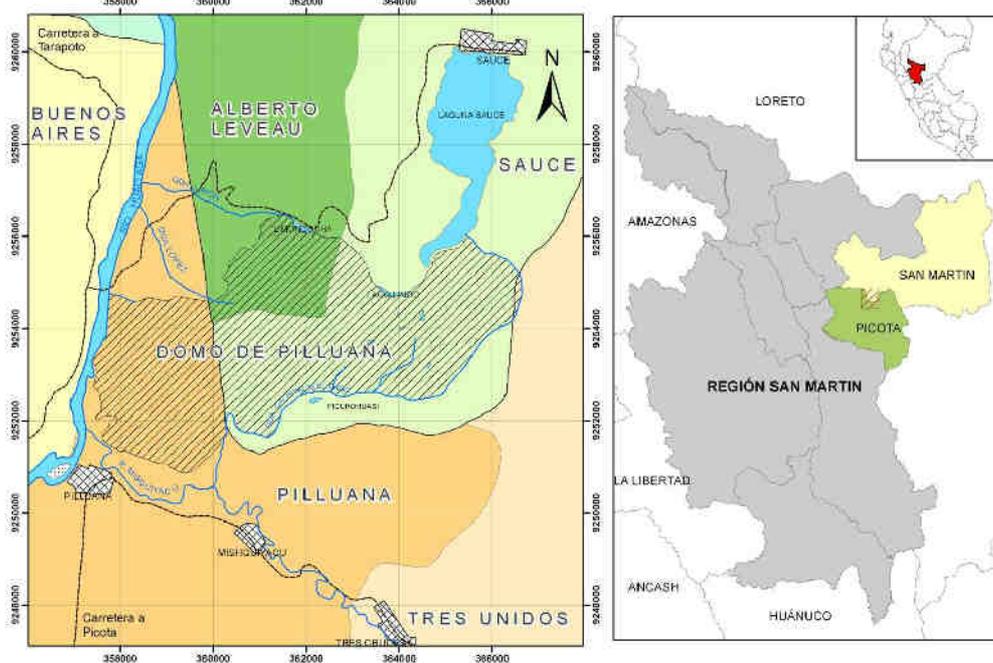


Figura 1. Mapa de Ubicación de la zona de estudio.

## ASPECTOS GEOLÓGICOS –GEOMORFOLÓGICOS

En el área de estudio, se han identificado cinco unidades geomorfológicas como montañas, colinas, lomadas, depósitos de piedemontes y planicies. Se hizo una recategorización de estas unidades considerando origen, geometría del relieve (pendiente del terreno), carácter estructural y asociación morfogénica (fluvial, aluvial, y gravitacional). Ello permitió establecer las siguientes unidades geomorfológicas (Figura 2): 1) Montañas con laderas de pendiente moderada de 20° a 35°, son susceptibles a deslizamientos, huaycos, y erosión de laderas como cárcavas. 2) Montañas con laderas estructurales, poseen fuerte a muy fuerte pendiente (35°-70°), están asociadas a caída de rocas, derrumbes, deslizamientos, avalancha de rocas y flujos de detritos. 3) Colinas con laderas estructurales, en ella se presentan laderas de pendiente moderada susceptible a derrumbes y deslizamientos. 4) Abanicos proluviales, áreas susceptibles a la generación de flujos de detritos. 5) Abanico deluvio-coluviales, son susceptibles a la generación de flujos de detritos. 6) Depósitos de deslizamiento, son los depósitos dejados por los deslizamientos y avalanchas de rocas, 7) Domo, son estructuras geológicas de forma convexa, dando lugar a una montaña redondeada, como el domo de Pilluana, el cual varía de 200 a 600 m de altura, susceptible a la generación de derrumbes y deslizamientos. Se ha hecho una diferenciación de esta unidad porque morfológicamente presenta una forma muy típica en el terreno. 8) Terraza alta, son antiguas terrazas dejadas por el río Huallaga, en ella se pueden presentar inundaciones cuyo ancho varía entre 50 a 700 m, y su altura respecto al nivel del río de 5 a 7 m. 9) Planicie, se ubica en los alrededores de la laguna de Sauce, está sujeta a inundaciones. 10) Terraza baja, ubicada en los bordes del río Huallaga, son áreas sujetas a inundaciones aprox. 1100 m x 400 m, de 1 a 3 m de altura respecto al nivel del río. 11) Isla, se encuentra dentro del cauce del río Huallaga, área sujeta a inundaciones.

En el área afloran areniscas con intercalaciones de lodolitas rojizas y limoarcillitas de la formación Yahuarango. A inmediaciones del domo salino de Pilluana se presentan arcillitas, lodolitas, limolitas y areniscas con predominancia de color rojo-púrpura con niveles de limoarcillitas grises, se observa también venillas de yeso de la formación Sarayaquillo, algunas areniscas del Grupo Oriente y en ocasiones niveles de concreciones calcáreas y síliceas de la formación Chonta (Figura 3). Además de los cuaternarios como depósitos aluviales, y fluviales.

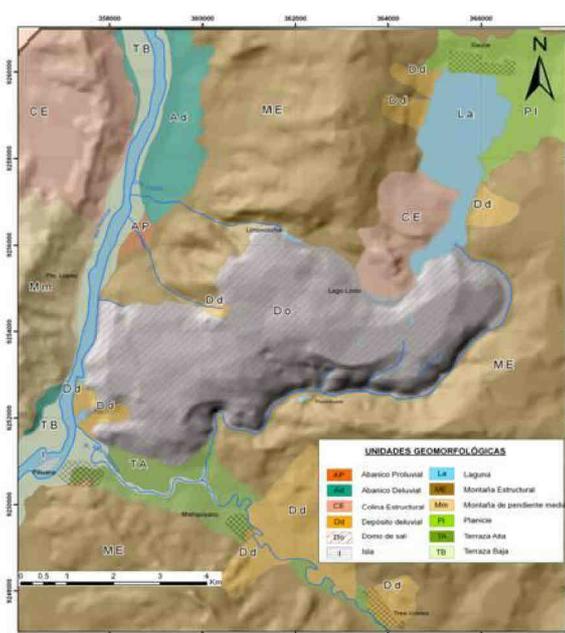


Figura 2. Mapa Geomorfológico de Pilluana

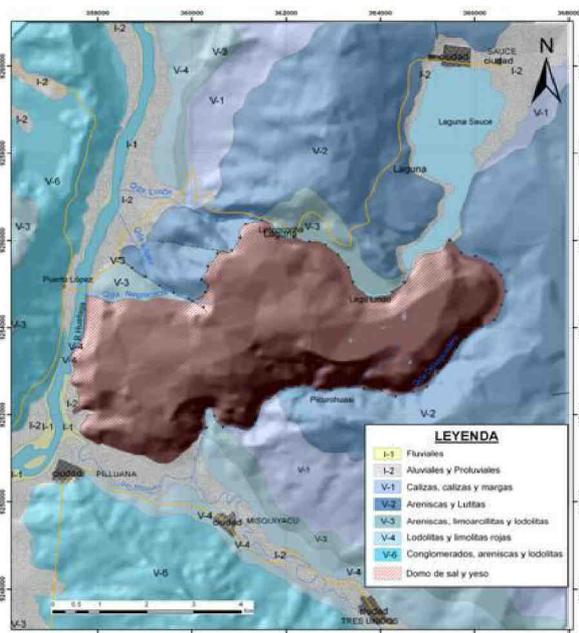


Figura 3. Mapa Litológico-estructural de Pilluana

El domo de Pilluana es un cuerpo conformado por sales y yeso, tiene forma alargada algo ovalada, con una dirección N 80° E. Su eje mayor tiene una longitud de 9 Km y su ancho varía entre de 3,5 a 4 Km (Figura 4).



Figura 4. Domo de Pilluana

Se han localizado aguas termales en el sector de Picurohuasi (Figura 6), en la quebrada El Caño al Noreste de Pilluana. Es un manantial de régimen permanente, con temperaturas que alcanza los 39° C, y pH 7.0. Otra manifestación de aguas termales se tiene al norte en la quebrada Negrocachi, en la denominada Poza Azufre. Una emanación de agua sulfurosa que ha originado la carbonatación de algunos niveles de la Formación Agua Caliente (Valencia, M., 2000). Las emanaciones de aguas termales nos indican la presencia de fallas profundas por donde ascienden los fluidos calientes.

### PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS

Un alto índice de movimientos en masa (Proyecto Multinacional Andino-Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007), se han registrado en este sector, principalmente en alrededores del domo de Pilluana. Destacan deslizamientos, avalanchas de rocas, derrumbes y flujos de detritos, todos del Holoceno. Muchos de los cuales reactivados debido a la constante erosión fluvial, precipitaciones intensas y actividad antrópica (minas de sal y deforestación).

El trabajo de inventario y cartografía de peligros geológicos en el sector, permitió identificar grandes depósitos de movimientos en masa con efectos secundarios como represamientos. Entre el sector de Pilluana y Laguna Sauce, se han localizado una serie de movimientos en masa como deslizamientos y derrumbes, muchos de los cuales están activos. En el área se han inventariado 37 erosiones de ladera, 18 deslizamientos, 18 derrumbes, 5 caídas de rocas, 4 flujos de detritos y 3 avalancha de rocas (Figura 5).

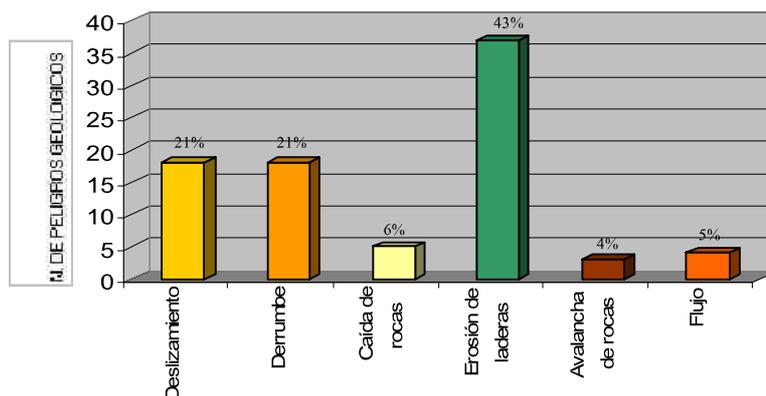


Figura 5. Inventario de Peligros Geológicos en el área de estudio.

## PELIGROS POR MOVIMIENTOS EN MASA

**a) Derrumbes:** Se ha cartografiado un derrumbe en la margen derecha de la quebrada Desaguadero, que ocurrió en el mes de Julio de 2007, en el sector de Picurohuasi. El derrumbe presenta una longitud de arranque de 1 800 m (Foto 1), una superficie de arranque discontinua e irregular, con alturas comprendidas entre 50 m a 150 m, este evento llegó a represar la quebrada Desaguadero en el sector de Picurohuasi en forma temporal.

Este derrumbe, tiene como causas al tipo de material, conformado por rocas (sales y yeso) poco resistentes a la erosión fluvial, precipitaciones pluviales intensas, deforestación y exploración de minas de sal. Este fenómeno obstaculizó violentamente el paso de la quebrada; el agua se estancó momentáneamente, y empezó a buscar un desfogue, por lo que llegó a infiltrarse por debajo del nivel de base de la quebrada, aprovechando una zona débil de falla (contacto entre las areniscas, calizas, y el domo de sal). En esta área se ha generado una cavidad de forma longitudinal a lo largo de la quebrada, debido a la erosión del domo. Penetrando las aguas superficiales a profundidad como una especie de sumidero (Foto 2). El agua llega a aflorar nuevamente, aguas abajo a unos 1 800 m (Foto 1).

El domo está formado por sales (70%), yeso (20%), otros componentes (10%). El hecho que el agua se filtre subterráneamente por el domo, y salga aguas abajo con un recorrido de 1 900 m, ha traído como consecuencia que las aguas cambien de color a marrón rojizo. Debido al alto contenido de sales en suspensión, dando lugar a la contaminación natural en la quebrada Desaguadero. Esta, al desembocar sus aguas a la quebrada Mishquiyacu, también las contamina, y éstas a su vez, al río Huallaga. Ocasionando que las aguas de las quebradas Desaguadero y Mishquiyacu, no sean aptas para el consumo humano, agricultura y pecuaria por su alta concentración de sales. La actividad pesquera ha desaparecido por la mortandad de peces, generando daños severos en la economía de varias poblaciones aledañas como Pilluana.



Foto 1.- Derrumbe ubicados en la margen derecha de la quebrada desaguadero. En el sector (A), zona de afloramiento de agua



Foto 2.- Vista panorámica del sector donde se infiltra el agua y el sector agrietado por la erosión fluvial.

Se ha cartografiado también, otros derrumbes en las laderas del domo, especialmente entre la zona de contacto del domo y las areniscas, debilitado por el paso de una falla (Sanchez, A., 1997).

**b) Deslizamientos:** Se han localizado en ambas márgenes de la quebrada el Caño y se caracterizan por ser de tipo rotacional con escarpas entre 20 a 50 m y alturas de hasta 20 m (Figura 6).

Un deslizamiento reciente se ubica en el sector oeste de Picurohuasi, que se originó por efectos del terremoto del 25 de noviembre del 2005. Existen evidencias de deslizamientos antiguos, los cuales se encuentran estables pero podrían reactivarse por acción antrópica.

**c) Flujos de detritos (Huayco):** Este tipo de movimientos en masa son muy escasos y excepcionales. Se han identificado en la quebrada López, en cono deyeectivo aparecen fragmentos de areniscas y sales provenientes del domo salino.

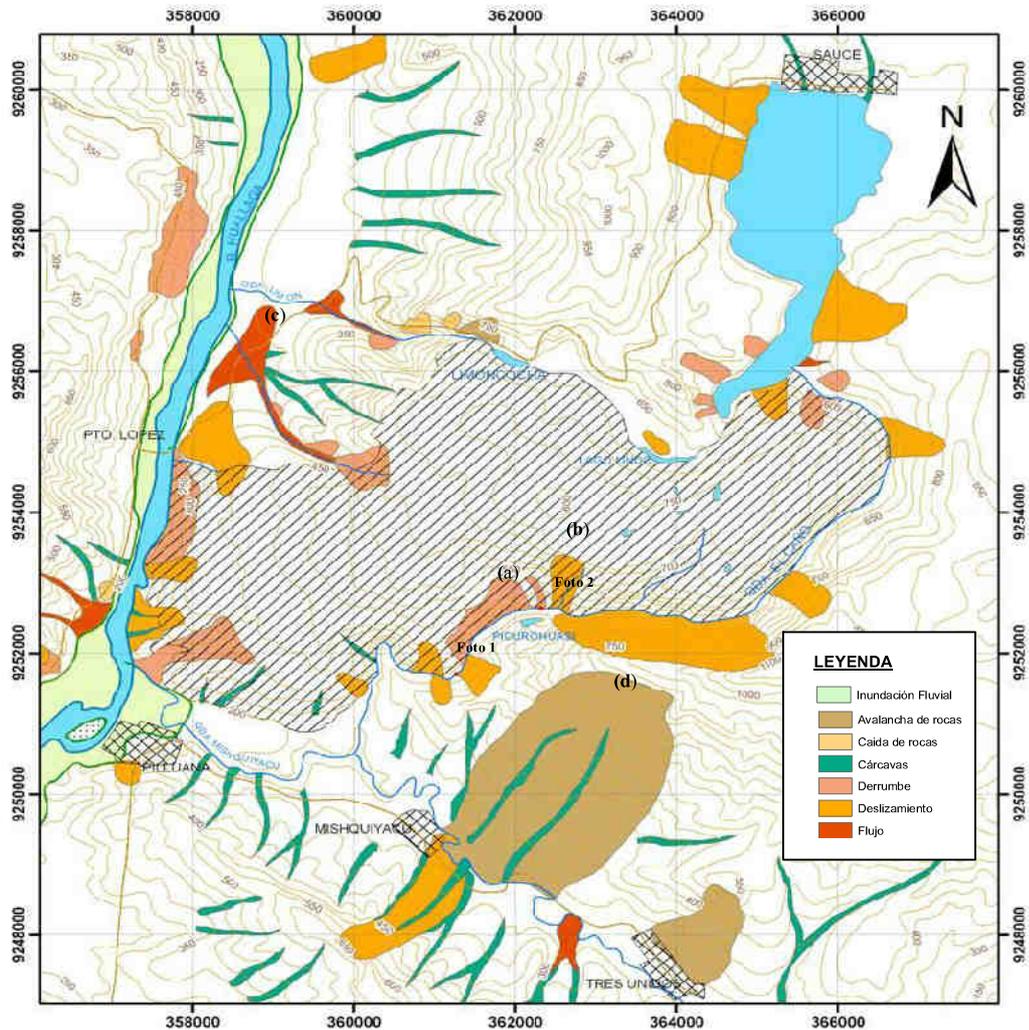


Figura 6. Mapa de inventario de movimientos en masa.

**d) Avalanchas de roca:** Estos movimientos en masa se han presentado a lo largo de la quebrada Mishquiayacu, son de tal magnitud que han llegado a represar esta. Destaca la avalancha que se localiza en la margen derecha de la quebrada Mishquiayacu con una corona de 1200 m y un desnivel de 450 m. El mismo poblado de Mishquiayacu se localiza sobre un depósito de avalancha, en ella se aprecia bloques con diámetros de hasta 1 m.

En la ampliación de la vía Mishquiayacu-Sauce, van a presentarse problemas de inestabilidad, posiblemente como deslizamientos ó derrumbes.

### PELIGROS GEOHIDROLÓGICOS

Históricamente, en el sector de Pilluana han ocurrido inundaciones de tipo excepcional, por el desborde del río Huallaga. Estos eventos muchas veces se dan en forma intempestiva, después de lluvias muy intensas ó por varios días de precipitaciones continuas. Como por ejemplo las que se generaron en el año 2007 donde las aguas llegaron subir hasta 1,50 m sobre la terraza, hasta 500 m tierra adentro. En tiempo de estiaje, por la margen derecha del río Huallaga se presentan erosiones fluviales. Las inundaciones de la quebrada Mishquiayacu se presentan cuando se estanca sus aguas por el crecimiento intempestivo del río Huallaga. También se generan cuando se presentan intensas lluvias

en su cuenca de recepción. Las inundaciones se acentúan por la deforestación y afectan terrenos de cultivo, viviendas y pastizales.

Se han localizado también, erosiones en cárcavas, que se generan especialmente en ambos márgenes de la quebrada Mishquiyacu, y bad land en las zonas descubiertas por derrumbes del domo.

## **ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

### **a) A corto plazo**

- Vigilancia visual del peligro en la zona de los derrumbes, dotado con una estación de radio, sobretodo en época de lluvias.
- Implementar un Sistema de Alerta Temprana (SAT) en la cuenca de la quebrada El Caño, para mitigar los efectos de un posible huayco sobre las localidades de Picurohuasi, Pilluana, obras de infraestructura (carretera afirmada, puente peatonal).
- Realizar planes de contingencia ante inundaciones en el distrito de Pilluana y Mishquiyacu.
- Efectuar estudios de topografía detallados a escala 1:1000 entre la desembocadura de la quebrada El Caño- Mishquiyacu-Huallaga, para ver si es factible la derivación de las aguas de la quebrada Desaguadero hacia el río Huallaga, para evitar que desemboque en el río Mishquiyacu.
- Restringir el acceso a la zona de derrumbes (Picurohuasi) en el periodo lluvioso.
- Hacer un estudio sobre la contaminación natural del agua y sus efectos en la población, actividades agrícolas y pecuarias.

### **b) A mediano o largo plazo**

- Estudio detallado de alternativas para controlar la contaminación salina.
- Estudio para definir nuevas alternativas en el desagüe de la laguna Sauce.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- a) El domo de Pilluana está conformado por rocas de mala calidad, por lo que es susceptible a la generación de movimientos en masa.
- b) Los derrumbes en el sector de Picurohuasi han provocado que las aguas de la quebrada El Caño se infiltren y se pierdan en un trecho de 1 800 m, esto ha generado contaminación natural de las aguas por un alto contenido de sales.
- c) La contaminación de las aguas ha generado que las actividades pesquera, ganadera y agrícola disminuyan notablemente.
- d) Su identificación en mapas de inventario, permiten conocer las áreas donde se produjeron estos eventos en el pasado, para poder predecir donde se podrían repetir, en el contexto del conocimiento de los peligros geológicos y gestión de riesgos.
- e) Recomiendo elaborar un mapa de peligros, principalmente por inundaciones y movimientos en masa más frecuentes.

## **REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**

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, N0 4, p. 432. 1 CD-ROM.

Sánchez, A. 1997. Geología de los Cuadrángulos de Tarapoto, Papa Playa, Utcucarca y Yanayacu. INGEMMET, Boletín N 94, Serie A.

Valencia, M. 2000. Tesis "Estudio Geológico de los domos salinos en la Faja Subandina al este de Tarapoto", Universidad Nac. Mayor de San Marcos.