

Informe Técnico N° A6723

Peligro por Deslizamiento y Flujo en la Quebrada Tararagra del Caserío Paucalin

Región Pasco
Provincia Daniel Alcides Carrión
Distrito Paucar
Paraje Paucalin



POR:

ING. DULIO GÓMEZ VELÁSQUEZ
ING. ORLANDO DE LA CRUZ MATOS

SETIEMBRE 2016

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS.....	3
3. ASPECTOS GEOLOGICOS	3
4. MOVIMIENTOS EN MASA:.....	5
4.1 DESLIZAMIENTO	5
4.2 FLUJO.....	9
5. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS.....	16
CONCLUSIONES.....	19
RECOMENDACIONES	20
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	21

“PELIGRO POR DESLIZAMIENTO Y FLUJO EN LA QUEBRADA TARARAGRA DEL CASERIO PAUCALIN”

Distrito de Paucar – Provincia Daniel Alcides Carrión – Departamento Pasco

1. INTRODUCCIÓN.

El Presidente de la Plataforma de Defensa Civil de la Región Pasco, mediante Oficio N°0011-2016-G.R.P.PRES/PRDC de fecha 29 de enero del año 2016, se dirige a la Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitando se realice un Estudio Técnico sobre un deslizamiento que se presenta en la quebrada Tararagra del Caserío Paucalin.

Luego de las respectivas coordinaciones, se comisiona a los ingenieros. Hugo Dulio Gómez Velásquez y Orlando de la Cruz Matos pertenecientes a la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, para realizar la visita técnica.

Este informe, se sustenta en la inspección geológica efectuada, datos obtenidos en las observaciones de campo, versiones de los pobladores así como de información disponible de trabajos anteriores realizados por INGEMMET en el sector de Villa Oyón, incluye textos, ilustraciones fotográficas, interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitales del área, así como conclusiones y recomendaciones

Ubicación

La zona de estudio se encuentra ubicada en la margen izquierda de la quebrada Tararagra a 0.754 Km., con dirección norte 32° del Caserío Paucalin en el distrito de Paucar, provincia Daniel A. Carrión, departamento Pasco. Entre las coordenadas UTM (WGS 84 – Zona 18S):

Longitud: 352 330

Latitud: 8 858 018

Altitud: 3 057 msnm.

El acceso a la zona de estudio se puede resumir en el siguiente cuadro:

Tramo		Kms.	Tipo de vía	Duración (h)
Lima	Yanahuanca	372	Asfaltada	8:00
Yanahuanca	Paucalin	30	Sin Afirmar	0:50

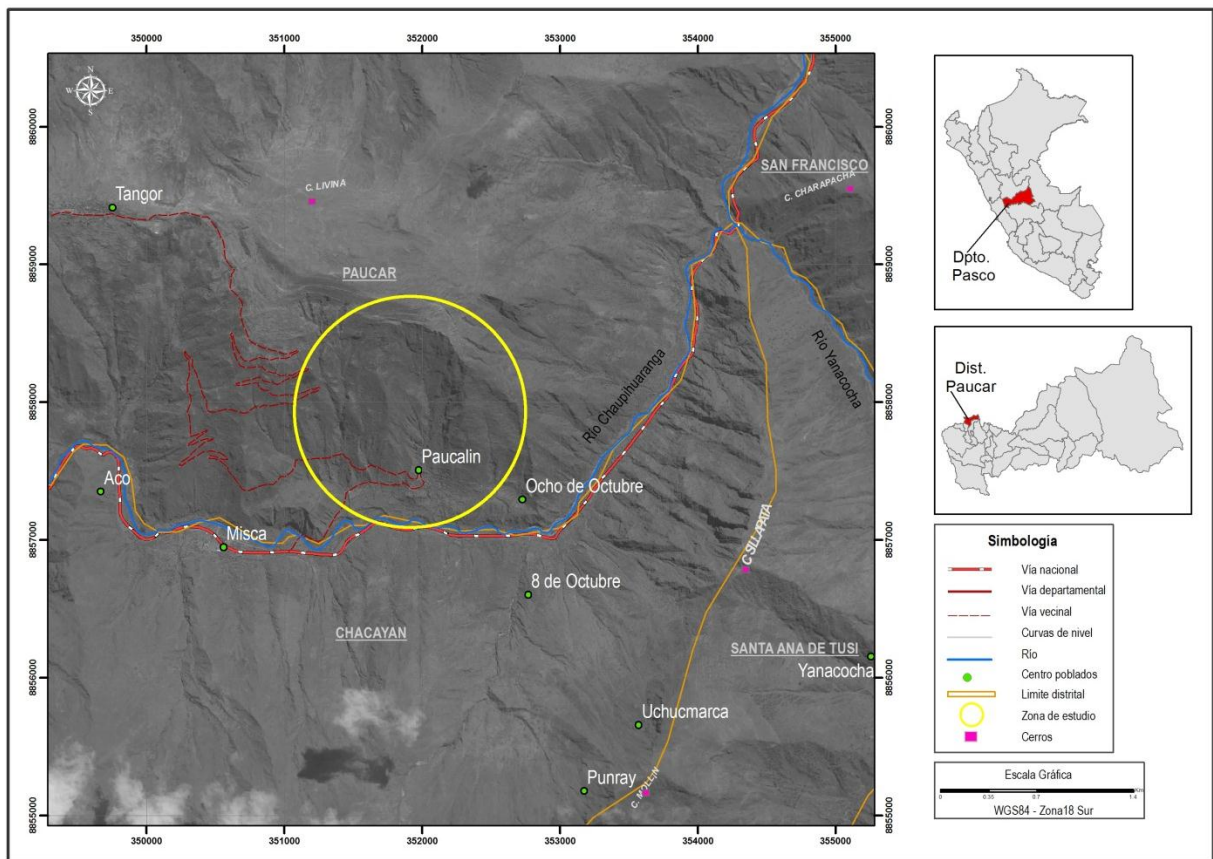


Figura. 1 Mapa de ubicación

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), en la zona estudiada la precipitación pluvial acumulada durante el periodo lluvioso normal (setiembre – mayo) es de 700 mm y para el período de precipitación acumulada en el evento del fenómeno “El Niño” 1997/1998, estuvo entre 600 y 800 mm. El mapa de clasificación climática del Perú (SENAMHI, 1988), para altitudes comprendidas entre los 3500 a 2500 m.s.n.m. (altitudes entre las que se encuentra la zona de estudio), se presenta los siguientes climas:

C(o,i,)B'3H3: Zona de clima lluvioso, semifrío, con deficiencia de lluvia en otoño, e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda; corresponde este clima al valle del río Chaupihuaranga.

Objetivo

El objetivo principal del presente informe técnico es identificar y tipificar los peligros geológicos por movimientos en masa y peligros geohidrológicos, que se encuentran en las inmediaciones del Caserío Paucalin; 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 desastres asociados a los peligros identificados.

2. ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS

El área del presente estudio, se extiende sobre las estribaciones orientales de la Cordillera de los Andes. La altura promedio corresponde a los 3,000 m.s.n.m La morfología comprende una secuencia de montañas y colinas de formas suaves y pendientes que pueden superar los 45°, marcada por innumerables quebradas y extensos valles en donde se desarrolla una diversidad biológica.

3. ASPECTOS GEOLOGICOS

Las características geológicas locales en la zona resaltan la presencia de secuencias asignadas al Grupo Ambo del Carbonífero Inferior (323 – 359 ma). No se pudo encontrar las relaciones estratigráficas de su tope y base, solo se realizó un reconocimiento general de los diversos afloramientos observados durante el estudio. Partiendo del poblado de Paucalin se tiene areniscas masivas de tonos oscuros con plegamiento amplios (foto 3), que se intercalan progresivamente con lutitas pizarrosas. Hacia la parte media del cerro Livina, las secuencias se encuentran plegadas, predominan las lutitas pizarrosas con intercalaciones de arenisca oscuras en estratos medianos a delgados (foto 4), en estas secuencias, se encontró una variedad de restos de plantas fósiles (foto 5), hacia la parte superior del cerro Livina, predominan las lutitas pizarrosas con un mayor grado de plegamiento y es en este sector donde se observan una gran cantidad de erosión en cárcavas (foto 6).



Foto 3 Grupo Ambo, estratos de areniscas

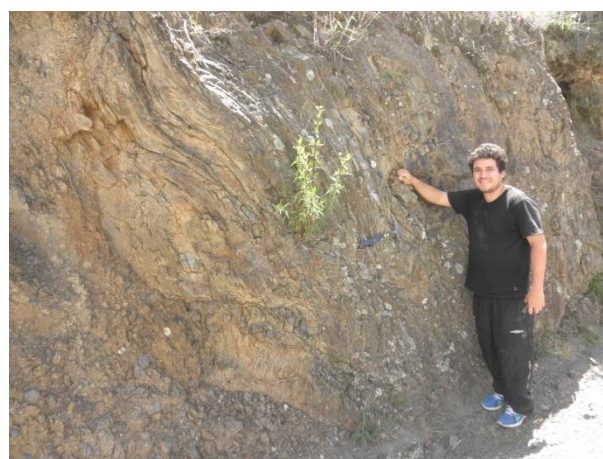


Foto 4 Parte media del cerro Livina



Foto 5 Fauna fósil del tipo planta



Foto 6 Erosión tipo Cárcava

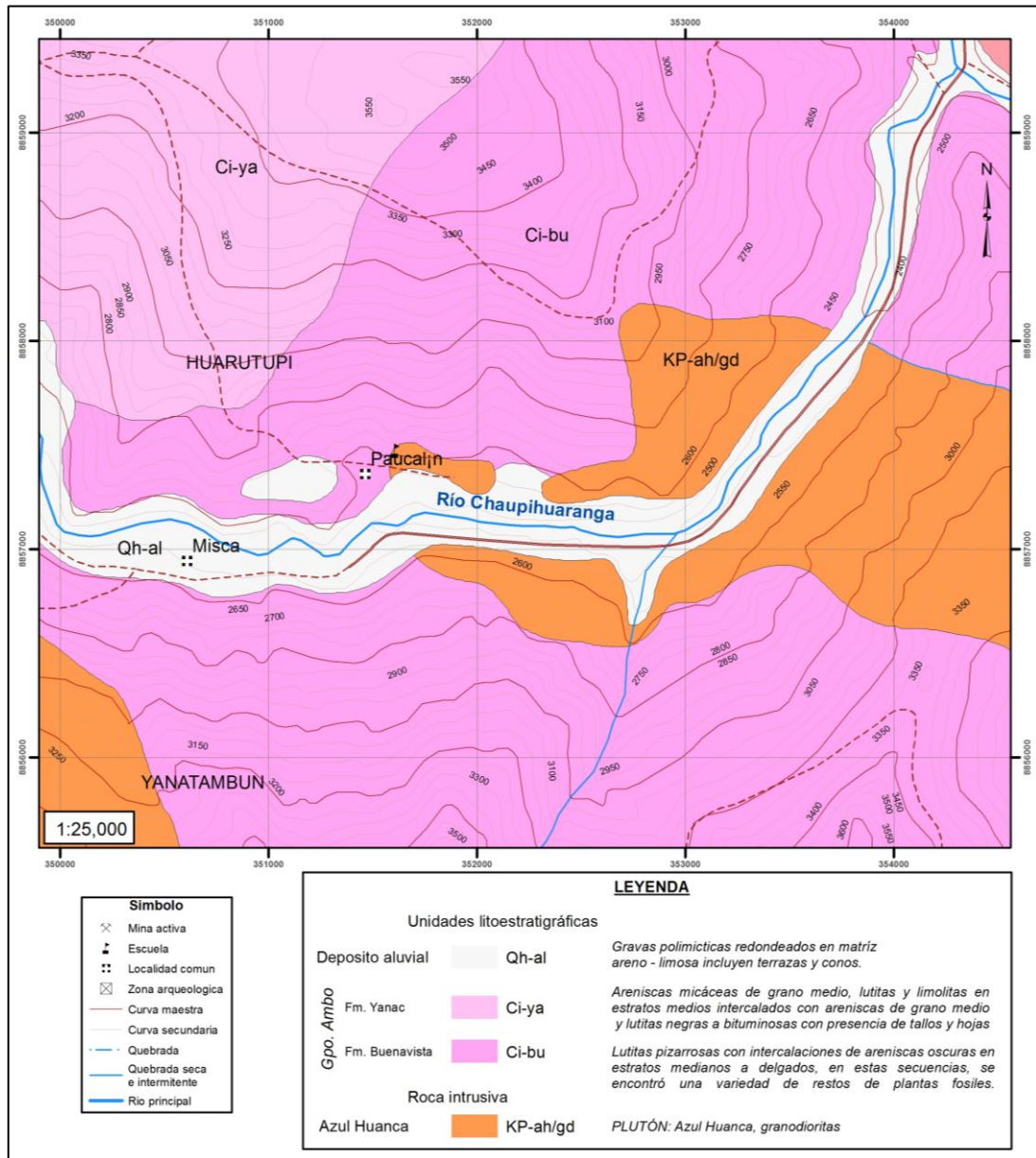


Figura 2 Mapa Geológico de la zona de estudio y alrededores

4. 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” de estos eventos las precipitaciones pluviales extraordinarias a excepcionales que caen en la zona o también los movimientos sísmicos.

A continuación se presenta una breve descripción de los movimientos en masa identificados en los alrededores del Caserío Paucalin, para poder tener una visión más clara de lo que viene ocurriendo.

4.1 DESLIZAMIENTO

Es un movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. (Varnes 1978). Se clasifica los deslizamientos, 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.

Deslizamiento traslacional

Los depósitos consolidados o inconsolidados se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca o substrato rocoso y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden y Varnes, 1996). En un macizo rocoso, este mecanismo de falla ocurre cuando una discontinuidad geológica tiene una dirección aproximadamente paralela a la de la cara del talud y buza hacia ésta con un ángulo mayor que el ángulo de fricción (Hoek y Bray, 1981).

En los casos en que la traslación se realiza a través de un solo plano se denomina deslizamiento planar (Hoek y Bray, 1981) (figura 3). El deslizamiento en cuña (wedge slide), es un tipo de movimiento en el cual el cuerpo del deslizamiento está delimitado por dos planos de discontinuidad que se intersectan entre si e intersectan la cara de la ladera o talud, por lo que el cuerpo se desplaza bien siguiendo la dirección de la línea de intersección de ambos planos, o el buzamiento de uno de ellos.

La velocidad de los deslizamientos puede variar desde rápida a extremadamente rápida.

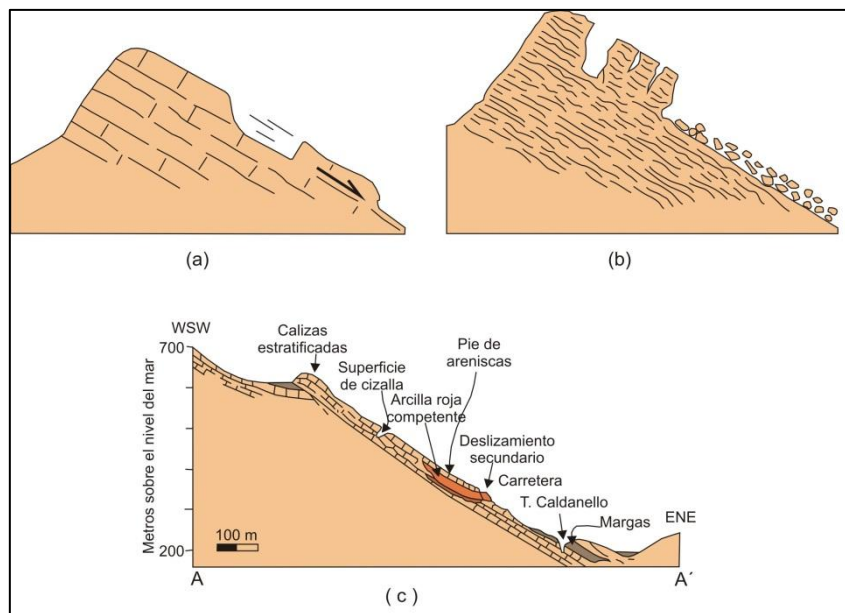


Figura 3. (a) y (b) Esquema de un deslizamiento traslacional, llamado resbalamiento y corrimiento según Corominas y Yagué (1997); (c) Esquema de deslizamiento traslacional de roca en Cerchiaria di Calambria, sur de Italia (la disgregación de material no puede observarse debido a la escala de la figura). Según Antronico *et al.*, (1993) en Dikau *et al.*, (1996)

Deslizamiento Paucalin

El deslizamiento que se generó en los alrededores del caserío Paucalin se ubica en el flanco este del cerro Livina, en la margen izquierda de la quebrada Tararagra. Tiene un origen estructural, controlado en su fase inicial principal por un sistema de deslizamiento traslacional, desarrollando entre los planos de estratificación de las lutitas pizarrosas asignadas al Grupo Ambo (foto 1). Tal situación puede ocurrir porque los estratos están conformados por arcillas metamorizadas con textura foliada (foto 2), que pueden dividir el afloramiento en una serie de unidades individuales, que actúan independientemente una respecto de la otra. Durante las épocas de precipitaciones pluviales, se originan infiltraciones de aguas superficiales que llegan hasta la superficie del estrato inferior, dada la baja permeabilidad de esta roca de grano fino, la película de agua actúa como lubricante entre ambos materiales, facilitando el deslizamiento o

“resbalamiento” del estrato suprayacente, cuando la estratificación se encuentra buzando a favor de la pendiente de la ladera (foto 1).

Este proceso de deslizamiento traslacional, deja una separación entre los estratos del que se desliza y el que queda estable, siendo aprovechado por el agua para comenzar un proceso de erosión lineal, que es facilitado por la composición litológica de la roca, originando una erosión lineal que llega a evolucionar al tipo cárcava. Este tipo de erosión lineal al aumentar su profundidad condiciona la generación de derrumbes hacia sus márgenes, incrementando sus dimensiones en forma considerable, originando el deslizamiento visto en la zona del estudio. Hacia las partes superiores crea una erosión del tipo cuña que desestabiliza la corona, desarrollando un proceso retrogresivo¹ aguas arriba (foto 2), que seguirá evolucionando o avanzando hasta encontrar su perfil de equilibrio.

El evento en formación presenta una zona de arranque irregular, con un cuerpo alargado, cuyas dimensiones son:



Foto 1. Deslizamiento en Paucalin



Foto 2. Parte superior del deslizamiento

- Ancho de escarpa de los deslizamientos: 100 m. ver figura 5
- Forma de la superficie de rotura: planar. foto 1
- Salto principal: 2m.
- Saltos secundarios: 1.5m
- Diferencia de altura entre la corona y el pie de los deslizamientos: a=45 m
- Longitud horizontal corona al pie de los deslizamientos: 80m.
- Dirección (azimut) de los movimiento: Norte 236°
- Área de los deslizamientos de tipo traslacional: 5,572 m²

¹ **RETROGRESIVO.** (retrogresive) sin: remontante (Col), retrogradante (Arg, Ch). Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de la fallase extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado (Cruden y Varnes, 1996)

- No hay presencia de fracturas abiertas localizadas dentro del cuerpo de los deslizamientos.
- Velocidad del deslizamiento: lento
- Agrietamiento retrogresivo de longitud 160 m. aproximadamente; abertura hasta 0.40m.; salto entre 0.10 a 1 m.

Causas

Factores de sitio:

- Configuración geomorfológica del área (montaña sedimentaria), disectada por una profunda quebrada.
- Pendiente promedio de ladera de montaña entre los 40 a 60°
- Características litológicas-estructurales del área, las secuencias se encuentran plegadas, predominan lutitas pizarrosas con intercalaciones de areniscas oscuras en estratos medianos a delgados con planos de estratificación favorable en relación a la inclinación principal de la ladera.
- Cobertura vegetal de tipo pastizal y matorrales, que ofrecen poca protección y fijación al suelo y la roca.
- Presenta grietas por encima de la corona principal, indicando un avance retrogresivo foto 4 así como su característica de activo a latente

Del entorno geográfico:

- Precipitaciones pluviales intensas, que saturan los terrenos y los desestabilizan, también forman escorrentía superficial que erosiona las laderas a manera de surcos y cárcavas.

Actividad antrópica:

- Ocupación inadecuada del terreno (áreas vulnerables).
- Deforestación y sobre pastoreo de laderas

Daños

- Se han generado daños a terrenos de pastoreo.



Foto 3. Vista tomada con dirección este, se observa la escarpa principal de la zona deslizada.



Foto 4. Vista tomada con dirección sur, se observa grieta retrogresiva de abertura 0.10m y una dirección de movimiento norte 238°

4.2 FLUJO

Es un tipo de movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978). Se tienen los siguientes tipos según Varnes (1978), Hungr *et al.* (2001), Hungr (2005):

Flujo de detritos (Huaicos)

Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (Índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos (o avalanchas de detritos localizados) en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos (figura 4.). Sus depósitos tienen rasgos característicos como albardones o diques longitudinales, canales en forma de “u”, trenes de bloques rocosos y grandes bloques

individuales. Los flujos de detritos desarrollan pulsos usualmente con acumulación de bloques en el frente de onda. Como resultado del desarrollo de pulsos, los caudales pico de los flujos de detritos pueden exceder en varios niveles de magnitud a los caudales pico de inundaciones grandes. Esta característica hace que los flujos de detritos tengan un alto potencial destructivo sobre los terrenos o sectores que atraviesan.

La mayoría de los flujos de detritos alcanzan velocidades en el rango de movimiento extremadamente rápido, y por naturaleza son capaces de producir la muerte de personas (Hunggr, 2005).

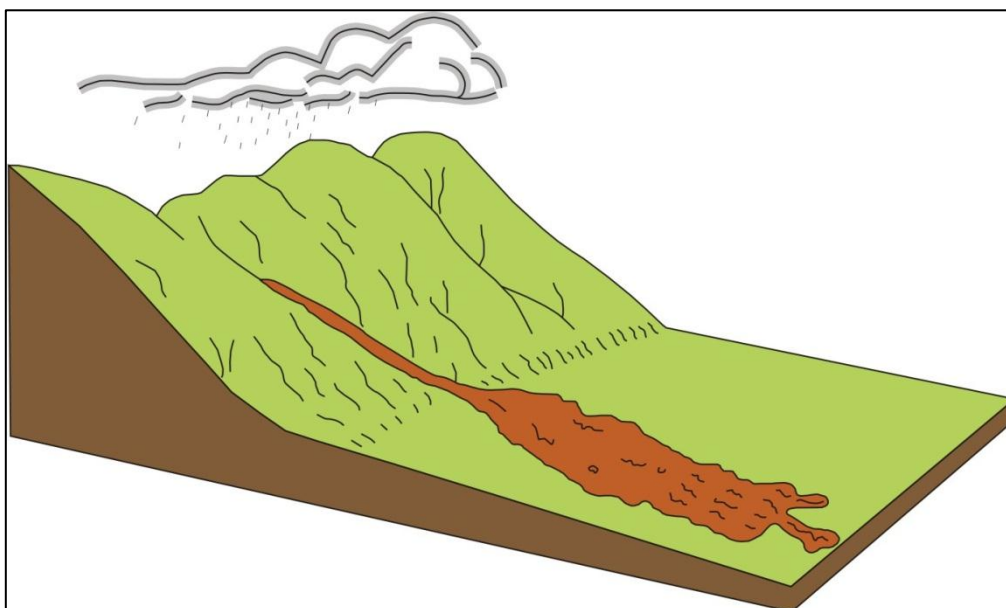


Figura 4. Esquema de flujos canalizado, según Cruden y Varnes (1996).

Flujo de detritos o huaico asociado al deslizamiento Paucalin

En el sector Paucalin se presenta un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados recorriendo una distancia de 980m., no plásticos (índice de plasticidad menor al 5 %), material detrítico saturado con clastos hasta de 0.20m (foto 5), que transcurre a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inicia en el deslizamiento traslacional en la cabecera de la quebrada descrito en las páginas anteriores, y/o por la inestabilidad de segmento del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanico de detritos (foto 6).

Este flujo de detritos se produce por las siguientes causas o condicionantes:

Causas

Factores de sitio:

- Configuración geomorfológica del área (montañas sedimentarias), disectadas por profundas quebradas.
- Pendiente promedio de la ladera de la montaña entre los 40° y 60°.
- Presencia de un substrato considerado de mala calidad: características litológicas del área (afloramiento de roca de diferente competencia, conformado por secuencias de la Grupo Ambo; se tienen intercalaciones de areniscas masivas de tono gris oscuro con plegamiento amplio, que empieza a intercalarse paulatinamente por lutitas pizarrosas.
- Los planos de estratificación de las rocas sedimentarias que se inclinan a favor de la pendiente de la ladera.
- Cobertura vegetal de tipo pastizal y matorrales dispersos, que ofrecen poca protección al suelo y la roca.
- Las características anteriores favorecen la evolución de un deslizamiento traslacional que puede desencadenar en un flujo de detritos aguas abajo al alcanzar el cauce principal de la quebrada Tararagra.

Del entorno geográfico:

- Precipitaciones pluviales intensas, que saturan los terrenos y los desestabilizan, también forman escorrentía superficial que erosiona las laderas.

Actividad antrópica:

- Deforestación o sobrepastoreo de laderas

Daños

- Se han generado daños a terrenos de cultivo durante el evento sucedido el año 2014.



Foto 5 Vista de la quebrada Tararagra, donde se observa el material detrítico dejado por el flujo ocurrido en el año 2014



Foto 6. Vista toma con dirección sur, se observa depósito de flujo antiguo (D-1), donde se encuentra asentado el Caserío de Paucalin; depósito de flujo reciente (D-2) y flujo ocurrido el año 2014 inicia (D-3)

Avalancha de detritos

Flujo no canalizado de detritos saturados o parcialmente saturados, poco profundos, muy rápidos a extremadamente rápidos. Estos movimientos comienzan como un deslizamiento superficial de una masa de detritos que al desplazarse sufre una considerable distorsión interna y toma la condición de flujo. Relacionado con la ausencia de canalización de estos movimientos, está el hecho de que presentan un menor grado de saturación que los flujos de detritos, y que no tienen un ordenamiento de la granulometría del material en sentido longitudinal, ni tampoco un frente de material grueso en la zona distal (Hungar *et al.*, 2001).

Las avalanchas, a diferencia de los deslizamientos, presentan un desarrollo más rápido de la rotura. Según el contenido de agua o por efecto de la pendiente, la totalidad de la masa puede licuarse, al menos en parte, fluir y depositarse mucho más allá del pie de la ladera (Varnes, 1978). Las avalanchas de detritos son morfológicamente similares a las avalanchas de rocas.

En la zona de estudio se observa que la zona de arranque de la avalancha se da en la cabecera de la quebrada Tararagra, generando varios eventos en distintos periodos, estos a la vez generan flujo de detritos e incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender por una pendiente pronunciada y depositar en su parte terminal o abanico de detritos al perder pendiente y velocidad.

Paucalin se encuentra asentado sobre el depósito del evento más antiguo, la cabeza del depósito tiene una altura aproximada de 80m con bloques que alcanzan hasta 0.25m (foto 7). Con el tiempo ha sido erosionado.

Causas

Factores de sitio:

- Configuración geomorfológica del área (montañas sedimentarias), disectadas por profunda quebrada.
- Pendiente promedio de la ladera de la montaña entre los 40° y 60°.
- Presencia de un substrato considerado de mala calidad: características litológicas del área (afloramiento de roca de diferente competencia, conformado por secuencias de la Grupo Ambo; se tienen intercalaciones de areniscas masivas de

tono gris oscuro con plegamiento amplio, que empieza a intercalarse paulatinamente por lutitas pizarrosas.

- Los planos de estratificación de las rocas sedimentarias que se inclinan a favor de la pendiente de la ladera.
- Cobertura vegetal de tipo pastizal y matorrales dispersos, que ofrecen poca protección al suelo y la roca.

Del entorno geográfico:

- Precipitaciones pluviales intensas, que saturan los terrenos y los desestabilizan, también forman escorrentía superficial que erosiona las laderas.

Actividad antrópica:

- Deforestación o sobrepastoreo de laderas

Daños

No se tiene registro daños generados por las avalanchas ocurridas.



Foto 7 Vista tomada con dirección oeste de la cabeza del abanico donde se observa los clastos que alcanzan hasta 0.25m. En general se aprecia un depósito, soportado por clastos con mayor cantidad de bloques en la parte inferior así como un depósito con menor porcentaje de bloques en la parte superior. Esto podría representar uno o más pulsos de flujo o flujos diferentes en distinto tiempo.

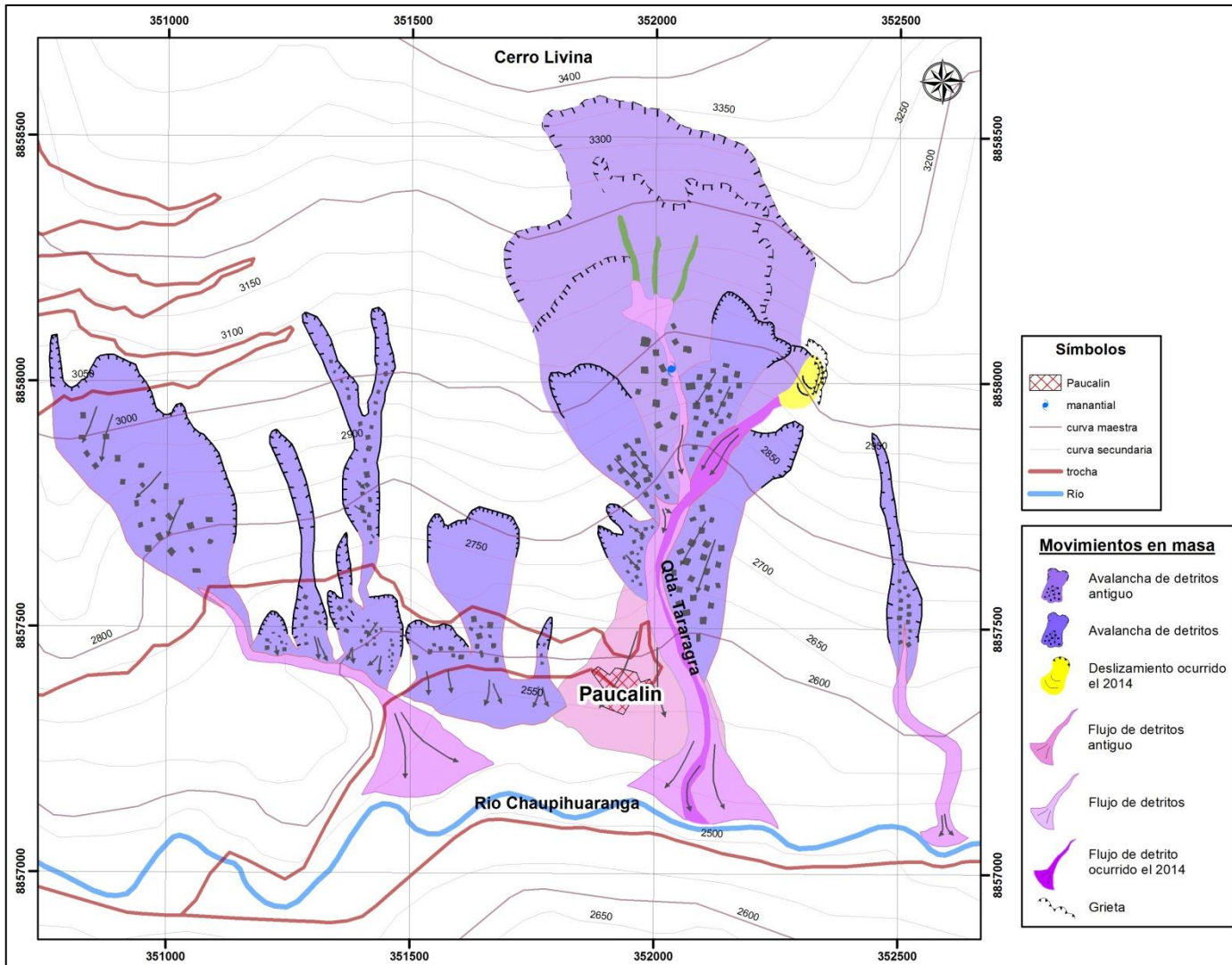


Figura 5 Mapa de peligros en los alrededores de Caserío Paucalin

5. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS

5.1 Construir un sistema de drenaje para reducir la infiltración aguas subterráneas y pluviales

Realizar canales de coronación o derivación de aguas revestidos (ver figura 6), para impedir la filtración de aguas pluviales hacia el cuerpo del deslizamiento, específicamente encima de la zona reactivada y derivarlas hacia un sistema canalizado.

5.2 Medidas correctivas para erosión de laderas y flujos

Realizar un control en los procesos de erosión de laderas y flujos de detritos (huaicos), mediante la construcción de muros de retención de detritos. figuras 7, 8 y 9 Realizar limpieza del cauce en la quebrada Tararagra después del periodo lluvioso. Forestación para el control y disminución de la erosión.

5.3 Construir presas o diques de contención

A lo largo del cauce de la quebrada, se deben construir presas de contención figura 10 son presas pequeñas de almacenamiento de sedimentos, con la finalidad de estabilizar y disminuir la carga de material de los posibles flujos que se puedan generar, deberá determinarse la ubicación adecuada de estas, pudiendo aprovecharse su construcción en las márgenes inestables cumpliendo doble función.

5.4 Monitoreo permanente en la zona durante el periodo lluvioso

La superficie ubicada por encima de la corona del deslizamiento Paucalin debe ser monitoreada permanentemente con equipos de estación total.

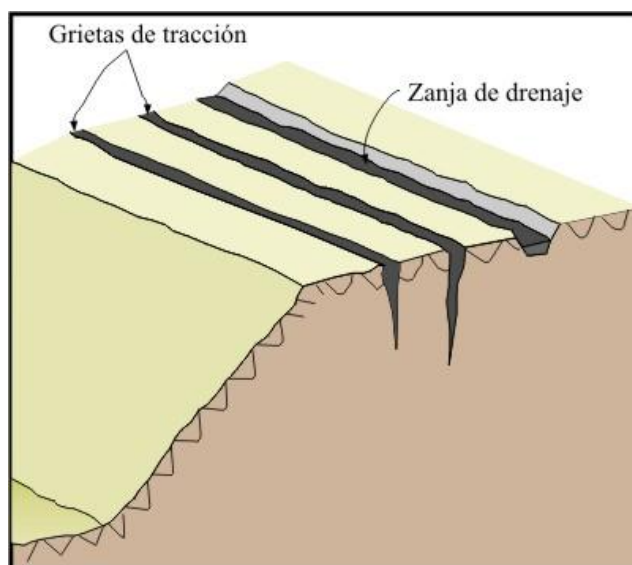


Figura 6 Canales de coronación

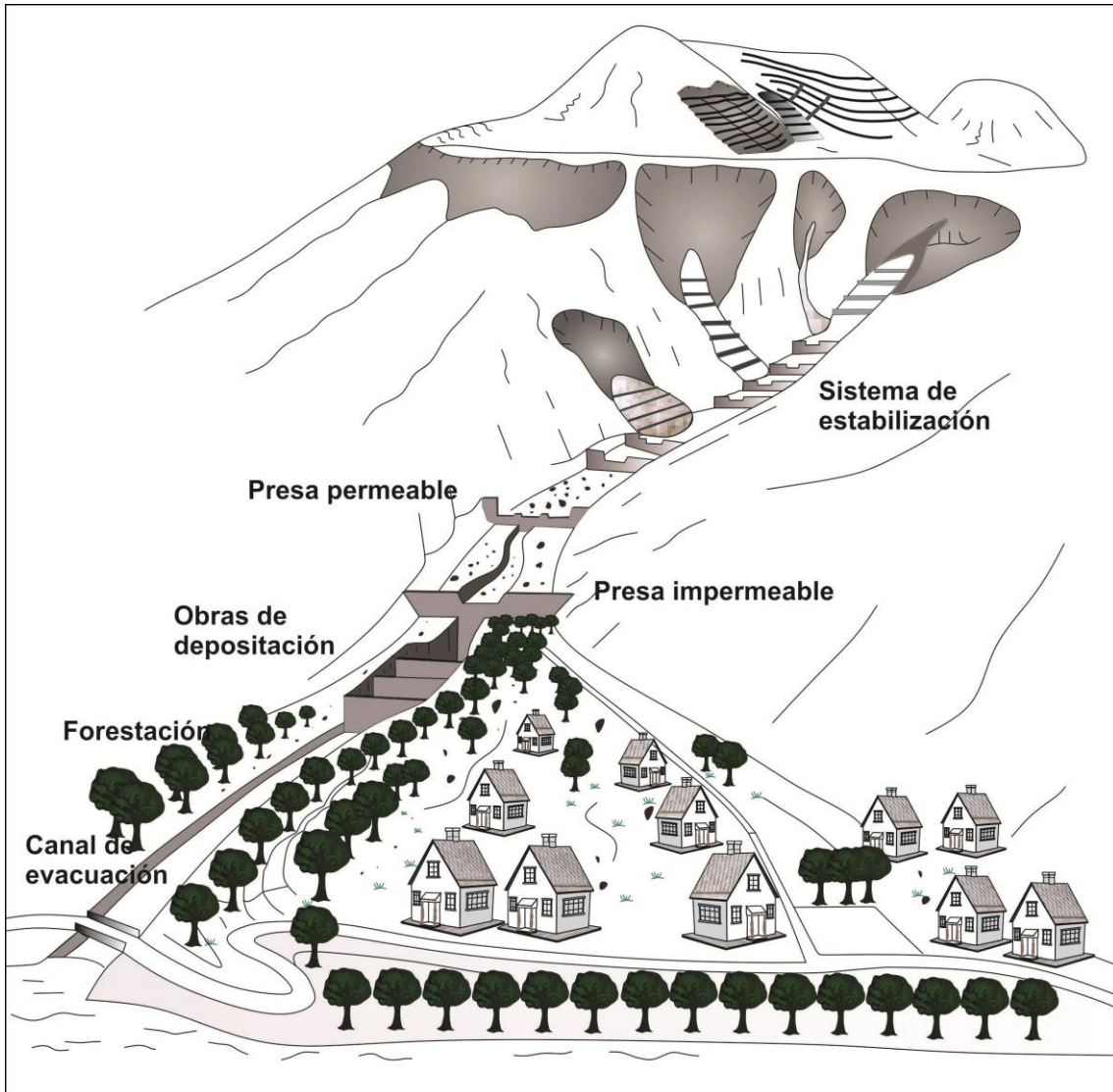


Figura 7. Combinación de distintas soluciones que pueden utilizarse contra flujo de detritos (Seminara y Tubino, 1992).

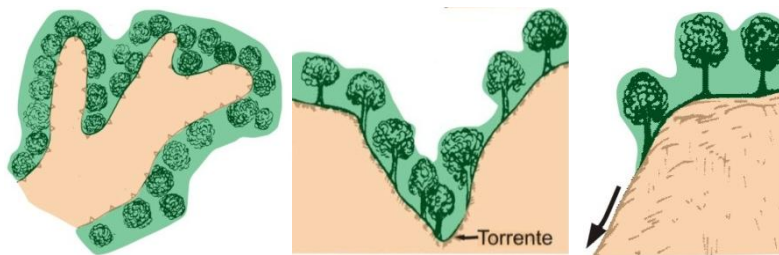


Figura 8 Obras de forestación en zonas de cárcavamiento.

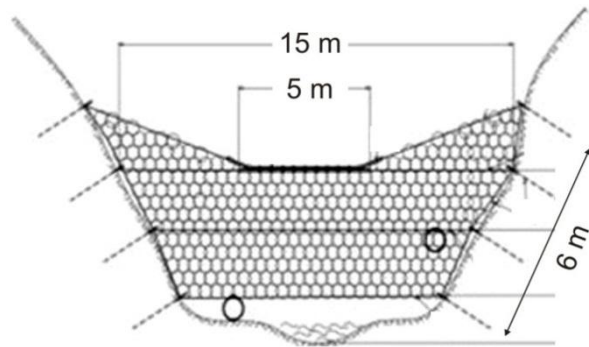


Figura 9. Malla de retención de detrito

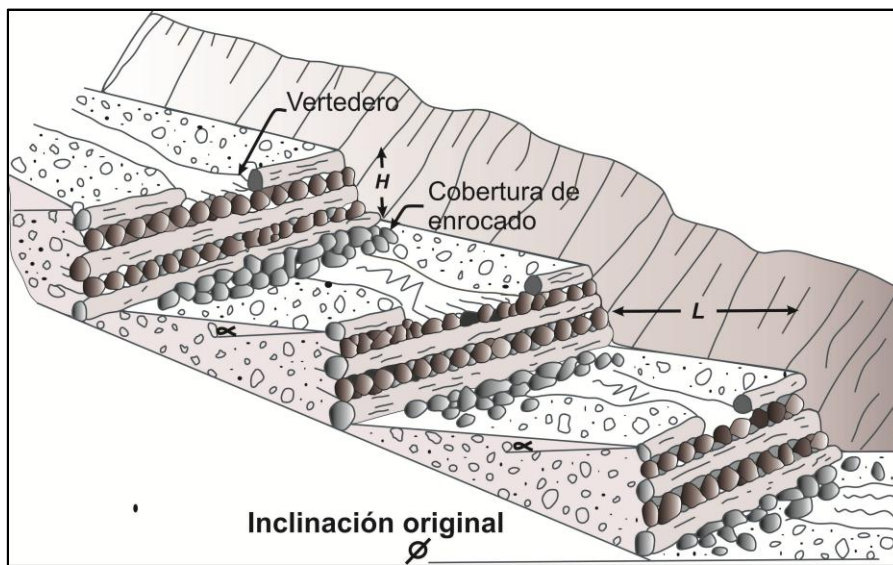


Figura 10. Esquema de una presa de contención con muro de armazón. (Esquema tomado del Manual de derrumbes de la USGS-2008).

CONCLUSIONES

1. El sector morfológicamente comprende montañas sedimentarias, con laderas disectadas y pendientes fuerte, marcados por profundos valles aluviales o quebradas.
2. La estratigrafía local en los alrededores de Caserío Paucalin, presenta secuencias sedimentarias asignadas al Grupo Ambo cuyas características principales los diversos afloramientos, son areniscas masivas de tonos oscuros con plegamiento amplios, que se intercalan en la parte superior con lutitas pizarrosas. Presentan un grado de metamorfismo y textura foliada.
3. La zona de estudio es susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa (avalancha de detritos, deslizamiento y flujo de detritos), presenta substrato de mala calidad (muy meteorizado), pendiente de terreno fuerte, estratificación a favor de la pendiente y de regular cobertura vegetal.
4. El detonante principal es la presencia de lluvias intensas en el periodo lluvioso. El sector presento precipitaciones pluviales intensas, que saturaron los terrenos, provocando la desestabilización de las laderas: así como también formando escorrentía superficial que erosionan las laderas.
5. Paucalin se encuentra asentado sobre un depósito de avalancha antiguo donde la cabeza del abanico alcanzar hasta 80m. de altura.
6. El fenómeno ocurrido el año 2014 en la zona de estudio, correspondió a un deslizamiento traslacional seguido de un flujo de detritos, durante la época de lluvias intensas que originaron infiltraciones de aguas superficiales llegando hasta la superficie del estrato inferior dada la baja permeabilidad de esta roca de grano fino la película de agua actúa como lubricante entre ambos materiales facilitando el deslizamiento. Se encuentra afectando principalmente terrenos de cultivo.
7. Dado que las condiciones actuales, debido a la presencia de, grietas entre la corona del deslizamiento y abiertas paralelas en el cuerpo de la misma y su avance retrogresivo, así como la evidencia de eventos antiguos en la quebrada Tararagra, esta zona se considera como PELIGRO INMINENTE, principalmente con presencia de lluvias excepcionales.

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 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 informara 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 perdida de suelo y reducir la infiltración de agua en el suelo.
- 3 Construir un sistema de drenaje, como canal de coronación, para impedir la infiltración de aguas pluviales hacia el cuerpo del deslizamiento.
- 4 Se debe realizar limpieza y mantenimiento de los cauces, reforzar con la construcción de presas de contención
- 5 No permitir la construcción de viviendas dentro del área de influencia del flujo de detrito
- 6 Los trabajos deben ser dirigidos y ejecutado 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
- 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. & 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.
- Hungr, O. 2005. Rock avalanche occurrence, process and modelling. Keynote Paper, NATO Advanced Workshop on Massive Slope Failure, Celano, Italy. Kluwer NATO Science Series, In press.
- Corminas Dulcet, J., & Garcia Yanqué A., (1997), terminología de los movimientos de ladera, en Memorias, IV Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables, Granada, España, p. 1051-1072.
- Dikau, R., Brundsen, D., Schrott, L., y Ibsen, M. ed., (1996), Landslide recognition identification, movement and causes: Chichester, Wiley & Sons, 251 p.
- Seminara, G., & M. Tubino (1992), Weakly nonlinear theory of regular meanders, J. Fluid Mech., 244, 257 – 288