

EVALUACIÓN GEODINÁMICA EN EL TRAMO LEONERA BAJA – MACHUPICCHU PUEBLO, CUSCO

Fabrizio Delgado¹, José Cárdenas², Veronica Tito², Ronald Concha², Igor Astete² y Brian García²

¹INGEMMET, Av. Canadá 1470 San Borja, Lima, gdelgado@ingemmet.gob.pe

²Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INTRODUCCIÓN

La zona de estudio se encuentra en la parte baja de la quebrada Aguas Calientes en el tramo Leonera Baja-Machupicchu Pueblo, ubicado en el distrito de Machupicchu, provincia de Urubamba y región del Cusco (figura 01). El pueblo de Machupicchu, es el centro urbano más importante y cercano al Complejo Arqueológico de Machupicchu, por ser punto de llegada de turistas. Por su ubicación y configuración geográfica, está expuesto a diversos peligros geológicos, originados principalmente por precipitaciones pluviales (Precipitación media anual 1963.8 mm, años 2005-2009, estación Machupicchu-000679-SENAMHI) las cuales son constantes en los meses de noviembre a abril, provocando diferentes fenómenos que dañan a la infraestructura y al desarrollo normal del turismo.

La historia geológica nos muestra que dicho poblado se emplazó sobre conos de deyección formado por flujos de detritos (huaycos y aluviones) antiguos proveniente de los ríos Aguas Calientes y Alcamayo. En este contexto el estudio plantea evaluar los procesos geodinámicos en el tramo Leonera Baja – Machupicchu Pueblo con el objetivo de contribuir con la prevención de desastres de la región.

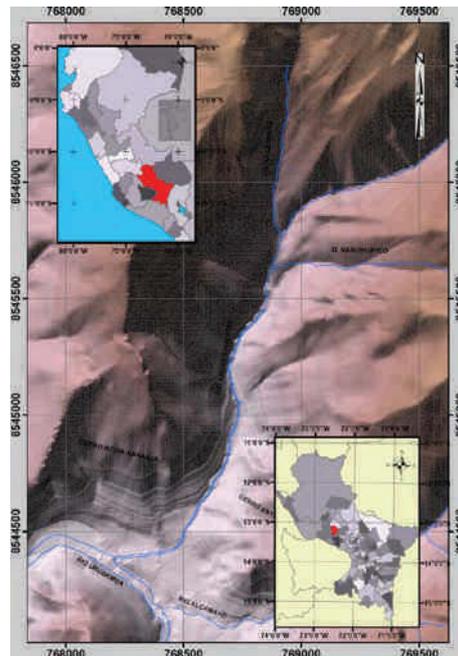


Figura 1. Mapa de Ubicación.

GEOMORFOLOGÍA

La quebrada Aguas Calientes se encuentra en la Cordillera oriental del Sur del Perú, nace a 4300 m.s.n.m, recorre de norte a sur y desemboca en el río Urubamba a 2050 m.s.n.m. Tiene una topografía bastante accidentada, comprende un valle joven en forma de V, montañas que flanquean los bordes por el este y oeste, laderas de alta pendiente (entre 70 y 90 %), el fondo de valle tiene base estrecha (10 metros promedio) y una pendiente que supera los 18% los cuales aumentan la susceptibilidad a los peligros en el lugar. El tipo de drenaje dominante es rectangular dendrítico, condicionado por la litología de la zona (rocas graníticas del Batolito de Machupicchu). Localmente, las unidades geomorfológicas que se diferencian son: cumbres, quebradas, laderas, abanico aluvial y el valle del río Urubamba.

GEOLOGÍA

Regionalmente, el área se encuentra compuesta por granitos del permo-triásico pertenecientes al batolito de Machupicchu y por pizarras y cuarcitas la Formación San José perteneciente al Paleozoico inferior (Carlotto et al., 1999). En nuestro cartografiado geológico detallado, las principales unidades que afloran en la zona de estudio son: rocas graníticas del Batolito de Machupicchu y depósitos cuaternarios (fluviales, aluviales y coluviales).

Los afloramientos rocosos muestran diaclasas y fracturas, que se presentan en tres familias principales: NO-SE, E-O y NE-SO, producto de los esfuerzos tectónicos, que a su vez influenciaron en el modelaje geomorfológico de la zona. Estas fallas en la actualidad son inactivas. (Carlotto et al, 2007)

PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEODINÁMICA

Según el mapa de inventario de peligros geológicos (Figura 2), se identificó los siguientes tipos de procesos geodinámicos: Deslizamientos, derrumbes, desprendimiento de rocas, flujo de detritos y erosión fluvial.

Deslizamientos.- En la quebrada Aguas Calientes se inventariaron 22 deslizamientos, del M-1 al M-22, emplazados sobre antiguos depósitos coluviales. Son del tipo rotacional y presentan casi las mismas dimensiones (35m x 20m x 1.40m), a excepción del deslizamiento M-2 ubicado al norte del pueblo de Machupicchu en la parte baja del cerro Media Naranja, el cual tiene 160 m de altura x 140 m de ancho promedio x 2.50 m de profundidad promedio constituyéndose en uno de los más peligrosos de la zona. Por otro lado, el deslizamiento que también genera alta peligrosidad es el M-18, ubicado en la parte alta de los baños termales y sobre este se

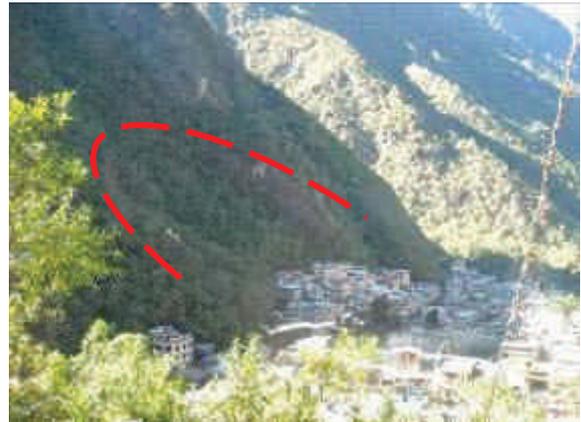


Foto 1: Deslizamiento M-21, ubicado en la falda del cerro Entre Ríos, sector las orquídeas, está considerado como peligro alto.

construyó un reservorio en el año 2002 los cuales ponen en peligro constante la infraestructura de los baños termales y el suministro de aguas potable a la población. Otros deslizamientos peligrosos son los denominados M-20 y M-21 (Foto 1), reactivados debido al crecimiento desordenado del poblado, los cuales con la expansión urbana cortaron la base del talud de la ladera.

Derrumbes.- Se ubicó y cartografió 11 derrumbes, del D-1 al D-11, destacando el D-1 que ocurrió a principios del año 2007, en la salida del poblado de Aguas Calientes donde obstruyó la línea férrea dejándola inhabilitada temporalmente. Los derrumbes D-2, D-3, D-4, D-5, se ubican por encima del poblado generando peligro constante a la población. El D-7 ocurrió en marzo del 2009, con su caída destruyó la tubería de conducción de agua potable del poblado Aguas Calientes dejando sin servicio básico a la población (Foto 2). El derrumbe D-9, se ubica en la quebrada La Leonera, que provocó el flujo de detritos del 26 de abril del 2007; el D-10 ocurrió en 1998, represó el río aguas calientes pero no generó flujos posteriores, y el derrumbe D-12, ocurrido en febrero del presente año 2010, ubicado a las faldas del cerro Entre Ríos, ocasionó la destrucción de tres viviendas.



Foto 2: Derrumbe D-7 ocurrido en marzo del 2009, destruyó la tubería del sistema de agua potable.

Desprendimiento de rocas (caída de rocas).- En la zona de estudio se encuentran numerosos sectores donde ocurren caídas de rocas, estos se generan porque las pendientes son muy altas (> 70%) y el efecto de la gravedad genera el desprendimiento de rocas que normalmente se encuentran muy fracturadas y diaclasadas, inclusive sus planos de corte están a favor de la pendiente. La margen derecha de la quebrada Aguas Calientes presenta más zonas de desprendimiento que la margen izquierda.

El 23 de marzo del 2009 se desprendieron cuatro bloques de roca entre 2,5 y 3 metros de diámetro (Foto 3), causando cuantiosos daños materiales a cinco viviendas ubicadas en la calle Huanacauri, afortunadamente no hubo pérdida de vidas humanas.



Foto 3: Caída de rocas en la calle Huanacauri, destruyó cinco viviendas

Flujo de detritos.- El pueblo de Machupicchu es frecuentemente afectado por flujos de detritos (huaycos y aluviones) de diferentes magnitudes, que descendieron por el río Aguas Calientes. Uno de los últimos flujos ocurrió el 2007 (Foto 4), provocado por un derrumbe en la quebrada La Leonera, el cual represó momentáneamente el río y su desembalse originó un flujo de detritos o huayco que destruyó el 40% del sistema de agua potable. El último evento de este tipo registrado en la zona, ocurrió el 28 de marzo del 2010, en la margen izquierda del río Aguas Calientes a la altura de los baños termales, destruyendo las instalaciones hidráulicas, y parte de la infraestructura del centro termal.

Erosión fluvial.- Este proceso se observa en ambas márgenes del río Aguas Calientes, afectando toda la quebrada y evidenciando el deterioro de los muros de contención, construidos para canalizar dicho río. En enero del presente año, este proceso se evidenció con mayor magnitud en la margen derecha del río Urubamba, el incremento del caudal de este afectó los cimientos de grandes hoteles, destruyó 10 viviendas y socavó 150 m de vía carrozable que conduce a la ciudadela Inca de Machupicchu (Foto 5).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El mapa de inventario de peligros geológicos, resultado de la presente evaluación nos muestra que el poblado se encuentra en peligro constante ante cualquiera de estos eventos geodinámicos.
- De acuerdo al mapa de inventario de peligros y a su análisis geodinámico; se inventariaron 22 deslizamientos, 11 derrumbes, dos flujos de detritos, 12 sectores donde hubo caídas de rocas y zonas de erosión fluvial en la quebrada aguas Calientes y la margen derecha del río Urubamba; estos originaron el presente año 2010 10 casas y 150 metros de la vía destruidas, zonas llenas de acumulación de detritos y rocas, además de la pérdida de infraestructura de servicios básicos, hoteles y baños termales.
- En época de lluvias la erosión fluvial afecta las edificaciones que se encuentran emplazadas en las terrazas de los ríos Aguas Calientes y Urubamba, siendo uno de los procesos más perjudiciales y permanentes en el poblado de Aguas Calientes. La falda de los cerros Media Naranja y Entre Ríos, muestran una alta susceptibilidad a deslizamientos, derrumbes y caída de rocas al igual que la quebrada Aguas Calientes. La municipalidad de Machupicchu e instituciones como Defensa Civil y otras, deben preparar a corto plazo un Plan de Contingencia y Alerta Temprana manteniendo una coordinación permanente con la población organizada, así como capacitar y concientizar a la población sobre los peligros geológicos a los que están expuestos. El Plan de Contingencia debe considerar la delimitación de la zona de crecimiento urbano mediante señalizaciones o enmallados; esta medida deberá apoyarse en normas restrictivas sobre el uso de las laderas circundantes, del cauce y abanico de la quebrada Agua Calientes, así como las márgenes del río Urubamba. Es necesario además elaborar mapas de evacuación, señalando zonas de seguridad, rutas de escape bien señalizadas para el caso de huaycos.
- Rediseñar los muros de contención sobre el río Aguas Calientes a lo largo del pueblo de Machupicchu y ejecutar obras de ingeniería para encausar el río Urubamba.
- Descolmatar periódicamente el cauce de los ríos (anualmente, antes del inicio de la temporada de lluvias), reforzar con disipadores de energía la quebrada Aguas Calientes, reubicar la línea de conducción del agua y necesariamente reubicar la infraestructura de los baños termales fuera del cauce del río Aguas Calientes.



Foto 4: Aluvión del 26 de abril del 2007 a su paso por el poblado de Aguas Calientes. Fuente Municipalidad Distrital de Machupicchu (2007).



Foto 5: Vía que conduce a la Ciudadela Inca de Machupicchu, afectada por la erosión fluvial, enero 2010.

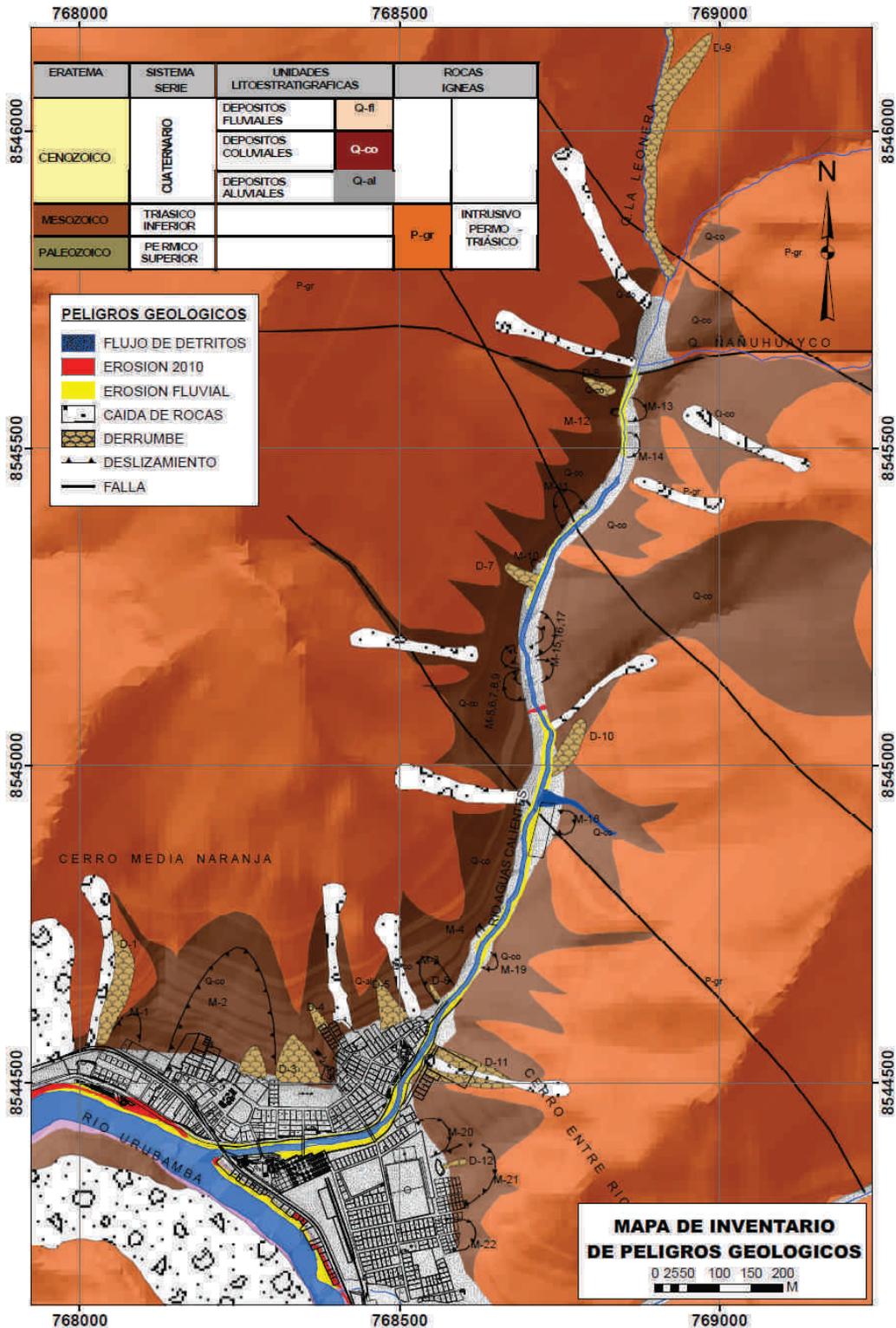


Figura 2. Inventario de peligros geológicos.

REFERENCIAS

Carlotto, V.; Gil, W.; Cárdenas, J.; Chávez, R.; Y Vallenás, V. (1999) Geología de los cuadrángulos de Machupicchu y Quillabamba-Boletín N° 127 Serie A: Carta Geológica Nacional. (Hojas 27q y 26q). INGEMMET. Lima. 1999.

Carlotto, V.; Cárdenas, J.; Fidel, L., (2007). La Geología en la Conservación de Machupicchu. Boletín INGEMMET, Serie I Patrimonio y Geoturismo N° 1, 305 p.

Municipalidad Distrital de Machupicchu-Cusco.

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI.