

Informe Técnico N° A 6775

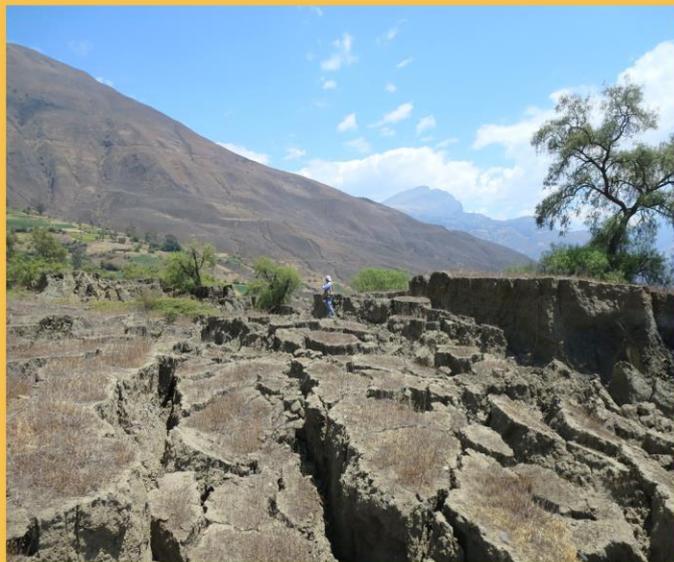
DESLIZAMIENTO EN LA LOCALIDAD DE SAN JUAN YUPAN

Paraje Yupan y San Juan

Distrito Yupan

Provincia Corongo

Región Ancash



POR:

DULIO GÓMEZ VELÁSQUEZ

OCTUBRE
2017

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	1
3. ASPECTOS GENERALES.....	2
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	3
5. ASPECTOS GEOLOGICOS	4
6. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA.	6
7. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS	13
CONCLUSIONES	21
RECOMENDACIONES	22
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	23
ANEXO: GLOSARIO DE TERMINOS.....	24

“DESLIZAMIENTO EN LA LOCALIDAD SAN JUAN - YUPAN”

Distrito Yupan – Provincia Corongo – Departamento Ancash

1. INTRODUCCIÓN.

El Subgerente de Defensa Civil del gobierno regional de Ancash, mediante Oficio N°0453-2015/REGION ANCASH-GRRN y GMA/SGDC de fecha 01 de diciembre del año 2015, se dirige al presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitando se realice un Informe Técnico sobre peligros geológicos de la localidad de San Juan de Yupan.

Luego de las respectivas coordinaciones, se comisiona al ingeniero Hugo Dulio Gómez Velásquez, perteneciente a la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, para realizar la visita técnica.

Este informe, se pone en consideración de Defensa Civil del gobierno regional Ancash. Se basa en las observaciones realizadas en campo, la interpretación de imágenes satelitales de diferentes años, así como la información disponible de trabajos anteriores realizados por el INGEMMET en el sector de San Juan de Yupan; incluye textos, ilustraciones fotográficas, así como conclusiones y recomendaciones

2. ANTECEDENTES

Dentro de los estudios anteriores de peligros geológicos por movimientos en masa que incluyen el área de Yupan, se tiene el boletín “Riesgos geológicos en la región Ancash” – Boletín N° 38, elaborado por el INGEMMET (2009) donde se describe a escala regional la geología, los rasgos geomorfológicos y los peligros geológicos de tipo movimientos en masa y geohidrológicos, que ocurren en la zona estudiada.

En el mapa de susceptibilidad por movimiento en masa (a escala regional), la localidad de San Juan de Yupan se encuentra en un área con susceptibilidad Muy Alta, donde se conjugan varios tipos de peligros geológicos: huaicos, deslizamientos, caída y erosión fluvial. Presenta terrenos con pendiente fuerte y muy fuerte, siendo áreas propensas a sufrir eventos naturales severos no aptas para el desarrollo urbano. Es necesario realizar estudios geológicos - geotécnicos de detalle, para desarrollar la habilitación de un área. (figura 1).

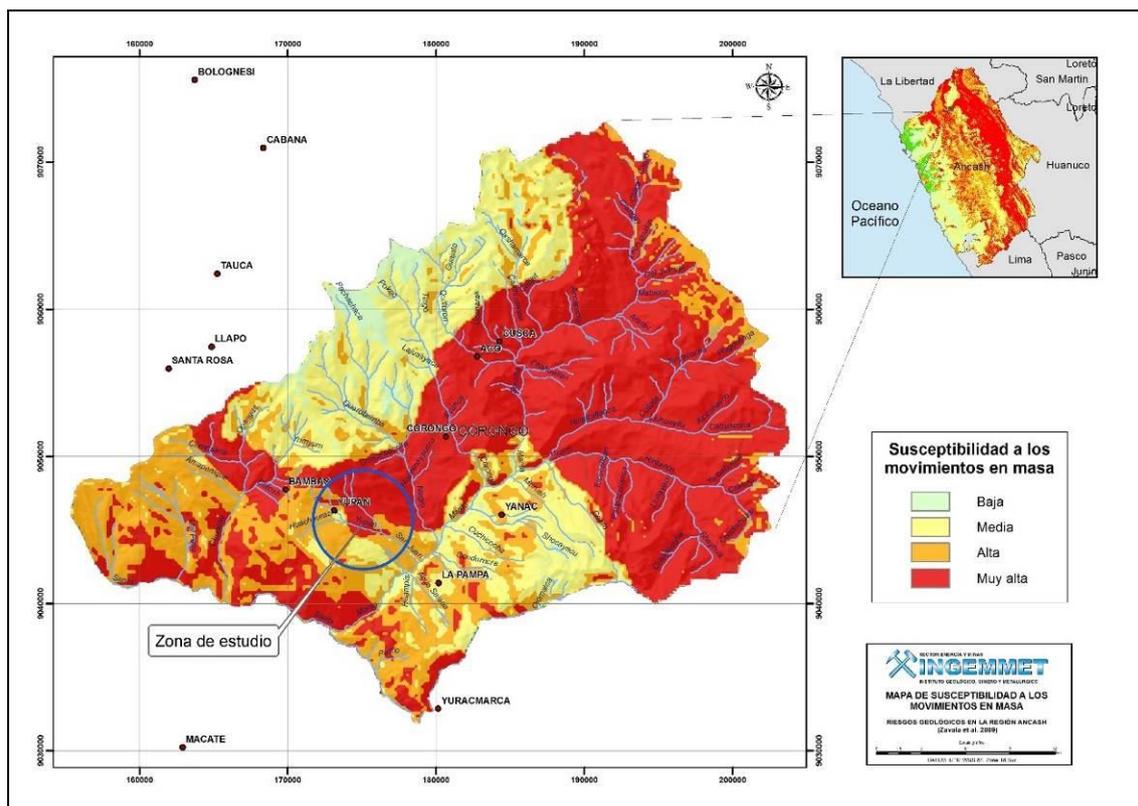


Figura 1 Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa en la región Ancash (Zavala et al., 2009)

3. ASPECTOS GENERALES

Políticamente la zona de estudio se encuentra ubicada dentro del distrito de Yupan, provincia de Corongo, departamento de Ancash (figura 2), con coordenadas centrales UTM (WGS 84 – Zona 18 Sur)

Poblado de San Juan de Yupan:

Norte: 9 045 783
 Este: 176 083
 Altitud: 2 225 msnm.

Deslizamiento de San Juan de Yupan:

Norte: 9 045 805
 Este: 174 995
 Altitud: 2 447msnm.

La localidad de San Juan de Yupan situada en el piso altitudinal entre 2 000 a 3 500 msnm, presenta un clima templado de montaña tropical con temperaturas medias anuales entre 11° y 16°C, y máximas absolutas que sobrepasan los 20 °C. Los descensos de temperatura en forma brusca (<0°C) producen heladas. La sequedad atmosférica disminuye a medida que la altitud aumenta y las precipitaciones anuales son superiores a 500 mm, pero menores de 1 000 mm.

Acceso a la zona de estudio:

Tramo		Kms.	Tipo de vía	Duración (h)
Lima	Chimbote	427	Asfaltada	6:00
Chimbote	Yupan	175	Asfaltada	3:46
Yupan	San Juan de Yupan	7.2	Afirmada	0:20

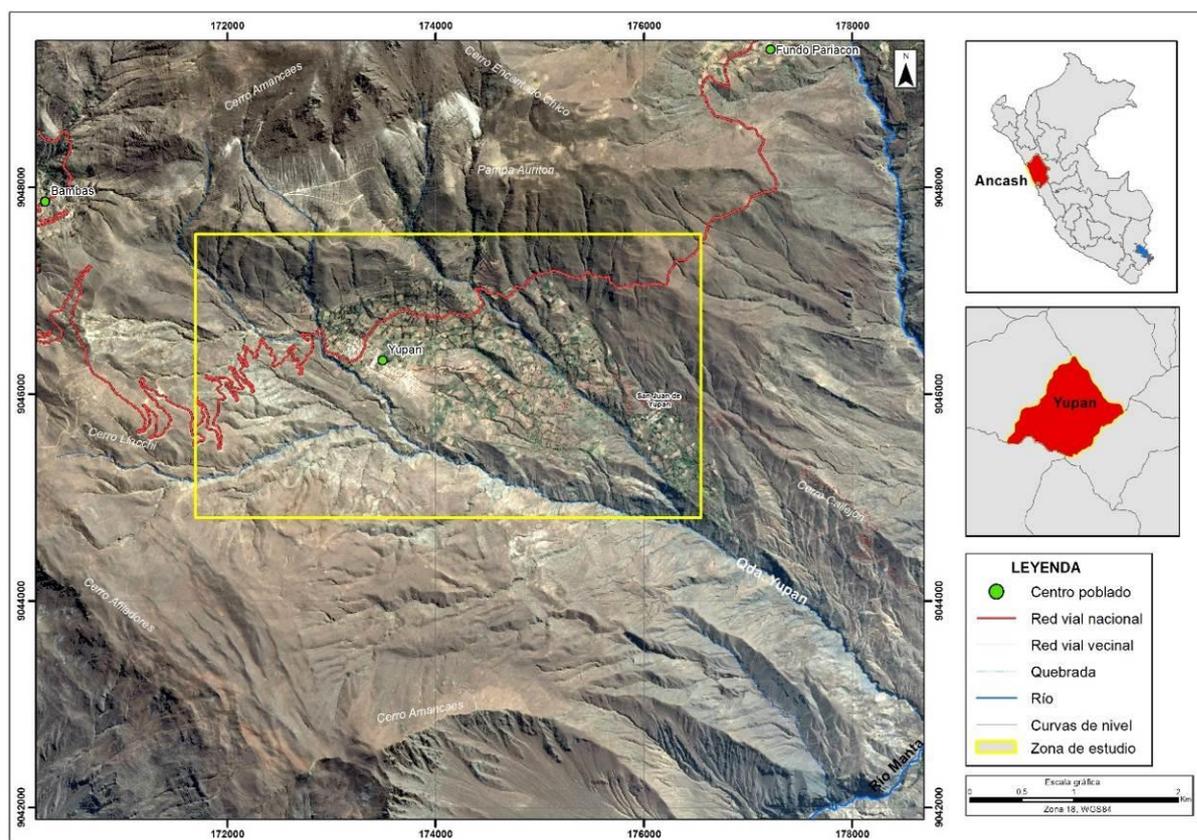


Figura. 2 mapa de ubicación

3.1 Objetivo

El objetivo es identificar y tipificar los peligros geológicos por movimientos en masa y peligros geohidrológicos, que afectan a la localidad San Juan de Yupan; así como las causas de su ocurrencia. La información obtenida durante la visita técnica, servirá para que las autoridades puedan actuar apropiadamente en la prevención y mitigación de los fenómenos.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

El área del presente estudio, se extiende sobre las estribaciones orientales de la Cordillera de los Andes, entre la Cordillera Oriental y el Llano Amazónico. La altura promedio corresponde a los 2 200 m.s.n.m La morfología comprende cumbres de formas suaves y pendientes que pueden variar entre 20° a 40°, marcada por profundos cañones, ásperos contrafuertes, innumerables quebradas y extensos valles en donde se desarrolla una vasta diversidad biológica.

En la zona de estudio se pueden apreciar claramente secuencias de colinas sedimentarias disectadas, formando piedemonte coluvial y valles aluviales.

5. ASPECTOS GEOLOGICOS

Según la cartografía del cuadrángulo de Corongo 18-H, (Wilson *et al.*, 1967) actualizado por la Dirección de la Carta Geológica Nacional 1995, en la zona de estudio afloran lutitas pizarrosas y areniscas finas (**Formación Chicama**) de grosores considerables (fotos 1 y 2). No hay afloramientos de la base, pero se supone discordante sobre el Grupo Pucará y formaciones más antiguas, cubiertos por material Cuaternario (depósitos coluviales y aluviales).

Depósitos coluviales o de caída: Se les reconoce por su geometría y son producto de deslizamientos, derrumbes y movimientos complejos, etc.; su fuente de origen es cercana. Están conformados por material generalmente grueso de naturaleza homogénea, heterométricos, mezclados con materiales finos como arena, limo y arcilla como matriz en menor proporción; generalmente se presentan sueltos a muy sueltos, pero pueden presentar algo de consolidación cuando son relativamente más antigua, dependiendo de la matriz que los engloba.

Depósitos aluviales: Están conformados por extensas llanuras aluviales y terrazas (altas y medias) a diferentes niveles sobre los valles principales y tributarios mayores; son depósitos semiconsolidados, algunos de ellos presentan cierto grado de consolidación, erosionados por los cauces actuales. Estos depósitos generalmente corresponden a una mezcla heterogénea de bolones, gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, así como limos y arcillas; estos materiales tienen selección de regular a buena, presentándose niveles y estratos que diferencian la actividad dinámica fluvial.

Intrusivos: En la zona de estudio predominan, granodioritas/tonalitas de grano grueso, con desarrollo de foliación en algunos sectores. Este intrusivo pasa gradualmente a una anfibolita producida por la contaminación del magma con el material derivado de la Formación Chicama.



Foto 1. Formación Chicama, secuencias de areniscas finas



Foto 2. Secuencia de lutitas pizarrosas.

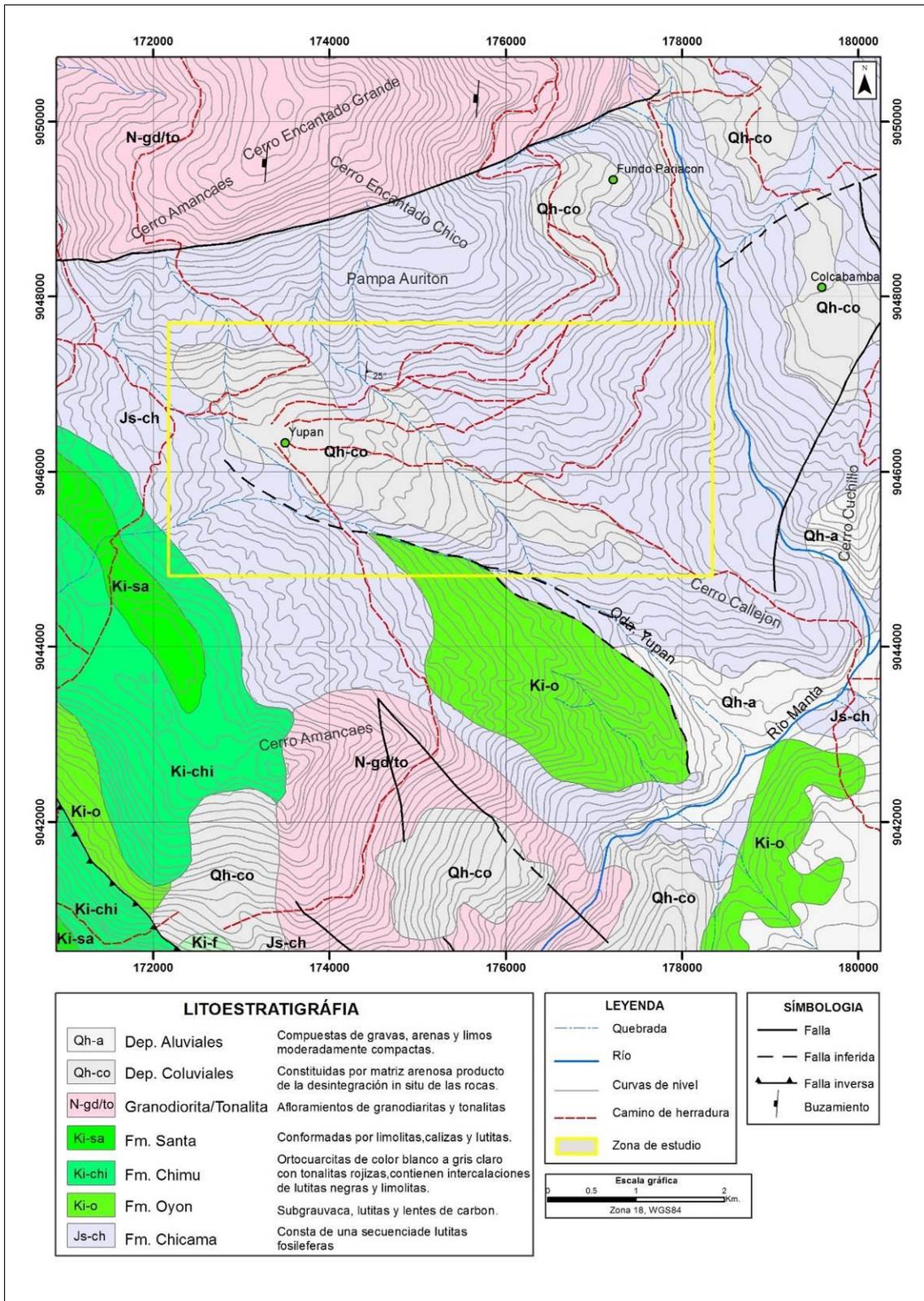


Figura 2. Mapa geológico de la zona de estudio y alrededores (INGEMMET, 1995)

6. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA.

En las jurisdicciones de los poblados Yupan y San Juan de Yupan, se determinó que los peligros geológicos por movimientos en masa que ocurren en la zona son de tipo deslizamiento, derrumbe y erosión de ladera; algunos de ellos con recurrencias registradas.

Los movimientos en masa, materia del informe son:

DESLIZAMIENTO

Antecedentes del evento: Por la interpretación de las imágenes satelitales Google (2016) en la zona de estudio se logró identificar tres eventos antiguos a manera de deslizamientos en la margen izquierda de la quebrada Yupan y San Juan.

El deslizamiento (D-1), presenta un escarpe principal poco notorio, con una longitud de 1 730 m. aproximadamente, el escarpe secundario con longitud de 907 m, y de salto vertical de 40 m.

Deslizamiento (D-2), presenta un escarpe con longitud de 750 m, la distancia de la corona al pie del deslizamiento es 1 550 m.;

Deslizamiento (D-3), presenta un escarpe principal poco notorio con una longitud de 480 m, la distancia de la corona al pie de deslizamiento es 2 180 m. ancho de escarpe secundario de unos 770 m, salto vertical 40 m. (figura 3. Fotos 3, 4 y 5), cubiertos por vegetación de tipo arbustos.

Estos eventos marcan la actividad geodinámica a la que está expuesta la zona y la susceptibilidad de ésta a estos tipos de movimientos en masa.

El evento que ocurrió en los alrededores de los sectores Yupan y San Juan de Yupan, corresponde a la reactivación como deslizamiento y reptación de suelos de los deslizamientos antiguos. Estos movimientos afectan principalmente la cubierta detrítica superficial,

Factores condicionantes y detonantes: Usualmente en los Andes, los movimientos en masa son detonados por el clima (fuertes lluvias), movimientos sísmicos o por causas antrópicas (malas técnicas en riego, cortes de talud inadecuados, deforestación, etc.) las condiciones naturales del terreno (suelo o roca), expresadas en su grado de fracturamiento, alteración o meteorización y pendiente de las laderas, se ven afectadas por lluvias cortas e intensas, o prolongadas, por la vibración sísmica originada por sismos (locales o por subducción), o la modificación del talud para efectuar un corte para un canal o carretera (Zavala, 2011).

La reactivación del deslizamiento de Yupan fue condicionado por:

- La montaña presenta ladera con pendiente promedio 30° (foto 4).
- El substrato rocoso; está conformado por lutitas pizarrosas y areniscas finas, poco consolidadas y poco resistente (fotos 1 y 2) cubierto por material detrítico removido por el deslizamiento antiguo.
- La presencia de afloramientos de agua subterránea (puquiales) en la zona de deslizamiento (foto 7), que humedecen el terreno, lo saturan, aumentan el peso y reducen la resistencia al esfuerzo cortante, contribuyen con el colapso de la ladera.
- La actividad antrópica: La construcción de canales de regadío sin revestir (convencional).
- Las precipitaciones pluviales intensas que se presentan entre los meses de diciembre - abril, funcionan como detonante.

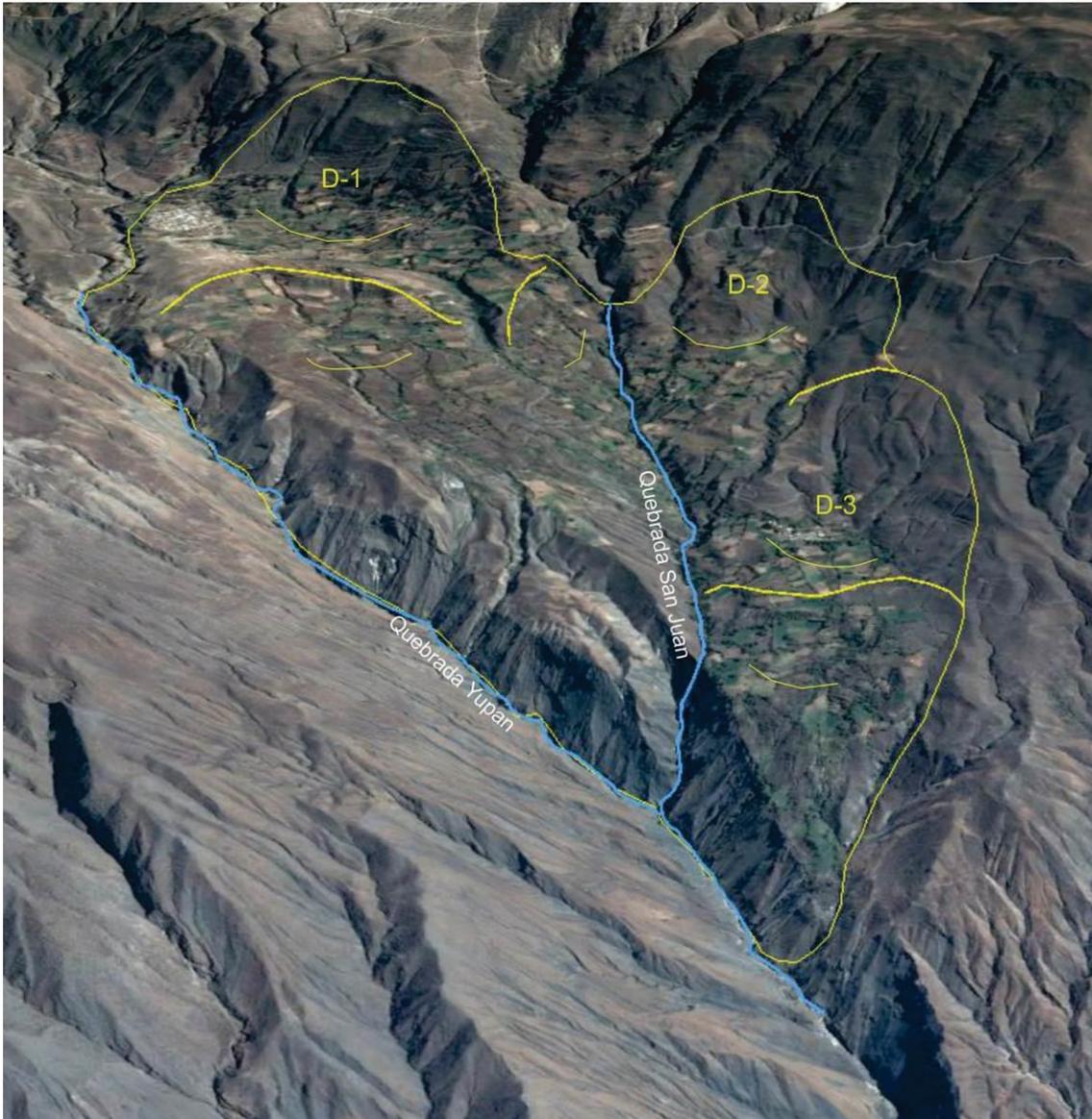


Figura 3. Se observa imagen de eventos antiguos



Foto 3. Vista tomada con dirección oeste, se observa el deslizamiento antiguo (D-1)



Foto 4. Vista tomada con dirección norte, se observa deslizamiento (D-2)



Foto 5. Vista tomada con dirección sur, se observa deslizamiento (D-3)

Descripción de la reactivación del evento: en forma general se describe la reactivación del evento ocurrido como un movimiento en masa con velocidad de desplazamiento lento, a continuación, detallamos los sectores reactivados:

- DR-1, presenta un escarpe de forma irregular, con una longitud de 1 450 m. salto vertical entre 3 a 5 m., el cuerpo desplazado presenta un enjambre de agrietamiento longitudinal que varía entre 10 hasta 120 m., con aberturas entre 0.1 y 1.0 m. y agrietamiento perpendicular que varía entre 70 hasta 270 m., con abertura entre 0.1 y 1.0 m. (foto 6)
- DR-2, ubicado al pie del deslizamiento (D-1) se puede observar el deslizamiento del escarpe principal de forma elongada, con una longitud de 343 m., salto vertical de 1 m., longitud total inclinada de 423 m, y dirección del movimiento norte 72° (foto 7)
- DR-3, ubicado en la margen izquierda de la quebrada San Juan, se reactiva al pie de la ladera, presenta escarpe de forma irregular con una longitud de 520 m., salto vertical hasta 4 m., el cuerpo desplazado presenta un enjambre de agrietamiento longitudinal que varían entre 150 m a 380 m., con saltos verticales que varían entre 2 m a 0.5 m., en la ladera (foto 8)

Daños causados:

- La reactivación afectó 55.60 Has de terrenos de cultivo (foto 9).
- Afectó la Institución Educativa Primaria en el poblado de Yupan; el aula del local educativo presenta grietas en las paredes y piso (foto 10).
- Afectó áreas de cultivo y viviendas en la calle principal (foto 11)
- Afectó un tramo de la carretera afirmada Yupan - San Juan



Foto 6. Vista tomada con dirección suroeste, se aprecia la escarpa (DA-1) con salto vertical de 3 m. y agrietamientos perpendiculares línea de color rojo (A); vista tomada con dirección noreste se observa escarpa (DA-1) con salto vertical de 5 m. y agrietamiento con abertura hasta de 1 m. (B); vista de un sistema de agrietamientos tipo graven (C).

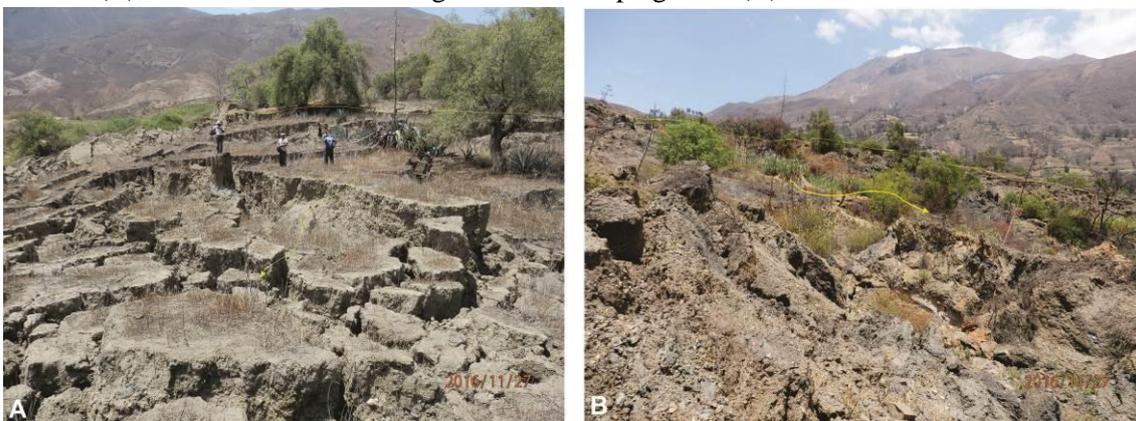


Foto 7. Vista tomada con dirección suroeste, se observa escarpe (DA-2), la superficie desplazada presenta un enjambre de agrietamientos (A); vista tomada con dirección sureste donde se observa cuerpo desplazado (B)



Foto 8. Vista tomada con dirección suroeste, se observa evento (DA-3), escarpa con una longitud de 520 m. (A); vista donde se observa salto vertical de 4 m. (B); vista de agrietamiento perpendicular con abertura entre 0.1 m. hasta 0.4 m (C)



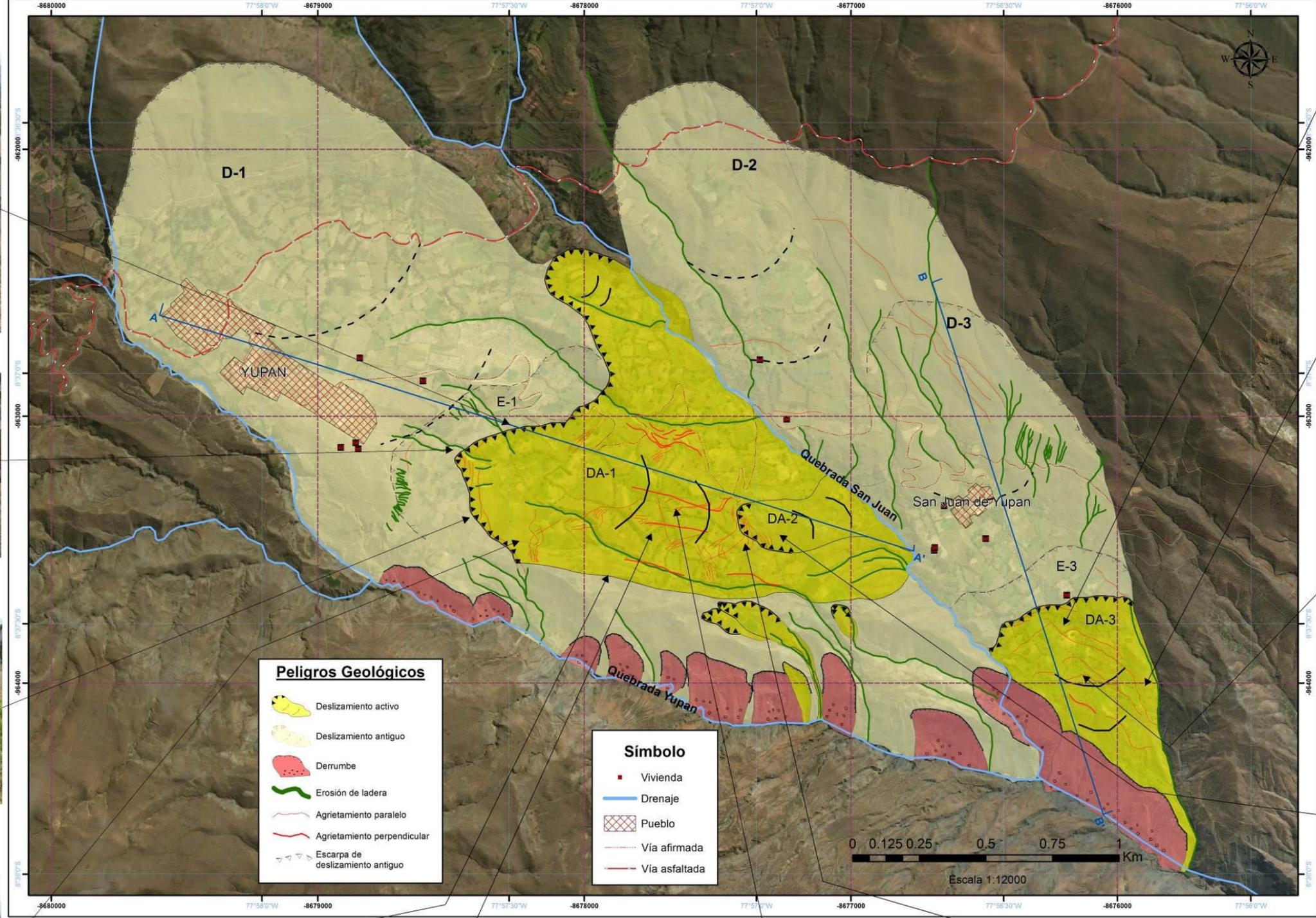
Foto 9. Vista tomada de las áreas de cultivo que son afectadas por la reactivación del deslizamiento: (A) sector Yupan y (B) sector San Juan.



Foto 10. Vista de local de Institución Educativa, se observa grieta en el piso, con abertura de 0.05 m.



Foto 11. Vista del poblado San Juan, se observa paredes y piso de viviendas que presentan grietas producto de la activación del antiguo deslizamiento.



Peligros Geológicos

- Deslizamiento activo
- Deslizamiento antiguo
- Derrumbe
- Erosión de ladera
- Agrietamiento paralelo
- Agrietamiento perpendicular
- Escarpa de deslizamiento antiguo

Símbolo

- Vivienda
- Drenaje
- Pueblo
- Vía afirmada
- Vía asfaltada



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 Sector Yupan - provincia Corongo - departamento Ancash
PELIGROS GEOLÓGICOS
 FIG - 03

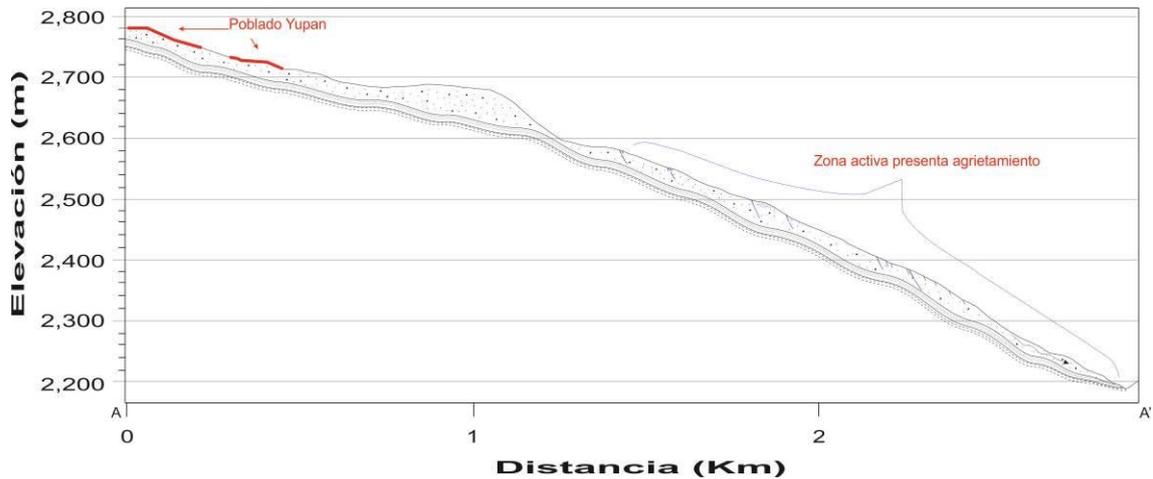


Figura 4. Perfil de antiguo deslizamiento (D-1), se observa la reactivación al pie de la ladera con presencia de agrietamientos transversales y perpendiculares con saltos verticales, hacia la parte superior se puede observar que el poblado también presenta agrietamiento con saltos vertical de 0.3 m

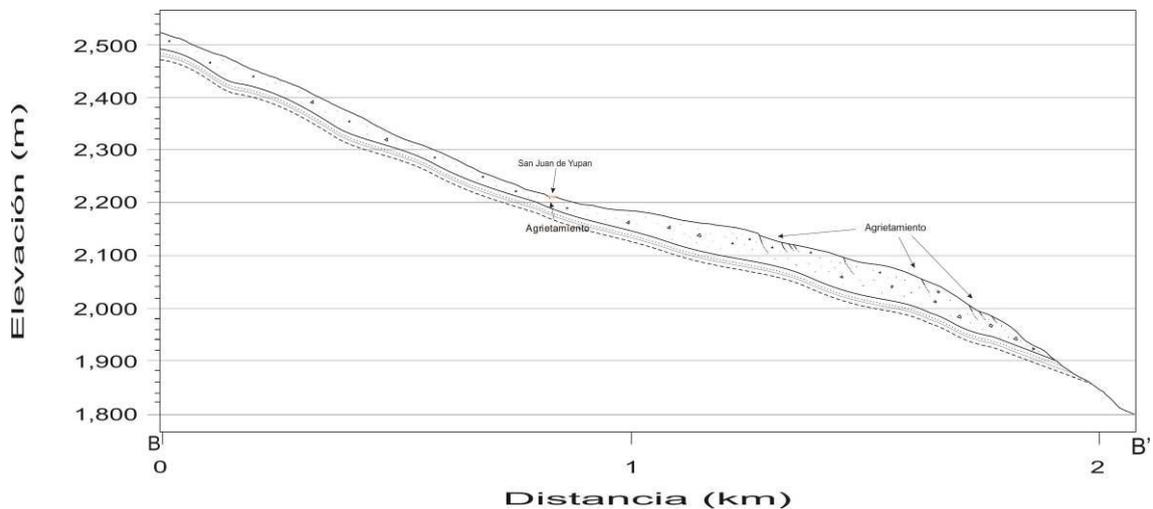


Figura 5. Perfil de antiguo deslizamiento (D-3), se observa la reactivación al pie de la ladera con presencia de agrietamientos transversales y salto vertical.

7. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS

En esta sección se dan algunas propuestas generales de solución para la zona de estudio, con la finalidad de minimizar las ocurrencias de deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, procesos de erosiones de laderas, entre otros; así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

7.1 PARA DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos ocurren esencialmente de forma natural pero también por la actividad antrópica (agrícola, deforestación) mal desarrollada que acelera el proceso; asimismo por el socavamiento al pie de laderas, la utilización de canales sin revestir, etc. A continuación, se proponen algunas medidas para el manejo de estas zonas:

- Manejo agrícola: evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos y frecuentes, de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos.

- Los canales deben ser revestidos (concreto, mampostería, terracemento entre otros) para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- No debe construirse reservorios de agua sin revestimiento, ya que esto favorece la infiltración y saturación del terreno.
- El sistema de riego de cultivo debe ser tecnificado, por aspersión controlada o por goteo.
- La remoción de la tierra para realizar el cultivo debe ser superficial pues una remoción más profunda realizada con maquinaria puede favorecer la infiltración y saturación del terreno.
- El desarrollo de vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes; no obstante, este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.
- Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural conformada por pastos, malezas y arbustos.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles a utilizar deben contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzaran versus la pendiente y profundidad de los suelos; se recomienda que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración con el objeto de captar el agua y controlar la erosión.
- Evitar el sobre pastoreo que produzca deterioro y destrucción de la cobertura vegetal, se debe realizar un manejo de las zonas de pasturas mediante el repoblamiento de pasturas nativas, empleando sistemas de pastoreo rotativo, evitar la quema de pajonales.

Uso de vegetación

El efecto de la vegetación sobre la estabilidad de los taludes es muy debatido; el estado del uso actual deja muchas dudas e inquietudes y la cuantificación de los efectos de estabilización de las plantas sobre el suelo, no ha tenido una explicación universalmente aceptada. Sin embargo, la experiencia ha demostrado el efecto positivo de la vegetación, para evitar problemas de erosión, reptación y fallas subsuperficiales (Suárez, 1998). Para poder analizar los fenómenos del efecto de la vegetación sobre el suelo se requiere investigar las características específicas de la vegetación en el ambiente natural que se esté estudiando. Entre los factores se sugiere analizar los siguientes:

- Volumen y densidad de follaje, tamaño, ángulo de inclinación y aspereza de las hojas, altura total de la cobertura vegetal, presencia de varias capas diferentes de cobertura vegetal, tipo, forma, profundidad, diámetro, densidad, cubrimiento y resistencia del sistema de raíces.
- El tipo de vegetación, tanto en el talud como en el área arriba del talud es un parámetro importante para su estabilidad. La vegetación cumple dos funciones principales: En

primer lugar, tiende a determinar el contenido de agua en la superficie y, además, da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces.

- Como controlador de infiltraciones tiene un efecto directo sobre el régimen de aguas subterráneas y actúa posteriormente como secador del suelo al tomar el agua que requiere para vivir.

Factores que aumentan la estabilidad del talud:

1. Intercepta la lluvia
2. Aumenta la capacidad de infiltración
3. Extrae la humedad del suelo
5. Las raíces refuerzan el suelo, aumentando resistencia al esfuerzo cortante
6. Anclan el suelo superficial a mantos más profundos
7. Aumentan el peso sobre el talud
8. Trasmiten al suelo la fuerza del viento
9. Retienen las partículas del suelo disminuyendo la susceptibilidad a la erosión

La deforestación puede afectar la estabilidad de un talud de varias formas:

1. Disminuyen las tensiones capilares de la humedad superficial
2. Elimina el factor de refuerzo de las raíces
3. Facilita la infiltración masiva de agua.

La quema de la vegetación aumenta la inestabilidad de los taludes, especialmente si esto ocurre en áreas de coluviones en los cuales la vegetación ejerce un papel preponderante en la estabilidad, especialmente por la eliminación del refuerzo de las raíces y por la exposición a la erosión acelerada.

a) Construir zanjas de coronación.

Las zanjas en la corona o en la parte alta de un talud, son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias y evitar su paso por el talud. La zanja de la corona no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe (figura 6).

Se debe tener en cuenta el mantenimiento periódico que debe efectuarse en las zanjas de coronación, a fin de evitar problemas que pueden incidir en la estabilidad del talud.

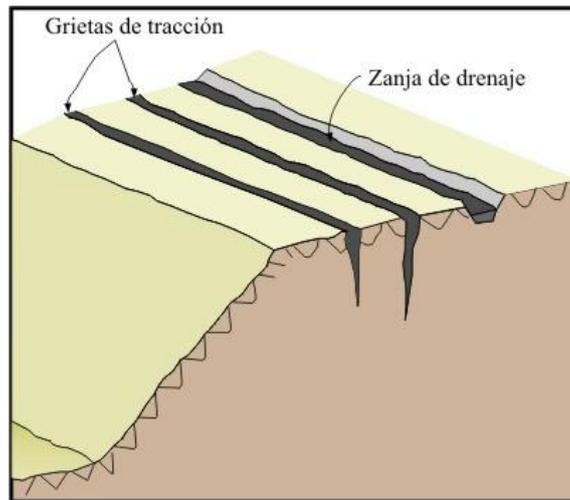


Figura 6 Canales de coronación.

b) Construir un sistema de drenaje tipo Espina de Pescado:

Para disminuir la infiltración de agua en las áreas arriba del talud, se construyen canales colectores en Espina de Pescado, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas generalmente a los canales en gradería o torrenteras (figura 7). Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la infiltración del agua

c) Monitoreo permanente en la zona durante el periodo lluvioso:

Implementar un sistema de monitoreo de la zona de arranque, que permita determinar la existencia de movimiento en la masa deslizante, este puede estar constituido por estacas de madera o varillas de fierro, las cuales deben estar colocadas tanto dentro del deslizamiento, como en una zona estable (fuera o encima del cuerpo de deslizamiento), realizándose medidas de la distancia entre estacas, cada cierto tiempo, aumentado la frecuencia de medidas durante periodos de lluvia. De detectarse movimientos rápidos, se informará a la población para que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas.

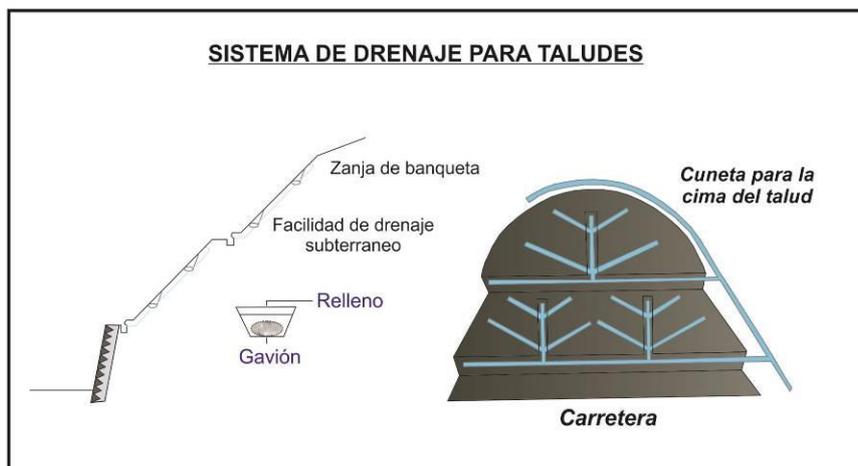


Figura 7. Sistema de drenaje tipo espina de pez.

d) Sistema de drenaje en laderas ocupados por cultivos:

Son pequeños canales impermeabilizado de 30 centímetros de ancho en el fondo (plantilla), taludes 1:1 en suelos estables, 3/4:1 o 1/2:1 en suelos muy estables, y 1 1/2:1 o 2:1 en suelos poco estables o susceptibles a la erosión (suelos muy Livianos). Su desnivel y profundidad son variables. Los canales son aconsejables en zonas con Lluvias intensas y en áreas con suelos pesados, poco permeables, donde hay exceso de escorrentía, y en suelos susceptibles a la erosión con pendientes hasta 40 % y longitudes largas.

No se deben construir en terrenos con cultivos limpios o potreros de más de 30 % de pendiente, ni en terrenos con cultivos de semibosque (café, cacao, etc.) de más de 50 % de pendiente.

Se deben desaguar en un sitio bien protegido, en donde no vayan a causar erosión. Se trazan y construyen desde el desagüe hacia arriba, asegurándose que el fondo quede lo suficientemente alto sobre el desagüe (20-40 cm), para que el agua que baje por este no penetre a las acequias, o las represe. En la construcción de varios canales, debe iniciarse con la más alta del terreno, pues de otro modo se podrían dañar las más bajas por un aguacero fuerte (figura 8).

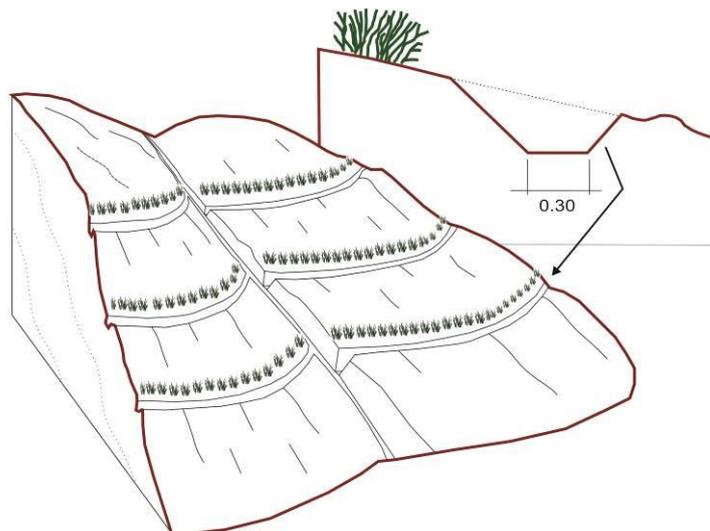


Figura 8. Sistema de drenaje en laderas ocupados por cultivos

7.2 PARA DERRUMBES Y CAIDA DE ROCAS

La forma del talud se muestra en la (figura 9), la inclinación de los taludes depende de los suelos y litología; en muchos casos se proporciona una banqueta en el punto de cambio de inclinación.

Generalmente se emplea una pendiente única cuando la geología y los suelos son lo mismo en profundidad y en las direcciones transversales y longitudinales. cuando la geología y los suelos varían considerablemente y de manera complicada, una pendiente única adecuadamente al suelo de mayor pendiente podría usarse, aunque esto sea antieconómico.

a) Banquetas:

Como se muestra en la figura 9, la inclinación de los taludes depende de los suelos y la litología. Cuando la inclinación cambia, en muchos casos se proporciona una banqueta en el punto de cambio de inclinación.

Generalmente se emplea una pendiente única cuando la geología y los suelos son los mismos en profundidad y en las direcciones transversal y longitudinal. Cuando la geología y los suelos varían considerablemente y de manera complicada, una pendiente única adecuada al suelo de mayor pendiente podría usarse, aunque esto es antieconómico.

Exceptuando el caso indicado en el párrafo anterior, generalmente se instala una banqueta de 1 a 21 m de ancho, a la mitad de un talud de corte de gran altura.

Propósito de la banqueta.

En la parte inferior de un gran talud continuo, la descarga y velocidad del agua superficial aumentan, causando el incremento de las fuerzas de socavación. En este caso, la velocidad de la corriente puede reducirse al proporcionar una banqueta casi horizontal a la mitad del talud, o la concentración de agua superficial en la parte inferior del talud puede prevenirse al construir una zanja en la banqueta para drenar el agua hacia afuera del talud. La banqueta también puede usarse como acera para inspección o como andamio para reparación.

Por lo tanto, las banquetas deben diseñarse tomando en cuenta la dificultad de inspeccionar y reparar, la pendiente del talud, la altura de corte, los suelos del talud, los costos y otras condiciones.

Inclinación de banqueta

Cuando no existen facilidades de drenaje, se proporciona a la banqueta un gradiente transversal de 5 a 10%, de modo que el agua drene hacia el fondo del talud (pie de talud).

Sin embargo, cuando se considera que el talud es fácilmente descargable o cuando el suelo es fácilmente erosionable, el gradiente de la banqueta debe hacerse en la dirección contraria, de modo que el agua drene hacia la zanja de la banqueta.

1) Localización de banqueta.

En los taludes de corte, normalmente se diseñan banquetas de 3 metros de ancho cada 5 a 10 metros de altura, dependiendo del suelo y la litología del talud.

Una banqueta más ancha se recomienda cuando el talud es largo y grande o donde se instalarán vallas de protección de caída de rocas.

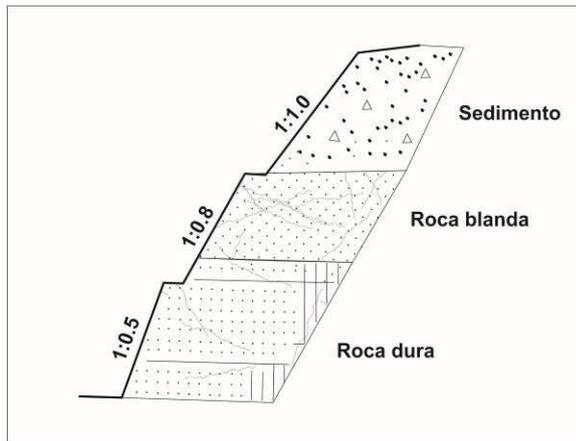


Figura 9. Condición de terreno y forma de taludes

b) Corrección por muros

Los muros se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes (figura 10).

En ocasiones se emplean para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención al pie (figura 11). Esta forma de actuar puede tener varios inconvenientes. En primer lugar, la construcción del muro exige cierta excavación en el pie del talud, lo cual favorece la inestabilidad hasta que el muro esté completamente instalado. Por otra parte, el muro no puede ser capaz de evitar posibles deslizamientos por encima o por debajo del mismo.

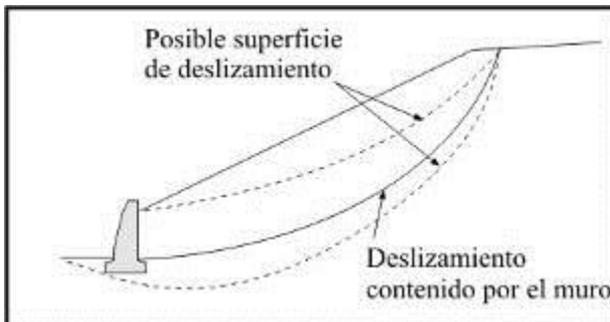


Figura 10. Contención de un deslizamiento mediante un muro (tomado de INGEMMET, 2000).

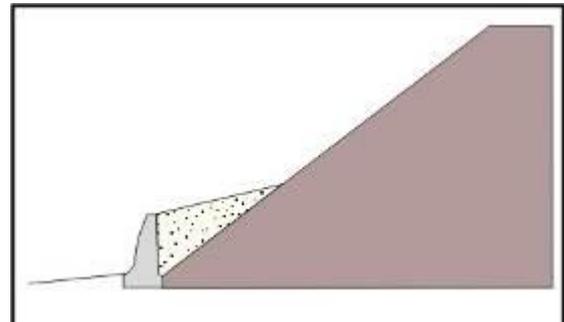


Figura 11. Relleno estabilizador sostenido por el muro (tomado de INGEMMET, 2000).

Una contención solo puede sostener una longitud determinada de deslizamiento ya que en caso contrario el deslizamiento sobrepasa al muro. Cuando quieran sujetarse deslizamientos más largos, debe recurrirse a un sistema de muros o a otros de los procedimientos expuestos.

Por todo ello, en taludes con signos evidentes de inestabilidad puede ser más apropiado realizar el muro con objeto de retener un relleno estabilizador.

En desmontes y terraplenes en los que la falta de espacio impone taludes casi verticales, el empleo de muros resulta casi obligado. Este es un caso frecuente en la construcción de vías de transporte. En ocasiones, como en el caso de un desmonte en una ladera, puede resultar más económica la construcción de un muro, frente al coste de sobre excavación requerido si aquel no

se realiza. La construcción de un muro es generalmente una operación cara. A pesar de ello, los muros se emplean con frecuencia pues en muchos casos son la única solución viable.

Los muros se pueden clasificar en tres grupos (figura 12):

Muros de sostenimiento: Se construyen separados del terreno natural y se rellenan posteriormente.

Muros de contención: Generalmente van excavados y se construyen para contener un terreno que sería probablemente inestable sin la acción del muro.

Muros de revestimiento: Su misión consiste esencialmente en proteger el terreno de la erosión y meteorización además de proporcionar un peso estabilizador.

Cuando se proyecta un muro deberán determinarse las cargas a las que va a estar sometido y su distribución, lo que permitirá planificar una estructura capaz de resistirlas.

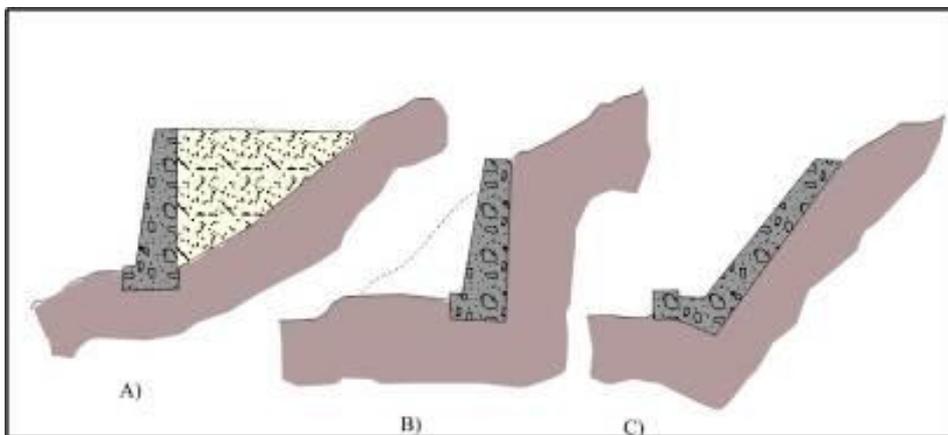


Figura 12. a) Muro de sostenimiento b) Muro de contención c) Muro de revestimiento (tomado de INGEMMET, 2000).

Las comprobaciones que deben efectuarse en un caso típico son las siguientes:

- Estabilidad general del sistema muro-terreno al deslizamiento; la estabilidad general del muro incluye la estabilidad al vuelco y al deslizamiento.
- Resistencia del terreno del cimiento.
- Ausencia de tracciones en la base del muro.
- Resistencia estructural: Se ha de comprobar que las tensiones máximas en el muro no sobrepasen los valores admisibles.

CONCLUSIONES

1. Por las condiciones geológicas actuales del terreno en Yupan, como presencia de agrietamientos longitudinales y transversales, éste se considera inestable. Se están generando deslizamientos y reptación de suelos. Por lo tanto, los terrenos de cultivo, viviendas y un tramo de la carretera afirmada situadas dentro de su cuerpo deslizado están afectados, por lo tanto, se considera como una Zona Crítica de muy alto peligro por movimientos en masa; los sectores se encuentran en **Peligro Inminente** ante lluvias intensas o sismos de fuerte intensidad.
2. El sector de Yupan presenta una morfología que comprende cumbres de forma suave y de pendiente que varía entre 20° a 40°, marcados por profundos cañones, innumerables quebradas y valles aluviales.
3. Se encuentran afloramientos de lutitas pizarrosas y areniscas finas (Formación Chicama), cubiertas por material cuaternario constituido principalmente por depósitos coluviales conformada de clastos de grano grueso, mezclados con material fino como arena, limos y arcillas como matriz. Conforman un substrato de mala calidad susceptible a ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa
4. La zona de estudio es susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes y erosión de ladera), presenta un substrato de mala calidad (muy meteorizado), pendiente fuerte del terreno, con un promedio de 30° y estratificación a favor de la pendiente.
5. Los sectores de Yupan y San Juan, se ubican en antiguos cuerpos deslizados reactivados, condicionado por la pendiente fuerte de terreno entre (20° a 40°), escasa vegetación, substrato formado por lutitas y areniscas geotécnicamente considerado de mala calidad, susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa
6. El área reactivada presenta tres escarpes con saltos verticales entre de 1 m. hasta 5 m., se observa un enjambre de agrietamientos longitudinales y transversales, abertura hasta de 1m., profundidad mayor a 10 m., en algunos sectores se observó un sistema de agrietamiento tipo graven.

RECOMENDACIONES

- 1 Implementar un sistema de monitoreo en el deslizamiento, que permita determinar la existencia de movimiento en la masa deslizante, este puede estar constituido por estacas de madera o varillas de hierro, las cuales deben estar colocadas tanto dentro del deslizamiento, como en una zona estable, realizándose medidas de la distancia entre estacas cada cierto tiempo, aumentando la frecuencia de medidas durante periodos de lluvia. De detectarse movimientos rápidos, se informará a la población para que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas
- 2 Realizar un intensivo trabajo de reforestación con árboles que tengan raíces verticales o subverticales, para mejorar la cobertura vegetal existente, y de esta forma evitar el impacto de las gotas de lluvia directamente sobre el terreno que pueda producir pérdida de suelo y reducir la infiltración de agua en el suelo.
- 3 Realizar la implementación de un sistema de drenaje mediante canales impermeabilizados y evitar la infiltración de aguas.
- 4 Cambiar el sistema de riego por gravedad a un sistema mejorado y tecnificado (goteo o aspersión)
- 5 Se debe realizar limpieza y mantenimiento de los cauces
- 6 Realizar las medidas correctivas apropiadas, para la zona reactivada por movimientos en masa (tipo deslizamiento) considerar uno de los ejemplos mencionados en el informe u otro que sea para reducir el riesgo.
- 7 El salón de clases de la Institución Educativa en el poblado de Yupan se considera de Riesgo Alto
- 8 Las viviendas afectadas por agrietamientos en el sector San Juan se consideran de Riesgo Alto y no son aptas para ser habitadas
- 9 Reubicar temporalmente el local afectado de la Institución Educativa en el sector Yupan, también las viviendas en el sector San Juan.
- 10 Los trabajos deben ser dirigidos y ejecutados por profesionales con conocimiento y experiencia en el tema.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

- Cruden, D. M., Varnes, D. J., (1996) Landslide types en processes, en Turner, K., y Schuster, R. L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C, national Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36-75
- Luis Reyes Rivera (1980). Mapa Geológico de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. Lima – Perú, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, N° 31. 76 p.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2000), Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja N°1. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 23, 330 p.
- Proyecto Multinacional Andino, Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA (2007) - **Movimientos en Masa en la Región Andina**: Una Guía para la Evaluación de Amenazas, 404p
- Varnes, D. J. (1978) Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D.C, national Academy Press, Transportation Research Board Spatial report 176, p. 9-33.
- Hoek, E. and Bray, J.W., 1981. Rock slope engineering. Institution of Mining and Metallurgy, London. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD - ROM. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (1988) – Mapa de clasificación climática del Perú, escala: 1:1'000.000. Lima: SENAMHI.
- Suárez, J. (1998) Deslizamiento y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos. Publicación UIT, Colombia. 548 p
- Wilson J.; Reyes L. & Garayar J.;(1967). Geología de los cuadrángulos Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. Actualizado por la dirección de la Carta Geológica Nacional a 1995. Lima – Perú, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, N° 60. 91 p.
- Zavala, B.; Valderrama, P.; Pari, W.; Luque, G.; & Barrantes, R. (2009) – Riesgos geológicos en La región Ancash. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 38, 280 p.

ANEXO: GLOSARIO DE TERMINOS

MOVIMIENTOS EN MASA: El término movimiento en masa, incluye todos los desplazamientos de una masa rocosa, de detrito o de tierra por efectos de la gravedad (Cruden, 1996).

Estos movimientos en masa, tienen como causas factores intrínsecos: la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de suelos, el drenaje superficial-subterráneo y la cobertura vegetal (ausencia de vegetación); combinados con factores extrínsecos: construcción de viviendas en zonas no adecuadas, construcción de carreteras, explotación de canteras. Se tiene como “detonantes” las precipitaciones pluviales extraordinarias y movimientos sísmicos.

DESLIZAMIENTO: Es un movimiento de una masa de suelo, roca o ambos, ladera abajo, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante.

Se clasifican según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales a su vez pueden ser planares y o en cuña, sin embargo, las superficies de rotura de movimientos en masa son generalmente más complejas que las de los dos anteriores, pues pueden consistir de varios segmentos planares y curvos, caso en el cual se hablará de deslizamiento compuesto (Hutchinson, 1988).

Deslizamiento rotacional

En este tipo de deslizamiento, la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla, curva cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca (figura 13). Debido a que el mecanismo rotacional es auto-estabilizante y ocurre en rocas poco competentes. La tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas (Hutchinson, 1988).

Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s.

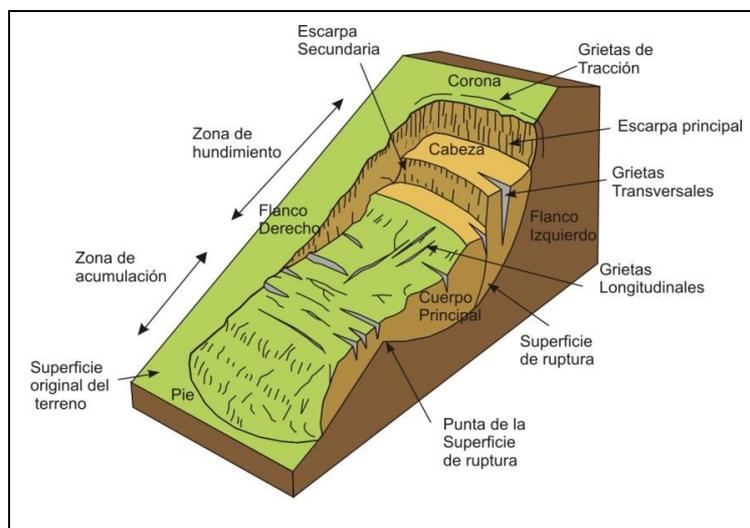


Figura 13. Diagrama de bloque de un deslizamiento

DERRUMBE: Caída violenta de material que se puede dar tanto en macizos rocosos como depósitos de cobertura, desarrollados por: heterogeneidad litológica, meteorización fracturamiento, fuertes pendientes, humedad y/o precipitaciones, sismos y erosión generada en las márgenes.

Estos fenómenos suelen producirse en taludes verticales en suelos inconsolidados a medianamente consolidados, rocas muy fracturadas y en el corte de carreteras, canteras, acantilados marinos, taludes de terraza, etc. (figura 14)

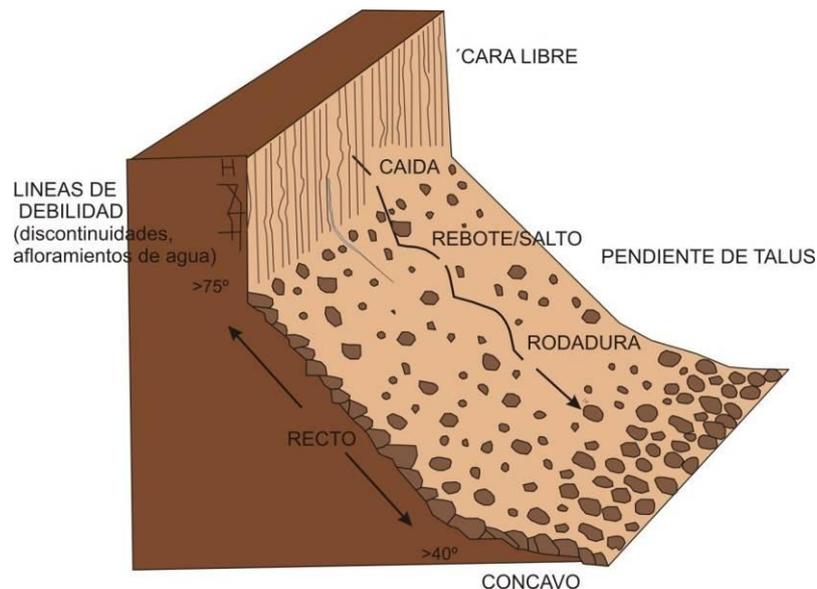


Figura 14 Esquema de Derrumbe (Vílchez 2015)

Otros peligros geológicos

Dentro de esta categoría de peligros se ha identificado:

a.- Erosión de laderas: este tipo de eventos son considerados predecesoras en muchos casos a la ocurrencia de grandes eventos de movimientos en masa. La erosión de los suelos es producto de la remoción del material superficial por acción del agua o viento. El proceso se presenta gracias a la presencia de agua en forma de precipitación pluvial (lluvias) y escorrentías (escurrimiento), que entra en contacto con el suelo, en el primer caso por el impacto y en el segundo caso por fuerzas tractivas, que vencen la resistencia de las partículas (fricción o cohesión) del suelo generándose los procesos de erosión (Gonzalo et al., 2002).

La erosión hídrica causada por el agua de lluvia, abarca los siguientes procesos:

Saltación pluvial: el impacto de las gotas de lluvia en el suelo desprovisto de vegetación ocasiona el arranque y arrastre de suelo fino, el impacto compacta el suelo disminuyendo la permeabilidad e incrementa escorrentía.

Escurrimiento superficial difuso: comprende la erosión laminar sobre laderas carentes de coberturas vegetales y afectadas por saltación pluvial, que estimulan el escurrimiento del agua arrastrando finos.

Escurrimiento superficial concentrado: se produce en dos formas, como surcos de erosión (canales bien definidos y pequeños), formados cuando el flujo se hace turbulento y la energía del agua es suficiente para labrar canales paralelos o anastomosados; y como cárcavas, que son canales o zanjas más profundos y de mayor dimensión, por las que discurre agua durante y poco después de haberse producido una lluvia. El proceso se da en cuatro etapas: 1) entallamiento del canal, 2) erosión remontante o retrogresivo desde la base, 3) cicatrización y 4) estabilización (Gonzalo *et al.*, 2002). (figura 15)

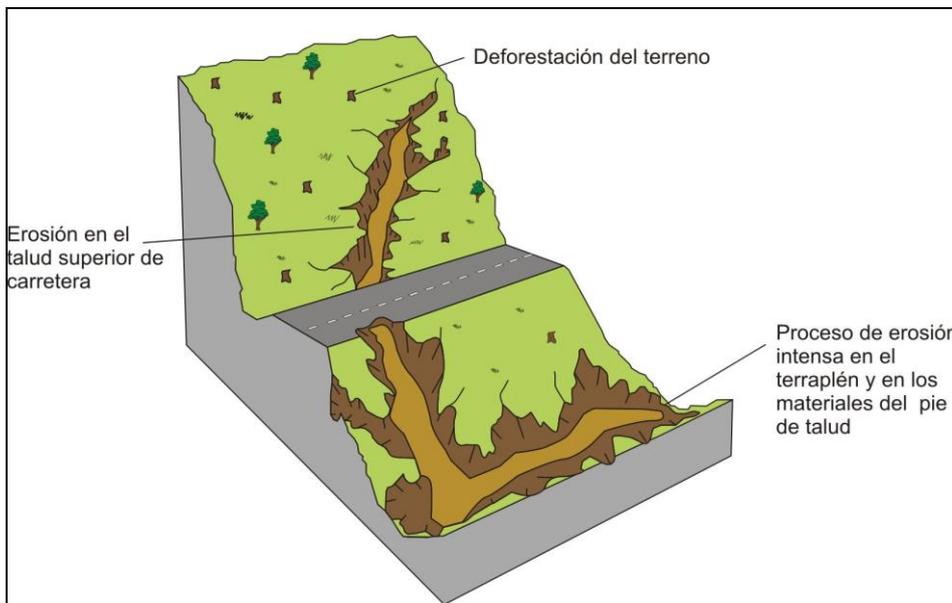


Figura 15. Esquema de erosión de ladera