Informe Técnico Nº A6686

Peligro por Deslizamiento en el Sector La Sacilia

Distrito de Toribio Casanova, Provincia de Cutervo, Región Cajamarca

POR:
ING. SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ
LUIS ALBINEZ BACA

JUNIO 2015

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1
2. TRABAJOS ANTERIORES 1
3. ASPECTOS GENERALES 2
4. GEOLOGÍA 3
5. PELIGROS GEOLÓGICOS 6
5.1 DESLIZAMIENTO 8
6. IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE SUELOS EN EL SECTOR DE LA MUNICIPALIDAD 23
7. OTRAS OBSERVACIONES 24
8. EVALUACIÓN DEL SECTOR LAS PAMPAS PROPUESTO PARA LA REUBICACIÓN Y EXPANSIÓN URBANA. 26
8.1 MEDIDAS A CONSIDERAR EN EL TERRENO DE REUBICACIÓN 30
8.2 MEDIDAS PARA CONTROLAR LAS EROSIONES EN CÁRCAVAS 30
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 36
BIBLIOGRAFÍA 38

PELIGRO POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR LA SACILIA
(Distrito Toribio Casanova, Provincia Cutervo, Región Cajamarca)

1. INTRODUCCIÓN

Mediante Oficio N° 054-2015-MDTC/A, de fecha 21 de abril del 2015, el alcalde de la Municipalidad Distrital del Toribio Casanova (provincia Cutervo, región Cajamarca), se dirige a la Presidencia del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET, solicitando que se realice un estudio de riesgos geológicos para la reubicación de La Localidad de La Sacilia.

El Jefe de la Dirección de Geología Ambiental y Riegos Geológicos (DGAR) del INGEMMET designó al Ing. Segundo Núñez Juárez y al Practicante Luis Albinez Baca, para que realicen la respectiva inspección técnica por peligros geológicos en el lugar en mención.

Los trabajos de campo, se realizaron los días 15 y 16 de mayo del 2015, se contó con la presencia de autoridades y moradores de la localidad de La Sacilia y representantes del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

El presente informe se pone en consideración las autoridades de la municipalidad Distrital de Toribio Casanova, INDECI y CENEPRED; dicho documento está basado en las observaciones de campo realizadas durante la inspección, interpretación de imágenes satelitales, relatos orales y versiones de los hechos sucedidos dados por los pobladores de la zona, así como de la información disponible de trabajos realizados anteriormente en el área de estudio.

2. TRABAJOS ANTERIORES

Se cuentan con trabajos geológicos a escala regional, que involucra las áreas mencionadas, los que se mencionan a continuación:

a) Boletín N° 62 Serie A: Geología del Cuadrángulo de Jaén (1996), elaborado por Sanchez, A. et al., menciona que en el área de estudio, se encuentran afloramientos de la Formación Chulec, conformadas por margas, calizas y limolitas, y de la Formación Tamborapa por conglomerados.

b) Boletín N° 38 Serie A: Geología de los Cuadrángulos Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendín, Pacamayo y Chepen, (1984), elaborado por Wilson, J., menciona que en el área de La Sacilia se encuentran afloramientos de la Formación Chulec, en campo se confirmó que se encuentran la presencia de margas y limolitas.

c) En el Boletín N° 44 Serie C: Riesgos Geológicos en la Región Cajamarca, elaborado por Zavala, B. (2011), en el mapa susceptibilidad a movimientos en masa, el área se encuentra en una zona de susceptibilidad alta.

Asimismo se cuenta con reportes puntuales

a) Informe N°00069432-INDECI. Deslizamientos hacen colapsar ciudad de la Sacilia. Dist. Toribio Casanova, ocurrido el 26 de marzo del 2015, donde mencionan los daños materiales ocasionados por dicho evento.

3. ASPECTOS GENERALES

Políticamente el área de estudio se encuentra en distrito de Toribio Casanova, Provincia Cutervo, Región Cajamarca (figura 1), se encuentra en las siguientes coordenadas UTM (WGS-84): 9335530 N, 754640 E, a una altitud de 1470 m.s.n.m.

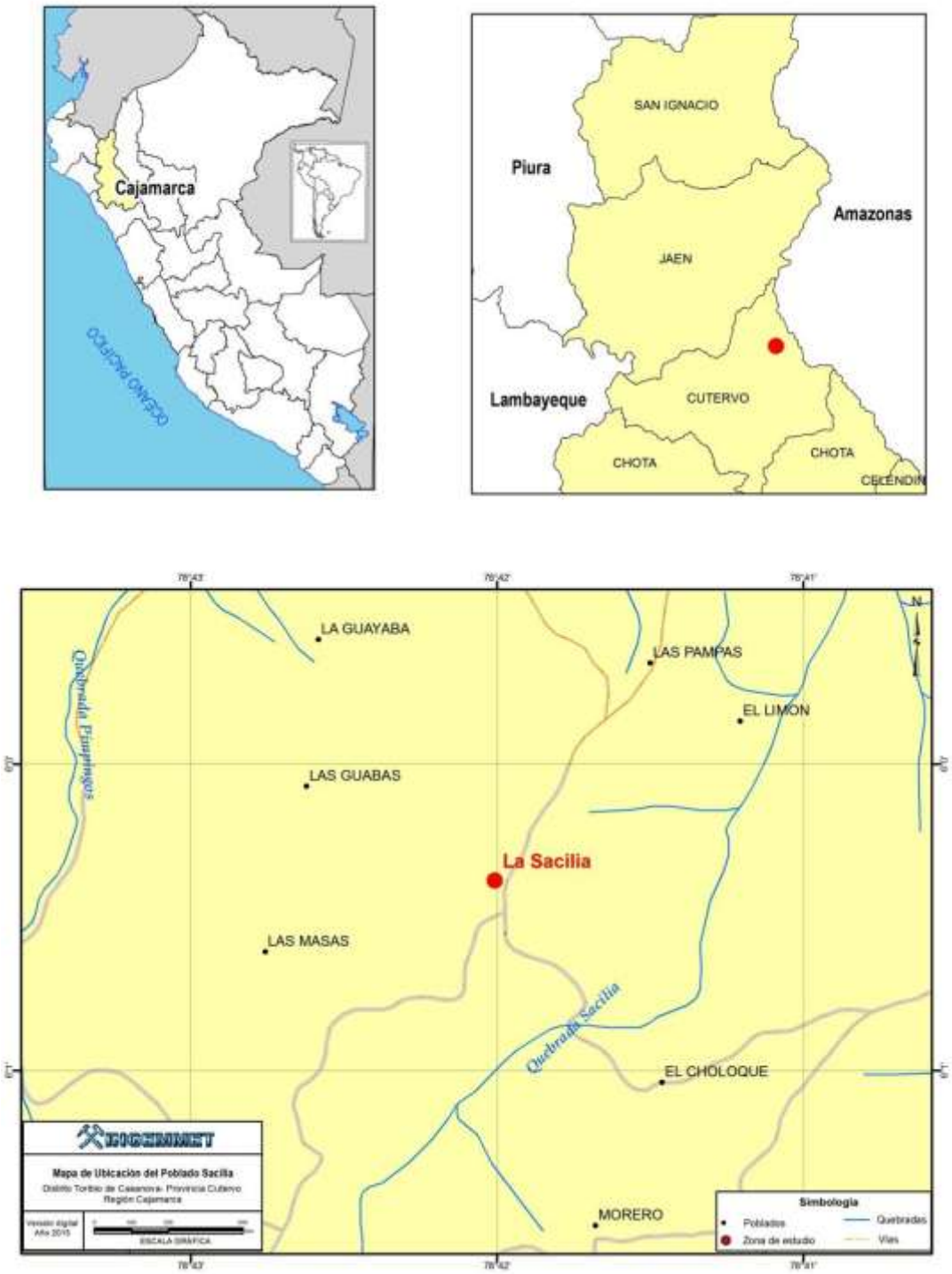

Figura 1: Mapa de ubicación del área evaluada.

El acceso al área de estudio desde Lima, puede hacerse por vía aérea hasta Chiclayo, para luego tomar la vía asfaltada Chiclayo-Olmos-Bagua Grande, hasta llegar a la altura del puente Chamaya II (en un recorrido de 275 km), para luego tomar la trocha afirmada a la localidad de Choros-La Sacilia, en un recorrido de 31 km.

4. GEOLOGÍA

Según los estudios de geología regional realizados por Sanchez et al. (1996) y Wilson (1984), en el área de trabajo afloran rocas de naturaleza sedimentaria (figuras 2 y 3), que comprenden edades geológicas del Cretáceo al Pleistoceno; así como depósitos recientes.

Substrato rocoso del Cretáceo: Representado por el Grupo Goyllarisquisga (Ki-g), Formación Chulec (Ki-ch), Grupo Pulluicana (Ks-pu) y Tamborapa (NQ-t), las cuales se describen brevemente a continuación.

a) *Grupo Goyllarisquisga (Ki-g).* Consiste de estratos macizos de areniscas cuarzosas bien clasificadas de grano medio a grueso, algunas capas de conglomerados con guijarros de cuarzo. Presentan una coloración gris clara a blanca ligeramente amarillenta, por efectos de la meteorización toman colores amarillentos y rojizos.
   Hacia el techo de la secuencia en forma subordinada, se presentan algunos horizontes de limolitas, lodolitas y arcillas pizarrosas abigarradas, color gris verdoso con contenido de plantas fósiles mal conservadas (Sanchez et al.1996).

b) *Formación Chulec (Ki-ch)*. Litológicamente está conformada por margas gris verdosas y calizas grises. Meteorizan a colores cremas. Presentan también limolitas. (Sanchez et al. 1996).
   En el poblado de La Sacilia, se encuentran secuencias de margas color gris oscuras (foto 1) y limolitas (foto 2).
   Cubriendo a estas unidades encontramos secuencias de conglomerados recientes (fotos 2 y 3).

Foto 1. Secuencia de margas, que afloran en el poblado La Sacilia.

Fotos 2 y 3: Secuencias de la Formación Chulec, conformadas por limolitas, sobreyaciendo se tiene un conglomerado reciente, posiblemente de la Formación Tamborapa.

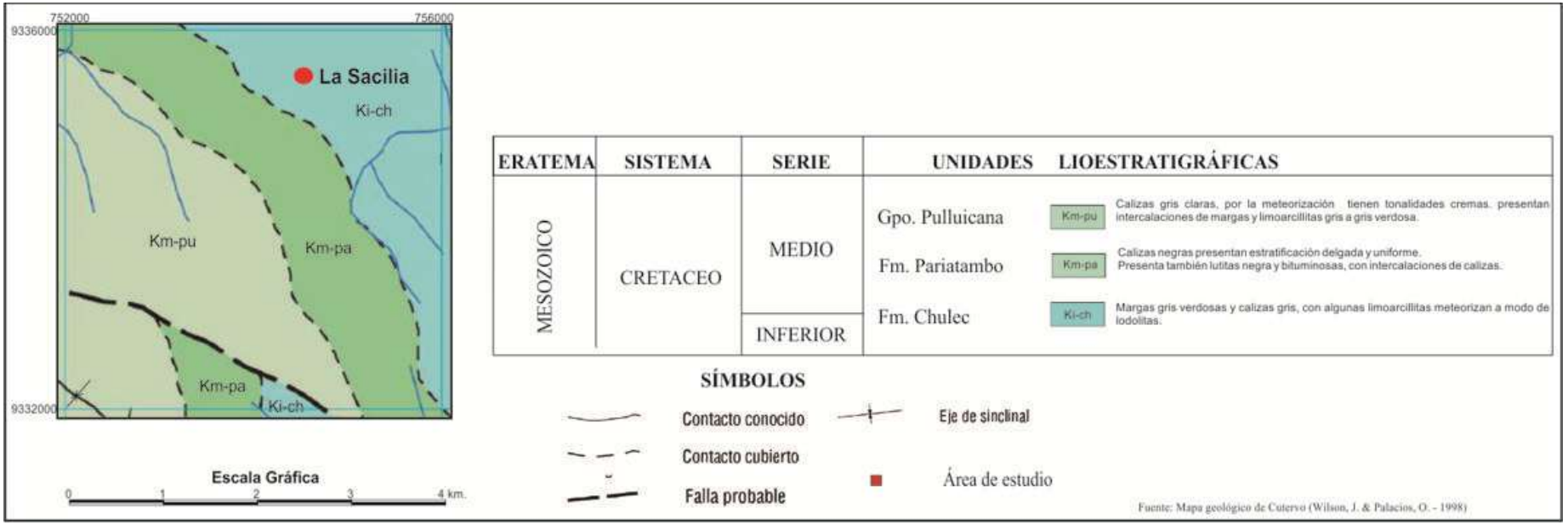

Figura 2: Mapa Geológico del sector La Sacilia

Figura 3: Mapa Geológico de la zona de reubicación

- *Grupo Pariatamabo (Km-pa)*. Calizas intercaladas con lutitas. La caliza es fina de color negro, bituminosa y generalmente de olor fétido. Su estratificación es delgada y uniforme (Wilson 1984).

- *Grupo Pulluicana (Ks-pu)*. Litológicamente está conformada por calizas gris claras en estratos medios, por la meteorización adquieren tonalidades cremas, gris crema a pardo gris. Se intercalan con algunas margas y limoarcillitas gris a gris verdosas y cremas.
  En general el Grupo Pulluicana es una unidad resistente a la erosión, forma escarpas pronunciadas resultantes de los cortes abruptos en los valles (Sanchez et al. 1996).

- *Formación Tamborapa (NQ-t)*. Esta unidad se encuentra conformada por conglomerados poco consolidados, los fragmentos de roca que la componen son de formas redondeadas a subredondeadas, heterométricos y de composición heterogénea. Ocasionalmente se encuentran lentes delgados de arena gravosa y limo-arenosa (Sanchez et al. 1996).
  Esta unidad se encuentra en el área propuesta para la reubicación.

Depósitos recientes: Son los depósitos que se han formado recientemente, entre ellos tenemos:

- *Depósitos* aluviales (Q-al): Estos se encuentran ubicados en ambas márgenes de la quebrada La Pitara, se caracterizan por estar conformados por gravas, escasamente bloques en matriz limo-arcillosa.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras, por efecto de la gravedad (Cruden, 1991 en PMA: GCA, 2007).

Los movimientos en masa representan procesos geológicos superficiales, que involucran la remoción de masas rocosas con características inestables, depósitos inconsolidados de diferente origen, competencia y grado de cohesión, o la combinación de ambos, por efecto de la gravedad (Medina, 2014).

En el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa (Zavala, 2011), el área de La Sacilia, está clasificada con susceptibilidad alta a estos procesos (figura 4). El autor para el análisis de la susceptibilidad a movimientos en masa, consideró como factores condicionantes la litología, geomorfología, pendientes, hidrogeológica y cobertura vegetal.

Los peligros geológicos identificados en el área de estudio, están asociados principalmente a deslizamientos.

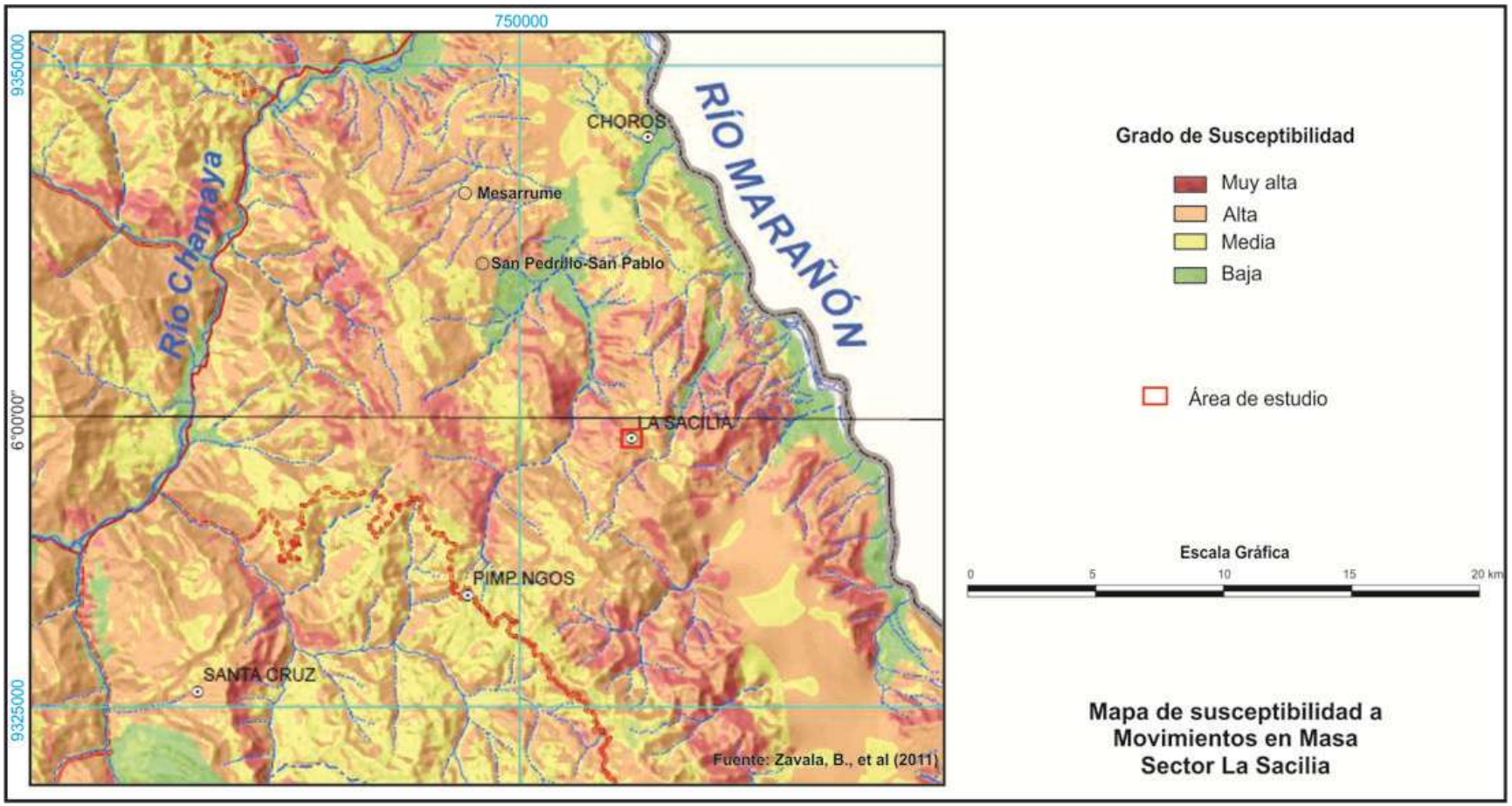

Figura 4: Mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa donde se ubica la localidad de La Sacilia

Los movimientos es masa en el área de estudio, están relacionados estrechamente a factores detonantes como lluvias de gran intensidad o de gran duración asociadas a eventos excepcionales. Los factores condicionantes o intrínsecos que favorecen la ocurrencia de movimientos en masa son la litología (calidad de la roca y permeabilidad), morfología y pendiente del terreno.

Por las observaciones de campo, en el área de estudio, las rocas del sustrato están conformadas por margas con limolitas, suprayaciendo a estas secuencias tenemos conglomerado de matriz limo-arcillosa, estas rocas permiten la retención de agua, factor condicionante para dichos procesos.

5.1 DESLIZAMIENTO

Son movimientos, ladera abajo, de una masa de suelo o roca, desplazándose a lo largo de una superficie. Según la clasificación de Varnes (1978), se puede clasificar a los deslizamientos, según la forma de la superficie de rotura por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. En rocas competentes las tasas de movimiento son con frecuencia bajas, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas (PMA: GCA, 2007). En la figura 5, se representa las partes principales de un deslizamiento.

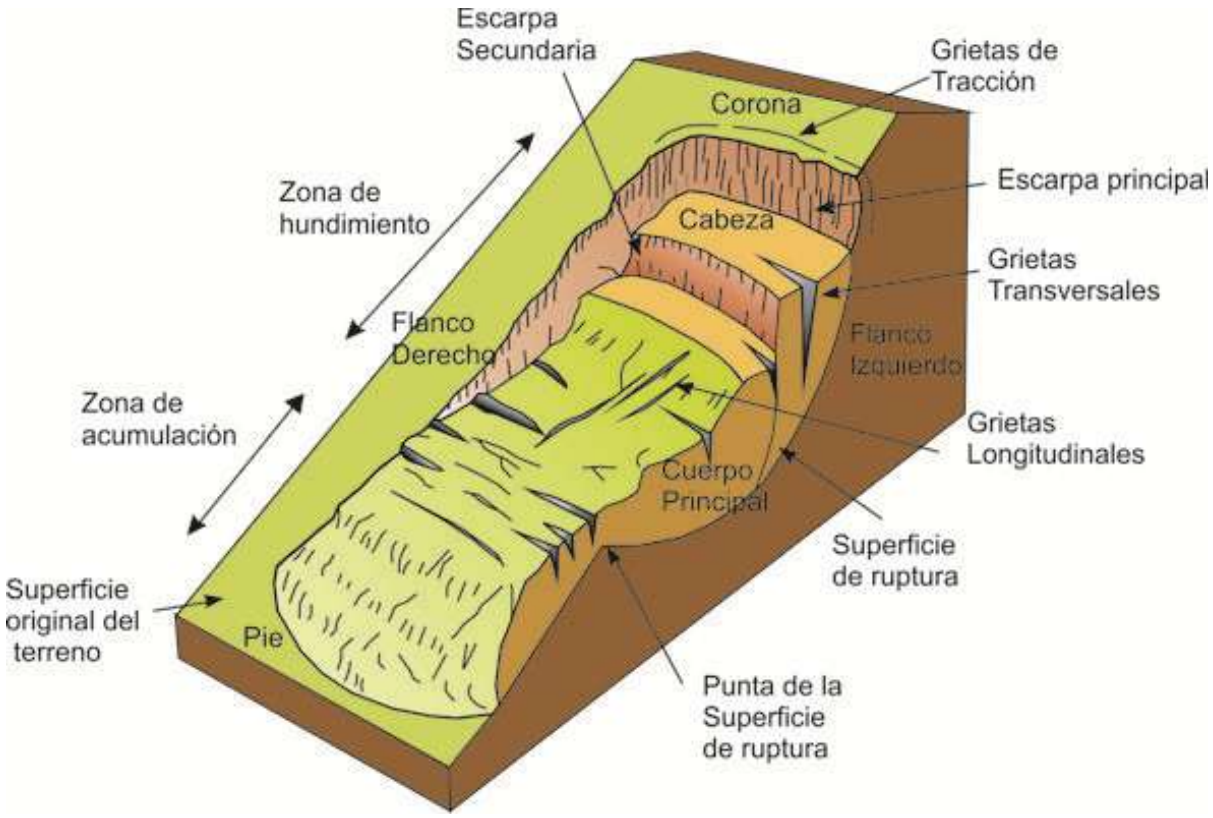

Figura 5: Esquema de un deslizamiento rotacional

Los deslizamientos rotacionales se caracterizan porque la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto-estabilizante, y este ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas (PMA: GCA, 2007).

Para el caso de La Sacilia, los deslizamientos formados son de tipo rotacional, donde la masa deslizada se ha desplazado sobre una superficie curva y cóncava, como podemos esquematizar en las figuras 5 y 6.

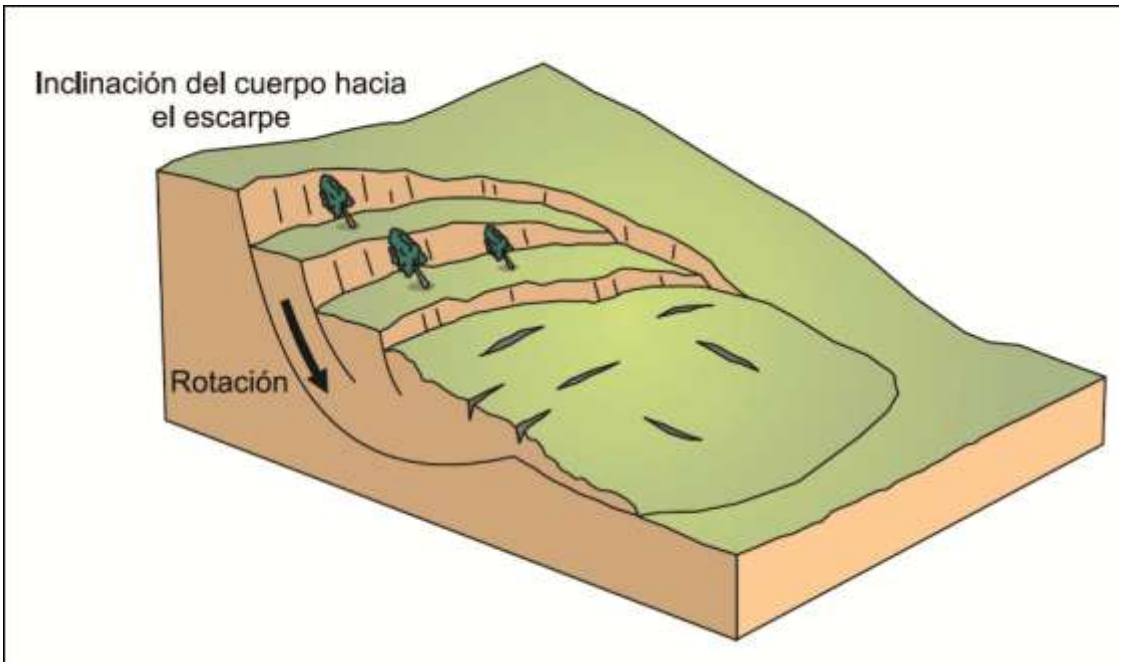

Figura 6: Se muestra la inclinación del cuerpo del deslizamiento y la forma cóncava que tiene la masa inestable (PMA: GCA, 2007).

***Deslizamientos La Sacilia*:**

En el sector de La Sacilia, el año 2015, se han generado deslizamientos, que afectaron directamente a la población. El evento principal que afectó la zona urbana, ocurrió el 25 de abril del 2015 (INDECI-2015).

Se identificó un deslizamiento que afectó la fachada del centro educativo N° 16445 y otro a la vía de acceso Jaén-Choros-La Sacilia. Además se identificó otros eventos similares que también afectaron los alrededores de La Sacilia (figura N° 7).

Se describe a continuación los eventos más importantes identificados en la zona evaluada.

Figura 7: Representación esquemática de los procesos generados en el Sector La Sacilia.

a) Deslizamiento 1 (Figura 7)

Este deslizamiento se localiza en la zona urbana de La Sacilia, se encuentra entre las siguientes coordenadas:

- 754660 E, 9335585 N
- 754630 E, 9335380 N

Según versión oral de los moradores de la zona, este deslizamiento se viene desarrollando desde el 2006 donde solamente afectaba terrenos de cultivo, recién el presente año 2015 llegó afectar la zona urbana.

Los moradores manifiestan que los movimientos del terreno continúan actualmente, hay un incremento en las longitudes de los agrietamientos y de los saltos de escarpes, en forma milimétrica. Esto indica que la zona es inestable.

<u>Características del deslizamiento</u>.

Se trata de un deslizamiento tipo rotacional (foto 4), la corona principal tiene una longitud de 250 m con salto promedio de 10 m es forma semicircular e irregular.

Foto 4: Vista panoramica del deslizamiento, se muestra la forma de su escarpa.

La presencia de agrietamientos del terreno y formación de escarpas ubicadas detrás de la escarpa principal (corona), se puede considerar que el deslizamiento tiene un movimiento retrogresivo. Es decir el deslizamiento va a seguir avanzando ladera arriba. Ver foto 5.

Foto 5: Se aprecia la escarpa principal y por detrás de ella la formación de otra escarpa. Vista de norte al sur de la escarpa principal.

En la superficie del terreno afectado por el deslizamiento, se observa agrietamientos, asentamientos, escarpas secundarias (formadas y en proceso de formación), y vasculamientos (fotos 6, 7 y 8).

Las escarpas secundarias de formas longitudinales, tienen saltos de hasta 0.70 m, con longitudes de hasta 100 m.

Foto 6: Vivienda ubicada en el lado derecho del deslizamiento, se aprecia una escarpa secundaria que ha desplazado el terreno. Vivienda ubicada cerca del coliseo de gallos.

Foto 7: Vivienda ubicada en el lado derecho del deslizamiento, se aprecia asentamientos del terreno.

Foto 8: Vasculamiento y agrietamiento del terreno, generado por el empuje de la masa inestable. Característica típica de un deslizamiento rotacional. Vista de la calle principal.

La masa deslizada se estima de un volumen de 184 500 m^3, un área afectada de 36 has.

Causas del deslizamiento

De acuerdo a las características del movimiento, se puede decir que las causas son:

- Rocas de mala calidad, conformadas por limolitas, las cuales se vuelven inestables al estar saturadas de agua. Conglomerado, con matriz limo-arcillosa que permite la retención de agua.
- Pendiente del terreno de hasta 25°, lo cual permite que la masa inestable se desplace.
- Deforestación de la zona, que permite la infiltración del agua de lluvia al subsuelo.
- Filtraciones de agua que provienen de tuberías de agua y desagüe rotas. Actualmente estos han sido clausuradas.

El factor detonante fueron las precipitaciones pluviales caídas en la zona entre los meses de marzo y abril del 2015.

Condiciones de inestabilidad del deslizamiento

Las condiciones de inestabilidad aún persisten por:

- La formación de nuevos agrietamientos y asentamientos continúan en el terreno.
- Incremento de longitud en los saltos de escarpas secundarias.
- El material del cuerpo del deslizamiento saturado de agua.
- Pendiente del terreno de hasta 25°, permite el desplazamiento de la masa inestable.

Daños Causados por el deslizamiento

Este deslizamiento destruyó viviendas, vías de acceso, postes de tendido eléctrico, terrenos de cultivo y red de agua y desagüe, (fotos 9, 5, 6, 7 y 8). Este evento ocurrió en el 25 de abril del 2015.

Foto 9

Fotos 10 y 11

Fotos 9, 10, 11 y 12: Daños causado por el deslizamiento localizado en el sector La Sacilia.

b) Deslizamiento 2 (figura 7)

Deslizamiento rotacional ubicado en la ladera superior y frente al I.E.P. N° 16445, evento ocurrido el 26 de marzo del 2015 (información dada por los pobladores de la zona).

Se encuentra entre las siguientes coordenadas:

- 754565 E, 9335775 N
- 754565 E, 9335745 N

El deslizamiento se ha formado sobre una secuencia de conglomerados recientes, donde los fragmentos de roca que lo conforman alcanzan tamaños de gravas, son de formas redondeadas a subredondeadas, con matriz limo-arcillosa color amarillento. Esto se pudo observar en el tope de la escarpa reciente (foto 13)

Foto 13: Escarpa principal del deslizamiento, se puede apreciar el material conformado por gravas, con matriz limo-arcillosa. Vista desde el lado derecho.

Características del deslizamiento.

El cuerpo del deslizamiento, se está desplazando en dirección suroeste-noreste, hacia el frontis del centro educativo (fotos 14, 15).

El deslizamiento presenta escarpa única, de 20 m de longitud y salto principal de 3,5 m, de forma semicircular. La masa deslizada se estima de un volumen de 2 450 m^3, el área afectada es 1,4 has.

La corona y el pie del deslizamiento se encuentran entre las cotas 1 520 a 1 490 msnm, respectivamente, lo que hace una altura de 30 m.

La distancia inclinada de la escarpa del pie del deslizamiento es de 65 m.

No se observó agrietamientos o formación de nuevas escarpas, por detrás de la escarpa principal, por lo que se puede decir que no tiene un avance retrogresivo. Pero este evento debe ser monitoreado constantemente, pasa determinar su tipo de movimiento.

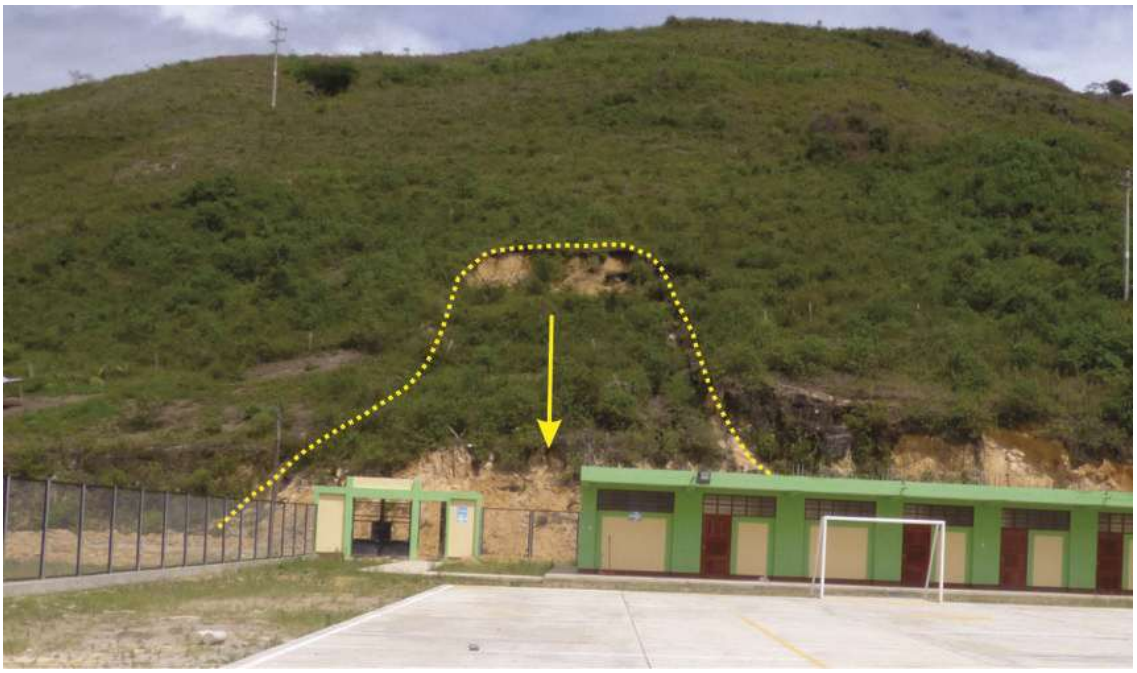

Foto 14: Se aprecia el deslizamiento ubicado frente al centro educativo (línea amarilla). El desplazamiento de su masa es en dirección a la infraestructura educativa. Vista en dirección noroeste al sureste.

Foto 15: Vista en dirección sureste al noroeste, desde la escarpa principal del deslizamiento, en dirección hacia el centro educativo.

Causas

De acuerdo a las características del movimiento, se pueden considerar que las causas son:

- Substrato conformado por rocas consideradas de mala calidad, se tienen conglomerados, saturados de agua.

- Pendiente del terreno de 25°, que favorece el desplazamiento de la masa inestable ladera abajo (fotos 16 y 17).
- Deforestación de la zona, que permite la infiltración de agua al subsuelo.

El factor detonante fue las precipitaciones que se presentaron en los meses marzo-abril del 2015.

Foto 17: Colina desforestada, con pendiente máxima de 25°, se ha delimitado también el deslizamiento con línea puntada amarilla (A).

Condiciones de inestabilidad del deslizamiento

Las condiciones de inestabilidad aún persisten:

- Material del cuerpo del deslizamiento saturado por agua.
- Pendiente del terreno de 25°, lo cual favorece el desplazamiento de la masa inestable.
- Masa del deslizamiento inestable, conformado por gravas englobadas en matriz limo-arcillosa, saturado de agua, que puede deslizarse aguas abajo.
- La deforestación favorece que el agua de lluvia se infiltre fácilmente al subsuelo.

Áreas afectadas

En el evento afectó la entrada principal de la I.E.P., interrumpiendo su acceso, llegando a cubrir la puerta principal y el cerco perimétrico hasta una altura de 0,40 m, afectó también la vía de acceso.

Foto 16: Se muestra en la pared del centro perimétrico, la marca dejada por el depósito del deslizamiento (línea punteada color naranja).

c) Deslizamiento 3 (figura 7)

Este deslizamiento se encuentra en la zona urbana de La Sacilia, entre las siguientes coordenadas:

- 754602 E, 9335353 N
- 754560 E, 9335320 N.

Características del deslizamiento.

Se trata de un deslizamiento rotacional, con una corona principal de longitud de 100 m, salto principal que varía de 5 a 10 m de forma semicircular.

La masa deslizada se estima de un volumen de 44 850 m^3, un área afectada de 8,9 has.

Por detrás de la escarpa principal se ha identificado agrietamientos del terreno, por lo cual, se estima que el deslizamiento presente un avance regresivo.

Causas.

- Roca de mala calidad, como conglomerados y limolitas, que permite que el agua se infiltre y se retenga.
- Pendiente del terreno de 25°, lo cual genera que la masa inestable se deslice cuesta abajo.
- Intensa deforestación, la cobertura vegetal es de pastos, esto favorece que el agua de lluvia, se infiltra fácilmente al subsuelo.
- Humedecimiento del terreno, por filtraciones de aguas servidas (foto 17).

Foto 17: Filtraciones de aguas servidas, ubicadas en la parte superior de escarpa del deslizamiento.

Condiciones de inestabilidad

Se tiene:

- Saturación del terreno continua, por las filtraciones de aguas servidas (foto 17).
- Pendiente del terreno, lo cual hace que la masa del cuerpo del deslizamiento se deslice (foto 18).

Áreas afectadas

Este deslizamiento afectó vía de acceso, postes de tendido eléctrico y terrenos de cultivo (foto 18). De continuar el avance retrogresivo puede afectar viviendas que se encuentran por detrás de la escarpa principal.

Foto 18: Deslizamiento, que afectó la vía de acceso y postes de tendido eléctrico. Se aprecia el material inestable acumulado. Sobre la escarpa del deslizamiento, se encuentran asentadas varias viviendas, que de continuar el avance retrogresivo del deslizamiento serán afectadas.

d) Deslizamiento 4 (Figura 7)

Cerca del local de la municipalidad de La Sacilia, se está generando un deslizamiento de tipo rotacional; el evento presenta una escarpa principal de 30 m de longitud y de 0,50 a 1,00 m de salto. Este deslizamiento no afectó al local municipal.

En la parte superior del cuerpo del deslizamiento, se aprecian agrietamientos con aperturas hasta de 30 cm, y en su parte inferior se tienen árboles ligeramente inclinados (foto 20).

La distancia inclinada de la escarpa principal al pie del deslizamiento es de 15 m.

Foto 20: Agrietamientos del terreno (A) generados por el asentamiento de terreno a causa del deslizamiento, cerca al local de la Municipalidad.

Causas del deslizamiento

- Suelos conformados por grava con matriz limosa y limo-arenoso, que favorecen la infiltración y retención del agua.
- Pendiente del terreno de 20°, que permite que la masa inestable se deslice cuesta abajo.
- Corte de talud, para la construcción de la carretera que desestabilizó la ladera.
- Deforestación, permite la infiltración de agua de lluvia al subsuelo.
  El factor detonante fue la precipitación pluvial que se produjo los meses marzo-abril del presente.

En las instalaciones del local de la municipalidad se aprecian agrietamientos en las paredes; estas grietas probablemente no tenga relación con el deslizamiento, estas podrían ser producto del asentamiento del terreno. Para un mejor entendimiento del problema es necesario realizar un estudio geofísico en la zona para determinar la profundidad del suelo.

e) Otros deslizamientos identificados

Estos deslizamientos no han afectado directamente a la población de La Sacilia, pero si han afectado terrenos de cultivo, caminos de acceso; así como también podrían afectar severamente la vía de acceso Choros-Jaén (foto 21).

Por lo observado, estos deslizamientos tienen avance retrogresivo.

Foto 21: Deslizamiento ubicado por debajo de la vía La Sacilia-Choros.

6. IDENTIFICACIÓN DE TIPOS DE SUELOS EN EL SECTOR DE LA MUNICIPALIDAD

En los alrededores de la municipalidad, en el perfil del suelo, se han identificado tres niveles, tal como se muestra en la escarpa del deslizamiento y en la calicata realizada en los alrededores de la municipalidad.

En la pared de la escarpa del deslizamiento aledaño a la municipalidad, se observan dos tipos de suelos el primero de tipo gravoso y el segundo limo-arenoso, de 0.90 m y de 0.60 m de espesor respectivamente (foto 22).

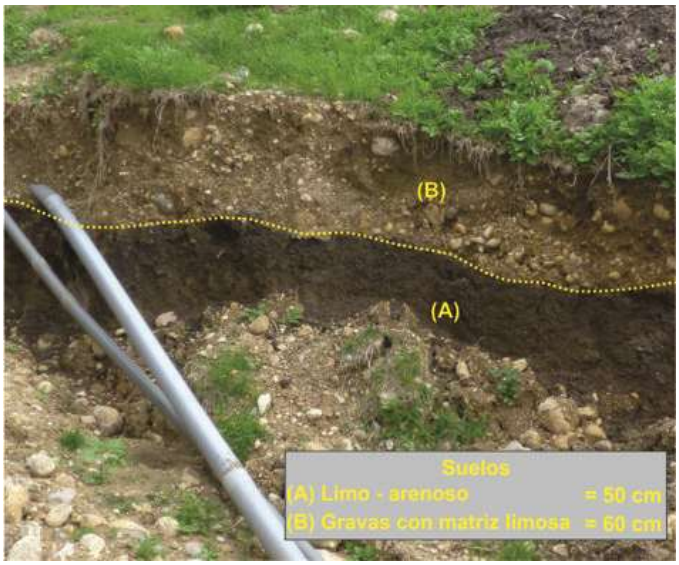

Foto 22: Se aprecian los tipos de suelos que se encuentran en el escarpe del deslizamiento.

En las inmediaciones de la municipalidad, se realizó una calicata con una profundidad de 1,90 m, no se llegó alcanzar el sustrato rocoso, se identificó dos tipos de suelos, uno limo-arenoso y otro arcilloso; el primero con espesor de 1,40 m y el segundo con 0,50 m (foto 23).

Foto 23: Calicata realizada, a 15 m del local de la municipalidad.. En dirección norte-sur.
(754761E, 9335851N)

Teniendo en cuenta que la distancia de la calicata hasta la corona del deslizamiento es de 30 m, se puede realizar una comparación de los perfiles de suelos encontrados en ambos sectores. Con ello podemos decir que esta área tiene tres tipos de suelos: arcilloso, limo-arenoso y grava limosa (fotos 24 y 25).

Fotos 24 y 25: Se muestran los diferentes tipos de suelos (A, B y C) encontrados en los alrededores de la municipalidad.

A) Suelo arcilloso con algo de limo, color amarillo oscuro, húmedo, blando, con espesor visible de 40 cm.
B) Suelos limo-arenoso marrón oscuro, húmedo, con algo de grava, los clastos son de formas subangulosas y con tamaños hasta de 5 cm. El espesor de este suelo es mayor a 1,50 m.
C) Grava con matriz limosa, húmedo, mediamente denso. Los fragmentos de roca son de formas subredondeadas y ovalados, con tamaños hasta de 0,10 m. Su espesor varía entre 0.50 a 0.90 m.

7. OTRAS OBSERVACIONES

El colegio Daniel Alcides Carrión (foto 26), se encuentra ubicado en la zona urbana de La Sacilia, cerca del local Municipal, sobre una planicie de 10° de inclinación, por efectos constructivos de los pabellones se han realizado cortes de taludes en el terreno, los cuales deben ser protegidos con muros de contención o con estructuras similares que funcionen como contención, para evitar la generación de posibles derrumbes o generación de deslizamientos.

En este sector no se ha observado movimientos en masa que puedan afectar a dicha estructura.

Foto 26: Colegio Daniel Alcides Carrión en proceso de construcción.

En un sector de la municipalidad se apreció un poste de tendido eléctrico inclinado (foto 27), dicho evento se debe a un colapso del talud de corte. Entre las causas se tienen el paso de los vehículos, el suelo humedecido, el corte de talud inadecuado sin medidas correctivas.

En las viviendas aledañas no se observó movimiento en el terreno.

.

Foto 27: Se aprecia un poste inclinado, por falla del corte de talud.

8. EVALUACIÓN DEL SECTOR LAS PAMPAS PROPUESTO PARA LA REUBICACIÓN Y EXPANSIÓN URBANA.

Este sector se encuentra entra las siguientes coordenadas (figura 8):

- 755650 E, 9338030 N
- 755930 E, 9338800 N

La cual ocupa un área de 90 000 m^2, a una cota promedio de 1320 msnm.

Esta área se encuentra a 2,2 km de La Sacilia, en dirección norte, se accede atreves de la vía La Sacilia-Choros.

Geomorfológicamente, el área se encuentra en la cima de una colina sedimentaria con pendiente baja (menor a 5°). La ladera de la colina tiene la pendiente menor a 30°. Ver foto 28.

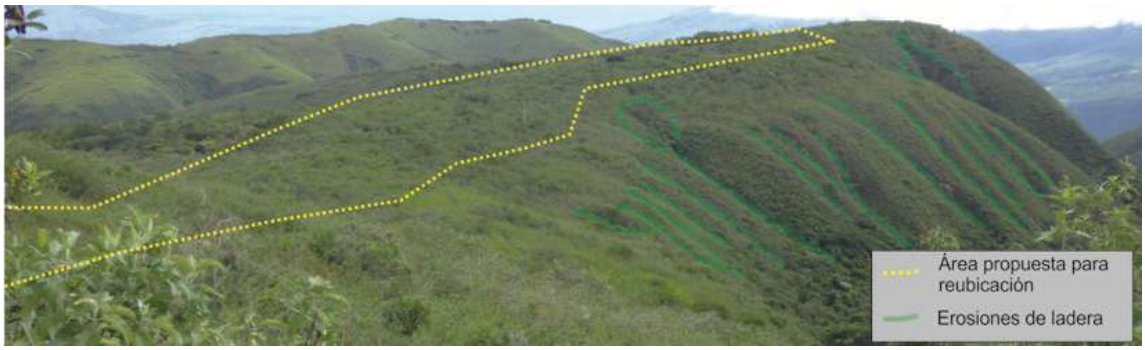

Foto 28: Cima de colina, con pendiente baja, propuesta para la reubicación del sector afectado de La Sacilia y con proyección a expansión urbana.

El substrato rocoso está conformado por un afloramiento de conglomerado con matriz limosa, gris oscuro, se encuentra moderadamente a altamente meteorizados. Los clastos presentan formas subredondeadas y ovaladas, de naturaleza sedimentaria, con tamaños hasta de 10 cm (foto 29).

Foto 29: Conglomerado, toma una coloración gris por efectos de la meteorización. Los clastos que conforman el conglomerado tienen formas redondeadas y ovaladas.

Figura 8: Se muestra el lugar del poblado de La Sacilia y su posible área de reubicación

En un sector se observó una secuencia de limolita-arenosa (foto 30), color beige claro, altamente meteorizada, que genera un suelo limo-arenoso.

Foto 30: Vista donde se observa una secuencia de limolita-arenosa.

En las laderas de los flancos noroeste y sureste, se identificaron procesos de erosiones de ladera, que se encuentran estabilizados (foto 31 y figura 8).

En la superficie del terreno se observó, fragmentos de roca del tamaño de gravas, de formas redondeadas y ovaladas, con limos de color gris oscuro (foto 31).

Foto 31: Gravas de formas redondeadas y ovaladas, se aprecia el suelo de color gris oscuro.

En base a la interpretación de imágenes satelitales, en el lado oeste de la colina, se identificó un deslizamiento antiguo (figura 9), motivo por el cual **no se debe considerar** esta área aledaña para ocupación urbana.

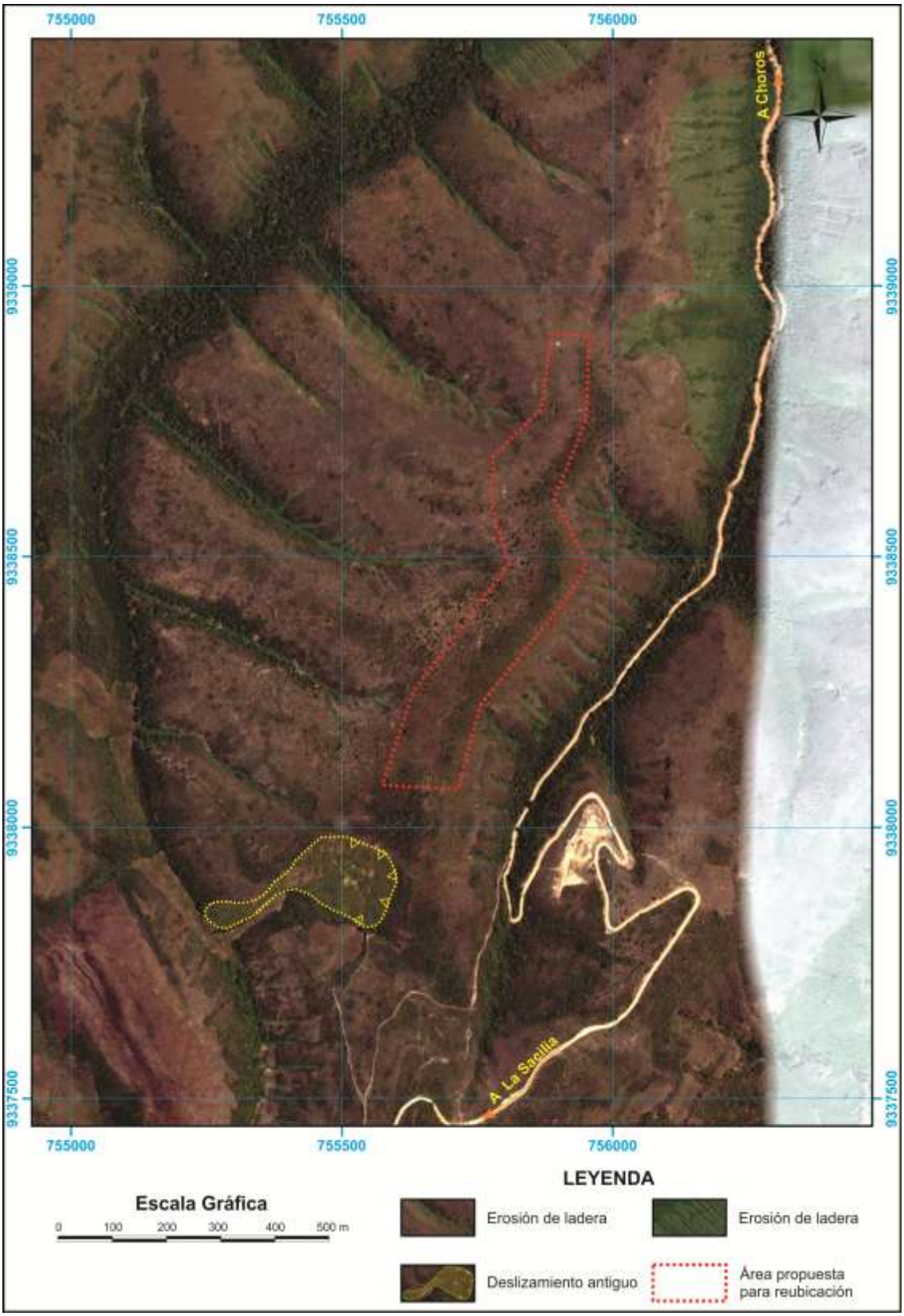

Figura 9: Representación esquemática de la zona propuesta para reubicación y los peligros geológicos que la puedan afectar.

8.1 MEDIDAS A CONSIDERAR EN EL TERRENO DE REUBICACIÓN

a) En el terreno se debe construir drenajes pluviales para evitar la infiltración de agua al subsuelo, hay que tener en cuenta que las rocas que conforman el terreno son de mala calidad.
b) El futuro sistema de desagüe de aguas servidas debe planificarse y hacerse antes que la zona de reubicación sea habitado.
c) Realizar un estudio de suelos, para determinar los tipos de edificaciones que se van a realizar.
d) Reforestar las zonas aledañas al área de reubicación y la zona de erosión de laderas. Esta actividad se debe realizar con la finalidad de no romper la estabilidad del terreno.
e) Por ningún motivo la planificación urbana debe de orientarse a la zona de erosión y del deslizamiento.

8.2 MEDIDAS PARA CONTROLAR LAS EROSIONES EN CÁRCAVAS

Las erosiones en cárcavas generan abundantes materiales sueltos que son llevados a los cauces de las quebradas. Muchos de estos cauces tienen suficiente material como para la generación de flujos.

Las zonas donde existen cárcavas de gran longitud y presenten un desarrollo irreversible, donde no se pueden corregir con labores de cultivo, se debe prohibir terminantemente cualquier actividad agrícola. El control físico de zonas con procesos de carcavamiento debe de ir integrado a prácticas de conservación y manejo agrícola de las laderas adyacentes por medio de:

- Regeneración de la cobertura vegetal.
- Empleo de zanjas de infiltración y desviación entre las principales.

Para el control físico del avance de cárcavas se propone un conjunto de medidas, principalmente de orden artesanal, entre las que destacan:

- El desarrollo de programas de control y manejo de cárcavas sobre la base de diques o trinchos transversales construidos con materiales propios de la región como troncos, ramas, etc. (Figuras 10, 11, 12 y 13).
- Zanjas de infiltración articuladas de acuerdo a las condiciones climáticas de la región.
- Permitir el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a ella (figura 14), y de esta manera asegurar su estabilidad, así como la disipación de la energía de las corrientes concentradas en los lechos de las cárcavas.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzarán versus la pendiente y profundidad de los suelos. También se recomienda que las plantaciones se ubiquen al lado superior de las zanjas de infiltración, con el objetivo de captar el agua y controlar la erosión.

- Evitar el sobrepastoreo, ya que deteriora y destruye la cobertura vegetal. Se debe realizar un manejo de las zonas de pastos mediante el repoblamiento de pastos nativos, empleando sistemas de pastoreo rotativo y sostenible, y finalmente evitar la quema de pajonales.

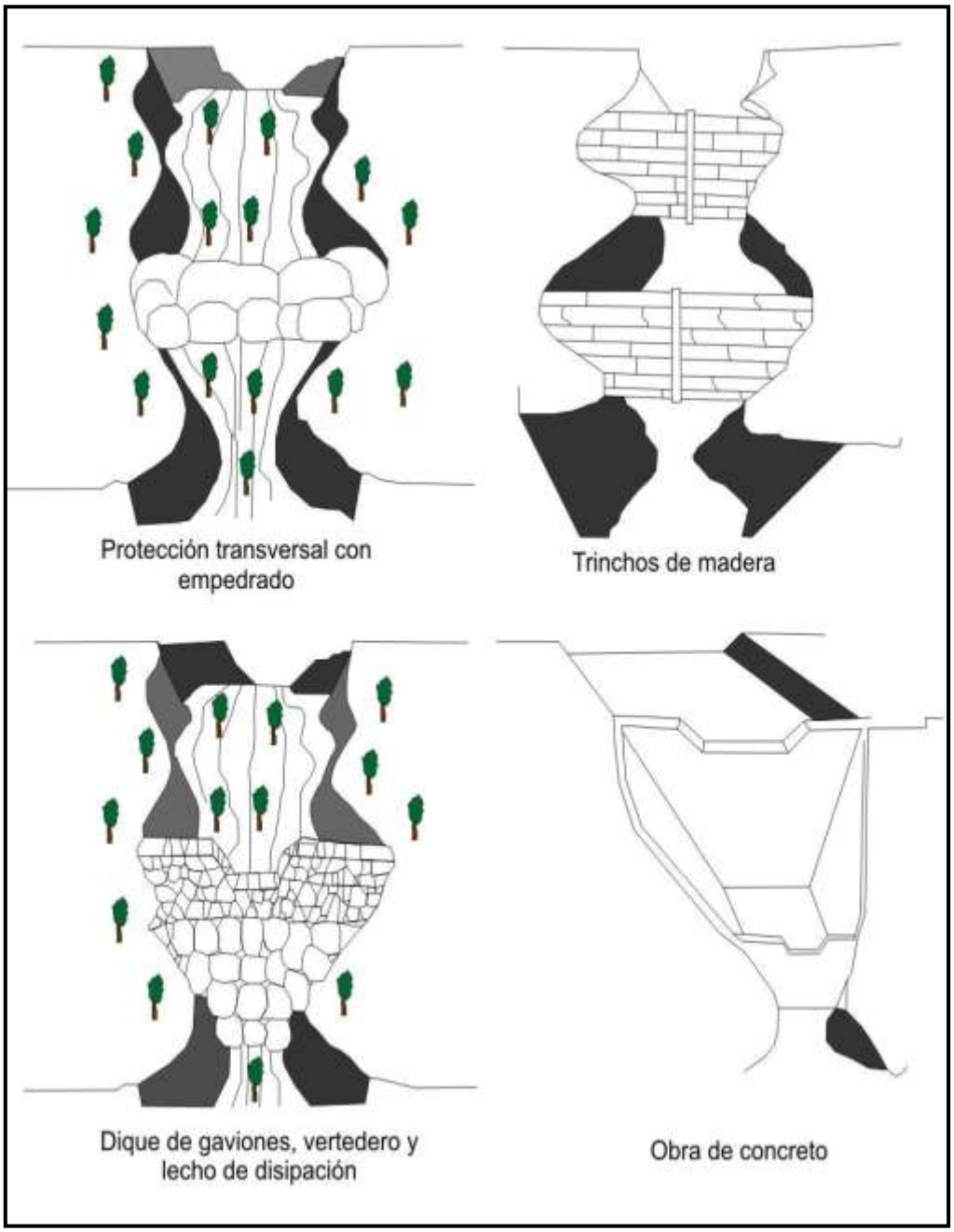

Figura 10: Obras hidráulicas transversales para el control de la erosión en cárcavas (CENICAFE, 1975):

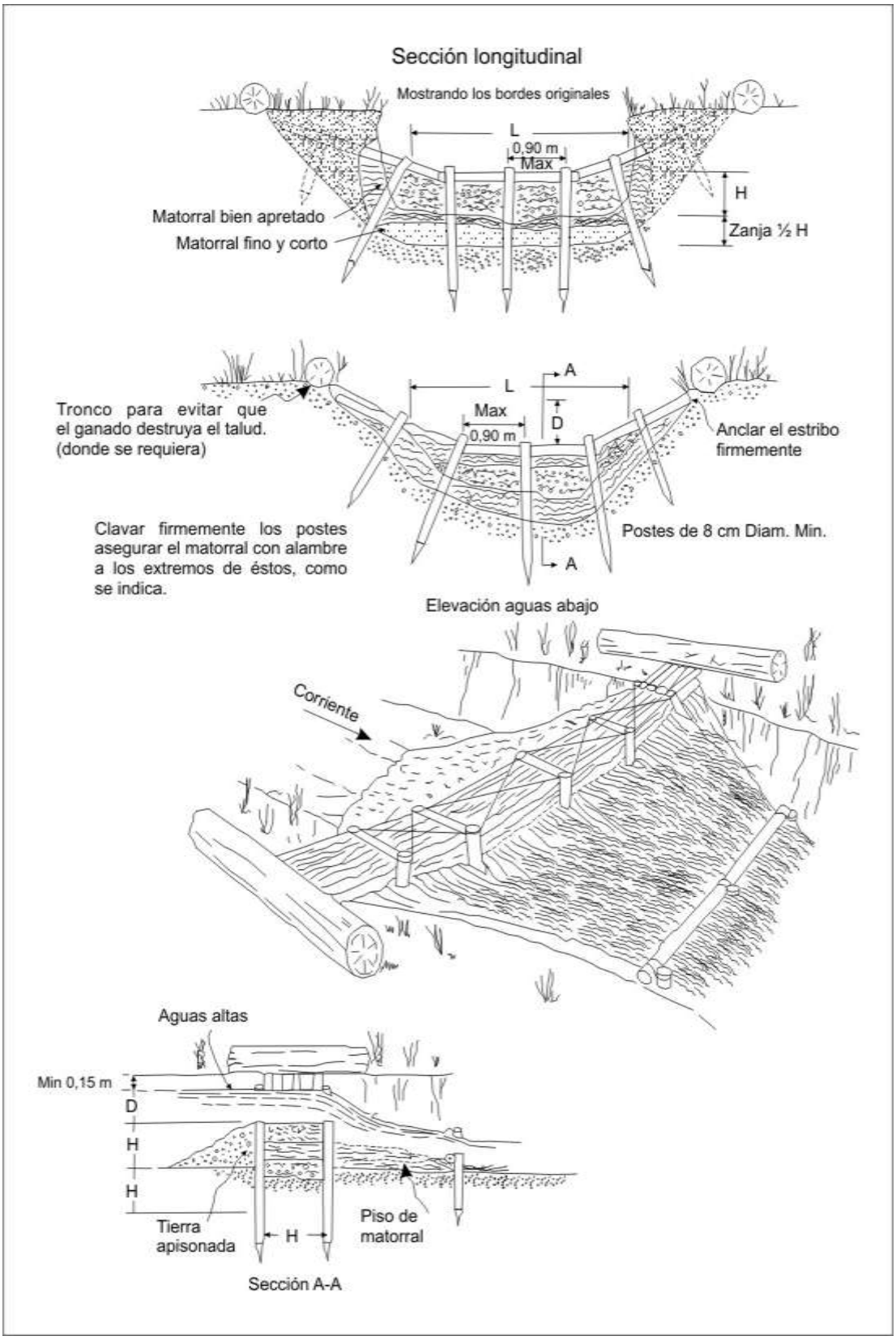

Figura 11: Presa de matorral tipo doble hilera de postes (adaptado de Valderrama et al., 1964).

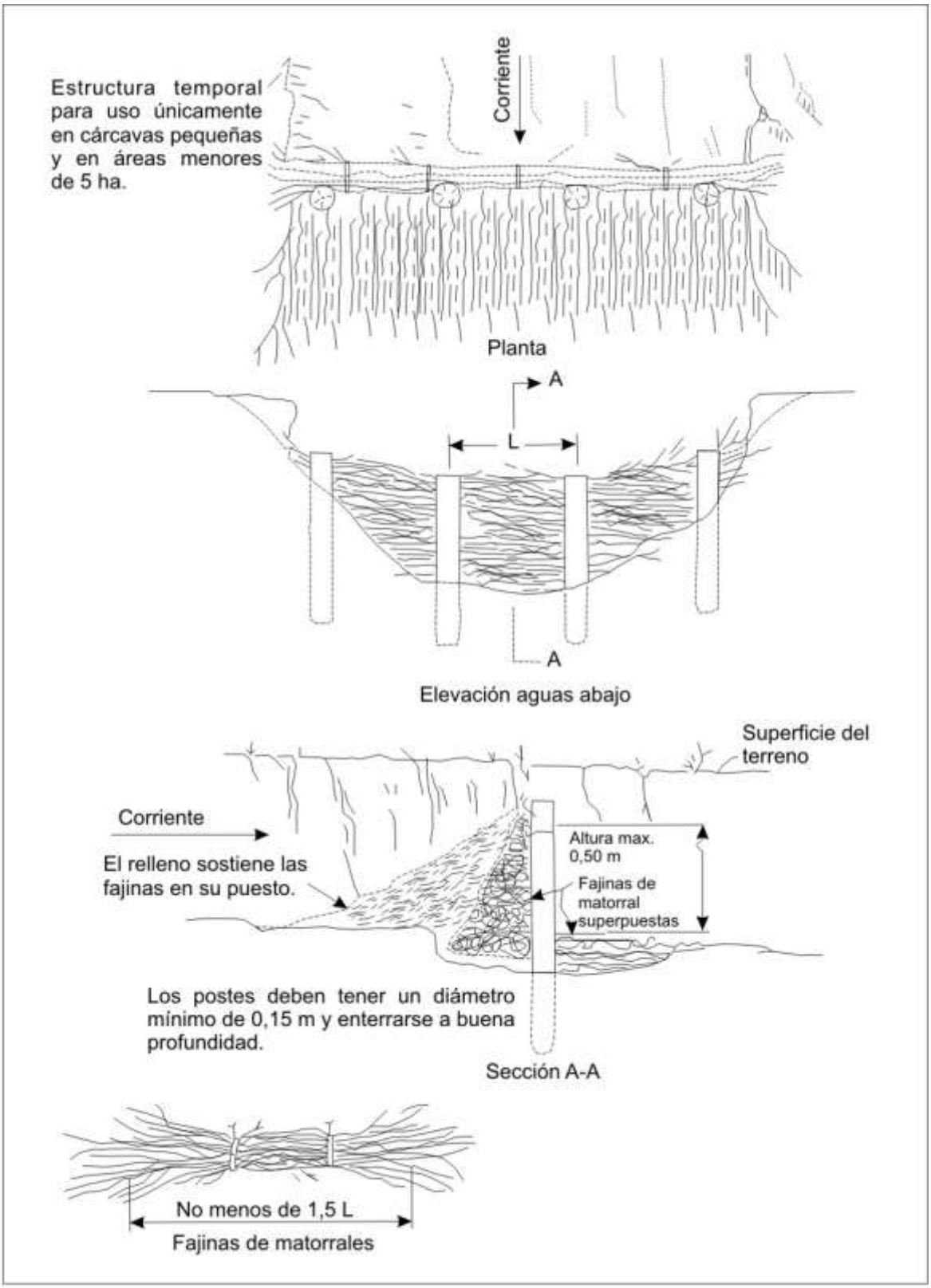

Figura 12: Presas de matorral tipo una hilera de postes (adaptado de Valderrama et al., 1964).

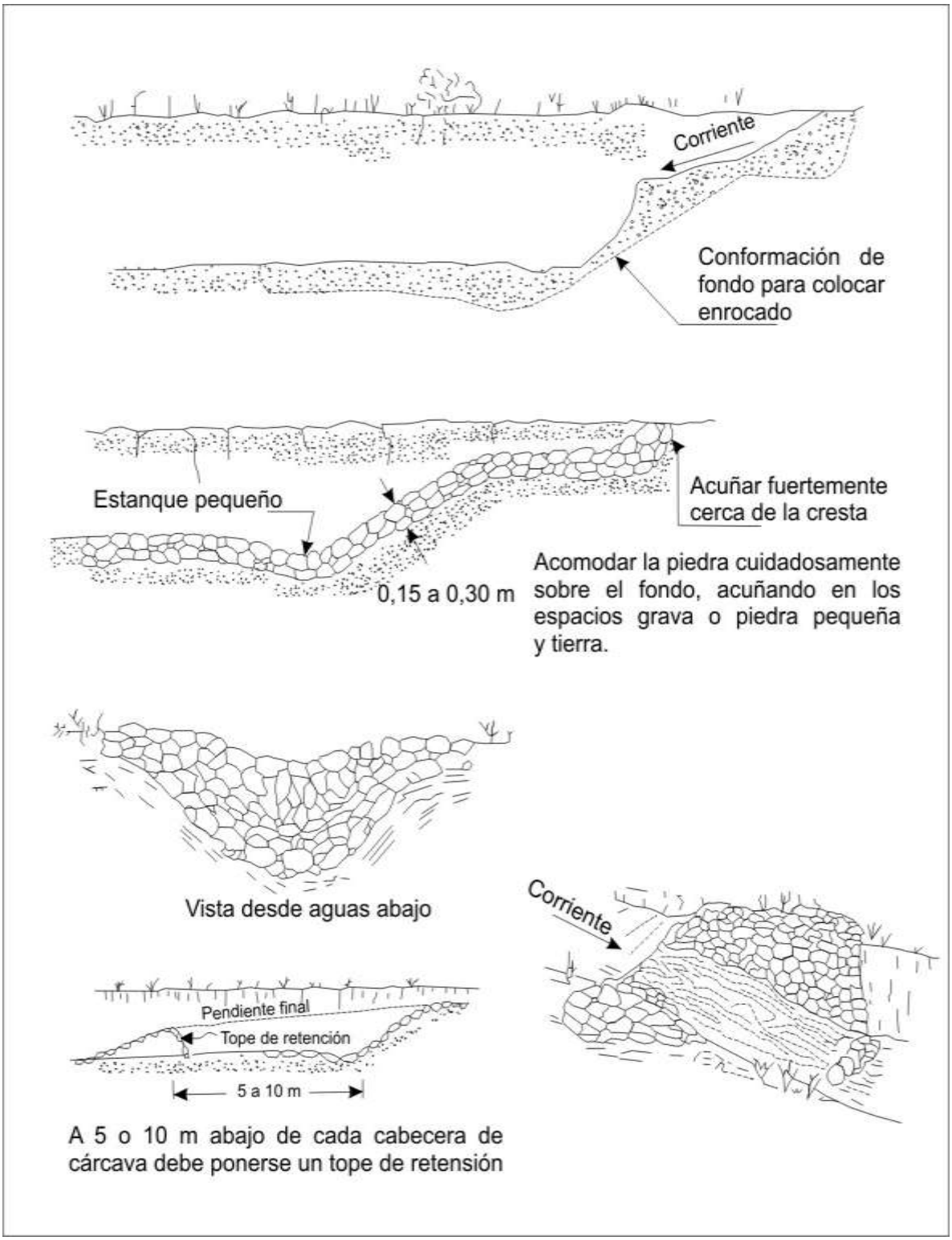

Figura 13: Trincho de piedra para cabecera de cárcava en zona de mina (adaptado de Valderrama et al., 1964).

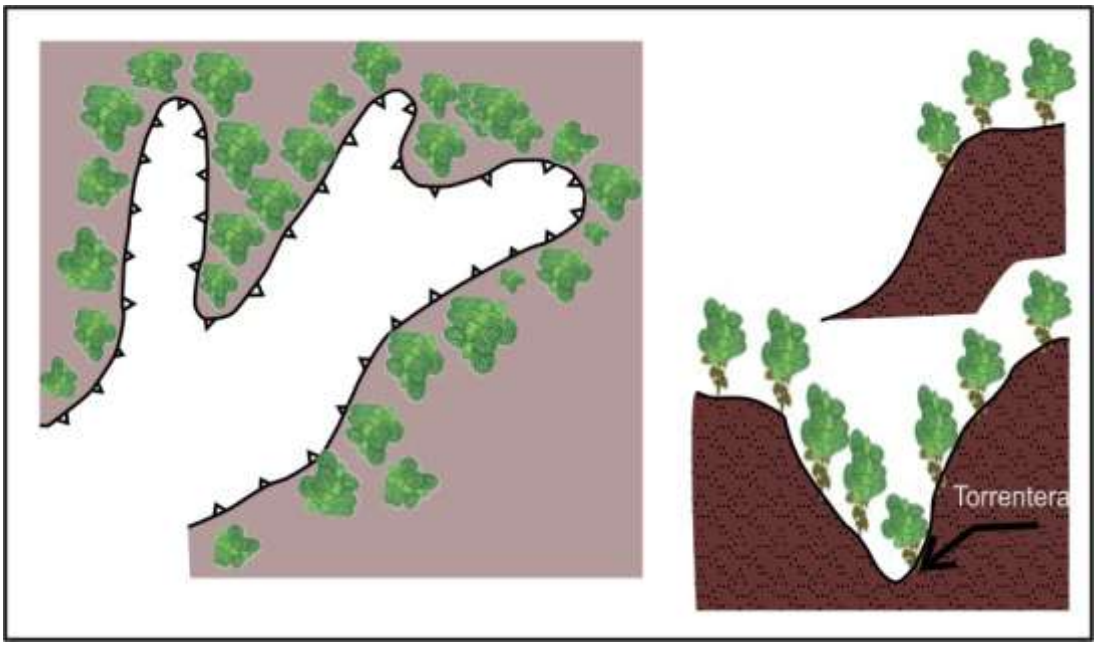

Figura 14: Vista en planta y en perfil de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes de las áreas inestables.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

a) En el mes de abril en el sector de La Sacilia, se detonaron deslizamientos que afectaron un aproximado de 50 viviendas, el I.E.P. 1445-La Sacilia, terrenos de cultivo y vías de acceso.

b) El área de La Sacilia, es considerada como una zona de alta susceptibilidad a movimientos en masa, con deslizamientos activos que comprometen la seguridad física de sus pobladores y viviendas por lo que se le considera como **zona crítica y con Peligro Inminente**.

c) Los deslizamientos principales presentan las siguientes características:

Sector	Fecha	Longitud de corona (m)	Volumen (m^3)	Distribución	Zona afectada
La Sacilia (1)	2006-al 2015	250	184 500	Retrogresivo	50 viviendas (aprox.), vías de acceso, parques, terrenos de cultivo, postes de alumbrado público, red de agua y desagüe.
I.E.P. N° 16445 (2)	Marzo 2015	40	2 450		Afectó portal de centro educativo.

d) Las causas de los deslizamientos de La Sacilia son:
   1. Roca de mala calidad, que favorece la infiltración y retención del agua, lo cual satura al terreno. (Formaciones Chulec y Tamborapa).
   2. Pendiente de hasta 25°, que genera el desplazamiento de masa inestable.
   3. Intensa deforestación de la zona, que a lo largo de los años ha permitido la saturación del subsuelo.
   4. En un sector se observó infiltración de agua proveniente de una tubería de desagüe.
   5. El factor detonante fueron las precipitaciones pluviales del mes de marzo-abril 2015.

e) En el sector Las Pampas aflora la Formación Tamborapa, se caracterizada por estar conformada por conglomerados en matriz limosa oscura.

f) Para estabilizar los deslizamientos formados frente al centro educativo y en las inmediaciones del local municipal, se debe primero hacer un banqueteo del terreno y posteriormente reforestar la zona o proyectar andenerías. Esto debe ser realizado por un profesional entendido de la materia.

g) Los terrenos donde han ocurrido los deslizamientos que han afectado la zona urbana, deben ser declarados intangibles, **no aptos para vivienda**. Se deben realizar estudios geotécnicos con la finalidad de estabilizarlos, posteriormente reforestar la zona o proyectar andenerías.

h) No realizar cortes en los taludes que desestabilicen los terrenos y de esta forma evitar la generación de nuevos deslizamientos locales. Si se realizaran, deberán hacer estudios geotécnicos para darles las medidas correctivas correspondientes.

i) Los cortes de taludes realizados en el colegio Daniel Alcides Carrión, en los que amerite (previa evaluación geotécnica), deben ser protegidos con muros de contención, para evitar la generación de posibles derrumbes o deslizamientos locales.

j) Como medida de seguridad, el pabellón del I.E.P. N° 16445-La Sacilia localizado al pie del deslizamiento no debe ser ocupado, hasta que se estabilice dicho evento.

k) El área denominada Las Pampas asignada para que ahí se realice la reubicación y expansión urbana de La Sacilia, se encuentra ubicada en la cima de una colina, donde **no se identificó procesos de movimiento en masa**; pero en sus laderas se ha identificado procesos de erosión de ladera, las cuales aparentemente se han estabilizado; para asegurar la estabilidad de la ladera se debe realizar trabajos de reforestación.

l) Se deben de considerar las medidas correctivas dadas en el ítem 8.1 para el terreno asignado para el reasentamiento del poblado y su expansión urbana.

BIBLIOGRAFÍA

a) CENICAFÉ (1975) ***Manual de conservación de suelos de ladera. En Manual de Estabilidad de Taludes-Geotecnia Vial***-1998. Instituto Nacional de Vías. Ministerio de Transporte. Colombia. 339 p.

b) Cruden, D.M., (1991). ***A Simple definition of Landslide.*** En: Bulletin of International Association of engineering Geology, V.43, p 27-29

c) INDECI (2015). ***INFORME N°00069432, Deslizamientos hacen colapsar Ciudad de La Sacilia Dist Toribio Casanova Prov. Cutervo – Cajamarca***. Estado Situacional de la Emergencia. http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/emergencias/Evaluacion/Reporte/rpt_eme_situacion_emergencia.asp?EmergCode=00069432

d) Medina, L. (2014). "***Peligros Geológicos en la Comunidad Campesina Jarahuaña***". Distrito Patambuco, Provincia Sandia, Región Puno. INGEMMET. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Informe Técnico N°A6660. 33p.

e) PMA: GCA. ***Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas***. (2007). Movimientos en masa en la región Andina: Una Guía para la evaluación de Amenazas. Publicación geológica multinacional N° 4, 404 p., Canadá.

f) Sanchez, A. Dávila, D. De La Cruz, N. (1996). ***Geología del Cuadrángulo de Jaén***. INGEMMET. Serie A: Carta Geológica Nacional. Boletín N° 62. Págs. 112 http://www.ingemmet.gob.pe/AplicacionesWeb/Productos/productos/index.html

g) Valderrama, L. Montenegro, E. y Galindo, J. (1964). ***Reconocimiento Forestal del Departamento de Cundinamarca*.** Departamento Agrológico. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. 86 p.

h) Varnes, D.J. (1978) - ***Slope movement types and processes***. En: Schuster, R.L.& Krizek, R.J., eds., Landslides, analysis, and control. Washington, DC: National Research Council, Transportation Research Special Report 176, p. 11-33.

i) Wilson, J. (1984). ***Geología del Cuadrángulos de Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendín, Pacamayo y Chepen*.** INGEMMET. Serie A: Carta Geológica Nacional. Boletín N° 38. Págs. 104 http://www.ingemmet.gob.pe/AplicacionesWeb/Productos/productos/index.html

j) Zavala, B. Rosado, S. (2011). ***Riesgo Geológico en la Región Cajamarca***. INGEMMET. Dirección de Geología Ambiental. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. Boletín N° 42. 394 Págs. http://www.ingemmet.gob.pe/AplicacionesWeb/Productos/productos/index.html