



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A6928

EVALUACIÓN DE PELIGROS POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR ANGOSACHE, CENTRO POBLADO CORRALPAMPA

Región Cajamarca
Provincia Cajabamba
Distrito Cachachi



AGOSTO
2019

VERSIÓN N° 001 CARATULA DE INFORME TÉCNICO - INGEMMET / 190819

CONTENIDO

RESUMEN	2
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ANTECEDENTES	3
3. TRABAJOS PREVIOS	4
4. ASPECTOS GENERALES.....	4
4.1. Ubicación y acceso	4
4.2. Objetivos	5
4.3. Clima.....	5
5. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	5
5.1. Geoforma de carácter tectónico degradacional y erosional.....	5
5.2. Geoforma de carácter deposicional o agradacional	6
6. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	6
7. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	8
7.1. Conceptos generales	11
Deslizamientos.....	11
Deslizamiento rotacional	11
Flujo de detritos (Huaicos)	11
Caída (Fall)	12
7.2. Deslizamiento Sector Angosache	13
Características del deslizamiento:.....	13
Factores Condicionantes.....	13
Factores desencadenantes	14
Daños ocasionados.....	16
7.3. Otros fenómenos relacionados al Deslizamiento Sector Angosache.....	17
Flujo de detritos	17
Caída de rocas.....	18
CONCLUSIONES.....	20
RECOMENDACIONES	21
REFERENCIAS.....	22

EVALUACIÓN DE PELIGRO POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR ANGOSACHE, CENTRO POBLADO CORRALPAMPA. (Región de Cajamarca, provincia de Cajabamba, distrito de Cachachi)

RESUMEN

El sector Angosache, está ubicado en el distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba y región Cajamarca. El 14 de abril del 2019 se presentó un deslizamiento que afectó terrenos de cultivo, una vivienda y vías de acceso; de continuar el movimiento afectaría otras viviendas, vías de acceso y nuevos terrenos de cultivo.

En el sector se tienen afloramientos de areniscas muy fracturadas intercaladas con lutitas, rocas de mala calidad y susceptibles a la generación de movimientos en masa. Debido al incremento de agrietamientos en la parte posterior al escarpe principal se determina que el deslizamiento evaluado tiene un comportamiento retrogresivo.

El deslizamiento presenta una corona de tipo rotacional con una longitud de 450 m y un salto vertical de 30m.

Los factores condicionantes para la generación de este evento son: a) roca altamente fracturada y meteorizada que permite la infiltración de agua; b) suelo y roca saturadas; c) en la parte posterior a la corona se tiene canales de irrigación sin revestimiento que saturan el terreno y aumentan el peso de la masa inestable; d) pendiente del terreno (mayor a 15°) que favoreció a que la masa inestable se deslice cuesta abajo por la saturación del terreno, teniendo como factor desencadenante, las lluvias intensas.

En la ladera posterior al deslizamiento, en el cerro denominado Pozo Hondo se tiene procesos de caída de rocas.

En la parte baja a consecuencia del deslizamiento se originó un flujo de detritos, el mismo que se ha emplazado dentro del cauce de la quebrada Angosache.

Este deslizamiento es activo, es decir, aún sigue en movimiento; presentando nuevos agrietamientos en la parte posterior de la corona y en los lados laterales al cuerpo del deslizamiento.

Como medida preventiva es necesario reubicar las viviendas que se encuentran en la parte posterior y cercanas al cuerpo del deslizamiento.

Se accede por la siguiente ruta:

Cajamarca – Cajabamba, 122 km Carretera asfaltada.

Cajabamba – Corralpampa, 30 km Trocha carrozable.

Con el siguiente itinerario:

Ruta	Distancia	Medio de transporte	Tiempo
Cajamarca – Cajabamba - Corralpampa	152 km.	Terrestre	4 horas
Cajabamba – Corralpampa – Cajabamba – Cajamarca.	182 km	Terrestre	6 horas

4.2. Objetivos

Realizar la evaluación peligros geológicos en el sector Angosache, caserío de Corralpampa, distrito de Cachachi, provincia de Cajabamba, región Cajamarca.

- Determinar las causas de origen de los peligros geológicos encontrados.
- Recomendar acciones de mitigación de los peligros identificados.

4.3. Clima

Según la clasificación climática de Thornthwaite la zona presenta un clima semiseco, semifrío; deficiente lluvia en otoño, invierno y primavera. Los volúmenes de precipitación aumentan entre enero y marzo y decrecen de mayo a octubre. No obstante, las precipitaciones se pueden presentar como ligeras lluvias ocasionales de mayo a agosto (Sánchez y Vásquez, 2010).

5. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

La geomorfología del área estudiada es el producto de distintos procesos tectónicos, erosivos, gravitacionales y agradacionales, identificando las siguientes unidades geomorfológicas:

5.1. Geofoma de carácter tectónico degradacional y erosional

Unidad de Montañas

Son elevaciones originadas por procesos tectónicos y de orogenia andina.

Componente de cualquier cadena montañosa y se define como: una gran elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 m de desnivel, cuya cima puede ser aguda, subaguda, semiredondeada, redondeada o tabular, y cuyas laderas regulares, irregulares a complejas (Villota 2005).

a. Montaña en roca sedimentaria

Sus laderas presentan pendientes que varían entre suaves hasta abruptas. En la zona estudiada las pendientes son superiores a los 30° pudiéndose observar caída de rocas

(Foto 01). Litológicamente están compuestas por rocas sedimentarias, areniscas intercaladas con lutitas.

5.2. Geoforma de carácter deposicional o agradacional

Unidad de piedemonte

Generalmente se componen de depósitos inconsolidados a ligeramente consolidados muestran una composición litológica homogénea, tratándose de depósitos con material de corto a mediano recorrido relacionados a las laderas superiores adyacentes de áreas fluviales o periglaciares, también están relacionadas las superficies formas en la desembocadura de la quebrada, como también a los depósitos dejados por movimientos en masa.

a. Piedemonte coluvio-deluvial

En el área afectada, está relacionada a los depósitos originados por derrumbes y deslizamientos antiguos (Foto 01) superpuestos a las laderas. Los materiales están inconsolidados, de composición litológica homogénea.



Foto 01. Límite (línea punteada amarilla) entre las montañas en roca sedimentaria y los piedemontes coluvio-deluviales en las laderas de pendiente moderada.

6. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Tomando como referencia la cartografía del cuadrángulo de Cajabamba, hoja 16-g, en la zona de estudio afloran rocas sedimentarias (cuarcitas, areniscas y arcillitas) y depósitos cuaternarios coluviales.

- a) Formación Farrat: consta de cuarcitas y areniscas blancas de grano medio a grueso (Foto 2).
- b) Formación Carhuaz: constituida por una alternancia de areniscas con arcillitas

grises, las primeras con matices rojizos, violetas y verdosos, características principales para diferenciar en el campo (Foto 03). Hacia la parte superior, contiene bancos de cuarcitas blancas que se intercalan con lutitas y areniscas (Reyes, 1980).



Foto 02: Afloramiento de areniscas con moderada a alta meteorización.

- c) Depósitos coluviales: están constituidos por bloques pequeños, angulosos e irregulares en una matriz limo arenosa. Deben su origen a eventos de deslizamientos y derrumbes (Foto 04), su fuente de origen es cercano (Zavala y Rosado, 2011).



Foto 03: Afloramiento de areniscas y arcillitas con moderada a alta meteorización.



Foto 04: Depósito reciente conformado por limo arenas con clastos angulosos.

7. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los movimientos en masa son parte de los procesos denudativos que moldean el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre. La meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la actividad antrópica) actúan sobre las laderas desestabilizándolas y cambian el relieve a una condición más plana (Proyecto Multinacional Andino, 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, 2014).

En el mapa de susceptibilidad del estudio de Riesgos Geológicos en la Región Cajamarca (Zavala y Rosado 2011), el sector Angosache, centro poblado de Corralpampa, se encuentran en una zona de **Alta y Muy alta susceptibilidad** ante la ocurrencia de movimientos en masa (Figura 02). En la figura 03, se presenta el mapa de peligros geológicos en el sector Angosache.

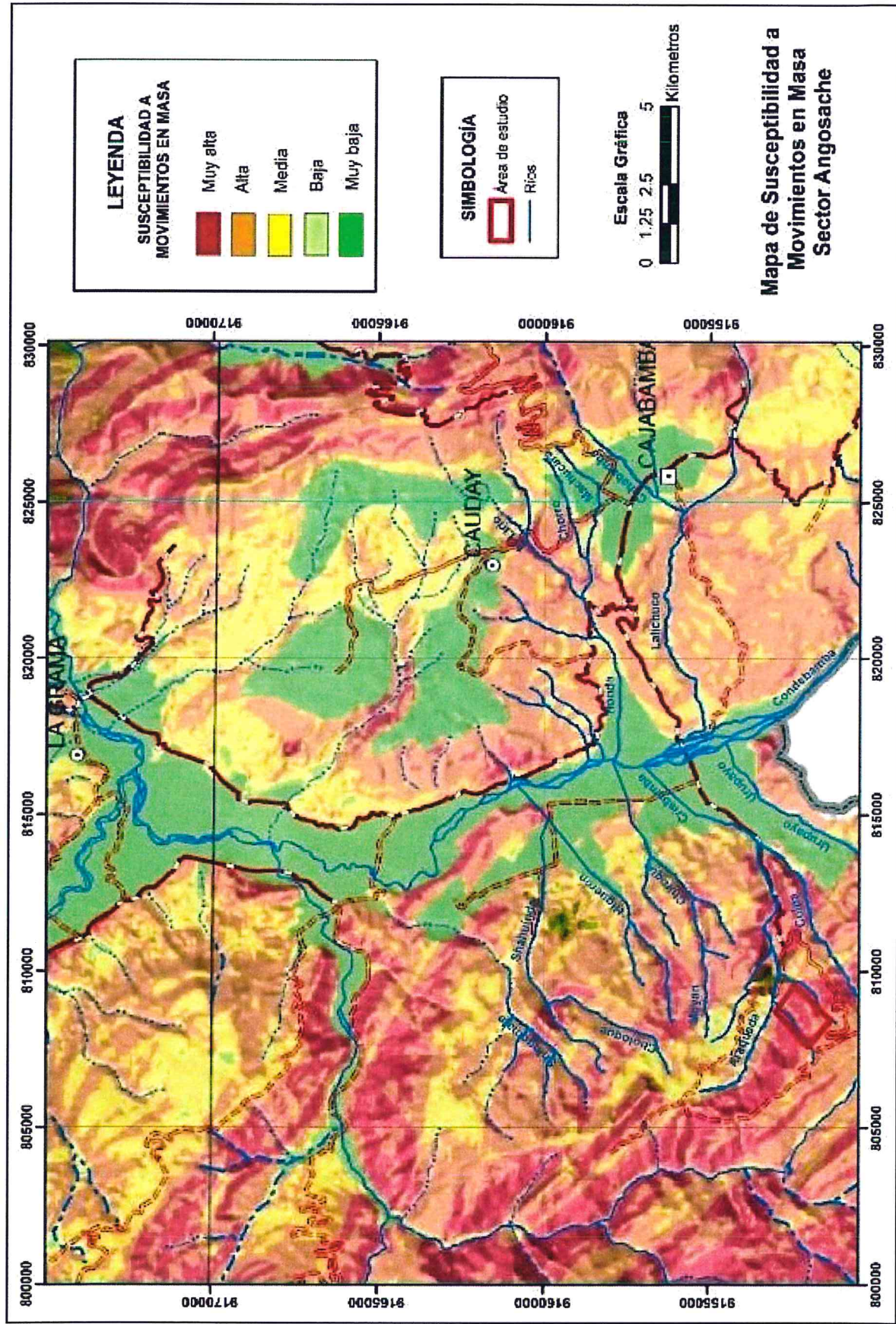


Figura 02: Susceptibilidad por movimientos en masa (Zavala et. al., 2011)

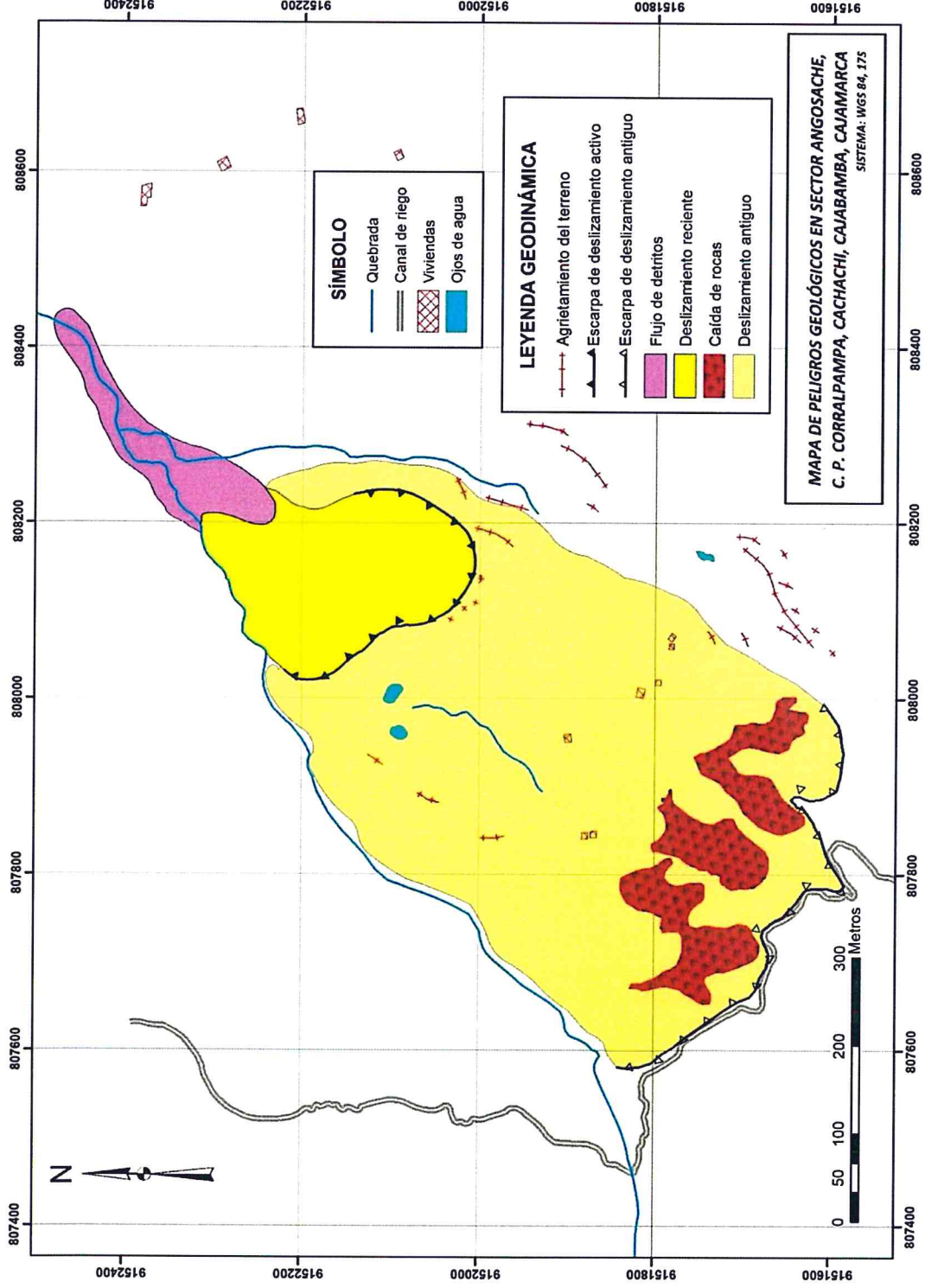


Figura 03: Mapa de Peligros Geológicos en el Sector Angosache.

7.1. Conceptos generales

Deslizamientos

Son movimientos 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, pueden ser de tipo rotacional o traslacional.

Deslizamiento rotacional

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una 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 este 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 04).

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

Flujo de detritos (Huaicos)

Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (Índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos (Figura 05). Como resultado del desarrollo de pulsos, los caudales pico de los flujos de detritos pueden exceder en varios niveles de magnitud a los caudales pico de inundaciones grandes. Esta característica hace que los flujos de detritos tengan un alto potencial destructivo.

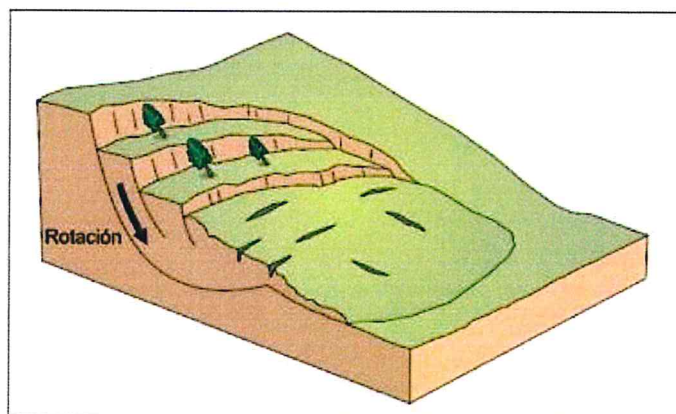


Figura 04. Esquema de deslizamiento rotacional (PMA 2007).

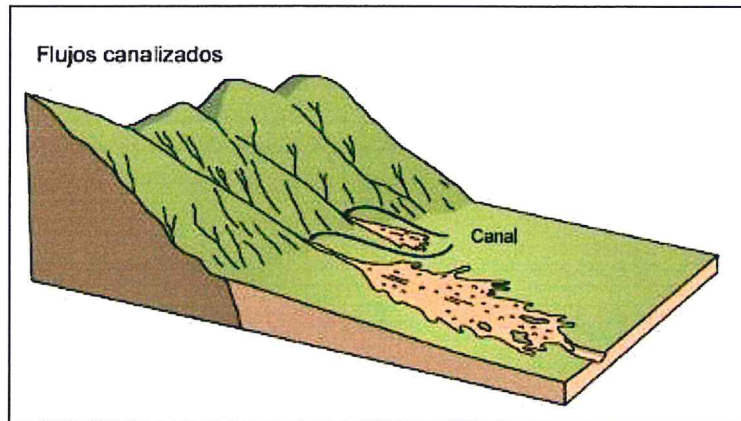


Figura 05. Esquema flujo canalizado (PMA 2007).

Caída (Fall)

La caída es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978). Dependiendo del material desprendido se habla de una caída de roca, o una caída de suelo. El movimiento es muy rápido a extremadamente rápido (Cruden y Varnes, 1996), es decir con velocidades mayores a 5×10^1 m/s. El estudio de casos históricos ha mostrado que las velocidades alcanzadas por las caídas de rocas pueden exceder los 100 m/s.

Una característica importante de las caídas es que el movimiento no es masivo ni del tipo flujo. Existe interacción mecánica entre fragmentos individuales y su trayectoria, pero no entre los fragmentos en movimiento, ver figura 06.

En Evans y Hungr (1993) se pueden consultar ejemplos de caída de roca fragmentada. Los acantilados de roca son usualmente la fuente de caídas de roca, sin embargo, también puede presentarse el desprendimiento de bloques de laderas en suelo de pendiente alta.

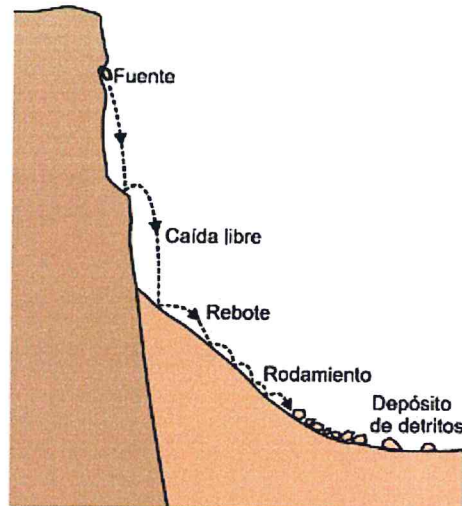


Figura 06. Esquema de caída de rocas (PMA 2007).

7.2. Deslizamiento Sector Angosache

De acuerdo a los trabajos realizados en campo en el sector Angosache se identificó la activación de un deslizamiento en el talud adyacente a la quebrada del mismo nombre, detonado por lluvias intensas, que afectó a viviendas y cultivos. El evento está ubicado en las coordenadas 808120 E; 9152017 N. Además, existe una alta probabilidad de reactivación de este fenómeno durante el periodo de lluvias intensas, como el fenómeno El Niño.

Características del deslizamiento:

El deslizamiento tiene una corona de 450 m aproximadamente (Foto 05) y un salto principal de 30 m. (Foto 06) con un ancho de 210 m. Se estima que la longitud de la corona hacia el pie del deslizamiento es de 302 m.

Factores Condicionantes

- Presencia de surgencias sobre la corona del deslizamiento activo (Foto 07). Esto evidencia la presencia de aguas subterráneas (Foto 08) que contribuyen con la inestabilidad del terreno.
- La pendiente de la ladera oscila entre 25° – 45° (pendiente fuerte a escarpada).
- Intensa deforestación en el sector.
- Afloramientos de areniscas de grano medio intercaladas con arcillitas, muy meteorizadas e intensamente fracturadas, expuestas en las laderas del sector afectado por el deslizamiento.
- Presencia de más de tres familias principales de fracturas abiertas, de espaciamiento muy cerrado.
- Fracturamiento del macizo rocoso a favor de la pendiente.

Factores desencadenantes

- Lluvias estacionales, muy intensas en el sector Angosache.
- Presencia de un canal de riego sin revestimiento de 120 metros de longitud, en la parte posterior de la ladera (sobre el deslizamiento antiguo) que lleva agua desde el paraje denominado Cañariz hasta Quillishpampa, filtrando aguas de su curso hacia el cuerpo del deslizamiento (Foto 09).
- Canales de riegos sin revestimiento y prácticas de riego por inundación dentro del cuerpo del deslizamiento, saturan los terrenos.



Foto 05: Vista del deslizamiento activo. Nótese la escarpa principal con 450 m de longitud.



Foto 06: Salto vertical del deslizamiento de 30 metros.



Foto 07: Surgencia ubicada sobre la corona del deslizamiento activo.



Foto 08: Surgencia ubicada en terreno del deslizamiento antiguo.



Figura 09: Canal de riego sin revestimiento ubicado sobre deslizamiento antiguo.

Daños ocasionados

- Daños a las viviendas y cultivos agrícolas ubicados cerca de la corona del deslizamiento.
- En la parte posterior del escarpe principal se identificaron agrietamientos en el terreno (Fotos 10, 11, 12 y 13), que tienen longitudes entre 10m a 50 m de largo, con desplazamiento vertical de 0.30 m y hasta de 15 cm. Este deslizamiento tiene un movimiento retrogresivo.
- El deslizamiento afectó el cauce natural de la quebrada Angosache, con probabilidad de ocasionar un embalse que podría perjudicar a los moradores, viviendas y cultivos que se encuentran en la parte baja.

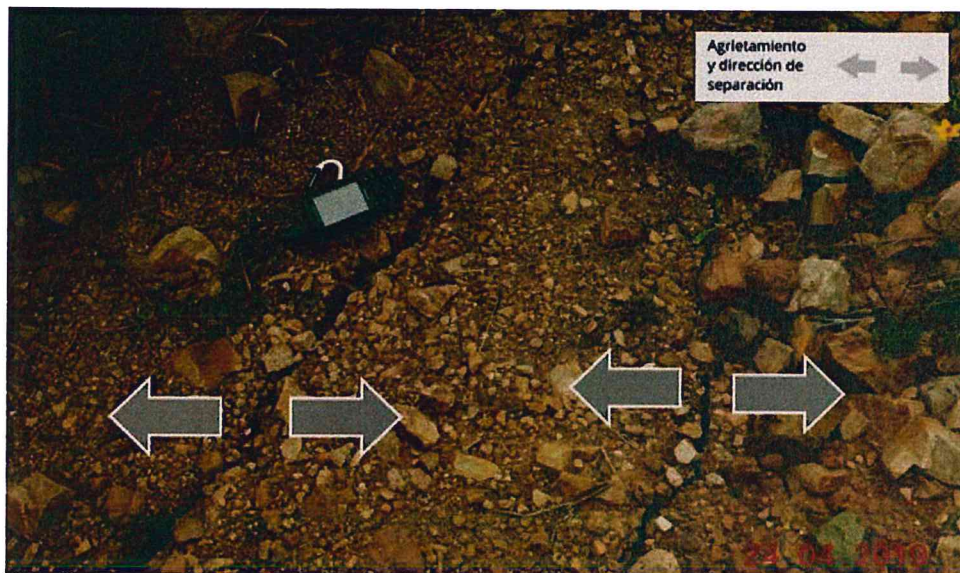


Foto 10: Grietas en el terreno ubicado detrás del escarpe principal.

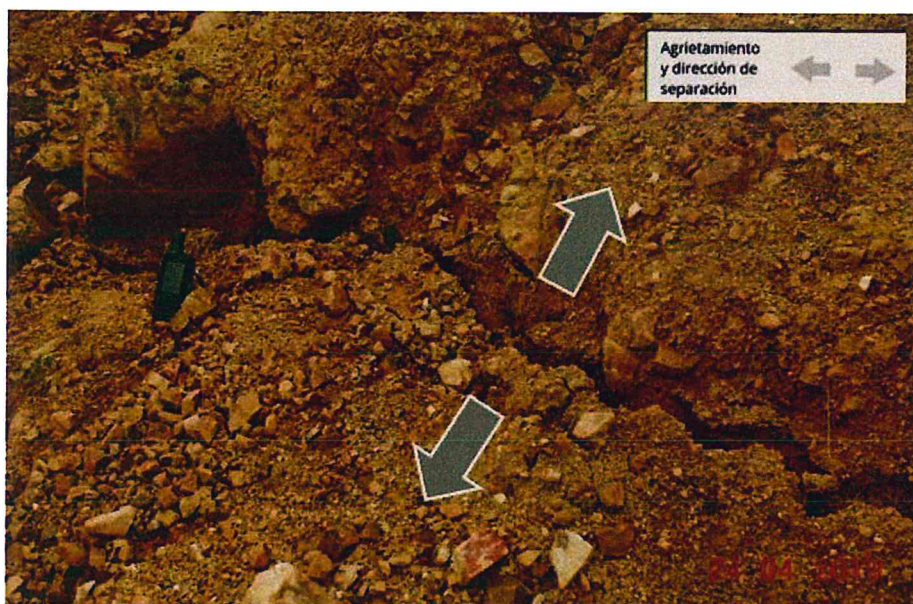


Foto 11: Grietas en el terreno ubicado detrás del escarpe principal.



Foto 12: Agrietamientos y asentamientos detrás del escarpe principal.



Foto 13: Grietas en el terreno ubicado detrás del escarpe principal.

7.3. Otros fenómenos relacionados al Deslizamiento Sector Angosache

Flujo de detritos

Como se mencionó anteriormente, el material producto del deslizamiento se depositó en el cauce de la quebrada Angosache, originando un flujo de detritos (Foto 14 y 15) canalizado por el cauce de esta quebrada, con una longitud estimada desde su zona de arranque de 335 m.



Foto 14: Flujo de detritos en el cauce de la quebrada Angosache.



Foto 15: Se indica con línea punteada la zona de represamiento.

Caída de rocas

En la ladera norte del cerro Pozo Hondo, se tiene un deslizamiento activo y procesos de caída de rocas (Foto 16).

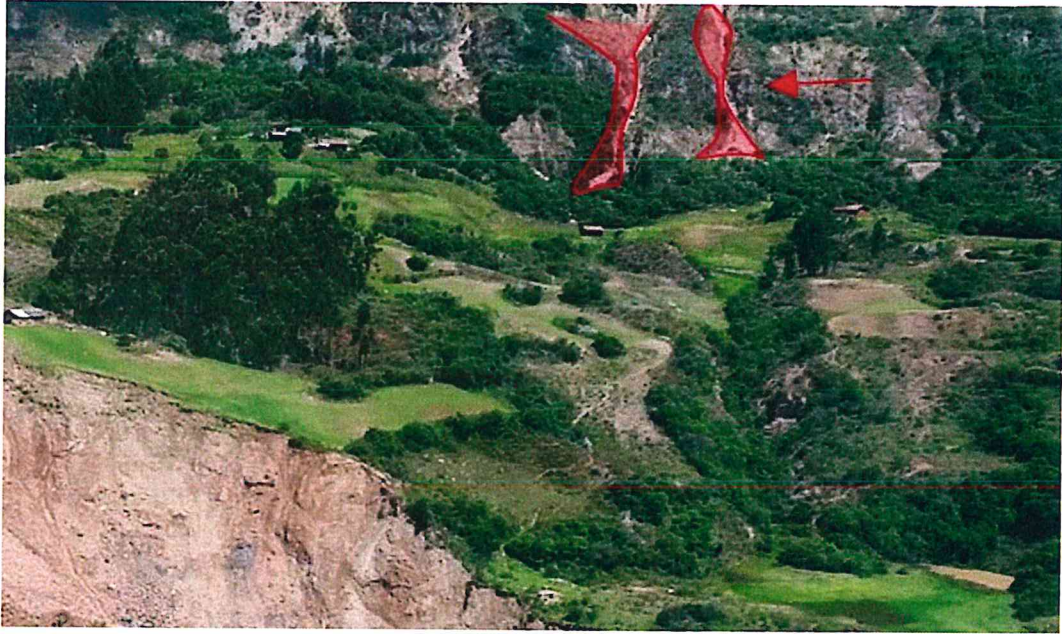


Foto 16: Caída de rocas en laderas sobre deslizamiento activo.

CONCLUSIONES

- a. El sector Angosache el 14 de abril del 2019, se generó un deslizamiento que afectó una vivienda y terrenos de cultivo; además en la parte baja al deslizamiento se formó un flujo de detritos.
- b. El sector Angosache se encuentra en una zona de **alta a muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa**. Se tienen las condiciones de inestabilidad como deslizamientos activos y caída de rocas, estos eventos comprometen la seguridad de los pobladores y viviendas ubicados sobre la corona del deslizamiento activo. Por lo mencionado el sector se le considera como **zona crítica con peligro inminente ante intensas lluvias**.
- c. Se observaron agrietamientos y desplazamientos recientes en los terrenos ubicados en la parte posterior de la corona, por ello, se le considera como deslizamiento de avance retrogresivo.
- d. Geomorfológicamente, el área de estudio está ubicada dentro de una montaña en roca sedimentaria con pendiente abrupta superior a los 30°, donde se producen caídas de rocas, y un piedemonte coluvio deluvial, donde se ha producido la reactivación del deslizamiento.
- e. Geológicamente, en la zona de estudio afloran rocas sedimentarias de la Formación Farrat, cuarcitas y areniscas blancas de grano medio a grueso y de la Formación Carhuaz, alternancia de areniscas con arcillitas grises; también encontramos Depósitos coluvio.
- f. Se identificaron surgencias sobre la corona del deslizamiento, que están saturando de manera progresiva los terrenos; generando inestabilidad y una probable activación de nuevos movimientos en masa.
- g. El continuo avance del deslizamiento compromete terrenos de cultivo y viviendas en la parte baja, donde disminuye la pendiente de los terrenos; teniendo como conducto natural la quebrada Angosache.
- h. Las causas que dieron origen al deslizamiento en el sector Angosache son:
 - Pendiente del terreno mayor a los 25°.
 - Surgencia de agua sobre la corona del deslizamiento activo.
 - Intensa deforestación en el sector, permitiendo la infiltración directa de las aguas de lluvia.
 - Canal de riego sin revestimiento, que discurre sobre el cuerpo del deslizamiento antiguo, esto ha generado la infiltración de agua hacia terrenos del deslizamiento antiguo.
 - Canales de riegos de cultivos sin revestimiento y prácticas de riego por inundación dentro del cuerpo del deslizamiento, saturan los terrenos.
 - Como factor detonante se tienen las lluvias intensas y sismos de gran intensidad.

RECOMENDACIONES

- a) Reubicar las viviendas que se encuentran sobre la corona del deslizamiento en el sector Angosache.
- b) Construir zanjas de coronación sobre el deslizamiento desviando las aguas de escorrentía hacia la quebrada.
- c) Revestir el canal de riego Cañariz hasta Quillishpampa.
- d) Reforestar la ladera sobre el deslizamiento con árboles sugeridos por especialistas; debe mantenerse con permanente cobertura vegetal para evitar la erosión e infiltración de aguas.
- e) Implementar un sistema de drenaje superficial a modo de espina de pescado con tubos de PVC para evitar la saturación del terreno, este sistema debe ser implementado por profesionales especialistas.
- f) Efectuar drenajes en los terrenos con cultivos, controlando el flujo de las aguas de riego, evitando infiltración excesiva de agua y erosión superficial.
- g) Prohibir prácticas de riego por gravedad. Revestir los canales de riego. Practicar riego por goteo u otras técnicas de riego propuestas por especialistas, que no saturen los suelos.
- h) Captar y drenar las surgencias con canales revestidos con tubería de PVC.



Ing. CÉSAR A. CHACALTANA BUDIEL
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

REFERENCIAS

- Cruden, D.M., Varnes, D.J., 1996, Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C., National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36-75.
- Evans, S., Hungr, O., 1993, The assessment of rockfall hazard at the base of talus slopes: Canadian Geotechnical Journal, 30, 620-636.
- Luis Reyes Rivera (1980). Mapa Geológico de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. Lima – Perú, Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional, N° 31. 76p.
- Medina, L. (2014). "Peligros Geológicos en la Comunidad Campesina Jarahuaña". Distrito Patambuco, Provincia Sandía, Región Puno. INGEMMET. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. Informe Técnico N° A6660. 33p.
- 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.
- Sánchez A & Vásquez C. (2011) – Mapa Climático Departamento de Cajamarca. Gobierno Regional de Cajamarca, ZEE – OT, 33 p.
- 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.
- Zavala, B. & Rosado, M. (2010) - Riesgo geológico en la región Cajamarca. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 44, 396 p., 19 mapas.