

Caído de ROCAS en BARRANCA GRANDE IXHUACÁN DE LOS REYES, VERACRUZ

Oscar Andrés **Cuanalo Campos**

ANTECEDENTES

En la madrugada del 10 de septiembre de 2008 se presentaron caídos de rocas y derrumbes (arenas y limos) en la ladera norte de la comunidad de Barranca Grande, municipio de Ixhuacán de los Reyes en el estado de Veracruz (Fig. 1). El fenómeno tuvo su origen después de varios días de intensas lluvias, presentándose también flujos de material en las serranías de la zona sur; estos movimientos del terreno causaron dos fatalidades en la población civil, obstrucción del camino de acceso, destrucción de varias viviendas y daños a escuelas (Fig. 2).

La ayuda a la población afectada por el desastre fue realizada por personal de la Dirección de Protección Civil del estado de Veracruz, contando con el apoyo de brigadas de rescate y auxilio, además de establecer un enlace aéreo a pocas horas de ocurrida la contingencia, asimismo el traslado de maquinaria pesada para la rehabilitación del camino obstruido (retroexcavadora, traxcavos, pailoders, tractor de orugas, motoconformadora y camiones de volteo).

También fue necesaria la habilitación de un alberge para la atención de la población afectada, en un número aproximado de mil 200 personas.



Figura 1. Caído de rocas en Barranca Grande, Ixhuacán de los Reyes.

Las autoridades mencionaron que el día 4 de julio de ese año, se había registrado ya un caído previo de material de la misma ladera, ocasionando la destrucción parcial de una vivienda; además según datos de su registro histórico, el 3 de enero de 1920, después de un sismo se presentó un deslizamiento que represó el río Huitzilapan ubicado en promedio a 60 metros al sur de la traza de la población, y al romper posteriormente el embalse sepultó completamente a la comunidad.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO–GEOGRÁFICAS DE BARRANCA GRANDE

Localización. La comunidad de Barranca Grande pertenece al municipio de Ixhuacán de los Reyes en la zona centro del estado de Veracruz y colindando con el estado de Puebla, se ubica en las coordenadas geográficas de $19^{\circ} 19' 21.7''$ de latitud norte y $97^{\circ} 02' 33.3''$ de longitud oeste, a una altitud de 1024 metros sobre el nivel de mar (msnm) y a una distancia promedio de 80 kilómetros al sur-poniente de la ciudad capital Xalapa. La ladera norte se eleva en su punto más alto a más de mil 270 metros de altitud, y la sur a más de 2 mil 100 msnm.

MORFOLOGÍA. Las laderas de Barranca Grande presentan una morfología de tipo montañoso y escarpado, con pendientes superiores a los 50 grados y en varias zonas

con taludes verticales, por lo que el efecto gravitacional tiene marcada influencia en su comportamiento. Estas serranías pertenecen al Cinturón Volcánico Mexicano que atraviesa el centro del país de este a oeste, donde se ubican varios volcanes que han presentado actividad en los últimos 100 años: Fuego de Colima, Paricutín, Jorullo, Popocatépetl, San Martín Tuxtla y Chichonal.

GEOLOGÍA. Las rocas que conforman los cerros de esta parte del estado de Veracruz, corresponden a la Provincia del Cinturón Neovolcánico Transversal, Subprovincia de la Margen Oriental de Piedemonte, formadas por acumulaciones de andesita/basalto y flujos piroclásticos del Terciario Superior.¹ En las partes bajas de los sitios donde se presentaron los caídos de rocas y suelos de la población de Barranca Grande, se pudieron apreciar brechas volcánicas constituidas por fragmentos grandes y chicos de roca empacados en un matriz de arena-limosa; materiales asociados a la actividad del volcán Cofre de Perote y a subsecuentes depósitos acumulativos de piedemonte (Fig. 3). Por su parte, en las zonas abruptas de los cerros se observaron tobas volcánicas de tipo ignimbritas.

CLIMA. El clima de la zona está clasificado como cálido-húmedo con lluvias todo el año, con una temperatura promedio anual de 20°C y una precipitación acumulada de 2000 mm de lluvia por año.²

VEGETACIÓN. La vegetación original de estas formaciones rocosas la constituyen los árboles del tipo encino que pueden alcanzar alturas superiores a los 25 metros y árboles de guarumbo (nombre local); además se apreciaron intercaladas en varias zonas de la serranía, terrenos de cafetales y también de uso agrícola o destinado a potreros.

HIDROLOGÍA. El río Huitzilapan nace en el Cerro de la Cumbre al norte del Pico de Orizaba, a una altura de 3 mil 750 msnm; descende por las montañas y se une al Magueyitos formando el río de los Pescados que al juntarse con el Santa María dan origen al río de la Antigua (en la Villa del mismo nombre), el cual recibe el aporte del río San Juan antes de desembocar en la playa de las Virgenes.³ En la parte poniente de la zona del desastre,

el río Huitzilapan se une al río Ixhuacán y ambas corrientes recorren la comunidad en su costado sur.

FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES DEL FENÓMENO GEOLÓGICO

Se pudieron identificar varios factores que tuvieron influencia significativa en el comportamiento e inestabilidad de las laderas que conforman las serranías de esta comunidad de Barranca Grande, incluyendo:⁴

FACTORES CONDICIONANTES. Dependen de las características intrínsecas de la ladera e influyen en el tipo de movimiento, incluyendo los siguientes:

a) **MORFOLOGÍA DE LAS LADERAS.** La morfología del sitio es de tipo montañoso y escarpado con pendientes estimadas entre 60 y 90 grados. Como se mencionó anteriormente, en estos sitios el efecto gravitacional influye significativamente en la estabilidad de las formaciones geológicas.⁵

b) **GEOLOGÍA DEL SITIO.** Se observaron principalmente brechas volcánicas y depósitos de talud, constituidos por fragmentos grandes y chicos de roca empacados en una matriz de arena limo–arcillosa. La cohesión en este tipo de materiales, es proporcionada por el suelo fino, el cual es muy sensible a cambios en su contenido de agua. Además, otra característica de los materiales volcánicos granulares como los que conforman las partes medias y bajas de estas serranías, es que son muy vulnerables a la erosión originada por escurrimientos de agua superficial.

c) **VEGETACIÓN.** La vegetación es un elemento de protección natural que garantiza el buen comportamiento de las laderas ante los movimientos que sufre el terreno y que van modelando la corteza terrestre. Como funciones principales los árboles mitigan el impacto de las gotas de lluvia con su follaje, absorben una buena parte de la humedad del suelo con sus raíces –mismas que ayudan de sujeción para las capas de material superficial– más alterado por el efecto de la meteorización, anclándolo a estratos profundos generalmente de mayor resistencia.

En la figura 4, que corresponde a una imagen de la zona de estudio obtenida antes del evento del 10 de septiembre, se puede apreciar en la parte superior de la cañada ubicada en la ladera norte de Barranca Grande, una zona deforestada o con cambio de uso de suelo, contigua a ambos lados del camino entre Cosautlán de Carvajal e Ixhuacán.

En esta misma figura se observan varias zonas potenciales de erosión en esa cañada Norte, los cuales pudieron ser los puntos de inicio del caído de rocas y suelos por los escurrimientos superficiales originados por las lluvias provenientes de las partes altas de esa serranía.

FACTORES DESENCADENANTES. Estos factores influyen en la magnitud o tamaño del movimiento y en la velocidad del mismo:

a) **LLUVIAS.** La influencia de este factor depende de la intensidad de lluvia, duración y distribución espacial de la misma. En el sitio de interés, la precipitación promedio anual reportada por el INEGI es de 2 mil mm/año. Es de notar que en los lugares donde se registra mayor precipitación pluvial, generalmente presentan movimientos de terreno con más frecuencia (deslizamientos, flujos, caídos de rocas, avalanchas, etcétera), lo anterior debido a que la lluvia influye directamente en la meteorización del terreno y el nivel de agua subterránea, estos últimos con incidencia en las propiedades geomecánicas del terreno.⁶ En el caso particular de



Figura 2. Daño a escuelas por el movimiento del terreno en la ladera norte de la comunidad de Barranca Grande.



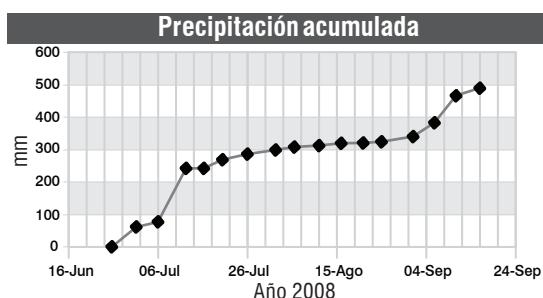
Figura 3. Materiales volcanoclasticos y de piedemonte, ladera sur de Barranca Grande.

Barranca Grande, se considera que la concentración de la lluvia fluyendo ladera abajo, fue la causa fundamental del desastre.

En los periodos en los cuales se registraron los caídos de rocas y suelos de la ladera norte, la precipitación pluvial obtenida de los datos de la Estación Meteorológica de Xalapa ubicada aproximadamente a unos 50 kilómetros de la población de Barranca Grande,⁷ fue de 168.1 mm entre el 4 y 11 de julio, y de 132.2 mm entre el 3 y 10 de septiembre (Gráfica 1).

Es importante señalar que el 10 de julio y 7 de septiembre se registraron lluvias de 50 y 57 mm/día respectivamente y que precisamente corresponden a los periodos en los cuales se presentaron también los caídos de rocas y derrubios. El valor anterior pudiera preliminarmente considerarse como el umbral de precipitación pluvial que puede activar movimientos del terreno en los depósitos volcánicos no consolidados de las serranías del Eje Neovolcánico Transversal.

b) SISMOS. Son agentes detonantes que dan origen a deformaciones y roturas de laderas, provocan desprendimiento de bloques rocosos, deslizamientos, flujos y avalanchas; las características más relevantes a consi-



Gráfica 1. Gráfica de precipitación pluvial en la estación meteorológica de Xalapa.

derar en el caso de inestabilidad de laderas, son la magnitud del terremoto y la distancia al epicentro.⁸

c) La sacudida provocada por un sismo genera hondas vibratorias que originan fluctuaciones en el estado de esfuerzos del interior del terreno, afectando la resistencia y por ende la estabilidad de la ladera. El represamiento del río Huitzilapan ocurrido en los primeros días de 1920, se debió precisamente a un deslizamiento de laderas que se presentó en la cañada sur ocasionado por un sismo el 4 de enero de ese año, mismo que al romper el embalse sepultó completamente a la comunidad de Barranca Grande; los datos principales de ese evento fueron los siguientes:⁹

- *Ubicación:* 19.267° Latitud Norte y 96.967° Longitud Oeste (a 10 kilómetros aproximadamente de Barranca Grande), *Magnitud:* 7.8 Richter, *Origen:* volcánico

Se menciona también a manera de ejemplo, el sismo del 15 de junio de 1999, el cual dio origen a un deslizamiento que destruyó la comunidad de Miguel Hidalgo en el municipio de Zapotitlán Salinas en la parte sur del estado de Puebla, y el represamiento del río Zempoala ocurrido por las lluvias torrenciales de octubre de ese mismo año, que al romper el embalse causó serios daños a la población de Zapotitlán de Méndez en la Sierra Norte del mismo estado. Asimismo recordemos el represamiento del río Grijalva ocurrido el 4 de noviembre del 2007, originado por un alud que provocó una ola destruyendo la comunidad de Juan Grijalva en el estado de Chiapas.

d) INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD HUMANA. El crecimiento de las poblaciones en zonas montañosas tiene impacto definitivo en la estabilidad de sus laderas, al realizar actividades para su propia subsistencia y/o su desarrollo económico, las cuales cambian inevitablemente las condiciones morfológicas e hidrogeológicas del medio ambiente al modificar el drenaje superficial y el flujo natural del escorrentamiento pluvial. En el sitio del desastre se identificaron las siguientes acciones:

- Cortes realizados para la construcción del camino de acceso.

- Obras complementarias de drenaje de los caminos, en número insuficiente o mal emplazadas.
- Cambio de uso del suelo y deforestación media.

CONCLUSIONES

La comunidad de Barranca Grande del municipio de Ixhuacán de los Reyes en el estado de Veracruz, se ubica en zona de riesgo por caído de rocas y suelos de las laderas que conforman sus cañadas. Los factores que influyeron en la inestabilidad de las laderas de esta comunidad, fueron:

- Morfología de tipo montañoso y escarpado con inclinaciones superiores a los 50 grados.
- Geología del sitio constituida por materiales de origen volcánico no consolidado (tobas y brechas), ambos materiales asociados a la actividad del volcán Cofre de Perote y a subsecuentes depósitos acumulativos de piedemonte.
- Cercanía al volcán antes mencionado, que puede dar origen a sismos de profundidad media (70 km), con influencia directa sobre la estabilidad de las laderas, e incluso con el riesgo de que dichos movimientos del terreno puedan represar el río Huitzilapan, como sucedió en el año de 1920.
- Lluvias que bajan por el talud de las laderas y que actualmente no son captadas, conducidas y desalojadas de manera adecuada y segura a las partes bajas y que provocan la saturación y erosión los materiales superficiales más meteorizados y susceptibles a deslizar ladera abajo. De manera preliminar se puede establecer el umbral de 50 mm de lluvia/día, como el valor que provoca el caído de rocas y material téreo en formaciones volcánicas no consolidadas, como las encontradas en las zonas medias y bajas de las serranías pertenecientes al Cinturón Neovolcánico Transversal.
- Actividad humana principalmente en los rubros de cortes en los caminos de acceso a la comunidad y cambio de uso del suelo.

Por otro lado, si bien es cierto que la población se ubica en zona de riesgo, no solo por caído de rocas y suelos de sus laderas sino también por inundaciones, los daños ocasionados por el evento del día 10 de septiembre, donde se ha estimado que cayeron en la ladera norte más de 30 mil m³ de material téreo,

con tamaño máximo de rocas de 3 m³ y 6 toneladas de peso, afectó aproximadamente al 40 por ciento de la comunidad, principalmente la ubicada en el sector oriente; asimismo el riesgo de inundaciones y la vulnerabilidad de la comunidad se ha minimizado ya que las autoridades municipales construyeron un bordo de protección a base de materiales graduados y chapa de enrocamiento, y espigones de muros gavión localizados todos ellos entre la propia comunidad y el río Huitzilapan.



Figura 4. Vista aérea de las cañadas de Barranca Grande (Google-Earth, 2008)

B I B L I O G R A F Í A

- 1 Geissert D. *Regionalización geomorfológica del estado de Veracruz*. Investigaciones Geográficas, boletín núm. 40, México (1999).
- 2 INEGI. *Carta climática escala 1:1 000 000*. México (2008).
- 3 González J. *Las tierras bajas del Veracruz central. Entornos Municipales*. Instituto de Investigaciones Histórico-Sociales. Universidad de Veracruz, México (2002). Disponible en <http://www.uv.mx/lihs/Cuadernos11.pdf>
- 4 Cuanalo O, Oliva A y Flores C. *Factores condicionantes y desencadenantes de los deslizamientos de laderas en las Sierras Norte y Nororiental de Puebla*, México. VI Simposio Nacional sobre taludes y laderas inestables. Vol. I. España (2005) 705-716.
- 5 Lugo J, Vázquez M, Melgarejo G, García F y Matías G. "Procesos gravitacionales en las montañas de Puebla". *Ciencia y Desarrollo* núm. 157, Vol. xxvi, marzo/abril 2001, 24-33.
- 6 Cuanalo O, Aguilar A y Melgarejo G. "Pahuatlán landslide, Northern mountains of Puebla, Mexico". Proceedings of the International Conference on Fast Slope Movements, Prediction and Prevention for Risk Mitigation, Vol. I. Italia (2003) 119-123.
- 7 Servicio Meteorológico Nacional "Precipitación Pluvial estación Xalapa". México (2008). Disponible en <http://smn.cna.gob.mx/productos/emas/#>
- 8 Kramer S. *Geotechnical Earthquake Engineering*. EUA, Prentice Hall (edit.), Tomo I (1996).
- 9 Cuanalo O, Quezada P, Aguilar A, Oliván A y Barona E. "Sismos y lluvias, factores detonantes de deslizamientos de laderas en las regiones montañosas de Puebla, México". Revista Científica y Tecnológica e-Gnosis Vol. 4. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/730/73000413.pdf>

Oscar Andrés Cuanalo Campos, Facultad de Ingeniería, BUAP. oscar.cuanalo@fi.buap.mx