

## GEOLOGÍA Y GEODINÁMICA DEL DESLIZAMIENTO Y FLUJOS DE DETRITOS QUE AFECTARON ZURITE-CUSCO (2010)

Ronald Concha<sup>1</sup>, Víctor Carlotto<sup>1,2</sup>, José Cárdenas<sup>1</sup>, Briant Garcia<sup>1</sup> y Igor Astete<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UNSAAC, Av. de la Cultura s/n, Cusco. [ronaldconcha1@gmail.com](mailto:ronaldconcha1@gmail.com)

<sup>2</sup>INGEMMET, Av. Canadá, 1470 San Borja Lima. [vcarlotto@ingemmet.gob.pe](mailto:vcarlotto@ingemmet.gob.pe)

### INTRODUCCIÓN

En la quebrada Qenqo del distrito de Zurite, provincia de Anta, el 28 de enero del 2010 ocurrió un evento geodinámico de movimientos en masa. En la parte alta del cerro Llamacancha la reactivación de un deslizamiento de tipo rotacional, originó una serie de flujos de lodo y detritos que descendieron por la quebrada. Los deslizamientos y flujos que se iniciaron el día 28 de enero, continuaron los días 6 y 13 de febrero, pero cada uno de los cuales tuvo distintas intensidades. Estos fenómenos produjeron múltiples daños y afectaron gran parte de la población de Zurite, destruyendo 56 viviendas y afectándolas a otras 198, destruyendo también áreas de cultivo e infraestructura urbana, tales como puentes, vías asfaltadas, postes, canales, etc.

El día 8 de marzo un equipo de geólogos del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-INGEMMET y de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco-UNSAAC realizaron el diagnóstico y evaluación de este evento geodinámico, logrando identificar las causas que lo originaron y a partir del cual proponer algunas recomendaciones (Carlotto et al., 2010).

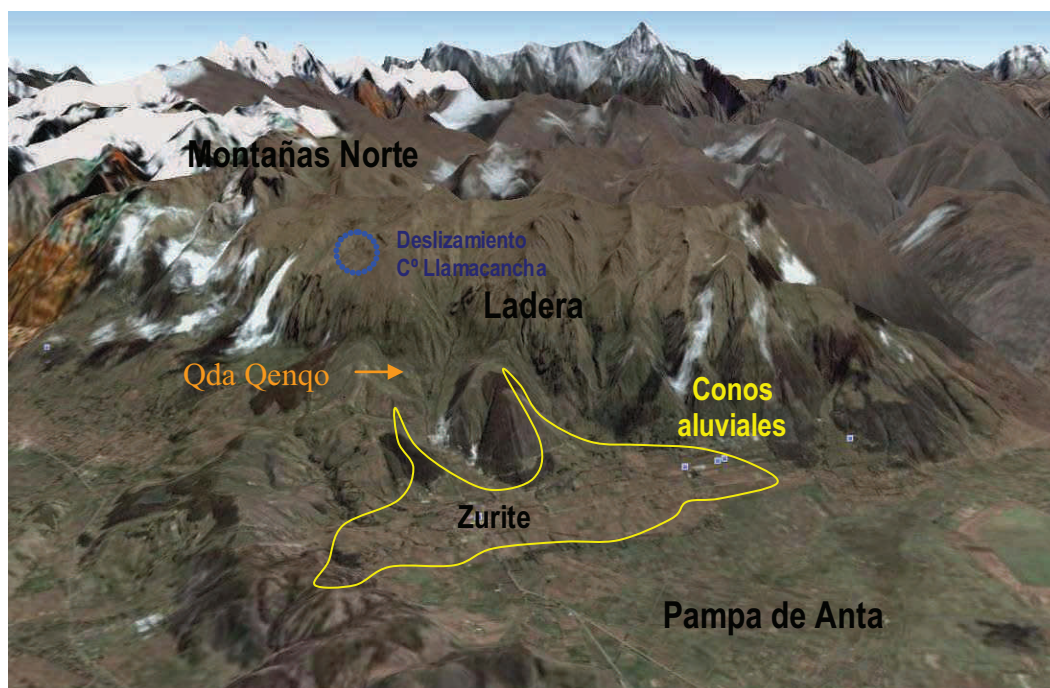
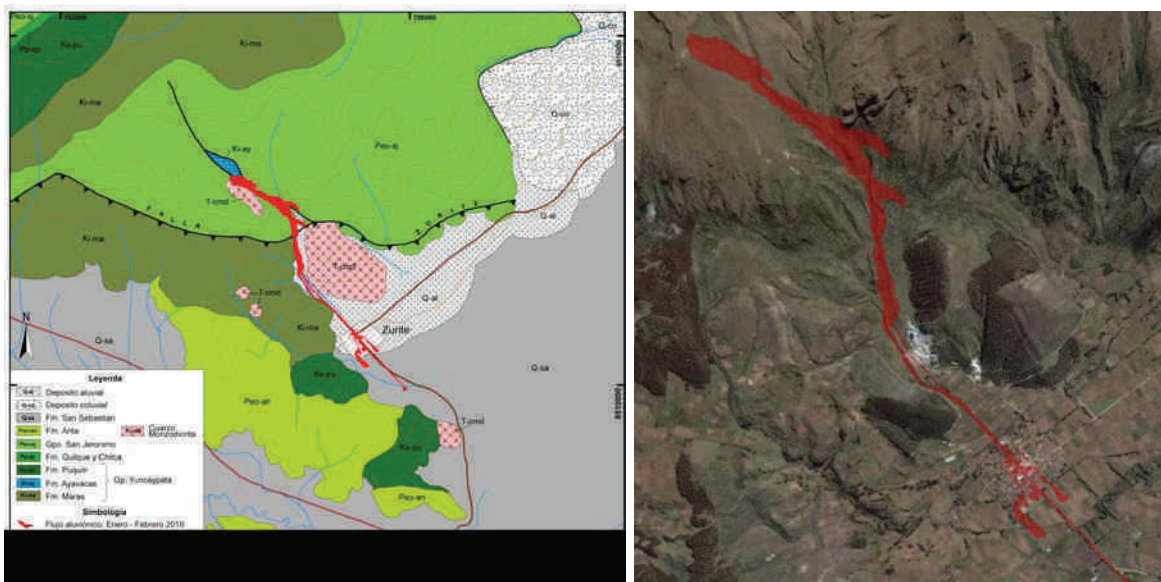


Figura 1. Unidades Geomorfológicas Locales de Zurite.

### MARCO GEOLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO

Zurite se localiza en el límite del Altiplano y la Cordillera Oriental de los Andes del Sur del Perú, localmente caracterizado por una vertiente de laderas en rocas sedimentarias con pendiente moderada a fuerte que separa la pampa de Anta (3400 msnm) de las montañas, cuyas cumbres sobrepasan los 4000 msnm. En el pie de las vertientes se han desarrollado conos aluviales. Uno de ellos, el que corresponde a la quebrada Qenqo sobre el cual está asentado el poblado de Zurite (Fig. 1). Además es por esta quebrada por donde descendieron los flujos de detritos que afectaron a la población.

El área está caracterizada por presentar afloramientos de rocas sedimentarias y en menor proporción rocas intrusivas. El deslizamiento que dio lugar a los flujos de detritos se desarrolló sobre rocas intrusivas fuertemente fracturadas que cortan areniscas y lutitas del Grupo San Jerónimo y las calizas Ayavacas del Grupo Yuncaypata. Estas calizas y los intrusivos están controlados por un sistema de fallas NO-SE que son transversales al sistema de fallas inversas de Zurite de orientación E-O (Figs. 2 y 3). Este último sistema muestra escarpas de fallas activas normales separando el Grupo San Jerónimo del Grupo Yuncaypata. En consecuencia el control litológico y estructural ha sido importante para la formación y activación del deslizamiento.



*Figuras 2 y 3: Mapa geológico y reconstrucción del deslizamiento y flujo del 6 de febrero del 2010.*

## GEODINÁMICA EXTERNA

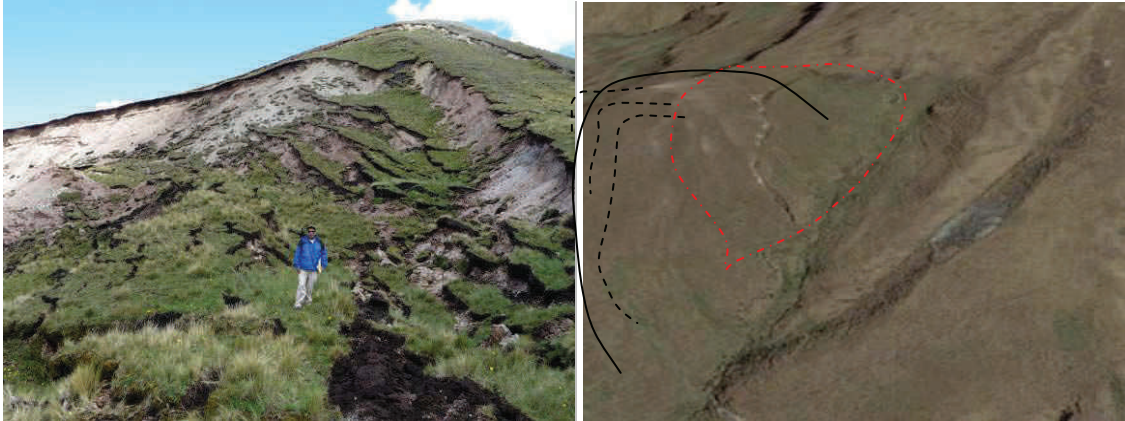
El día 28 de enero del 2010 a las 11:00 horas ocurrió un fenómeno de movimiento en masa compuesto, es decir, un deslizamiento mayor que se originó en la parte alta de la quebrada Qenqo. La escarpa de la cabecera mayor es de forma semicircular, tiene un punto máximo a 4255 msnm y está constituida, además de la escarpa principal ya deslizada por una serie de grietas tensionales que indican que este deslizamiento, del tipo rotacional, aun sigue activo. El ancho de la escarpa medida paralelamente a las curvas de nivel, es mayor a los 200 m con un desnivel entre 50 y 100 m. La pendiente actual es de aproximadamente 45°; pero menor al que existía antes del deslizamiento, lo que indica cierta estabilización del material. Gran parte del material deslizado se transformó en una serie de flujos detríticos que recorrieron más de 4 km. Antes de llegar al poblado de Zurite.

Posteriormente, los días 06 de febrero a las 23:00 horas y el 13 de febrero a las 08:00 horas, nuevas reactivaciones del deslizamiento principal originaron nuevos flujos; los que tuvieron consecuencias más destructoras en el poblado de Zurite.

Las escarpas del deslizamiento principal se hallan en la margen derecha de la quebrada Qenqo, en la cabecera del cerro Llamacancha (Fig. 4). Este lugar corresponde a un antiguo deslizamiento que afectó principalmente rocas intrusivas muy fracturadas y alteradas, así como a depósitos coluviales que favorecieron el movimiento. Adicionalmente, en la parte alta se reconocieron algunos manantes y humedales que fueron afectados por el deslizamiento.

Un estudio de las imágenes de Google Earth del 11 de mayo del 2003, muestra que antes de la reactivación del deslizamiento principal, en enero y febrero del 2010, la ladera noreste del cerro Llamacancha ya presentaban signos de reactivación a través de escarpas que se estaban formando (Fig. 5).

Las observaciones de campo muestran al menos dos eventos mayores de flujos, los que corresponden a los ocurridos los días 28 de Enero y 6 de marzo del 2010. Estos flujos van desde el deslizamiento principal del cerro Llamacancha hasta el poblado de Zurite; y han tenido un recorrido mayor a 4 km, siendo el segundo de mayor longitud, mayor material aportado y el que más daño causó a la población (Figs. 6, 7, 8 y 9).



*Figuras 4 y 5: Escarpa principal del deslizamiento en la cabecera del cerro Llamacancha (izquierda). En rojo una cicatriz antigua antes del deslizamiento de enero 2010, y en negro la escarpa reactivada y las grietas que ya se estaban formando (derecha).*

Si consideramos la altura de inicio del flujo (4255 msnm) y la parte baja (3400 msnm) hay un desnivel de más de 800 m, haciendo una pendiente promedio de 13 grados. Sin embargo a lo largo del recorrido se ve diferentes segmentos con pendientes variables, siendo los mayores los que están en la ladera y de menor pendiente, los segmentos en los conos aluviales cercanos a la población.

La gran cantidad de material depositado en la parte media de la quebrada se explica, por que el cauce no fue capaz de conducir todo el flujo, y porque esta zona casi plana, ha permitido que los flujos puedan depositarse, esto debido el cambio brusco de pendiente lo que redujo considerablemente la velocidad del flujo. De esta forma, esta planicie favoreció de alguna manera, que el depósito de flujo de detritos llegue en mayor proporción a Zurite y fuera de consecuencias mayores.



*Figuras 6 y 7. Plaza de Armas del poblado de Zurite afectada por el aluvión del 28 de enero (izquierda), y el aluvión del 06 de febrero (derecha).*

En la parte que corresponde a la población el flujo de detritos que descendió por la quebrada Qenqo ingresó por la calle Kennedy, prolongación de dicha quebrada atravesando la localidad de Zurite. En este tramo hay evidencias de erosión lateral que dañaron incluso parte de algunos muros incas, y material de desborde del aluvión fue depositado en algunas terrazas incas afectando terrenos de cultivo que allí existían.

En el poblado de Zurite los flujos afectaron las construcciones y en los alrededores algunos campos de cultivo.

Los flujos no solo afectaron la calle Kennedy y la Plaza de Armas, sino también una parte de la ciudad y en general a muchas viviendas, resaltando la Unidad Escolar Mixta Nro 118-Zurite; (Figs. 10 y 11).



*Figuras 8 y 9. Recorridos en la parte media y baja de la quebrada Qenqo de los aluviones ocurridos el día 28 de enero (izquierda) y 06 de febrero (derecha).*



*Figuras 10 y 11. Unidad Escolar Mixta Nro. 118 – Zurite y muchas viviendas afectadas por el aluvión ocurrido el día 6 de febrero del 2010 (izquierda). Plaza de Armas de Zurite tras el aluvión del 6 de febrero (derecha).*

## CONCLUSIONES

Los procesos geodinámicos ocurridos el 28 de enero y 6 de febrero del 2010 en la quebrada Qenqo, corresponden a un movimiento en masa complejo, tipo deslizamiento que se transformó en varios flujos. Las causas del deslizamiento y flujos posteriores tienen que ver con la fuerte pendiente y signos de reactivación de un deslizamiento antiguo, además de las características litológicas, es decir roca muy fracturada y alterada. En estas condiciones de susceptibilidad, las intensas lluvias, mayores a las normales, fueron el detonante para la reactivación del deslizamiento, provocando una sobresaturación en las rocas y suelos.

Los aluviones descendieron de manera violenta en la parte alta, luego bajaron de velocidad en la parte media donde inclusive gran parte del material se depositó, dejando desbordes a ambas márgenes y albardones de entre 2 y 3 m. de alto, mientras que otra parte avanzó hasta el poblado, afectando viviendas, calles, terrenos de cultivos, caminos, pistas, etc.

Un factor que contribuyó a los daños en Zurite fue la canalización cerrada en la calle Kennedy que es la continuación de la quebrada Qenqo.

## REFERENCIAS

Carlotto, V., Concha, R., Cárdenas, J., García, B. & Astete, I. (2010). Geología y Geodinámica de la Quebrada Qenqo: Aluviones que afectaron Zurite (Cusco) el 2010. Informe Técnico INGEMMET, 22 p.