

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7186

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTOS EN EL SECTOR LOS OLIVOS

Departamento Cajamarca
Provincia Cutervo
Distrito Cutervo



OCTUBRE
2021

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTOS EN EL
SECTOR LOS OLIVOS**

Departamento Cajamarca

Provincia Cutervo

Distrito Cutervo

Elaborado por la Dirección de
Geología Ambiental y Riesgo
Geológico del INGEMMET

Equipo de investigación:

Luis Miguel León Ordáz.

Anthony Wilson Zavaleta Paredes.

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021). Evaluación de peligros geológicos por deslizamientos en el sector Los Olivos. Distrito Cutervo, provincia Cutervo, departamento Cajamarca, Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7186, 33p

INDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio.....	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores.....	6
1.3. Aspectos generales	8
1.3.1. Ubicación.....	8
1.3.2. Accesibilidad.....	8
2. ASPECTO GEOLÓGICO	10
2.1. Unidades litoestratigráficas	10
2.1.1. Formación Pulluicana (Km-p)	10
3. ASPECTO GEOMORFOLÓGICO	11
4. PELIGROS GEOLÓGICOS	16
4.1.Deslizamientos.....	16
4.1.1.Deslizamiento Av. Todos Los Santos – Av. Carniche	18
4.1.2.Deslizamiento – Jr. 15 de Agosto	19
4.2.Daños por peligros geológicos.....	20
CONCLUSIONES	24
RECOMENDACIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXO 1: MAPAS	27
ANEXO 2: GLOSARIO	31
ANEXO 3: MEDIDAS CORRECTIVAS	32

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en el sector Los Olivos (avenidas Todos Los Santos, Carmiche y Jirón 15 de agosto) del distrito y provincia Cutervo, departamento Cajamarca. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (local, regional, y nacional).

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona evaluada son de origen sedimentario, encontramos la Formación Pulluicana conformada por calizas margosas intercaladas con lutitas, las cuales están medianamente fracturadas y altamente meteorizadas, características que facilitan la infiltración de agua de escorrentía e incrementan la saturación del terreno.

Las geoformas identificadas corresponden principalmente a 1) las de origen tectónico – degradacional representada por la subunidad de colina modelada en roca sedimentaria (C-rs) que está conformada por afloramientos de calizas y margas; esta unidad, abarca la mayor área del sector evaluado donde la pendiente varía de 15° a 25°; y 2) geoformas de origen depositacional y agradacional, que corresponde a la subunidad de piedemonte coluvio deluvial (V-cd) con pendientes de las laderas entre 5° y 15°, además, está constituido principalmente por clastos de caliza en una matriz arcillo-limosa.

Los peligros geológicos identificados en el área evaluada corresponden a movimientos en masa tipo deslizamiento que se reactivaron en el 2017 y 2021. Los deslizamientos, afectaron la avenida Todos Los Santos en un tramo de 70 m, terreno de pastoreo ubicado entre la avenida Todos Los Santos y el Jr. 15 de Agosto (dos viviendas afectadas en este Jirón) y una en la avenida Carniche, quedando inhabitable. El deslizamiento está activo e incrementa su desplazamiento durante temporada de lluvias, por este motivo el área evaluada se considera como **Zona Crítica** y de **Peligro Alto** a la ocurrencia de deslizamientos.

Finalmente, se brinda recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades competentes y tomadores de decisiones pongan en práctica en el área evaluada, con la finalidad de minimizar los daños y pérdidas que pueden ocasionar el deslizamiento.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la remitido por la Municipalidad Provincial de Cutervo, Región Cajamarca según Oficio N° 207-2021-MPC/A, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa entre las avenidas Todos Los Santos, Carniche y jirón 15 de agosto, sector Los Olivos , en el distrito de Cutervo.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Luis M. León Ordáz y Anthony W. Zavaleta Paredes, para realizar la evaluación de peligros geológicos que afectan las viviendas y los terrenos ubicados entre las avenidas Todos Los Santos, Carniche y jirón 15 de agosto, sector Los Olivos, los trabajos de campo se realizaron el día sábado 27 de julio del 2021.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres y aéreas), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de Municipalidad provincial de Cutervo donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan entre las avenidas Todos Los Santos, Carniche y jirón 15 de agosto, sector Los Olivos, distrito Cutervo, eventos que pueden comprometer la seguridad física de personas, vehículos, medios de vida (cultivos agrícolas) y vías de comunicación en la zona de influencia del evento.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia del deslizamiento.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos identificados en los trabajos de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet y otras instituciones, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales y locales en base a inventarios de peligros geológicos a nivel nacional (boletines):

- a) Boletín N° 44, serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica (Zavala & Rosado, 2011), se describe la susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:250 000. El sector evaluado en el distrito de Cutervo es determinado con susceptibilidad media, debido a la presencia de laderas, material moderadamente saturado y parcialmente saturado, movimientos que pueden ser detonados por eventos sísmicos o lluvias intensas (Figura 1).
- b) En el Informe Técnico N° A6826 (Sosa & Lara, 2018), describen que el área evaluada es susceptible a la ocurrencia de movimientos en masa tipo deslizamiento, reptación y cárcavas, debido a sus condiciones intrínsecas naturales: pendiente del terreno (15° a 35°), substrato de mala calidad y material de fácil saturación (aumento de peso de masa inestable), que se ven desencadenadas por la presencia de lluvias intensas.

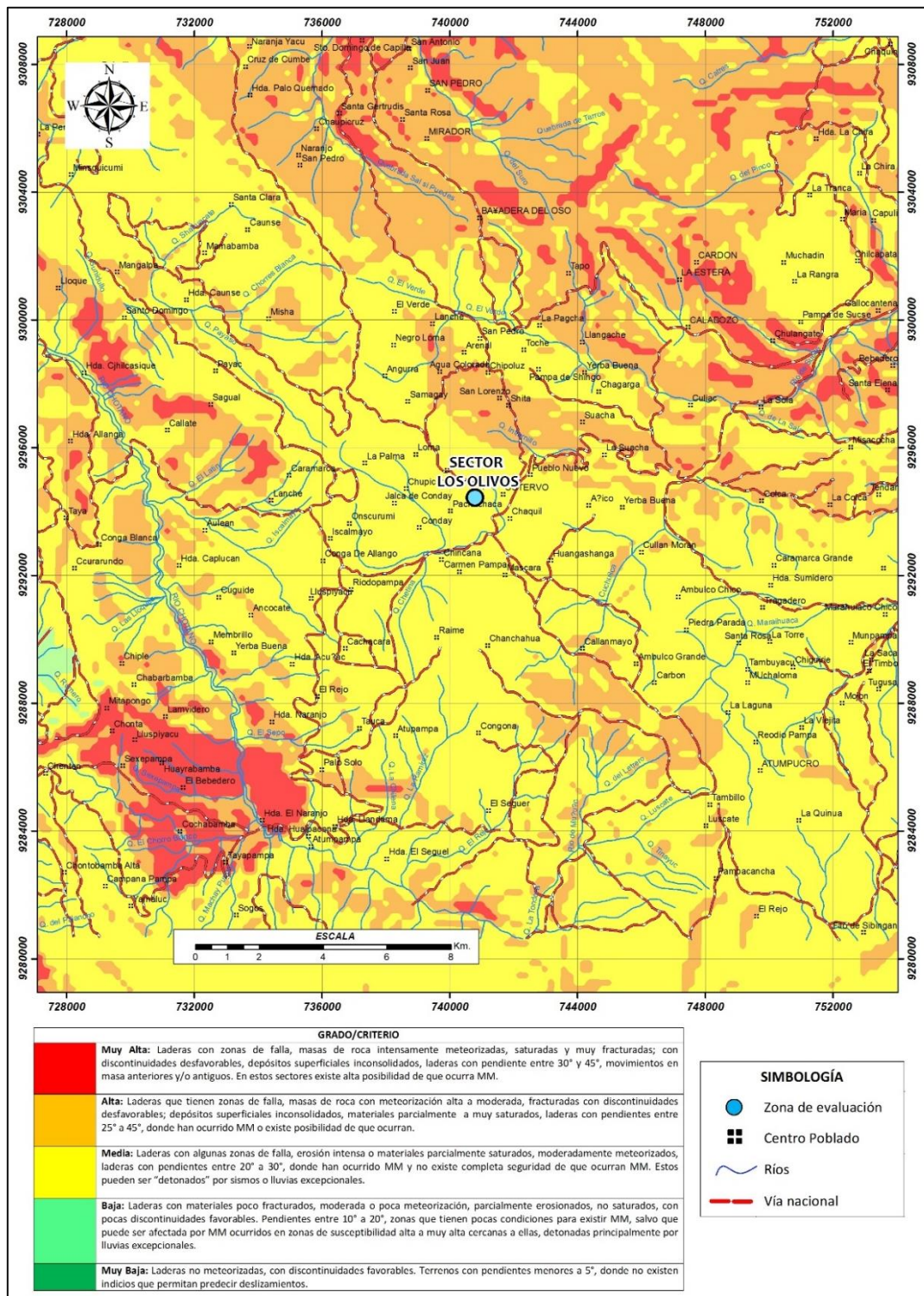


Figura 1. Susceptibilidad a movimientos en masa del sector los Olivos y alrededores
Fuente: Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en la región Cajamarca, elaborado a escala 1:250 000 por Zavala & Rosado., 2011.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área de evaluación corresponde a las avenidas Todos Los Santos – Carniche y jirón 15 de agosto, en el sector Los Olivos, distrito y provincia de Cutervo, departamento de Cajamarca (figura 2), ubicada en las siguientes coordenadas UTM (Datum: WGS 84 – Zona: 17S).

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio en el distrito de Cutervo.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		COORDENADAS DECIMALES	
	<i>Este</i>	<i>Norte</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>
1	740473	9294098	-6.381663°	-78.826058°
2	740652	9293821	-6.384160°	-78.824430°
3	740596	9293767	-6.384651°	-78.824934°
4	740388	9294066	-6.022067°	-77.944172°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	740561	9293914	-6.383323°	-78.825255°

1.3.2 Accesibilidad

La principal vía de acceso desde la ciudad de Cajamarca con destino a la ciudad de Cutervo en el departamento de Cajamarca es mediante desplazamiento terrestre, partiendo de Cajamarca a través de la carretera hacia Cutervo, tal como se detalla en la siguiente ruta:

Cuadro 2. Rutas y accesos a la zona evaluada

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cajamarca - Cutervo	Asfaltada	191	6 h

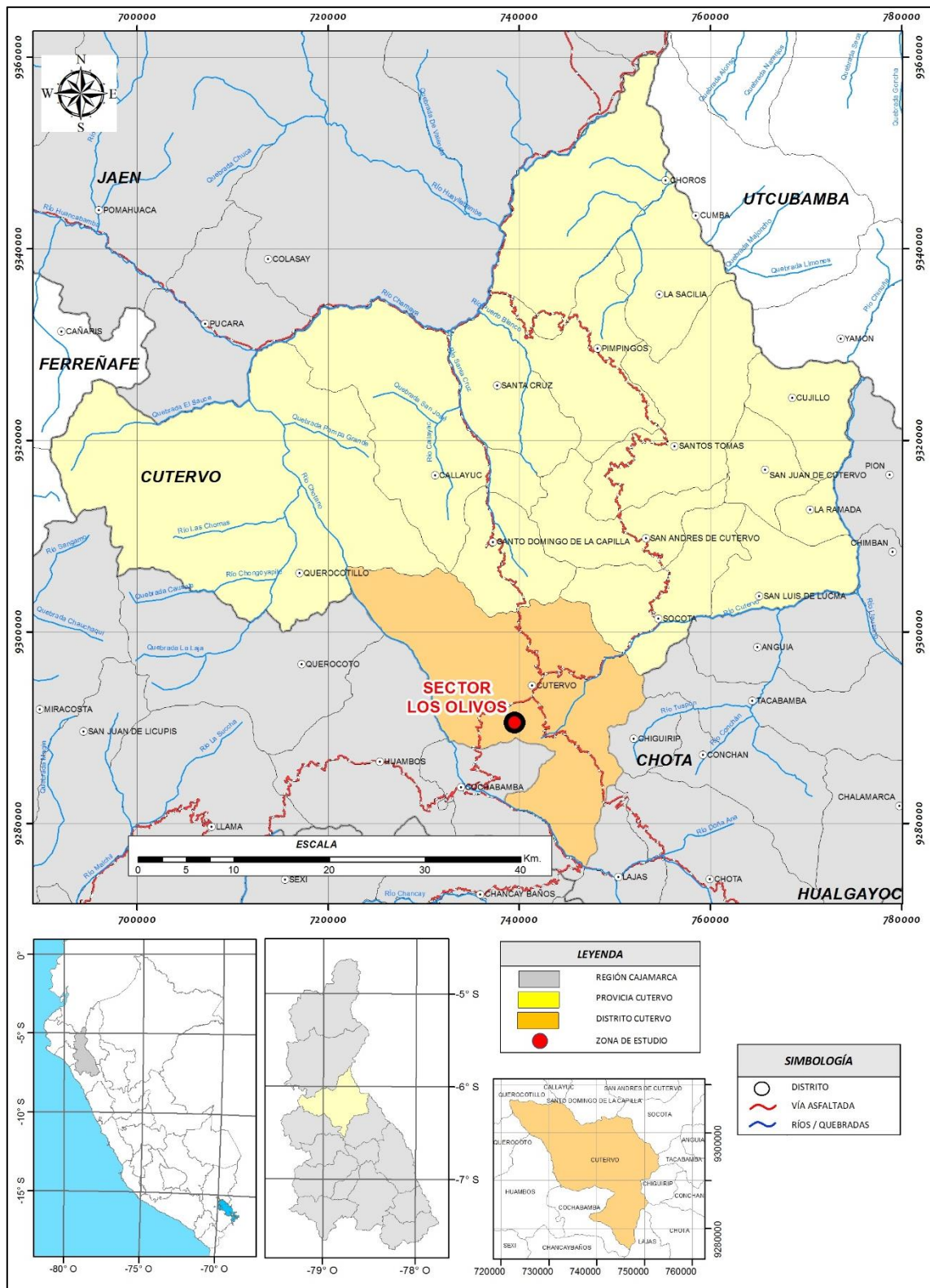


Figura 2. Ubicación del área de evaluación.

2. ASPECTO GEOLÓGICO

El análisis geológico se desarrolló en base al Boletín N° 38, serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología cuadrángulos de Jayanca (13-d), Incahuasi (13-e), Cutervo (13-f), Chiclayo (14-d), Chongoyape (14-e), Chota (14-f), Celendín (14-g), Pacasmayo (15-d), Chepén (15-e), elaborado por (Wilson, 1984); también, se realizó trabajos en campo, análisis de imágenes satelitales, fotogrametría con dron para caracterizar y delimitar las diferentes unidades litológicas considerando su grado de resistencia y susceptibilidad a procesos de erosión (mapa 1).

2.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas aflorantes en los alrededores de la zona evaluada corresponden al Grupo Goyllarizquisga, Formación Pariatambo y Formación Inca; en el sector evaluado encontramos la Formación Pulluicana y depósitos coluvio deluviales detallados a continuación:

2.1.1. Formación Pulluicana (Km-p)

Compuesta por calizas arcillosas, medianamente fracturadas, moderadamente intemperizada e irregularmente estratificadas, intercaladas con capas de margas de color crema; sobre la ladera se practica actividades de pastoreo, dejando denudados los terrenos, lo que facilita y acelera su saturación durante temporada de lluvias, originando movimientos en masa como deslizamientos. (figura 3 y fotografía 1).

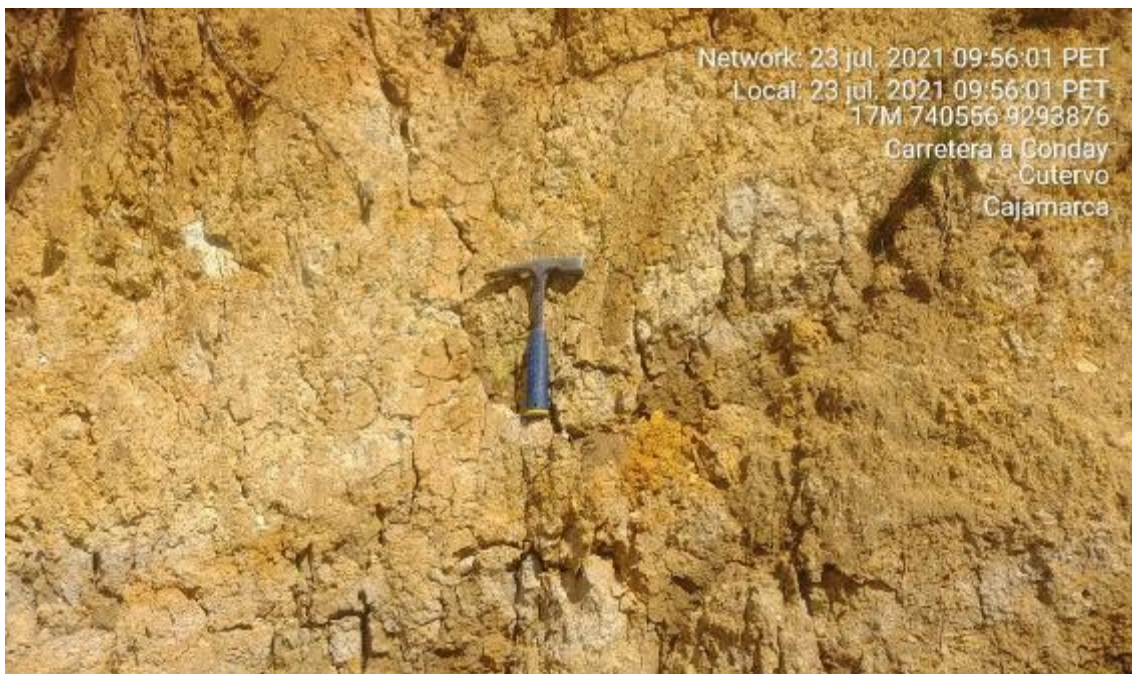


Figura 3. En sector evaluado encontramos limolitas de color beige amarillento.



Fotografía 1. Se puede apreciar margas de color crema a blanquizco.

3. ASPECTO GEOMORFOLÓGICO

La brigada de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo (DGAR) para el análisis geomorfológico realizó el levantamiento fotogramétrico mediante el empleo de dron, obteniéndose el modelo digital del terreno con una resolución 40 cm por pixel para el modelo digital de elevaciones y 5 cm por pixel para la ortofoto, información que fue complementada con el análisis de imágenes satelitales, análisis morfométrico del relieve y cartografiado in situ.

3.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

La zona de estudio comprende elevaciones que van desde los 2620 m s.n.m. hasta los 2775 m s.n.m., se clasificó en cuatro niveles altitudinales, con la finalidad de visualizar la extensión del área respecto a la diferencia de alturas, comprendiendo el área urbana de Cutervo en una altura de 2644; el área con mayor pendiente está comprendida entre los 2653 m s.n.m y los 2753 m s.n.m. con una pendiente de 15° y >25°, este nivel altitudinal comprende la colina sedimentaria que se extiende desde la zona sureste en dirección al noroeste, en este nivel se presenta la reactivación de deslizamientos identificados (figura 4).

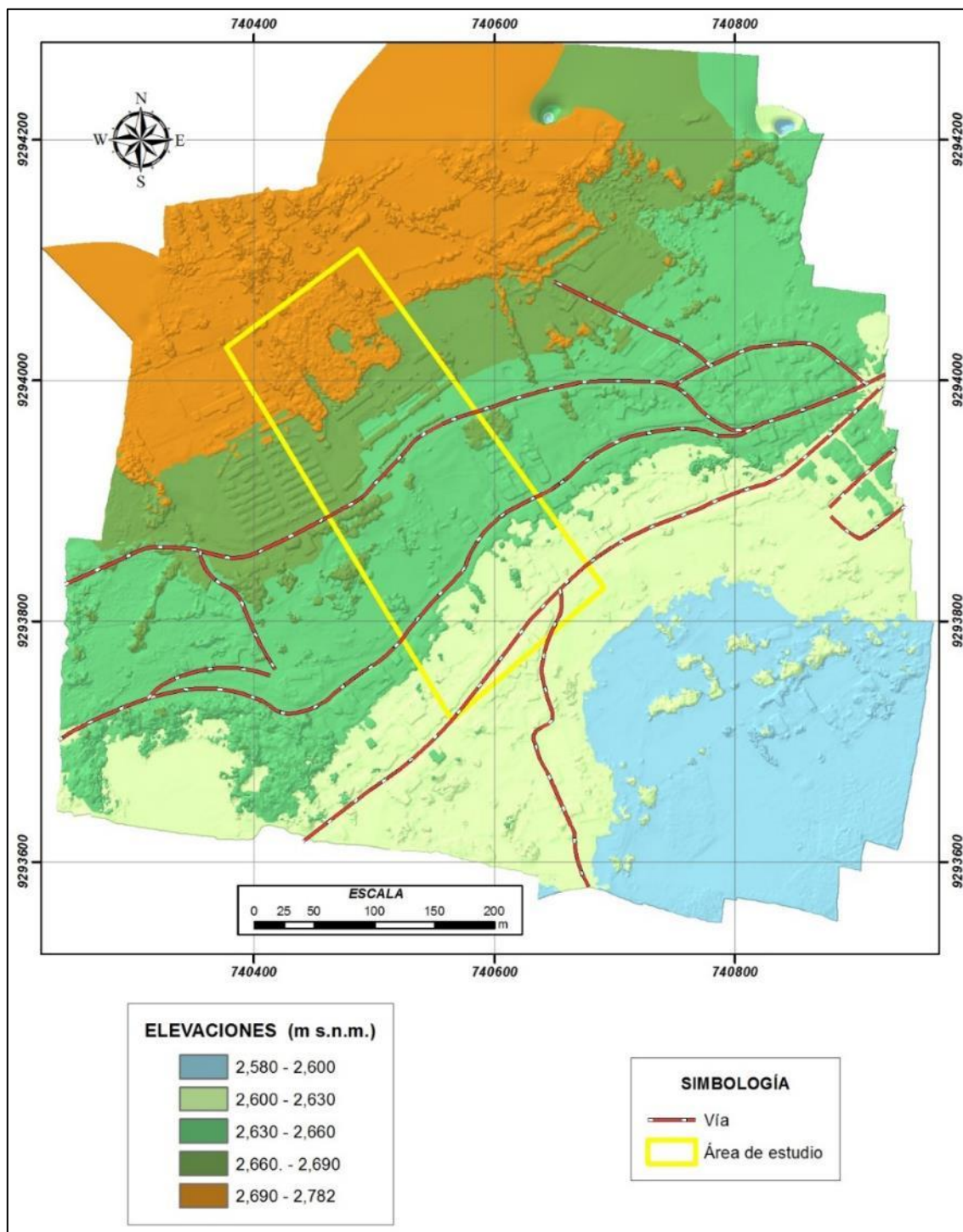


Figura 4. Modelo digital de elevaciones

3.2. Pendiente del terreno

La pendiente es uno de los factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2022), es un parámetro importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa, como factor condicionante.

Se puede decir que es más fácil que ocurran movimientos en masa en laderas y cauces cuya pendiente principal varía entre media a fuerte ($>30^\circ$), también es más alta la erosión de laderas (laminar, surcos y cárcavas) en colinas o montañas, porque a mayor pendiente facilita el escurrimiento superficial y por ende las erosión hídrica o pluvial (Vílchez et al., 2013).

El rango de pendientes identificado en el sector evaluado, es variable comprende pendientes suaves hasta pendientes moderada de 15° a 25° , ésta superficie es ocupada por viviendas, área con fines de pastoreo, el cementerio público y particular del distrito (figura 6).



Figura 5. Pendiente promedio del sector evaluado es de 25° , ladera al noroeste del deslizamiento.

3.3. Unidades Geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el sector evaluado en el distrito de Cutervo, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vílchez et al., 2019), así también se ha empleado los

trabajos de Villota (2005) y la clasificación de unidades geomorfológicas utilizadas en los estudios del Ingemmet (mapa 3).

3.3.1. Geformas de carácter tectónico degradacional y erosional

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

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tiene la siguiente unidad:

3.3.1.1. Unidad de colina en roca sedimentaria

Subunidad de colina en roca sedimentaria (C-rs):

En el área de estudio se identificó la unidad morfológica de colina desarrollada en rocas sedimentarias. Litológicamente corresponde a rocas sedimentarias del Grupo Pulluicana (Calizas y lutitas). El patrón de drenaje subparalelo, típico de estas unidades, con valles en forma de V, muestra en sus laderas pendientes que varían entre 15° a 25°. Dentro de esta unidad geomorfológica las elevaciones existentes son parte de la cordillera, levantadas por la actividad tectónica y modeladas por procesos exógenos degradacionales determinados por la lluvia-escorrentía. En esta unidad se asocia la ocurrencia de movimientos en masa de tipo deslizamientos (figura 8).

3.3.2. Geformas de carácter depositacional y agradacional

Son geformas que comprenden el conjunto de procesos constructivos, determinados tanto por las fuerzas de desplazamiento como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía y la morfología de los ríos, factores que tienden a nivelar de manera positiva la superficie terrestre, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados, (Villota, 2005).

Se tiene la siguiente unidad y sub unidad:

3.3.2.1. Unidad de piedemonte

El piedemonte es una superficie suavemente inclinada que se extiende desde la base de una montaña o cordillera hacia el área central del valle (Osterkamp, 2008). Esta unidad conforma una zona de acumulación dominada por depósitos coluviales o

aluvionales que constituyen una transición entre los relieves montañosos y las áreas circundantes.

Subunidad de vertiente o piedemonte coluvio – deluvial (V-cd)

Conformado por la acumulación intercalada de materiales relacionado a movimientos en masa como deslizamientos y fuente de origen cercano, constituido por gravas y clastos angulosos dentro de una matriz de arcillas limosas, ésta sub unidad fue identificada al sur este de la zona evaluada, con una pendiente de 5° a 10°.



Figura 8. Sub unidades geomorfológicas identificadas en el sector evaluado, colina en roca sedimentaria y vertiente coluvio deluvial.

4. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los movimientos en masa son parte de los procesos de denudación 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: Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA, 2007).

Los peligros geológicos identificados en la zona evaluada, corresponden a movimientos del tipo deslizamientos descritos a continuación:

4.1. Deslizamientos

A través de las imágenes satelitales, fotos aéreas tomadas con el dron y el reconocimiento de campo, se identificó la activación de dos deslizamientos ocurridos en el mes de marzo del año 2017, estos movimientos vienen reactivándose anualmente en temporadas de lluvia hasta el 2021 (mapa 4).

Al noroeste del cementerio privado Camposanto Nuevo Mundo, se identificó el escarpe de un deslizamiento antiguo, indicador de que el sector evaluado es susceptible a movimientos en masa (figura 8 y 9).

En el sector evaluado, se activaron dos deslizamientos, uno ubicado al noreste, el cual afectó la plataforma de la avenida Todos Los Santos, un terreno utilizado con fines de pastoreo (donde se apreció escarpes secundarios con un desplazamiento vertical de 0.4 m (figura 10 y 11)) y un lavadero de autos, éste último ubicado en la avenida Carniche en el pie del deslizamiento; un segundo deslizamiento en la parte baja al suroeste del sector evaluado, afectó una vivienda ubicada en el jirón 15 de Agosto, dejándola inhabitable.

Así mismo se puede observar la ausencia de un sistema de drenaje para las aguas de escorrentía, (avenidas sin canaletas y alcantarillas); asimismo se observó un canal de riego sin revestimiento ubicado dentro del cuerpo deslizado lo que incrementa la saturación e influye en la reactivación del deslizamiento en temporada de lluvia.



Figura 8. Escarpe de deslizamiento antiguo ubicado dentro del Camposanto Nuevo mundo al noroeste del sector Los Olivos



Figura 9. Escarpe de deslizamiento antiguo ubicado al este del sector evaluado, desplazamiento vertical de 2.30 m



Figura 10. Se pueden apreciar grietas en el cuerpo del deslizamiento sobre viviendas de la carretera a Conday.



Figura 11. Escarpe secundario con un desplazamiento vertical de 0.40 m.

4.1.1. Deslizamiento Av. Todos Los Santos – Av. Carniche

El deslizamiento está ubicado en las coordenadas UTM WGS 84: 740550 E; 929363 N, presenta las siguientes características:

- Estado de actividad: activo
- Estilo de la escarpa: reactivación
- Forma de la escarpa: semicircular.
- Longitud de la escarpa: 61 m.
- Desnivel entre la escarpa y el pie: 80 m.
- Superficie de rotura: Rotacional
- Salto principal o desplazamiento vertical (DV): de 1 a 3 m.
- Desplazamiento horizontal (DH) estimado: 6 m.
- Área de deslizamiento: 2 ha.



Figura 12. Escarpe del deslizamiento reactivado, desplazamiento vertical de aproximadamente de 2 m.

4.1.2. Deslizamiento – Jr. 15 de Agosto

El deslizamiento ubicado en las coordenadas UTM WGS 84: 740592 E; 9293811 N, presenta las siguientes características:

- Estado de actividad: activo
- Estilo de la escarpa: reactivación
- Forma de la escarpa: semicircular.
- Longitud de la escarpa: 38 m.
- Desnivel entre la escarpa y el pie: 18 m.
- Superficie de rotura: rotacional
- Salto principal o desplazamiento vertical (DV): de 0.5 a 1 m.
- Desplazamiento horizontal (DH) estimado: 5 m.
- Área de deslizamiento: 670 m².

Factores condicionantes:

- Litología incompetente compuesta por calizas, arcillitas, limolitas de la Formación Pulluicana, se encuentran fracturadas y altamente meteorizadas
- Morfología de laderas con pendientes del terreno que promedian los 25°.
- Presencia de material de remoción antiguo.
- Escasa cobertura vegetal.

Factores desencadenantes:

- Lluvias intensas.
- Sismos.

4.2. Daños por peligros geológicos

En la zona de evaluación se han producido los siguientes daños:

4.2.1. Av. Todos Los Santos - afectada

Desplazamiento vertical de la avenida afectando la plataforma vehicular en un tramo de 80 m (figura 12).



Figura 12. Avenida Todos Los Santos, afectado por el escarpe principal del deslizamiento reactivado, vía actualmente rellenada para la circulación de vehículos.

4.2.2. Área de pastoreo

El deslizamiento activo afecta principalmente 0.5 ha de zona destinada para pastoreo de ganado ovino y vacuno, el área tiene escasa cobertura vegetal, y se identificó escarpes secundarios y agrietamientos, dejando el terreno no apto para su uso actual (figura 13).



Figura 13. Puede observarse el área de pastoreo afectada por el deslizamiento, presentando grietas que pueden afectar a las personas y animales que transiten por el sector.

4.2.3. Local en Av. Carniche – afectada

Lavadero de vehículos quedó sepultado por material deslizado, quedando totalmente destruido. (figura 14).



Figura 14. Se puede apreciar que el movimiento del material destruyó un local utilizado como lavadero de vehículos y está muy próximo a una vivienda, que podría ser afectada.

4.2.4. Local en Av. Carniche – afectada

Vivienda destruida en el jirón 15 de Agosto a consecuencia del empuje de la masa deslizada. INDECI asignó un módulo temporal a los pobladores afectados (figura 15).



Figura 15. Se puede apreciar la vivienda que fue destruida a consecuencia del desplazamiento del material, que llegó hasta la avenida 15 de Agosto.

CONCLUSIONES

- a. En el año 2017 se produjo dos deslizamientos en el sector Los Olivos que afectaron 80 m de la plataforma de la Av. Todos Los Santos, 0.5 ha de terrenos de pastoreo y 3 viviendas; de los cuales, dos se ubican en la avenida Carniche y una en el jirón 15 de Agosto.
- b. El deslizamiento ubicado entre la avenida Todos Los Santos y Carniche es de tipo rotacional. La escarpa tiene una longitud de 61 m de longitud con desplazamiento vertical de 1 a 3 m y desplazamiento horizontal de 6 m.
- c. El jirón 15 de Agosto, también es afectado por un deslizamiento rotacional que presenta una escarpa con una longitud de 38 m, con desplazamiento vertical de 0.5 a 1 m y un desplazamiento horizontal de 5 m.
- d. Las geoformas del área evaluada corresponden a la subunidad de colina modeladas en roca sedimentaria (RME-rs), sus laderas presentan pendiente promedio de 25° y la subunidad de piedemonte aluvial (V-al) varía entre 5° a 10°.
- e. El área evaluada se asienta sobre calizas margosas, poco fracturadas y altamente meteorizadas.
- f. Los factores condicionantes corresponden a: la pendiente del terreno que en promedio es 25°; afloramiento compuesto por calizas, arcillitas y limolitas fracturadas, altamente meteorizadas y susceptibles a la generación de movimientos en masa; la deforestación de los terrenos; riego por gravedad; asimismo, como factor desencadenante tenemos las lluvias continuas e intensas, típicos de la zona.
- g. EL sector Los Olivos (avenida Todos Los Santos, Carniche y el jirón 15 de Agosto), se considera como zona crítica de **Peligro Alto** a la ocurrencia de deslizamiento, cuyos procesos podrían reactivarse por lluvias intensas y sismos.

RECOMENDACIONES

- a. En el cuerpo del deslizamiento se recomienda construir un sistema de drenaje tipo espina de pescado con la finalidad de disminuir la infiltración de agua, los canales colectores deben conducir el agua fuera de las áreas vulnerables, direccionándolas a canales en gradería o torrenteras, estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la saturación del terreno.
- b. En la masa deslizada y áreas aledañas, evitar la implementación de cultivos agrícolas, así como el riego por inundación; además, se debe reforestar con especies nativas para evitar en las laderas el proceso acelerado de erosión.
- c. Reubicar las viviendas afectadas por el deslizamiento a un área segura.
- d. Realizar trabajos de estabilización del talud en el deslizamiento identificado, a través de la construcción de banquetas.
- e. Construir cunetas para la conducción de agua de escorrentía en la Av. Todos Los Santos para evitar que las aguas discurran hacia el talud de corte y sature el terreno.
- f. Construir zanjas de coronación en la cabecera del deslizamiento, con la finalidad de captar y conducir las aguas lluvias (escorrentía) hacia cunetas colectoras de agua de escorrentía ubicadas en la Av. Todos Los Santos, para evitar su ingreso a la masa deslizada. Las zanjas de coronación no deben construirse cerca del borde de la escarpa principal del deslizamiento.

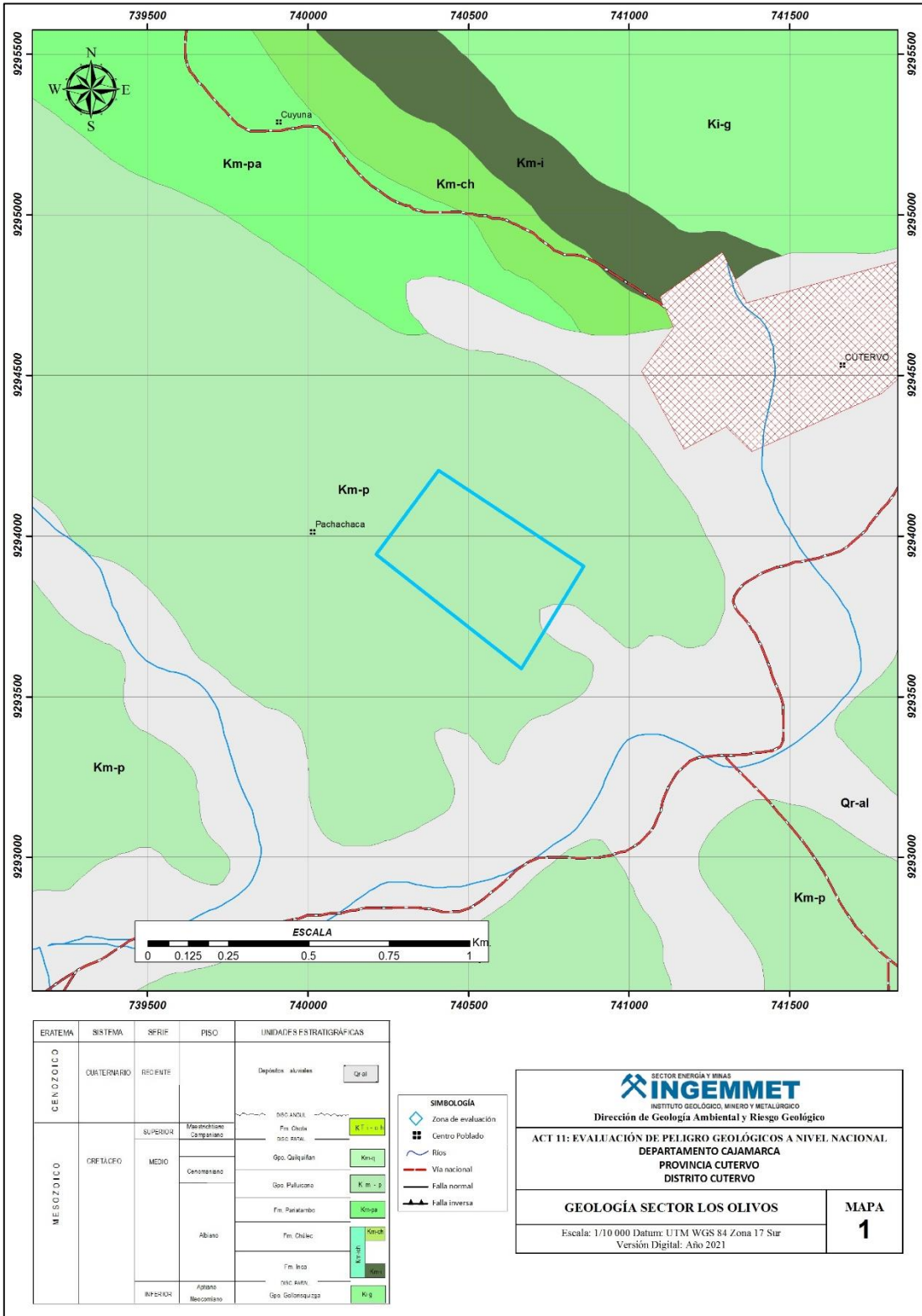

LUIS MIGUEL LEON ORDAZ
Ingeniero Geólogo
Reg.CIP. N° 215610

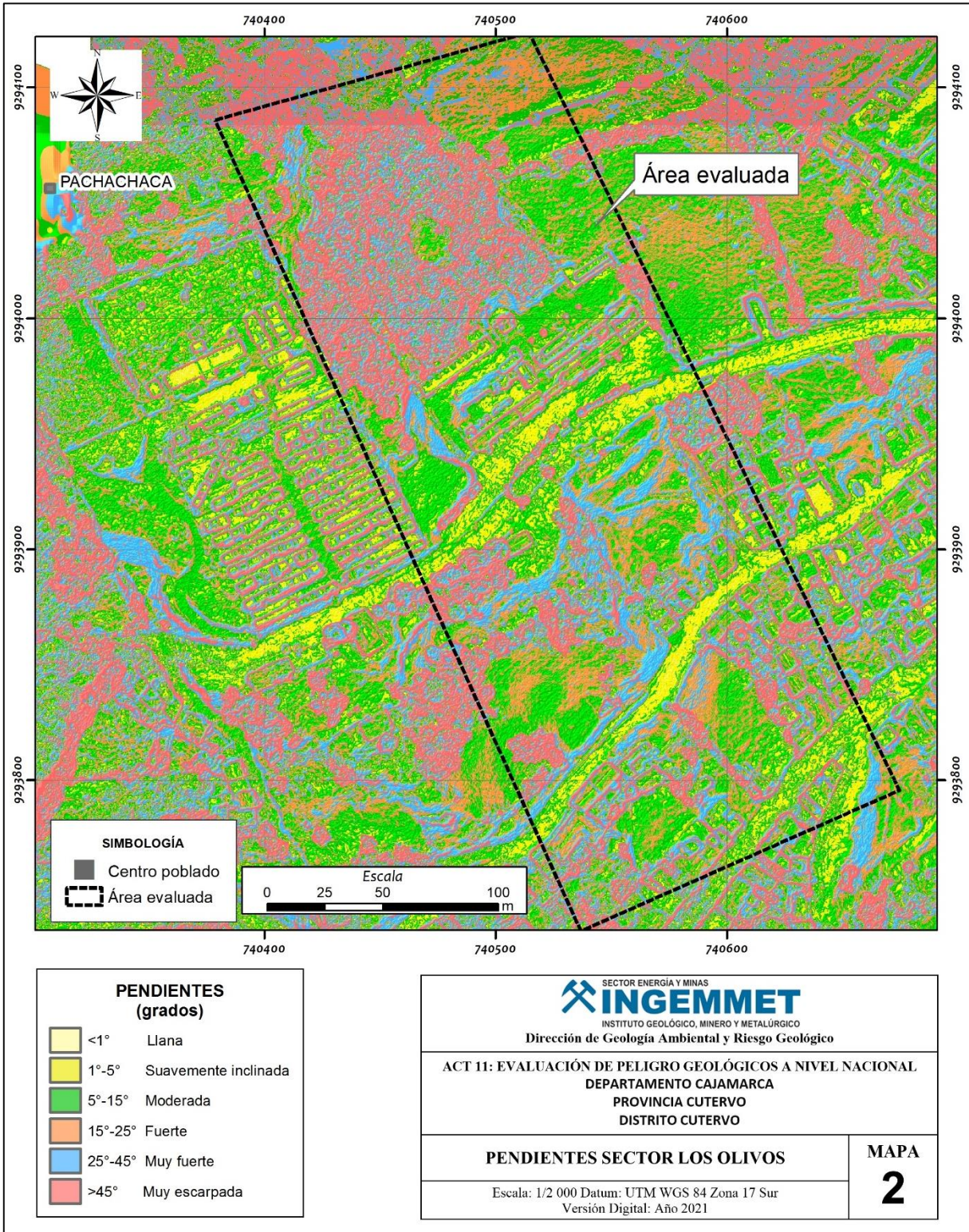

Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

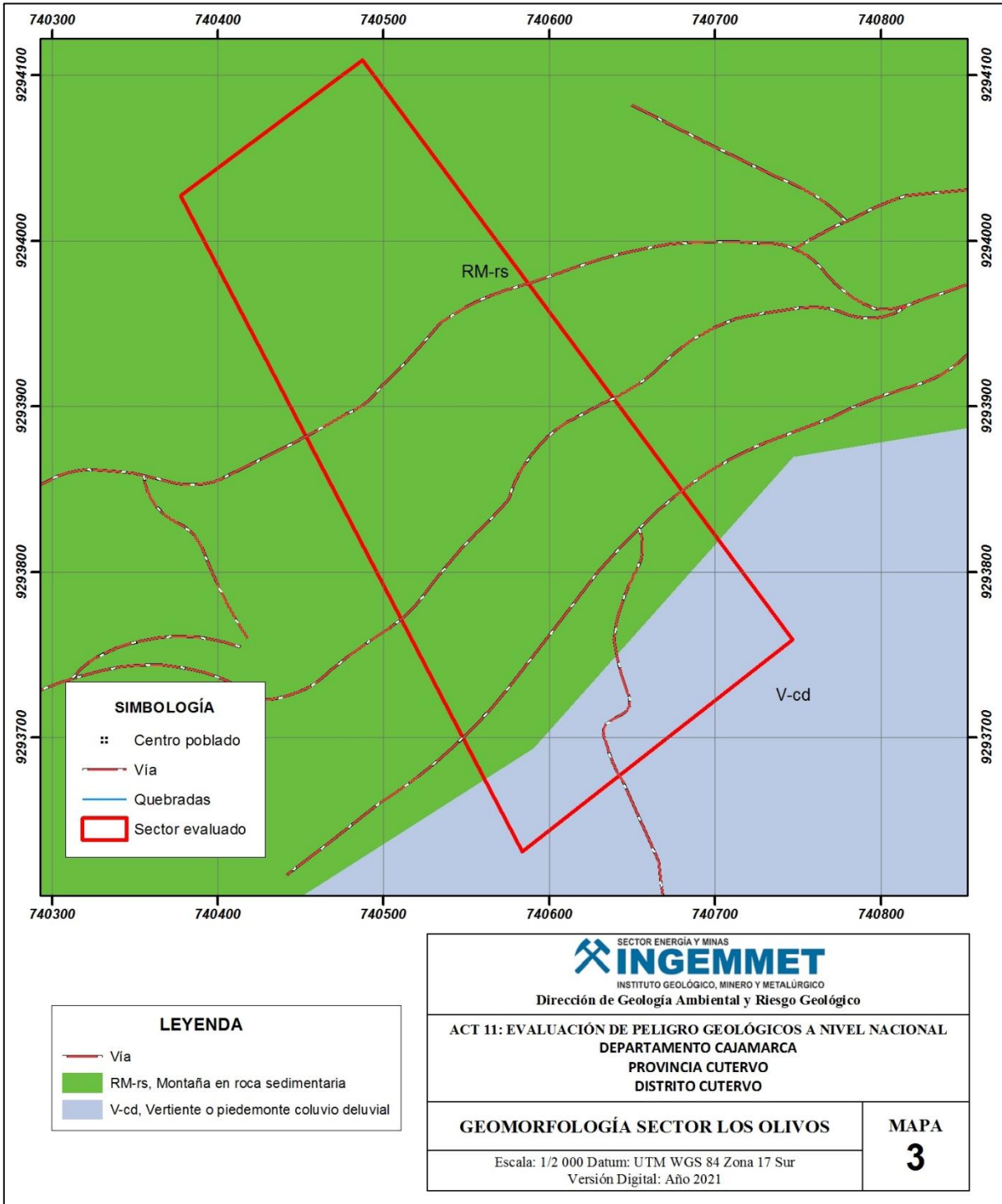
BIBLIOGRAFÍA

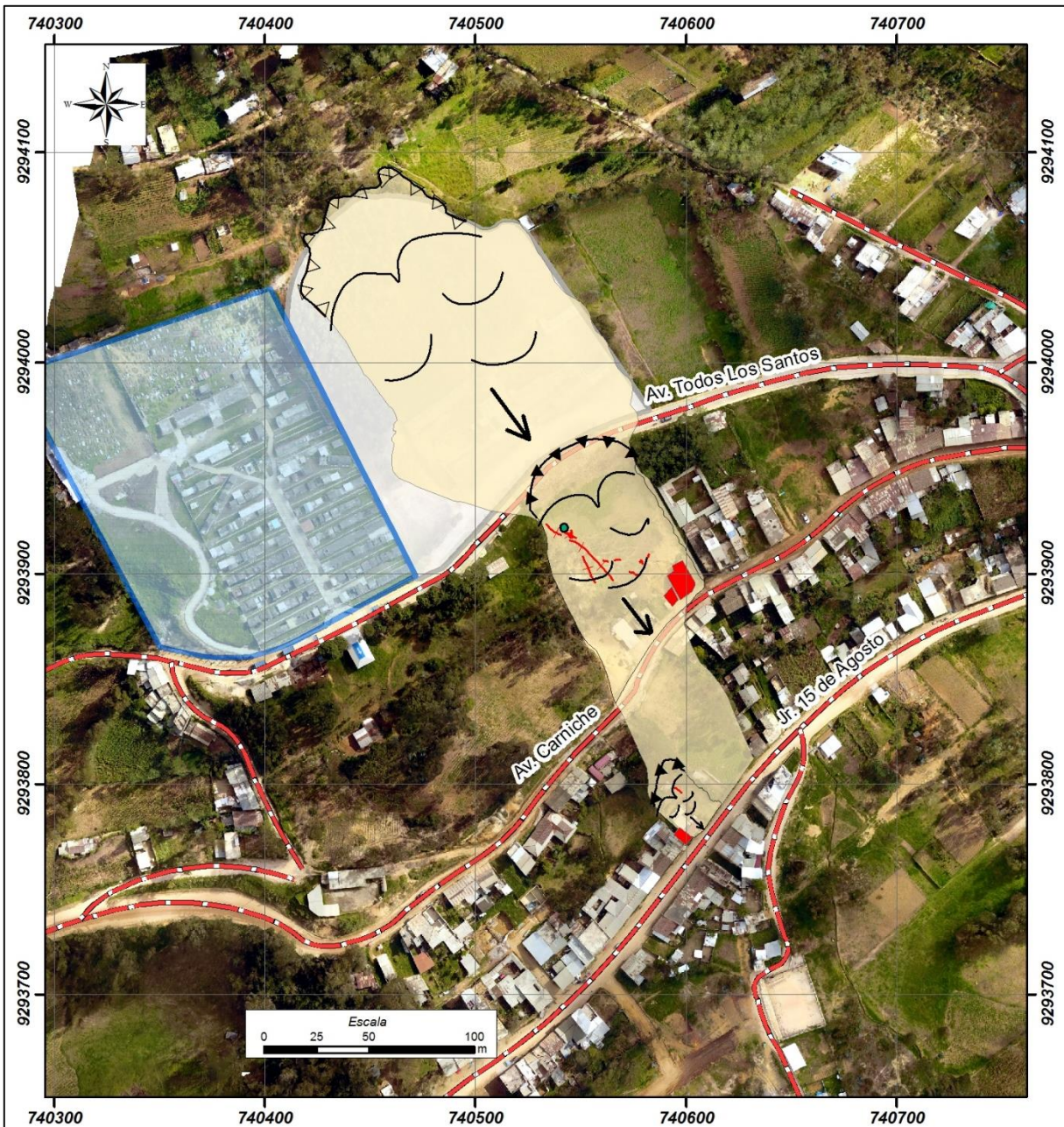
- Cruden, D.M., Varnes, D.J. (1996). Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247.
- Wilson, J. (1984). Geología de los cuadrángulos de Jayanca (13-d), Incahuasi (13-e), Cutervo (13-f), Chiclayo (14-d), Chongoyape (14-e), Chota (14-f), Celendín (14-g), Pacasmayo (15-d), Chepén (15-e), Boletín N° 38 – Serie A. Carta Geológica Nacional, 121 p, 9 mapas.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007) Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional.
<https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>.
- Sosa & Lara (2018). Informe Técnico N° A6826, Peligros Geológicos en el Barrio Carniche y Los Olivos, región Cajamarca, provincia y distrito Cutervo, 24 p.
- Vilchez, M. Ochoa, M.& (2019) - Peligro geológico en la región Ica. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 67, 218 p, 9 mapas.
- Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. España: Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC (Departamento Nacional de Estadística).
- Osterkamp, W. R.. (2008). Annotated Definitions of Selected Geomorphic Terms and Related Terms of Hydrology, Sedimentology, soil Science and Ecology. USGS Open File Report 2008-1217. Reston, VA: U.S. Geological Survey.
- Zavala, B. & Rosado, M. (2010). Riesgo geológico en la región Cajamarca. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica.

ANEXO 1: MAPAS









SIMBOLOGÍA	
	Agrietamientos
	Cementerio público
	Viviendas afectadas
	Vía
	Cementerio privado

LEYENDA	
	Deslizamiento antiguo
	Deslizamiento reciente

 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico	
ACT 11: EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL DEPARTAMENTO CAJAMARCA PROVINCIA CUTERVO DISTRITO CUTERVO	
MAPA DE PELIGROS SECTOR LOS OLIVOS	MAPA 4
Escala: 1/2500 Datum: UTM WGS 84 Zona 17 Sur Versión Digital: Año 2021	

ANEXO 2: GLOSARIO

En el presente Glosario se describe según los términos establecidos en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas.:

AGRIETAMIENTO (cracking) Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.

CORONA (crown) Zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento, ladera abajo. Sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semi paralelas conocidas como grietas de tensión o de tracción.

DESLIZAMIENTO (slide) Son movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud” (Cruden, 1991), son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daños en las propiedades, por valor de decenas de billones de dólares cada año (Brabb y Harrod, 1989). Los deslizamientos producen cambios en la morfología del terreno, diversos daños ambientales, daños en las obras de infraestructura, destrucción de viviendas, puentes, bloqueo de ríos, etc.

ESCARPE (scarp) sin.: escarpa. Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

FRACTURA (crack) Corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

METEORIZACIÓN (weathering) Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

ANEXO 3: MEDIDAS CORRECTIVAS

A3.1. Banquetas

En la parte inferior de un talud, la descarga y velocidad del agua superficial aumentan, causando el incremento de las fuerzas de socavación. En este caso, la velocidad de la corriente puede reducirse al proporcionar una banqueteta casi horizontal a la mitad del talud, o la concentración de agua superficial en la parte inferior del talud puede prevenirse al construir una zanja en la banqueteta para drenar el agua hacia afuera del talud. La banqueteta también puede usarse como acera para inspección o como andamio para reparación.

Por lo tanto, las banquetetas deben diseñarse tomando en cuenta la dificultad de inspeccionar y reparar, la pendiente del talud, la altura de corte, los suelos del talud, los costos y otras condiciones (figura 35).

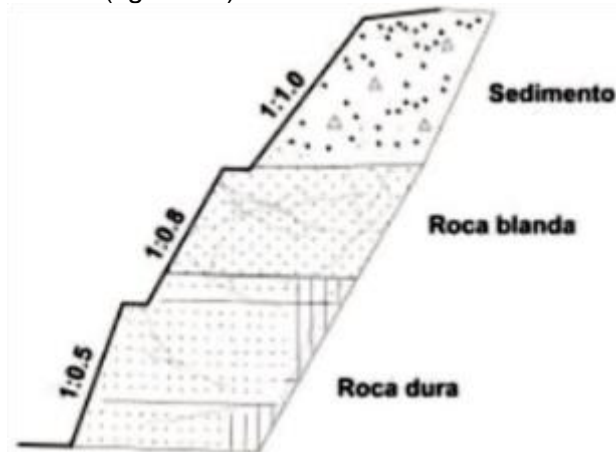


Figura 35. Condiciones de terreno y forma de taludes (JICA, 2004).

A3.2. Uso de vegetación

El efecto de la vegetación sobre la estabilidad de los taludes es muy debatido; 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 (J. 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.

- J. Suárez Díaz, (1998) menciona que, los factores que aumentan la estabilidad del talud:

1. Intercepta la lluvia
2. Aumenta la capacidad de infiltración
3. Extrae la humedad del suelo
5. Las raíces refuerzan el suelo, aumentando la resistencia al esfuerzo cortante
6. Anclan el suelo superficial a mantos más profundos
7. Aumentan el peso sobre el talud
8. Trasmite al suelo la fuerza del viento
9. Retienen las partículas del suelo disminuyendo la susceptibilidad a la erosión