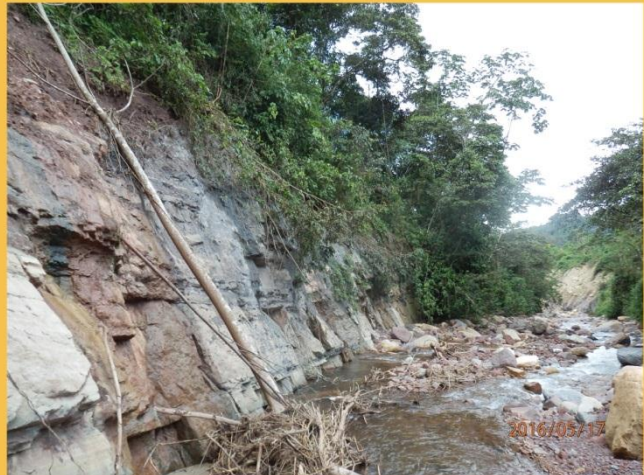


Informe Técnico N° A6721

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR VILLA OYÓN

Región Pasco
Provincia Oxapampa
Distrito Villa Rica
Paraje Villa Oyón



POR:

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

JULIO 2016

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS.....	3
3. ASPECTOS GEOLOGICOS	3
4. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	6
4.1 MOVIMIENTOS EN MASA:	6
4.2 PELIGROS GEOLOGICOS EN EL SECTOR VILLA OYÓN	9
5. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS.....	15
CONCLUSIONES.....	17
RECOMENDACIONES	18
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	19

“EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLOGICOS EN EL SECTOR VILLA OYÓN”

Distrito de Villa Rica – Provincia Oxapampa – Departamento Pasco

1. INTRODUCCIÓN.

El alcalde de la Municipalidad Distrital de Villa Rica, mediante Oficio N°001-2016/PDTE-PDDC/MDVR de fecha 03 de marzo del año 2016, se dirige al Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitando se realice un Estudio Técnico sobre peligros geológicos y estimación de riesgos en el sector de Villa Oyón.

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 efectuada, datos obtenidos en las observaciones de campo, versiones de los pobladores así como de información disponible de trabajos anteriores realizados por INGENMET 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 ubicado en la margen izquierda de la quebrada San Crispín a 1.6 Km., con dirección norte 38° del centro poblado Villa Oyón en el distrito de Villa Rica, provincia Oxapampa, departamento Pasco. Entre las coordenadas UTM (WGS 84 – Zona 18S):

Longitud: 471 441

Latitud: 8 820 018

Cota: 1910 msnm.

El acceso a la zona de estudio:

Tramo		Kms.	Tipo de vía	Duración (h)
Lima	Villa Rica	365	Asfaltada	9:00
Villa Rica	Villa Oyón	8	Sin Afirmar	0:20

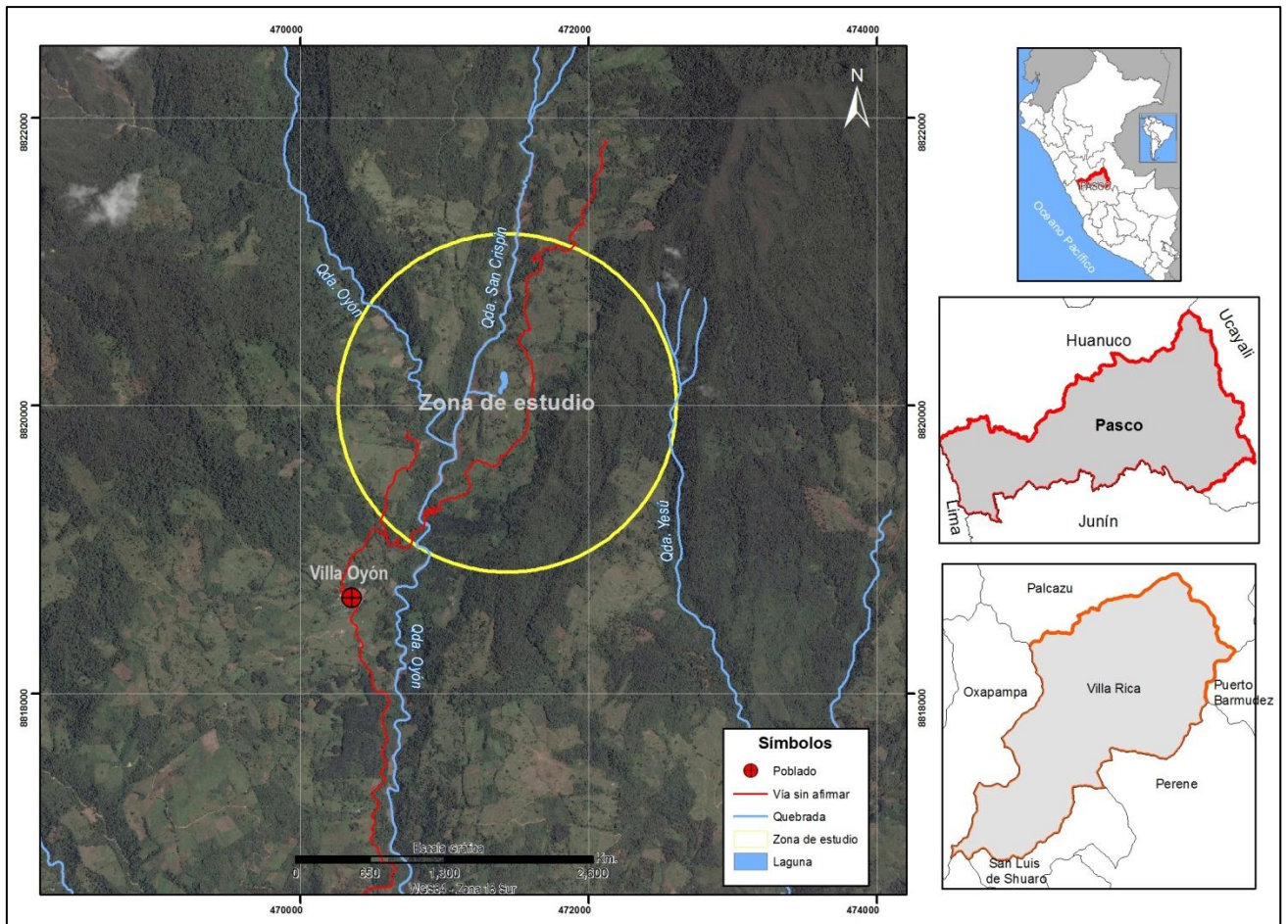


Figura. 1 Mapa de ubicación

El clima en la zona de estudio es templado, propia de la Selva Alta, húmedo y semicálido, en la estación invernal eventualmente seco. El promedio anual de la precipitación pluvial es 1,529 mm., con temperatura media anual de 17.7°C. La humedad relativa en promedio para la zona es de 89%.

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 sector Villa Rica; 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.

2. ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS

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 superar los 45°, 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 puede apreciar claramente secuencia de colinas sedimentarias disectadas formando valles aluviales.

3. ASPECTOS GEOLOGICOS

La zona corresponde secuencias que varían desde el cretácico superior al paleógeno.

Formación Chonta: Corresponde la parte basal de la columna estratigráfica observada en la zona del estudio. Presenta una tendencia a manera de franja con orientación noreste-suroeste.



Foto 1 Fm. Chonta, quebrada Oyón



Foto 2 Secuencia calcárea con lumaquelas

Afloran al oeste de la localidad de Villa Rica y en las partes altas de las quebradas Canal de Piedra y Oyón. En los diversos cortes observados consiste predominantemente de dos secuencias, la inferior predominan las calizas gris azulinas micríticas en estratificación mediana a delgada, mientras que hacia su tope consiste en secuencias pelíticas calcáreas de tonos azulinos en estratos delgados hasta laminados (foto 1), en algunos sectores se observó la presencia de lumaquelas (foto 2). Su contacto inferior no se pudo apreciar, mientras el contacto superior es concordante con la Formación Vivian (foto 3).

Formación Vivian: Corresponde el estrato guía que se utilizó para poder realizar el cartografiado geológico local. Los afloramientos observados se localizan al oeste de la localidad de Villa Rica y hacia la parte media superior de las quebradas Canal de Piedra y Oyón. Comprenden afloramientos de areniscas cuarzosas de grano fino (foto 4) bien seleccionadas, se presenta hacia su base en estratos delgados con ligera matriz arcillosa y algo calcárea, y hacia su parte superior en estratos medianos. Su contacto inferior es con la Formación Chonta (foto 3), no se pudo observar el cambio litológico con el Grupo Huayabamba.



Foto 3 Contacto Fm. Chonta vs Fm. Vivian

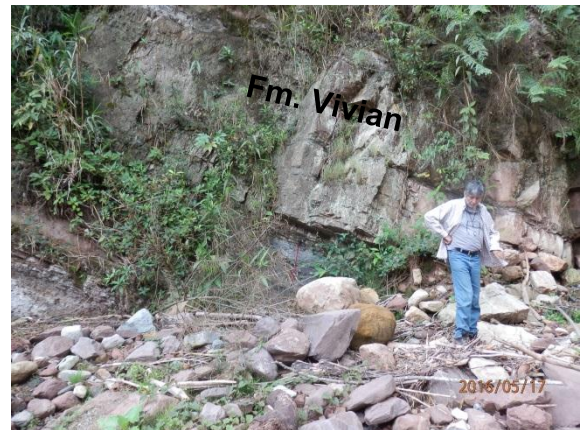


Foto 4 Formación Vivian

Grupo Huayabamba: Corresponde secuencias de capas rojas, conformado por una litología dominada por lodolitas en estratos medianos a gruesos, con intercalaciones de limolitas y areniscas. Se distribuye ampliamente en la zona del estudio, estando cortado por las quebradas Canal de Piedra y Oyón (fotos 5 y 6). Las principales geoformas se manifiestan como una cadena montañosa moderadamente accidentada con crestas redondeadas, flancos disectados y en los cortes de ríos y quebradas presentan formas escarpadas. No se pudo observar sus relaciones estratigráficas de tope y base.



Foto 5 Parte baja de la quebrada Oyón
Se observa el Farallón



Foto 6 Noreste de la localidad de Oyón
Se observa derrumbes

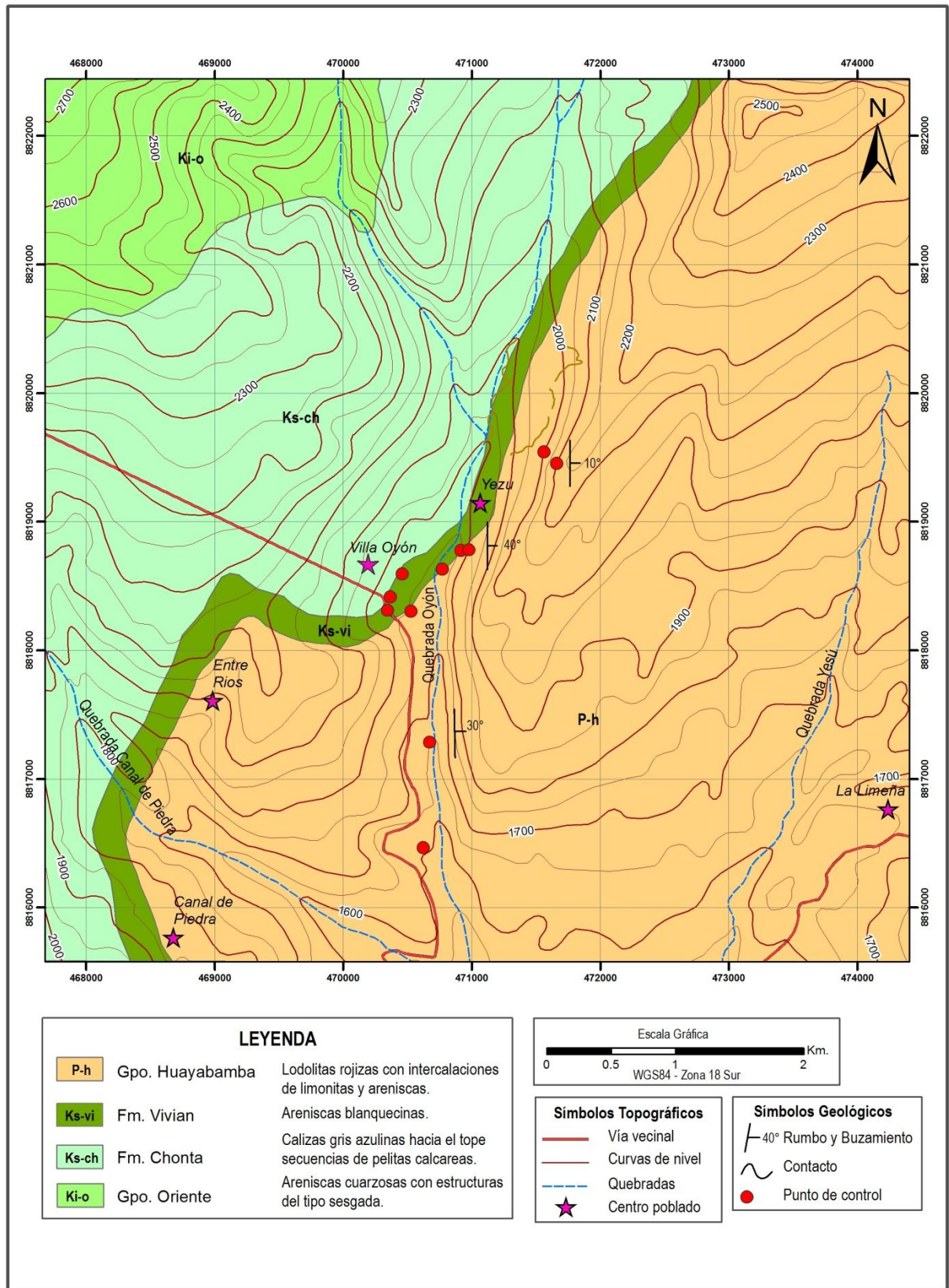


Figura 2. Mapa geológico de la zona de estudio y alrededores

4. PELIGROS GEOLÓGICOS.

Para poder entender el mecanismo del evento es importante conocer la teoría de los peligros geológicos entre ellos los movimientos en masa.

4.1 MOVIMIENTOS EN MASA:

El término movimiento en masa, incluye todos desplazamientos debajo de una masa rocosa, de detrito o de tierra por efectos de la gravedad (Cruden, 1991).

Los movimientos en masa, materia del informe son:

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), 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, deslizamiento en cuña

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 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.

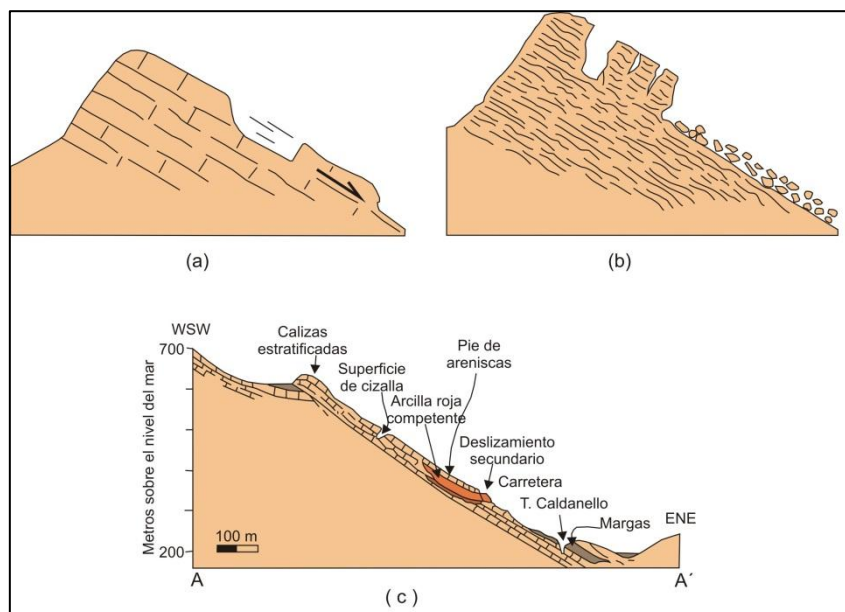


Figura 3. (a) y (b) Esquema de un deslizamiento traslacional, llamado resbalamiento y corrimiento según Corominas y Yagué (1997); (c) Esquema de deslizamiento traslacional de roca en Cerchiarra di Calambria, sur de Italia. Según Antronico et al., (1993)

Deslizamiento rotacional (Rotacional slide, Slump)

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 eskarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el eskarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto-deslizante, y éste ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas (Figura 6).

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

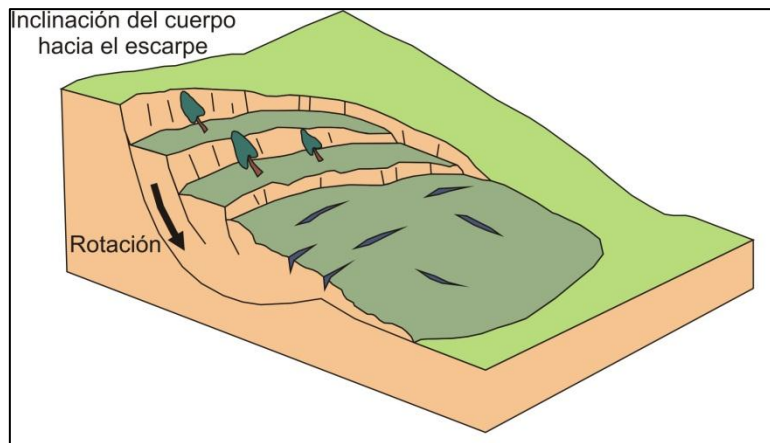


Figura 4. Esquema de un deslizamiento rotacional mostrando los rasgos morfológicos característicos

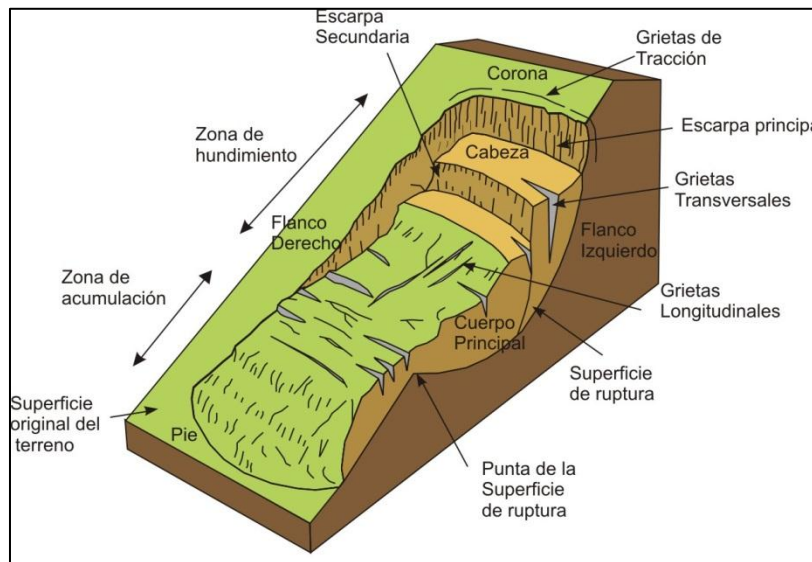


Figura 5. Diagrama de bloque de un deslizamiento

Propagación Lateral

La propagación o expansión lateral es un tipo de movimiento en masa cuyo desplazamiento ocurre predominantemente por deformación interna (expansión) del material. La mayoría de los deslizamientos y los flujos involucran algún grado de expansión. Las propagaciones laterales pueden considerarse como la etapa final en una serie de movimientos donde la deformación interna predomina decididamente sobre otros mecanismos de desplazamiento como los que imperan en el deslizamiento o el flujo. (Figura 7).

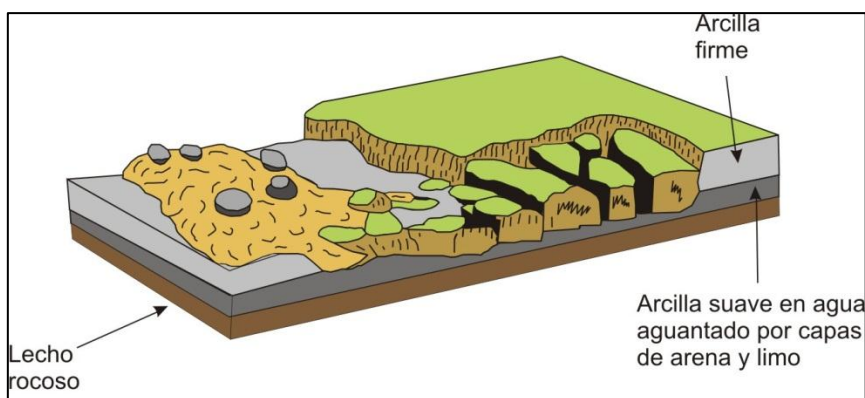


Figura 6. Esquema de una extensión lateral. Una capa licuable esta debajo de la capa superficial

4.2 PELIGROS GEOLOGICOS EN EL SECTOR VILLA OYÓN

Los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en la zona de estudio, corresponden a deslizamiento de tipo rotacional y traslacional, derrumbes, flujo de detritos y dentro de otros peligros geológicos se observa erosión de ladera. (Figura 7)

Deslizamiento traslacional.

En la quebrada Oyón a la margen derecha se identificó por medio de la interpretación de imágenes satelitales y corroborado en campo, la presencia de deslizamientos de tipo traslacional en formación, el evento se desarrolla en una ladera de pendiente media, y se manifiesta como irregulares en el terreno (foto 7).

Los deslizamientos de tipo traslacional comprometen rocas limoarcillitas calcáreas que corresponde a una de las secuencias ubicada al tope de la Formación Chonta, considerada como rocas de calidad geotécnica media a baja.

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

- Ancho de escarpa de los deslizamientos: a= 422 m.; b= 538 m.; c= 250 m. y d= 350 m. ver figura 7
- Forma de la superficie de rotura: planar. Foto 7
- Salto principal: no presenta
- Saltos secundarios: no presenta
- Diferencia de altura de la corona al pie de los deslizamientos: a=80 m.; b=49 m.; c=111 m. y d=338 m.
- Longitud horizontal corona al pie de los deslizamientos: a=247 m.; b=285 m.; c=384 m. y d= 941m.
- Dirección (azimut) de los movimiento: a; b; c norte 126° y d Norte 115°
- Área de los deslizamientos de tipo traslacional: a= 152 687 m²; b= 207 935 m²; c=106 325 m² y d= 261 321 m²
- No hay presencia de fracturas abiertas localizadas dentro del cuerpo de los deslizamientos.

Causas

Factores de sitio:

- Configuración geomorfológica del área (montañas sedimentarias), disectadas por profundas quebradas.
- Pendiente promedio de la ladera de la montaña entre los 30° y 40°.
- Características litológicas del área, consiste predominantemente de dos secuencias, la inferior predominan las calizas micríticas en estratificación mediana a delgada, mientras que al tope consiste en secuencias pelíticas calcáreas en estratos delgados. Se considera a esta secuencia como una roca de calidad media a mala, fracturada; la calidad de la roca se ve reducida por la presencia de limoarcillitas calcáreas.
- Los planos de estratificación de las rocas sedimentarias que se inclinan en favor de la ladera.
- Presencia de familias de discontinuidades.
- Cobertura vegetal de tipo pastizal y matorrales, 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 a manera de surcos y cárcavas.
- surgencia de agua con carácter permanente, formando pequeña laguna (foto 8)

Actividad antrópica:

- Ocupación inadecuada del terreno (áreas vulnerables).
- Mal sistema de riego, uso inadecuado de aguas de escorrentía

Daños

- Se han generado daños a terrenos de cultivo.



Foto 7. Vista tomada a la margen derecha de la quebrada Oyón, se observa el plano de desplazamiento de la cobertura detrítica y vegetal sobre las calizas de la Fm. Chonta.



Foto 8. Vista se observa en el cuerpo del deslizamiento pequeñas lagunas, provenientes de los manantiales.

Deslizamiento rotacional.

En la margen izquierda de las quebradas San Crispín y Oyón se identificó por medio de la interpretación de imágenes satelitales y corroborado en campo, la presencia de un derrumbe antiguo con reactivación en su depósito en deslizamiento de tipo rotacional, el evento se desarrolla en una ladera de pendiente fuerte, de velocidad lenta y se manifiesta como irregulares en el terreno formando ondulaciones en la superficie y también llegó a formar pequeña laguna en el cuerpo de deslizamiento “e” (figura 7), producto del movimiento basculado (foto 9).

Los deslizamientos de tipo rotacional comprometen las secuencias de capas rojas, conformada por una litología predominante, corresponde a secuencia de lodolitas en estratos medianos a gruesos, con intercalaciones de areniscas y limolitas que se encuentran muy fracturadas (Formación Huayabamba), creando una permeabilidad secundaria a la secuencia, En la zona donde se inició el derrumbe, está limitado por ojos de agua que presentan un abundante caudal en las épocas de lluvias, agravado por la permeabilidad secundaria en las secuencias arenosas que son el medio por donde discurren los puquiales. Consideradas como rocas de calidad geotécnica media a baja.

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

- Ancho de escarpa de los deslizamientos: e= 1093 m.; f= 521 m. y g= 409 m. ver figura 7
- Forma de la superficie de rotura: rotacional. Foto 9
- Salto principal: deslizamiento e= 30m aproximadamente; deslizamientos f y g no presenta

- Saltos secundarios: no presenta
- Diferencia de altura de la corona al pie de los deslizamientos: e=229 m.; f=219 m. y g=176 m.
- Longitud horizontal corona al pie de los deslizamientos: e=657 m.; f=547 m. y g=290 m.
- Dirección (azimut) de los movimiento: e= Norte 274° f y g= Norte 300°
- Área de los deslizamientos de tipo traslacional: e= 581 406 m²; f= 257 401 m²; g=161 565 m²
- Con presencia de fracturas paralelas y perpendiculares abiertas localizadas dentro del cuerpo de los deslizamientos.

Causas

Factores de sitio:

- Configuración geomorfológica del área (montañas sedimentarias), disectadas por quebradas.
- Pendiente promedio de la ladera de la montaña entre los > 40°.
- Características litológicas del área, corresponde a secuencia de lodolitas en estratos medianos a gruesos, con intercalaciones de areniscas y limolitas que se encuentran muy fracturadas. Se considera a esta secuencia como una roca geotécnicamente de calidad media a mala, la calidad de la roca se ve reducida por la presencia de las arcillas.
- Los planos de estratificación de las rocas sedimentarias que se inclinan en dirección contraria de la ladera.
- Cobertura vegetal de tipo pastizal y matorrales, que ofrecen poca protección al suelo y la roca.
- Suelo húmedo.

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).
- Mal sistema de riego, uso inadecuado de aguas de escorrentía

Daños

- Se han generado daños a terrenos de cultivo.

No se han registrado daños por el momento, porque la actividad del deslizamiento es incipiente.



Foto 9 Vista panorámica con dirección noreste del derrumbe antiguo con reactivación en su cuerpo en deslizamiento “e” de tipo rotacional, ultima reactivación en el año 2009

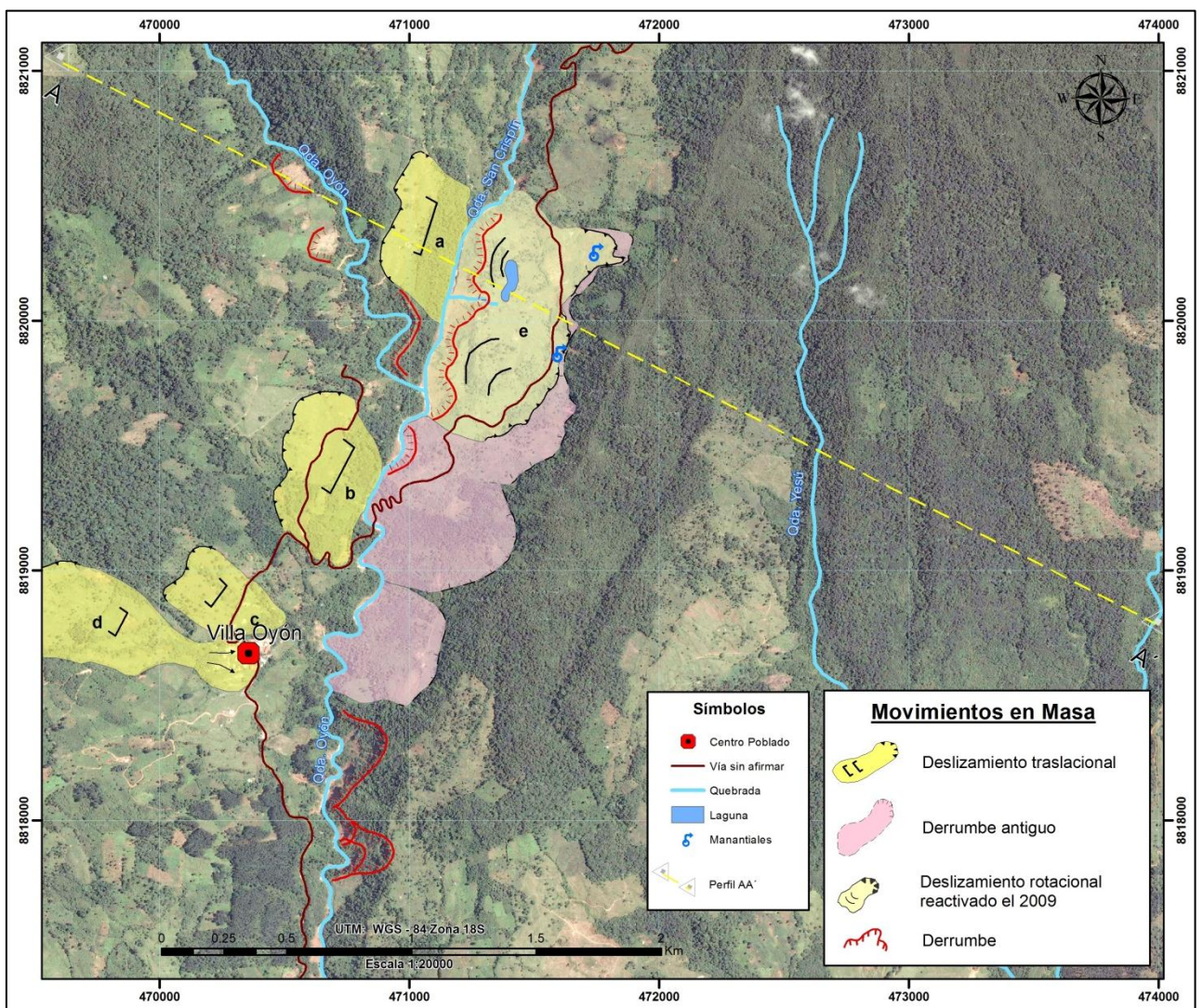


Figura 7 Mapa de peligros y los alrededores de Villa Oyón

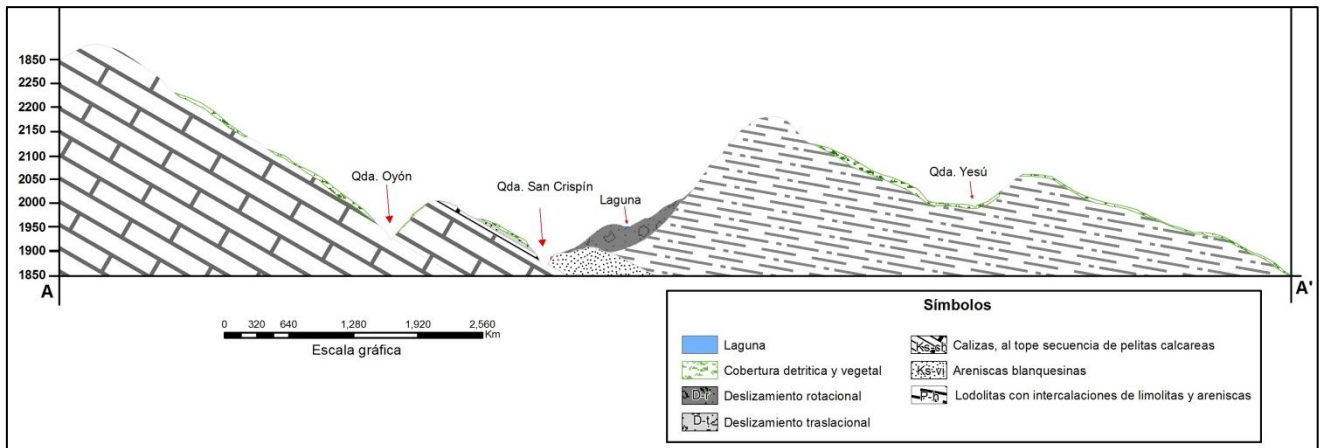


Figura 8. Esquema grafica de la zona de estudio donde se puede apreciar los eventos en la zona de estudio

Derrumbe.

En la zona de estudio se observan derrumbes en ambas márgenes de las quebradas Oyón y Crispín (foto 10 figura 7). A lo largo de la superficie irregular discontinua, de arranque o desplomes.

Causas

- Configuración geomorfológica del área (montañas sedimentarias), disectadas por quebradas y torrenteras.
- Pendiente promedio de la ladera de la montaña entre los 30° y 40°.
- Características litológicas del área (afloramiento de roca de diferente competencia, conformado por secuencias de la Formación (Chonta y Vivian) y del Grupo Huayabamba; conformados sucesivamente por calizas; areniscas blanquecinas y lodolitas rojizas con intercalaciones de limolitas y areniscas. Se considera a esta última secuencia como una roca geotécnicamente de calidad media a mala, fracturada; la calidad de la roca se ve reducida por la presencia de las lodolitas rojizas.
- Los planos de estratificación de las rocas sedimentarias se aprecia una inclinación a favor de la ladera en la margen derecha de las quebradas San Crispin y Oyón, favoreciendo la caída de rocas.
- Cobertura vegetal escasa, 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 y la profundización.

Daños

No se registran daños por derrumbes rocas y suelo directamente, pero constituyen la principal fuente de aporte de material suelto que después es acarreado como flujo de detritos (huaico).



Foto 10. Vista tomada con dirección noreste, donde se observa derrumbes que ocurren a la margen izquierda de la quebrada Oyón.

5. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS

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

Hacer canales de coronación (ver figura 9), 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 Cambiar el sistema de riego.

Para reducir la infiltración de agua al subsuelo, se debe cambiar el tipo de riego que actualmente usan los comuneros del sector Villa Oyón (riego por gravedad) a

uno tecnificado (riego por aspersión o goteo). Además se debe cultivar alimentos que requieren poca agua

5.3 Derivar las aguas de la laguna directamente al cauce de río.

Las aguas de la laguna deben ser derivadas mediante tuberías o canalizar directamente al río para evitar su infiltración en suelos de antiguo deslizamiento, y disminuir la humedad del suelo.

5.4 Monitoreo permanente en la zona durante el periodo lluvioso

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

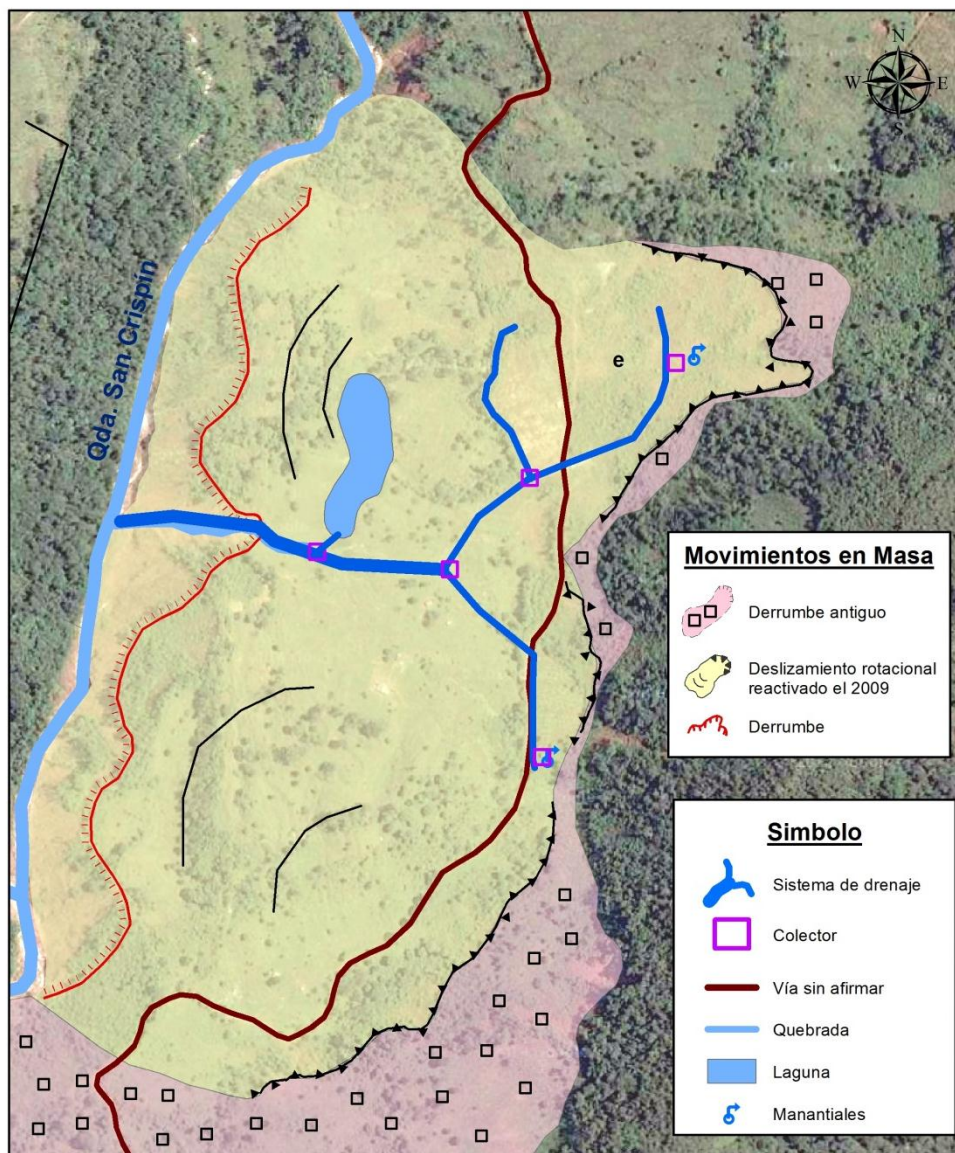


Figura 9. Esquema de un sistema de drenaje para evitar infiltración de aguas subterráneas y pluviales

CONCLUSIONES

1. La zona de estudio presenta un clima típico de la selva alta, húmedo y semicálido con promedio anual de lluvias es 1529 mm.
2. El sector morfológicamente comprende colinas sedimentarias de formas suaves y pendientes fuerte, marcados por profundos valles aluviales.
3. Los alrededores de Villa Oyón, la estratigrafía local presenta secuencias que varían entre edades del Cretáceo superior al Paleógeno como son: La Formación Chonta consiste de dos secuencias de calizas y pelitas calcáreas; la Formación Vivian conformada por areniscas cuarzosas de grano fino y el Grupo Huayabamba conformada de una secuencia de capas rojas de lodolitas, limolitas y areniscas. Estas ultima susceptible a movimientos en masa
4. Los deslizamientos traslacionales se evidencian como irregulares en el terreno, pendiente promedio de 35°, en plano de estratificación a favor de la pendiente, cobertura detrítica y vegetal. En temporada de lluvias, se puede producir desplazamiento muy lento, afectando terrenos de cultivo.
5. El deslizamiento de tipo rotacional se evidencia como irregulares en el terrenos de forma ondulada con presencia de laguna en el cuerpo del deslizamiento, pendiente promedio de ladera de 40°, cobertura vegetal de tipo pastizales y matorrales, naturaleza de suelo incompetente y húmedo
6. Los derrumbes que se generan son en ambas márgenes de la quebrada Oyón y Crispin, fenómeno no genera daños directamente pero constituyen la principal fuente de aporte de material que es acarreado aguas abajo, con presencia de lluvias excepcionales puede generar flujo de detritos, afectando poblados ubicados aguas abajo
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, 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, realizándose medidas de la distancia entre estacas, cada cierto tiempo, aumentando 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 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 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., Lanslides 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. 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.