

Deslizamientos, aludes y deslaves en el valle de la quebrada Tacagua, sector Gramovén y Blandin

Harald Stockhausen, Franck Audemard*, José A. Rodríguez, André Singer y Michael Schmitz, Funvisis Venezuela

Resumen

Entre el 14 y 16 de diciembre de 1999, llovió sobre el Litoral Central un poco más que la precipitación media anual del sector, las cuales pudieron vencer el sector occidental de la Serranía del Ávila, afectando el NW de Caracas desde la quebrada Chacaito hasta el valle de la quebrada Tacagua y produciendo deslizamientos, aludes y deslaves en los Barrios Gramovén, Blandín y Altavista. Dichas manifestaciones de inestabilidad fueron el resultado de la conjunción de varios factores como: la litología (que influyó en el tipo de fenómeno), la intervención antrópica, las lluvias de los primeros días de diciembre (lluvia antecedente) y el “evento disparador” del día 15.

La litología del valle de la quebrada Tacagua, corresponde a la formación Las Mercedes en los sectores de Gramovén y Altavista y al gneis de Peña de Mora en Blandín; ambos separados por la falla Tacagua-El Ávila. En Gramovén se reactivaron los de deslizamientos fósiles, iniciados por el sismo de 1967. En el caso de Altavista, la intervención antrópica favoreció la generación de derrumbes en laderas de alta pendiente, mientras que para Blandín la litología gnéissica favoreció el desprendimiento de rocas en las zonas bajo bosque del Ávila, convirtiéndose en aludes torrenciales al entrar en las quebradas, arrasando consigo las viviendas construidas en los cauces.

Summary

Between December 14th and 16th, 1999 at the Litoral Central rained the equivalent of the average yearly rainfall, which went over the Ávila Range affecting the NW of Caracas from quebrada Chacaito to the valley of quebrada Tacagua producing landslides, debris flow and rockslides in the “barrios” known as Gramovén, Blandín and Altavista. These instability phenomena were due to the conjunction of several factors such as: lithology (which determine the type of phenomena), anthropic intervention, the intermittent rains during the first days of December and the “triggering event” on the 15th.

The lithology found in the valley of quebrada Tacagua corresponds to Las Mercedes Formation for Gramovén and Altavista, and the gneiss of Peña de Mora for the Blandín sector, both juxtaposed by the Tacagua-Ávila fault. In Gramovén, the reactivation of fossil landslides formed during the Caracas 1967 earthquake were observed. For the Altavista sector, the anthropic intervention favored landslides on high steep slopes, whereas in Blandín the

gneissic lithology favored rockslides under forest of the Ávila, which came down as debris flows when they reached the creeks, sweeping away informal houses built on these streams.

Introducción

El 15 y 16 de diciembre de 1999, en la zona costera de Venezuela, específicamente en el Litoral Central, llovió unos 791 mm (reportados en la estación meteorológica del Aeropuerto Internacional de Maiquetía; Maestre Pereira, com. per., 1999), extendiéndose hacia el sur y pasando por encima de la cordillera, causando deslizamientos, aludes y deslaves en las urbanizaciones y barrios del oeste de Caracas, entre quebrada Chacaito hasta el valle de la quebrada Tacagua.

Los días 16 al 18 de diciembre realizamos sucesivas inspecciones a los sectores Gramovén, Altavista y Blandín (fig. 1), con el objetivo de determinar: zonas afectadas, sus causas, cuales debían ser evacuadas en forma inmediata y a corto plazo, zonas potenciales a deslizarse u otras causales que en el futuro pudieran comprometer más vidas humanas o la integridad de la autopista Caracas-La Guaira.

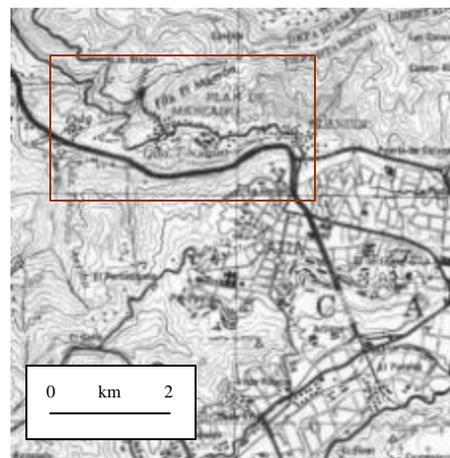


Fig. 1 Mapa topográfico de la zona en estudio

Este trabajo presentará primero el marco geológico del valle de la quebrada Tacagua, y luego por sectores se describirán los fenómenos de inestabilidad de laderas ocurridos (deslaves o deslizamientos), argumentando cual variable, la geológica o la antrópica, tuvo mayor importancia. Es importante resaltar que a diferencia del comportamiento de la vertiente norte del Ávila durante

Inestabilidades en el valle de Tacagua

esos mismos días, el valle de la quebrada Tacagua, es el sector donde la variable antrópica tuvo un rol preponderante y de allí su importancia para presentar este artículo que permitirá realizar comparaciones con otros trabajos realizados tanto en el valle de Caracas como en el Litoral Central.

Geología del valle de la quebrada Tacagua

La quebrada Tacagua nace a solo 1860 m al NE del barrio Blandín a una cota de 1400 m y con una pendiente inicial entre 25° a 15° hacia el SW. A nivel de Blandín gira para adquirir y seguir un curso de pendiente mucho más suave y controlado por la falla Tacagua-El Ávila, cuya orientación es WNW-ESE. En los primeros 10 km, la quebrada Tacagua corta una buena sección de la fm. Peña de Mora (fig. 2), o como se le conoce más recientemente Augengneis de Peña de Mora dentro del Complejo Ávila (Urbani y Ostos, 1989), la cual está compuesta por gneises, augengneis, cuarcitas, esquistos cuarzo-muscovíticos y ocasionales anfibolitas (González de Juana et al., 1980), encontrándose estas últimas tanto en las cabeceras de la quebrada Tacagua como en una franja de unos 3 km entre Blandín y Plan de Manzano (fig. 2).

Para la zona de Gramovén, al sur de la falla Tacagua-El Ávila, la litología es totalmente diferente y pertenece a la fm. Las Mercedes (fig. 2), compuesta básicamente por esquistos cuarzo-muscovíticos-grafitosos-calcáreos, muy propensos a la meteorización química (González de Juana et al., 1980), y por ende muy proclives a deslizarse en laderas de mediana a alta pendiente.

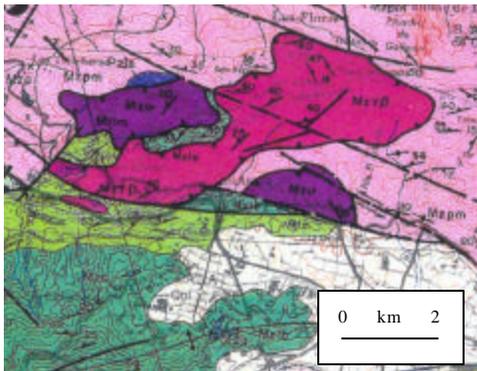


Fig. 2 Mapa geológico de la zona (Modificado de Bellizzia et al., 1976).

Como se verá más adelante, esta diferencia litológica entre Blandín y Gramovén controló el tipo de inestabilidad de ladera (deslizamientos, aludes o deslave) que ocurrieron durante el día 15 y que continuaron en los días siguientes.

Factores involucrados

Es importante resaltar que los deslizamientos, aludes y deslaves se produjeron por la conjunción de al menos tres factores: 1) la litología, particularmente en el cerro Ávila, donde su composición química hace que estas rocas sean muy susceptibles a la meteorización y erosión, 2) las lluvias intermitentes en los primeros días de diciembre (lluvia antecedente), y por último 3) las lluvias del 14 al 16 que fueron el evento disparador o detonante de los fenómenos de inestabilidad.

Estos fenómenos (deslizamientos, aludes y deslaves) también pueden ser accionados por un sismo de al menos magnitud 6 en la escala de Richter, como han sido reportados por Singer et al. (1983) para los sismos de 1812, 1900 y 1967. En otros países como el Perú, un sismo de $M_b = 7.7$ en 1970 produjo un alud en Yungay (Chang y Alva, 1991), en Alaska sismos mayores de $M_b = 7.0$ produjeron en el pasado varios deslizamientos (más de 2000 en 1964) según Voight (1978), y en El Salvador varios deslizamientos han sido inducidos por sismos mayores de $M_b = 6$ (Brabb y Harrod, 1989). Estos sismos produjeron la suficiente energía para eliminar la fricción de los granos por vibración en laderas de alta pendiente, generando así los deslizamientos.

A título ilustrativo de lo anterior, en la zona de Gramovén ocurren una serie de deslizamientos a raíz del sismo de 1967 que son cartografiados (fig. 3) por Sancio y Mejía (1972), y a la vez reportados por Singer, et al. (1983). Casualmente, dichos deslizamientos son lo que se reactivaron con las lluvias del 15 de diciembre, por lo tanto uno u otro evento puede inducir fenómenos de inestabilidad de laderas.

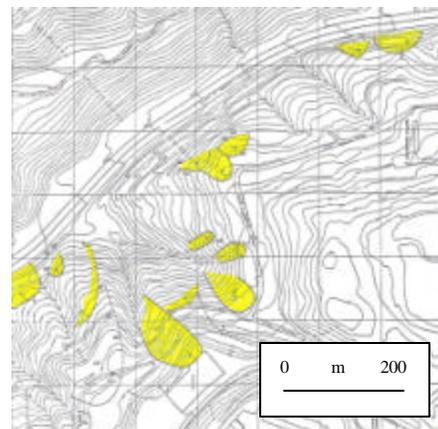


Fig. 3 Mapa topográfico de Gramovén donde se muestran los deslizamientos producidos por el sismo de 1967 (Sancio y Mejía, 1972)

Inestabilidades en el valle de Tacagua

Información meteorológica

Con este punto se pretende reseñar brevemente, lo que hemos llamado el “evento disparador” de los fenómenos geológicos acontecidos en el valle de la quebrada Tacagua y del litoral durante las fechas antes referidas.

Como se puede observar en la fig. 4 (datos tomados de la estación meteorológica del Aeropuerto Internacional de Maiquetía), durante los primeros días de diciembre llueve sobre el litoral casi todos los días, lo mismo ocurre para el valle de Caracas, específicamente en el Aeropuerto de La Carlota (gráfica no disponible), lo que hace suponer que los suelos a ambos lados del Ávila se saturaron de agua, incrementado su peso y presión de poros, y por ende disminuyendo su resistencia interna.



Fig. 4 Precipitaciones diarias en la estación de Maiquetía para el mes de diciembre 1999

El día 15 y el 16 llovió sobre el Litoral 791 mm, mientras que para el valle de Caracas (Aeropuerto de La Carlota) llovió menos de 100 mm. Según el Maestre Pereira (Com. Per., 1999) formándose un sistema atmosférico muy particular al norte del Ávila (sobre el Caribe), que produjo esta inusual lluvia para el Litoral, la cual pudo vencer parcialmente el macizo del Ávila en su sector menos elevado; esencialmente al Oeste de la quebrada Chacaito. Debido a la carencia de registros pluviométricos en las zonas aledañas al valle de la quebrada Tacagua y a lo particular del sistema atmosférico para ese día, es difícil cuantificar con precisión la precipitación para esa zona, aunque se puede afirmar que durante el día 15 cayó una lluvia excepcional sobre el área disparando los deslizamientos, aludes y deslaves.

Gramovén

El barrio Gramovén se encuentra en una colina con pendiente promedio hacia el NNW de unos 20° a 70° (fig. 1) y sobre una litología identificada como la fm. Las Mercedes. Según Jiménez (1992), el barrio desde 1950

hasta 1987 ha tenido más de 20 de deslizamientos (fig. 5), algunos asociados a lluvias y otros al sismo de 1967 (fig. 3).



Fig. 5 Deslizamientos ocurridos desde 1800 hasta 1987, según Jiménez (1992).

Para el día 16 cuando se realiza la primera inspección, se observaron tres deslizamientos mayores, de más de 300 m²: uno ubicado al final de la calle Plaza, y dos en la calle Federico Quiróz. En otros lugares del sector, los deslizamientos (alrededor de unos 10 a 15) eran menores, involucrando un pequeño terreno o comprometiendo la estabilidad de una sola vivienda. Algunos de estos deslizamientos, especialmente los ocurridos en la Calle Federico Quiróz y otros ubicados hacia el sector de El Portachuelo (fig. 1) aportaron materiales que se acumularon parcialmente sobre la autopista Caracas-La Guaira, bloqueando el canal de subida; la mayoría de ellos sobresaturados en agua y parcialmente transportados por las quebradas que dan hacia la autopista.

Las zonas resaltadas en color de la fig. 3 representan las áreas afectadas por los deslizamientos activados por el sismo de 1967. Sin embargo, estos deslizamientos se extendieron tanto vertical como horizontalmente, incluso incorporando nuevos, como se muestra en las fig. 6. En otras palabras, los deslizamientos mayores observados los días 15 y 16, son reactivaciones de deslizamientos fósiles producidos por el sismo de 1967. El deslizamiento al final de la calle Plaza comprometió aproximadamente unas 30 viviendas informales. En la calle Federico Quiróz el número de viviendas afectadas fue menor, aproximadamente unas 15, y ambos sitios fueron totalmente evacuados a mediados de enero.

La diferencia en el número de viviendas afectadas se debe estrictamente a la densidad con la cual se pobló cada zona. En la calle Plaza, la pendiente de la ladera favoreció la instalación de las 30 viviendas con alta densidad por metro cuadrado, las cuales en su totalidad fueron afectadas, mientras que en la calle Federico Quiróz la alta pendiente imposibilitó la construcción de viviendas, siendo las

Inestabilidades en el valle de Tacagua



Fig. 6 Vista oblicua general del sector Gramovén tomada el día 25/01/00, donde se aprecia las dimensiones del deslizamiento.



Fig. 7 Muro de contención en Gramovén, donde se observa el fracturamiento y desplazamiento de sus fundaciones (vista tomada el 16/12/99)



Fig. 8, Volcamiento del muro a favor de la pendiente (Foto tomada el día 18/12/99)



Fig. 9 Corona del deslizamiento donde cada una de las 3 personas se encuentra sobre bloques escalonados distintos y separados por grietas de tracción con desplazamientos verticales de más de 0.5 m (vista tomada el 18/12/99).

Inestabilidades en el valle de Tacagua

afectadas aquellas que se construyeron en estas laderas pese al riesgo.

Al final de la calle Plaza, se pudo observar con el transcurso de los días la progresión de la corona del deslizamiento, originalmente retenida por un muro de concreto, el cual perdió sus bases el día 15 (fig. 7). El día 16 los vecinos desvincularon los anclajes laterales del muro, para evitar el colapso de una vivienda, eliminando así el anclaje que mantenía el deslizamiento fósil en posición metaestable, accionando el deslizamiento. El día 18, el muro volcó a favor de la pendiente (fig. 8), a y nivel de la corona aparecieron varias grietas de tracción en el suelo no observadas en los días anteriores, con desplazamientos verticales superiores a los 0.5 m (fig. 9). Con el transcurso de los días, la masa deslizada toma velocidad, produciendo la caída total del muro y extendiéndose lateralmente hasta la forma que observamos el día 25 de enero del 2000 (fig. 6).

Fuera de las dos calles descritas anteriormente, el resto de la zona de Gramovén no tuvo mayores problemas, excepto por uno que otro deslizamiento pequeño, que en el peor de los casos destruyó una sola vivienda, especialmente hacia la zona de El Portachuelo, y un par de deslizamientos pequeños en la subida a los silos de la compañía Gramovén que no causaron daños de consideración.

De las observaciones realizadas en Gramovén entre los días 16 al 18 de diciembre, se puede concluir que en esta zona solo ocurrieron deslizamientos, donde la mayoría de ellos removieron sólo la cubierta saprolítica, sin ser lo suficientemente profundos para remover los esquistos frescos de la fm. Las Mercedes, siendo los deslizamientos de mayor extensión aquellos que fueron originados durante el terremoto de 1967.

Por último, el factor antrópico influyó sobre los deslizamientos en el sentido de deteriorar en forma progresiva los esquistos grafitosos de la fm. Las Mercedes mediante percolación de aguas servidas, así como al aumentar el peso de la masa deslizada en condición altamente metaestable. Los cortes en las laderas para instalar las viviendas no tuvieron incidencia alguna, ya que eran de poca profundidad no más de 10 m dentro de la roca, generando inestabilidades locales, sin incidencia sobre el deslizamiento mayor. Son las lluvias intermitentes de diciembre que saturan los suelos, aumentando su peso y disminuyendo progresivamente la fricción entre los granos, que junto con las fuertes lluvias del 15 disparan los deslizamientos.

Altavista

El sector afectado en Altavista se ubica en la ladera oeste que da hacia la carretera vieja Caracas-La Guaira, donde la

alta pendiente superior a los 70°, los suelos saprolíticos de la fm. Las Mercedes y la intervención antrópica produjeron deslizamientos que tapiaron parcialmente la carretera vieja y arrastraron consigo algunas viviendas informales ubicadas al otro lado de la vía (fig. 10). A diferencia de Gramovén, la remoción antrópica de la cubierta vegetal, aunado a la modificación topográfica por terracedos, jugó un papel importante para activar los deslizamientos.



Fig. 10 Vista general del sector Altavista, donde se aprecia uno de los dos deslizamientos que tapiaron la carretera vieja.

Los dos deslizamientos de Altavista sobre la carretera vieja tienen una extensión de unos 100 m de altitud por 50 de longitud, depositando sobre la carretera un espesor aproximado de 4 m de saprolitos y escombros, que al igual que en Gramovén, sólo removieron la parte superficial, sin llegar a exponer los esquistos frescos de la fm. Las Mercedes. Unas decenas de metros más abajo en la carretera vieja Caracas-La Guaira, pasando la falla Tacagua-El Ávila, los fenómenos acontecidos son totalmente diferentes como se verá a continuación.

Blandín

Ubicado esencialmente hacia la parte norte de la carretera vieja Caracas-La Guaira, este sector se encuentra sobre las faldas del Ávila, predominantemente sobre rocas básicas del Augengneis de Peña de Mora, donde los deslaves y aludes van desde la naciente de la quebrada Tacagua hasta más allá de Plan de Manzano, en el sector conocido como Ojo de Agua, sobre la quebrada del mismo nombre (fig. 1).

En este sector la construcción informal de viviendas presentaba la particularidad de que muchas se ubicaron en los cauces de las quebradas (fig. 11) o sobre las laderas de ya que los deslaves y aludes fueron por estas quebradas, barriendo literalmente las viviendas (fig. 13), la mayoría de altas pendientes a ambos lados de la vialidad (fig. 12), lo cual incrementó enormemente la vulnerabilidad de la zona,

Inestabilidades en el valle de Tacagua



Fig. 11 Vista general de una de las quebradas de Blandín, donde se observa la construcción de viviendas informales en su cauce.



Fig. 12 Foto de Blandín, donde se muestra las construcciones de viviendas informales en laderas de alta pendiente, a lo largo de la carretera vieja Caracas – La Guaira.



Fig. 13 Detalle de un afluente de la vertiente norte de la quebrada Tacagua, ubicada en la parte inferior de la foto.



Fig. 14 Foto general de Blandín, donde se muestra el inicio de los deslaves bajo bosque en la vertiente sur del Ávila.

Inestabilidades en el valle de Tacagua

ellas habitadas debido a la hora de ocurrencia de los fenómenos.

La mayoría de los deslaves se iniciaron bajo bosque, donde no había intervención antrópica por ser zona protegida de difícil acceso (fig. 14). Estos por efecto de la pendiente se dirigieron hacia las quebradas, iniciándose así los aludes que al tomar velocidad pendiente abajo arrasaron con todo, para finalmente descargar en la quebrada Tacagua.

Es importante resaltar que la quebrada Tacagua fue capaz de depositar la mayoría de los sedimentos provenientes de los aludes a lo largo de su cauce, por la peculiaridad de ser larga y ancha, tener una pendiente relativamente baja y con numerosos meandros (fig. 15), llegando al Litoral sin mucha carga sedimentaria, causando leves pérdidas en su desembocadura (fig. 16), lo cual la diferencia del resto de las quebradas ubicadas en el Ávila, tanto en la vertiente norte como la del sur. El único lugar donde la quebrada Tacagua produjo estragos es en el sector de Blandín por construir viviendas en su cauce.



Fig. 15 Vista general de la quebrada Tacagua hacia el viaducto III, con sus meandros y amplio cauce.

El sector El limón, ubicado entre los viaductos I y II de la autopista, evidenció en forma muy notoria el explayamiento lateral y vertical de la quebrada, al depositar su carga sólida (sedimentos, bloques, troncos y escombros de origen antrópico) a lo largo de la calle principal debido a que la sección transversal original de la quebrada fue reducida por la construcción de viviendas a lo largo de su cauce.



Fig. 16 Vista oblicua de la quebrada Tacagua en Marina Grande, Litoral.

El otro fenómeno reportado en Blandín correspondió a derrumbes en laderas de alta pendiente (más de 50°), favorecidos por la conjunción de litología (anfíbolitas; ver fig. 2), suelo saprolítico, las lluvias a principios del mes de diciembre y la relativa intervención antrópica (construcción de viviendas o sembradíos). Los derrumbes en esta zona presentan la particularidad de no ser de mayor extensión, pero su alta densidad los hicieron devastadores (fig. 12) afectando varias viviendas; en pendientes menores de 40°, los derrumbes fueron de poca importancia o nulos.

El resto del valle de la quebrada Tacagua, en las áreas caracterizadas esencialmente por un matorral espinoso, fue densamente afectado por los deslaves de los suelos residuales y de su cobertura vegetal. Estos sectores presentaban poca intervención antrópica exceptuando las modificaciones topográficas introducidas por la vialidad (autopista y carretera vieja Caracas – La Guaira, y vías de servicio para el acueducto y gasoducto).

Conclusiones

Los fenómenos ocurridos durante los días 15 y 16 de diciembre se deben principalmente a la conjunción de al menos tres factores: 1) la litología, por un lado los Augengneis de Peña de Mora que la hace muy susceptible a la meteorización tanto química como mecánica, que permite la formación de un suelo saprolítico por un lado y la fracturación de grandes bloques de roca por el otro; y la fm. Las Mercedes compuesta de esquistos grafitosos muy deleznable y que tienden a deslizar en laderas de alta pendiente. 2) La ocurrencia de lluvia antecedente durante los primeros días de diciembre saturaron los suelos de las laderas del Ávila, aumentando su peso y disminuyendo la fricción entre los granos. 3) El viento disparador: las lluvias caídas durante el 15 y 16 de diciembre que desencadenaron los derrumbes, deslaves y ocasionaron los aludes torrenciales.

Dadas las condiciones iniciales en el Ávila (factores 1 y 2 del párrafo anterior), los derrumbes, deslaves y aludes, en principio también pueden ser activados mediante un sismo de mediana intensidad, mayor a 6 en la escala de Richter, pero se debe realizar una investigación más a fondo al respecto, considerando que la zona norte de Venezuela se ubica en una zona sísmica con sismos históricos e instrumentales de magnitud mayor a 6.

En la zona de Gramovén y Blandín, la litología jugó un papel importante en el tipo de inestabilidad geológica. Gramovén y Altavista ubicados sobre una sección de la fm. Las Mercedes presentaron esencialmente problemas de deslizamientos, muchos de ellos generados durante el sismo de 1967 y reactivados con las lluvias. Blandín, ubicado en las faldas del Ávila sobre el augengneis de

Inestabilidades en el valle de Tacagua

Peña de Mora, presentó problemas de deslaves y aludes reportados por primera vez. Al igual que en el Litoral como en Caracas, los deslaves y aludes en la zona de Blandín, se iniciaron en la zona bajo bosque del Ávila donde aflora esta formación, y sin intervención antrópica.

La quebrada Tacagua produjo su mayor daño en Blandín, debido a la construcción de viviendas en su cauce; aguas abajo no presentó mayores problemas, ya que la longitud que presenta la quebrada, su poca pendiente y numerosos meandros, permitió que ella depositará en su cauce la mayor parte de sedimentos provenientes de los aludes, deslaves y derrumbes, llegando al mar con poca carga sedimentaria y sin causar mayores problemas en la zona de Marina Grande.

El hecho que las personas construyeran viviendas informales sobre deslizamientos fósiles, sobre los lechos de las quebradas (especialmente en Blandín) e intervinieran antrópicamente los suelos y laderas de alta pendiente (especialmente los de la fm. Las Mercedes), aumentó considerablemente la vulnerabilidad del área y fue la causa principal de las pérdidas humanas.

Recomendaciones

Evitar la construcción en este lugar de viviendas sobre los lechos de las quebradas, deslizamientos fósiles y/o en laderas de alta pendiente. El resto de las viviendas que se ubican fuera de estos márgenes, salvo excepciones que habrá que dictaminar, se encuentran fuera de peligro. Es importante destacar que se debe evitar la intervención antrópica de todo tipo en esta zona, especialmente la agricultura en laderas de alta pendiente, como se observó en algunas zonas de Blandín.

Mantener una vigilancia constante y periódica en la zona para evitar la construcción de nuevas viviendas, ya que se evidenció que las personas vuelven a repoblar áreas inestables previamente desalojadas.

Instar a otras comunidades del área metropolitana o del interior a no construir en zonas de alta pendiente, en quebradas o en zonas donde el acceso a la hora de una emergencia es casi imposible, como sucedió en Blandín, disminuyendo así la vulnerabilidad del área. Una buena planificación urbana se puede realizar desde las alcaldías y comunidades vecinales organizadas, las cuales pueden solicitar inspecciones de especialistas en las áreas de geotecnia, salud, Bomberos, Defensa Civil, planificadores urbanos, entre otros, para que los asesoren y reordenen la comunidad en forma más segura. Durante las inspecciones, se evidenció que las comunidades están dispuestas a reubicarse siempre y cuando se les explique el problema.

Instalación de una red pluviométrica más densa para la zona central, incluyendo las zonas altas de la Serranía del Interior, para poder realizar estudios pluviométricos de microcuencas y desarrollar sistemas de alerta temprana en conjunto con otros monitoreos necesarios.

Agradecimientos

Agradecemos a las familias de Gramovén, Blandín y Altavista por su receptividad y colaboración durante nuestras visitas realizadas en momentos tan difíciles, especialmente por aceptar nuestras sugerencias en desalojar sus moradas a tiempo.

Referencias

Bellizzia, A., Pimentel, N. y Bajo de Osuna, R. (comp.), 1976, Mapa geológico-estructural de Venezuela. Escala 1:500000. Ed. Foninves, Caracas.

Brabb, E. y Harrod, B., 1989, Landslides: Extent and economic significance: A.A. Balkema Publis., Rotterdam, 105-110.

Chang, L. y Alva, J., 1991, Deslizamientos y aluviones en Perú: Ed. Cismid, Lima Perú, 38-56.

González de Juana, C., Iturralde de Arozena, J. y Picard, X., 1980, Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas: Ed. Foninves, Caracas, V.1.

Jiménez D., V., 1992, Slope failure in Caracas, Venezuela: The influence of squatter settlement, PhD Thesis, University of London, United Kingdom, 193 pp..

Sancio, R y Mejía, T., 1972, Estudio geotécnico de los barrios La Unidad, Gramovén, Guaicaipuro II, Isaías Medina Angarita y del tramo Km 0+000 a 3+000 de la autopista Caracas-La Guaira, Área Metropolitana-Región Capital. Informe inédito No. 72-03.

Singer, A., Rojas, C. y Lugo, M., 1983, Inventario nacional de riesgos geológicos: Funvisis, Caracas, 24-48.

Urbani, F. y Ostos M, 1989, El complejo Ávila, Cordillera de la Costa, Venezuela: GEOS, 29, 205-217.

Voight, B., 1978, Rockslides and Avalanches, 1 Natural Phenomena: Elsevier Publis., Netherlands, 1-67.