

1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

El caserío El Coyolar, se encuentra ubicado aproximadamente 4 Km. al sureste del municipio Ojos de Agua, Chalatenango y 2 Km. al oeste del río Sumpul. El acceso a este cantón es a través del camino secundario de concreto que se desvía de la carretera pavimentada que conduce del municipio Las Vueltas hacia el municipio Ojos de Agua, a la altura del cantón El Zapotal.

El caserío cuenta con 220 habitantes conformados en 44 familias, cuyas viviendas son principalmente del tipo mixto y adobe, posee un centro escolar, el cual se ubica al pie del escarpe de falla. El casco urbano está limitado al oriente por la quebrada La Calera que conecta con el río Sumpul y al occidente se limita por la superficie escarpada del terreno. Entre este rasgo morfológico y la calle principal se localiza un tributario de la quebrada La Calera que pasa contiguo al centro escolar y a la iglesia católica (Figura 1).

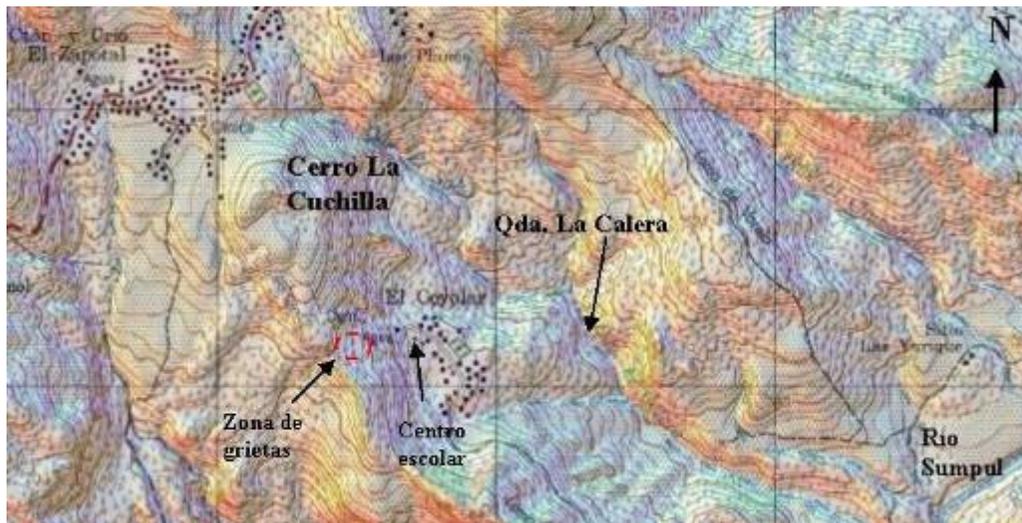


Figura 1. Ubicación del caserío El Coyolar, zona de grietas y el cerro La Cuchilla.

2 GEOLOGIA Y MORFOLOGIA

El relieve topográfico de la región se caracteriza por ser muy accidentado debido a la actividad tectónica pasada y a los agentes geomórficos que han modelado dicho relieve. El Coyolar se localiza en una superficie algo aplanada en el extremo norte de la loma La Cuchilla entre las cotas 450-470 m, que constituye una cresta topográfica curvada. Del pie de la cresta topográfica hacia la zona de grietas hay un escarpe de unos 100 m de altura donde yace el centro escolar El Coyolar y sobre la pendiente del escarpe de 45° está ubicado el tanque de agua que abastece a la población. La mayor elevación la constituye un cerrito con una altura de 722 msnm situado inmediatamente al norte del cementerio (Figura 2).

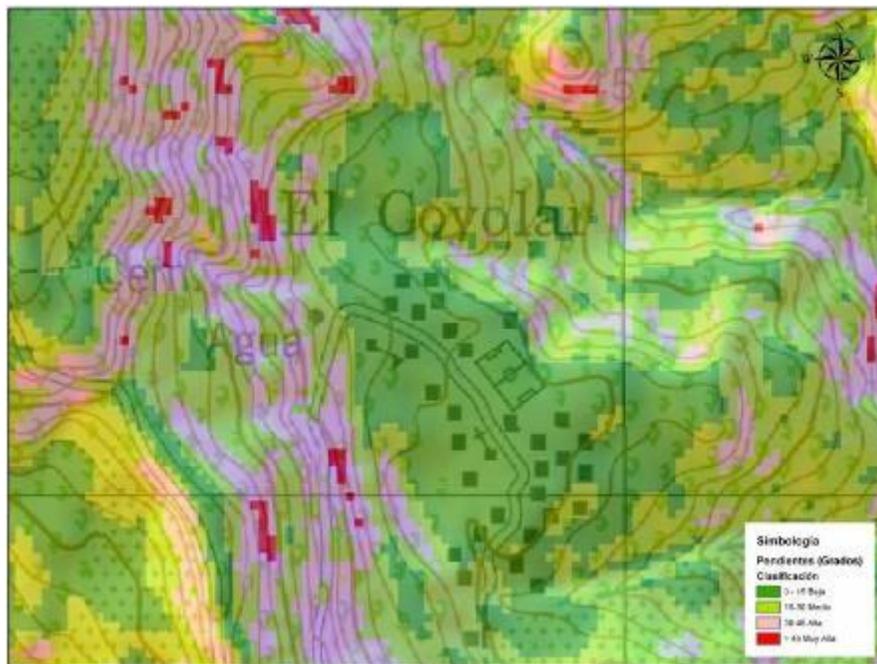


Figura 2. Mapa de pendientes en la ladera del cerro La Cuchilla y alrededores.

El agente geomórfico de mayor actuación lo constituye el agua a través de las intensas lluvias que se producen en la zona, las cuales generan constante erosión de suelos y

rodamientos de bloques rocosos de todos los tamaños que se depositan en las superficies de menores pendientes o en los cambios de pendientes de la superficie escarpada acumulando material heterogéneo compuesto por limos, arenas, gravas y bloques lávicos angulares. Otros materiales son movidos por la acción de la gravedad e igualmente se depositan en los cambios de pendientes.

Este es el caso de la zona de acumulación del suelo coluvial de la ladera del cerro La Cuchilla con pendiente de 15° , contigua a la de 45° donde se localiza el tanque de agua. De esta manera se forman masas de material poco consolidado, heterogéneo, que incorporan en su formación materia orgánica, formando así depósitos de derrubios y coluvios susceptibles a deslizamientos.

Estos materiales así formados se encuentran en tránsito, pues gradualmente serán removidos por el mismo agente geomórfico hacia las partes más bajas de la ladera escarpada. La composición y características de estos depósitos los hace muy susceptibles a deslizamientos ante tormentas intensas o prolongadas, tal como sucedió con las lluvias del huracán Stan que produjeron las condiciones necesarias para inducir el primer movimiento de masa, reflejándose en el apareamiento de las grietas detectadas en noviembre de 2005.

2.1 Condiciones geológicas del sitio del deslizamiento

Como se menciona anteriormente, en la zona de afectación por grietas, yace material coluvial que se ha depositado en el cambio de pendiente, el cual está constituido por una masa heterogénea de material angular de tamaño muy variado que oscila entre 5 y 70 cm, los cuales están inmersos en una matriz color gris, constituida por limos de mediana plasticidad con materia orgánica, arenas y gravas (Figura 5). Esta capa de suelos yace sobre una toba fina, de color claro, estratificada, que evidencia alto intemperismo en el techo, lo cual se traduce en la descomposición de las cenizas originales para dar paso a la formación de arcillas y limos de mediana plasticidad. Esta posibilidad se ve confirmada

cuando en el momento de la ruptura inicial de las grietas en el 2005, se produjo un flujo de agua color blanca, ocasionado por el material en suspensión arrastrado de la capa subyacente al suelo coluvial (Ficha técnica en anexo).

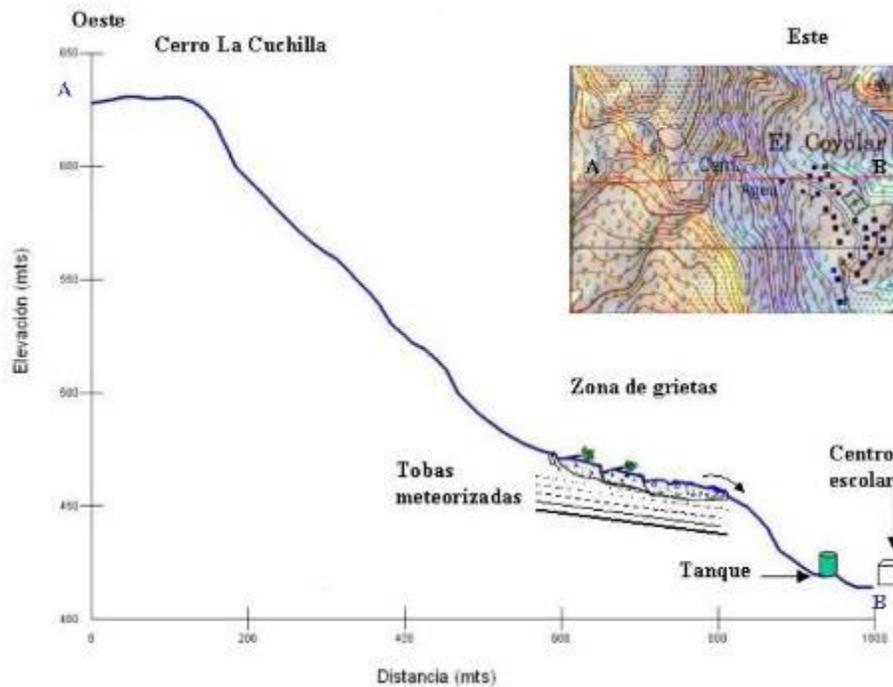


Figura 3. Esquema de la sección transversal del cerro La Cuchilla, mostrando la zona de grietas en los depósitos coluviales sobre las tobas alteradas con pendiente de 15° contiguo al escarpe de 45° donde se encuentra el tanque de agua. En el recuadro ubicación de la sección A-B.



Figura 4. Corona y escarpe de un deslizamiento rotacional anterior situado 60 m al suroeste del presente. Obsérvese material coluvial algo erosionado y la recuperación de la vegetación en el área del deslizamiento.



Figura 5. Flanco derecho del deslizamiento mostrando el material coluvial y el rechazo de 2 m. Sitio de muestreo para determinación de tipo de arcilla.



Figura 6. A) Árboles caídos y material deslizado. B) Deformaciones han producido depresiones donde se acumula agua.

La gran cantidad de lluvias en un periodo de 6 días producidas por la tormenta STAN (véase Tabla 3), la fuerte pendiente de la ladera erosional del Rio Sumpul, en combinación con la capa de toba meteorizada cubierta por la capa de coluvio de lavas, representan las condiciones que favorecen la inestabilidad y la producción de la superficie de falla en la base del suelo coluvial. Esta situación contribuye a aumentar el peligro de generación de un flujo de escombros que impactaría a la comunidad de El Coyolar en una situación de precipitaciones similares o peores que aquellas producidas por STAN.

2.2 Desarrollo del deslizamiento

Lo observado en el campo indica que en el sector del actual deslizamiento ha habido otro deslizamiento con un escarpe de 2.6 m situado a unos 60 m al suroeste del actual deslizamiento. La fractura algo fresca señala que talvez pudo deberse a un evento anterior al huracán Stan, por lo que hace suponer que pudo deberse a los efectos del huracán Mitch. Este deslizamiento ha pasado desapercibido porque no causó ningún impacto negativo en la tubería de aducción del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad, sin embargo, el antiguo tanque de agua sufrió daños por grietas en el suelo y tuvo que ser construido uno nuevo (Figura 4 y ficha en anexo).

El deslizamiento desencadenado a partir de las lluvias del huracán Stan que impactó a Nicaragua, El Salvador y la parte occidental de Guatemala, ocurrido en el periodo del 1 de al 6 octubre de 2005, tuvo efectos regionales en su paso por Centroamérica.

Los materiales de coluvio y derrubio depositados en la ladera del cerro La Cuchilla, al saturarse de agua aumentaron de peso y en la misma superaron la resistencia al corte del depósito, por lo que comenzaron a romperse y deslizarse produciendo grietas de poca abertura y de algunos centímetros de desplazamiento.

Para la estación lluviosa de 2006 las grietas comenzaron activarse a partir del 1 de septiembre, según lo manifestó el señor José Leonidas López -uno de los líderes de la comunidad- la tubería de aducción de 2" de Ø se rompió y separó 50 cm e interrumpió así el servicio de agua. El 2, 3 y 4 de septiembre sucesivamente se rompió la tubería para esos días hasta que el 27 de septiembre dispusieron poner nueva tubería, lo que dejó sin agua durante las intervenciones por las reparaciones. A partir de esa fecha no ha habido nuevas rupturas de tubería, lo cual indica que la masa de suelo momentáneamente se ha estabilizado. La Tabla 1 muestra el comportamiento de las rupturas de tuberías y los días sin abastecimiento de agua potable a la comunidad. Tales separaciones de tubería también revelan el movimiento del suelo a lo largo del plano de falla.

Tabla 1. Reventones y separaciones de tubería y tiempo sin agua en Septiembre 2006.

Fecha	Separación de tubería (m)	Días sin servicio de agua
1	0.50	1
2	0.85	1
3	1.30	1
4	2.00	23
27		Se restableció el servicio de agua

Durante la estación lluviosa del 2006, los movimientos del suelo coluvial fueron reactivados y el 5 de octubre del presente año fue medida el área de afectación con cinta métrica, mostrando un ancho de 35 m y 100 m de largo, que logró afectar un área aproximada de

3200 m², en la que los movimientos verticales máximos produjeron un escarpe de 3 m de altura en una grieta transversal al movimiento de la masa de suelo y 2 m en el flanco derecho del deslizamiento. Otras mediciones se realizaron en los escarpes de las dos coronas, la mas grande de 1.3 m y la pequeña de 1 m. Las deformaciones del terreno aumentaron dando origen a la caída e inclinación de árboles, formación de depresiones con acumulación de agua (charco) y formación de protuberancias transversales al movimiento (Figura 7).

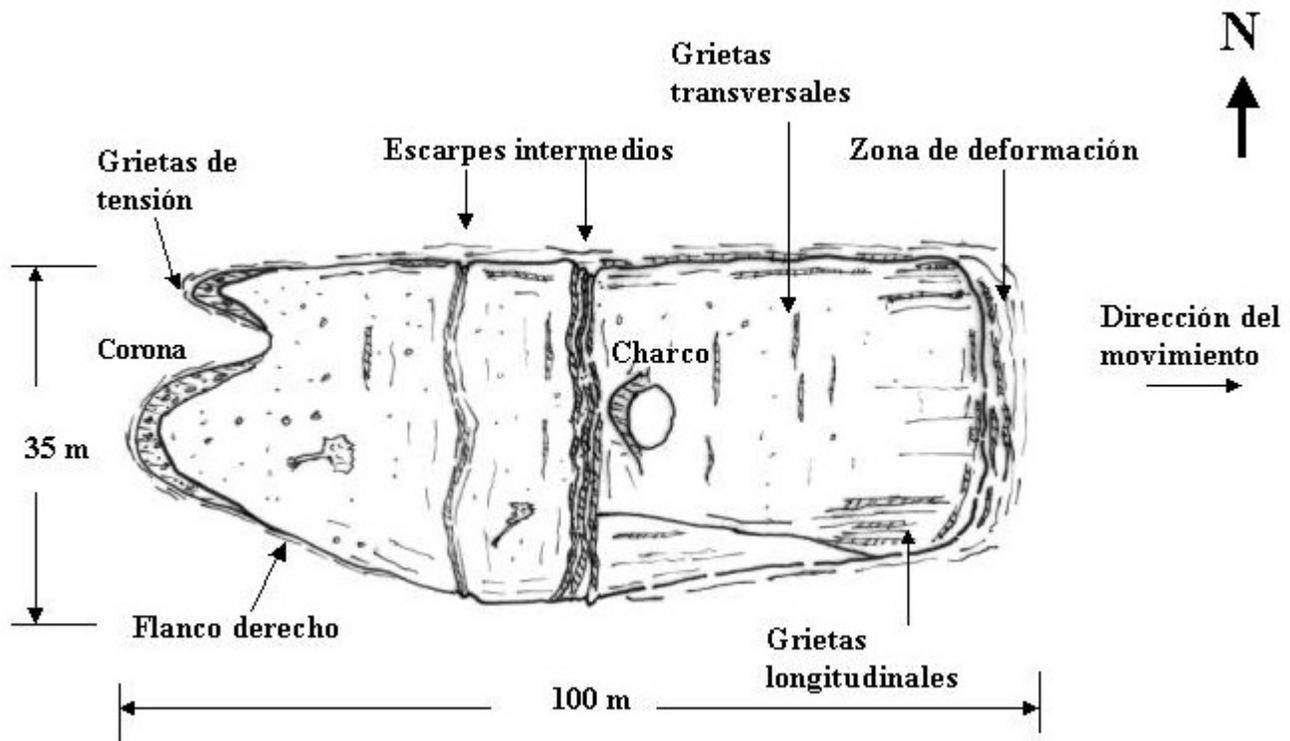


Figura 7. Vista en planta del deslizamiento El Coyolar y sus partes principales para octubre 2006.

En parte ese comportamiento se debe al tipo material en movimiento compuesto por bloques angulares abundantes de distintos tamaños, con fracción de grava e inmersos en una matriz de arena con limo y arcilla con materia orgánica, poco plástico, color gris, el cual se desliza sobre una superficie irregular de color claro, caracterizada por el desarrollo moderado de arcillas de la familia de esmectitas y caolinitas. El movimiento general de este deslizamiento se caracteriza por ser muy lento.

2.3 Volumen de masa de suelo

Estimando un promedio de 4 m de profundidad del plano de falla, el volumen de material potencialmente a deslizarse es de unos 12,800 m³, en un área de afectación aproximada de 3200 m². Está área puede ampliarse ante una lluvia extrema, debido a existencia de grietas de tensión menores que se habían cerrado al momento de la inspección.

2.4 Composición de las arcillas en el estrato subyacente y en la masa deslizante

A efecto de conocer la composición y tipos de arcillas dentro del material que comprende el deslizamiento, se tomaron 3 muestras en el flanco derecho del deslizamiento en forma vertical (Figura 5). Las muestras fueron sometidas a un análisis de Difracción de Rayos X (DRX), realizado en el laboratorio de LaGeo S.A. de C.V. Los resultados indican la presencia de arcillas montmorillonitas (8-9%) y nontronitas (18%), ambas pertenecientes a la familia de las esmectitas, que se caracterizan por ser expansivas en presencia de agua (Tabla 2). Además se identificó la presencia de materia orgánica, lo cual en conjunto con los porcentajes bajos de arcillas contribuyen a la poca movilidad del deslizamiento.

De las tobas ácidas meteorizadas, subyacentes a la masa deslizada, se tomaron 2 muestras para conocer su composición arcillosa utilizando la misma metodología. Los resultados indican la presencia de nontronita (16 y 19%), caolinita (8%) y saponita (15%).

Esta capa de toba también participa para el desarrollo del deslizamiento, ya que sirve del plano de falla sobre el cual se desliza el material coluvial. Esto fue confirmado en la ficha levantada sobre el deslizamiento en abril de 2006, durante el proyecto auspiciado por COSUDE, donde se afirma que debajo del deslizamiento se observó escurrimiento agua color blancuzca. Esa coloración obedece a la mezcla de arcillas de caolinita y nontronitas en suspensión.

Tabla 2 . Contenido de minerales de arcilla

Muestra	Montmorillonita (%)	Nontronita (%)	Caolinita (%)	Haloisita (%)	Saponita (%)
1A	8				
1B	9				
1C		18		16	
2A		19	8		15
2B		16			

4. COMPORTAMIENTO DE LAS LLUVIAS

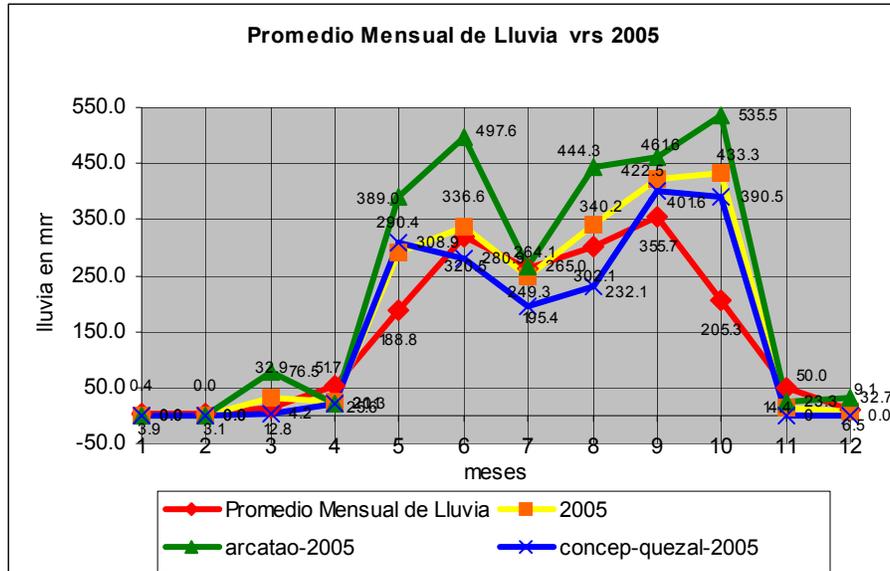
Las estaciones meteorológicas de los municipios de Concepción Quezaltepeque y Arcatao, respectivamente situadas unos 10 Km. al occidente y al oriente del caserío El Coyolar, tienen registro de precipitaciones durante el evento del huracán Stan, periodo en el cual se desencadenó la ruptura del material coluvial en el cerro La Cuchilla.

Durante las futuras temporadas de lluvias y para efectos de estudio y de alerta temprana es conveniente tomar las siguientes medidas:

- Instalación de un pluviómetro tipo Taylor.
- Adiestramiento de dos personas de la localidad para iniciar el registro de las lluvias.
- Observación del comportamiento del material deslizado.
- Organización de un plan de contingencia en base a pronósticos meteorológicos.

Ante esta situación el plan debe contener la identificación de los sitios o lugares que están en peligro y aquellos que se puedan utilizar como albergues durante el período de un temporal.

Tabla 3. Registro de lluvias de 2005 y comparación con el promedio histórico.



5. SITUACIÓN DE RIESGO

El deslizamiento en la ladera del cerro La Cuchilla tiene en su fase inicial, las características de un deslizamiento rotacional, el cual puede evolucionar hacia un deslizamiento planar y finalmente derivar a un flujo de escombros al alcanzar la masa deslizada la pendiente pronunciada del cerro, donde también puede haber rodamientos de bloques. Esta masa de rocas, lodo y materia vegetativa, tendrá la suficiente energía cinética como para causar daños en la infraestructura que encuentre en su paso pudiendo impactar el tanque de agua, el centro escolar y aquellas casas situadas en la parte más baja del casco del caserío e inclusive, el flujo de escombros podría tomar como canal la calle principal del caserío.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El deslizamiento El Coyolar inició su activación durante las lluvias provocadas por el huracán Stan, ocurrido durante el 1 al 6 de octubre de 2005, en el que el antiguo tanque sufrió rupturas por el movimiento del suelo. Para el 2006, las rupturas del sistema de agua potable

tuvo continuas rupturas de la tubería de agua de PVC de 2" de diámetro, interrumpiendo así el servicio de abastecimiento de agua.

La masa en movimiento, está compuesta por bloques lávicos angulares de tamaños variados desde 5 - 70 cm de diámetro aglutinados en una matriz color gris constituida por arenas, limos y arcillas con materia orgánica, que le dan cierto grado de plasticidad.

Para la estación lluviosa del 2006, la masa de coluvio fue reactivada y logró afectar un área de unos 3200 m², en la que los movimientos verticales máximos formaron un escarpe de 3 m de altura, en una grieta transversal al movimiento de la masa de coluvio, y 2 m de altura en el flanco derecho del deslizamiento. El volumen estimado de material a movilizarse es de 12,800 m³. La corona tuvo un escarpe máximo de 1.3 m. Las deformaciones del terreno aumentaron dando origen a la caída e inclinación de árboles, formación de depresiones con acumulación de agua y formación de protuberancias transversales al movimiento.

El estudio de DRX reportó la existencia de importantes cantidades de arcillas caoliníticas y esmectíticas, que son expansivas en presencia de agua, lo cual facilita la deformación de la masa en presencia de las lluvias. La base donde se desliza el coluvio está formada con una capa de tobas intemperizadas que han desarrollado arcillas del tipo nontronita, caolinita y saponitas, las cuales facilitan el proceso de deslizamiento.

Actualmente el deslizamiento se ha detenido debido al inicio de la época seca, sin embargo esto es momentáneo ya que las lluvias de futuros años podrán reactivar el movimiento. Por lo tanto, es el momento de estudiar en detalle el deslizamiento y elaborar planes de contingencia, para lo cual será necesario:

- Participación de los líderes comunales para la información sobre el deslizamiento.
- Instalación de un pluviómetro para llevar el registro de lluvias del año 2007 y adiestrar al menos dos personas de la comunidad en la lectura y recopilación de los datos de precipitación diaria.

- Identificar las viviendas que estén en peligro de ser impactadas por un potencial flujo de escombros o rodamientos de bloque de rocas.
- Encontrar lugares seguros dentro del casco del caserío para el caso en que se anuncie una lluvia prolongada o intensa. Para lo cual, los umbrales del registro local de lluvias jugarán un papel importante para la determinación de avisos de alerta hasta la movilización a sitios más seguros.
- Construir drenajes o canales, para el paso del flujo de escombros y cambiar la ubicación de las viviendas que pudieran encontrarse cerca de canal.
- Hacer drenes en el área deslizada desde la corona, incluyendo las potenciales zonas de acumulaciones de agua.
- De ser posible, debe construirse un dique desviador de escombros para protección del tanque de agua.

7. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la empresa LaGeo y a la geóloga Elizabeth Henríquez, encargada de realizar las pruebas de difracción de rayos X para la determinación de los tipos de arcillas en la parte fina del suelo y en las tobas meteorizadas.