

Informe Técnico N° A6617

Peligro por deslizamiento en el Sector de Musga

Región Ancash - Provincia Mariscal Luzuriaga
Distrito Musga - Paraje Musga

POR:
SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ
MAGDIE OCHOA ZUBIATE

NOVIEMBRE 2012



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 PARTICIPACIÓN.....	2
1.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA.....	2
1.3 TRABAJOS ANTERIORES.....	3
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS	5
3. PELIGROS GEOLÓGICOS:	8
3.1 DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR DE MUSGA	12
3.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL DESLIZAMIENTO ANTIGUO:	12
3.1.2 REACTIVACIONES DEL DESLIZAMIENTO:	13
4. CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO	23
5. MEDIDAS CORRECTIVAS.....	23
6. ÁREAS PROPUESTAS PARA REUBICACIÓN DE CASA AFECTADAS Y EXPANSIÓN URBANA	24
6.1 SECTOR DE CHIRACAPAMPA.....	24
6.1 SECTOR DE SHANGALLAN.....	25
CONCLUSIONES	27
RECOMENDACIONES.....	28
REFERENCIAS	29
ANEXOS.....	30
ESQUEMAS DE MEDIDAS CORRECTIVAS.....	31
PARA LOS FLUJOS DE DETRITOS Y EROSIONES EN CÁRCAVAS .	31
PARA DESLIZAMIENTOS.....	34
USO DE VEGETACIÓN.....	35

PELIGRO POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR DE MUSGA **Distrito Musga - Provincia Mariscal Luzuriaga – Región Ancash**

1. INTRODUCCIÓN

La Jefa del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres - CENEPRED, mediante Oficio N°207-2012-CENEPRED de fecha 05 de julio 2012, se dirige a la Presidente del Consejo Directivo del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-INGEMMET, solicitando un estudio geológico de los terrenos donde se encuentra asentada la población del distrito de Musga.

Atendiendo a esta solicitud, la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico de INGEMMET comisiona al equipo de inspección conformada por los Ing. Segundo Núñez Juárez, Magdie Ochoa Zubiata y Lucio Medina Allca y al Bach. Edwin Calderón Vilca. Los trabajos de campo se realizaron entre el 15 al 18 de septiembre del 2012.

Para realizar la visita técnica se hicieron coordinaciones previas con el Alcalde Distrital de Musga, Sr. Cristóbal Poma Isaías. En los trabajos de campo se contó con la presencia de los moradores Alejandro Vega Velarde e Isaías Cristóbal Poma.

En este informe se emiten las conclusiones y recomendaciones pertinentes, que la municipalidad de Musga debe tomar en cuenta para la prevención y mitigación de los procesos geológicos ocurridos en el sector de Musga, para así evitar problemas futuros de esta índole.

1.1 PARTICIPACIÓN

Elaboración del Informe: Ing. Segundo Núñez Juárez, Ing. Magdie Ochoa Zubiata; Colaboración en los trabajos de Campo: Ing. Lucio Medina Allca, Bach. Edwin Calderón Vilca; Digitalización de mapas: Ing. Samuel Lu León, Ing. Malena Rosado Seminario.

1.2 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA

La localidad de Musga está comprendida entre las coordenadas UTM:

- 9010000 N. 9016000 N
- 240000E, 247000 N

A una altitud de 3000 m.s.n.m. (Figura 1). Cuenta con una población de 1094 habitantes (INEI-2007), que se dedica principalmente a la agricultura.

Arana y Claudio Velarde Ramirez, menciona entre sus principales conclusiones y recomendaciones que:

- a) *Toda el área verificada en futuro irán sufriendo las consecuencias de asentamientos diferenciales; por lo tanto será necesarios ubicar áreas para la reubicación de la urbanización con extensión superficial para la población existente y su incremento poblacional futuro.*
- Del **“ESTUDIO DE RIESGOS DISTRITO DE MUSGA, PROVINCIA MARISCAL LUZURIAGA, DEPARTAMENTO DE ANCASH”** (2003-Agosto), realizado por el Instituto Nacional de Defensa Civil-INDECI, por intermedio de los Ings. Rosario Guevara Salas y Raúl Ladines Carrasco, en sus conclusiones y recomendaciones principales señalan:
- a) *La Municipalidad Provincial de Mariscal Luzuriaga y la Municipalidad Distrital de Musga deberán ubicar una zona segura para la reubicación de la población que se encuentra en alto riesgo a ser afectada por el deslizamiento, de activarse en épocas de lluvias.*
 - b) *Se debe realizar un estudio geológico.-geodinámico de la zona desestabilizada a fin de dar solución definitiva para estabilización del deslizamiento.*
- Del **“ESTUDIO GEOLÓGICO PRELIMINAR DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE MUSGA”** (Octubre-2003). Estudio realizado por Msc. Ing° Santiago Linares, recomienda:
- a) *Construcción de canales de coronación y reservorios en la parte superior del poblado de Musga, con la finalidad de captar las aguas de lluvias y de filtración durante épocas de lluvia, y también la filtración durante la época de estiaje, para evitar los deslizamientos de suelos.*
 - b) *Reubicar las viviendas y locales ubicados en las partes bajas del pueblo de Musga*
- Del **“Estudio Preliminar de deslizamiento de terreno en el poblado de Musga”** (Junio 2012), realizado por los profesionales de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Dr. Jacinto Isidro Giraldo, Msc. Ing. Porfirio Poma Rique y Ing. Arnaldo Ruíz Castro, mencionan dentro de sus conclusiones y recomendaciones:

- a) *Construir canales de coronación en la parte alta de la población.*
- b) *Construir canales de drenaje en la población y parte baja de la misma.*
- c) *Reubicación y proliferación de construcciones.*

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

El poblado de Musga se encuentra en la ladera de una montaña compuesta por en rocas sedimentarias (Foto1), con pendiente moderada, entre 20° a 25°.

Geológicamente en el contexto regional, según INGEMMET-Boletín N° 60 - 1995, en el Área de Musga, se encuentran afloramientos de la Formación Chicama, conformados por lutitas y areniscas, sobre la cual sobreyacen por efecto de sobreescurremientos (fallas de bajo ángulo) y plegamientos, secuencias de las formaciones Chimú, Santa y Carhuaz del Grupo Goyllarisquizga, compuestas por niveles de cuarcitas, areniscas, calizas, areniscas calcáreas y arcillitas con mantos de Carbón (antracitas), respectivamente (Figura 2).

Localmente, en el sector de Torrepampa, parte alta de Musga, afloran lutitas (Foto 2) con tonalidades negruzcas, intercaladas con algunos niveles delgados de areniscas. Por sectores, la roca presenta tonalidades amarillentas por alteración (Foto 3).

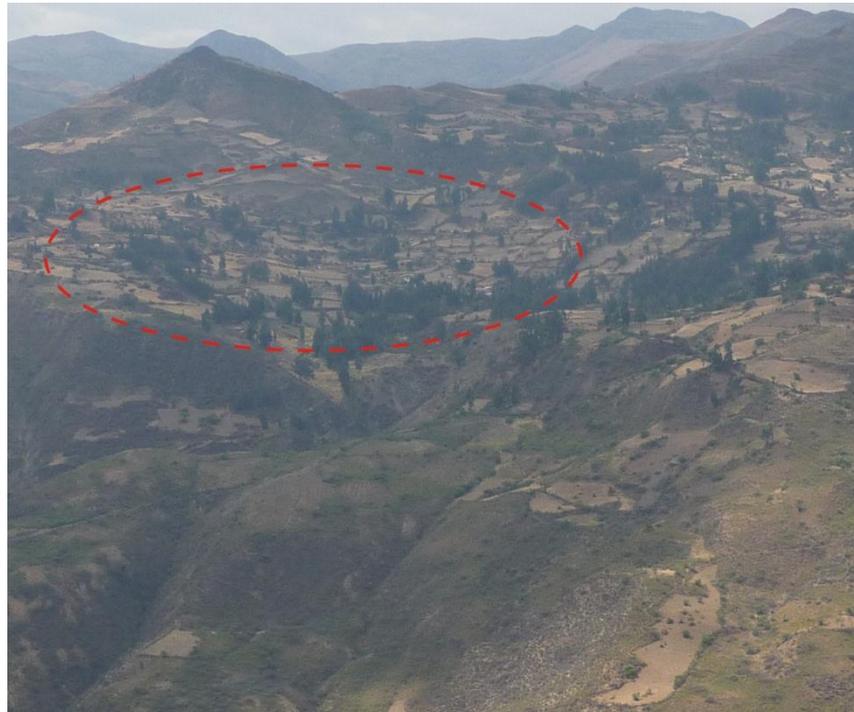


Foto 1. Poblado de Musga Ubicado en una ladera de moderada pendiente compuesta por rocas sedimentarias.

PELIGRO POR DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR DE MUSGA

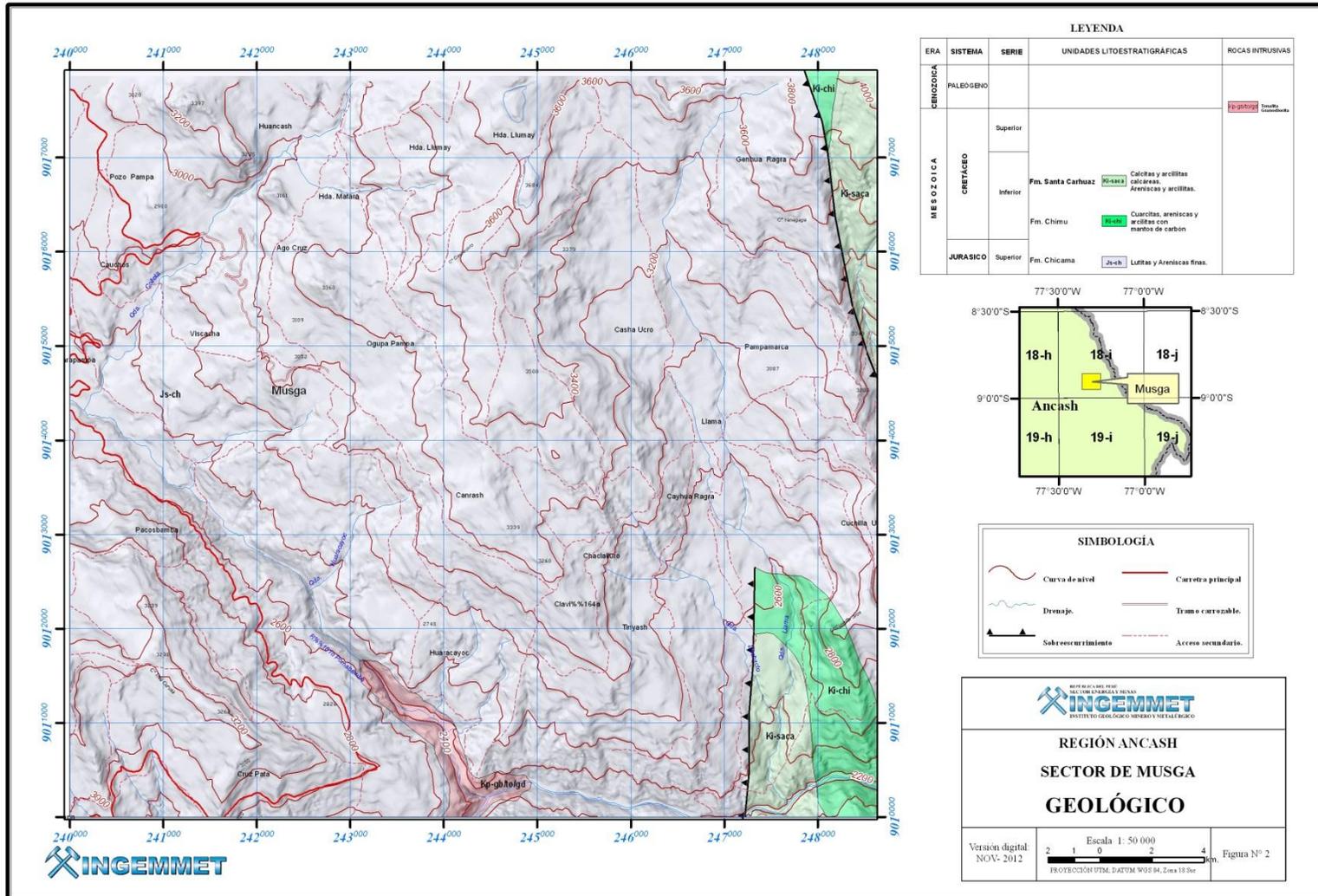




Foto 2. Lutitas, con algunos niveles de areniscas.



Foto 3. Afloramiento de lutitas de color gris oscuras, con algunos niveles de coloración amarillenta.

DEPÓSITOS COLUVIO-DELUVIALES

Estos materiales se encuentran distribuidos en la zona de Musga, originados por los depósitos dejados por antiguos movimientos en masa (deslizamientos).

Se caracterizan por ser de tipo arcillo-limoso y de color beige; en sectores se aprecian algunos niveles negros, carbonosos (Ver Foto 4).



Foto 4. Niveles de depósitos conformados por arcillas, con algunos niveles carbonosos.

En un sector se apreció un nivel gravoso con matriz arcillo-limoso. Los clastos son de areniscas de formas angulosas, con dimensiones no mayores a los 10 cm. (Ver Foto 5).



Foto 5. Se muestran dos secuencias, una arcillosa (A) con algunos clastos y otra gravosa (B) en matriz arcillosa.

3. PELIGROS GEOLÓGICOS:

Los movimientos en masa son parte de los procesos denudativos que modelan 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).

En la inspección, se identificó movimientos en masa como deslizamientos rotacionales, deslizamiento-flujo, flujos de detritos y derrumbes, eventos tipificados de acuerdo a la clasificación propuesta por el Proyecto Multinacional Andino-2007. (Ver Figura 3)

También se identificó, procesos de reptaciones de suelos y erosiones en cárcavas.

3.1 DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR DE MUSGA

En el sector de Musga, tenemos:

- a) Superficie del terreno en forma de lomerios (Foto 6)
- b) Presencia de puquiales (Foto 7 y 8)
- c) Escarpas erosionadas (Foto 9)

Las mencionadas son evidencias de un deslizamiento antiguo.



Foto 6. Superficie del terreno, en forma de lomerío, escalonados y con superficies cóncavo, convexas.

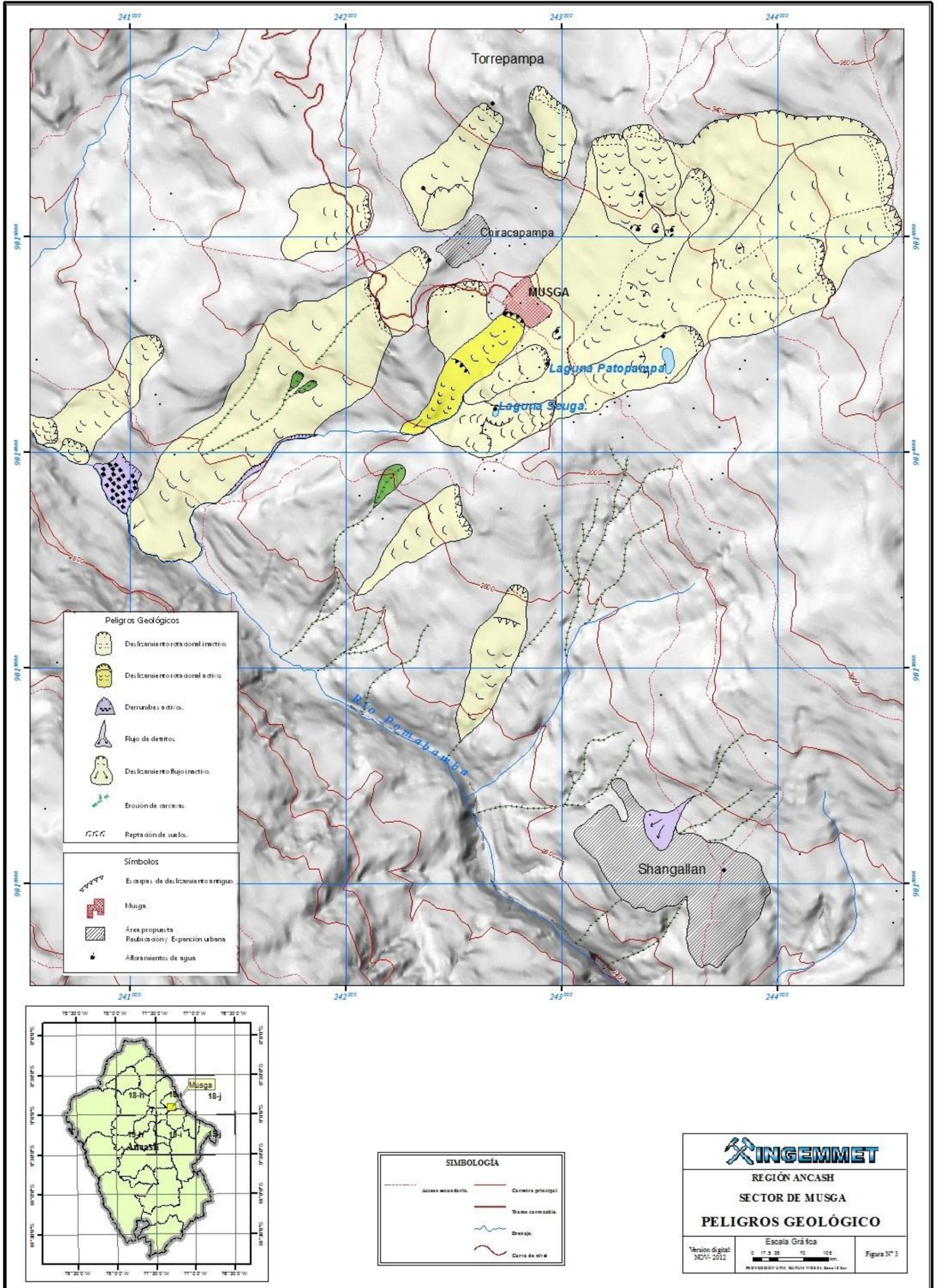




Foto 7. Afloramiento de agua en la parte superior del poblado de Musga.



Foto 8. Puquial ubicado en las inmediaciones del poblado de Musga.



Foto 9. Escarpas de deslizamiento diferenciadas en el sector de Musga.

Los factores condicionantes son:

- a) **Pendiente general de la ladera del cerro.** Llega a tener hasta 20° (Foto 10)



Foto 10. Localidad de Musga, ubicado en la ladera de montaña, con pendiente general de ladera de 20°.

- b) **Substrato rocoso.** Conformado por lutitas meteorizadas, consideradas como rocas de mala calidad (Foto11).



Foto 11. Lutitas meteorizadas, sector de Musga.

- c) **Puquiales o filtraciones de agua y pequeñas lagunas**, indican la saturación del terreno, se identificó hasta ocho sectores (Fotos 8 y 12).



Foto 12. Sector de Patopampa, muestra la saturación del terreno.

3.1.1 Características del deslizamiento antiguo

- Ancho de escarpa: 1800 m.
- El salto principal del deslizamiento, no se aprecia por estar erosionado
- Se presentan reactivaciones recientes que tienen escarpas con longitudes de 100 a 200 m y saltos de entre 10 a 15 m.

- Diferencia en altura de la corona a la punta del deslizamiento: 700 m.
- Longitud horizontal corona a punta: 250 m.
- Dirección (azimut) del movimiento: 230°.
- Área del deslizamiento: 1 742 300 m².
- Área del deslizamiento reactivado: 103 840 m².
- Avance de la zona reactivada: Retrogresivo.

3.1.2 Reactivaciones del deslizamiento:

El deslizamiento de Musga, a través del tiempo ha sufrido reactivaciones:

a) *Sector superior del deslizamiento*

En ella se observa seis antiguas escarpas erosionadas (Foto 9), producto de las reactivaciones antiguas. En la actualidad no hay indicios de reactivaciones recientes.

En el extremo izquierdo del sector, se encuentra la laguna de Patopampa (Foto 13), en proceso de extinción. Sus dimensiones son: largo 23 m y ancho 10 m. Sus aguas sirven como pastoreo del ganado.



Foto 13.- Laguna de Patopampa en proceso de extinción.

En la parte superior de la laguna tenemos terrenos de cultivo de alfalfa, regados mediante técnica de aspersión (Fotos 14 y 15). Hay que considerar que los cultivos de alfalfa necesitan de mucha agua, lo que conlleva a que este terreno se sature, lo que ocasionaría en un futuro reactivaciones del deslizamiento.



Foto 14



Fotos 14 y 15. Terrenos de cultivo de alfalfa regados mediante técnica de aspersión.

En el cuerpo del deslizamiento se están presentando procesos de reptación (Foto 16), los cuales están llevando a la pérdida de suelos y por consiguiente la pérdida de cobertura vegetal.



Foto 16. Las flechas indican la dirección del desplazamiento del suelo por el proceso de reptación.

- **Reactivaciones parte media**

En este sector se encuentra asentada la localidad de Musga (Foto 17).

En superficie, se presentan escarpas sucesivas del deslizamiento antiguo y procesos de reptación de suelos.



Foto 17. Poblado de Musga. Con líneas se muestran las direcciones de los desplazamientos.

Respecto a los afloramientos de agua, el puquial que se encuentra en el mismo poblado presenta un mayor caudal. Por manifestaciones de los pobladores, hace años atrás en las inmediaciones de este sector había una laguna, la cual fue

rellenada; actualmente sobre este relleno hay una construcción de material noble (Foto 18).



Foto 18. Filtraciones de agua en el sector de Musga.

En esta parte también se encuentra la laguna de Seuga, que tiene aguas de color verdoso, en proceso de extinción. Esta superficie plana está ligeramente basculada producto del desplazamiento del antiguo deslizamiento (Foto 19).



Foto 19. Laguna de Seuga. Se muestra en un terreno depresionado.

- **Reactivaciones recientes en la parte inferior**

En la parte inferior central, se están presentando reactivaciones, siendo sus causas:

- a) Infiltraciones de agua provenientes de los puquiales existentes, canales de regadío, malas técnicas de regadío en todo el cuerpo del deslizamiento (Foto 20 y 21).
- b) Suelo tipo arcillo-limoso, con niveles gravosos con matriz arcillo limoso, que permite la retención del agua y saturación del terreno (Foto 22).
- c) La pendiente general del terreno deslizado es menor a 20°.
- d) La reactivación, ubicada en el centro educativo de Musga, se debe al corte de talud efectuado para una trocha afirmada (Fotos 23 y 24).



Foto 20.



Fotos 20 y 21. Puquiales con drenaje inadecuado (canales sin revestimiento).



Foto 22. Secuencia gravosa (A) y Arcillo-limosa (B)



Foto 23. Zona afectada del centro educativo.

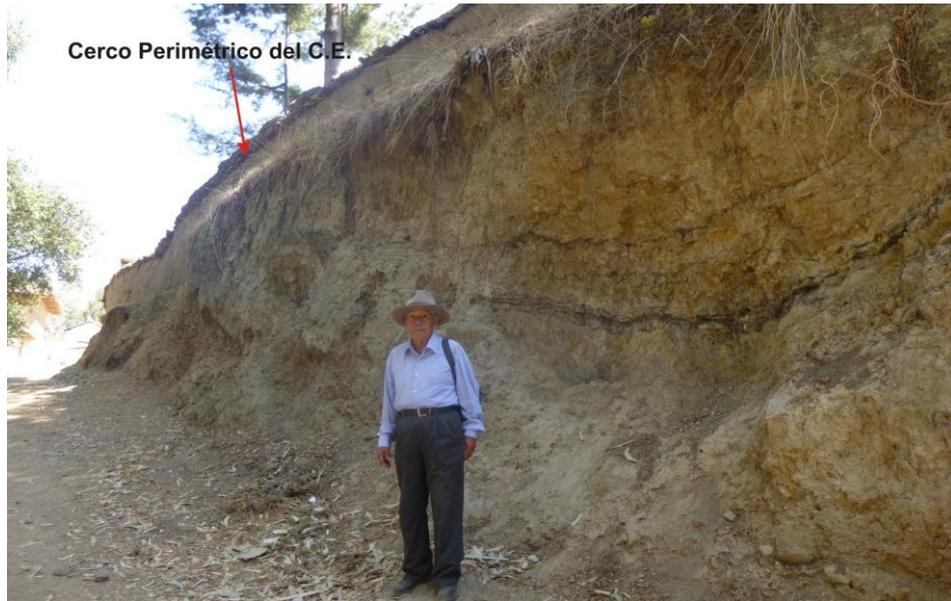


Foto 24. Corte de talud para carretera y cerco perimétrico del centro educativo

Según versiones de los lugareños la primera reactivación ocurrió hace 50 años en el sector de terrenos de cultivo (Fotos 25 y 26). La segunda data de hace 15 años en el sector de Rosagagra, (Fotos 27 y 28). La tercera, recientemente cercana al centro educativo de Musga (Fotos 26 y 27).



Foto 25. Terrenos de cultivos asentados hace 50 años, por efecto del movimiento del deslizamiento.



Foto 26. Sector donde se ubicó una vivienda, destruida por el desplazamiento del deslizamiento.



Fotos 27 y 28. Reactivaciones en el sector de Rosagagra, viviendas afectadas.

Recientemente se ha presentado una reactivación en la parte posterior del Centro Educativo de Musga (Fotos 29 y 30), donde se han formado una grieta con abertura de hasta 2 cm, con desplazamiento vertical milimétrico y con profundidad no determinada.



Foto 29 y 30. En la vista de la izquierda se aprecia el agrietamiento del piso. En la izquierda los desplazamientos milimétricos.

En la parte extrema inferior del cuerpo del deslizamiento antiguo, se observó agrietamientos recientes (Foto 31), los cuales muestran un grado de inestabilidad. Su movimiento y avance puede originar el cierre o embalse en el cauce de la quebrada; posteriormente al desembalsarse, se podrían generar flujos de detritos de naturaleza violenta hacia el río Pomabamba.



Foto 31. Parte inferior extrema, zona inestable. En la zona enmarcada de color rojo, se están formando agrietamientos del terreno.

En las paredes, formadas por el desplazamiento del deslizamiento, se encuentran inestables, se pueden generar derrumbes o deslizamientos que alimentaría con material suelto a la quebrada (Foto 32)



Foto 32. Pared formada por el desplazamiento del deslizamiento, zona inestable.

Daños causados: Estos deslizamientos han afectado:

- Viviendas ubicadas en la parte inferior del cuerpo del deslizamiento. Por las reactivaciones ocurridas hace 50 y 15 años (Fotos 25 y 26).
- Un aula ubicada en la parte posterior del Centro Educativo (Foto 29 y 30).
- Terrenos de cultivo ubicados en la parte inferior del centro poblado (Foto 31).

4. CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO

Las causas que provocan la ocurrencia de los deslizamientos, son latentes, considerándose la probabilidad de que continúen moviéndose ladera abajo; esta apreciación se sustenta en lo siguiente:

- a) La infiltración de agua proveniente de: canales de regadío, terrenos de cultivo, puquiales sin canalización; son factores que contribuyen al saturamiento al terreno y que le den una tendencia inestable.
- b) Las reactivaciones ocurridas en el pasado en este deslizamiento, lo caracterizan como de un avance retrogresivo. Este avance podría afectar a las viviendas ubicadas en el poblado de Musga, en un futuro.
- c) Por la pendiente que tiene la zona reactivada, los desplazamientos del deslizamiento van a ser de avance lento.
- d) En la última reactivación, solo apareció un agrietamiento en una de las aulas del centro educativo de Musga. El agrietamiento tiene un desplazamiento de tipo milimétrico. Las causas de este agrietamiento fue el corte de talud para carretera y filtraciones de agua proveniente del silo.
- e) De ocurrir un deslizamiento de mayores dimensiones, es muy probable que la quebrada que se origina en Musga, se alimente de gran cantidad de material suelto y baje violentamente hacia la desembocadura y llegue represar al río Pomabamba.

5. MEDIDAS CORRECTIVAS

Este capítulo plantea algunas soluciones a los problemas localizados en el área de estudio.

A continuación, propondremos algunas medidas de estabilización en las laderas, que ayudarán a solucionar los problemas de inestabilidad localizadas en el área de estudio.

- Los canales de regadío deben ser revestidos para evitar la infiltración de agua hacia el subsuelo.
- Drenar los puquiales, con tuberías de PVC, con la finalidad de evitar la infiltración de agua al subsuelo
- Construir canales de coronación, en la parte superior de Musga, para evitar la infiltración de agua proveniente de la parte alta; estos deben drenar hacia la quebrada Huaracayoc.
- Reforestar el área con árboles nativos y evitar la deforestación. La forestación debe incluir las laderas superiores de Musga.
- En el sector donde se presentan agrietamientos del suelo, se deberán construir andenerías o terrazas, revolviendo y compactando el terreno hasta desaparecer las grietas. Posteriormente se deberá sembrar gramíneas y arbustos nativos en cada andén. Se deberá buscar lugares adecuados para las escombreras.
- Determinar la napa freática o puntos de acumulación de agua subterránea, para realizar un drenaje subterráneo o sub horizontal, para asegurar la estabilidad de la ladera.
- El sistema de riego por aspersión, no está bien usado. Se observó que lo usan para regadío de alfalfa, el cual necesita abundante agua. Se debe considerar el cambio de cultivos.

6. ÁREAS PROPUESTAS PARA REUBICACIÓN DE CASA AFECTADAS Y EXPANSIÓN URBANA

6.1 SECTOR DE CHIRACAPAMPA.

Este sector se encuentra sobre un área de 33 740 m² aproximadamente. Geomorfológicamente se encuentra en una colina de tipo sedimentaria (Foto 33). Se muestran afloramientos de areniscas y lutitas.

En las zonas aledañas y en el lugar evaluado no se aprecian movimientos en masa que puedan afectar a una futura zona de reubicación y expansión urbana.



Foto 33. Sector Chiracapampa- parte alta de la colina.

6.2 SECTOR DE SHANGALLAN

Este sector se encuentra sobre un área de 337 590 m² aproximadamente. Geomorfológicamente se encuentra sobre una planicie, formada por depósitos provenientes de erosiones de laderas (cárcavas) que han formado flujos de detritos (Foto 34).



Foto 34. Planicie formada por los depósitos provenientes de las erosiones en cárcavas y erosiones de ladera.

Las erosiones en cárcavas, generan depósitos sueltos, que alimentan a la quebrada con material detrítico. En tiempo de lluvias excepcionales este material suelto es removido y llevado cuesta abajo, formando flujos de detritos (Foto 35).

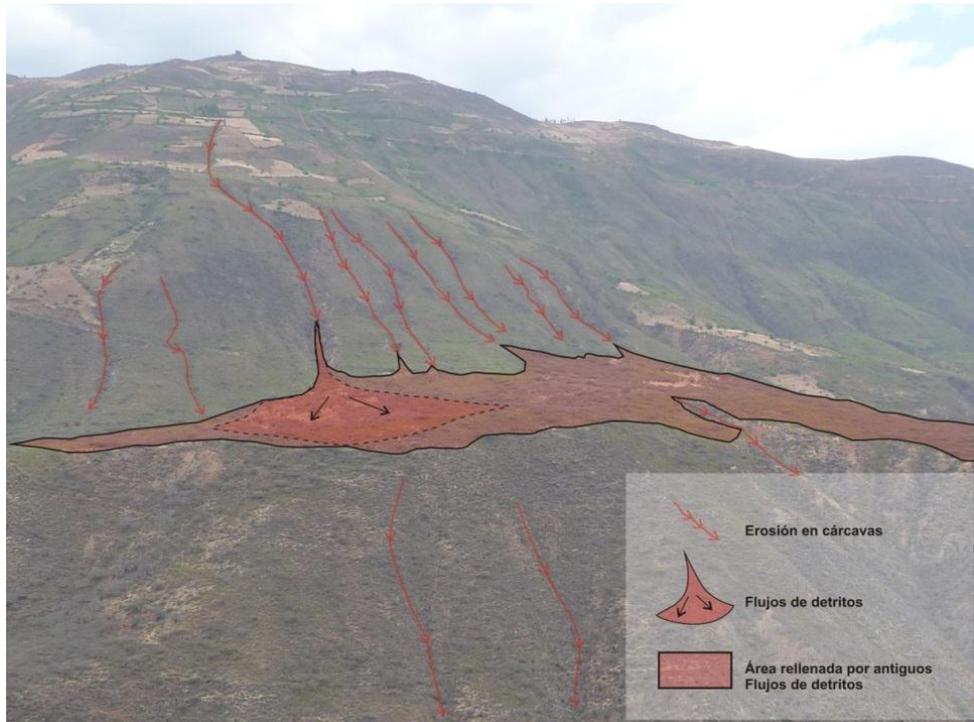


Foto 35. Sector de Shangallan ubicado sobre un antiguo depósito proluvial, en la parte superior e inferior se observa procesos de erosiones en cárcavas.

Antes de ser habilitado el área se debe hacer las siguientes labores:

- a) Control de las erosiones en cárcavas ubicadas en la parte superior e inferior del sector de Shangallan (Ver anexos). Los procesos de la parte superior pueden generar flujos de detritos, los de la parte inferior, un avance retrogresivo. Para evitar que afecte a la futura población que se asiente en este lugar.
- b) Canalizar las pequeñas quebradas formadas por los procesos de erosión en cárcava.
- c) Realizar estudios de suelos para determinar su capacidad de portante así como los tipos de viviendas a construir.
- d) Evitar que el terreno se sature de agua, porque perderían su capacidad portante (drenes para aguas pluviales).

Una vez realizado las medidas antes mencionadas en zona habilitada se debe tener en cuenta lo siguiente:

- a) La expansión urbana, por ningún motivo se debe orientarse hacia los bordes del talud. Se mantendrá un margen o borde libre de 20 m.
- b) El drenaje del futuro alcantarillado debe estar en buenas condiciones, para evitar la infiltración de agua hacia el subsuelo.

CONCLUSIONES

1. El poblado de Musga se encuentra sobre un antiguo deslizamiento. Ha sufrido reactivaciones en los años 50, hace 15 años y recientemente, que se han presentado en la parte inferior del poblado.
2. Las causas principales de la reactivación del deslizamiento son:
 - Infiltración de agua proveniente del mal drenaje de puquiales y malas técnicas de regadío en los terrenos de cultivo.
 - Suelo conformado principalmente por arcilla.
 - El terreno presenta una pendiente general menor a 20°.
 - En el C.E. Musga se reactivó por corte de talud de carretera.
3. La reactivación del deslizamiento ha afectado:
 - Viviendas que se ubicaron en la parte inferior del centro poblado de Musga.
 - Terrenos de cultivo ubicados en la parte inferior.
4. Este movimiento en masa fue condicionado por los siguientes factores:
 - Pendiente general en la ladera del cerro (20°).
 - Substrato rocoso conformado principalmente por lutitas areniscas calcáreas (caracterizadas como rocas de mala calidad).
 - Intensa deforestación de la zona, que ha permitido la infiltración de agua y la saturación del terreno.
 - Roca meteorizada, que da origen a suelos arcillosos, los cuales retienen el agua.
5. Dado que las condiciones actuales de inestabilidad en la ladera continúan, el avance de las mismas a las zonas de influencia de los deslizamientos, se puede considerar como de **PELIGRO MEDIO**. Este puede considerarse como PELIGRO INMINENTE, con la ocurrencia de intensas precipitaciones pluviales excepcionales, movimientos sísmicos y si no se realizan las obras recomendadas.
6. El sector de Chiracapampa donde se propone la zona de reubicación y expansión urbana, tiene características geomorfológicas y litológicas favorables para el asentamiento poblacional.
7. El sector de Shangallan, otro sector propuesto para la reubicación y expansión urbana de Musga, presenta problemas de erosión de ladera y flujos de detritos. Para habilitarlo tienen que realizarse las medidas correctivas propuestas.

RECOMENDACIONES

Se deben de tomar en cuenta lo siguiente:

- 1) Realizar estudios semidetallados de suelos y caracterización geotécnica de los mismos en las zonas de reubicación y expansión, para determinar la capacidad portante del suelo.
- 2) En el futuro, las tuberías de agua y desagüe deben estar en buenas condiciones para evitar la infiltración de agua y por ende la desestabilización del terreno.
- 3) Debido a que la condición de inestabilidad de la ladera continua, se debe reubicar las viviendas afectadas, porque ponen en riesgo su seguridad física. Esta labor debe ser realizada por la Municipalidad de Musga.
- 4) Para el C.E. de Musga, el aula afectada, debe ser inhabilitada inmediatamente, porque pone en riesgo la seguridad física de las personas.
- 5) El C.E. de Musga debe ser trasladado al sector de Chiracapampa.
- 6) Monitorear el movimiento del deslizamiento, para determinar su desplazamiento. Puede ser de tipo instrumental con GPS-Diferencial.
- 7) Los drenajes de los puquiales deben ser canalizados y revestidos con tuberías de PVC, para evitar la infiltración de agua hacia el cuerpo del deslizamiento.
- 8) Cambio de sistema de riego, capacitación del correcto uso del mismo. Modificación de tipos de cultivo, especialmente de alfalfa, para evitar la saturación de los terrenos.
- 9) Realizar trabajos de reforestación con plantas nativas, con ello se dará una protección a la ladera.

En el ANEXO, se presentan algunas recomendaciones, a implementar, para controlar el deslizamiento.

REFERENCIAS

Guevara, R. & Ladines, R. (2003). *“Evaluación de Riesgos Distrito de Musga, Provincia de Mariscal Luzuriaga, Departamento Ancash”*. Instituto Nacional de Defensa Civil-INDECI. Unidad de Evaluación y Ejecución de Proyectos. 06 Págs.

INGEMMET (1995). Geología de los Cuadrángulos de Pallasca (17-h), Tayabamba (17-i), Corongo (18-h), Pomabamba (18-i), Carhuaz (19-h) y Huari (19-i). Carta Geológica Nacional-Boletín N° 60 – Serie A. 91 Págs.

Isidro, J., Poma, P. & Ruíz, A. (2012) *“Estudio Preliminar de Deslizamiento de Terreno en el Poblado de Musga”*. (2012). Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia – Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo”. 18 Págs.

Linares, S., Ruíz, A. & Sotelo, J. (2003). *“Estudio Geológico preliminar de la Cuenca Hidrográfica de Musga”*. Asociación Centro Unión Distrital de Residentes en Lima. Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Metalurgia – Universidad Nacional de Santiago Antúnez de Mayolo.

Proyecto Multinacional Andino (2007). *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas*. PMA: Geociencias para la Comunidades Andinas. Grupo de estándares para Movimientos en Masa (GEMMA). Págs. 404.

Suarez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos. Bucaramanga-Colombia. 10 Págs.

Velarde, C & Vizcarra, J. (2003). *“Reconocimiento Geológico, Área Urbana del distrito de Musga”*. Centro Unión Distrito de Musga. 15 Págs.

ANEXOS

ESQUEMAS DE MEDIDAS CORRECTIVAS

ESQUEMAS DE MEDIDAS CORRECTIVAS

En esta sección se dan algunas propuestas generales de solución para la región, con la finalidad de minimizar las ocurrencias de deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos, procesos de erosiones de laderas, entre otros; así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

PARA LOS FLUJOS DE DETRITOS Y EROSIONES EN CÁRCAVAS

Construir diques transversales a lo largo los surcos formados por la erosiones de ladera, las quebradas afluentes, con la finalidad de atenuar la carga del flujo de detritos. Figuras 4, 5, 6, 7 y 8.

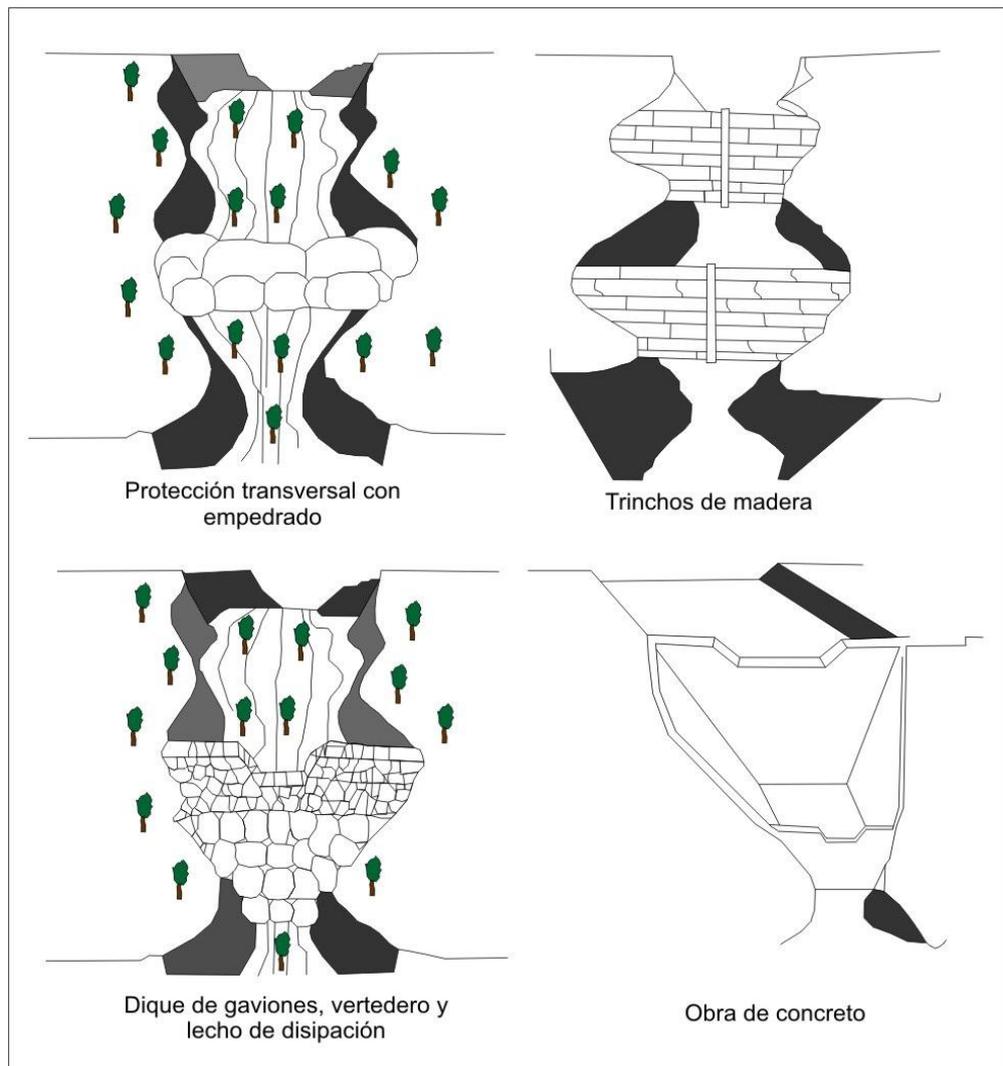


Figura 4. Obras hidráulicas transversales para cárcavas, fijación de sedimentos y protección para desagüaderos naturales. (Tomado de Instituto Nacional de Vías-1998)

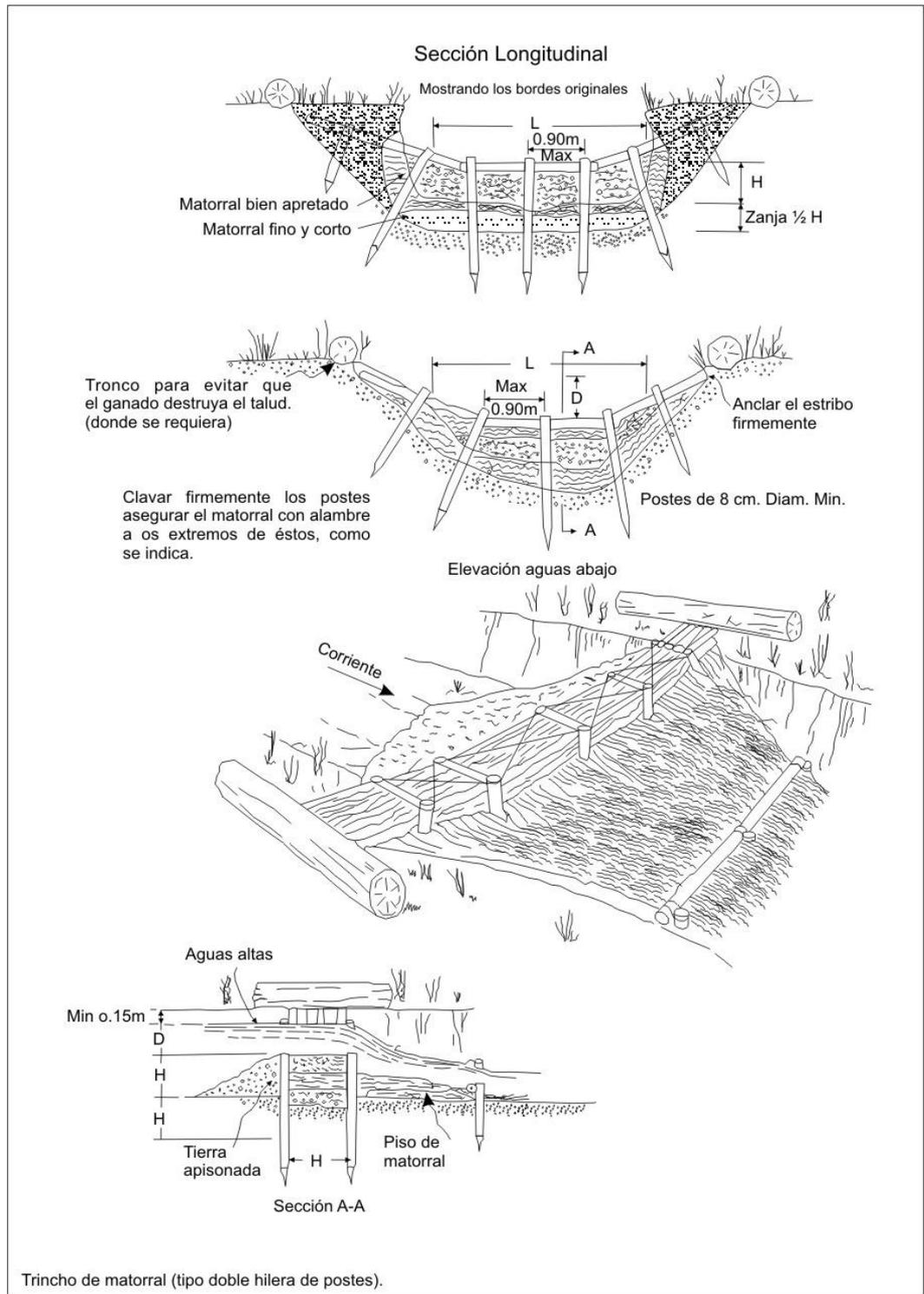


Figura 5. Medidas correctivas para flujos de detritos (Tomado de Instituto Nacional de Vías-1998).

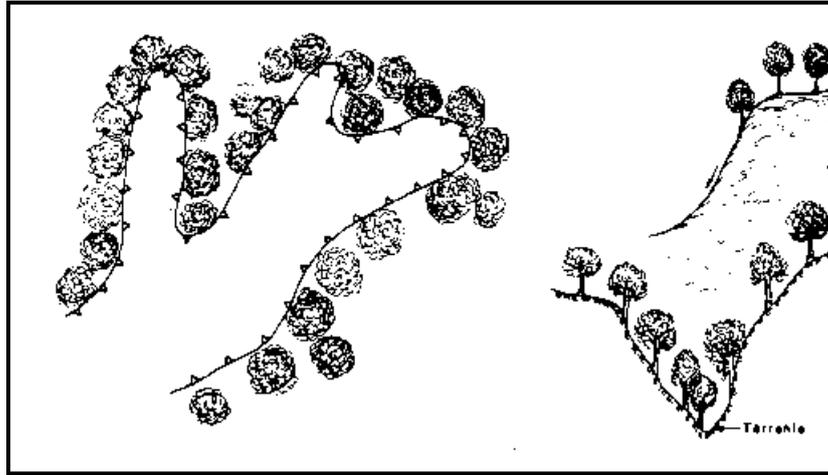


Figura 6. Vista en perfil y en planta de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes inestables.

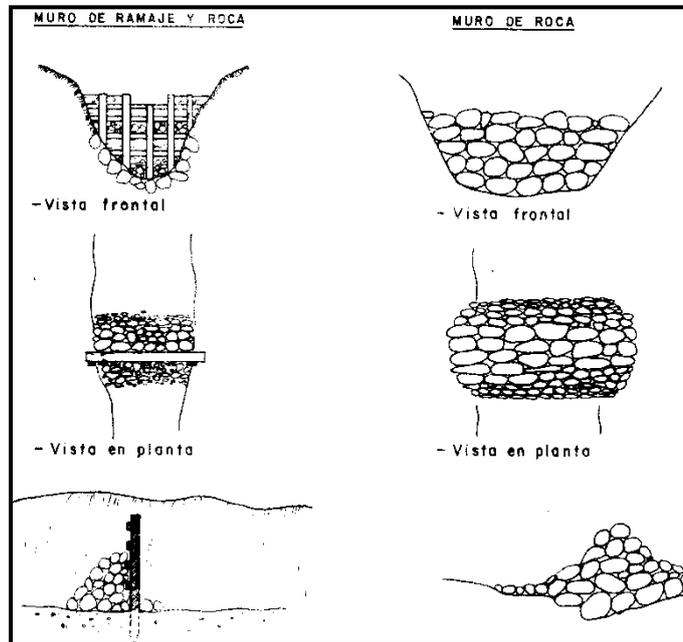


Figura 7. Tipos de presas escalonadas para la protección de fondo de cárcavas y huaycos incipientes.

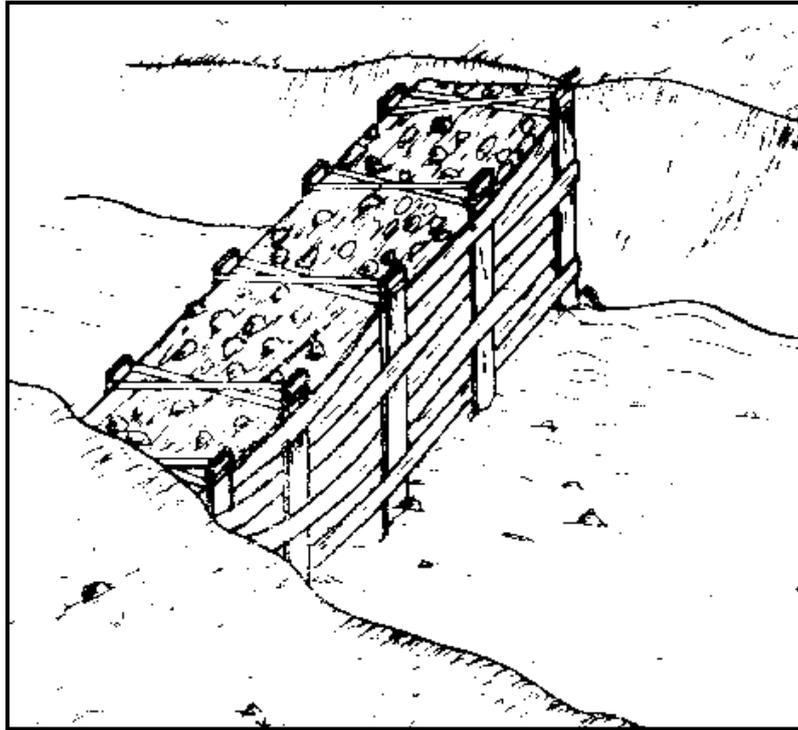


Figura 8. Tipos de presas escalonadas para la protección de fondo de cárcavas y huaycos incipiente.

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 del río al pie de deslizamientos, la utilización de canales sin revestir, etc. A continuación se proponen algunas medidas para el manejo de estas zonas:

- 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.
- Los canales deben ser revestidos para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- El sistema de cultivo debe ser por surcos en contorno y conectados al sistema de drenaje, para una evacuación rápida del agua.
- No debe construirse reservorios de agua sin revestimiento, ya que esto favorece a la infiltración y saturación del terreno.
- 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.
- En las cuencas altas se debe favorecer el cultivo de plantas que requieran poca agua y proporcionen una buena cobertura del terreno, evitando el impacto directo de la lluvia.
- 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.

- Los tramos de carretera que cruzan cauces de quebradas, en donde se producen flujos, deben de ser protegidos por medio de gaviones para evitar los efectos de los huaycos y el socavamiento producido por avenidas estacionales en las quebradas.
- Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural conformada por pastos, malezas y arbustos.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles a utilizarse debe 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 a curvas de nivel con el objeto de captar el agua y controlar la erosión.
- 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.

USO DE VEGETACIÓN

El efecto de la vegetación sobre la estabilidad de los taludes ha sido muy debatido en los últimos años; el estado del uso actual deja muchas dudas e inquietudes y la cuantificación de los efectos de estabilización de las plantas sobre el suelo, no ha tenido una explicación universalmente aceptada. Sin embargo la experiencia ha demostrado el efecto positivo de la vegetación, para evitar problemas de erosión, reptación y fallas subsuperficiales (Suárez Díaz, 1998).

Para poder analizar los fenómenos del efecto de la vegetación sobre el suelo se requiere investigar las características específicas de la vegetación en el ambiente natural que se esté estudiando.

Entre los factores se sugiere analizar los siguientes: volumen y densidad de follaje, tamaño, ángulo de inclinación y aspereza de las hojas, altura total de la cobertura vegetal, presencia de varias capas diferentes de cobertura vegetal, tipo, forma, profundidad, diámetro, densidad, cubrimiento y resistencia del sistema de raíces.

El tipo de vegetación, tanto en el talud como en el área arriba del talud es un parámetro importante para su estabilidad. La vegetación cumple dos funciones principales. En primer lugar tiende a determinar el contenido de agua en la superficie y además, da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces.

Como controlador de infiltraciones tiene un efecto directo sobre el régimen de aguas subterráneas y actúa posteriormente como secador del suelo al tomar el agua que requiere para vivir.

Factores:

1. intercepta la lluvia
2. aumenta la capacidad de infiltración
3. extrae la humedad del suelo
4. grietas por desecación
5. raíces refuerzan el suelo, aumentando resistencia al cortante
6. anclan el suelo superficial a mantos más profundos
7. aumentan el peso sobre el talud
8. transmiten al suelo fuerza del viento
9. retienen las partículas del suelo disminuyendo susceptibilidad a la erosión

La deforestación puede afectar la estabilidad de un talud de varias formas:

1. disminuyen las tensiones capilares de la humedad superficial
2. se elimina el factor de refuerzo de las raíces
3. se facilita la infiltración masiva de agua.

La quema de la vegetación aumenta la inestabilidad de los taludes, especialmente si esto ocurre en área de coluviones en los cuales la vegetación ejerce un papel preponderante en la estabilidad, especialmente por la eliminación del refuerzo de las raíces y por la exposición a la erosión acelerada.