



Boletín de la Sociedad Geológica del Perú

journal homepage: www.sgp.org.pe ISSN 0079-1091

Susceptibilidad a movimientos en masa y análisis de zonas susceptibles de la quebrada Chakan, Cusco

Luis Albinez¹, Khaterin Ancco¹, José Cárdenas¹, Verónica Tito¹, Tomasa Flores¹

¹Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, UNSAAC

¹luisalbinez@gmail.com

RESUMEN

La quebrada Chakán, es la zona de cabecera de la microcuenca Saphy, se ubica al noroeste de la ciudad del Cusco y conforma el extremo occidental del Parque Arqueológico de Sacsayhuamán. En ambos márgenes de esta quebrada, ocurren movimientos en masa, principalmente en la época de lluvias de octubre a febrero. En esta quebrada también yacen vestigios arqueológicos deteriorados principalmente por fenómenos de geodinámica externa. La evidente actividad geodinámica de esta quebrada hizo necesario realizar un estudio de susceptibilidad, que sirva de herramienta para la planificación del territorio y la ejecución de correctas obras de ingeniería, diseñadas con el fin prevenir la ocurrencia de daños en los vestigios inkas, centros poblados y zonas de uso antrópico expuestas.

Mediante SIG, utilizando el método de parámetros ponderados, se realizó el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de la quebrada Chakán a escala 1:5000, en el cual se consideraron los factores condicionantes del terreno, como son la pendiente, geomorfología, geología, hidrogeología, uso de suelo y cobertura vegetal. El análisis de susceptibilidad de detalle, conjuntamente con las condiciones geodinámicas de sitio, ayudó a identificar zonas críticas caracterizadas por un alto grado de susceptibilidad.

Es así que mediante el mapa de susceptibilidad, se pudo realizar un análisis de elementos expuestos

considerando las dimensiones económica, social y ambiental.

La obtención del mapa de susceptibilidad a movimientos en masa y los análisis consecuentes, servirán principalmente para la planificación y ordenamiento territorial de la ciudad del Cusco, con el fin de asegurar la seguridad física de los pobladores, visitantes nacionales y extranjeros.

Palabras clave: Susceptibilidad, movimientos en masa, Chakán, Cusco.

ABSTRACT

The Chakán creek, is the headland of the Saphy micro-basin, is located northwest of the city of Cusco and forms the western end of the Archaeological Park of Sacsayhuamán. On both banks of this ravine, mass movements occur, mainly during the rainy season from October to February. In this ravine there are also archaeological remains deteriorated mainly by phenomena of external geodynamics. The evident geodynamic activity of this stream made it necessary to carry out a susceptibility study, which serves as a tool for planning the territory and the execution of correct engineering works, designed to prevent the occurrence of damage to the Inca remains, populated centers and areas of anthropic use exposed.

Using GIS, using the weighted parameter method, the mass movement susceptibility map of the Chakán creek at a scale of 1: 5000 was made, in which the determining factors of the terrain, such

as slope, geomorphology, geology, were considered. hydrogeology, land use and vegetation cover. The detailed susceptibility analysis, together with the geodynamic site conditions, helped to identify critical zones characterized by a high degree of susceptibility.

Thus, through the susceptibility map, an analysis of exposed elements could be made considering the economic, social and environmental dimensions.

The obtaining of the map of susceptibility to movements of mass and the consequent analyzes, will serve mainly for the planning and territorial ordering of the city of Cusco, with the purpose of assuring the physical security of the settlers, national and foreign visitors.

Key words: Susceptibility, mass movements, Chakán, Cusco.

GENERALIDADES

La quebrada Chakán se ubica en la provincia del Cusco a 1.5 kilómetros al noroeste del centro histórico de la ciudad, en la zona oeste del Parque Arqueológico de Sacsayhuamán (Fig. 1). Por la quebrada Chakán discurren las aguas del río del mismo nombre, en dirección promedio norte - sur, desde su nacimiento al norte del centro poblado del Salkantay, hasta su confluencia con el río Muyo Orcco.

A lo largo de toda la quebrada es posible encontrar 14 sitios arqueológicos, andenería, caminos y canales inkas; así como también a los centros poblados de Salkantay y Pucara; zonas habitadas, reservorios y terrenos agrícolas.

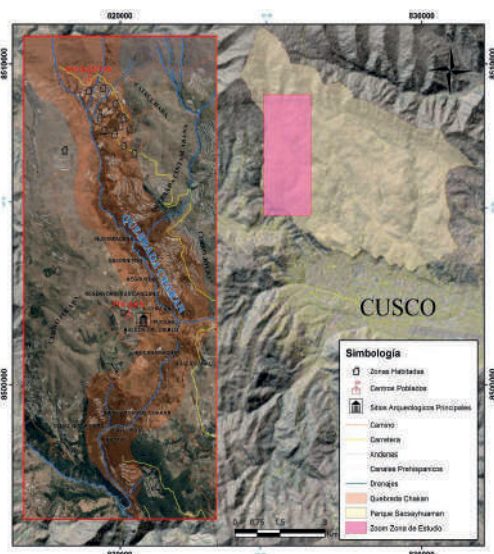


Fig.1. Mapa de ubicación.

La geodinámica de la quebrada muestra geofor- mas, que reflejan actividad interna (escarpe de la falla Tambomachay) así como externa, siendo esta última reflejada con la presencia de gran cantidad de movimientos en masa observables a lo largo de toda la quebrada.

La importante recurrencia de movimientos en masa en la quebrada Chakán, nos llevó a buscar mediante un mapa de susceptibilidad, las características de pendientes, geomorfología, geología, hidrogeología uso suelo de y cobertura vegetal, que condicionan la ocurrencia de dichos eventos. El tamaño de la quebrada requirió la elaboración de mapas de escala superior a 1:5000, con lo cual se obtuvo el detalle necesario.

El método empleado para conocer la suscepti- bilidad fue el de parámetros ponderados, el cual se complementó con la matriz de Holmes al momento de asignar los pesos de cada variable. Con la información del mapa de susceptibilidad, fue posible cuantificar los elementos expuestos a zonas de alta y muy susceptibilidad a movimientos en masa. En la quebrada Chakán, al sur del centro poblado de Pucará, es posible encontrar un gran deslizamiento activo, conocido localmente con el nombre de Suchuska Qhata. Las dimensiones de este evento y el problema social, que generaría un embalse producto del desplazamiento total de su masa, hacen necesario detallar sus características.

CARACTERISTICAS DE LA ZONA

La quebrada Chakán se encuentra en el contexto de la meseta de Sacsayhuamán, dominada por geo- formas kársticas y un relieve suave incisado, por quebradas de fuertes pendientes. Las formaciones Maras y Ayabacas predominantes, pertenecen al Grupo Yuncaypata (Carlotto et al., 2011), siendo la Formación Maras la que domina. Estructuralmente la zona está controlada por la falla Tam- bomachay hacia el norte y la falla Cusco hacia el sur. En la quebrada se observan gran cantidad de manantiales, con comportamiento de acuíferos. La cobertura vegetal y usos de suelos están condi- cionados por las actividades de los pobladores locales (Albinez L. y Ancco K., 2018).

MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD POR MOVI- MIENTOS EN MASA

Metodología

Para realizar el mapa de susceptibilidad de la quebrada Chakán (Fig. 2) se utilizó el método

parámetros ponderados en el cual se identifican algunos parámetros relevantes para la generación de movimientos en masa en la zona de estudio (variables de predicción), se les asignan valores en forma subjetiva.

Una gran ventaja de este método es la automatización, el recojo y posterior análisis de datos en un SIG (Zabala et al., 2009). En este caso se utilizó la matriz de priorización de Holmes, para reducir la subjetividad a la hora de asignar los pesos.

Los grados de susceptibilidad se calcularon a partir de los valores obtenidos de las interacciones entre los seis mapas de factores: pendientes, geología, geomorfología, cobertura vegetal, uso de suelo e hidrogeología. Cada mapa fue rasterizado y con ayuda del GIS (ARCGIS 10.3 y sus herramientas de Espacial Análisis Tools, Raster Calculator).

El análisis de susceptibilidad a movimientos en masa, el peso de los factores condicionantes considerados fue: pendientes (0.35), geomorfología (0.3), geología (0.15), hidrogeología (0.1) cobertura vegetal (0.075) y uso de suelo (0.025).

La validación del mapa (PMA 2007) se realizó superponiendo el inventario de movimientos en masa de la quebrada Chakán sobre el mapa de susceptibilidad.

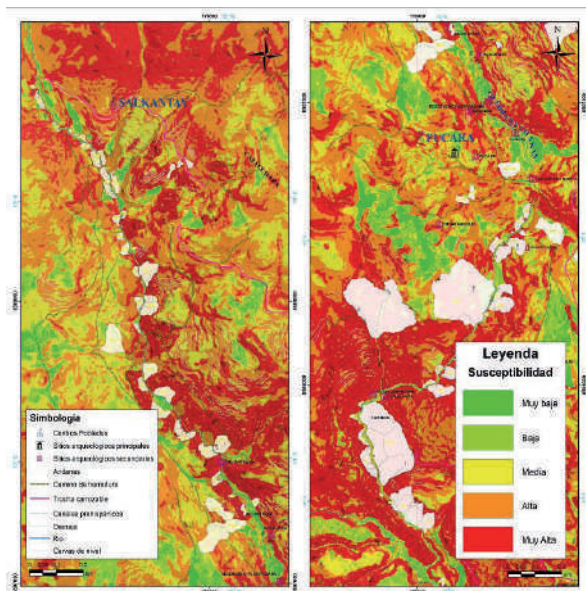


Fig. 2. Mapa de susceptibilidad.

Caracterización geomorfológica del deslizamiento de suchuska qhata

En la zona crítica de alta susceptibilidad, en el deslizamiento Suchuska Qhata, se exponen elementos de carácter natural e histórico de importancia

para el ámbito urbano de la ciudad del Cusco. Para darle solución a esta problemática, se hace necesario plantear herramientas de estudio de las cuales se obtengan datos detallados sobre el comportamiento del deslizamiento (Albinez L. y Ancco K., 2018).

En la caracterización del deslizamiento Suchuska Qhata, se han utilizado plataformas aéreas no tripuladas (DRONES), para la obtención de imágenes de alta resolución y modelos digitales de elevación de precisión, los cuales son útiles para obtener un cartografiado detallado y conocer características geomorfológicas que rigen la zona.

Los insumos utilizados para el presente trabajo fueron obtenidos mediante la plataforma drone Phantom 4 Pro, con la cual se tomaron fotografías aéreas de alta resolución.

El procesamiento fotogramétrico de fotografías se realizó con el software Agisoft Photoscan versión académica, del cual se obtuvo un orthomosaico georeferenciado de 0.03 m de resolución y un modelo digital de elevación a 1.2 cm por celda (Albinez L. y Ancco K., 2018).

Los insumos obtenidos permitieron realizar un cartografiado de detalle (ortofoto) (Fig. 3) así como cálculo de volúmenes, pendientes, elaboración de perfiles topográficos de precisión, densidad de drenajes y orientación de laderas (DEM) (Albinez L. y Ancco K., 2018).

El análisis de los perfiles en la figura 4, muestra variaciones de alturas en diferentes sectores del deslizamiento. Comparando los perfiles longitudinales A-A', B-B' y C-C' se observa pérdida de terreno en el sector noreste y en la parte media del flanco izquierdo.

De igual forma, analizando los perfiles transversales D-D', E-E' y F-F' se corrobora la comparación de los perfiles longitudinales en el sector noreste del cuerpo deslizado. Los perfiles transversales también muestran los cuerpos de las reactivaciones recientes del flanco oeste.

La red de drenajes muestra una orientación preferente NO-SE, partiendo del sector norte y atravesando todo el deslizamiento hasta el extremo sur, observándose tres sectores de confluencia en la línea de drenaje principal, en el centro del deslizamiento. Estos puntos de confluencia coinciden con zonas de pendientes bajas y húmedas, lo cual los convertiría en focos de inestabilidad.

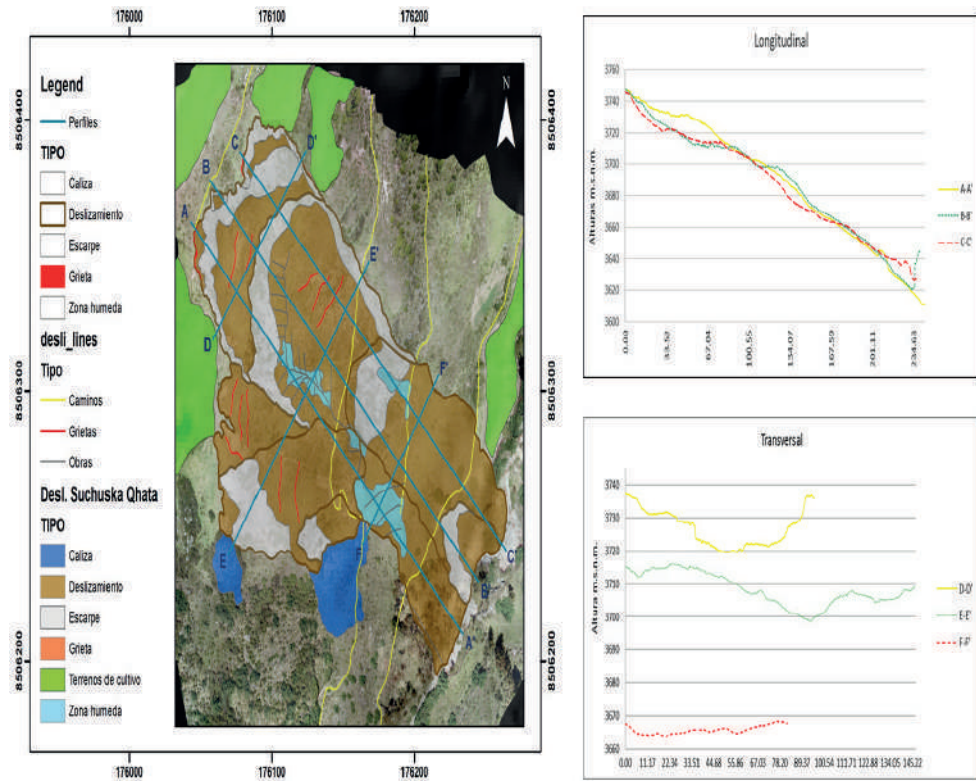


Fig.3. Cartografiado a detalle, del deslizamiento Suchuska Qhata.

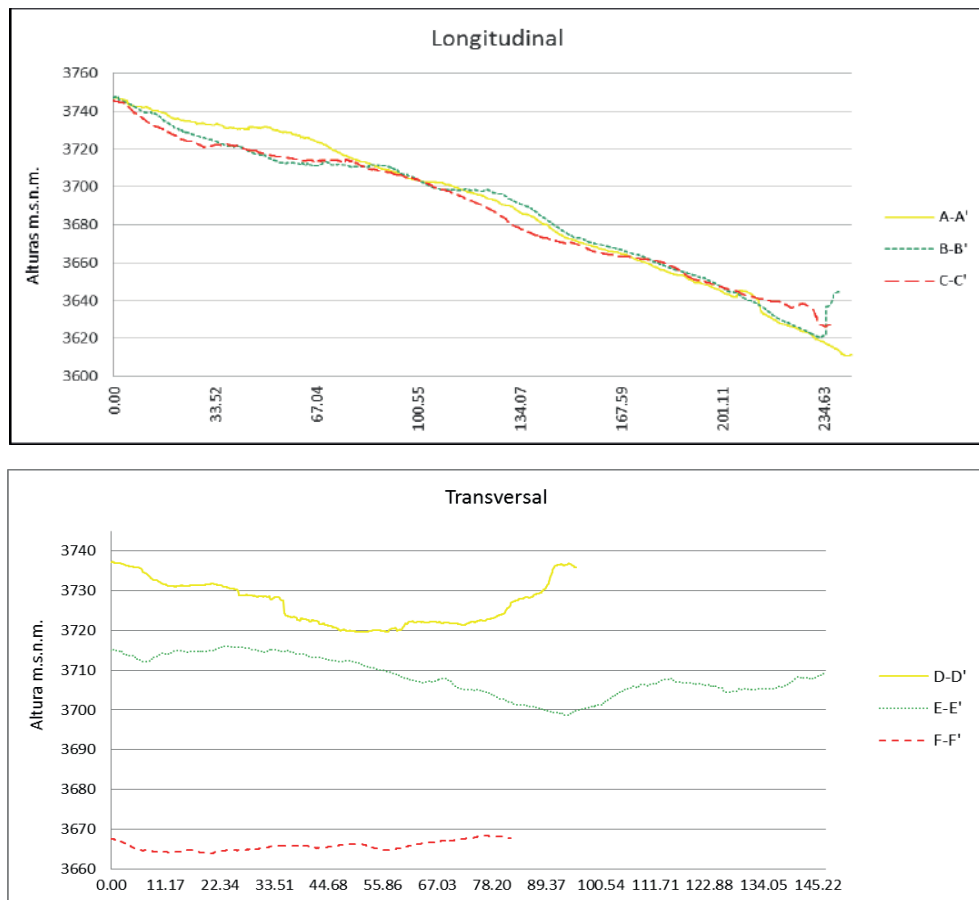


Fig. 4. Comparación de perfiles del deslizamiento Suchuska Qhata.

CONCLUSIONES

- En el mapa de susceptibilidad, se observa la zonificación de susceptibilidad muy baja, baja, media, alta y muy alta. El mapa de susceptibilidad generado muestra un alto y muy alto grado de susceptibilidad, ya que ambos grados suman 64.29% y los movimientos en masa inventariados se ubican dentro de las zonas de alta y muy alta susceptibilidad lo cual valida el mapa. La metodología de parámetros ponderados muestra confiabilidad y facilidad de trabajo para el procesamiento y análisis de susceptibilidad.
- El deslizamiento Suchuska Qhata compromete parte del patrimonio del parque arqueológico de Sacsayhuamán. El desplazamiento total del volumen de este deslizamiento generaría un represamiento y desembalse de grandes dimensiones, modificando drásticamente el paisaje local y perjudicando los centros arqueológicos emplazados en la parte sur de la quebrada Chakán.

REFERENCIAS

Albinez, L. y Ancco, K. (2018). Mapa de susceptibilidad y caracterización de zonas susceptibles por movimientos en masa en la quebrada Chakán, Cusco. Tesis UNSAAC.

Albinez, L. y Aguirre, E. (2014). Caracterización geológica e inventario de movimientos en masa de la microcuenca Chakán - Sacsayhuamán (Cusco). Seminario FIG, UNSAAC, 130p.

Benavente, C.; Delgado, F.; Taipe, E.; Audin, L. y Pari, W. (2013). Neotectónica y peligro sísmico en la región del Cusco, INGEMMET. Boletín, Serie C: Geología Ambiental y Riesgo Geológico, 55, 245 p.

Carlotto, V., Cárdenas, J. y Carlier, G. (2011). Geología del Cuadrángulo de Cusco 28-s - 1:50 000 INGEMMET, Boletín, Serie A: 138, 258p., 6 mapas.

Zavala, B.; Valderrama, P.; Luque, G. y Barrantes, R. (2009) - Riesgos geológicos en la región Ancash. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 38, 280 p