

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7744

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTOS EN EL SECTOR HUANÍN

Departamento: Huánuco
Provincia: Pachitea
Distrito: Umari



MARZO
2026

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTOS EN EL SECTOR HUANÍN

(Distrito Umari, Provincia Pachitea, Departamento Huánuco)



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

Equipo técnico:

*Wilson Gómez Cahuaya
Guisela Choquenaira Garate*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2026). "Evaluación de peligros geológicos por deslizamientos en el sector Huanín". Distrito Umari, Provincia Pachitea, Departamento Huánuco, Informe Técnico N°A7744, Ingemmet 39p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. Objetivos del estudio	4
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3. Aspectos generales.....	5
1.3.1. Ubicación.....	5
1.3.2. Población.....	6
1.3.3. Accesibilidad.....	7
1.3.4. Clima	7
2. DEFINICIONES	8
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	10
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	10
3.1.1. Complejo del Maraón.....	10
3.1.2. Depósitos Cuaternarios	12
3.1.2.1. Depósitos coluvio-deluviales.....	12
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	13
4.1. Pendiente del terreno	13
4.2. Unidades geomorfológicas.....	15
4.2.1. Montaña en roca metamórfica (ME-rm)	15
4.2.2. Vertiente coluvio-deluvial (V-cd).....	15
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	16
5.1. Movimientos en masa	16
5.1.1. Deslizamientos antiguos.....	20
5.1.2. Deslizamiento activo.....	24
5.2. Factores condicionantes.....	26
5.3. Factores desencadenantes.....	26
6. CONCLUSIONES.....	29
7. RECOMENDACIONES.....	30
8. BIBLIOGRAFÍA.....	31
ANEXO 1: MAPAS	32
ANEXO 2: PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS.....	36

RESUMEN

El presente informe expone los resultados de la evaluación de peligros geológicos asociados a movimientos en masa en el sector Huanín, ubicado en el distrito Umari, provincia Pachitea y departamento Huánuco. El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico cumple con el rol de brindar asistencia técnica especializada, a los tres niveles de gobierno.

En el sector Huanín, el substrato rocoso está conformado por esquistos de cuarzo, micas y filitas muy deformadas, que se atribuyen al Complejo Marañón. Localmente, sus macizos presentan características físicas de resistencia media a baja y se encuentran muy fracturadas y fuertemente meteorizadas, dándole un aspecto fragmentado y triturado a la masa rocosa, el cual se relaciona indirectamente con movimientos en masa.

Los depósitos coluvio-deluviales descansan discordantemente sobre las unidades metamórficas, y están conformadas por acumulaciones inconsolidadas con fragmentos heterométricos y monométricos de esquistos, inmersos en matriz limo arcillosa y arenosa, provenientes de antiguos deslizamientos, el cual, se alojan en la ladera norte del cerro Luchapunco. Por su naturaleza suelta e incompetente, se caracterizan por tener una baja cohesión que ofrecen una baja resistencia al corte y a la erosión, lo que las convierten en zonas susceptibles a deslizamientos.

Las geoformas que resaltan al relieve se desarrollaron sobre una morfología montañosa, caracterizada por una superficie algo escalonada con pendientes fuertes a muy fuertes de 15° a 45°. Estas condiciones morfológicas han propiciado indirectamente la generación y evolución de los movimientos en masa, tanto antiguos como recientes.

Los resultados de la inspección de campo, revelan la presencia de dos deslizamientos antiguos de gran extensión alojados en la ladera norte del cerro Luchapunco. Estos eventos involucraron material residual y rocas esquistosas, cuyos depósitos fueron acumulados en dirección de la quebrada Incachaca. Actualmente gran parte de estos depósitos han sido ocupados por la población de Huanín.

Como peligro principal y evento más reciente se ha identificado un deslizamiento activo ubicado en el flanco derecho de un deslizamiento antiguo, este presenta un escarpe en desarrollo de 140 m, de la corona al pie tiene 230 m e involucra un área de 0.9 ha. El deslizamiento compromete parcialmente la infraestructura de la I.E 32632. Este proceso se manifiesta mediante la aparición de grietas tensionales y fisuras que afectan las paredes y la losa de las aulas del nivel primario, lo que pone en evidencia desplazamiento progresivo y deformaciones diferenciales del terreno.

De acuerdo con las características y rasgos geológicos, geomorfológicos y geodinámicos, se considera a la zona de la **I.E 32632** como **Peligro Alto**, mientras que el sector **Huanín** como **Peligro Medio** frente a deslizamientos,

Se recomienda a las autoridades competentes y tomadores de decisiones, implementar medidas de mitigación, tales como, la reubicación de la I.E. N°32632 con la finalidad de reducir la exposición al peligro, construcción de canales de drenaje/coronación con una sección de material impermeable a fin de derivar las aguas pluviales hacia otro cauce, además, realizar el EVAR correspondiente.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) el “Servicio de Asistencia Técnica en la Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”. Contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa en zonas que tengan elementos vulnerables).

Atendiendo la solicitud de la municipalidad distrital de Umari, según oficio N° 165-2025-MDU/ALC y es en el marco de nuestras competencias se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los Ingenieros Wilson Gómez Cahuaya y Guisela Choquenaira Garate para realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva en el sector Huanín, el cual se efectuó el 11 de julio en coordinación con los representantes del sector mencionado.

La evaluación técnica se ejecutó en 03 etapas: la etapa de pre-campo empezó con la recopilación de antecedentes de estudios de geología, geodinámica externa y geomorfología por parte del INGEMMET; etapa de campo consistió en la observación geológica, toma y medición de datos estructurales (levantamiento fotogramétrico con dron, captura de imágenes fotográficas), cartografiado al detalle, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y para la etapa final de gabinete se realizó el procesamiento digital e interpretación de toda la data extraída en campo, que involucra fotointerpretación cartográfica geológica y geodinámica para la identificación de procesos de movimientos en masa a través de imágenes satelitales que ofrece la plataforma Google Earth, elaboración de mapas, figuras temáticas y finalmente redacción del informe.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Umari, Provincia Pachitea, Gobierno Regional de Huánuco e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – Indeci y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - Cenepred, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Huanín, Distrito Umari, Provincia Pachitea y Departamento Huánuco.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención y reducción ante peligros geológicos evaluados.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a la geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes.

- a) Boletín N°34, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco” de Zavala & Vilches (2006). Donde señala que el sector Huanín presenta susceptibilidad a movimientos en masa con grado alto a muy alto (**Figura 1**).
- b) Boletín N°75, seria A, Carta Geológica Nacional (Escala 1:100,000): Geología del cuadrángulo de Huánuco – 20K. Realizado por Quispesivana, L (1996). Menciona que las unidades estudiadas abarcan edades desde el Neoproterozoico hasta la actualidad, diferenciándose series metamórficas y los depósitos cuaternarios.

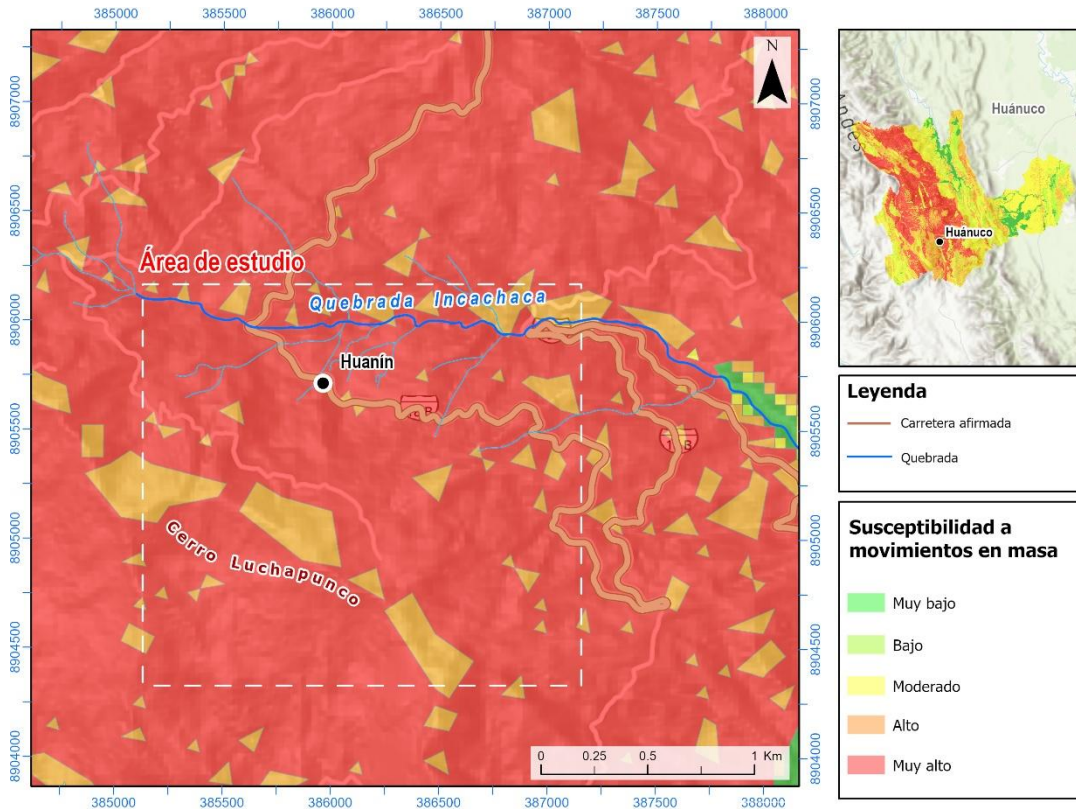


Figura 1. Susceptibilidad por movimientos en masa en el sector Huanín. Tomado de Zavala & Vilchez (2006).

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El sector Huanín se ubica políticamente en el distrito de Umari, provincia Pachitea y Región Huánuco. Está comprendido entre las siguientes coordenadas UTM WGS 84: 386255.55 Este y 8905649.91 Norte (**Figura 2**).

Desde el punto de vista morfoestructural, el sector Huanín se enmarca dentro de la Cordillera Oriental del centro del Perú.

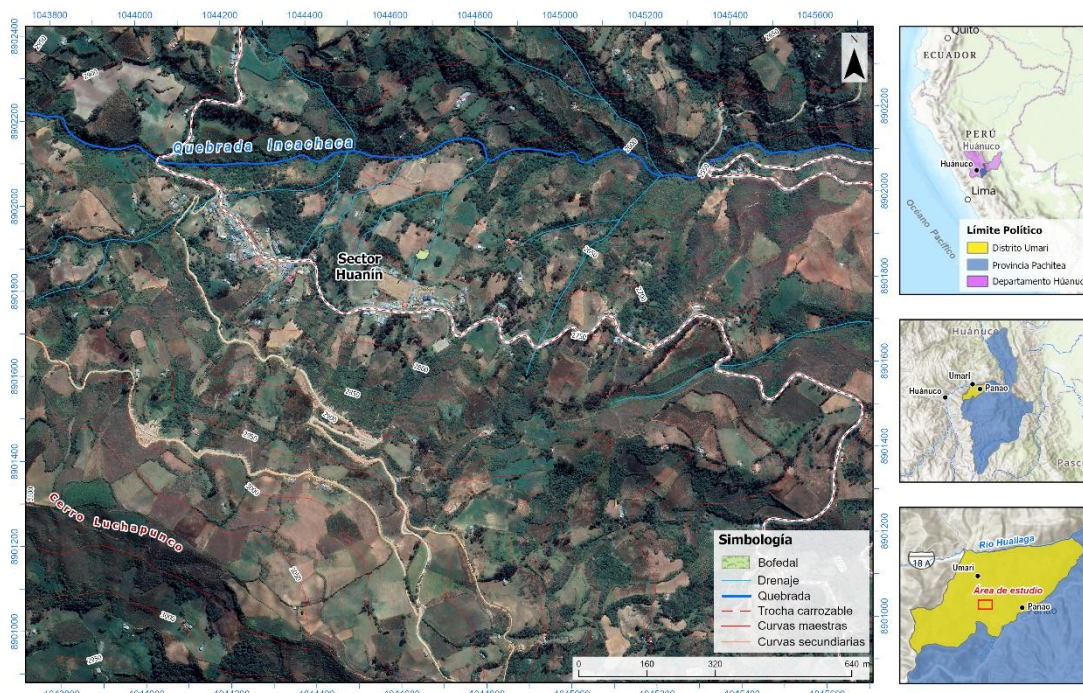


Figura 2. Imagen satelital donde se ubica la zona evaluada en el sector Huanín, distrito Umari, provincia Pachitea y departamento Huánuco. Imagen satelital tomada de Google Earth.

1.3.2. Población

De acuerdo con la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas del 2017 (INEI). La población total susceptible a movimientos en masa en el sector Huanín es de 303 habitantes (**Figura 3**). La población vulnerable de la I.E 32632 asciende a 108 entre alumnos y profesores (**Figura 4**).

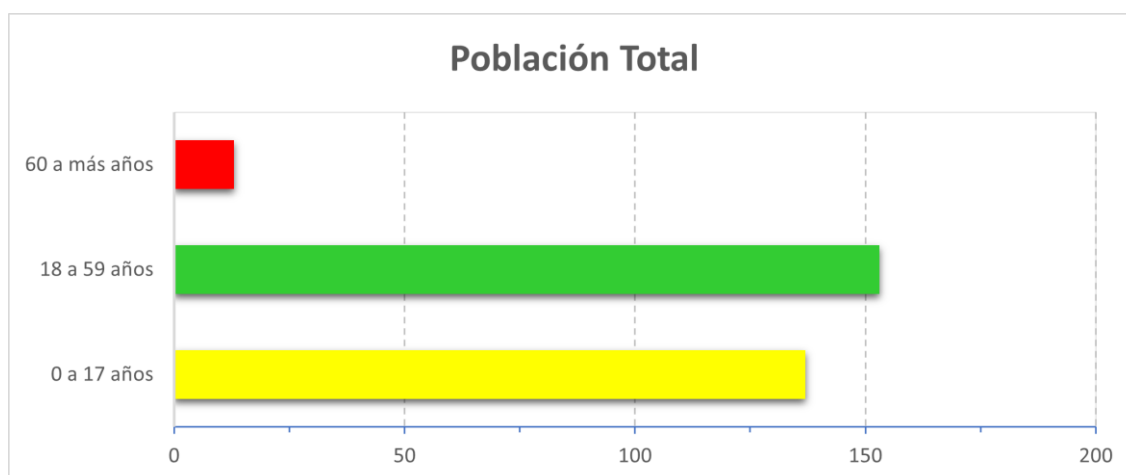


Figura 3. Distribución poblacional asentada del sector Huanín expuesta a peligro geológico (<https://censo2017.inei.gob.pe/>). Fuente: Elaboración propia.

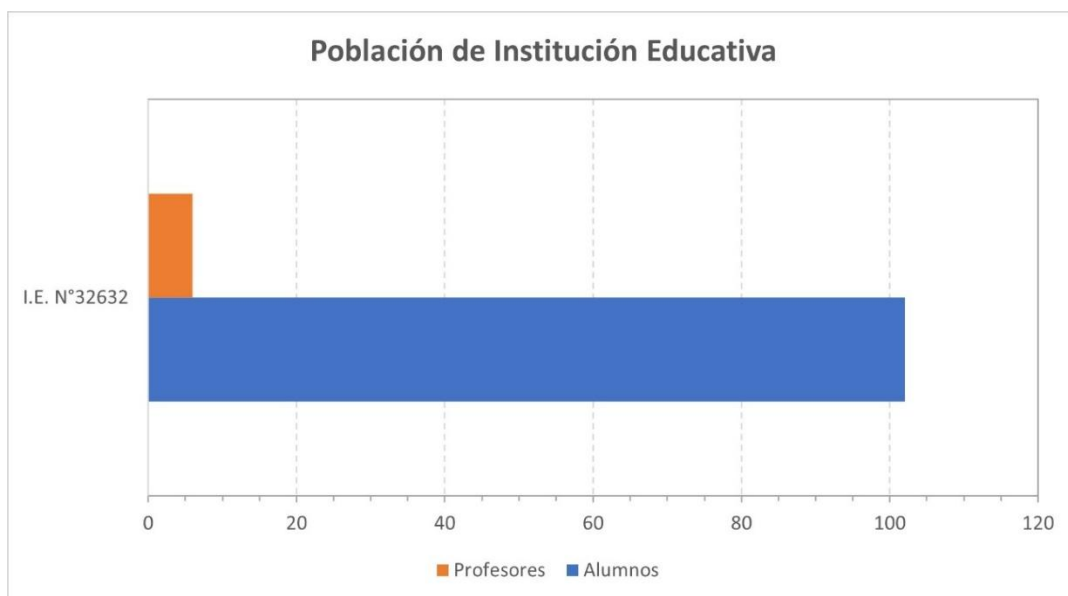


Figura 4. Distribución poblacional de alumnos y docentes de la institución educativa I.E 32632.

1.3.3. Accesibilidad

Para acceder al área de evaluación, desde la sede principal del INGEMMET, ubicada en el distrito de San Borja, Lima, se sigue la ruta que se presenta en la siguiente tabla y figura.

Tabla 1. Ruta hacia el sector Huanín.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Lima (INGEMMET) – Distrito Umari	Asfaltada	377	07 h y 50 min
Distrito Umari – Huanín	Trocha	40	50 min

1.3.4. Clima

Respecto a las precipitaciones, se tiene datos recopilados y disponibles de la estación Julcán (Senamhi), en la que se tiene datos más puntuales en la zona evaluada que corresponden a los años 2025 (enero a abril), el cual muestra que las precipitaciones más altas y anómalas registradas corresponden a los meses de febrero y marzo, fecha en que reportaron movimientos en masa en el sector Huanín (**Figura 5**).

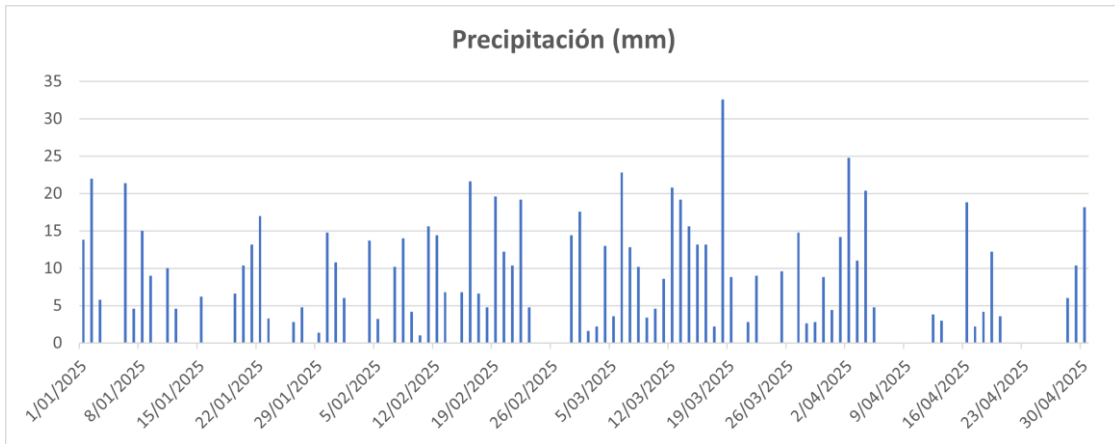


Figura 5. Precipitaciones diarias registradas en el sector Huanín. Los datos fueron tomados del Senamhi.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres.

Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

- **Actividad:** La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).
- **Activo:** Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.
- **Agrietamiento:** Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.
- **Arcilla:** Suelo con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad; muy influenciados por el agua en su comportamiento.

- **Derrumbe:** Son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados.
- **Erosión de laderas.** Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas. Este proceso comienza con canales muy delgados cuyas dimensiones, a medida que persiste la erosión, pueden variar y aumentar desde estrechas y poco profundas (< 1 m) hasta amplias y de varios metros de profundidad.
- **Escarpe.** 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.
- **Deslizamiento.** Son movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud (Cruden, 1991). 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.
- **Factor condicionante:** Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.
- **Factor detonante:** Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.
- **Ladera:** Superficie natural inclinada de un terreno.
- **Meteorización:** 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.
- **Movimiento en Masa:** Fenómeno de remoción en masa (Colombia, Argentina), proceso de remoción en masa (Argentina), remoción en masa (Chile), Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Sin.: Remoción en masa y movimientos de ladera.
- **Peligro geológico:** Proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

- **Susceptibilidad:** La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

De acuerdo con la Carta Geológica Nacional, en el sector Huanín, afloran rocas metamórficas, representadas por las unidades litoestratigráficas; Complejo Marañón y Depósitos Cuaternarios.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades que intervienen directamente con los procesos de movimientos en masa en el sector Huanín es el Complejo Marañón y los depósitos Cuaternarios que descansan discordantemente, y se detallan a continuación.

3.1.1. Complejo Marañón

En el sector Huanín, afloran esquistos de cuarzo y micas y filitas representados por esquistos micáceos de color gris oscuro con tonalidades verdosas, en estructuras laminadas con aspecto astilloso, que reflejan una esquistosidad y foliación moderada a fuerte. Asimismo, las micas de muscovita forman pátinas y finas capas centimétricas bandeadas que hacen que se comporten como secuencias medianamente incompetentes.

En tanto, el macizo rocoso tiene características físicas de resistencia baja (al golpe del martillo), que oscilan entre los 25 a 50 Mpa, asimismo, se encuentra muy fracturado con más de cuatro sistemas de discontinuidades, con espaciamentos que van de 1 a 10 cm, aberturas de 1 a 5 mm y rugosidad suave a rugosa, el cual, superficialmente se hallan fuertemente meteorizadas (**Fotografías 1 y 2**).



Fotografía 1. Rocas metamórficas de esquistos de cuarzo y micas del Complejo del Marañón muy fracturadas y fuertemente meteorizadas, ubicadas encima de la corona del deslizamiento antiguo. Vista en dirección norte (385,979.00E 8,905,237.81N m).



Fotografía 2. Detalle de los esquistos de cuarzo y mica. Nótese, la fuerte foliación de las rocas. Vista en dirección mirando al sur (385,979.00E 8,905,237.81N m).

3.1.2. Depósitos Cuaternarios

3.1.2.1. Depósitos coluvio-deluviales

En el sector Huanín, estos depósitos se alojan en la ladera norte del cerro Luchapunco. Se trata de secuencias inconsolidadas provenientes de suelos residuales y por desgaste superficial de rocas metamórficas de esquistos y filitas, combinados con procesos gravitacionales y de dinámica deluvial que fueron acumulados sobre una ladera con pendiente fuerte a muy fuerte.

Estos depósitos están conformados por fragmentos heterométricos de formas subangulosas a subredondeadas, dispuestos en matriz limoarcillosa de color gris pardo. Por su naturaleza suelta e incompetente, se caracterizan por tener una baja cohesión y ofrecen una baja resistencia a la erosión, lo que las convierten en zonas susceptibles a movimientos en masa. Asimismo, estos suelos se hallan moderadamente húmedos, el cual aumentan proporcionalmente de acuerdo a las zonas donde existen surgencias de agua o bofedales, donde se saturan rápidamente (**Fotografías 3, 4, 16 y 17**).



Fotografía 3. Depósitos coluvio-deluviales provenientes de deslizamientos antiguos que fueron acumulados en la parte baja de la ladera norte del cerro Luchapunco.



Fotografía 4. Detalle de los depósitos coluvio-deluviales acumulados en la media superior de la ladera norte del cerro Luchapunco. (386,263.28E 8,905,681.02N m).

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendiente del terreno

El análisis de la pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa, ya que actúa como factor condicionante y dinámico en la propagación de las mismas.

Se consideraron seis rangos de pendientes que van de 0° a 1° considerados terrenos llanos; 1° a 5° terrenos inclinados con pendiente suave; 5° a 15° pendiente moderada; 15° a 25° pendiente fuerte; 25° a 45° pendiente muy fuerte a escarpado; finalmente, mayor a 45° terreno como muy escarpado.

Para el sector Huanín, se elaboró un mapa de pendientes a partir de un modelo de elevación digital (DEM) de resolución de 30 m/píxel (**Figura 6**).

El área muestra un relieve accidentado en la ladera norte del cerro Luchapunco, con pendientes moderados que van de 5° a 15°, relacionados con depósitos de antiguos deslizamientos, localizadas al pie de la ladera norte, en donde se asienta mayormente la población de Huanín. En la parte media-superior de la ladera norte, se observa pendientes fuertes a muy fuertes 25° a 45°, donde se relacionan con coronas y escarpes de antiguos deslizamientos. (**Figura 6 y fotografías 6 y 7**).

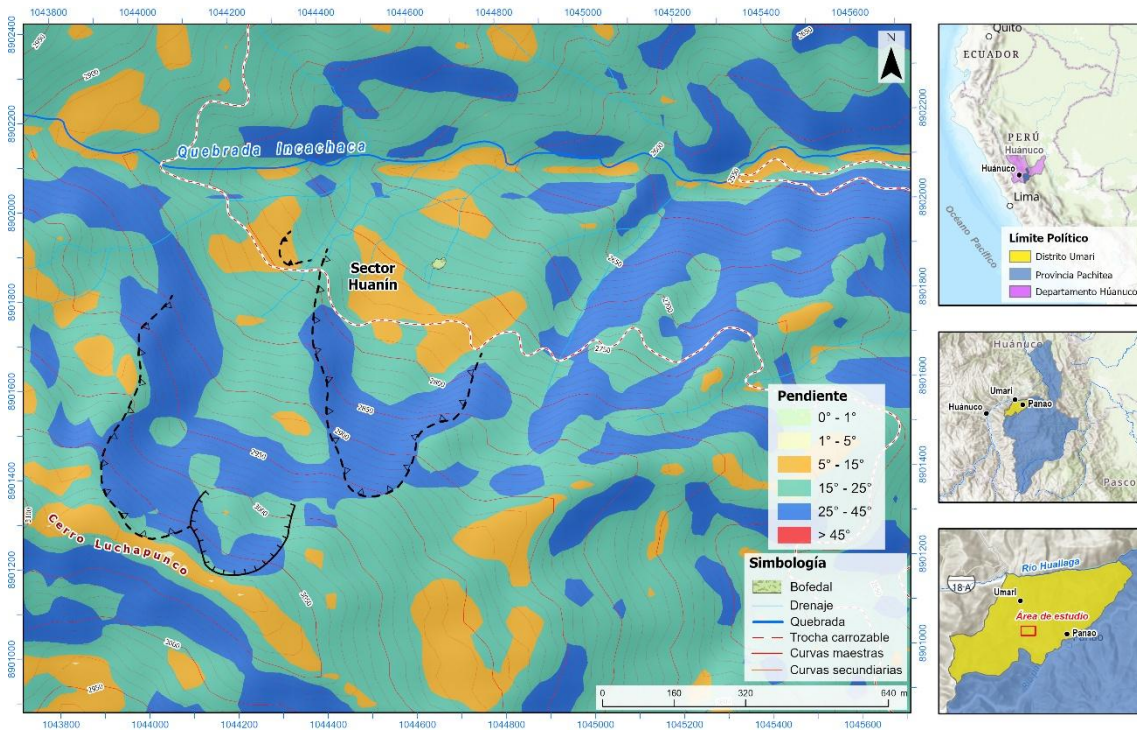


Figura 6. Mapa de pendientes del sector Huanín. Donde se muestra la relación de la pendiente con los movimientos en masa. Las pendientes fuertes (color azul) esta condicionadas con los escarpes de antiguos deslizamientos.



Fotografía 5. Relieve muy accidentado en la ladera norte del cerro Luchapunco, donde se observan pendientes que van de moderado a muy fuertes. Nótese, al pie de la ladera el asentamiento de la población de Huanín. Vista mirando al este.

4.2. Unidades geomorfológicas

4.2.1. Montaña en roca metamórfica (ME-rm)

Relieve labrado en rocas metamórficas del Complejo del Marañón, que se extiende de manera significativa y ampliamente en el sector Huanín. Su ladera norte presenta una morfología algo escalonada, resultado de procesos geológicos antiguos.

Su cima, el cerro Luchapunco tiene un desnivel casi de ~450 m hasta el pie del talud, donde su base es la quebrada Incachaca. Su origen se debe principalmente a fases de exhumación¹ que involucró procesos tectónicos y erosivos que dieron lugar a una topografía accidentada actual. Su ladera norte aloja depósitos residuales y coluvio-deluviales dispuestas sobre pendientes moderadas, fuertes a muy fuertes que en la actualidad representan zonas inestables y relacionadas a procesos de movimientos en masa (**Fotografía 6**).



Fotografía 6. Unidad geomorfológica de montaña moldeada en roca metamórfica, ubicada en la parte superior de la imagen, mientras que, en la inferior, vertiente coluvio-deluvial ocupados por la población de Huanín. Al fondo, en la cima el cerro Luchapunco. Vista mirando al sur.

4.2.2. Vertiente coluvio-deluvial (V-cd)

Estas geoformas se emplazan en la parte media-superior y baja de la ladera norte del cerro Luchapunco.

Se trata de materiales coluviales combinadas con la dinámica deluvial constituida por secuencias inconsolidadas dispuestas sobre laderas con pendientes muy pronunciadas, el cual, se caracterizan por presentar un relieve irregular con superficie escalonada y

¹ Proceso geológico y tectónico que implica levantamiento y el ascenso de rocas de la corteza hacia la superficie (England & Molnar, 1990).

algo cóncava, lo que las convierte en zonas inestables asociadas a deslizamientos y derrumbes (**Fotografía 7**).



Fotografía 7. Vertiente coluvio-deluvial alojado en la parte media-baja de la ladera norte del cerro Luchapunco. Nótese, la población de Huanín al pie de la ladera. Vista panorámica al sur.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el área estudiada se identificaron y cartografiaron procesos de movimientos en masa, lo que configuran como peligros geológicos según la clasificación sugerida por el “Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007”.

En el presente informe, se describen los principales peligros geológicos detalladas en el sector Huanín.

5.1. Movimientos en masa

La caracterización de los movimientos en masa en esta área, se realizó mediante análisis detallado de los rasgos geológicos, geomorfológicos, y de geodinámica durante los trabajos de campo y gabinete. Se identificaron y cartografiaron los diferentes tipos de movimientos en masa, a través de la toma de datos estructurales que conlleva esta misma, basado en la observación y caracterización morfométrica in situ. De igual, modo se tomaron registro fotográfico a nivel de terreno, complementada con el análisis e interpretación de imágenes satelitales de Google Earth y Sentinel 2.

Para caracterizar los movimientos en masa, se generaron mapas ráster de *Red Relief Image Map* (RRIM: Chiba et al; 2008), a partir de un Modelo de Elevación Digital (DEM) de 30 m de resolución. Se trata de una técnica moderna de modelamiento de visualización usando colores con tonos rojos para simular variaciones de la pendiente topográfica, concavidades y convexidades en un mismo entorno geomorfológico. Esto

facilita la delimitación de geoformas asociadas a procesos geodinámicos y permite resaltar características importantes del terreno (**Figura 7**).

En la figura 7, se resaltan los rasgos morfométricos y geológicos que un DEM convencional no proporciona. En este análisis, se la logrado observar la interacción de la dinámica de los deslizamientos tanto antiguos como activos, el cual representan un peligro latente para los pobladores y para las instituciones educativas asentadas sobre antiguos depósitos de deslizamientos, situadas al pie de la ladera norte del cerro Luchapunco en el sector Huanín.

De acuerdo con la imagen RRIM, se observan dos zonas hundidas que se ve reflejada en los rasgos morfológicos que resaltan al relieve. Se trata de deslizamientos antiguos que afectaron la parte media-superior de la ladera norte del cerro Luchapunco. Estos eventos se instalaron sobre una pendiente muy pronunciada, sus depósitos fueron alojados en dirección hacia la quebrada Incachaca, sobre el cual se asentaron gran parte de la población de Huanín, e infraestructura de la institución educativa de Huanín, tanto como primaria y secundaria (**Figuras 7**). Actualmente, un sector viene siendo afectado por un deslizamiento activo, que afectó la infraestructura de la I.E 32632 nivel primaria, debido principalmente a precipitaciones intensas y las condiciones geológicas desfavorables (**Figura 8**).

Los peligros geológicos se describen a continuación:

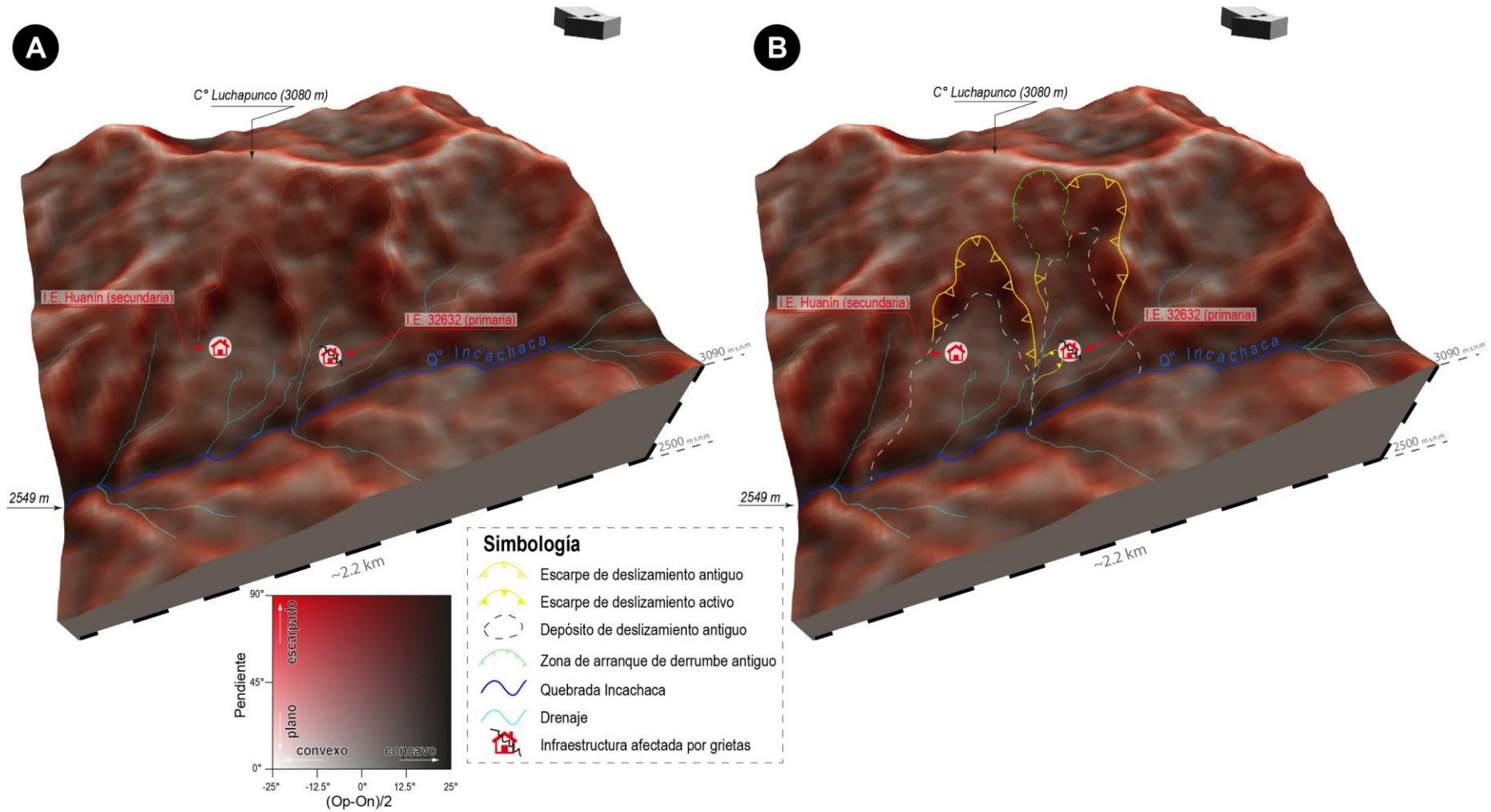


Figura 7. Block diagrams tridimensional donde se muestra los procesos de movimientos en masa en el sector Huanín. A) RRIM donde resalta las características morfológicas afectada por deslizamientos y derrumbes antiguos. B) RRIM donde se observa la traza de los escarpes de deslizamientos antiguos, donde se muestra la I.E. N°32632 afectada por agrietamiento relacionada a un deslizamiento activo.



Figura 8. Procesos de eventos antiguos identificados en el sector Huanín. Nótese la población asentada sobre los depósitos de antiguos deslizamientos. Vista mirando al sur. Asimismo, se observa la I.E N32632 nivel primario se encuentra afectado por grietas de un deslizamiento activo.

5.1.1. Deslizamientos antiguos

Son procesos de movimientos en masa que se desconoce la cronología, sin embargo, según los rasgos geológico y geofomas del terreno expresadas en superficie, hacen suponer e interpretar tentativamente que ocurrieron en una escala de cientos de años antes del presente. Asimismo, sus depósitos heredados conforman zonas de inestabilidad en la que actualmente se emplazan los movimientos en masa recientes. Se identificaron procesos geodinámicos antiguos en la ladera norte del cerro Luchapunco, margen derecha de la quebrada Incachaca (**Figuras 7 y 8**).

En dicha ladera, se desarrollaron dos deslizamientos que afectaron un substrato previamente muy fracturado y deformado atribuido al Complejo del Marañón. La huella de sus escarpes presenta formas semicirculares cóncavas dándole un aspecto rugoso que resaltan sobre el relieve.

Estos eventos removieron material y suelos residuales de rocas de esquistos hacia la quebrada Incachaca, sus depósitos fueron acumulados sobre una pendiente fuerte a muy fuerte. En la actualidad, estos depósitos fueron ocupados por el asentamiento de gran parte de la población de Huanín, asimismo sobre los depósitos se instalaron importantes establecimientos, como la I.E N°32632 del nivel primario y secundario.

Deslizamiento antiguo 1. Se instaló en la ladera norte del cerro Luchapunco. Su escarpe principal nace en la cota 2960 m s.n.m y tiene una forma semicircular que recorre ~1048 m de longitud. Según sus aspectos morfométricos, este deslizamiento compromete un área de ~26.2 ha, presentando un ancho de 330 m en la zona de escarpe y en el depósito cerca de 450 m de ancho.

De acuerdo con las características morfológicas del relieve actual, sugieren que el deslizamiento tuvo un movimiento del tipo rotacional que desplazó material hacia la quebrada Incachaca. Sobre el depósito de asentó una parte de la población de Huanín y la I.E Huanín nivel secundario.



Figura 9. Deslizamiento antiguo 1 instalado en la ladera norte del cerro Luchapunco en el sector Huanín. Nótese la población asentada en el depósito antiguo.



Fotografía 8. Al fondo se observa la población de Huanín asentada sobre un depósito antiguo de deslizamiento. Nótese la zona de depresión entre ambos flancos del deslizamiento antiguo 1. Vista mirando al norte (385,985.37E 8,905,423.88N m).



Fotografía 9. Fisuras en el parte superior izquierdo de la pared de una de las aulas de la I.E Huanín nivel secundario (386,218.95E; 8,905,667.90N m).

Por otro lado, sobre el depósito del deslizamiento antiguo 1 se construyeron las aulas de la I.E Huanín, nivel secundario. Actualmente, una de sus aulas presenta grietas y fisuras verticales en la parte superior de la pared, el cual se deberían principalmente a una mala calidad de la construcción y a la antigüedad de la infraestructura (**Fotografías 9 y 10**). Aparentemente no estarían relacionadas con movimientos en masa que afecte terrenos aledaños.



Fotografía 10. Fisuras en la pared posterior del aula, donde se aprecia grietas confinadas a una mala calidad de la construcción. Estas grietas no presentan continuidad y proyección hacia el terreno llano (386,212.22E 8,905,659.65N m).

También se identificaron surgencias de agua y bofedales ubicadas en el depósito del antiguo deslizamiento 1. Estos cuerpos de agua suelen sobresaturar los depósitos inconsolidados, ocasionando la pérdida de la resistencia al corte, que favorece la susceptibilidad a movimientos en masa del tipo deslizamiento (**Fotografía11**).



Fotografía 11. Surgencias de agua ubicados en el cuerpo principal del depósito del antiguo deslizamiento 1. Estos terrenos se hallan saturados que podrían intensificarse en épocas de precipitación y su relación con posibles reactivaciones por deslizamientos (386,136.69E 8,905,854.59N m).

Deslizamiento antiguo 2. Este evento se sitúa adyacente y hacia el oeste del deslizamiento antiguo 1, que afectó gran parte la ladera norte del cerro Luchapunco. Su escarpe principal inicia cerca de la cresta a una altura de 3085 m s.n.m. y presenta una morfología irregular con flancos un tanto apretados que recorre una longitud de 735 m.

El deslizamiento involucró material residual y coluvio-deluvial que fueron depositados al pie de la ladera hasta llegar a la quebrada Incachaca. Los cambios provocados en el relieve se traducen principalmente en la zona de escarpe, donde se expone un desnivel cerca de 70 m con respecto a la vertical y pendientes fuertes a muy fuertes, asimismo, en la zona de depósito presenta una morfología algo ondulada con pendientes moderados de 15° a 25°. Actualmente, la I.E 32632 (primaria) y parte de la población de Huanín se encuentra asentada sobre este depósito, el cual presenta claras evidencias de movimiento en masa tipo deslizamiento que afectan dicha institución (**Figuras 7 y 8**).

5.1.2. Deslizamiento activo

En la ladera media-superior de la cara norte del cerro Luchapunco, se desarrolla como parte de una reactivación, un deslizamiento de restringida extensión y aparentemente de menor magnitud, que involucra material coluvio-deluvial ubicado en el flanco derecho del deslizamiento antiguo 2 (**Figura 8**).

El deslizamiento activo presenta una geometría circular elongada que afecta un área de ~0.9 ha. En la zona de escarpe presenta un ancho de 60 m, mientras que en la zona más distal tiene 90 m y el desnivel del escarpe en desarrollo al pie alcanza una altura de 230 m (**Figuras 7 y 8**).

Este evento afecta directamente a la I.E 32632 y según los pobladores y autoridades de la institución, la infraestructura presenta agrietamientos en las paredes y columnas desde el año 2016, agravándose hasta la actualidad principalmente en épocas de intensas precipitaciones.

Este proceso ha estado presentando deformaciones superficiales de terreno, el cual se manifiesta a través de fuertes agrietamiento que afectan el piso de concreto y la pared de la institución educativa I.E 32632, situada en la zona de escarpe en desarrollo y corona del deslizamiento. Su escarpe principal inferido tiene una morfología semicircular que recorre ~140 m de longitud. La dirección del movimiento se infiere hacia el noreste que se dirige a una quebrada afluente de la quebrada Incachaca (**Fotografías 12 y 13**).

Las grietas se observan en la pared de un aula y tienen un ancho de abertura que va de 2 a 1 cm, lo que revela un moderado asentamiento en el terreno (**Fotografía 12**). Por otro lado, se observa una grieta que afectó la pared y la loza de un almacén en la infraestructura de la I.E 32632. Se trata de una abertura de 5 a 6 cm de ancho que se prolonga hacia el terreno infrayacente (**Fotografía 13**).

Por su parte, este proceso geodinámico revela una aparente reactivación en la zona más distal del cuerpo del antiguo deslizamiento 2, lo que aumenta significativamente la susceptibilidad a eventos de mayor magnitud si las condiciones persisten.



Fotografía 12. Deslizamiento en desarrollo que afecta el aula de la I.E 32632, manifestándose con grietas y fisuras que atraviesan la pared.



Fotografía 13. Grietas de tensión que atraviesa el almacén de la I.E 32362, lo que revelan deformaciones internas de la superficie, situadas en el cuerpo de un antiguo deslizamiento.

5.2. Factores condicionantes

Los factores condicionantes para la ocurrencia de deslizamientos se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 2. Factores condicionantes de los procesos de movimientos en masa.

Factores	Características asociadas
Litológico	<ul style="list-style-type: none"> • El substrato rocoso está constituido por secuencias metamórficas de esquistos y filitas, las que se hallan muy fracturadas y fuertemente meteorizadas. Estos macizos rocos se caracterizan por presentar material incompetente altamente inestable asociadas a los movimientos en masa. • Suelos residuales y depósitos coluvio-deluvial inconsolidados poco resistentes y de baja cohesión, provenientes de antiguos deslizamientos y que se emplazan en la ladera media-inferior dispuestas sobre pendientes fuertes a muy fuertes, lo cual las convierten en zonas inestables propicias a la generación, desarrollo y reactivación de deslizamientos.
Geomorfológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Los deslizamientos se instalan en la parte media superior de la ladera de montaña labrada en roca metamórfica. • El relieve con morfología abrupta algo escalonada y ondulada, presenta pendientes que van de fuerte a muy fuerte.



Fotografía 14. Relación de la pendiente como condicionante en el proceso de movimientos en masa en el sector Huanín, precisamente en la zona de la I.E 32632 (indica la flecha amarilla). Nótese la población asentada sobre una ladera proveniente de un antiguo deslizamiento. Vista aérea en dirección al noroeste.

5.3. Factores desencadenantes

Los principales factores desencadenantes de los movimientos en masa se detallan a continuación.

Tabla 3. Factores desencadenantes por movimientos en masa.

Factores	Características asociadas
Precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Intensas precipitaciones pluviales y/o excepcionales, principalmente entre los meses de enero a abril.
Hidrológicos	<ul style="list-style-type: none"> • Aguas de escorrentía superficial que discurren la parte media y alta de la ladera y desembocan en el cuerpo del deslizamiento. Asimismo, surgencias subterráneas de agua y bofedales que sobresaturan los depósitos coluvio-deluviales limo arcillosos.
Antrópicos	<ul style="list-style-type: none"> • Cortes de carretera y ensanchamiento de las trochas en la parte media superior de la ladera sur del cerro Luchapunco. • Riego por inundación que satura los suelos incompetentes.



Fotografía 15. Surgencia de agua y bofedales que sobresaturan los suelos incompetentes ubicados en el depósito de un antiguo deslizamiento, el cuál podrían estar relacionados con los procesos desencadenantes (386,232.73E 8,905,745.02N m).



Fotografía 16. Surgencias de agua (indican flechas amarillas) que discurren sobre material limo arcilloso que vierten hacia canales sin revestimiento (386,215.36E 8,905,709.37N m).



Fotografía 17. Riego inadecuado que sobresatura los suelos incompetentes (386,260.34E 8,905,715.69N m).

6. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica de la zona de estudio, así como a los trabajos de campo y la evaluación de peligros geológicos, se emiten las siguientes conclusiones.

- 1) En el sector Huanín, el substrato rocoso está conformado por secuencias de rocas de esquistos de cuarzo, micas y filitas de color gris verdoso muy deformadas que se atribuyen al Complejo Marañón. Sus macizos presentan características físicas de resistencia media a baja y se encuentran muy fracturadas y superficialmente se hallan fuertemente meteorizados, dándole un aspecto fragmentado y triturado al macizo rocoso, el cual se relaciona indirectamente con movimientos en masa.
- 2) Los depósitos coluvio-deluviales descansan discordantemente sobre las unidades metamórficas, y están conformadas por acumulaciones inconsolidadas con fragmentos heterométricos y monométricos de esquistos envueltos en matriz limo arcillosa y arenosa, provenientes de antiguos deslizamientos, el cual, se alojan en la ladera norte del cerro Luchapunco. Por su naturaleza suelta e incompetente, se caracterizan por tener baja cohesión y ofrecen poca resistencia a la erosión, lo que las convierten en zonas susceptibles a deslizamientos.
- 3) Desde el punto de vista geomorfológico, las geoformas que resaltan al relieve se desarrollaron sobre un sistema montañoso moldeado en roca metamórfica, caracterizada por una superficie algo escalonada con pendientes muy pronunciadas. Estas condiciones morfológicas del terreno han propiciado indirectamente la generación y evolución de los movimientos en masa tanto antiguos como recientes.
- 4) Se ha identificado deslizamientos antiguos de gran extensión y geometría irregular elongada que involucran 26.2 ha, cuyos depósitos se alojan sobre la ladera norte del cerro Luchapunco, estos eventos involucraron material residual y rocas esquistosas del Complejo Marañón, sus depósitos fueron acumulados en dirección de la quebrada Incachaca. Actualmente estos depósitos se encuentran ocupados gran parte por la población de Huanín y la I.E 32632.
- 5) Los eventos recientes registrados se hallan en el flanco derecho del deslizamiento antiguo, se trata de un deslizamiento activo que presenta un escarpe en desarrollo de 140 m y una distancia de la corona al pie de 230 m de longitud, además compromete parte de la infraestructura de la I.E 32632, el cual se manifiesta a través de grietas y fisuras que afectan las paredes y la losa de las aulas del nivel primario. Este deslizamiento, aunque de extensión restringida, pone en evidencia la actividad o reactivación geodinámica de la ladera, el cual podrían desencadenar eventos más destructivos si persisten las condiciones.
- 6) De acuerdo con las características y rasgos geológicos, geomorfológicos y geodinámicos, se considera a la zona de la **I.E 32632** como **Peligro Alto** ante deslizamientos, mientras que el sector **Huanín** como **Peligro Medio** ante deslizamientos.

7. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que a continuación se brindan tienen por finalidad mitigar el impacto de los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el sector Huanín.

- 1) Incluir los peligros geológicos identificados por el Ingemmet en los planes específicos de la gestión del riesgo de desastres de la Municipalidad distrital de Umari.
- 2) Identificar rutas de evacuación y zonas seguras ante la ocurrencia de peligros geológicos. Posteriormente, implementar simulacros de evacuación y simulaciones, con la finalidad de contar con una respuesta rápida y adecuada en situaciones de emergencia.
- 3) Implementar Sistemas de Alerta Temprana-SAT en coordinación con el INDECI, para la inmediata información de ocurrencia de peligros geológicos en el sector Huanín.
- 4) Elaborar la Evaluación de Riesgo (EVAR) por deslizamiento con los insumos (mapas a detalle) presentados en el presente informe, con la finalidad de determinar el nivel de riesgo de los elementos expuestos en el sector Huanín. Además, de recomendar las medidas correctivas definitivas que atenúen el peligro.
- 5) Reasentar (reubicar) la I.E. N°32632 asentada sobre el cuerpo del deslizamiento activo, con la finalidad de reducir el nivel de exposición al peligro geológico.
- 6) Construir canales de drenaje/coronación con una sección de material impermeable (como geomembranas o arcillas), a fin de evitar filtraciones, y derivar las aguas pluviales a otro cauce, además de continuos trabajos de mantenimiento.
- 7) Complementar con estudios geotécnicos y estabilidad de taludes antes de realizar cortes de carretera en la ladera norte del cerro Luchapunco.
- 8) Prohibir la construcción de viviendas u otra infraestructura en áreas afectadas por el deslizamiento activo.
- 9) Cambiar el método de riego por inundación a otro más tecnificado con asesoramiento del Ministerio de Agricultura, ya que la remoción antrópica del suelo y el riego de cultivos favorecen la saturación del terreno y su desestabilización progresiva.
- 10) Reforestar las laderas con especies nativas y de raíces densas a fin de dar una mayor resistencia y cohesión a los suelos superficiales, principalmente en la parte media superior de la ladera norte del cerro Luchapunco.

Nota: La estabilización de los deslizamientos activos y potencialmente inestables, es un trabajo relativamente complejo que requiere de metodologías especializadas de diseño y construcción, es por ello, que las medidas estructurales deben ser ejecutadas por profesionales especialistas entendidos en la materia.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Chiba, T.; Kaneta, S.; Suzuki, Y. (2008). Red relief image map: new visualization method for three dimensional data. *Int Arch Photogramm Remote Sens Spat Inf Sci* 37:1071–1076.
- Cruden, D. M., Varnes, D.J., (1996). Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., *Landslide's investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247*, p. 36-75.
- England, P. & Molnar, P. (1990). Surface uplift, uplift of rocks, and exhumation of rocks. *Geology*, v18, p. 1173-1177. DOI:10.1130/0091-7613(1990)018<1173:SUUORA>2.3.CO;2.
- Evans, S. G., y Hungr, O., (1993). The analysis of rock fall hazard at the base of talus slope: *Canadian Geotechnical Journal*, v. 30p.
- Instituto Geol3gico Minero y Metal3rgico (2000). Estudio de riesgos geol3gicos del Per3, Franja N° 1. INGEMMET, Bolet3n, Serie C: Geodin3mica e Ingenier3a Geol3gica, 23, 330 p.
- Instituto Nacional de Estadística e Inform3tica - INEI (2017). Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Poblaci3n; VII de Vivienda y III de Comunidades Ind3genas.
- ISRM (1981). Suggest method for the quantitative description of discontinuities in rock masses: *International Journal of Rock Mechanics, Min. Sci. & Geomech. Abstr.* V. 18, p. 85-110.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) *Movimientos en Masa en la Regi3n Andina: Una gui3a para la evaluaci3n de amenazas*. Servicio Nacional de Geolog3a y Miner3a, Publicaci3n Geol3gica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
- Quispesivana, L. (1996). Geolog3a del cuadr3ngulo de Hu3nuco. Hoja: 20-k. INGEMMET, Bolet3n, Serie A: Carta Geol3gica Nacional, 75, 138 p.
- Servicio Nacional de Meteorolog3a e Hidrolog3a, SENAMHI (2020). Mapa de clasificaci3n clim3tica del Per3 (Texto). Lima, Per3.
- Su3rez D3az, J. (2007). *Deslizamientos - T3cnicas de Remediaci3n (1a ed.)*. Erosion.com.
- Reyes, L. (1980). Geolog3a de los cuadr3ngulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba. Hojas: 15-f, 15-g, 16-g. INGEMMET, Bolet3n N° 31, Serie A: Carta Geol3gica Nacional.
- WP/WLI, (1993). A suggest method for describing the activity of a landslide: *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, N°47. p. 53-57.
- Zavala, B.; & V3lchez, M. (2006). Estudio de Riesgos Geol3gicos en la Regi3n Hu3nuco. Bolet3n N°34, Serie C. INGEMMET.

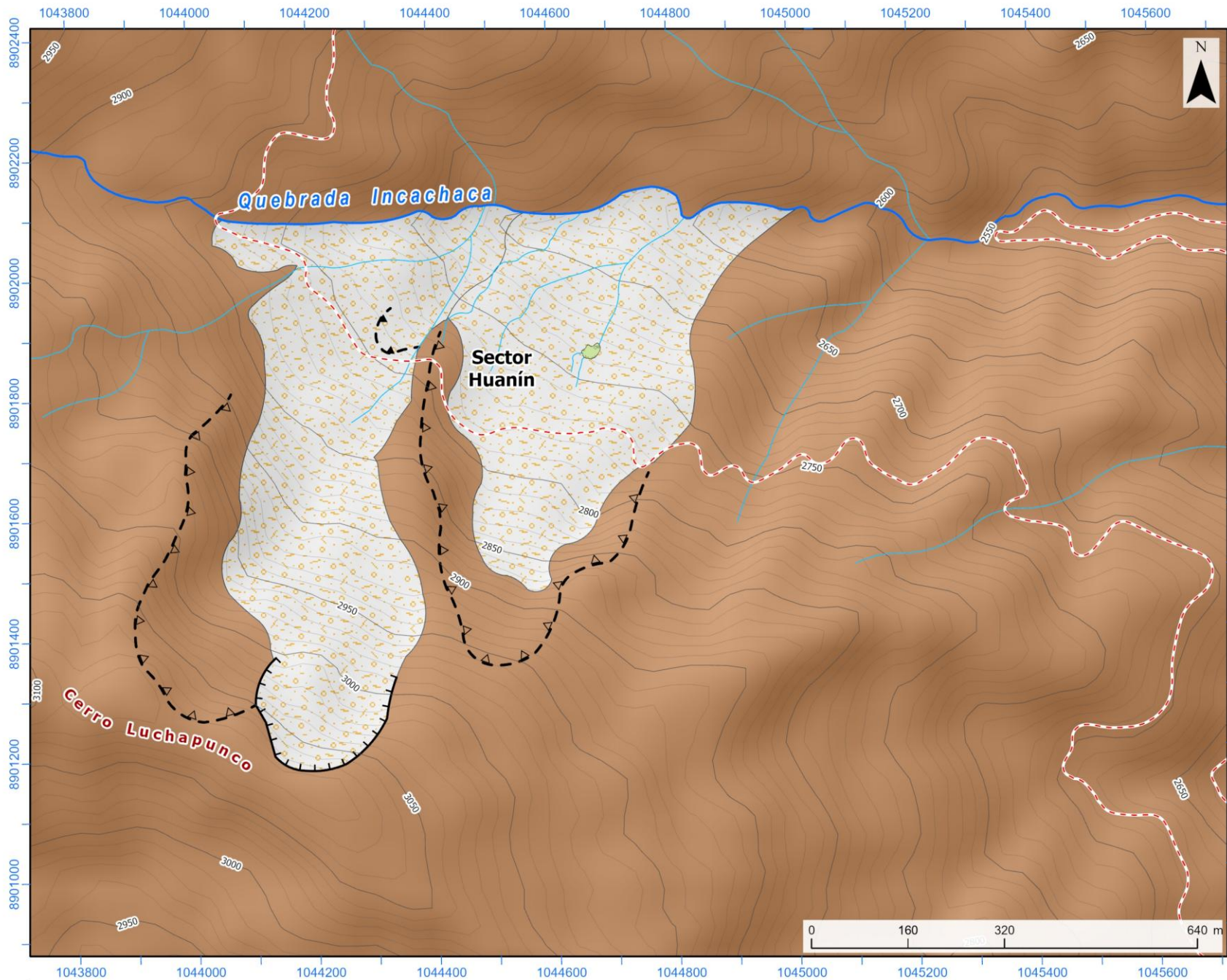
ANEXO 1: MAPAS

MAPAS DEL SECTOR HUANÍN

Mapa 01: Mapa Geológico

Mapa 02: Mapa Geomorfológico

Mapa 03: Mapa de Cartografía de Peligros Geológicos



Unidades litoestratigráficas

- Depósitos coluvio-deluviales
- Complejo del Maraón

Simbología

- Escarpe inferido de deslizamiento
- Escarpe de deslizamiento antiguo
- Superficie de arranque
- Bofedal

- Drenaje
- Quebrada
- Trocha carrozable
- Curvas maestras
- Curvas secundarias



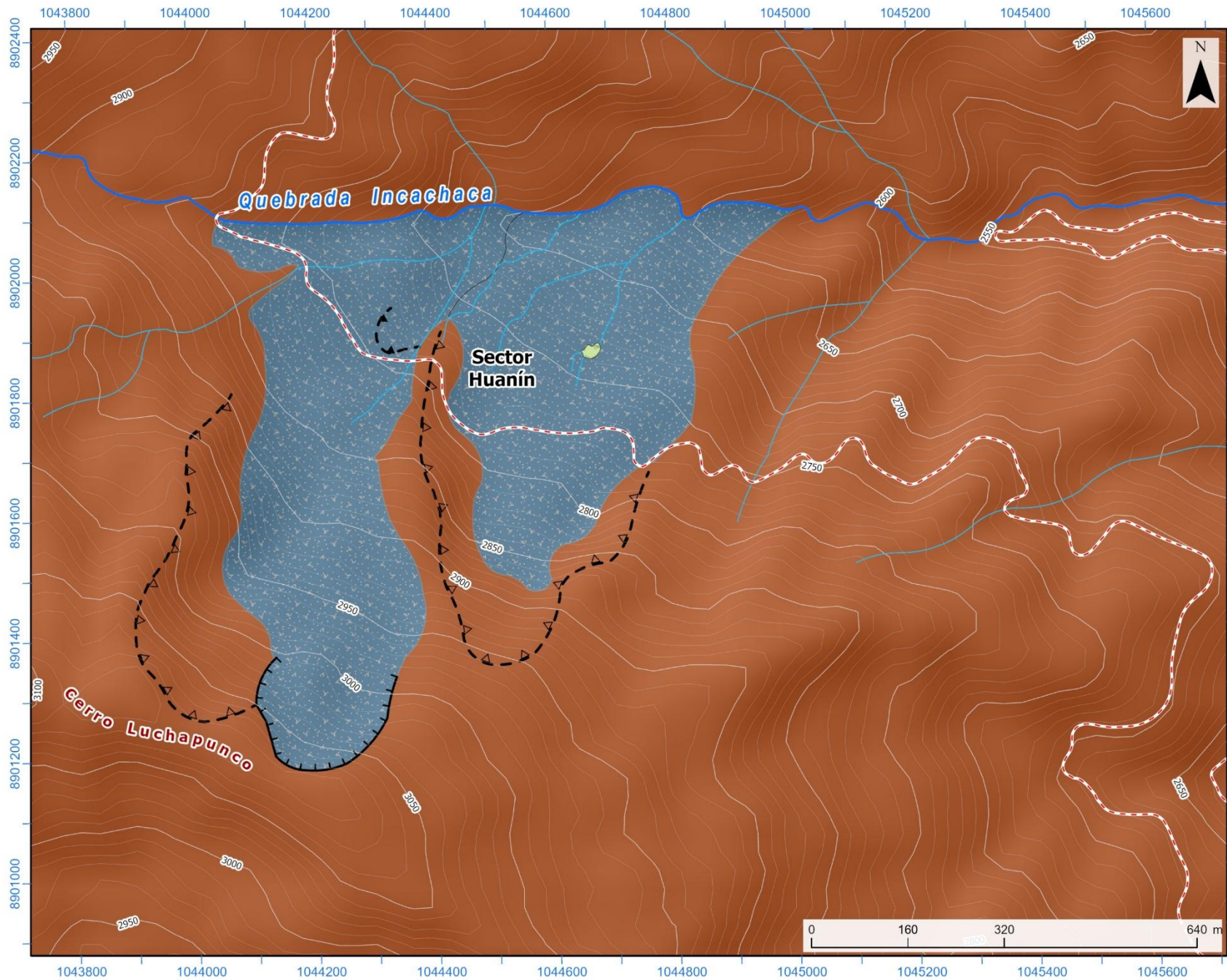
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

Mapa Geológico

Datum: UTM-WGS84, Zona 18s
Version digital: año 2025. Version impreso: 2025

01



Unidades geomorfológicas

- Vertiente coluvio-deluviales
- Montaña en roca metamórfica

Simbología

- Escarpe inferido de deslizamiento
- Escarpe de deslizamiento antiguo
- Superficie de arranque
- Bofedal

- Drenaje
- Quebrada
- Trocha carrozable
- Curvas maestras
- Curvas secundarias

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

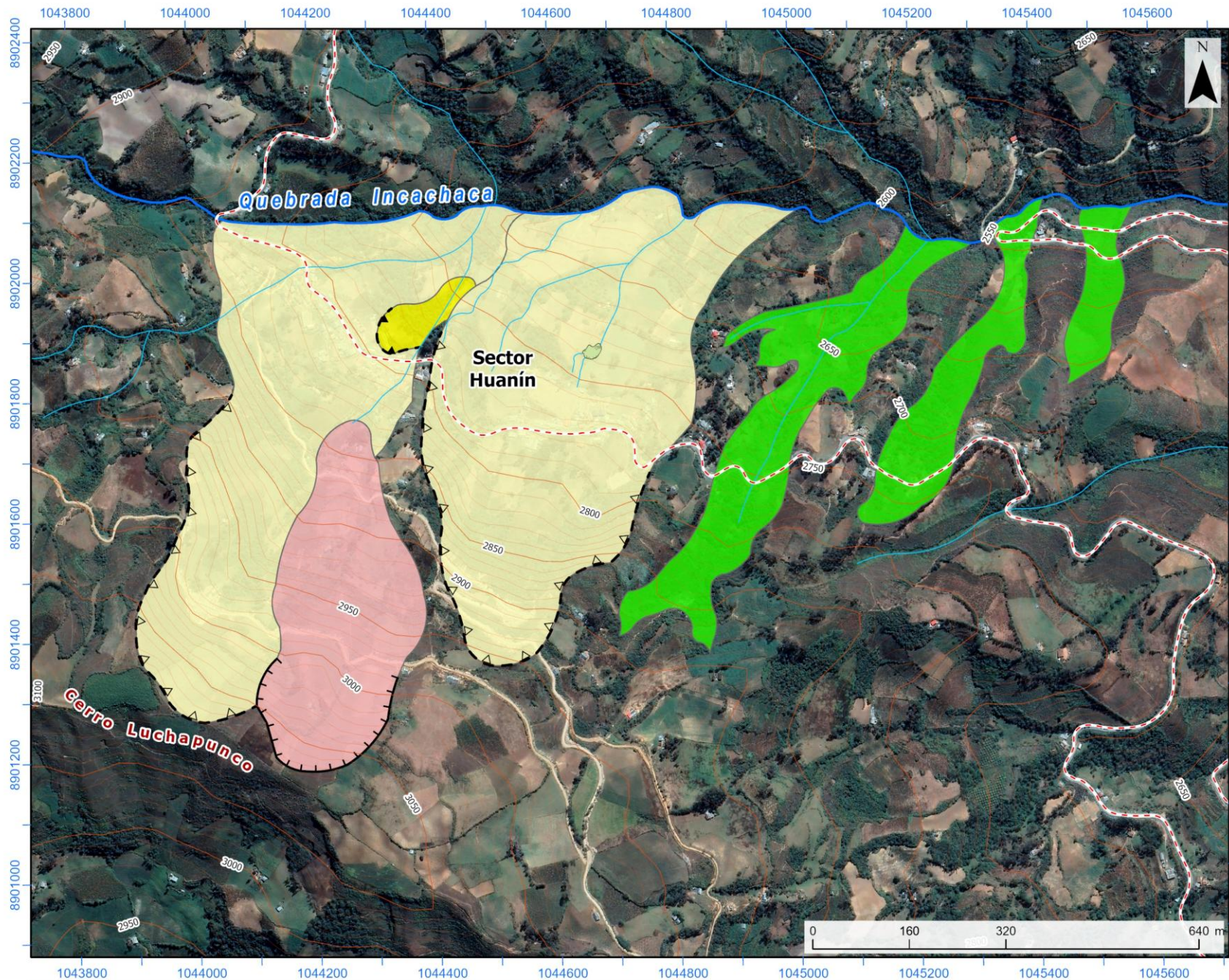
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

Mapa Geomorfológico

Datum: UTM-WGS84, Zona 18s
 Versión digital: año 2025. Versión impreso: 2025

02



Cartografía de peligros geológicos

- Deslizamiento activo
- Deslizamiento antiguo
- Erosión de ladera
- Derrumbe antiguo

Simbología

- Escarpe inferido de deslizamiento
- Escarpe de deslizamiento antiguo
- Superficie de arranque
- Bofedal

- Drenaje
- Quebrada
- Trocha carrozable
- Curvas maestras
- Curvas secundarias



DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

ACT16: Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional

Cartografía de peligros Geológicos

Datum: UTM-WGS84, Zona 18s
Versión digital: año 2025. Versión impreso: 2025

03

ANEXO 2: PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTIVAS

Para deslizamientos

En la zona evaluada para la mitigación de los peligros geológicos, se debe controlar la infiltración del agua hacia afuera del cuerpo en movimiento. Los métodos de estabilización de los movimientos en masa, que contemplan el control del agua, tanto superficial como subterránea, son muy efectivos y generalmente más económicos que la construcción de grandes obras de contención, desactivan y disminuyen la presión de los poros, considerada el principal elemento desestabilizantes en laderas. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo aumenta la resistencia de la ladera (Suárez Díaz, 1998). Las medidas de drenaje recomendadas son:

a. Drenaje Superficial

Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de la zona afectada, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del movimiento. Éstas deben ser construidas en la parte superior de la zona en movimiento (**Figura 2.1**). En las obras construidas - zanjas de drenaje es necesario impermeabilizar la caja hidráulica captando y evitando totalmente la infiltración de las aguas de escurrimiento la ladera, según las imágenes adjuntas.

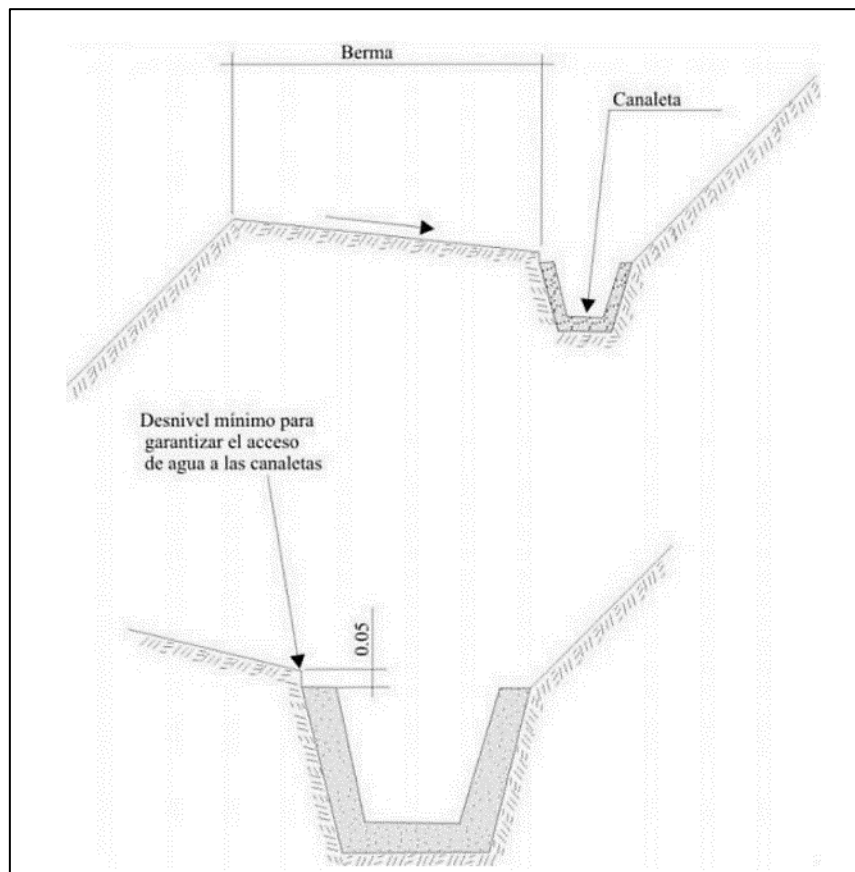


Figura 2.1. Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).

b. Revegetación

Los árboles y arbustos de raíz profunda aportan una resistencia cohesiva significativa a los mantos de suelo más superficiales y al mismo tiempo, facilitan el drenaje subterráneo, reduciendo en esta forma la probabilidad de movimientos en masa poco profundos (Suárez Díaz, 2007).

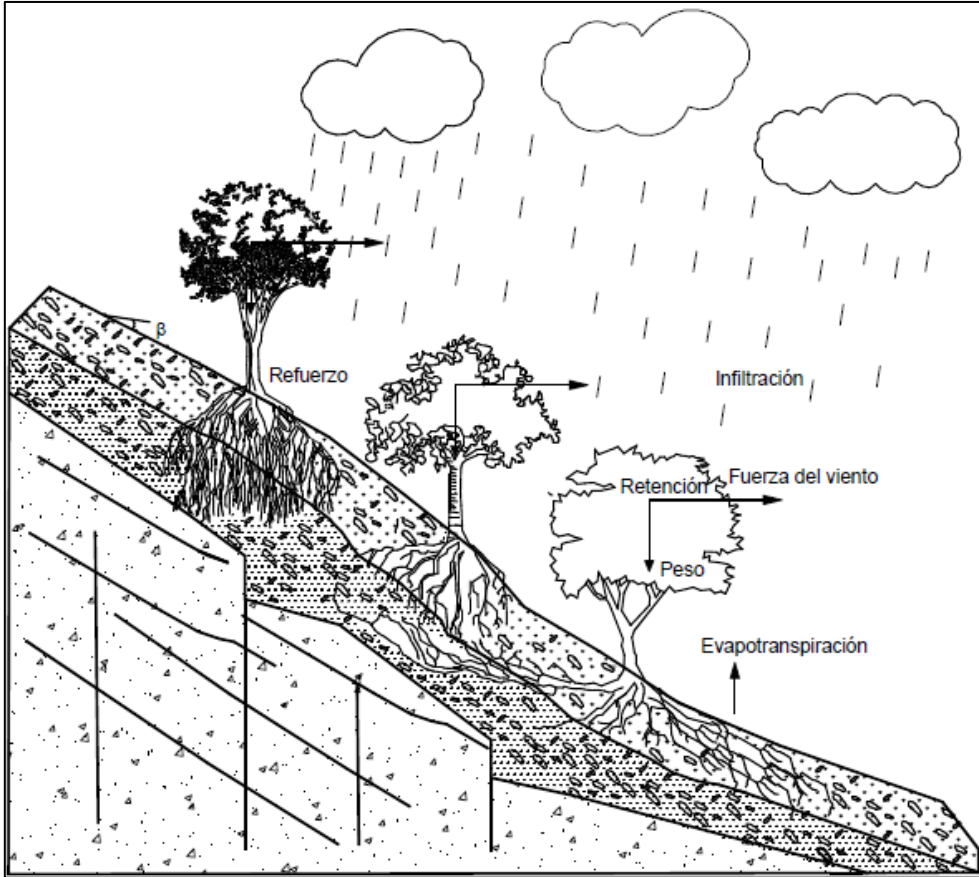


Figura 2.2. Estabilización de taludes utilizando vegetación. Fuente: Suarez, Díaz (2007).



Figura 2.3. Ejemplo de bioingeniería con arbusto (vetiver) en taludes de materiales sueltos.