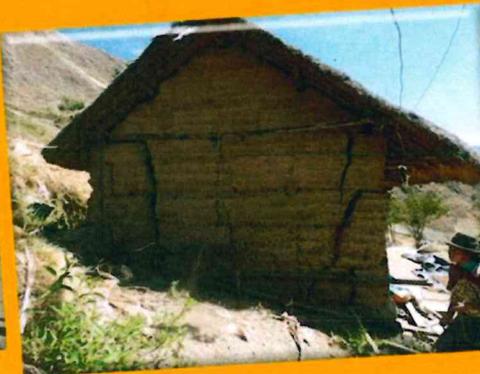


Informe Técnico N° A6667

Peligros geológicos en los sectores de Acobamba y Cozo

Región y Provincia Huánuco, Distritos San Pedro de Chaulan y Yarumayo

Parajes: Acobamba - Ragra Huasi y Cozo



POR:

ING. SEGUNDO NUÑEZ JUÁREZ
NORMA SOSA SENTICALA

DICIEMBRE 2014

CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	1
2. TRABAJOS ANTERIORES.....	1
3. ASPECTOS GENERALES.....	2
4. GEOLOGÍA.....	3
5. GEOMORFOLOGIA.....	4
5.1 GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL	5
5.2 GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL	8
6. PELIGROS GEOLOGICOS.....	11
6.1 DESLIZAMIENTO.....	12
6.2 EROSIÓN FLUVIAL.....	22
6.3 FLUJOS.....	25
7. ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE PROBLEMAS GEODINÁMICOS	28
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31

PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS SECTORES DE ACOBAMBA Y COZO (Distritos Yarumayo – San Pedro de Cahulan / Provincia y Región Huánuco)

1. INTRODUCCION

El alcalde de la municipalidad distrital de Yarumayo, de la región de Huánuco, mediante oficio N°013-2014-MDY-A, de fecha 03 de enero del 2014, se dirige al Director de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológicos (DGAR) del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-Ingemmet, solicitando el estudio y elaboración de un informe de riesgo geológico que se viene suscitando en los CERROS CACHUNA Y ACOBAMBA EN YARUMAYO; así también la evaluación del sector de COZO afectada por las crecidas del río Cozo.

El director de la DGAR designó al Ing. Segundo Núñez Juárez y Bach. Norma Sosa Senticala para que realicen la inspección técnica por peligros geológicos respectiva en los lugares en mención. Los trabajos de campo, se realizaron entre el 17 al 18 de julio del 2014, contándose con la presencia de moradores de las áreas y del Sr. Hilario Ramos representante de la municipalidad distrital de Yarumayo.

El presente informe que se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Yarumayo, está basado en las observaciones de campo realizadas durante la inspección, interpretación de fotos aéreas e imágenes satelitales, relatos orales y versiones de los hechos sucedidos dados por los pobladores de la zona, así como de la información disponible de trabajos realizados anteriormente en el área de estudio.

2. TRABAJOS ANTERIORES

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

- a) Boletín N° 34 serie C: Estudio de riesgos geológicos en la región Huánuco (2006), elaborado por Zavala, B. y Vilchez, M., donde los sectores de ACOBAMBA y COZO se ubican en una zona de alta susceptibilidad, en el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa.
- b) En el mapa de susceptibilidad nacional a movimientos en masa, escala 1:2000 000, elaborado por el INGEMMET, los sectores de ACOBAMBA Y COZO se localizan en una zona susceptibilidad media a la ocurrencia de movimientos en masa.
- c) En el informe de "Zonas Críticas por peligros geológicos en el región Huánuco" (2006), se menciona que aguas arriba del sector de Cozo, se encuentran quebradas potenciales como para embalsar al río Cozo, su desembalse afectaría al mencionado poblado. Tal como pasó recientemente en el 2013.
- d) En el Boletín N° 75 serie A: Geología del cuadrángulo de Huánuco. Carta Geológica Nacional (1996). Se describe la geología de la zona estudiada.

Asimismo se cuenta con un trabajo puntual:

- e) Informe N°001-2013, realizado por Juval Chaupis, el cual menciona que las áreas de Cachuna, Acobamba y Cozo, se encuentran en condiciones de alto de alto riesgo.


Ing. CIP. SEGUNDO A. NUÑEZ JUAREZ
Ing° Geólogo
Reg. CIP N°. 60512

3. ASPECTOS GENERALES

Políticamente los sectores de Acobamba y Cozo se ubican dentro de los distritos de San Pedro de Chaulan y Yarumayo, provincia y región Huánuco (figura 1).

Están entre las siguientes coordenadas UTM (WGS-84):

8899970 N, 314470 E, 8899970 N, 348780 E

8892940 N, 348780 E, 8892940 N, 314470 E

Altitud promedio de 2500 m s.n.m.

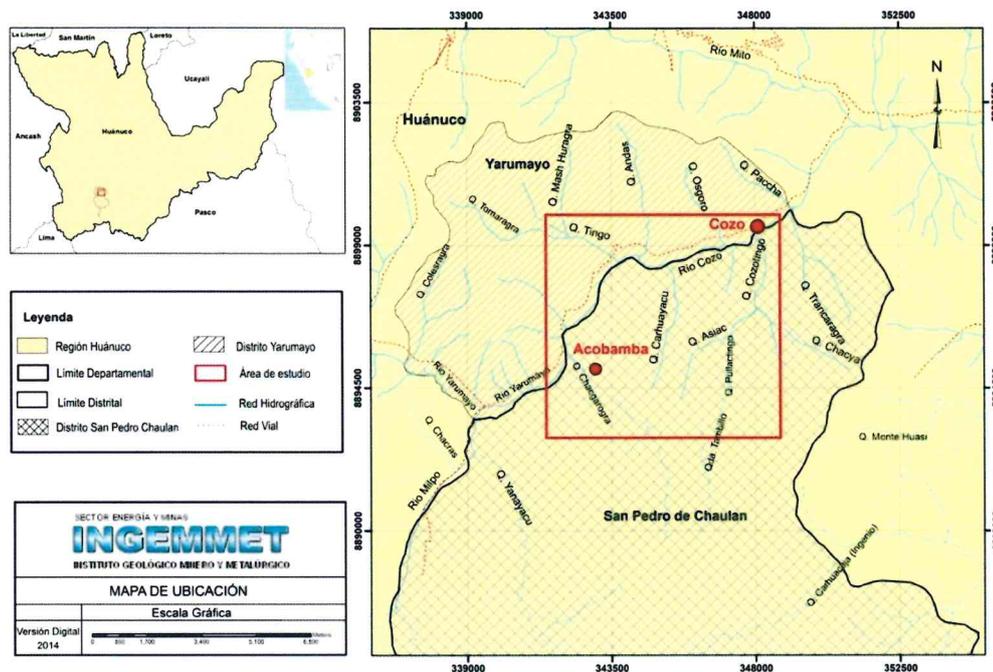


Figura 1

Para llegar a ellos, se accede desde Lima, tomando la Carretera Central hasta a la ciudad de Huánuco, para luego tomar la vía asfaltada Huánuco-La Unión, hasta llegar a la altura del km 247+300 (a 14 km Huánuco) para luego cruzar un puente Huacalli y proseguir por una trocha carrozable por un tramo de 6,5 km, llegando al poblado de Cozo.

Para acceder a Acobamba (sector de Ragan Huasi), se parte del sector de Cozo, se prosigue por una trocha afirmada recorriendo un tramo de 2,8 km hasta llegar a un puente de madera que cruza al río Cozo, prosiguiendo luego por una trocha carrozable (sin mantenimiento) por un tramo de 2 km, para luego recorrer aproximadamente una hora por un camino de herradura (caminata) hasta llegar al área afectada.

Para acceder a Acobamba (sector norte) desde Cozo, se prosigue por la trocha afirmada a Yarumayo por un tramo de 11 km, hasta llegar al área afectada.


Ing. CIP. SEGUNDO A. NUÑEZ JUAREZ
Ing. Geólogo
Reg. CIP N.º. 60512

4. GEOLOGÍA

Según los estudios de geología regional realizados por Quispesivana, L. (1996), en el área de estudio, se encuentran rocas de naturaleza metamórfica, sedimentaria e intrusiva (figura 2), que comprenden edades geológicas del Neo-Proterozoico, Paleozoico y Mesozoico (Jurásico, Cretáceo); así como depósitos recientes (figura 2).

Substrato rocoso del Neo-Proterozoico

Está representado por rocas metamórficas del Complejo Marañón, conformados por esquistos de colores grises oscuros y verdosos, que están en algunos casos asociados a venillas con lentes de cuarzo, concordantes con la esquistosidad.

Esta unidad expuesta en el sector de Ragra Huasi, presenta los planos de esquistosidad a favor de la pendiente, que favorece a la generación de procesos de movimientos en masa.

Substrato rocoso del Paleozoico

Representado por el Grupo Ambo, litológicamente consiste de areniscas beige-grisáceas en estratos que varían de 10 a 50 cm, intercalados con niveles de pizarras grises.

Se ha reconocido esta unidad en la cima del cerro Huaylas, donde se muestran afloramientos de rocas sedimentarias, como areniscas intercalados con lutitas. En ella se pueden presentar deslizamientos y caída de rocas.

Substrato rocoso del Cretáceo

Corresponde a los afloramientos de rocas intrusivas del Batolito de Higuera, conformadas por granodioritas.

Estos afloramientos se presentan en las inmediaciones del sector de Cozo, donde las granodioritas están altamente meteorizadas y medianamente fracturadas. En esta unidad se generan procesos de erosiones de ladera (cárcavas).

Depósitos aluviales

Estos se encuentran ubicados en ambos márgenes del río Cozo, se caracterizan por presentar gravas con bloques en una matriz areno-limosa, en algunos casos varía limo-arcillosa. Están inconsolidados, son de fácil remoción.

Depósitos coluvio-deluviales

Son depósitos dejados por movimientos en masa, como deslizamientos, como ejemplo tenemos los depósitos dejados en las laderas del cerro Acobamba.

Estos depósitos están conformados por gravas con bloques, englobados en matriz limo-arcillosa. Los fragmentos de roca son de formas angulosas. La distribución del material es en forma errática.

5.1 GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Resultantes del efecto progresivo de procesos morfodinámicos y degradacionales sobre los relieves iniciales, originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales; estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tienen las siguientes unidades:

UNIDAD DE MONTAÑAS

Se consideran en esta unidad a las geformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local, se reconocen como cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza.

En el contexto general se encuentran conformadas por alineamientos alargados, constituidos principalmente de rocas metamórficas, intrusivas y sedimentarias.

a) Montañas en roca metamórfica.

Conformados por laderas de montañas, modeladas en rocas metamórficas tipo esquistos (figura 3).

La altitud de las montañas desde el fondo de valle hasta la cima corresponde a 2 500 m s.n.m. hasta 3 670 m s.n.m respectivamente.

La forma del terreno es cóncavo-convexo, las pendientes de la ladera en las montañas varían principalmente de 25° a 40° (foto 1), muy fuerte, como también en forma puntual suelen presentar pendientes moderadas entre 20 a 25°.

La montaña presenta pendientes variables de moderada a fuerte, muy susceptible a la formación de movimientos en masa, como deslizamientos. El sector de Acobamba se encuentra sobre este tipo de roca.



Foto 1. Se muestra la pendiente del terreno, sector de Ragrañ Huasi. (Acobamba).

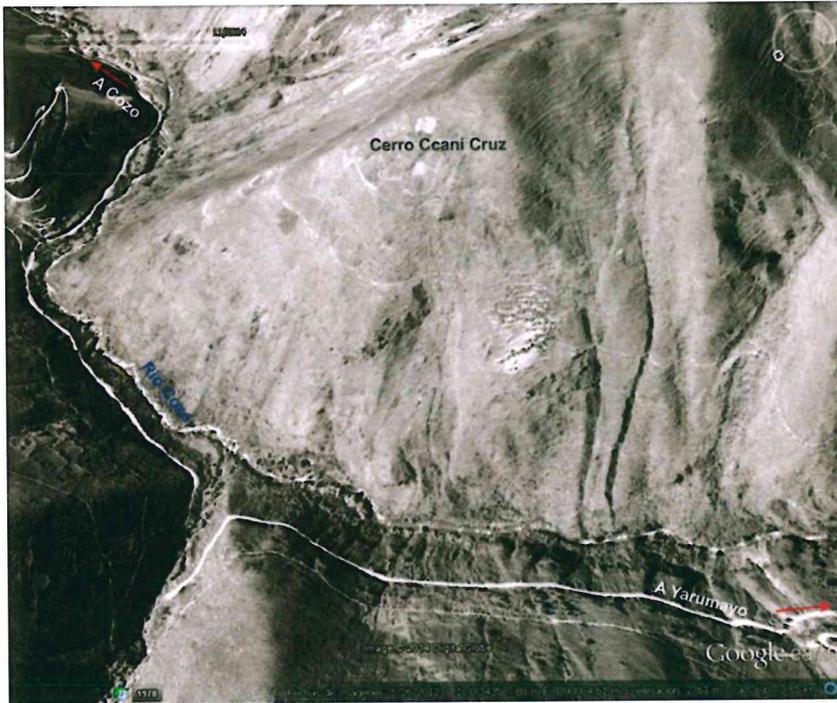


Figura 3. Montaña en roca metamórfica, representada por el cerro Ccani Cruz

b) Montañas en roca sedimentaria.

Están modeladas en capas o estratos de areniscas intercalas con lutitas. La altitud de las montañas desde el fondo de valle hasta la cima corresponde a 3 400 m s.n.m hasta 4 000 m s.n.m respectivamente, teniendo un desnivel de 600 m (foto 2 y figura 4).

La forma del terreno es uniforme, las pendientes de la ladera de las montañas varían principalmente de 25° a 35°, fuerte, como en también en forma puntual se presentan pendientes moderadas entre 20 a 25°, muy susceptible a la formación de movimientos en masa, como deslizamientos.



Foto 2. Se muestra parte de la montaña sedimentaria (Cima).



Figura 4. Imagen del Google Earth, montaña sedimentaria, se muestra la estratificación en las rocas.

c) Montañas en roca intrusiva.

Están conformadas por laderas modeladas en rocas intrusivas tipo granodioritas a granitos.

La altitud de las montañas desde el fondo de valle hasta la cima, corresponde a 2 300 m s.n.m. hasta 3 350 m s.n.m respectivamente.

La forma del terreno es cóncavo-convexo, típica de rocas intrusivas, las pendientes de la ladera de las montañas varían principalmente de 25° a 40° (foto 3), fuerte, susceptible a la formación de movimientos en masa, como deslizamientos, también se presentan procesos avanzados de erosiones de ladera en forma de cárcavas (figura 5).

Sobre esta unidad se encuentra el sector de Cozo.



Foto 3. Montaña intrusiva, con erosiones de ladera.

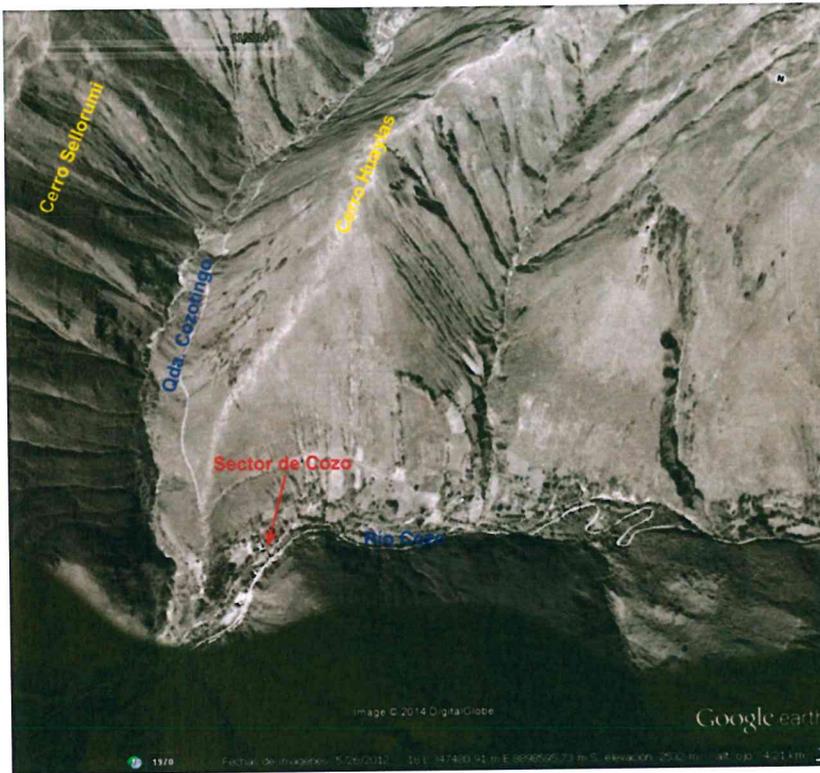


Figura 5. Imagen del Google Earth, donde se muestran las erosiones de ladera avanzadas en las quebradas Cozotingo y otras paralelas.

5.2 GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados por agentes de transporte tales como: el agua de escorrentía y vientos; tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados. Dentro de ellos se pueden diferenciar:

a) Piedemonte coluvio-deluvial

Agrupar depósitos de piedemonte de origen gravitacional y fluvio-gravitacional, que se acumulan en las vertientes o márgenes del valle; en muchos casos, son resultado de una mezcla de ambos, constituyendo escombros de laderas que cubren parcialmente los afloramientos rocosos.

En el sector de Acobamba, esta unidad geomorfológica está representada por los depósitos dejados por deslizamientos (foto 4).



Foto 4. Depósito generado por deslizamiento (enmarcado con línea amarilla)

En el sector de Cozo, se apreció depósitos de talus de detritos (figura 6). Se caracteriza por estar conformados por arenas, limos, gravas con algunos bloques. Estos depósitos están cubriendo parte de los antiguos depósitos dejados por el río Cozo (foto 5). Tienen pendiente variable, en la zona de arranque llegan a tener hasta 40° y se vuelve plana al llegar al pie de talud.

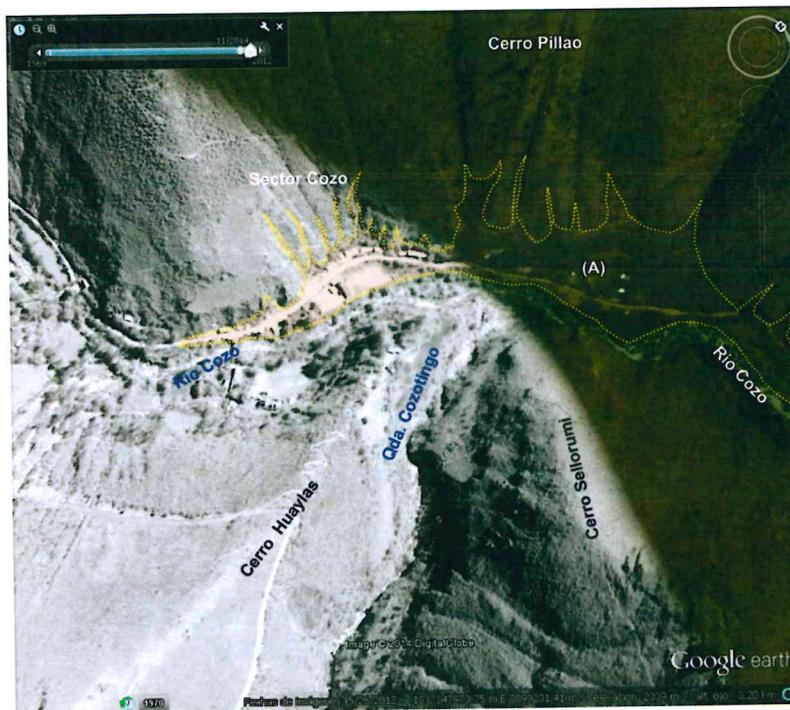


Figura 6, imagen satelital del Google Earth, se muestran el depósito coluvio-deluvial (A) enmarcado con líneas de color amarillo.



Foto 5. Se muestra depósitos fluviales (A), depósitos antiguos del río Cozo (B) y depósitos coluvio-deluviales (C).

Sobre esta unidad se encuentra asentada la población de Cozo.

b) Terraza fluvial

Se presenta dentro del curso del río Cozo. Está compuesta por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.), transportados por la corriente del río Cozo a grandes distancias. Conforman la llanura de inundación o el lecho actual del río (foto 5).

Esta unidad, se presenta muy reducida en ambas márgenes del río Cozo debido a la erosión recurrente y estacional del río.

La terraza del margen derecha tiene entre 1,5 a 2 m. de altura y está conformada por bloques, gravas, arenas, limos, en parte cubierta de vegetación.

c) Depósitos proluviales:

Se encuentran en la desembocadura de las quebradas, se caracterizan por tener formas de abanico, el material que lo conforman son clastos subangulosos a subredondeados.

Estos depósitos son producto de flujos de detritos, que en ocasiones llegaron obturar momentáneamente al río Cozo (figura 7).

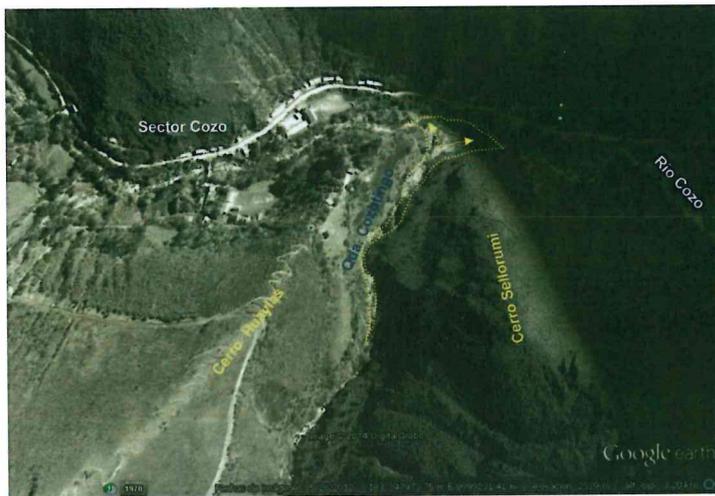


Figura 7. Imagen del Google Earth, se muestra el desposito dejado por el flujo de detritos (líneas de color amarillo), proveniente de la quebrada Cozotingo.

6. PELIGROS GEOLOGICOS

Los peligros geológicos identificados en el área de estudio, están asociados principalmente a movimientos en masa, erosiones de ladera y erosión fluvial.

El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991 en PMA: GCA, 2007). Los movimientos en masa representan procesos geológicos superficiales, que involucran la remoción de masas rocosas con características inestables, depósitos inconsolidados de diferente origen, competencia y grado de cohesión, o la combinación de ambos, por efecto de la gravedad (Medina, L. 2014).

En el estudio de Riesgo Geológico de la Región Huánuco, realizado por Zavala & Vilchez. (2006), el área comprendida entre Acobamba y Ragrañ Huasi, se encuentra en una zona de muy alta a alta susceptibilidad a movimientos en masa, el sector de Cozo se encuentra en un área de alta a muy alta susceptibilidad a movimientos en masa (figura 8)

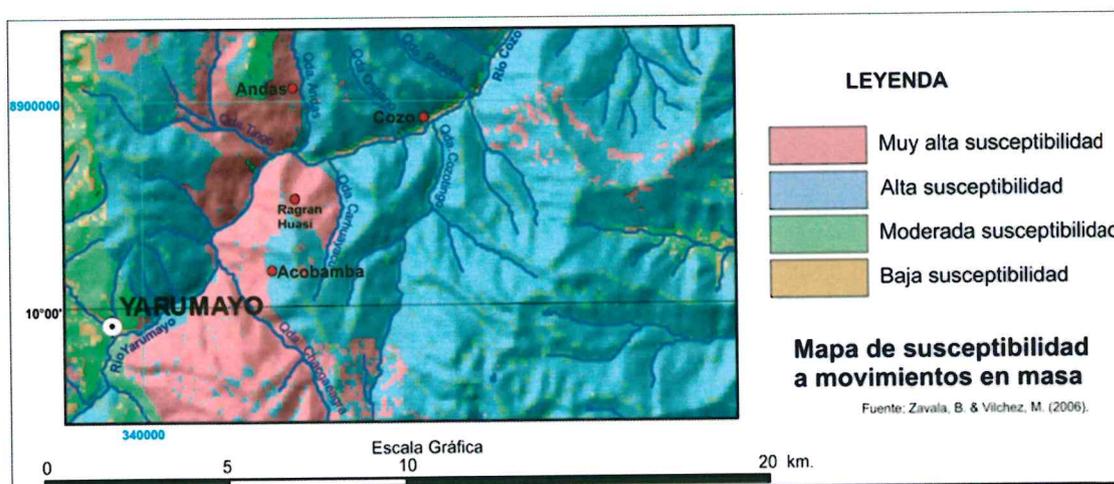


Figura 8. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa (tomado de Zavala, B. y Vilches, M. (2006).

En el área de estudio, los movimientos es masa, están estrechamente ligados a factores detonantes como lluvias de gran intensidad o gran duración asociadas a eventos excepcionales. Los factores condicionantes o intrínsecos que favorecen la ocurrencia de movimientos en masa son la litología (calidad de la roca y permeabilidad), morfología y pendiente del terreno. Las erosiones fluviales que afectaron al área de Cozo, su factor detonante fue las precipitaciones pluviales del 2014.

6.1 DESLIZAMIENTO

Son movimientos ladera abajo de una masa de suelo o roca, desplazándose a lo largo de una superficie. Según la clasificación de Varnes (1978), se puede clasificar a los deslizamientos, según la forma de la superficie de la escarpa por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. En rocas competentes las tasas de movimiento son con frecuencia bajas, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas (PMA: GCA, 2007). En la figura 9, se representa las partes principales de un deslizamiento. Para el caso de Acobamba los deslizamientos son de tipo rotacional porque la masa deslizada se ha desplazado sobre una superficie curva y cóncava (Fotos 6 y7).

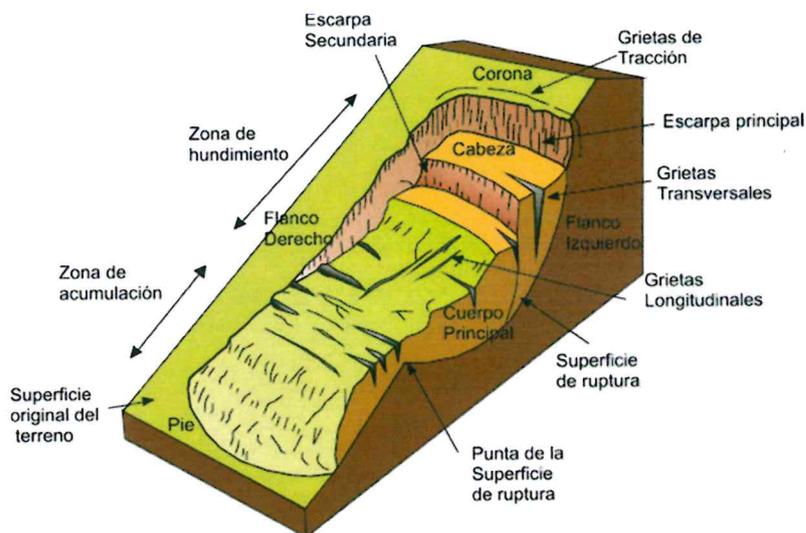


Figura 9. Esquema de un deslizamiento rotacional



Foto 6. Se muestran una parte reactivada del deslizamiento de Acobamba.


ING. CIP. SEGUNDO A. NUÑEZ JUAREZ
Ing° Geólogo
Reg. CIP N°. 60512

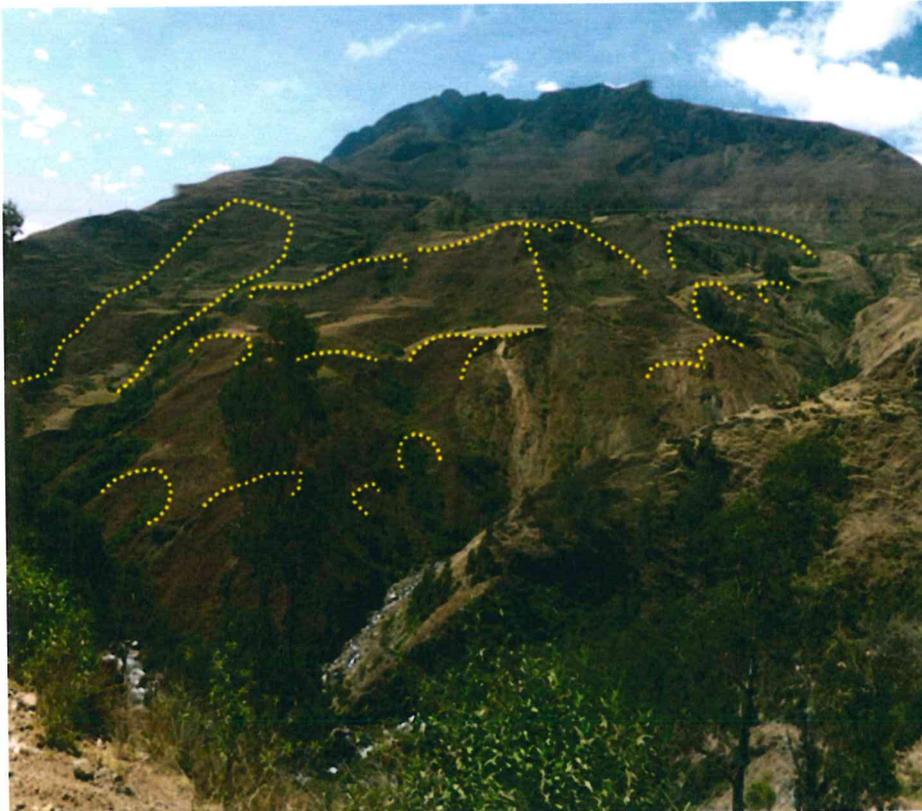


Foto 7. Deslizamiento del sector de Acobamba.

Las causas para la ocurrencia de estos procesos, se relacionan con la litología del substrato, pendiente del terreno, presencia de agua entre otros. La acción humana (deforestación) ha favorecido con su activación.

Es frecuente que deslizamientos antiguos aparentemente ya estabilizados, se vuelvan a reactivar ya sea por factores naturales o antrópicos. Esto se observó en el sector de Acobamba (figura 10).

Por lo observado en las imágenes satelitales, y los agrietamientos del terreno sobre las escarpas se afirma que la reactivación es de forma retrogresiva.

Causas de la reactivación de deslizamiento sector Ragra Huasi

De acuerdo a las características del movimiento, se puede inferir que éste fue causado por los siguientes factores:

- Ladera con pendiente muy fuerte (25° a 45°) afectada por procesos de movimientos en masa antiguos susceptible a reactivaciones (foto 1).
- Suelos o depósitos coluvio-deluviales (foto 4) pertenecientes a antiguos deslizamientos saturados de agua, incrementándose en el periodo lluvioso, ayudaron a la desestabilización la ladera.
- Presencia de puquiales sin drenaje adecuado, que permite la infiltración de agua al subsuelo (foto 8).

El factor detonante de las reactivaciones, fueron las precipitaciones pluviales de diferentes periodos lluviosos.



Foto 8. Afloramiento de agua (puquia), no muestra canalización adecuada.

Daños ocasionados o probables

- ***Sector de Acobamba (Ragran Huasi)***

En este sector fueron afectados terrenos cultivo ubicados en la parte media y superior del actual cuerpo del deslizamiento (foto 9), también afectó severamente seis viviendas (actualmente reubicadas). Durante la inspección se observó una vivienda con paredes agrietadas (foto 10). También afectó la tubería de conducción de agua para terrenos de cultivo (foto 11).

De seguir el deslizamiento podría generarse un deslizamiento-flujo que podría obturar al río Cozo. Su desembalse afectaría a los poblados y obras de infraestructura ubicados aguas abajo.



Foto 9. Terrenos de cultivo (secano), afectado por los agrietamientos originados por el empuje del terreno

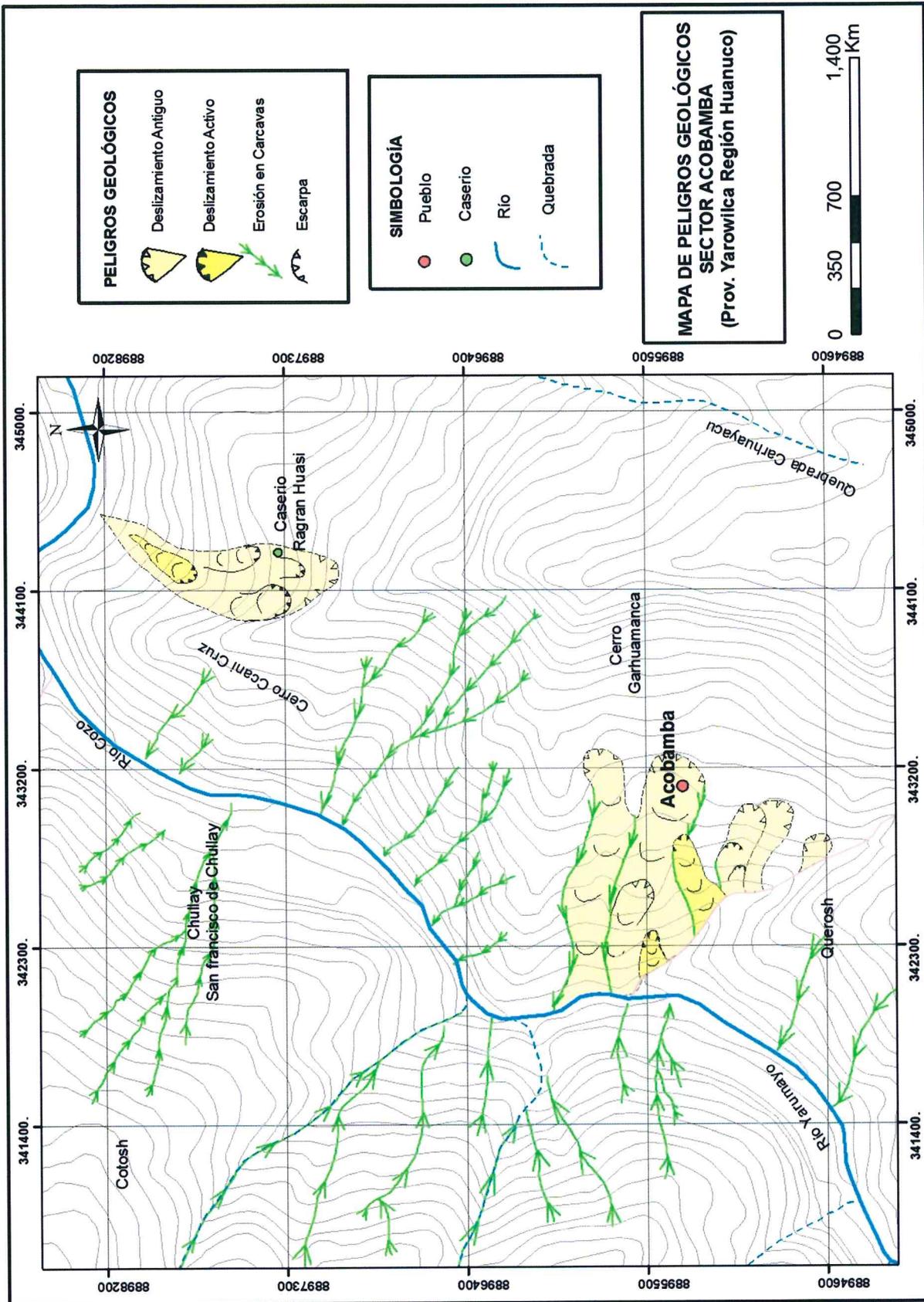


Figura 10

Ing. CIP. SEGUNDO A. NUÑEZ JUAREZ
Ing° Geólogo
Reg. CIP Nº. 60512



Foto 10. Casa con paredes agrietadas por efecto del movimiento del deslizamiento.

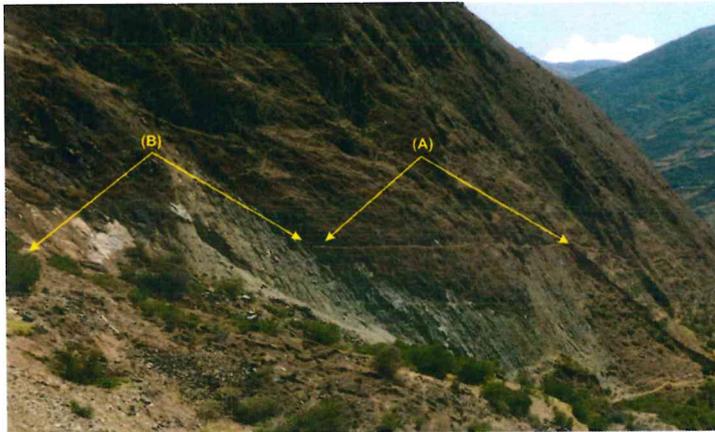


Foto 11. Ladera del cerro por donde escurría una tubería para conducir agua para riego, se muestra el sector (A) no afectado por el deslizamiento y el sector (B) afectado (no se observa el trazo).

- **Sector de Acobamba.**
De seguir el movimiento se podría represar al río Cozo. Su desembalse afectaría los poblados y obras de infraestructura ubicadas aguas abajo.

DESLIZAMIENTO DE ACOBAMBA (Ragran Huasi)

Se encuentra en la margen derecha del río Cozo, en el flanco norte del cerro Ccaru Cruz, comprendido entre las cotas 2650 a 3270 m s.n.m.

El deslizamiento antiguo tiene una escarpa principal con una longitud de 450 m, el salto de la escarpa no se determinó por estar erosionada.

El deslizamiento antiguo esta evidenciado por la morfología del terreno, como son lomeríos de pendiente muy suave con formas cóncavas-convexas en dirección pendiente abajo (foto 12)



Foto 12. Se muestra las escarpas del deslizamiento (resaltadas con líneas de color amarillo). Sentido del desplazamiento del terreno (flechas de color rojo), formando lomeríos de formas cóncavas-convexas.

La masa deslizada, no llegó a represar al río Cozo, quedo “colgada” en la ladera. Pero por procesos de erosiones en el borde del cuerpo del deslizamiento se genera material suelto, que es vertido a la quebrada S/N, en tiempos de lluvias excepcionales este es arrastrado pendiente abajo, generando flujos de detritos.

Este deslizamiento a través del tiempo ha tenido reactivaciones, según versiones de los lugareños, la última se dio en el periodo lluvioso del 2013.

Se han distinguido las siguientes áreas de reactivación

Reactivación 1 (Parte Inferior del Deslizamiento)

Por lo observado en las imágenes satelitales, probablemente esta reactivación, viene antes de julio del 2010 (figura 11).

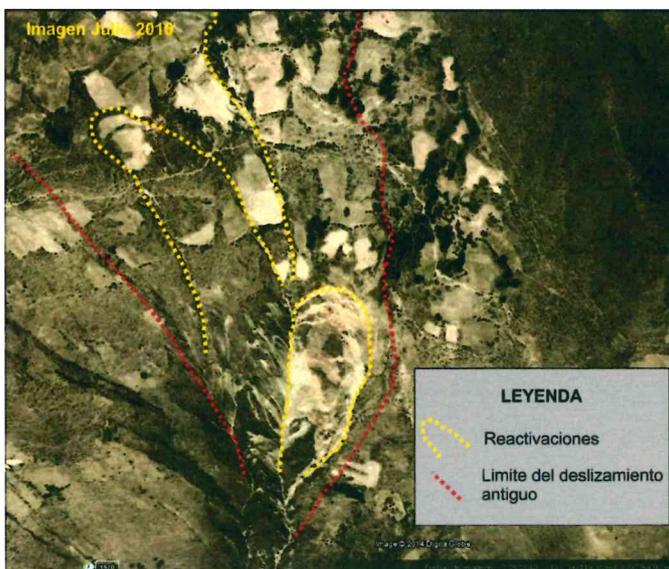


Figura 11. Imagen del Google Earth, se muestran algunas de las reactivaciones del deslizamiento.

La escarpa principal de la reactivación, tiene una longitud de 150 m, es de forma semicircular y elongada. Las escarpas secundarias tienen longitudes hasta de 80 m.

La longitud de la escarpa (zona reactivada) es de 150 m (figura 12).

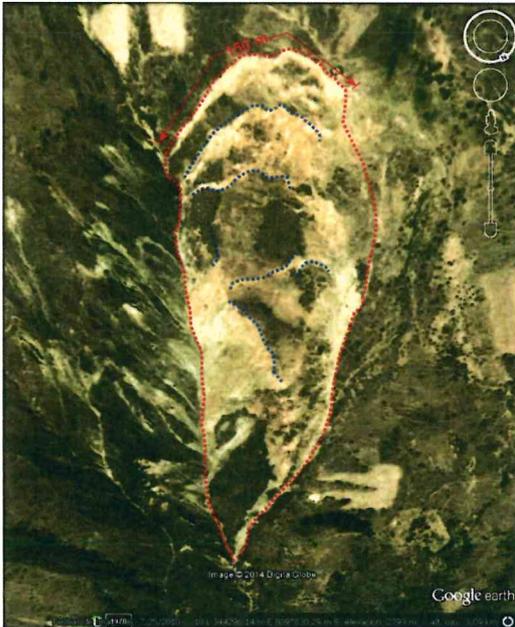


Figura 12. Imagen satelital del Google Earth, se ha enmarcado con color rojo el cuerpo del deslizamiento, de color azul las áreas donde se están generando escarpas.

Comparando las imágenes satelitales del año 2010 y 2012, en la superficie del terreno se observan cambios notorios. (Figura 13).

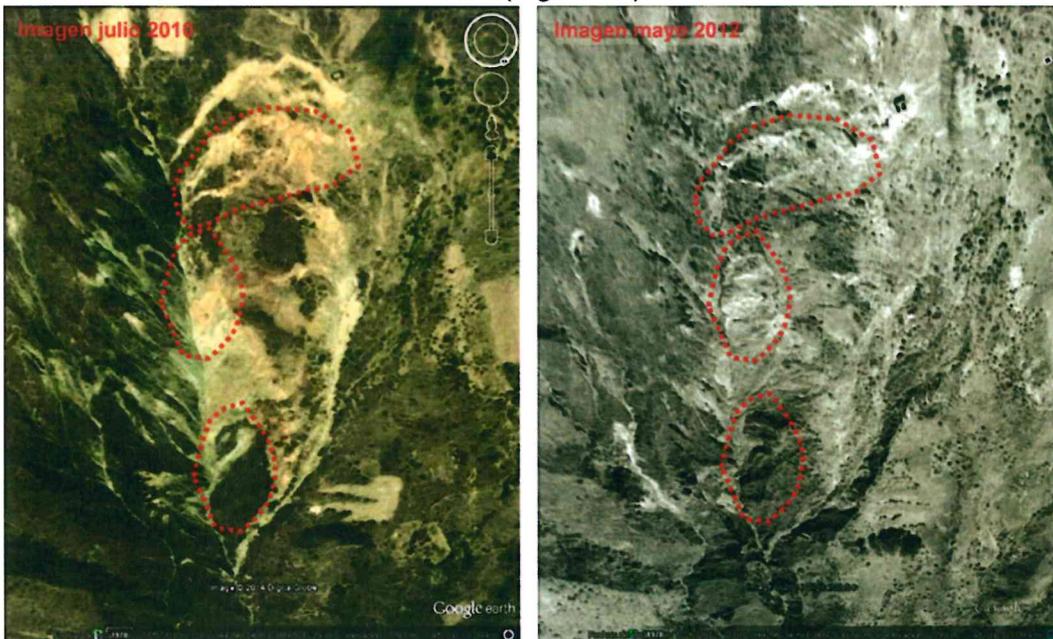


Figura 13. Comparaciones de imágenes satelitales de los años 2010 y 2012, se muestran cambios en la superficie del terreno, resaltados con líneas de color rojo.

Reactivación 2. Parte media y alta del cuerpo del deslizamiento

Según los moradores, este sector se reactivó en marzo 2013, después de una lluvia torrencial de 12 horas.

La escarpa de reactivación tiene una longitud de 180 m con un salto aproximado de 30 m, es de forma irregular, planar y continua, el ancho que tiene el cuerpo del deslizamiento en la zona reactivada es 200 m (foto 13).



Foto 13. Se muestra la reactivación del deslizamiento en su parte superior.

Hacia el sector derecho del deslizamiento, se aprecia otro proceso de reactivación, tiene una escarpa en forma semicircular y elongada. Analizando las imágenes satelitales es muy probable que este proceso venga dándose antes del año 2010 (figura 14 y fotos 14 y 15).

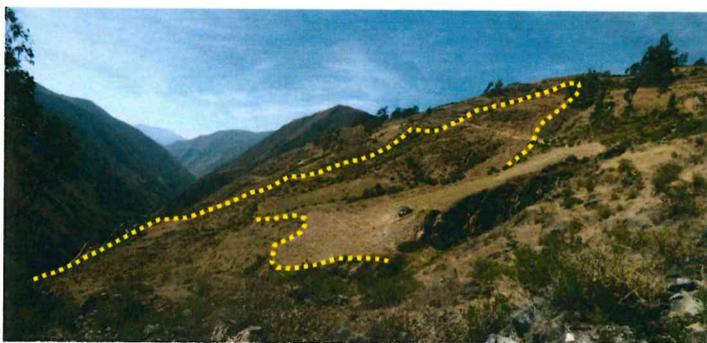


Foto 14 y figura 14. Se muestra el sector medio, en proceso de reactivación



Foto 15. Diferentes escarpas formadas por la reactivación del deslizamiento en la parte media.

De seguir las reactivaciones, es muy probable que la masa deslizada llegue a represar al río Cozo.

DESLIZAMIENTO DE ACOBAMBA

Se encuentra en la margen derecha del río Cozo y de la quebrada Chacgaragra, en el flanco oeste del cerro Garhuamanca, comprendido entre las cotas 2800 a 3200 m s.n.m., se trata de un deslizamiento rotacional.

El deslizamiento antiguo tiene una escarpa principal con una longitud de 1300 m, el salto de la escarpa principal no se aprecia por estar erosionada. Presenta múltiples escarpas secundarias, distribuidas en forma aleatorias (foto 16).



Foto 16. Deslizamiento de Acobamba, se resalta con líneas amarillas entrecortadas, las diferentes escarpas.

En la parte superior del deslizamiento se encuentran terrenos de cultivos de papa y de maíz, los cuales son regados por secano.

Hacia el lado de la quebrada Chacgaragra, se está generando erosión del pie del talud, desestabilizando la margen derecha, el material suelto es vertido al cauce de la quebrada, el cual es potencial para la generación de un flujo de detritos.

El flujo de detritos que se genere por la quebrada Chacgaragra, podría represar al río Cozo, su desembalse podría afectar a las poblaciones y obras de infraestructura que se encuentren aguas abajo.

6.2 EROSIÓN FLUVIAL

Los ríos rectilíneos presentan cauce y canal único, con índice de sinuosidad muy bajo ($< 1,5$) y una relación anchura-profundidad que suele ser < 4 . Transportan carga en suspensión, de fondo y mixta; por lo general, la primera es interior al 11% del total. Pueden tener gran competencia, llegando a mover incluso grandes bloques (Pedraza, J. 1996).

Estos ríos tienen corrientes con alta energía, propias de zonas con pendientes longitudinales elevadas, y gran capacidad para el arranque y arrastre de material; también muy inestables, ya que tienden a desaparecer pasando a otro tipo, sobre todo allí donde no presentan confinamiento y la llanura aluvial está sobre materiales fácilmente removilizables, ese carácter hace que apenas aparezcan depósitos antiguos derivados de canales rectilíneos (Pedraza, J. 1996).

Por su alta energía y capacidad de excavación-arrastre, suelen generar sobreexcavaciones o encajamientos y raramente llanuras aluviales. (Pedraza, J. 1996). Por ello que erosionan sus paredes, generando muchas veces derrumbes y deslizamientos en las paredes de las laderas.

La formación de las avenidas se produce como respuesta del sistema fluvial a un aporte cuantioso de agua desde fuera del sistema (lluvia y otro factor), donde la cuenca fluvial actúa adaptándose a las condiciones energéticas del momento, mediante procesos de erosión, transporte y sedimentación. (Camarasa, A. 2002).

El río Cozo, presenta características de drenaje de tipo rectilíneo y valle en forma de "V" (Foto 17), en su cauce se observa material como bloques con longitudes hasta de 1 m.



Foto 17. Se muestra el cauce del río Cozo, de forma rectilínea, en su cauce se presentan bloques de formas subredondeadas. El valle en forma de "V".

El sector de Cozo se encuentra asentado en una terraza, formada por antiguos depósitos del río Cozo y del material coluvio-deluvial proveniente de la ladera del cerro adyacente (foto17).

Causas la erosión de la terraza en el sector de Cozo:

- a) Río rectilíneo, con gran poder erosivo (foto 18)
- b) Material de la terraza, conformado por gravas y bloques englobados en matriz areno-limosa, de fácil erosión (foto 19).
- c) El vertimiento de aguas servidas hacia el río Cozo, humedece la terraza (foto 19), esto genera que el suelo disminuya su capacidad portante y su estabilidad.
- d) Desembalse violento del río Cozo, al desplazarse aguas abajo erosionó el sector de Cozo (foto 20)

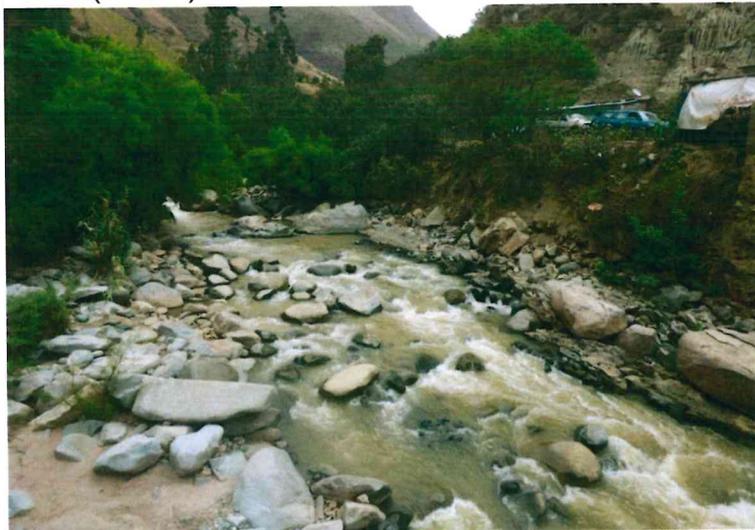


Foto 18. Proceso de erosión fluvial en las márgenes del río Cozo.



Foto 19 Afluencia de aguas servidas.

Descripción del evento

Aguas arriba del sector de Cozo en una quebrada S/N ubicada en el flanco norte del cerro Huaylas, durante el periodo lluvioso del 2013 se generó un flujo de detritos que obturó al río Cozo¹ en forma momentánea. Al desembalsarse el río, incrementó su poder de carga y erosivo, que al desplazarse la masa de agua con el material suelto, erosionó las paredes laterales del cauce del río, siendo la margen izquierda la más afectada, erosionó un tramo de 85 m, por un ancho promedio de 5 m. El proceso afectó severamente las viviendas ubicadas en el borde de la margen (fotos 20 y 21) y puente peatonal. Otra evidencia del poder erosivo es que arrancó árboles ubicados en las riberas (foto 22).



Foto 20. Se aprecian viviendas destruidas por efectos de la erosión fluvial.

¹ El represamiento según la clasificación Costa y Schuster (1998), se le clasifica como Tipo I.



Foto 21. Erosión de la terraza, que afectó viviendas ubicadas en su borde.



Foto 22. Material acarreado por el río como bloques y restos de árboles.

6.3 FLUJOS

Se les denomina así porque durante su desplazamiento presentan un comportamiento semejante al de un fluido. Pueden ser rápidos o lentos, saturados o secos. Existen casos en que se originan a partir de otros tipos de procesos, como deslizamientos o desprendimientos de rocas (Varnes, 1978). Pueden transportar grandes volúmenes de fragmentos rocosos de diferentes tamaños. Pueden alcanzar grandes extensiones de recorrido, más aun si la pendiente es más elevada.

Según Hungr & Evans (2004) los flujos se pueden clasificar de acuerdo al tipo y propiedades del material involucrado, la humedad, la velocidad, el confinamiento lateral (canalizado o no canalizado, figura 15) y otras características que puedan hacerlos distinguibles. Por ejemplo se tienen flujos de detritos (huaycos), de lodo, avalanchas de detritos, de roca, etc.

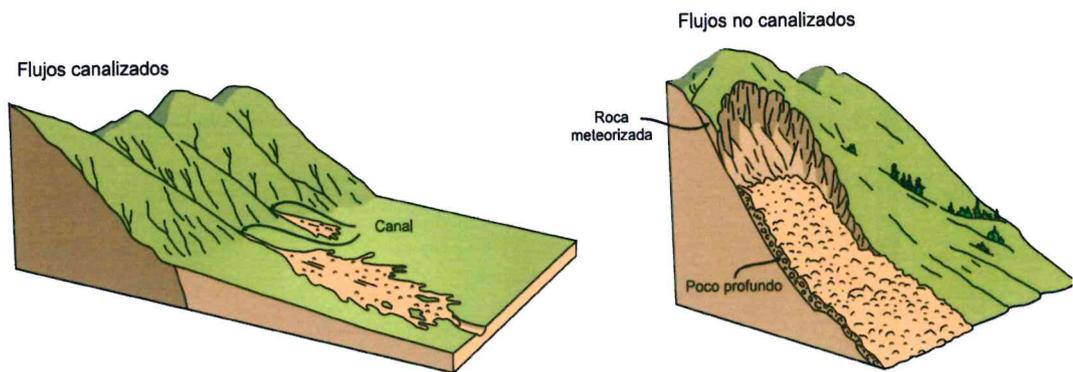


Figura 15. Esquema de flujos canalizados y no canalizados (Cruden y Varnes, 1996).

El potencial destructivo de los flujos está dominado por su velocidad y la altura alcanzada por el material arrastrado siendo muy importante una caracterización detallada de los eventos, dato importante que nos dará una idea del grado de peligro al que está expuesta un área determinada.

En el área se han identificado flujos de detritos antiguos y recientes, que han provenido de las quebradas Cozotingo, Cahuayacu y del cerro Huaylas.

El flujo de detritos que represó al río Cozo se originó en la quebrada S/N de la ladera norte del cerro Huaylas, ubicada a 560 m aguas arriba de Cozo. El depósito arrastrado por el cauce de la quebrada formó un abanico y cubrió parte de la vegetación que se encontraba en la ribera del río. Los materiales transportados fueron bloques con gravas englobados en matriz areno-limosa. Los bloques y gravas transportados son de formas subredondeadas, los primeros con diámetros hasta de 1 m (foto 23).

Por lo observado en las imágenes satelitales, este flujo de detritos es recurrente en el tiempo, en la desembocadura de la quebrada se aprecia un abanico que tiene una extensión de 200 m, que llegó a represar al río Cozo. El actual abanico formado se estima que ha tenido una longitud de 20 m.

El río fue represado en un tramo de 10 m, y según versiones de los lugareños el embalse fue momentáneo, desembalsándose rápidamente.



Foto 23. Flujo de detritos proveniente de la quebrada S/N, del flanco norte del cerro Huaylas.

Causas:

- Roca intrusiva de mala calidad, permite la generación de procesos de erosiones de ladera (cárcavas), que generan material suelto, el cual es vertido hacia el cauce de la quebrada (figura 16).
- Pendiente del terreno, 30°.
- Material suelto en el cauce de la quebrada.

Factor detonante, las fuertes precipitaciones que se presentaron en el periodo lluvioso 2013.



Figura 16. Cerro Huaylas, en la ladera del flanco norte, se aprecia procesos de erosiones de ladera (polígonos de color verde.) En la desembocadura de la quebrada se aprecia un depósito originado por un flujo de detritos (polígono de color rojo).

Desde Cozo, hacia aguas arriba del río Cozo, en ambas márgenes, se encuentran quebradas sujetas a la generación de flujos de detritos, estos formarían depósitos que


 Ing. CIP. SEGUNDO A. NUÑEZ JUAREZ
 Ing° Geólogo
 Reg. CIP N°. 80812

podrían represar al río. El desembalse afectaría directamente al poblado de Cozo y obras de infraestructura ubicados aguas abajo.

7. ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE PROBLEMAS GEODINÁMICOS

A continuación se presentan algunas propuestas generales de solución para los problemas geodinámicos que afectan la zona en estudio². Las mismas que están encaminadas a prevenir los procesos y mitigar los daños ante la ocurrencia de fenómenos naturales, tales como deslizamientos y flujos de detritos.

a) Para los deslizamientos

Para fines preventivos del sector Ragran Huasi (Acobamba), las viviendas que se encuentra dentro del cuerpo del deslizamiento reactivado, tienen que reubicarse.

Con la finalidad de controlar los movimientos del deslizamiento y no llegue a represar al río Cozo se tiene que realizar lo siguiente:

- Monitorear permanentemente el deslizamiento con método topográfico, de ser necesario instrumental, con el propósito de saber la tasa de movimiento de la masa.
- Hacer un canal de coronación, para evitar la infiltración de agua proveniente de la parte alta. Para ello se debe realizar un estudio técnico específico según corresponda.
- En el cuerpo del deslizamiento hacer un drenaje en tipo espina de pez con la finalidad de evitar la infiltración de agua hacia el cuerpo del deslizamiento (figura 17).
- Realizar un sellado de grietas, en forma técnica, con la finalidad de evitar la infiltración de agua pluvial hacia el subsuelo.
- Reforestar la zona con plantas nativas.

² El uso de este documento y la información contenida en él, es valedera para las áreas indicadas y en las ubicaciones descritas en este informe. El uso de la información para algún otro propósito o alguna otra ubicación es a sola responsabilidad del usuario.

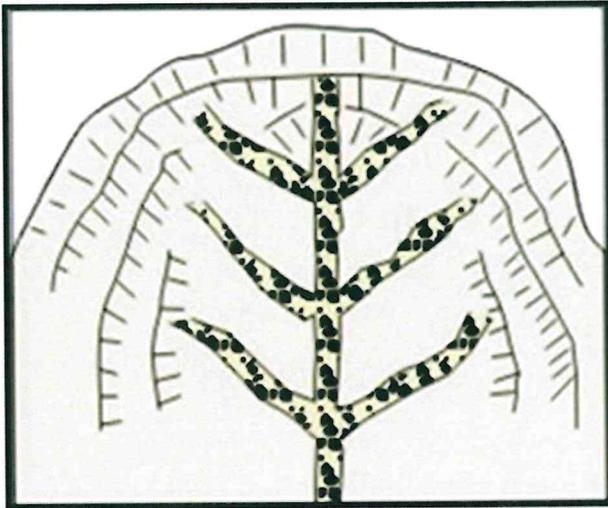


Figura 17. Dren en tipo espina de pez (medida aplicada solo para deslizamiento)

b) Para los flujos de detritos y erosiones de ladera

- Reforestar, con la finalidad de detener la erosión retrogresiva del proceso de erosión en cárcavas, que conllevan a la generación de deslizamientos y derrumbes de pequeña escala, como también a generación de flujos. Figura 18.
- En el cauce de las quebradas se deben construir muros disipadores, con el objetivo de reducir el volumen y atenuar la velocidad del flujo que se pueda dar (figura 19).
- Construcción de barrera, rellenos y cortacorrientes. Construir obras complementarias hidráulicas y control, mediante diques transversales como trinchos de madera, de enrocado o gaviones. El objetivo de estas medidas, es disminuir la energía del agua, retener sedimentos para estabilizar la cárcava o quebrada y proceder a sembrar vegetación.

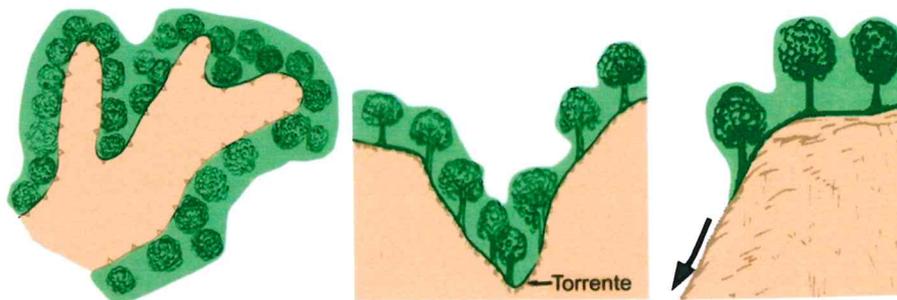


Figura 18. Obras de forestación en zonas de cárcavamiento.

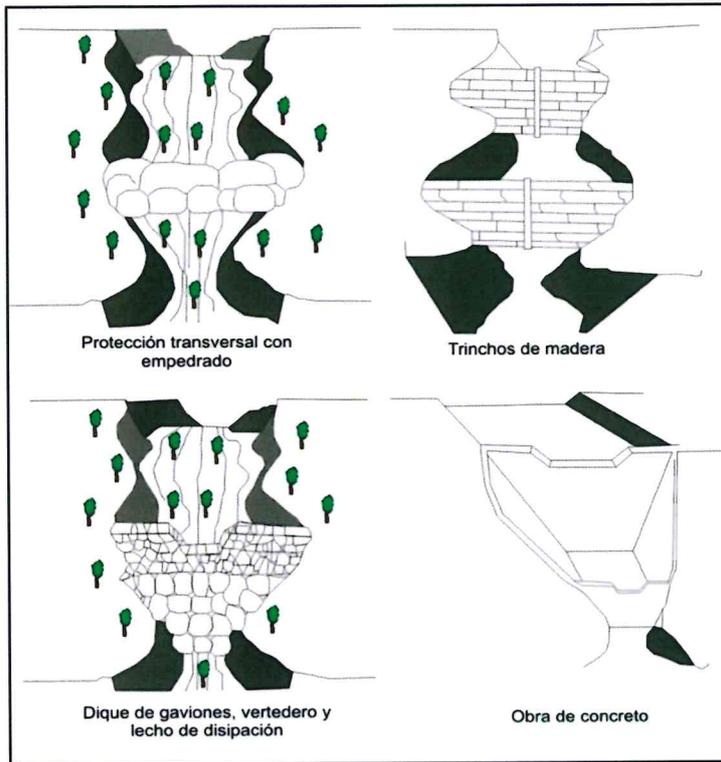


Figura 19. Obras hidráulicas transversales para cárcavas, fijación de sedimentos y protección de desagüeros naturales (Tomado de Instituto Nacional de Vías-Colombia-1998).

c) Para las erosiones fluviales

- Las viviendas ubicadas en el borde de la terraza, deben ser reubicadas.
- Encausar y realizar limpieza del cauce del río Cozo, con la finalidad de darle un mejor desagüe a las aguas de escorrentía fluvial.
- Los bloques del cauce del río, podrían ser usados como defensas ribereñas.
- Construcción de defensa ribereña, en la margen izquierda, para proteger la terraza.

Defensa ribereña con gaviones:

Las defensas ribereñas constituyen obras fluviales construidas dentro del cauce de un río o en sus márgenes.

Las finalidades de este tipo de obra son:

- Proteger las márgenes contra erosiones
- Recuperar terrenos ribereños;
- Controlar el transporte de sólidos
- Almacenar o derivar agua
- Laminar las crecidas, etc.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

a) Para el sector de Acobamba

- El sector de Ragrañ Huasi (Acobamba), se considera una zona crítica, por estar ubicada en un deslizamiento reactivado, que aún tiene las condiciones como para seguir en movimiento, como son la pendiente de la ladera, el material susceptible a ser removido y las filtraciones de agua subterránea existentes. El factor detonante son las precipitaciones pluviales.
- En el deslizamiento que involucra el sector Ragrañ Huasi, se han presentado reactivaciones posiblemente desde el año 2010; la del año 2013 afectó seis viviendas y terrenos de cultivo. Es necesario que las viviendas que aún siguen ubicadas en el cuerpo del deslizamiento se reubiquen, labor que debe ser realizada por la municipalidad distrital de San Pedro de Chaulan.
- Las causas de la reactivación de los deslizamientos en Acobamba son: rocas metamórficas con esquistosidad a favor de la pendiente, pendiente del terreno entre 25° a 35°, terrenos deforestados, puquiales sin sistema de drenaje.
- En el deslizamiento reactivado del sector de Ragrañ Huasi (Acobamba), se deben realizar sistemas de drenaje, canales de coronación, sellado de grietas, con la finalidad de amortiguar la filtración de agua al subsuelo.
- Realizar estudios de geofísica, con la finalidad de determinar el espesor de la masa inestable o masa móvil y la posible agua subterránea. Con ello se podrán realizar los drenajes subterráneos.
- Canalizar los puquiales, con la finalidad de no permitir la infiltración de agua al subsuelo.
- Todos los canales que se construyan en el cuerpo del deslizamiento deben ser de material PVC, con la finalidad de darle una flexibilidad por el movimiento del terreno, en caso de una ruptura del canal debe ser reemplazo inmediatamente.

b) Para el sector de Cozo:

- El sector de Cozo, se considera como zona crítica, afectado por procesos de erosión fluvial.
- En diciembre del 2013, aguas arriba del sector de Cozo el río del mismo nombre, fue represado momentáneamente, el desembalse violento ocasionó erosión lateral de sus márgenes, afectó al sector de Cozo destruyendo las viviendas ubicadas en el borde de la ladera. El represamiento se produjo por un flujo de detritos que provino de la quebrada S/N del cerro Huaylas. Para el sector de Cozo, las viviendas que se encuentran al borde de la terraza deben reubicarse.

- Descolmatación, canalización y construcción de defensas ribereñas en ambas márgenes del río Cozo utilizando enrocados o gaviones, como también pueden ser muros de concreto, que servirán de protección al poblado y carretera.
- Construcción de un nuevo puente peatonal con sus respectivas defensas ribereñas en los estribos, aguas arriba. El diseño del puente debe de contemplar una mayor longitud que el actual, para una mayor estabilidad.
- Los afloramientos de roca intrusiva ubicados en las inmediaciones del sector de Cozo, presentan procesos avanzados de erosión de ladera, esto genera material suelto que es vertido a los cauces de las quebradas, en tiempos de lluvia son de fácil remoción, lo cual puede generar flujos de detritos que ocasionaría un embalse del río Cozo.
- La reubicación de las viviendas ubicadas en el borde de la terraza del sector de Cozo debe ser labor de la municipalidad distrital de Yarumayo.

BIBLIOGRAFÍA

Camarasa, A. (2002). **Crecidas e Inundaciones**. En: Riesgos Naturales, Ariel Ciencias España, 359-387 Págs.

Chaupis, J. (2013). **Inspección a la quebradas Cachuna, Acobamba, Andas, Distrito de Yarumayo, Provincia Huánuco**. Informe de Evaluación N°001-2013. Municipalidad Distrital de Yarumayo. Huánuco. 7 Págs.

Cruden, D.M., & Varnes, D.J. (1996). **Landslide Types and Processes**. En: "Landslides. Investigation and Mitigation", Eds Turner, A.K. and Schuster, R.L. Special Report 247, Transport Research Board, National Research Council, Washington D.C. pp. 36-75.

Hungr, O. & Evans, S.G., 2004, **Entrainment of debris in rock avalanches: an analysis of a long run-out mechanism**: Geological Society of America Bulletin, V.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS - COLOMBIA (1998). "**Manual de estabilidad de taludes – Geotécnia Vial**". Ministerio de Transportes – Instituto Nacional de Vías. Colombia. 340P.

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

Pedraza, J. (1996). "Geomorfología fluvial y lacustre". En: Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones Clasificación de los ríos. (Consulta Noviembre 2014 <http://www.redescepalcala.org/ciencias1/geologia/geomorfologia/geomorfoflualtotal.htm>)

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

Quispesivana, L. (1996). Geología del Cuadrángulo de Huánuco (Hoja:20K). INGEMMET. Serie A: Carta Geológica Nacional. Boletín N° 75. Págs. 137 <http://www.ingemmet.gob.pe/AplicacionesWeb/Productos/productos/index.html>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-Senamhi (2003), **Mapa de Precipitación Anual-Periodo Normal (Septiembre-Mayo)**. En INDECI, Atlas de Peligros Naturales. Lima. Págs. 310-311.

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

Villota, H. (2005) Geomorfología Aplicada A Levantamientos Edafológicos Y Zonificación De Tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Bogotá, Colombia. 183p.

Zavala, B., Vilchez, M., R. (2006). ***Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco***. INGEMMET. Dirección de Geología Ambiental. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. Boletín N° 34. 174 Págs.

<http://www.ingemmet.gob.pe/AplicacionesWeb/Productos/productos/index.html>

Zavala, B., Vilchez, M., R. (2006). ***Zonas Críticas por peligros geológicos en la Región Huánuco***. Reporte Preliminar. INGEMMET. Dirección de Geología Ambiental. 39 págs.

http://www.ingemmet.gob.pe/Documentos/Geologia/ZonasCriticas/Regiones/Zonas_Criticas_Huanuco.pdf