

Informe Técnico N° A6738

Deslizamiento en el sector Huellap

Región Ancash
Provincia Carhuaz
Distrito Ataquero
Paraje Huellap



POR:

ORLANDO DE LA CRUZ MATOS
DULIO GÓMEZ VELÁSQUEZ

MARZO
2017

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 TRABAJOS ANTERIORES	1
1.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA.....	1
2.- GEOMORFOLOGÍA	3
3.- GEOLOGÍA LOCAL.....	5
4.- PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA	7
5.- SUSCEPTIBILIDAD A LOS PELIGROS GEOLOGICOS	14
CONCLUSIONES.....	16
RECOMENDACIONES.....	17
BIBLIOGRAFÍA	18
ANEXO	19
Glosario de términos.....	19

“DESLIZAMIENTOS EN EL SECTOR HUELLAP”

DISTRITO ATAQUERO – PROVINCIA CARHUAZ – REGIÓN ANCASH

1. INTRODUCCIÓN

La Municipalidad Distrital de Ataquero-Carhuac, mediante oficio N° 079-MDA/Alcaldía-2015, con fecha 26 de mayo 2016, dirigida al Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), solicitó apoyo con profesionales técnicos o especialistas en geología para la verificación y estudio detallado del deslizamiento y hundimiento del cerro Cochapucro y Paclash, con la finalidad de determinar las causas del evento y la reubicación de la población si es el caso.

Se identificó un deslizamiento antiguo reactivado por sectores, que en su movimiento está afectando viviendas, postes de tendido eléctrico y trochas carrozables que conducen a pueblos aledaños y a la ciudad de Carhuáz.

Se comisionó a los ingenieros Orlando de la Cruz Matos y Hugo Dulio Gómez Velásquez de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico, para realizar la inspección técnica de peligros geológicos ocurridos en el sector de Huellap.

Este informe, se sustenta en la inspección efectuada, datos obtenidos en las observaciones de campo, versiones de los pobladores y así como la información disponible de trabajos anteriores realizados por INGEMMET que abarca el área de estudio. Incluye texto técnico, ilustraciones fotográficas, conclusiones y recomendaciones.

1.1 TRABAJOS ANTERIORES

Existen estudios geológicos y geodinámicos, que involucran el área mencionada, siendo estos:

- a) Boletín N° 60 Serie A: Geología de los Cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari (1995), actualizado por la Dirección de Geología Regional del INGEMMET. En este estudio se menciona que en el área se encuentran secuencias calcáreas en las partes altas, y en la circunscripción del lugar analizado areniscas, arcillitas y cuarcitas.
- b) Boletín N° 38 Serie C: Riesgos Geológicos en la Región Ancash (Zavala et al., 2009), en el cual se diferencia al sector Ataquero en el mapa de susceptibilidad regional, encontrarse sobre una zona de muy alta susceptibilidad a movimientos de masa.
- c) Informe N° 007-2015-Región Ancash-GRRNGMA-SDDCOYPS. Realizado por Pérez 2005. Indica que el caserío de Huellap se encuentra en alto peligro.

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

El caserío de Huellap es un anexo del distrito Ataquero, ubicado en la provincia Carhuaz, región Ancash. Figura N°1.

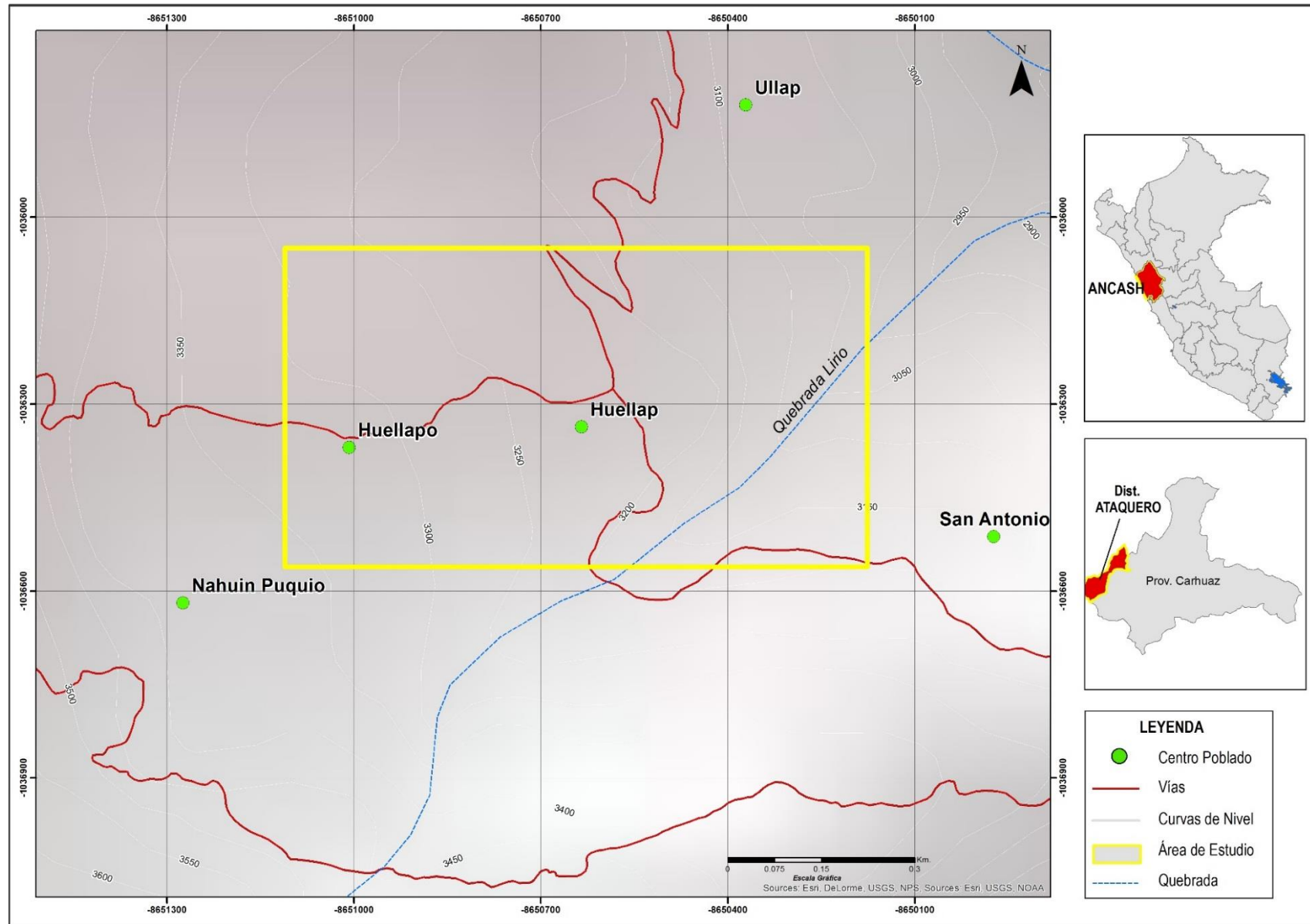


Figura 1. Mapa de ubicación

Las viviendas, de Huellap se ubican en una zona urbano-rural, dispersas, situadas por las laderas de los cerros aledaños construidas de adobe, techos de tejas y calaminas.

La zona donde se asienta el caserío Huellap, según el plano topográfico del Instituto Geográfico Nacional, se ubica entre los sectores medio-altos de los cerros Cachus y Huinac, teniendo mayor influencia el primero. Las altitudes varían entre 3200 y 3380 msnm.

El clima, se caracteriza por presentar temperaturas que oscilan entre los 11 y 21°C durante el día y por debajo de los 0° C durante la noche. Las lluvias acumuladas anuales, alcanzan en promedio valores de hasta 1000 mm. En este espacio también se presenta declives moderados cuya vegetación gramínea permite el pastoreo.

El acceso, desde la ciudad de Lima, se realiza por vía terrestre tomando la carretera Panamericana Norte hasta llegar al tramo de bifurcación cerca de la localidad de Paramonga, tomando la ruta que se va para la ciudad de Huaraz. Luego continua hasta llegar a la localidad de Carhuaz, de esta, por una vía afirmada hasta el sector de Huellap. El viaje demora aproximadamente 7 horas y 42 minutos (Tabla 1).

		Tiempo	Distancia	Tipo
Lima	Huaraz	6h 36'	403,7 km	Asfaltado
Huaraz	Carhuaz	46'	33,7 km.	Asfaltado
Carhuaz	Huellap	20'	10 km	Afirmado

Tabla 1. Acceso, distancia y tiempo.

2.- GEOMORFOLOGÍA

En el contexto regional, el sector de Huellap se ubica en el flanco oriental de la Cordillera Negra, sector que presenta relieve muy accidentado de fuertes contrastes topográficos.

La zona de estudio se encuentra sobre el cuerpo de un antiguo deslizamiento, limitada por los cerros Huinac hacia el sur y el cerro Cachus hacia el oeste. Se caracteriza por tener laderas con pendiente entre 20 a 40°.

Relieve Cordillerano

Zona de cumbres (cerros Cachus y Huinac) de un sector de la Cordillera Negra, con alturas de hasta 4,000 m.s.n.m. El relieve se caracteriza por presentar superficies onduladas y erosionadas. Presenta geoformas redondeadas con pendientes moderadas, como consecuencia del tipo de roca aflorante (foto 1). Sus desniveles están entre 3,480 a 2,725 m.s.n.m. Las laderas tienen pendientes entre 20 a 35°.

Las rocas que constituyen el basamento de esta geoforma son sedimentarias, que generan un suelo arcillo-limoso, siendo fácilmente transportado pendiente abajo por las corrientes de agua, especialmente en épocas de lluvias (foto 1).

Según el mapa geomorfológico (Zavala *et al.*, 2009), la zona está dentro de la denominada:

Montaña con laderas de moderada a suave pendiente.- Presentan laderas de 15 a 29° de pendiente, constituidas principalmente por rocas sedimentarias, volcánico-sedimentarias e intrusivas (fotos 2 y 3), encontrándose colindantes a las zonas de montañas de fuerte pendiente y montañas estructurales, en muchos sectores de la región. Sus relieves se encuentran asociados a procesos dominantes de erosión de laderas (cárcavas), caída de rocas, deslizamientos, movimientos complejos y también huaycos. Se distribuyen en forma adyacente a las zonas de fuerte pendiente, y se ubican en las partes medias a superiores de las vertientes de la cuenca Casma, gran parte de la cordillera Negra, sectores adyacentes (figura 2).



Foto 1. Relieve Cordillerano corresponde al cerro Cachus.

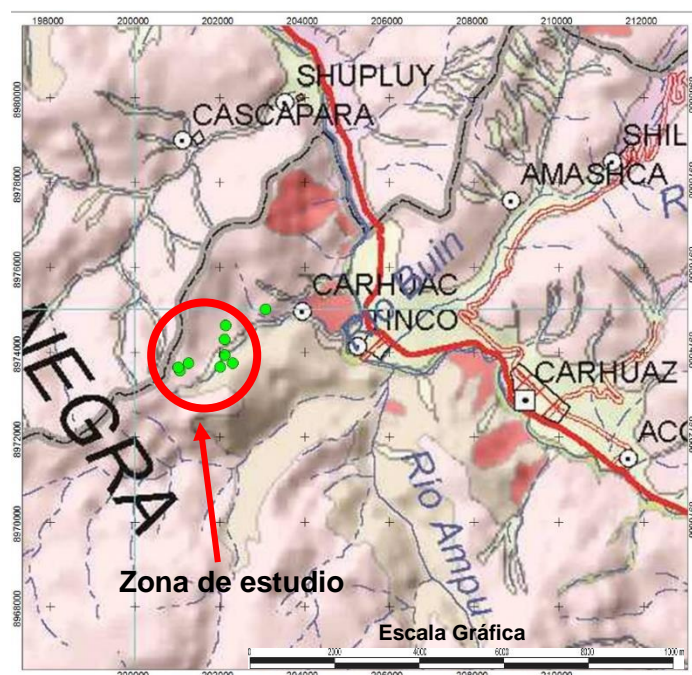


Figura 2. La zona del estudio se encuentra dentro del rango montaña con ladera de moderada a suave pendientes (Zavala *et al.*, 2009).

3.- GEOLOGÍA LOCAL

Formación Carhuaz: La zona de estudio se ubica en la ladera superior y margen izquierda de la quebrada Liria. Hacia la base de la quebrada corresponde una secuencia de estratos medianos de areniscas gris oscuras de grano fino con intercalaciones de lutitas; hacia la parte media de la quebrada se componen de lodolitas con intercalaciones de caliza y areniscas (foto 2), mientras que en la parte alta comprenden secuencias de areniscas con intercalaciones menores de lutitas (foto 3). Destacan estructuras secundarias del tipo anticlinal y sinclinal.



Foto 2. Formación Carhuaz margen izquierda qda. Liria.
Intercalaciones de areniscas, lutitas.



Foto 3. Formación Carhuaz parte media a alta del cerro Huinac.
Secuencias de areniscas en estratos medianos a gruesos

Formaciones Pariahuanca, Chulec y Pariatambo: Corresponde la cota mas alta del cerro Huinac (foto 4), donde se origina la quebrada Liria. Comprenden secuencias de calizas gris azulinas, en estratos medianos, que suprayacen en discordancia angular a la Formación Carhuaz.

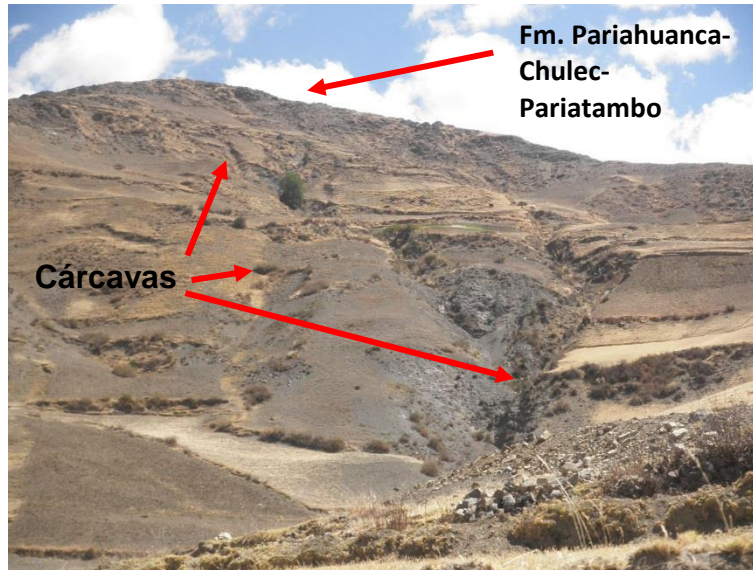


Foto 4. Parte alta del cerro Huinac, en la cima aflora las secuencias calcáreas

Depósitos Recientes.- La zona de estudio se encuentra en gran parte cubierta por depósitos coluvio-deluvial (foto 5). Corresponden a materiales de antiguos deslizamientos, constituidos principalmente por arcillas, arenas con gravas de naturaleza calcárea, y abundantes fragmentos de areniscas, limolitas y calizas. Son materiales poco consolidados, sobre los que se asientan los centros poblados del área. Hacia las zonas altas se forman conos de derrubios que corresponden a los depósitos deluviales (foto 6).



Foto 5. Alrededores de Huellap, depósitos coluvio-deluvial

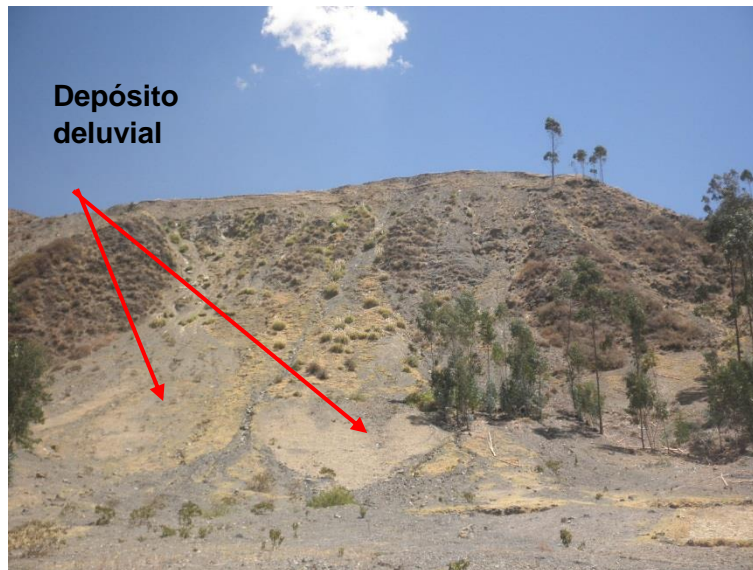


Foto 6. Depósito deluvial, zona noreste del cerro Cachus.

4.- PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA

Para la evaluación de los peligros geológicos en el cerro Cachus, se ha tomado como referencia la terminología sobre Movimientos en Masa en la Región Andina preparado por el Grupo GEMMA (PMA: GCA, 2007).

La evaluación geológica del área de estudio, nos permitió identificar procesos de erosión en cárcavas, derrumbes y deslizamientos que afectan al caserío de Huellap (figura 3).

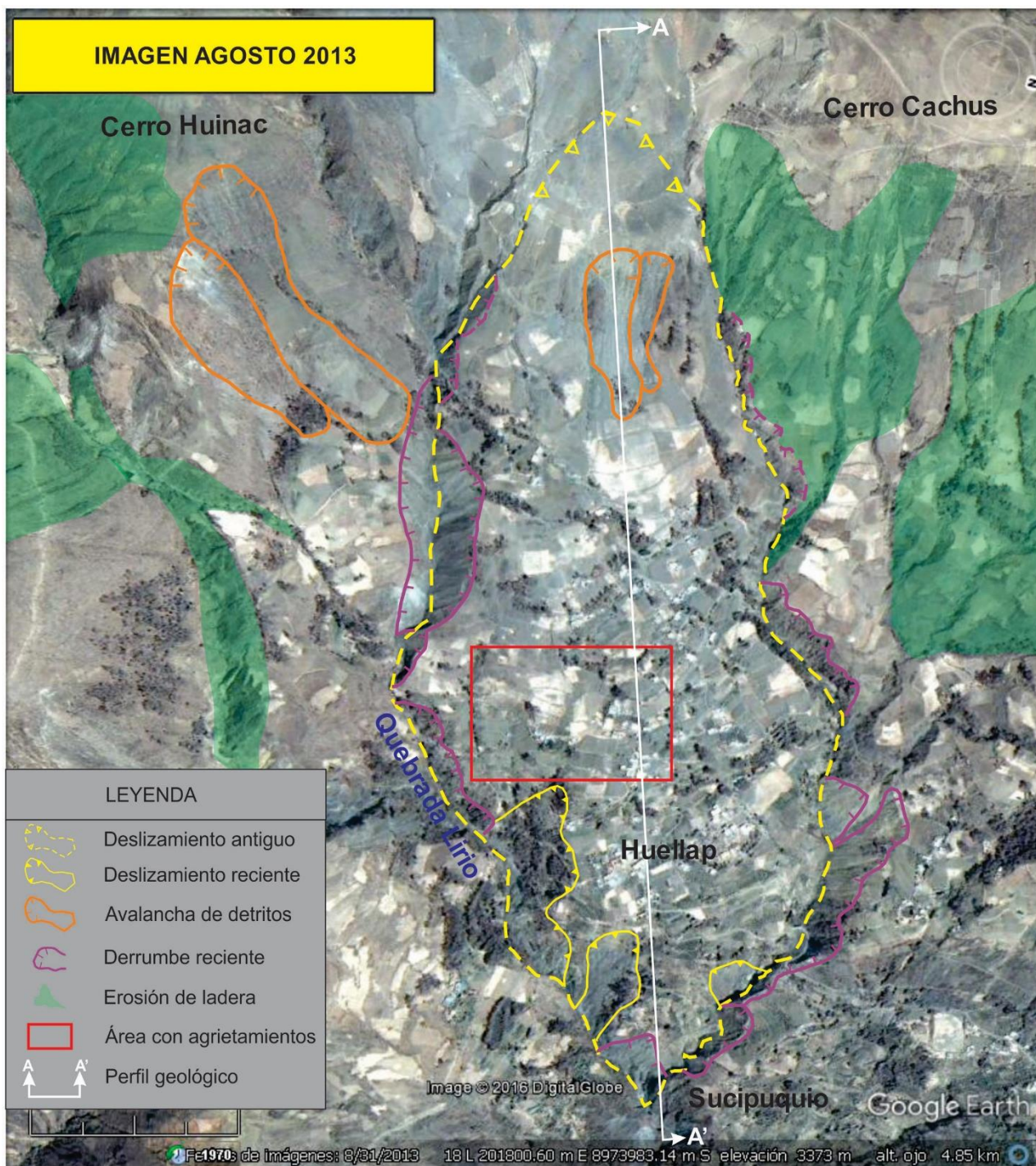


Figura 3. Peligros geológicos identificados en el sector Huellap.

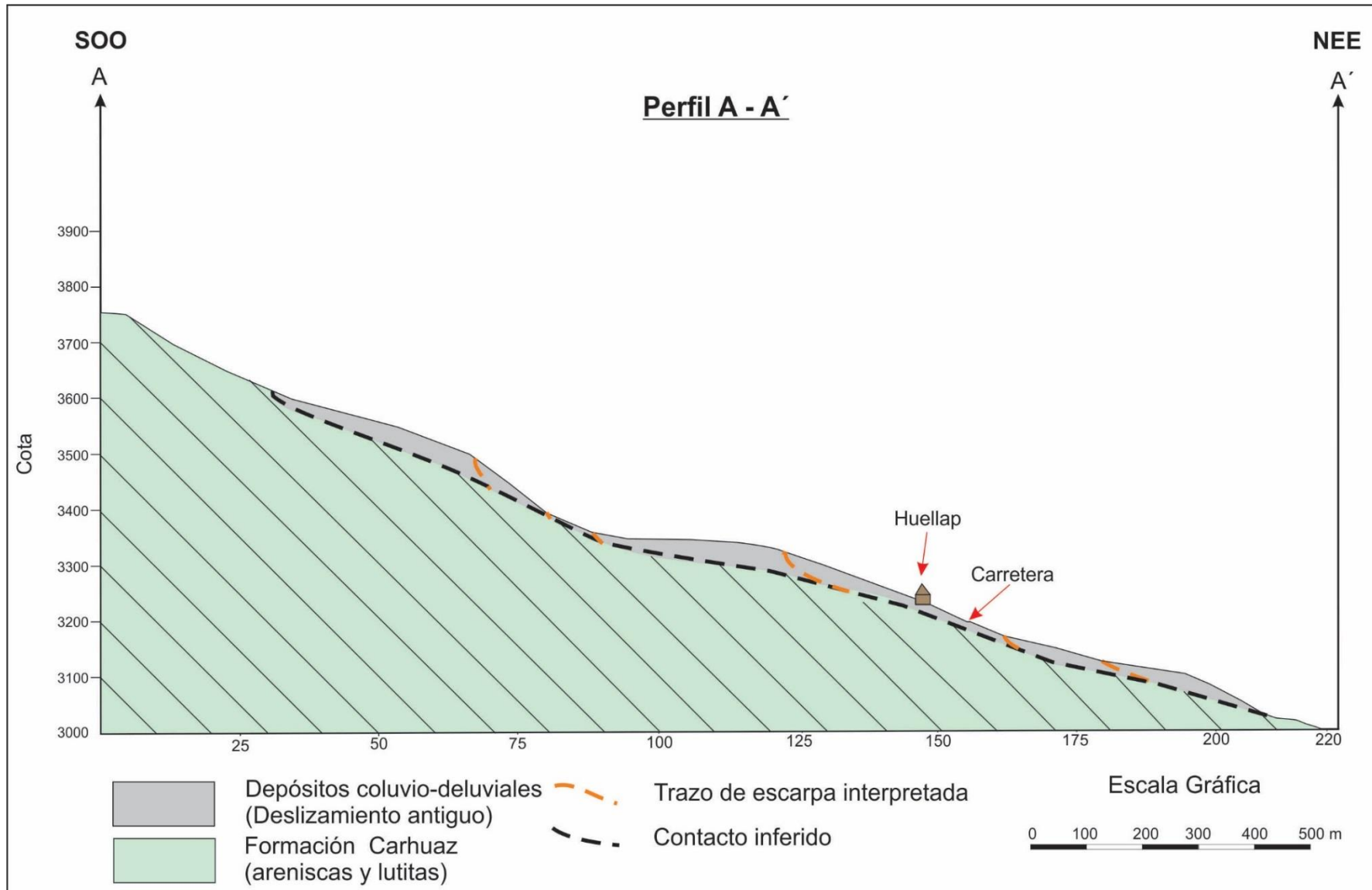


Figura 4. Perfil geológico-geodinámico en la zona evaluada.

4.1 EROSIÓN EN CÁRCAVAS

Afecta en gran medida la ladera superior del cerro Cachus, presentando zanjas o surcos (foto 4). Las cárcavas corresponden a un estado avanzado de erosión y su característica principal es su profundidad lineal que en muchos casos es mayor a un metro, lo que facilita el avance lateral y frontal formando derrumbes y deslizamientos. En los cauces de las quebradas o cárcavas, se está acumulando material suelto que ante intensas lluvias van a ser arrastrados cuesta abajo y con ello la formación de flujos de detritos (huaicos).

Causas de los procesos de erosión en cárcavas:

- Las laderas del cerro Cachus y Huinac, con pendiente entre 30° a 45° y formada por material inconsolidado. En presencia de precipitaciones pluviales los sedimentos son transportados pendiente abajo, produciendo incisión en la ladera, formando cárcavas profundas.

4.2 DESLIZAMIENTO DE HUELLAP

Se trata de un deslizamiento antiguo en proceso de reactivación (figura 3 y foto 7). El cuerpo del deslizamiento antiguo está conformado por arena, limos y arcillas con fragmentos líticos de contornos angulosos a subangulosos.

Por lo observado en campo, corresponde a un deslizamiento rotacional, con una escarpa principal de 450 m de longitud, su salto esta erosionado, pero se presume que debe tener entre 20 a 30 m. También se aprecian escarpes secundarios (fotos 8 y 9), con saltos entre 0.5 a 10 m.

La distancia de la escarpa principal al pie de del deslizamiento es de 1600 m, la cota del escarpe principal es 3620 m. y la del pie es de 3000 m. lo que hace una diferencia de 620 m.

El cuerpo del deslizamiento presenta irregularidades, en algunos casos formando basculamientos en el terreno (foto 8), producto del desplazamiento de la masa inestable, típico de un deslizamiento rotacional. Está limitado por dos quebradas, que en sus márgenes originan procesos de derrumbes con alturas entre 20 a 50 m, sus escarpes son de forma continua.



Foto 7. Se muestra la fuerte pendiente en la zona de Huellap



Foto 8. Escarpa del deslizamiento rotacional en la parte media alta del cerro Cachus



Foto 9. Escarpas desarrolladas en la cabecera del deslizamiento rotacional, parte alta del cerro Cachus.

4.3 REACTIVACIONES DEL DESLIZAMIENTO

Las reactivaciones del deslizamiento se han manifestado en la ladera superior del cerro Cachus (foto 9), se caracteriza por presentar escarpes con longitudes hasta de 80 m, saltos de 10m., siendo estos de formas semicircular. Se han originado formas basculadas en sentido opuesto a la pendiente o ladera (foto 8). El movimiento del terreno ha afectado un área de 30 hectáreas. En la segunda escarpa se manifiesta por presentar longitudes hasta de 40 m con desplazamientos de 0.3 m.

Por las características de la reactivación del deslizamiento, en la parte superior se manifiesta con avance retrogresivo con apariciones de grietas (foto 10) cuyas profundidades están entre un rango de 40 cm. a 1.0 m. Ambas condiciones lo hace muy inestable. Comprometiendo las viviendas (dispersas en los alrededores de Huellap), postes de tendido eléctrico, trochas carrozables y terrenos de cultivo.



Foto 10. Reactivación de la zona de escarpa, hacia su cabecera donde se nota los diversos agrietamientos.

Causas

La reactivación del movimiento corresponde a las siguientes causas:

- Substrato conformando por alternancias de secuencias de lutitas, lodolitas muy fracturadas, limolitas, calizas y areniscas. El fracturamiento en las rocas permiten la infiltración de agua mientras que las lutitas con las lodolitas las retienen, esto causa inestabilidad en el terreno.
- Presencia de depósitos superficiales coluvio – deluviales, constituida principalmente por fragmentos angulosos de limoarcillas de diferente tamaño. Ello permite la retención y saturación del suelo.
- Depósitos medianamente consolidados, permeables e inestables con la presencia de agua.
- Tipo de riego (gravedad) en la zona, contribuyendo a que las aguas se infiltren y saturen al suelo, esto trae aumento del peso de la masa inestable condiciona la inestabilidad de la ladera.
- Pendiente mayor a los 30° en la zona del deslizamiento (foto 12).
- Las precipitaciones pluviales que se producen en el área, incrementando su intensidad en los meses desde diciembre a marzo. Constituyen el factor detonante del evento.



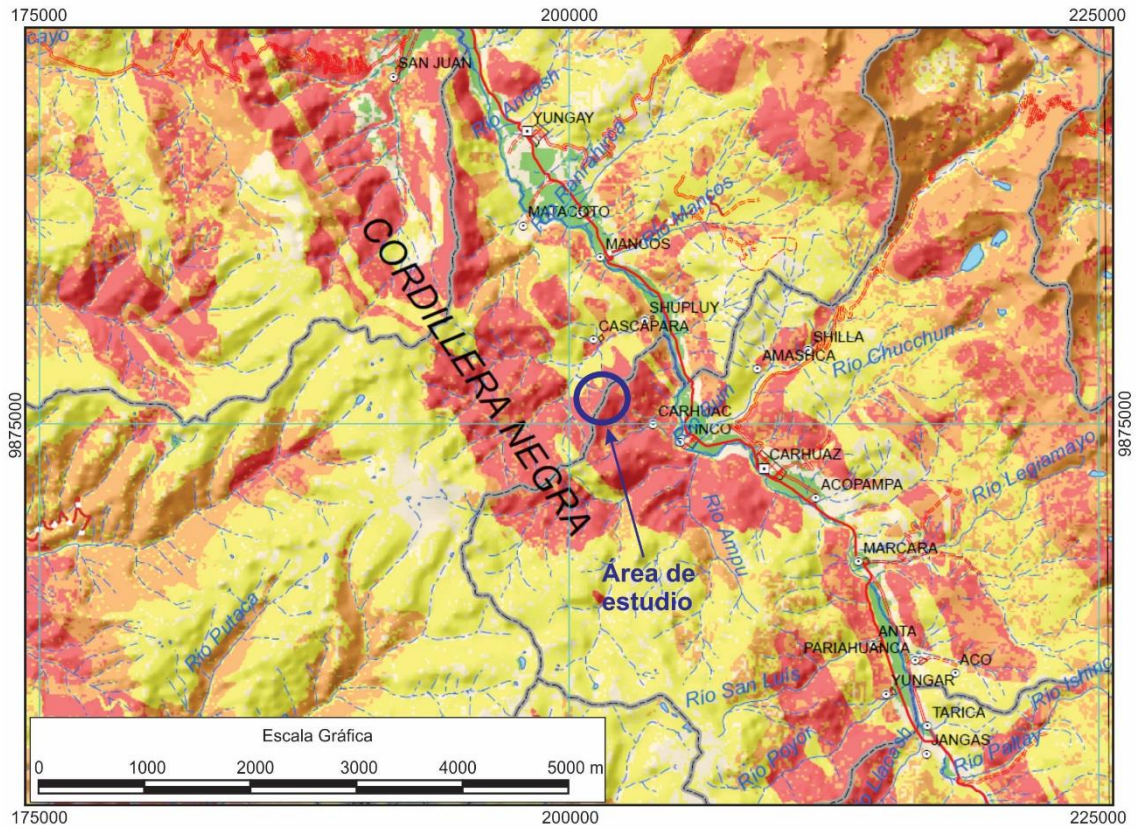
Foto 12. Vista panorámica del caserío de Huellap; se aprecian laderas con pendientes mayores a los 30°.

5.- SUSCEPTIBILIDAD A LOS PELIGROS GEOLOGICOS

El estudio de Riesgos Geológicos en la Región Ancash (2006), efectuado por INGEMMET, determinó en su “**mapa de susceptibilidad a movimientos en masa**” que el sector de Huellap, se localiza en una zona denominada de **MUY ALTA SUSCEPTIBILIDAD** (figura 4).

La calificación de la susceptibilidad va de acuerdo a los diversos parámetros como la litología, geomorfología, pendiente de los terrenos, hidrogeología y la cobertura vegetal. Estos parámetros son las condiciones naturales que favorecen su alta susceptibilidad y a la generación de movimientos en masa.

En el área de Huellap, por las condiciones intrínsecas (litología, geomorfología, pendiente e hidrogeología), se conjugan numerosos peligros geológicos: principalmente deslizamientos, huaycos, y procesos de erosión de laderas. Es decir en esta zona es propensa a presentar movimientos en masa.



Grado de susceptibilidad a movimientos en masa

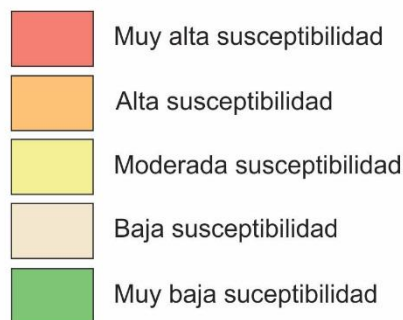


Figura 4: Susceptibilidad por movimientos en masa en la zona (Zavala et al., 2006).

CONCLUSIONES

- 1) El terreno donde ubica el caserío de Huellap, está constituido por arcillas, arenas, limos y bloques producto de un antiguo deslizamiento en proceso de reactivación,.
- 2) La reactivación del deslizamiento antiguo está afectando viviendas adyacentes al caserío, vías de acceso, postes de tendido eléctrico. Por las condiciones del terreno se le considera como **zona crítica** y de **peligro inminente en presencia intensas precipitaciones pluviales**.
- 3) El deslizamiento y sus reactivaciones son de tipo rotacional, presentando escarpas activas semicirculares a rectas. El avance de los deslizamientos reactivados es de tipo retrogresivo y progresivo.
- 4) En la zona evaluada, afloran secuencias de la Formación Carhuaz, intercalaciones de rocas de tipo lutitas, areniscas y lodolitas, fracturadas permeables y de baja calidad geomecánica. Estas características las hacen muy susceptibles a presentar movimientos en masa.
- 5) Los comuneros aseguran que, durante las precipitaciones pluviales estacionales, aumenta el deterioro de la zona, se incrementan los agrietamientos y movimientos del terreno. Comprobando las causales del evento y el detonante.
- 6) La ocurrencia de los eventos tiene como causas principales:
 - a) Material de mala calidad, muy meteorizada y fracturada.
 - b) Pendiente del terreno de 30 a 35°.
 - c) Depósito de un antiguo deslizamiento.
 - d) Filtraciones de agua proveniente de los terrenos de cultivo. Mal sistema de riego
 - e) El factor detonante son las precipitaciones pluviales periódicos y/o extraordinarias que provocan la desestabilización de las laderas, originando la reactivación progresiva del deslizamiento Huellap.

RECOMENDACIONES

- 1) Construcción de zanjas de drenaje (impermeabilizados) sobre la cabecera del deslizamiento, con la finalidad de coleccionar las aguas de las lluvias y drenarlas hacia una quebrada alterna, evitando que se infiltren en las grietas.
- 2) Construcción de andenes o reforestación con árboles de raíces profundas.
- 3) No usar el riego por gravedad, este método satura al terreno y lo degrada. Por ello se debe orientar y capacitar a la población para que usen las técnicas de riego por aspersión o goteo, con la finalidad de controlar la infiltración de agua, con ello se evita la saturación y degradación del terreno.
- 4) Drenar la zona de puquiales, con la finalidad de evitar la infiltración de agua al subsuelo.
- 5) Capacitar y orientar a los pobladores del caserío de Huallap, en el conocimiento de los peligros a los que se encuentran expuestos.
- 6) Evitar construir más viviendas en la zona, hasta que se tenga un mejor control sobre la zona que se está deslizando.
- 7) Conformar una brigada de alerta, principalmente en el periodo de lluvias, para que ésta realice vigilancia del terreno, con la finalidad de realizar posibles acciones de evacuación. Esta brigada deberá de comunicar algún cambio notorio y brusco en el relieve y cuerpo de deslizamiento.
- 8) Implementar un sistema de monitoreo en el deslizamiento Huallap, especialmente en la época de lluvias, para controlar su movimiento. Esta puede realizarse mediante la colocación de estacas entre las zonas donde se producen movimiento y las estables. En lo posible realizar un monitoreo instrumental. Coordinar para ello con el Gobierno Regional Ancash y/o Universidad
- 9) Evitar la ejecución de cortes de talud para la construcción de viviendas, ya que estas provocan que las laderas se desestabilicen y a su vez se incrementarían diversos tipos de fenómenos de movimiento en masa.

BIBLIOGRAFÍA

Mataix C. (2003). Técnicas de revegetación de taludes. Restauración de Ecosistemas Mediterráneos. Editores: José M. Rey Benayas, Tíscar Espigares y José M. Nicolau. Colección Aula Abierta, nº 20, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alcalá. 272 páginas, ISBN: 84-8138-549-2.

Ministerio de Agricultura (MINAGRI) 2014. Cartillas para la conservación del suelo Terrazas de banco (Andenes). Programa Presupuestal 0089 Reducción de la Degradación de los Suelos Agrarios-

Pérez O. (2005). Informe N° 007-2015-Región Ancash-GRRNGMA-SDDCOYPS. Verificación preventiva, caserío de Huellap.

PMA: GCA (2007), Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las comunidades Andinas, Canadá, 404 p.

Wilson J., Reyes L., Gorayar J. (1967). *Geología de los Cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari*. INGEMMET, Serie A: Carta Geológica, Boletín N°16, 95 pág.

Martinez, W. (1995), Mapa Geológico del Cuadrángulo de Pallasca. Actualización del mapa Geológico. INGEMMET, Serie A: Carta Geológica, Boletín N°60, 79 p.

Zavala, B.; Valderrama, P.; Pari, W.; Luque, G. & Barrantes, R (2009) – Riesgos geológicos en la región Ancash. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 38, 280p.

ANEXO

Glosario de términos

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 5 se representa las partes principales de un deslizamiento.

Tienden a ocurrir lentamente en forma de cuchara y el material comienza a fallar por rotación a lo largo de una superficie cilíndrica; aparecen grietas en la cresta del área inestable y abombamientos al pie de la masa deslizante. Al finalizar, la masa se desplaza sustancialmente y deja un escarpe en la cresta.

La principal causa de este tipo de falla es el incremento de la inclinación del talud, meteorización y fuerzas de filtración; sus consecuencias no son catastróficas, a pesar de que el movimiento puede causar severos daños a estructuras que se encuentren en la masa deslizante o sus alrededores. Cuando se presentan algunos signos tempranos de falla los taludes pueden ser estabilizados.

En las etapas tempranas del deslizamiento se forman grietas de tensión, luego de la falla parcial se genera una serie de pequeños hundimientos y escarpes, y al momento de la falla total se pueden apreciar varios escarpes en la superficie además de grietas de tensión concéntrica y profunda, así como una gran masa de material incoherente al pie del talud.

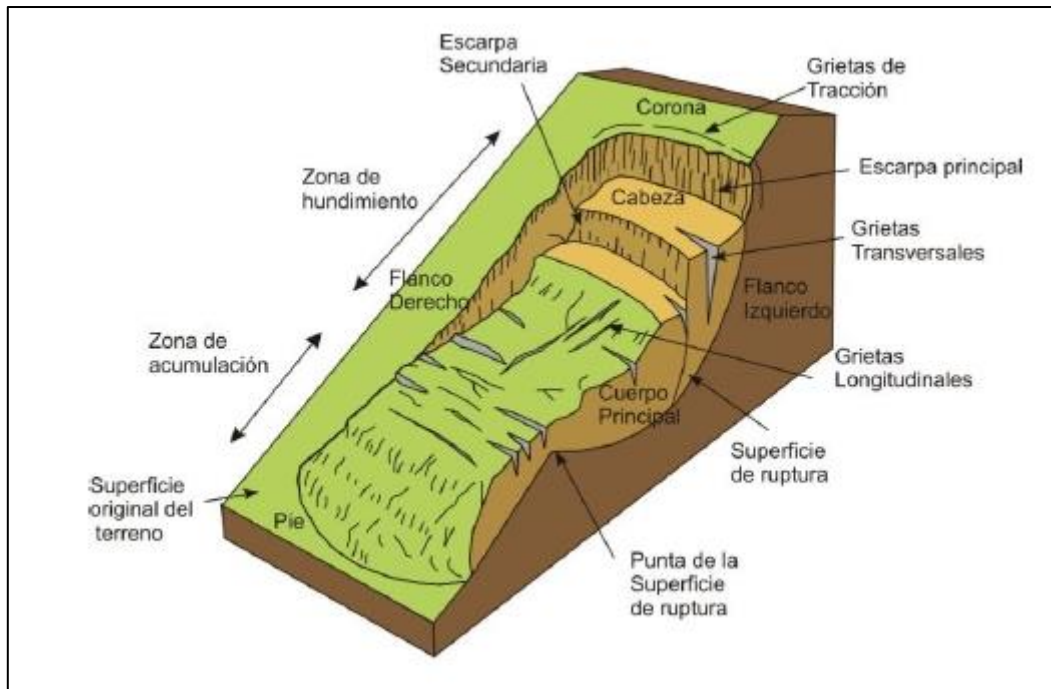


Figura 5. Esquema de un deslizamiento rotacional

EROSIÓN DE LADERAS

Se manifiesta a manera de surcos y cárcavas en los terrenos. Comienza con canales muy delgados que a medida que persiste la erosión, pueden profundizarse a decenas de metros (figura 6). La erosión está relacionada al proceso de escorrentía o arroyada. Normalmente la arroyada posee una profundidad pequeña, pocas veces superior a un centímetro. A partir de allí y con ayuda de la lluvia las partículas se movilizan en el sentido de la máxima pendiente y producen una excavación que tiende a aumentar con la velocidad de la erosión.

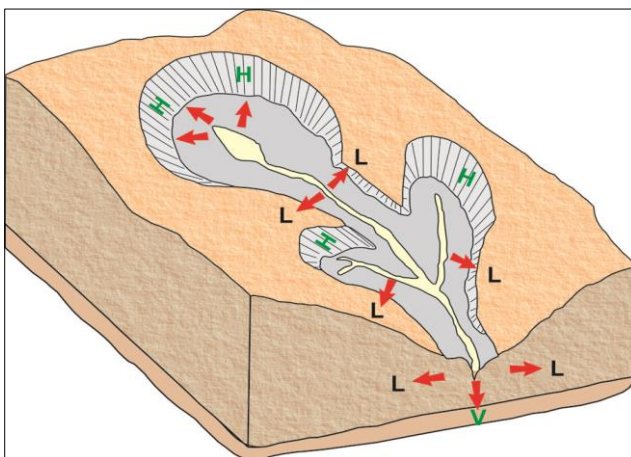


Figura 6. Forma como se manifiesta la erosión de laderas en una ladera de montaña. H: erosión de cabecera, L: erosión lateral y V: erosión vertical.

CONTROL DE CÁRCAVAS

Paquetes de matorral: Esta técnica de corrección de cárcavas en taludes, consiste en rellenar la cárcava con capas alternas de ramas de matorral enraizante y tierras de relleno compactadas y tierra vegetal, fijando el conjunto con una serie de rollizos de madera clavados en el fondo de la depresión. Esta técnica es efectiva para el refuerzo

y la estabilidad frente a fenómenos erosivos. Las ramas actúan como tirantes que refuerzan el suelo una vez instaladas. Cuando comienzan a crecer y desarrollan follaje, frenan la escorrentía y disipan su energía erosiva. Las raíces enlazan el material de relleno y lo anclan al sustrato de suelo natural, formando una masa unificada. La vegetación desarrollada actúa como barrera, reduciendo la erosión y el socavamiento de los materiales. Se utilizarán ramas de 10 a 50 mm de diámetro y longitud suficiente para llegar a contactar con la superficie del talud en el fondo de la depresión que se está reparando y sobresalir ligeramente por la parte externa de ésta. Los rollizos de madera tendrán entre 1,5 y 2,5 m de longitud y de 75 a 100 mm de diámetro. La instalación comienza por el punto más bajo de la zona a reparar, hincando las estacas de madera verticalmente a una profundidad entre 1 y 1,25 m, distanciadas entre sí, de 15 a 30 cm. Se sitúa una capa de ramas entre 10 y 15 cm de espesor en el fondo del deslizamiento, entre las estacas verticales, de forma perpendicular a la cara del talud. Las ramas deben situarse entrelazadas con los extremos de las yemas de crecimiento orientadas hacia la superficie del talud. Las siguientes capas de ramas se colocan con el extremo final más bajo que el extremo que tiene las yemas de crecimiento. Cada capa de ramas se cubre con una capa de tierra vegetal compactada para asegurar un íntimo contacto con el suelo. Una vez concluida la instalación, el perfil final del relleno de ramas y tierra debe enrasarse con la superficie del talud, sobresaliendo ligeramente las ramas sobre la capa de relleno. La tierra vegetal de relleno debe de humedecerse para evitar que las ramas se dessequen.

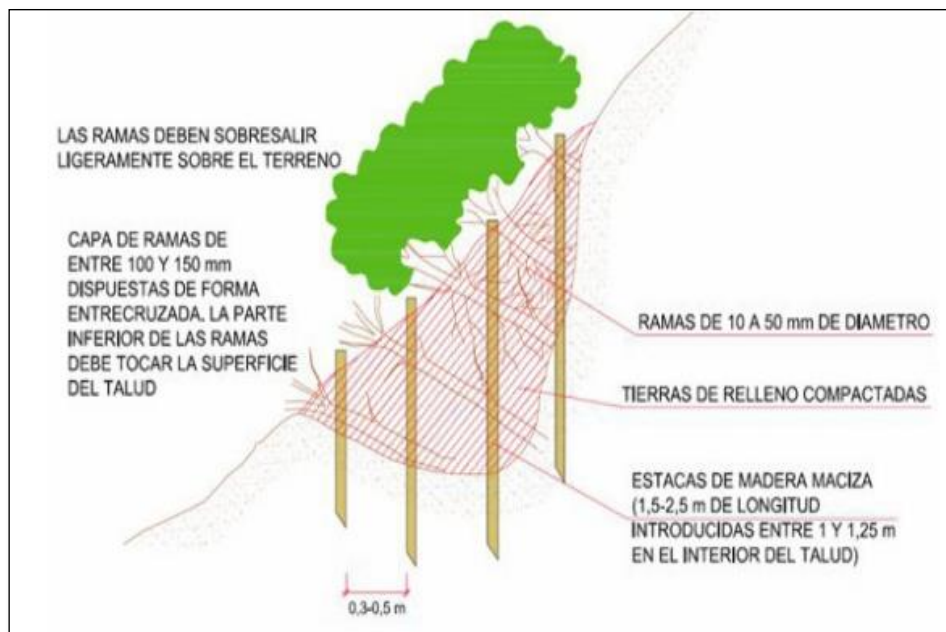


Figura 7. Paquete de matorral. Fuente: Adaptado del Manual de estabilización y revegetación de taludes. 2002.

Reforestación de Taludes

La vegetación juega un importante papel en el control de la erosión, la estabilización y la integración ecológica y paisajística de los taludes; sin embargo, las características de éstos, normalmente, son poco adecuadas, cuando no totalmente adversas a su implantación. Con estas condiciones, el éxito de la revegetación depende de que se conozcan todos los factores que influyen y condicionan el establecimiento y desarrollo

de la vegetación, y se apliquen las técnicas más adecuadas para corregirlos. Es necesario elegir las plantas más adecuadas a las condiciones del talud y a los objetivos de la revegetación; mejorar, en la medida de lo posible, las características morfológicas y de sustrato del talud; emplear la técnica de implantación más adecuada; y realizar labores de mantenimiento hasta que la vegetación implantada sea autosuficiente.

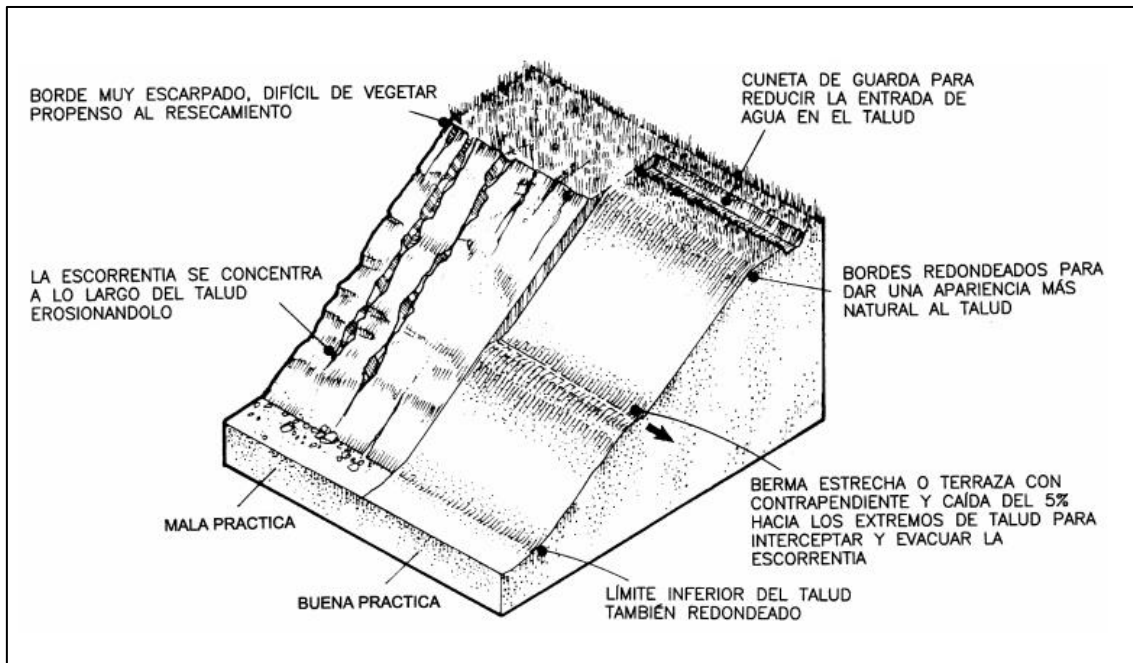


Figura 8. Técnica de revegetación de taludes (Mataix 2003)

Terrazas de Banco o Andenes

Son una serie de plataformas o escalones que se construye con el propósito de modificar la pendiente del terreno para favorecer la absorción del agua e incrementar la producción, permitiendo así la sostenibilidad del uso del suelo a través del tiempo. Tiene una parte plana (terraplén) que sirve para cultivar y una parte cortada (talud), para darle estabilidad.

Se trata de un sistema de cultivo en terrazas, que se aplica en laderas con mucha pendiente. Son plataformas continuas, escalonadas, construidas en las laderas; esto permite el aprovechamiento óptimo del agua.

Esta práctica se justifica bajo las siguientes condiciones:

- Para uso intensivo y rentable de cultivo.
- En terrenos con pendientes mayores al 30% en donde otras prácticas más simples, no resulten eficientes.
- En suelos de moderada a alta profundidad.
- En suelos no muy arcillosos.

Un criterio fundamental a tomar en cuenta para la construcción de las "terrazas de banco" es la profundidad del suelo; ésta determina la profundidad del corte, y por lo tanto el ancho de la plataforma. A menor profundidad del suelo, menor será también el ancho de la plataforma lo cual disminuye el uso de la terraza; por el contrario a mayor profundidad del suelo, el ancho de la plataforma será también mayor.

Otro criterio a tomar en cuenta es la pendiente del terreno. Cuanto mayor es la pendiente del terreno menor será el ancho de la plataforma y viceversa.

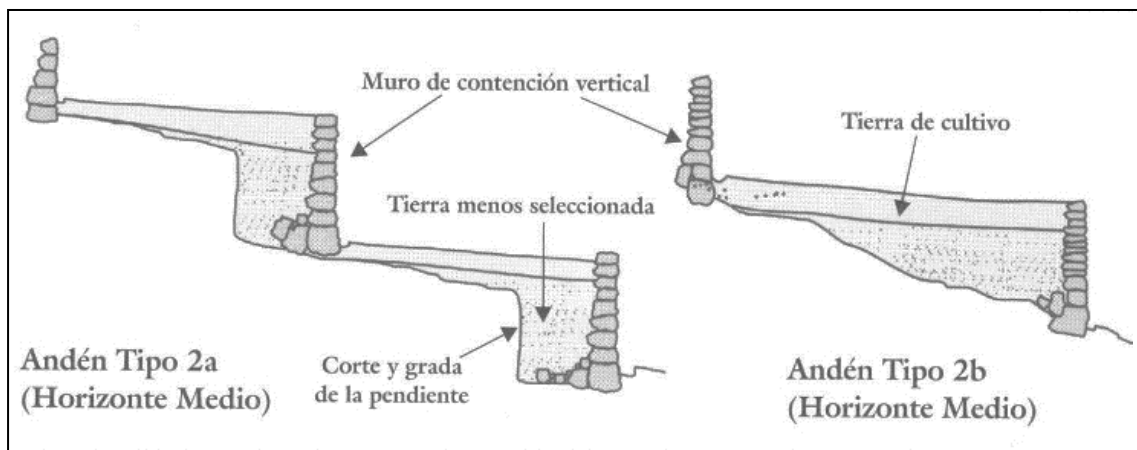


Figura 9. Tipo de andenería (Ministerio de Agricultura 2014)