

## CAÍDA DE ROCAS Y DERRUMBE EN EL CERRO MACHU PICCHU: UN PROBLEMA FRECUENTE

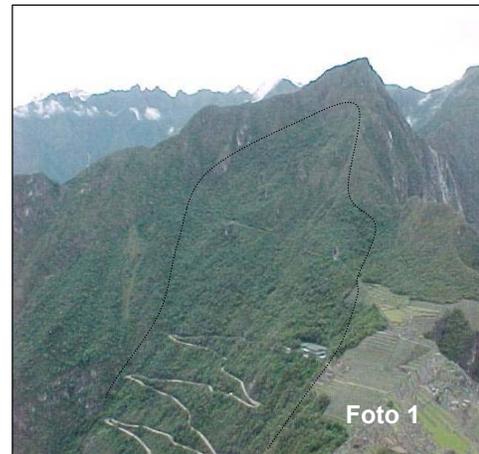
José Cárdenas<sup>1</sup>, Víctor Carlotto<sup>1,2</sup>, Martín Oviedo<sup>1</sup>, Vilma Cano<sup>1</sup> & Tomasa Flores<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, cardenasroque@gmail.com

<sup>2</sup>INGEMMET, Av. Canadá 1470 San Borja, Lima, vcarlotto@ingemmet.gob.pe

### INTRODUCCIÓN

En la ladera oriental del cerro Machu Picchu se observa un deslizamiento de grandes dimensiones 1 x 2 km. (Foto 1). Este fenómeno en el tiempo ha estado soportando reactivaciones parciales de pequeños deslizamientos, derrumbes y caída de rocas, que se desarrollan dentro de la masa deslizada así como en las escarpas de rocas muy fracturadas. Destacan aquellos que afectan la carretera de acceso a la ciudadela denominada Hiram Bingham y parte del Camino Inca desde Intipunku (2725 msnm) a la ciudadela (2450 msnm). El objetivo de este trabajo es llamar la atención presentando dos eventos, uno reciente y otro del año 1995 que han creado problemas de accesibilidad y que pueden afectar la vida de las personas.



### MARCO GEOLÓGICO

En el cerro Machu Picchu afloran granitos los que están muy fracturados y alterados cerca al plano de deslizamiento mayor, dando un aspecto de inestabilidad particularmente cerca de Intipunku.

Los depósitos coluviales en el cerro Machu Picchu son producto del deslizamiento mayor. Actualmente se ve un suelo orgánico que llega hasta un espesor de 30 cm. y que en conjunto hacen un manto superficial de sedimentos gravo-arena-limoso, que varían de espesor desde unos centímetros a varios metros. Sobre este manto, en gran parte del cerro Machu Picchu y especialmente por encima del Camino Inca, se encuentran grandes bloques de granitos que en algunos casos se vuelven inestables por la ladera abrupta. Esto último favorece al desarrollo de movimientos en masa, muchos de los cuales son bastante antiguos, pero que actualmente se reactivan por las aguas pluviales que son el detonante.

Los conos de escombros son depósitos que se forman o desarrollan en quebradas y laderas bastante empinadas, donde las rocas sueltas producto del intemperismo mecánico y fracturamiento de las rocas, van cayendo al pie de las laderas por efecto de la gravedad o movimientos en masa. Los depósitos están compuestos por bloques y gravas angulosos con poco o nada de matriz. A lo largo del Camino Inca se pueden ver este tipo de depósitos, principalmente en el trayecto Intipunku hasta antes de llegar al Tambo, donde los bloques son de grandes dimensiones inclusive llegando a los 10 metros de diámetro. Estos bloques han sido estabilizados mediante muros de contención inca y han servido además para la adecuación a construcciones posteriores.

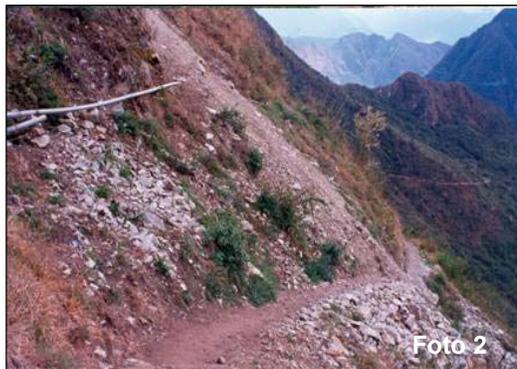
### GEODINÁMICA

Para la descripción geodinámica presentamos 3 casos de estudios.

#### AÑO 1994

Un estudio geológico y de conservación del Camino Inca Qoriwayrachina-Ciudadela, presentado al PNUD/UNESCO (Carlotto et al, 1994), describe los problemas geológicos que afectaban el Camino

Inca y en consecuencia el tramo Intipunku-Ciudadela. El mal estado de conservación del camino estaba evidenciado por la presencia de deslizamientos, derrumbes, caída de rocas, reptaciones, sufusión, asentamiento, y otros. Textualmente se dice para el tramo Km. 25+739.5 al Km. 26+101 que es el deslizamiento del cerro Machu Picchu: *“Corresponde a uno de los peores tramos, ya que el camino ha sido construido sobre deslizamientos antiguos que están en proceso de reactivación, lo que está destruyendo parcial o totalmente el Camino Inca. Estos deslizamientos se activan por el exceso de agua y la tala de vegetación los que puede estar favorecidos por eventuales quemas de los bosques. Una recomendación adicional a las que se están planteando, es hacer un tratamiento de toda la ladera del cerro Machu Picchu, con reforestación y otras obras que eviten la reactivación de los deslizamientos antiguos.”* Además, se acompaña las fotografías 2 y 3 que son parte de ese trabajo de 1994. Aquí resalta una zona que en el año 2006 se ha reactivado.



#### CAÍDA DE ROCAS-DERRUMBE 1995

El 26 de diciembre de 1995 se produjo una caída de rocas-derrumbe al pie del hotel de turistas, ocasionando la interrupción, por varias semanas, de la carretera de acceso Hiram Bingham.

Esta caída de rocas-derrumbe corresponde a una parte del frente del deslizamiento mayor cuya escarpa se halla en la parte superior del hotel de turistas (Foto 4). El derrumbe produjo la caída de bloques, de más de 70 toneladas (Foto 5), que rodaron pendiente abajo afectando la carretera en varios tramos (Foto 6). Su origen estuvo relacionado a varias causas, como: infiltración de aguas superficiales y subterráneas situadas detrás del hotel de turistas; al rebose de las aguas de un reservorio, captadas para el hotel; así como al talud muy empinado de rocas graníticas fracturadas favorecidas por el corte de talud de la carretera.

Adicionalmente, la construcción y ampliación del hotel de turistas y de la carretera Hiram Bingham, así como la ampliación de una plataforma para el estacionamiento de buses, han desestabilizado los terrenos circundantes.



### DERRUMBE 2006

El 30 de Marzo del 2006 un derrumbe, producto de una caída de rocas en el cerro Machu Picchu a la altura de Intipunku afectó parte del camino (Fig. 1) que, en este tramo, es el único paso directo para llegar a la ciudadela viniendo desde Wiñaywayna. Un estudio geológico llevado a cabo inmediatamente ocurrido el fenómeno recomendó la prohibición del paso de los turistas que continúa hasta la fecha, dos meses después (Cárdenas et al., 2006).

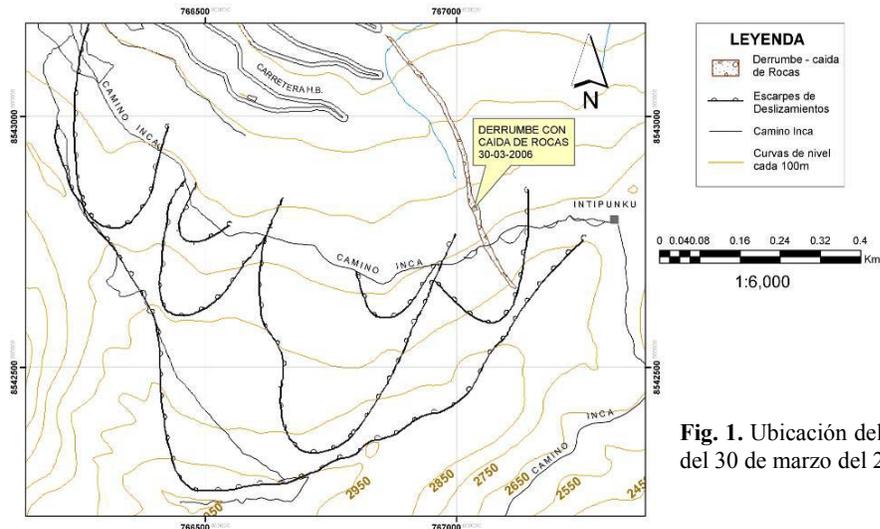


Fig. 1. Ubicación del derrumbe del 30 de marzo del 2006.

Debido a la destrucción parcial del camino, los visitantes no pueden ingresar a la ciudadela por este último tramo. Como medida de seguridad e integridad física, los visitantes son desviados hacia el Km. 107, es decir bajando por la quebrada Choquesuysuy hasta llegar al río Vilcanota y luego dirigirse hacia la localidad de Aguas Calientes y finalmente llegar a la Ciudadela de Machu Picchu, todo esto ha creado malestar a los visitantes y agencias de turismo.

**Descripción del fenómeno:** El 30 de marzo del 2006 aproximadamente a las 11:30 pm, un derrumbe de granitos y material coluvial provocó el colapso de 23 m. del Camino Inca cerca de Intipunku a 2675 msnm. Desde el Camino hacia la corona del derrumbe (pendiente arriba) tiene una longitud horizontal aproximada de 113 metros y en línea oblicua llega hasta los 160 metros, y el ancho va disminuyendo. La parte alta o corona lugar donde empezó el derrumbe (Foto 7), existen grietas milimétricas a centimétricas. Diez metros más abajo, el terreno cambia a una zona de menor pendiente donde se observan bloques de granito y además grietas milimétricas, en un ancho de 50 metros afectando el material coluvial, (Foto 8). El material coluvial-eluvial está constituido de suelo orgánico de poco espesor o que rellena las grietas entre los materiales de bloques y gravas. La vegetación es muy escasa, ya que solamente se observa pequeños arbustos de tallo y raíz corto, razón por la cual no se fija bien en el poco suelo que crece y que además no ayuda a la estabilización de los bloques y/o gravas presentes en la ladera.



Los materiales derrumbados se acumularon pendiente abajo y se acumularon en un terreno de poca pendiente a los 2500 msnm, pero que algunos bloques y gravas llegaron inclusive hasta el quinto zigzag del camino Hiram Bingham (2270 msnm). En su trayecto los bloques de granito agrietaron un canal de drenaje y destrozaron algunos árboles.

A la altura del mismo camino afectado, la masa de suelo coluvial tiene un desnivel aproximado de 30 centímetros, tal como se observa en las fotos 9, y 10, lo que nos indica que está a punto de colapsar.



**Causas:** La zona de derrumbe se ubica en el borde sur del deslizamiento mayor del Cerro Machu Picchu donde el relieve es muy fuerte mayor a 50 grados. La roca se halla fuertemente fracturada y alterada, haciendo parte del material deslizado. La vegetación es escasa y no fija bien el material. El detonante, bajo esas condiciones, ha sido la presencia de aguas pluviales que saturaron el terreno y originaron el derrumbe. Los 15 días anteriores al derrumbe las precipitaciones en la región fueron de 10 mm. a 48 mm. por día. También se ha observado que en superficie se tienen rastros de aguas superficiales y subterráneas.

## CONCLUSIONES

La ladera del cerro Machu Picchu corresponde a un deslizamiento de grandes dimensiones, la cual muestra signos de reactivación reciente. Estos movimientos de masa, deben alertarnos para tomar medidas de prevención frente a los peligros geológicos, con el fin de salvaguardar la integridad física de los visitantes, el personal y además de las unidades de transporte que hacen servicio hacia la Ciudadela de Machu Picchu. Por lo tanto, recomendamos la zonificación de las zonas más peligrosas y considerar medidas de prevención y/o estabilización.

## REFERENCIAS

- Cárdenas, J., Carlotto, V., Cano, V. (2004). Geología, geodinámica, y monitoreos del Camino Inca de Machu Picchu. XII Congreso Peruano de Geología, Lima, Perú. Resúmenes Extendidos, p 3-6.
- Cárdenas, J.; Carlotto, V.; Oviedo, M. (2006). Caída de rocas-derrumbe sucedido el 30 de marzo del 2006 en el Cerro Machu Picchu. Informe interno INC.
- Carlotto, V.; Cárdenas, J.; Chávez, R.; Pumayali, R.; Román, F. (1994). Estudio geológico y de conservación del Camino Inca de Machu Picchu. PNUD-UNESCO, Lima. 57p.
- Carlotto, V.; Cárdenas, J. (1996). Evaluación geológica del derrumbe del 26-12-95 en la carretera puente ruinas-Machu Picchu y zonas aledañas. UNSAAC-Cusco.
- Carlotto, V.; Cárdenas, J.; Tintaya, D.; Acosta, H.; Cano, V.; Ibarra, I. (2001). Evaluación geológica-geodinámica, de riesgo y conservación del Camino Inca a Machu Picchu, mayo 2001. UNSAAC-Cusco.