

Informe Técnico N° A6818

PELIGROS GEOLÓGICOS EN CENTRO POBLADO VILLA REAL

Región Junín
Provincia Satipo
Distrito Río Negro
Paraje Villa Real



SEGUNDO NUÑEZ
JULIO LARA CALDERON

JULIO
2018



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
2. ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS	2
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	3
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS	3
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	5
5.1 Deslizamiento	5
5.1.1 Factores o causas de sitio, del deslizamiento	6
5.1.2 Factores externos que pueden ocasionar inestabilidad del terreno	7
5.1.3 Grado de actividad	7
5.2 Flujo de lodo o detritos (huaico)	9
6. PROPUESTAS DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS	10
6.1 Para deslizamientos	11
6.2 Para flujos de detritos	13
CONCLUSIONES	15
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
ANEXO: GLOSARIO DE TÉRMINOS	18

“PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO VILLA REAL”

(Distrito Río Negro, Provincia Satipo, Departamento Junín)

1. INTRODUCCIÓN

El alcalde y presidente de la Plataforma de Defensa Civil de la Municipalidad Distrital de Río Negro, mediante Oficio N° 085-2017-ODC/MDRN, se dirige al presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitando se realice una evaluación de riesgos en el centro poblado rural “Villa Real” para la creación de la municipalidad delegada en el centro poblado mencionado.

El INGEMMET como entidad pública competente sobre la Gestión del Riesgo de Desastres realiza la elaboración de informes técnicos, los cuales tienen por finalidad contribuir al conocimiento sobre los peligros geológicos que afectan a los centros poblados y obras de infraestructura.

El presente informe brinda información sobre los aspectos geomorfológicos y geológicos del centro poblado Villa Real, así como los peligros geológicos que afectan a dicho centro poblado, así como las recomendaciones que se deben considerar para evitar futuros daños.

Este documento se basa en la inspección realizada en campo, así como la información disponible de trabajos anteriores realizados por el INGEMMET; incluye textos, ilustraciones fotográficas, así como conclusiones y recomendaciones. Cabe recalcar que este trabajo se pone en consideración del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).

2. ASPECTOS GEOGRÁFICOS Y CLIMÁTICOS

El centro poblado Villa Real, políticamente se encuentra en el distrito Río Negro, provincia Satipo, región Junín (figura 1). Está ubicado a 47 km de la ciudad de Río Negro, donde habitan más de 100 familias. Entre siguientes coordenadas centrales UTM (WGS 84-Zona 18 Sur):

Norte:	8 781 825
Este:	546 038
Altitud:	986 m.s.n.m.

Abarca áreas correspondientes a la Faja Subandina. En el piso altitudinal entre 500 a 2300 m.s.n.m. Presenta un clima tropical lluvioso entre los meses de diciembre a marzo y una temperatura que varía a lo largo del año entre los 14°C a 30°C el piso altitudinal entre 500 a 2300 m.s.n.m. Presenta clima tropical, lluvioso entre los meses de diciembre a marzo y una temperatura que varía a lo largo del año entre los 14°C a 30°C.

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

El centro poblado Villa Real se ubica en la Faja Subandina y está constituido por:

a) Vertiente con depósito de deslizamiento

Relieve con cierta pendiente y algunas superficies más o menos planas o levemente inclinadas, Foto 01. Se originó por un deslizamiento antiguo y está constituido por depósitos coluvio-deluviales.

Otra evidencia del deslizamiento antiguo, es la superficie del terreno, que forma lomeríos (“hummocks”).

b) Montaña estructural en roca sedimentaria

Elevación natural del terreno, con altura mayor de 300 m, constituida por una agrupación o cadena de cerros, Foto 01. Las laderas de los cerros están disectadas por quebradas que generan drenaje dendrítico y subparalelo. Litológicamente se compone de rocas sedimentarias de tipo lodolitas y limolitas.

El centro poblado se encuentra en una planicie, formada por el deslizamiento antiguo, presenta pendiente baja, menor a 5°.

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Tomando como referencia la cartografía del cuadrángulo de Satipo 23-n (LAGESA-C.F.G.S., 1997), en la zona de estudio afloran rocas sedimentarias de tipo lodolitas y limolitas pertenecientes al Grupo Huayabamba.

a) Grupo Huayabamba

Está constituido por una gruesa secuencia de estratos rojos y púrpuras de lodolitas, limolitas calcáreas, calizas y calcarenitas muy competentes, en estratos tabulares con disyunción catafilar muy característica, y arcillitas marrón rojizas con grietas de desecación.

b) Depósitos coluvio-deluviales

Se les reconoce por su geometría, son producto de deslizamientos, derrumbes y movimientos complejos, etc.; su fuente de origen se encuentra cercana. Están conformados por gravas y bloques (hasta 2 m de diámetro) con formas angulosas a subangulosas y envueltos en una matriz arcillosa-limosa. Se presentan sueltos a muy sueltos, pero pueden presentar algo de consolidación cuando son relativamente más antiguos, dependiendo de la matriz que los engloba, Foto 02.



Foto 01: Vista panorámica de la vertiente con depósito de deslizamiento (línea punteada a amarilla) sobre la cual se ubica el centro poblado Villa Real y de las montañas que rodean dicho centro poblado



Foto 02: Depósito coluvio-deluvial, producto del deslizamiento, con bloques de calizas y calcoarenitas (flechas amarillas). Como también se aprecia árbol ligeramente inclinado (flecha roja).

Sus niveles inferiores presentan limolitas marrón rojizas con intercalaciones de areniscas y lutitas gris verdosas y amarillentas y violáceas, competentes, ocasionalmente presentan niveles delgados de calizas grises.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Según Luque *et al* (2016), el centro poblado de Villa Real, se encuentra sobre un área de alta susceptibilidad a los movimientos en masa.

En el centro poblado Villa Real, está asentado sobre el depósito de un deslizamiento rotacional antiguo, que de reactivarse afectaría a este centro poblado. El cuerpo del deslizamiento se encuentra surcado por procesos de erosiones de ladera, forman quebradas que pueden generar flujos de detritos o lodo.

5.1 Deslizamiento

El centro poblado Villa Real se ubica sobre un deslizamiento antiguo, muy probable que este evento se halla sido detonado por intensas lluvias o por movimientos sísmicos, en el pasado geológico reciente.

Este deslizamiento presenta un escarpe con longitud kilométrica (1500 m), el salto no se puede diferenciar por estar muy erosionado y cubierto por vegetación.

En el cuerpo del deslizamiento se observó bloques sueltos de hasta 2 m de diámetro (foto 03), de formas angulosas a subangulosas, de naturaleza sedimentaria. Así mismo, en los alrededores del centro poblado, se apreció algunos bloques sueltos, producto de antiguo deslizamiento. Al igual se observó en la ladera del cerro.

Aguas debajo de la zona mencionada, se tiene un terreno con una pendiente menor de 25°, que llega hasta el fondo de la quebrada. Lo mencionado es parte del deslizamiento antiguo que llegó a represar la quebrada.

En una excavación a cielo abierto (base de vivienda), se evidenció que el suelo está conformado por dos secuencias, una fina y otra gruesa, Foto 5. La más superficial corresponde posiblemente a un flujo de lodo, la más profunda correspondería al depósito del deslizamiento.



Fotos 3 y 4. Bloques de hasta 2 m de diámetro de formas subangulosas, producto del depósito de deslizamiento antiguo (fechas amarillas)



Foto 5

(A) Suelo limo arenoso con escasa grava, color marrón, de fácil excavación.

Profundidad de 40 cm.

Origen: Depósito originado por flujo de lodo

(B) Suelo gravoso, con escasos bloques hasta de 10 cm. Los fragmentos de roca son de formas angulosas de naturaleza calcárea.

Profundidad de 60 cm.

Origen: Depósito originado por deslizamiento.

5.1.1 Factores o causas de sitio, del deslizamiento

- Pendiente del terreno, menor de 45°.
- Rocas sedimentarias de mala calidad; fracturamiento abierto que permite la infiltración de agua. Medianamente meteorizadas.
- El substrato rocoso, está conformado por una gruesa secuencia de lodolitas y limolitas calcáreas, con niveles inferiores de limolitas, areniscas y lutitas. Las rocas de grano fino (limolitas) permiten la retención de agua y las de grano grueso (areniscas) permite la filtración de agua.

5.1.2 Factores externos que pueden ocasionar inestabilidad del terreno

Estos terrenos por estar constituidos por depósitos de deslizamientos antiguos son muy frágiles o susceptibles a su reactivación. los factores que le pueden reactivar son:

- a) Cortes de talud para carretera, sin dirección técnica.
- b) Cuneta de la carretera de acceso sin revestimiento, esto ocasiona la infiltración de agua al subsuelo.
- c) Intensa deforestación, esto desprotege al suelo, permite la infiltración de agua al subsuelo y erosión del suelo.
- d) Aumento del peso de la masa inestable.
- e) Zona urbana sin drenaje pluvial, esto ayuda a la infiltración de agua al subsuelo, con el tiempo lo llega a saturar.

Los factores detonantes son:

- a) Lluvias de tipo excepcional que a través de los años llegan a saturar al terreno.
- b) Sismos de gran intensidad, que desestabilizan al terreno.

5.1.3 Grado de actividad

Los movimientos de remoción en masa tienen diferentes estados de actividad. Un movimiento del terreno que tiene movimiento actual es un movimiento activo. Si el movimiento ha tenido lugar en los últimos doce meses, pero no es un movimiento activo, es denominado **movimiento en suspenso o suspendido**. Un movimiento que ha estado inactivo, pero en la actualidad es activo se conoce como **movimiento reactivado**. Cuando un movimiento no ha tenido actividad en los últimos doce meses se puede clasificar como apagado, abandonado, estabilizado o reliquia (Alicántara 2000).

En el sector de Villa Real en los trabajos de campo, se observó:

- a) Postes de tendido eléctrico desalineados con ligeras inclinaciones (foto 6 y 7)
- b) Árboles ubicados en la ladera, con ligera inclinación hacia la parte baja (foto 8).

Según lo mencionado por los moradores, estos movimientos del terreno se dieron hace buen tiempo?. Entonces aplicando la clasificación de Alicántara, al deslizamiento se le puede considerar como un **deslizamiento reactivado pero que en la actualidad se encuentra suspendido**.

La cobertura vegetal de la zona no permitió observar mayores detalles en la zona, como agrietamientos o asentamientos del terreno.

En la zona urbana, en la inspección de campo no se observó agrietamientos del terreno, aparentemente se encuentra el estable.



Fotos 6 y 7: Postes inclinados producto del terreno inestable



Foto 8: Árboles inclinados a favor de la pendiente, debido al suelo inestable

El área donde se reactivó el deslizamiento se encuentra fuera del área urbana, hacia el suroeste del poblado.

En el área urbana, no se observó evidencias de la reactivación del deslizamiento (foto 9), pero esta surcada por quebradas.



Foto 9. Se muestra el área urbana del centro poblado.

De reactivarse el deslizamiento podría afectar a la zona urbana, por ello que es necesario que la zona que mostró inestabilidad (árboles y postes inclinados) sean observados constantemente. De evidenciar movimiento deberá ser comunicado de inmediato a las autoridades correspondientes para tomar las medidas del caso.

5.2 Flujo de lodo o detritos (huaico)

En el sector se pueden presentar flujos de detritos (huaicos) canalizados, que pueden afectar a la población.

En la excavación a cielo abierto descrita en la foto 5, se tiene una secuencia de flujo de lodo, que permite afirmar que, de una manera u otra, los depósitos provenientes de las quebradas han cubierto parte del área del poblado de Villa Real. Que han cubierto parte del depósito del deslizamiento.

Las quebradas son alimentadas por los procesos de erosiones de ladera, que cruzan la superficie del cuerpo del deslizamiento antiguo.

Se identificaron dos quebradas principales. Una de estas se encuentra cercano al C.E.N. 31546 Villa Real (foto 10); a una distancia de 4 m. La quebrada tiene un ancho de 11 m y profundidad que varía de 9 a 11 m, está cubierta por vegetación, de reactivarse afectaría al centro educativo y vía de acceso al centro poblado. En otra quebrada, en el cauce de la quebrada se identificaron bloques con gravas, de formas subredondeadas a subangulosas englobadas en matriz limo arenosa, que muestran la evidencia del arrastre de los materiales (foto 11 y 12).

Entonces de reactivarse las quebradas, por lluvias excepcionales, generarían flujos de lodo o detritos (huaico), esto afectaría las viviendas ubicadas en borde de la quebrada, y vías de acceso que cruzan el cauce de la quebrada, en tramos de 10 a 20 m.



Foto 10: Quebrada ubicada muy cerca (4 m) al C.E.N. Villa Real



Foto 11 y 12: Quebrada que cruzan las cercanías del centro poblado. La imagen de izquierda muestra en profundidad y el material del cauce de la quebrada.

6. PROPUESTAS DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS

En esta sección se dan algunas propuestas generales de solución para la zona de estudio, con la finalidad de minimizar la reactivación del deslizamiento y minimizar los daños producidos por los flujos de detritos.

Cabe mencionar, que estas medidas se deben realizar mientras se realiza la reubicación paulatina del centro poblado Villa Real.

Los deslizamientos y flujos de detritos ocurren esencialmente de forma natural pero también por la actividad antrópica (deforestación) mal desarrollada que acelera el proceso. A continuación, se proponen algunas medidas para el manejo de estas zonas:

6.1 Para deslizamientos

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

- a) Manejo agrícola: evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos y frecuentes, de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos.
- b) El sistema de riego de cultivo debe ser tecnificado, por aspersión controlada o por goteo.
- c) La remoción de la tierra para realizar el cultivo debe ser superficial pues una remoción más profunda realizada con maquinaria puede favorecer la infiltración y saturación del terreno.
- d) El desarrollo de vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes; no obstante, este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.
- e) Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural conformada por pastos, malezas y arbustos.
- f) Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles a utilizar deben contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzaran versus la pendiente y profundidad de los suelos; se recomienda que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración con el objeto de captar el agua y controlar la erosión.
- g) Evitar el sobre pastoreo que produzca deterioro y destrucción de la cobertura vegetal, se debe realizar un manejo de las zonas de pasturas mediante el repoblamiento de pasturas nativas, empleando sistemas de pastoreo rotativo, evitar la quema de pajonales.
- h) Construir zanjas de coronación en la corona o en la parte alta de un talud, Figura 02, las cuales son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias y evitar su paso por el talud. La zanja de la corona no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe.

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

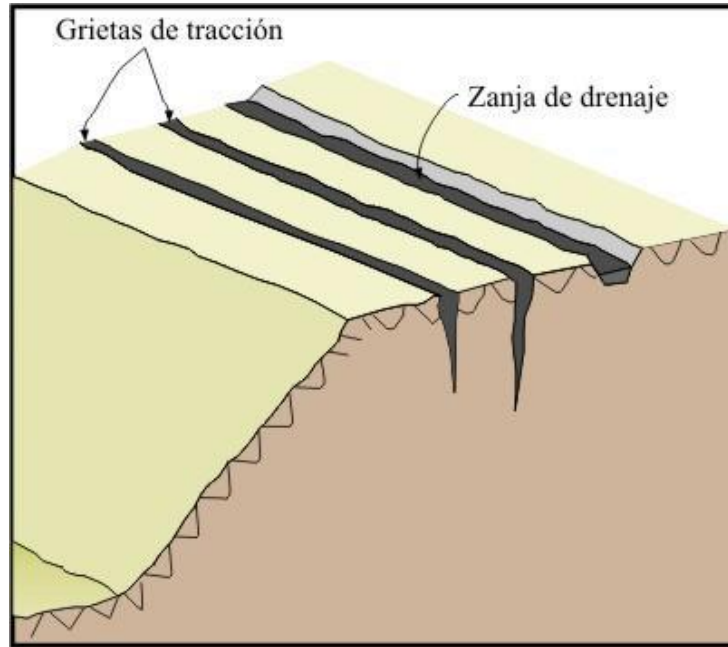


Figura 02: Canales de coronación

- j) Construir un sistema de drenaje tipo Espina de Pescado para disminuir la infiltración de agua en las áreas arriba del talud, se construyen canales colectores en Espina de Pescado, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas generalmente a los canales en gradería o torrenteras, Figura 03. Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la infiltración del agua.



Figura 03: Sistema de drenaje tipo espina de pez

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

6.2 Para flujos de detritos

En quebradas de régimen temporal donde se producen huaicos periódicos a excepcionales que pueden alcanzar grandes extensiones y pueden transportar grandes volúmenes de sedimentos gruesos y finos. Con el propósito de propiciar la fijación de los sedimentos en tránsito y de minimizar el transporte fluvial, es preciso aplicar en los casos que sea posible, las medidas que se proponen a continuación:

- a) Encauzar el cauce principal de los lechos aluviales secos, retirando los bloques rocosos en el lecho y seleccionando los que pueden ser utilizados para la construcción de enrocados, espigones o diques transversales artesanales siempre y cuando dichos materiales sean de buenas características geotécnicas. Considerar siempre que estos lechos aluviales secos se pueden activar durante periodos de lluvia excepcional.
- b) Propiciar la formación y desarrollo de bosques ribereños con especies nativas para estabilizar los lechos.
- c) Las obras de infraestructuras que atraviesen estos cauces secos deben construirse con diseños que tengan en cuenta las máxima crecidas registradas, que permitan el libre discurrir de crecidas violentas provenientes de la cuenca media y alta, evitándose obstrucciones y represamientos violentos.
- d) Construir presas transversales de sedimentación escalonada para controlar las fuerzas de arrastre de las corrientes de cursos de quebradas que acarrear grandes cantidades de sedimentos durante periodos de lluvia excepcional, cuya finalidad es reducir el transporte de sedimentos gruesos, Figura 04.



Figura 04: Presas de sedimentación escalonada para controlar la fuerza destructiva de los huaicos. Fuente: INGEMMET, 2003

CONCLUSIONES

- a) El centro poblado Villa Real se encuentra asentado sobre un antiguo depósito de deslizamiento, como evidencia de ello se tienen bloques de roca (calcarenica) esparcidos y superficie del terreno con lomeríos.
- b) El sustrato está conformado por lodolitas, limolitas, areniscas, calcarenitas y calizas; estos tipos de roca son de mala calidad, susceptible a ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa.
- c) El material del deslizamiento está formado por gravas y bloques (hasta 2 m de diámetro) de formas angulosas a subangulosas y envueltos en una matriz limo arenosa. El depósito se encuentra suelto.
- d) Se identificaron además flujos de lodo o detritos (huaico), generados por quebradas que cruzan el cuerpo del deslizamiento. De reactivarse las quebradas afectaría viviendas y vías de acceso.
- e) En la parte superior colindante ente la zona urbana y ladera del cerro se tienen arboles ligeramente inclinados, contra pendiente, al igual que postes de tendido eléctrico. Estos son indicios que el terreno no se encuentra estable, es decir el deslizamiento se reactivó y en la actualidad se encuentra suspendido. Esto no quiere decir que la zona es estable.
- f) El poblado no cuenta con sistema de drenaje pluvial, por lo tanto, el agua proveniente de la lluvia se infiltra fácilmente al subsuelo.
- g) El cuerpo del deslizamiento se encuentra surcado por procesos de erosiones de ladera, que están controlados por la vegetación. Generan escaso reporte al cauce de la quebrada.
- h) De generarse un deslizamiento o un derrumbe en una ampliación de los procesos de erosiones de ladera, esto obturaría el cauce de la quebrada en formación. En tiempo de lluvia podría generar un flujo que afectaría la zona urbana.
- i) Por estar el poblado asentado sobre el cuerpo de un deslizamiento antiguo y además se tienen procesos de erosiones de ladera que han generado flujos de lodo y detritos (huaicos), se le considera como terrenos muy frágiles. El deslizamiento se puede reactivar y los flujos activar, de presentarse lluvias excepcionales.

RECOMENDACIONES

- a) Realizar medidas correctivas propuestas en el capítulo 6.2 con la finalidad minimizar los daños que puedan generar los flujos de detritos.
- b) Realizar un 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.
- c) Para la zona urbana, realizar un drenaje pluvial, con la finalidad de no permitir la infiltración de agua al subsuelo.
- d) Evitar que el drenaje de aguas servidas se infiltre al subsuelo.
- e) No permitir el crecimiento urbano en esta zona, porque se trata de un terreno formado por un deslizamiento antiguo, son terrenos muy susceptibles a que se reactiven.
- f) Encauzar las quebradas, retirando los bloques rocosos del lecho y seleccionando los que pueden ser utilizados para la construcción de enrocados, espigones o diques transversales artesanales siempre y cuando dichos materiales sean de buenas características geotécnicas.
- g) Realizar la implementación de un sistema de drenaje mediante canales impermeabilizados y evitar la infiltración de aguas.
- h) De presentarse agrietamientos y asentamientos del terreno, es necesario la reubicación de la población.
- i) En la ladera donde se encuentra el deslizamiento, no realizar cortes de talud individuales, porque esto podría reactivar el deslizamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- a) Alcántara, I. (2000). Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. Investigaciones Geográficas N°41 México abril 2000 *versión On-line* ISSN 2448-7279 *versión impresa* ISSN 0188-4611. (consulta mayo 2018).
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112000000100002
- b) Asociación LAGESA - C.F.G.S. (1997) - Geología de los Cuadrángulos de los cuadrángulos de Satipo y Puerto Prado. Lima - Perú, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, N° 86. 250 p.
- c) Cruden, D. M. y Varnes, D. J. (1996) - Landslide types in processes, in 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.
- d) Hutchinson, J. N. (1988) - General Report: Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology. *Proceedings, Fifth International Symposium on Landslides* (Ed: Bonnard, C.), 1, 3-35. Rotterdam: Balkema.
- e) Instituto Geológico minero y Metalúrgico (2003) - Estudio de Riesgos Geológicos del Perú Franja N°3, INGEMMET, Serie C: Geología e Ingeniería Geológica, Boletín N° 28, Dirección de Geología Ambiental, 373 p., 21 figs., 159 fotos., 17 mapas, Lima.
- f) Luque, G., Rosado, M. (2015). Riesgo geológico en la región Junín. Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa. Inédito.
- g) Zavala, B. y Rosado M. (2011). Riesgo geológico en la región Cajamarca. Serie C: Geología e Ingeniería Geológica, Boletín N° 44, Dirección de Geología Ambiental, 407 p.

ANEXO: GLOSARIO DE TÉRMINOS

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 y Varnes, 1996).

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

DESLIZAMIENTO: Es un movimiento de una masa de suelo, roca o ambos, ladera abajo, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. Se clasifican según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales.

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

En los deslizamientos rotacionales la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla, curva cóncava (figura 5). Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto-estabilizante y ocurre en rocas poco competentes. La tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas (Hutchinson, 1988).

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

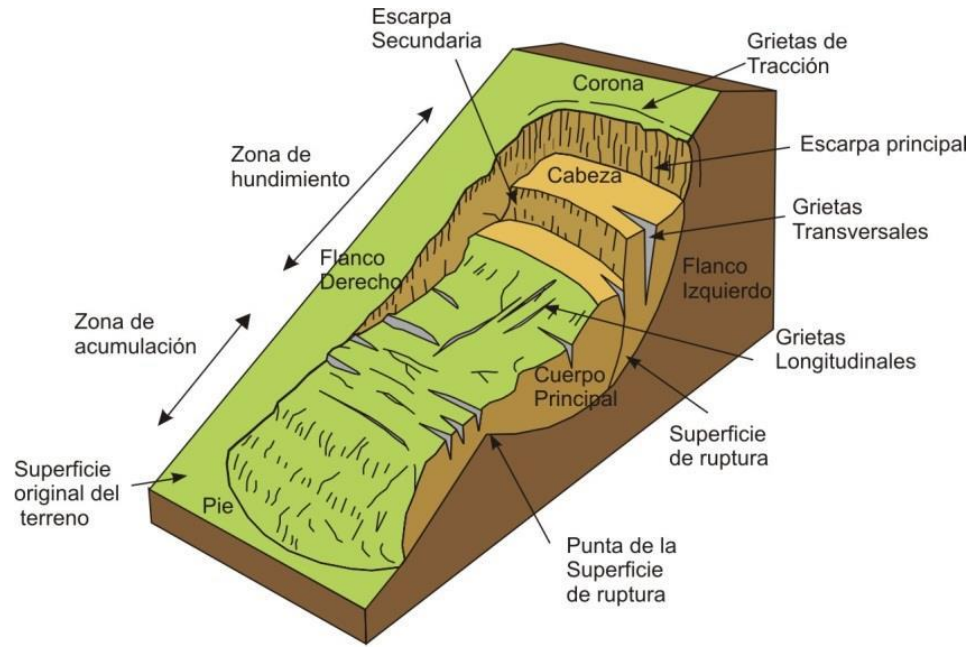


Figura 5: Diagrama de bloque de un deslizamiento

FLUJO DE DETRITOS (HUAICOS): Flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados no plásticos, canalizada. Se movilizan fragmentos y escombros por efecto combinado de la gravedad y el agua (fuertes precipitaciones) que ocasionan la pérdida de cohesión interna del suelo conduciéndolo de estado plástico a líquido y haciendo que se desplace y deposite en forma de abanico o mantos en la parte baja de las laderas o encauzados en quebradas (figura 6). Puede alcanzar elevadas velocidades y por tanto mayor fuerza de arrastre.

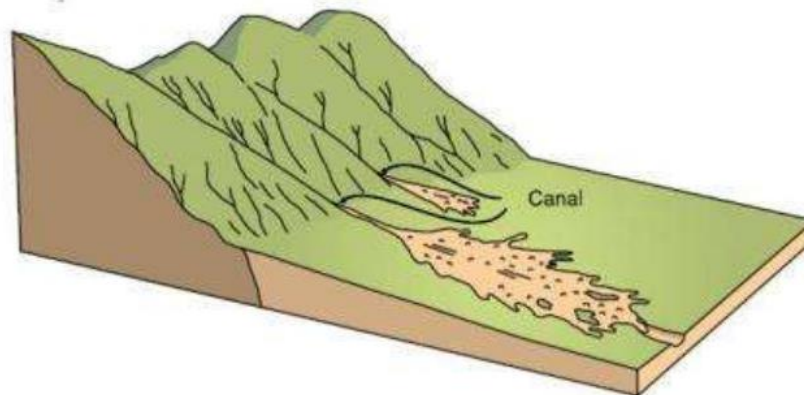


Figura 6: Esquema de un flujo de detritos (Cruden y Varnes, 1996)