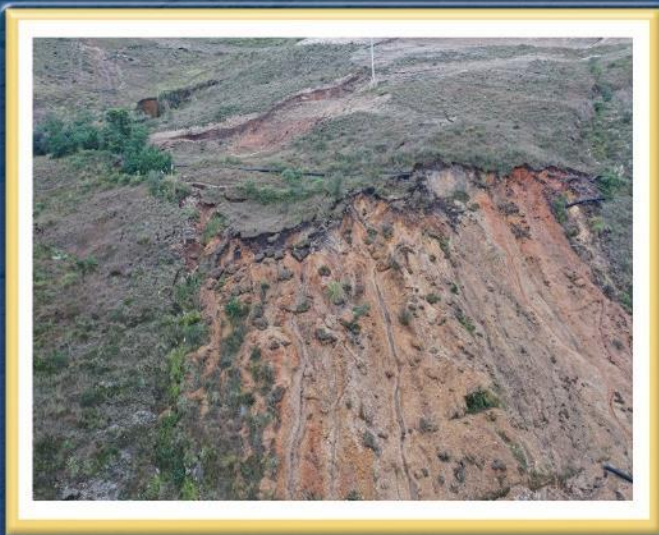


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7637**

# EVALUACIÓN DEL PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR LA ZARZA

Departamento: La Libertad  
Provincia: Sánchez Carrión  
Distrito: Huamachuco



JUNIO  
2025

**EVALUACIÓN DEL PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL  
SECTOR LA ZARZA**

***Distrito Huamachuco  
Provincia Sánchez Carrión  
Departamento La Libertad***



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

***Equipo Técnico:***

*Luis Miguel León Ordáz*

*María Yuri Elizabeth Cueva Cueva*

*Leysi Marilyn Fuentes Pérez*

**Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). "Evaluación del peligro geológico por movimientos en masa en el sector La Zarza, distrito Huamachuco, provincia Sánchez Carrión, departamento La Libertad". INGEMMET, Informe Técnico N° A7637, 33p.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>4</b>
1.1. Objetivos del estudio.....	4
1.2. Antecedentes.....	5
1.3. Aspectos generales .....	5
1.3.1. Ubicación .....	5
1.3.2. Accesibilidad .....	6
1.3.3. Población .....	6
1.3.4. Clima.....	7
<b>2. DEFINICIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....</b>	<b>10</b>
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	10
3.1.1. Formación Chimú.....	10
3.1.2. Depósitos cuaternarios.....	11
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....</b>	<b>13</b>
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE).....	13
4.2. Pendiente del terreno.....	14
4.3. Unidades Geomorfológicas.....	15
4.3.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional.....	16
4.3.2. Unidades de carácter depositacional y agradacional.....	16
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS .....</b>	<b>17</b>
5.1. Deslizamiento traslacional .....	18
5.2. Erosión en cárcavas .....	21
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>24</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>25</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXO 1. MAPAS .....</b>	<b>28</b>
<b>ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS.....</b>	<b>32</b>

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en el sector La Zarza, distrito Huamachuco, provincia Sánchez Carrión, departamento La Libertad. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico cumple con la función de brindar asistencia técnica a los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico.

En la zona evaluada, afloran areniscas de grano fino a medio, color blanquecinas, cremas y beiges, muy fracturadas, ligeramente meteorizadas, de la Formación Chimú. Se encuentran cubiertas por depósitos coluvio – deluviales, compuestos por bloques y gravas, en una matriz areno limosa, sueltos (no consolidados), su baja cohesión y poca resistencia a la erosión pluvial, favorecen los procesos de movimientos en masa; así mismo se observó depósitos proluviales generados por transporte de material en quebradas temporales.

Las unidades geomorfológicas identificadas en el sector La Zarza corresponden a colinas en roca sedimentaria con pendientes de moderada ( $5^\circ$  a  $15^\circ$ ) a muy fuerte o escarpadas ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ); vertiente con depósito de deslizamiento con pendiente son de fuerte ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ) a muy fuertes o escarpadas ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ) y piedemonte proluvial, con terrenos de pendientes de muy fuertes ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ) a muy escarpado ( $>45^\circ$ ).

El sector La Zarza se ve afectado por un deslizamiento traslacional activo, que abarca un área de 1.15 ha, su eje principal presenta una longitud de 170 m, un ancho de 85 m y el desnivel entre la corona al pie es 70 m; resalta además erosión de ladera (en cárcavas), con longitudes de 199 y 165, y profundidades de 1 a 2 m. El deslizamiento activo, afectó el canal La Zarza, impidiendo que el agua llegue a los beneficiarios. Asimismo, se hallan expuestos: un tramo de 120 m de la vía nacional PE-3N; el canal de coronación del depósito de Desmonte N°2-DD2; el sistema de subdrenaje DD2 y la fibra del operador Claro (internet Huamachuco – Pataz). El proceso de erosión en cárcavas puede afectar por acumulación de material un tramo de 20 m de la vía nacional.

Los factores condicionantes del deslizamiento traslacional y la erosión en cárcavas son: i) Litología y naturaleza incompetente conformada por suelos no consolidados coluvio-deluviales; ii) Laderas de pendiente fuerte ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ) a muy fuerte o escarpada ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ), que conforman vertientes con depósito de deslizamiento (V-dd), donde el material saturado de la ladera tiende a desplazarse cuesta abajo; iii) Modificación de terreno (corte de talud en laderas), con la finalidad de construir la vía nacional PE-3N y actividad minera. Los factores detonantes a la ocurrencia de deslizamientos y erosión de ladera son las lluvias intensas de corta duración y lluvias persistentes o prolongadas.

De acuerdo a las características geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se considera al sector La Zarza como **Peligro Alto**, ante la ocurrencia de deslizamiento, y **Peligro Medio a Peligro Alto** a la erosión en cárcava, detonados por lluvias intensas.

Finalmente, se brindan las recomendaciones necesarias, las cuales deben ser tomadas en cuenta para las autoridades competentes y tomadores de decisiones. Las principales

son la construcción de zanjas de coronación, revegetación y la elaboración de un informe EVAR para determinar medidas de control a largo plazo.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), realiza el “Servicio de Asistencia Técnica en la Evaluación de Peligros Geológicos a Nivel Nacional (Actividad 16)”. Con este trabajo cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno.

Atendiendo la solicitud remitida por la empresa minera La Arena S.A. mediante Carta S/N, emitida el 30 de abril, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector La Zarza.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a Ingenieros Luis Miguel León Ordáz, Leysi Marilyn Fuentes Torres, y la practicante María Yuri Cueva Cueva, para realizar la evaluación de peligros en la localidad mencionada el 22 de abril del 2025.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: i) Gabinete I, pre-campo que consistió en la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica de la base de datos del INGEMMET u otros entes; ii) Campo, consiste en la toma de datos desde el punto de vista geológico, realizar sobrevuelos con dron, toma de puntos GPS, fotografías, cartografiado, recopilación de testimonios de población local afectada, y se analiza el origen de los peligros; iii) Gabinete final, donde se procesa y analiza toda la información adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone a consideración de la empresa minera La Arena S.A. 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 en el sector La Zarza, distrito Hamachuco, provincia Sánchez Carrión y departamento La Libertad.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros identificados en los trabajos de campo.

## 1.2. Antecedentes

Existen trabajos previos y publicaciones del INGEMMET, que incluyen el sector La Zarza, relacionados a temas de geología y geodinámica externa, de los cuales destacan los siguientes:

- Boletín N° 31, Serie A. Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba” (Reyes, 1980), en el que se describe que, las unidades litoestratigráficas identificadas en la zona evaluada y alrededores, están conformadas por rocas sedimentarias, que consiste en alternancia de areniscas de grano medio a grueso, cuarcitas y lutitas en la parte inferior; mientras que en la parte superior se presenta como una secuencia potente de cuarcitas blancas en bancos gruesos, de la Formación Chimú.
- Boletín N° 50 Serie C, Riesgo geológico en la región La Libertad (Medina, Walter & Luque, 2012), donde se evidenciaron que los peligros geológicos que predominan en la provincia de Sánchez Carrión; corresponden a derrumbes, caída de rocas, erosión de laderas y flujos de lodo.

## 1.3. Aspectos generales

### 1.3.1. Ubicación

El Sector La Zarza, pertenece al distrito Huamachuco, provincia Sánchez Carrión, departamento La Libertad (figura 1), ubicado en las coordenadas UTM WGS 84 – Zona: 17S descritas en la tabla 1, además de la coordenada central referencial del evento principal identificado.

**Tabla 1.** Coordenadas de las áreas de estudio.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	816156	9125529	-7.90126419	-78.13289642
2	816156	9125177	-7.90444851	-78.13287354
3	815788	9125177	-7.9044714	-78.13620758
4	815788	9125529	-7.90128708	-78.13623047
<b>Coordenada central</b>				
C	816065	9125353	-7.9028635	-78.13370514

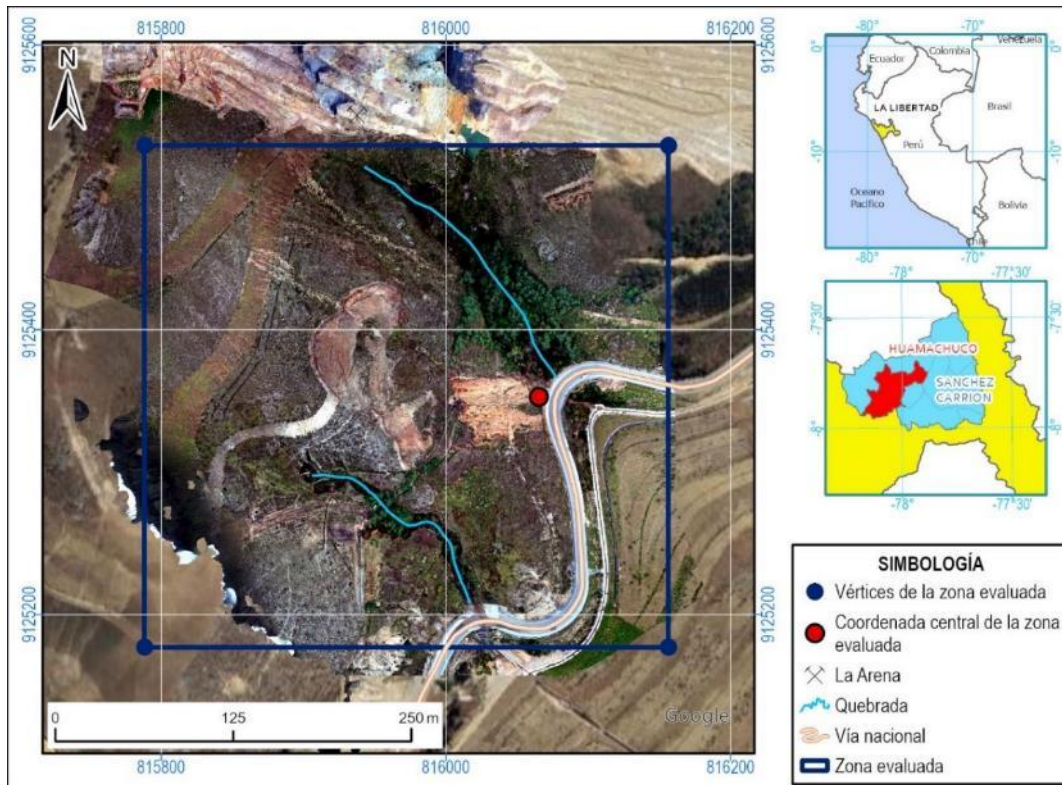


Figura 1. Ubicación del área evaluada (línea azul), y coordenada central (punto rojo).

### 1.3.2. Accesibilidad

El acceso desde la ciudad de Cajamarca hasta la zona se realiza a través de la vía nacional asfaltada PE-3N; tal como se detalla en la siguiente ruta (tabla 2, figura 2):

Tabla 2. Rutas y acceso a la zona evaluada.

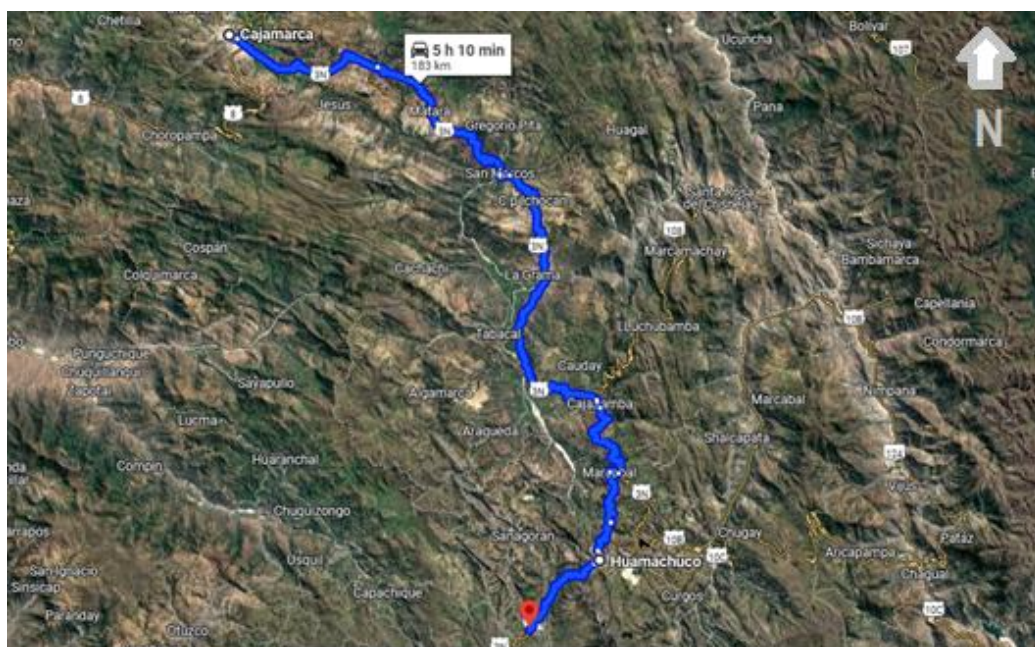
Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Cajamarca – Huamachuco	Asfaltada	165	4 horas 37 minutos
Huamachuco – Sector la Zarza	Asfaltada	18.6	32 minutos

### 1.3.3. Población

De acuerdo a la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2018), el centro poblado La Arena, tiene una población de 450 habitantes, distribuidos en 140 viviendas con acceso a energía eléctrica.

**Tabla 2.** Datos de centro poblado La Arena

Descripción	La Arena – INEI
Código de Ubigeo y Centro Poblado	1309010047
Longitud	-78.1199711548
Latitud	-7.88734338122
Altitud	3380.1
Población	450
Viviendas	140
Agua Por Red Publica	no
Energía eléctrica en la vivienda	si
Desagüe por red publica	no
Institución Educativa Inicial	no
Institución Educativa Primaria	no
Institución Educativa Secundaria	no
Establecimiento de salud	no
Idioma o Lengua hablada con mayor frecuencia	Castellano



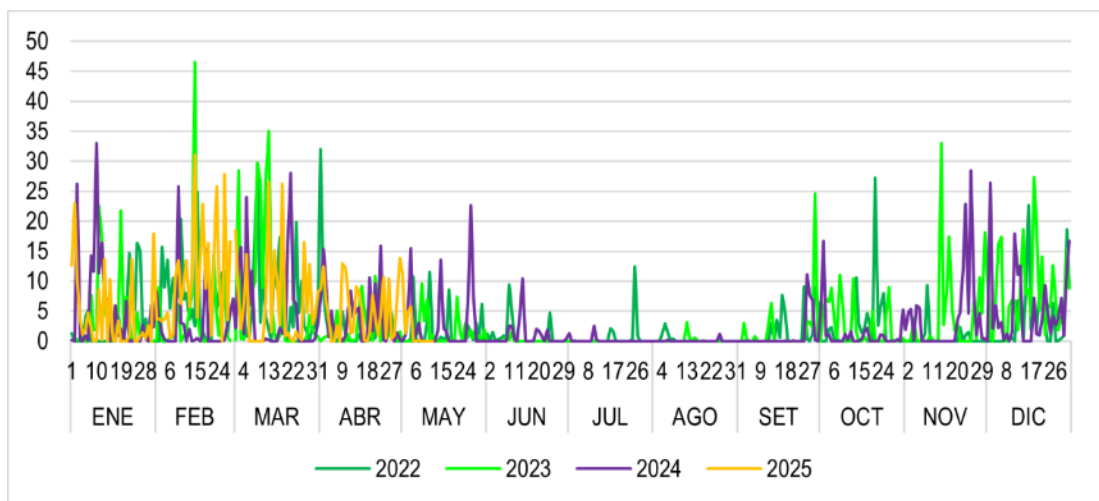
**Figura 2.** Ruta de acceso desde la ciudad de Cajamarca hasta el sector La Zarza.  
**Fuente:** Google Maps.

### 1.3.4. Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), empleado para la zona de estudio, esta posee un clima lluvioso con otoño e invierno secos, templado (B (o, i) B'), con una temperatura máxima promedio de hasta 23°C, una temperatura mínima promedio desde 3°C y una precipitación anual entre 700 mm a 1500 mm.

Entre los años 2022 – 2025, durante los meses de enero a marzo, el sector evaluado registró precipitaciones pluviales que superan 40 mm/día (Figura 3). De acuerdo con el consolidado de umbrales de precipitación del SENAMHI, en 2014, este valor se clasifica como Muy Lluvioso (Senamhi, 2014).





**Figura 3.** Precipitación diaria entre los años 2022-2025, en la Estación Huamachuco. **Fuente:** 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 (PMA: GCA, 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.

**Coluvio-deluvial:** Forma de terreno o depósito formado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial (material con poco transporte), los cuales se encuentran interestratificados y por lo general no es posible diferenciarlos.

**Deslizamiento:** Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla (Cruden y Varnes, 1996). Según la forma de la superficie de falla se clasifican en traslacionales

(superficie de falla plana u ondulada) y rotacionales (superficie de falla curva y cóncava).

**Deslizamiento traslacional:** Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden y Varnes, 1996).

**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.

**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 o bad lands. 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.

**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.

**Formación geológica:** Unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por presentar propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

**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:** 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 o amenaza geológica:** 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.

**Proluvial:** Complejo sedimento deltaico friable de material fragmental, acumulado al pie de una pendiente como resultado de una ocasional avenida torrencial.

**Saturación:** El grado de saturación refleja la cantidad de agua contenida en los poros de un volumen de suelo dado. Se expresa como una relación entre el volumen de agua y el volumen de vacíos.

**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.

**Talud:** Superficie artificial inclinada de un terreno que se forma al cortar una ladera, o al construir obras como por ejemplo un terraplén.

**Velocidad:** Para cada tipo de movimiento en masa se describe el rango de velocidades, parámetro importante ya que ésta se relaciona con la intensidad del evento y la amenaza que puede significar. De acuerdo con Cruden y Varnes (1996), las escalas de velocidades corresponden a: extremadamente lenta, muy lenta, lenta, moderada, rápida, muy rápida y extremadamente rápida.

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base la revisión del cuadrángulo de Cajabamba 16g-II, a escala 1:50000 (Navarro, Rivera, & De la Cruz, 2006), donde se describen principalmente areniscas cuarzosas con intercalación de lutitas. Se complementó con trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas y observaciones de campo (mapa 1 y figura 7).

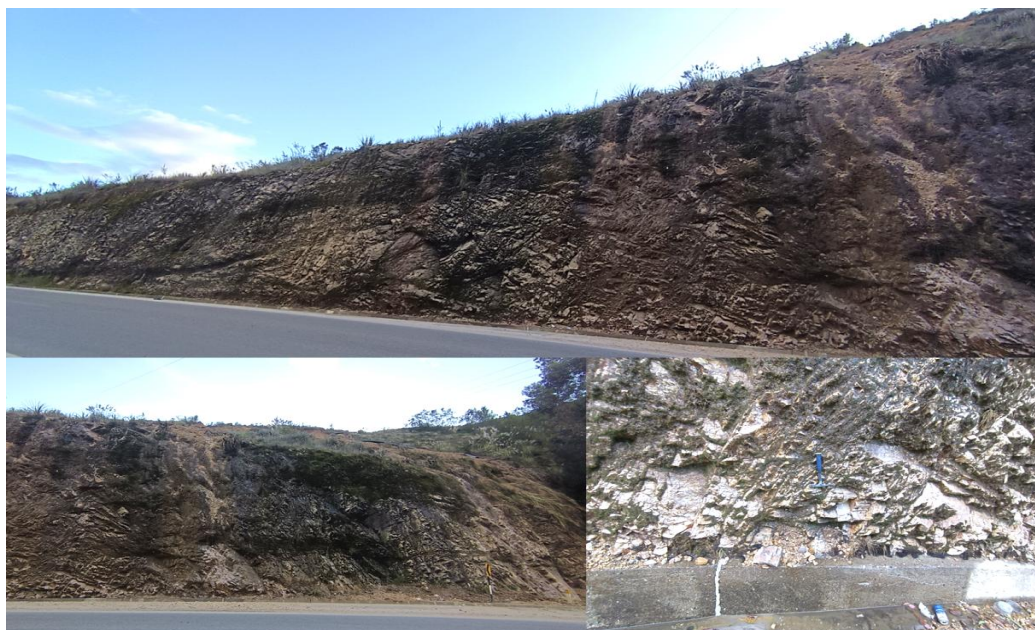
A continuación, se presenta la descripción de las principales formaciones geológicas y depósitos cuaternarios que afloran en el sector evaluado.

#### 3.1. Unidades litoestratigráficas

Comprenden unidades sedimentarias del Cretácico inferior y depósitos cuaternarios inconsolidados.

##### 3.1.1. Formación Chimú

En la zona evaluada afloran areniscas de grano fino a medio, muy fracturados y ligeramente meteorizadas, con rumbo de 26° NW y buzamiento de 63° al NE, cubiertos por depósitos cuaternarios coluvio deluviales, (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 4).



**Figura 4.** Talud de carretera donde se observa un macizo rocoso muy fracturado, ligeramente meteorizado y con presencia de escurrimiento superficial de agua.

### 3.1.2. Depósitos cuaternarios

#### Depósito coluvio deluvial (Q-cd)

Originados por movimientos inducidos por la acción gravitacional y la sobresaturación, lo que permite la mezcla de material coluvial y deluvial, no siendo posible diferenciarlos como unidades individuales.

En la zona evaluada, los depósitos cubren a la Formación Chimú y están compuestos por bloques y gravas en matriz areno limosa (figuras 5 y tabla 4).



**Figura 5.** Se observa el depósito coluvio deluvial, se ubica en la parte inferior de la línea del escarpe (línea amarilla).

Ubicación: E: 815926, N: 9125411.

### Depósito proluvial (Q-pr)

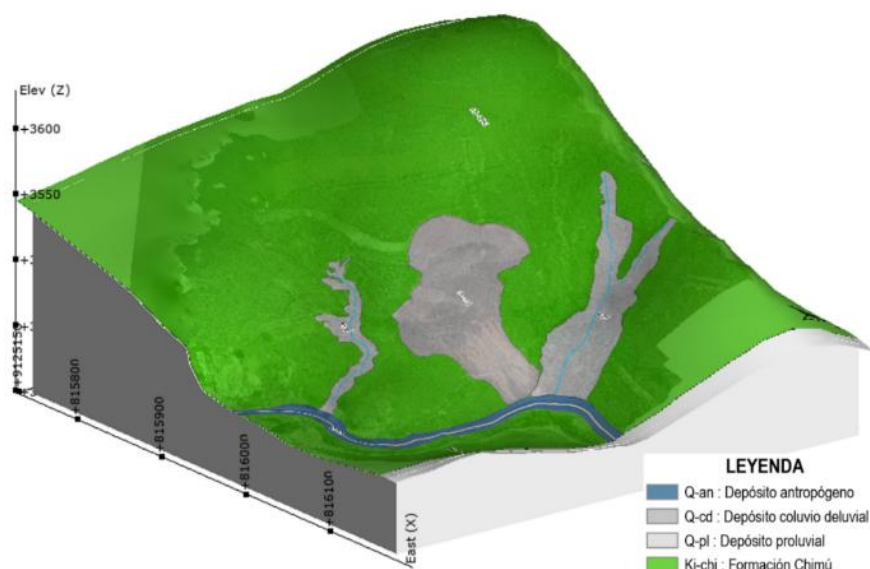
Se caracterizan por hallarse al pie de las pendientes como resultado de avenidas torrenciales. En la zona evaluada, este tipo de depósitos se observa en las dos (02) quebradas ubicadas a los laterales del deslizamiento. Su composición consiste en gravas y bloques subangulosos en una matriz de arenas (figura 6).



**Figura 6.** Depósito proluvial (líneas amarillas), está confinado al cauce de una quebrada.  
 Ubicación: E: 816082, N: 9125358.

### Depósito antropógeno (Q-an)

En el sector evaluado, este tipo de depósito corresponde a zonas con construcciones antropogénicas como la vía PE-3N. Los suelos presentan una composición heterogénea y se utilizan para la cimentación de dichas estructuras.



**Figura 7.** Modelo 3D de la geología del sector La Zarza.

**Tabla 3.** Descripción de formaciones superficiales.

TIPO DE FORMACION SUPERFICIAL			GRANULOMETRÍA (%)		FORMA		REDONDES	
	Eluvial	Lacustre	2	Bolos		Esférica		Redondeado
X	Deluvial	Marino	8	Cantos	X	Discoidal	x	Subredondeado
X	Coluvial	Eólico	15	Gravas		Laminar		Anguloso
	Aluvial	Orgánico	40	Arenas		Cilíndrica	x	Sub anguloso
	Fluvial	Artificial	25	Limos				
X	Proluvial	Litoral	10	Arcillas				
	Glaciar	Fluvio glaciar						

PLASTICIDAD		ESTRUCTURA		TEXTURA		CONTENIDO DE		%LITOLOGÍA	
	Alta plasticidad	x	Masiva		Harinoso	X	Materia orgánica		Intrusivos
	Med. Plasticidad		Estratificada	X	Arenoso		Carbonatos		Volcánicos
	Baja plasticidad		Lenticular		Áspero		Sulfatos		Metamórficos
X	No plástico							x	Sedimentarios

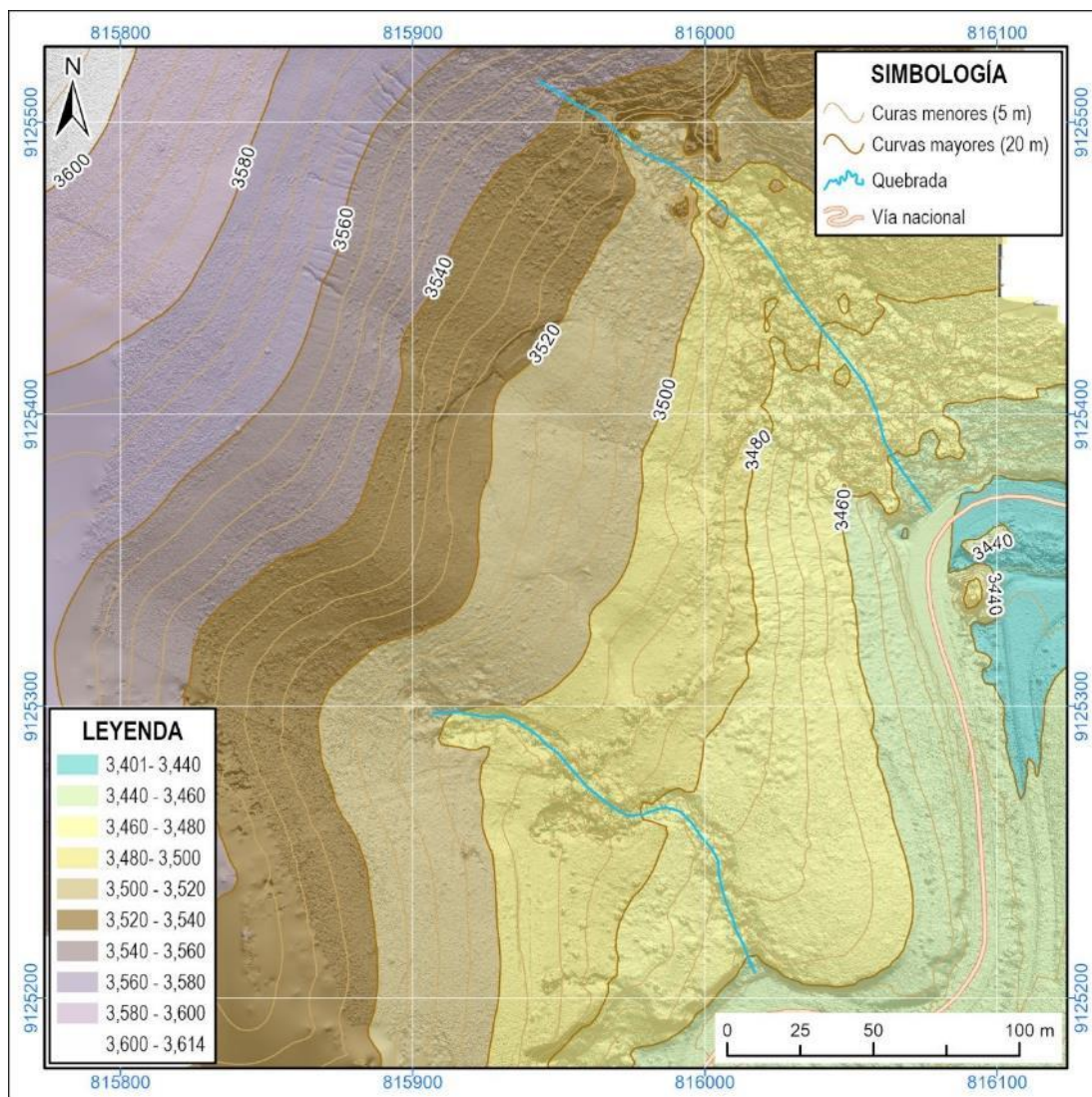
COMPACIDAD				CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.					
SUELOS FINOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS FINOS			
Limos y Arcillas			Arenas		Gravas		ML		MH
x	Blanda	x	Suelta	x	Suelta		CL		CH
	Compacta		Densa		Med. Consolidada		OL		OH
	Dura		Muy Densa		Consolidada		PT		
					Muy consolidada				

#### 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Además de la cartografía regional de geomorfología, del boletín N° 50 de riesgos geológicos de la región La Libertad, se utilizó imágenes y modelos digitales de elevación detallados, obtenidos de levantamientos fotogramétricos con dron, desarrollados en mayo del 2025. Esto permitirá estudiar el relieve, pendientes y demás características; con el fin de describir subunidades a detalle (escala 1:2200).

##### 4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

El sector La Zarza presenta elevaciones que van desde los 3 401 hasta los 3614 m s.n.m., en los cuales se distinguen 10 niveles altitudinales (figura 8), con la finalidad de visualizar la extensión con respecto a la diferencia de alturas; el área con mayor pendiente corresponde a terrenos entre 3400 y 3440 m s.n.m., con terrenos de pendiente fuerte (15° a 25°) a muy escarpada (25° a 45°).



**Figura 8.** Modelo digital de elevaciones del sector La Zarza.

#### 4.2. Pendiente del terreno

Los relieves con pendiente escarpada pueden condicionar la ocurrencia de movimientos en masa y controlar el modelamiento de las geoformas que conforman el relieve actual.

El sector La Zarza, presenta terrenos con pendientes que varían de fuerte ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ), escarpadas ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ) a muy escarpadas ( $>45^\circ$ ), donde se desencadenó el deslizamiento, (figuras 9 y 10; mapa 2). En el área de evaluada mediante el modelo digital de elevaciones, se elaboró el mapa de pendientes, que fue rasterizado y luego reclasificado para la delimitación de áreas por cada rango de pendiente (figura 10 y Anexo - Mapa 2).

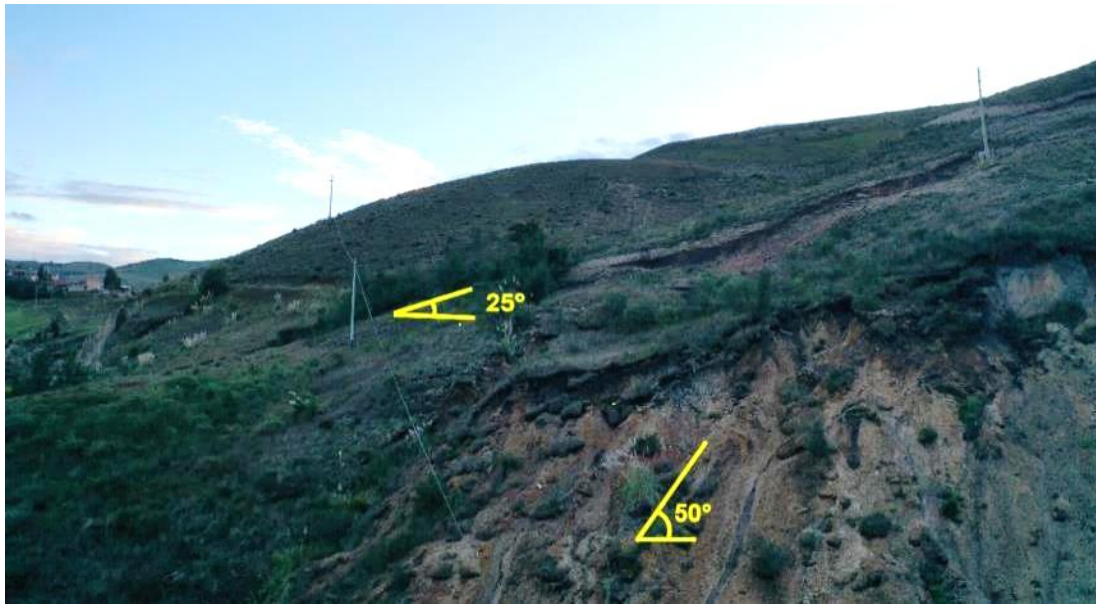


Figura 9. Pendientes en el sector La Zarza.

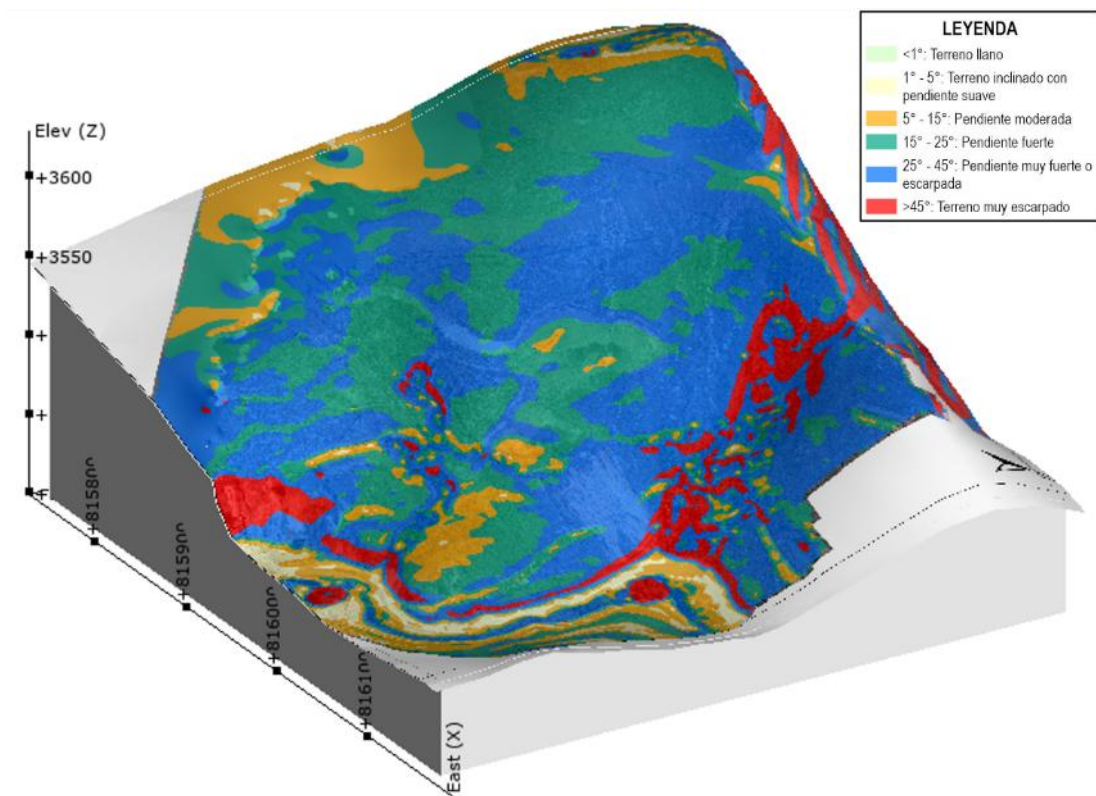


Figura 10. Modelo 3D de las pendientes del sector La Zarza.

### 4.3. Unidades Geomorfológicas

De acuerdo a su origen, se distinguen geformas tanto de carácter tectónico degradacional y erosional (colina en roca sedimentaria), como de carácter



deposicional y agradacional (vertiente coluvio deluvial y piedemonte proluvial) se grafican en la figura 11 y en el mapa 3.

#### **4.3.1. Unidades 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 ellos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

##### **Unidad de Colina**

Relieves que presentan menor altura que una montaña (menores de 300 metros desde el nivel de base local). Las colinas presentan una inclinación promedio en sus laderas que supera los 9° y divergen en todas direcciones a partir de la cima relativamente estrecha de base aproximadamente circular. (Villota, 2005).

##### **- Sub unidad de colina en roca sedimentaria (C-rs)**

Estas geoformas están conformadas por substratos rocosos sedimentarios tipo areniscas y lutitas, reducidos por procesos denudativos, que se encuentran conformando colinas con laderas de pendiente moderada (5° a 15°) a muy fuerte (25° a 45°), y poca vegetación.

#### **4.3.2. Unidades de carácter depositacional y agradacional**

Corresponden a procesos geomorfológicos de carácter constructivo, que se originan por agentes dinámicos que tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra a partir de la depositación de materiales resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

##### **Unidad de Piedemontes**

##### **- Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)**

Corresponde a las acumulaciones en parte de la ladera, como resultado de movimientos en masa antiguos y recientes, donde se ha desarrollado un deslizamiento, ubicado en la parte central del sector evaluado.

##### **- Subunidad de piedemonte proluvial o aluvio torrencial (P-pral)**

Se ubica en las partes bajas de la ladera, en la desembocadura de las quebradas de la zona evaluada, donde flujos de detritos han generado depósitos de gravas con arenas, formando un pequeño abanico.

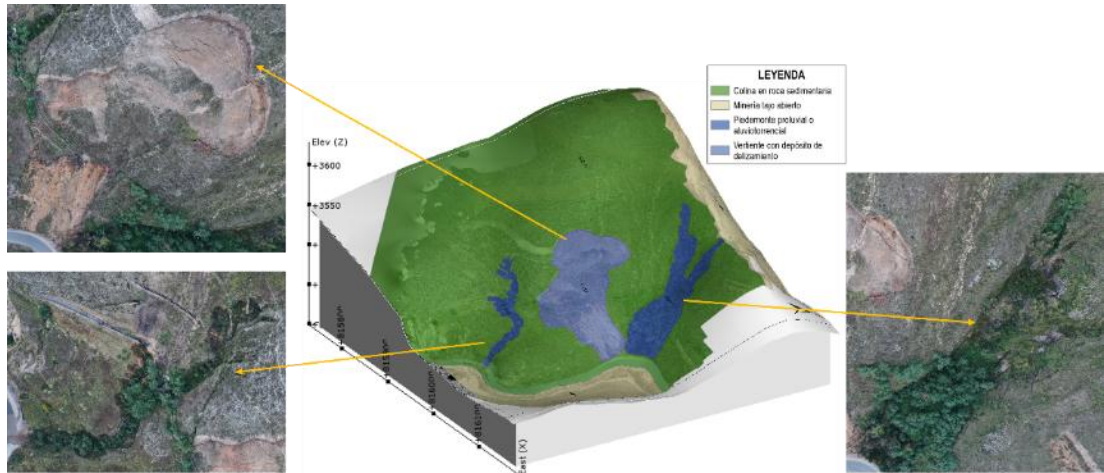


Figura 11. Geofomas cartografiadas en el sector La Zarza.

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos por movimientos en masa u otros reconocidos en el sector La Zarza, corresponden a (figura 12), deslizamiento y erosión de laderas (cárcavas). Este proceso es resultado del modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida en los cursos de agua en la Cordillera de los Andes, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos (PMA: GCA, 2007).

Las causas o factores intrínsecos de estos movimientos en masa son la geometría y pendiente del terreno, tipo de litología, drenaje del terreno y cobertura vegetal del sector la litología, los drenajes y la cobertura vegetal del sector. Como factor se tienen a las precipitaciones pluviales intensas y constantes; así como los sismos.

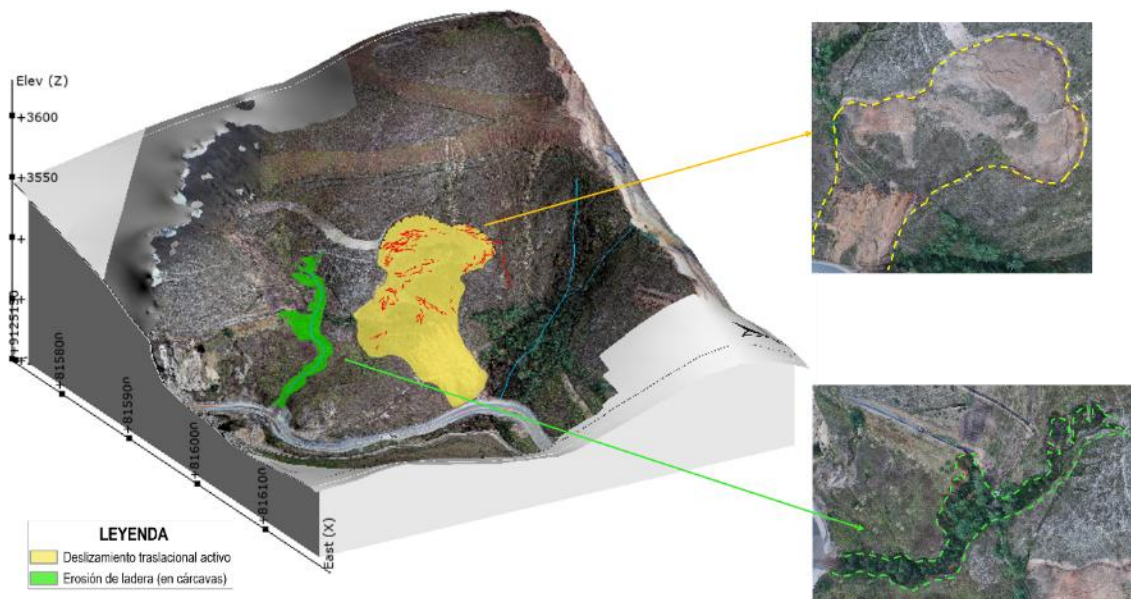


Figura 12. Modelo 3D de los peligros geológicos identificados en el sector la Zarza

## 5.1. Deslizamiento traslacional

El deslizamiento traslacional, presentado en Zarza, se desencadenó como resultado de lluvias intensas y prolongadas, ocurridas entre los meses de noviembre y marzo durante los años previos. Al norte (parte alta del movimiento) se halla el tajo de la empresa minera La Arena S.A., mientras que en la parte baja del deslizamiento se encuentra expuesta la carretera PE-3N (figura 13).

### **Características visuales y morfométricas**

- Tipo de movimiento: Deslizamiento traslacional
- Estado: Activo
- Velocidad: Moderada
- Tipo de avance: Retrogresivo

### **Morfometría**

- Área: 1.15 ha.
- Perímetro: 510 m
- Salto vertical de la escarpa principal: 0.5 m – 1 m
- Longitud del escape: 130 m
- Diferencia de alturas corona y pie de deslizamiento: 70 m
- Longitud corona a punta: 170 m

### **Factores condicionantes**

- Litología y naturaleza incompetente de materiales, principalmente suelos poco consolidados de origen coluvio-deluvial.
- Laderas de pendiente fuerte (15° a 25°) a muy fuerte o escarpada (25° a 45°), que conforman unidades de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd), cuyo material saturado de la ladera tiende a desplazarse cuesta abajo.
- Modificación de terreno (corte de talud en laderas), con la finalidad de construir la vía nacional PE-3N y debido a la actividad minera.
- Escasa vegetación, permite la infiltración directa del agua, saturando el terreno.

### **Factor detonante**

- Precipitaciones pluviales extremas y prolongadas, durante los meses de diciembre del 2024 a enero del 2025.

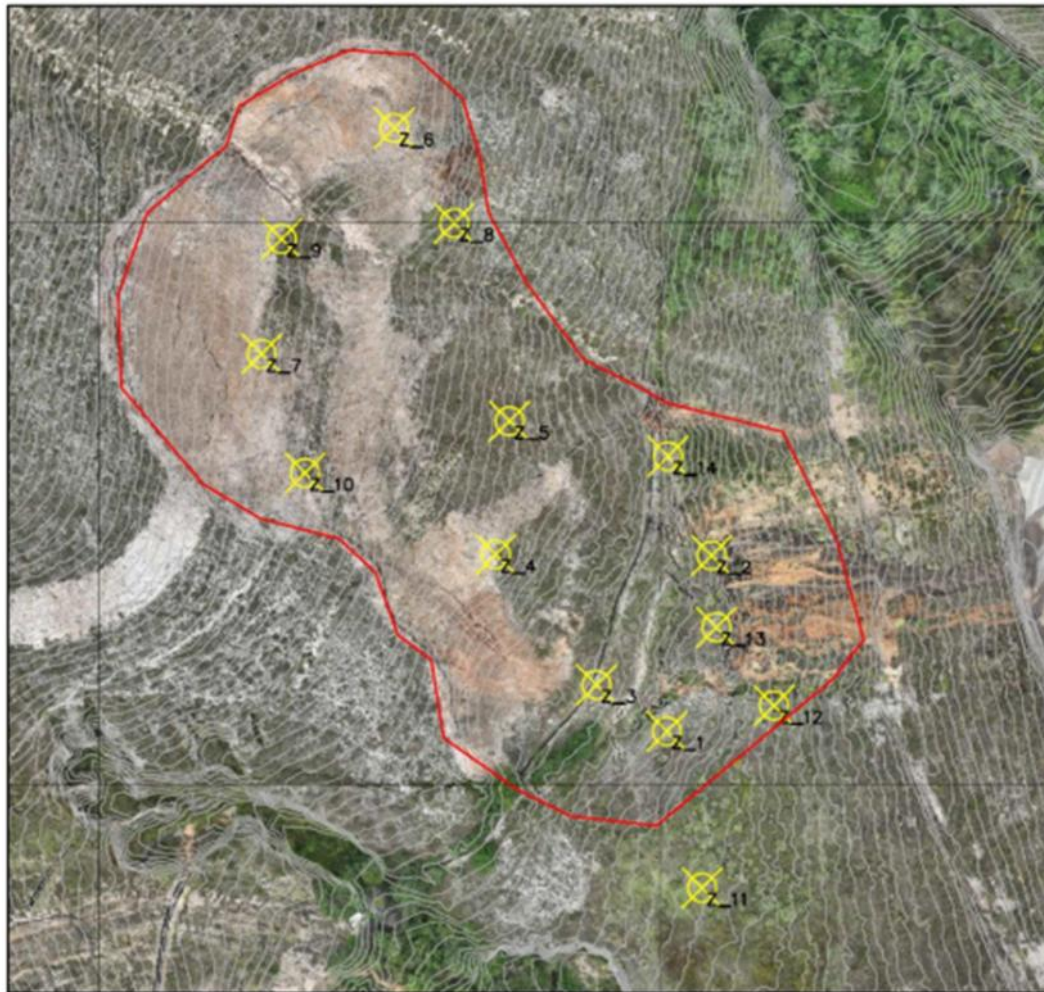
### **Daños ocasionados y probables**

- Tramo del canal La Zarza afectado que impide el flujo de agua para sus beneficiarios.
- Un tramo de 120 m de la vía nacional PE-3N que podría ser afectado.
- Línea de fibra del operador Claro (internet Huamachuco – Pataz)
- Canal de coronación del Depósito de Desmonte N°2-DD2.
- Desborde del sistema de subdrenaje DD2.



**Figura 13.** A se observa el avance del deslizamiento a inicios del año 2024 (Fuente: La Arena S.A), (B) se muestra su progresión en el año 2025, evidenciándose una diferencia significativa en su extensión y desarrollo.

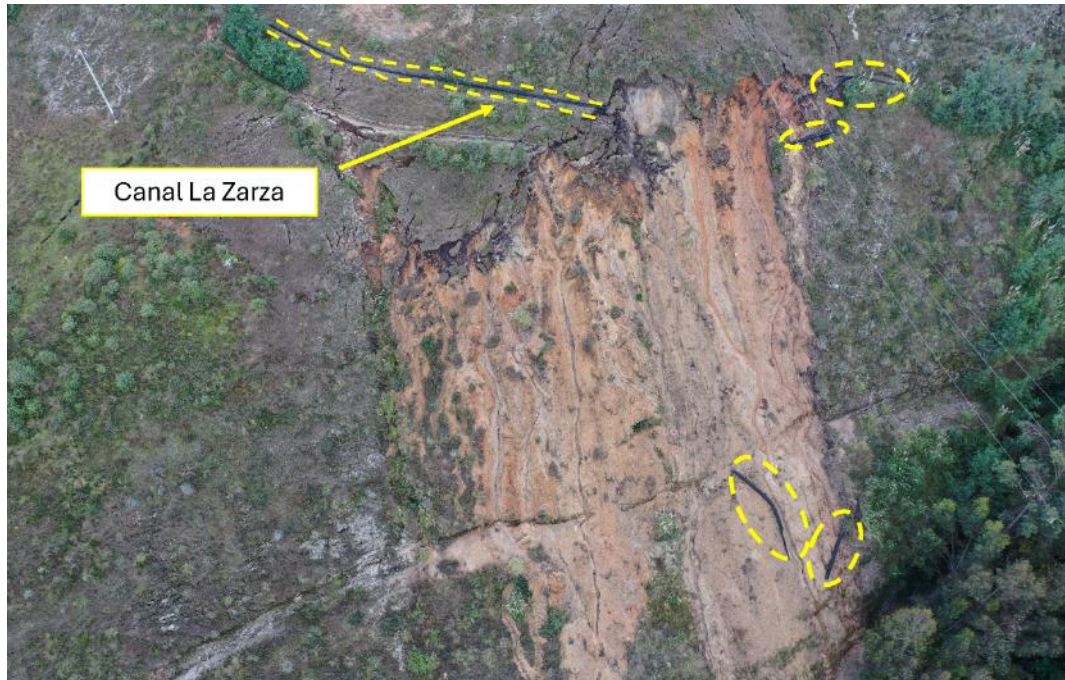
Entre el año 2024 al 2025 se ha evidenciado un avance considerable del deslizamiento, llegando a afectar el canal La Zarza y dejando expuesto un tramo de la carretera y la fibra del operador Claro de internet en la zona. (figura 14).



FECHA	VELOCIDAD DIARIA (cm/día)													
	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6	Z_7	Z_8	Z_9	Z_10	Z_11	Z_12	Z_13	Z_14
28/02/2025	9.431	13.695	7.651	8.927	6.787	3.382	4.772	4.514	5.112	5.997	0.000	0.000	0.000	0.000
1/03/2025	10.178	15.191	7.995	9.148	7.231	3.918	5.806	4.855	5.166	6.913	4.629	3.354	8.302	6.939
2/03/2025	13.019	21.888	10.218	9.030	8.109	3.152	4.066	4.308	4.164	5.741	8.214	5.179	11.193	8.944
3/03/2025	10.948	35.339	8.818	9.913	7.482	4.251	5.763	5.049	5.678	7.186	5.407	4.048	10.937	9.064
4/03/2025	7.506	27.770	6.689	8.406	6.519	3.730	4.361	4.534	4.309	6.233	2.947	3.553	10.768	8.764
5/03/2025	10.833		8.331	7.321	7.075	5.584	4.393	4.031	4.800	6.012	7.743	5.668	8.932	7.432
6/03/2025	7.036		5.782	7.494	7.324	5.986	6.388	4.106	7.159	8.234	3.586	3.004	7.703	6.737

**Figura 14.** Tabla de velocidades diarias registradas en los prismas de monitoreo del sector La Zarza.  
**Fuente:** La Arena, 2025.

Según la información proporcionada por la empresa minera La Arena S.A. (figura 15), su sistema de monitoreo de velocidades diarias registradas en los prismas, el 28 de febrero de 2025 registró un incremento en la velocidad del desplazamiento, alcanzando 12.22 cm/día. El día 04 de marzo se deslizaron suelos con lodos hasta la vía. El 6 de marzo, el monitoreo mostró una desaceleración; sin embargo, indican que aún se evidencia una tendencia progresiva.



**Figura 15.** Se observa que el canal La Zarza ha sido interrumpido por la actividad del deslizamiento.



**Figura 16.** Se observa que el deslizamiento pone en peligro la fibra del operador Claro (internet Huamachuco – Pataz).

## 5.2. Erosión en cárcavas

Se identificó un proceso de erosión de ladera (en cárcavas), como resultado del modelamiento del terreno a causa de los cursos de agua originados por precipitaciones pluviales. Este proceso se observa en la quebrada ubicada aproximadamente a unos 20 m al sur del deslizamiento traslacional (figura 16).

### **Características visuales y morfométricas**

- Tipo de movimiento: erosión en cárcavas
- Estado: Activo
- Tipo de avance: Retrogresivo

### **Factores condicionantes**

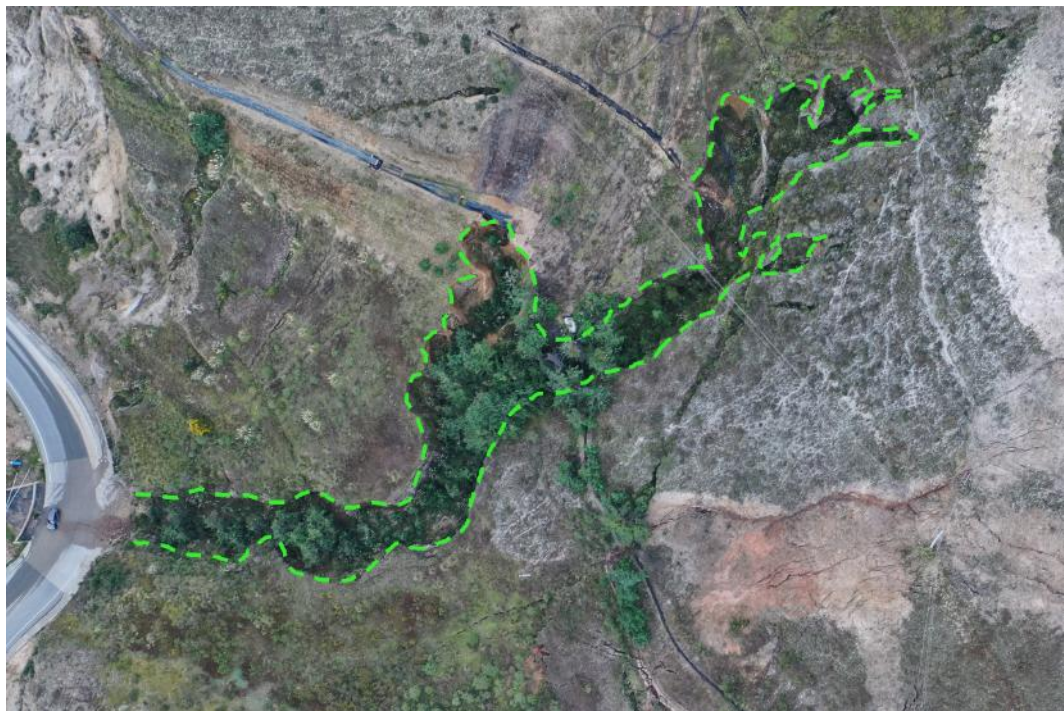
- Litología y naturaleza incompetente de materiales, principalmente suelos poco consolidados coluvio-deluviales con poca vegetación.
- La acción de aguas de escorrentía sobre las laderas del sector evaluado.

### **Factor detonante**

- Precipitaciones pluviales extremas y prolongadas durante los años previos (figura 3).

### **Daños ocasionados y probables**

- 20 m de la vía nacional PE-3N expuesta a la acumulación de material transportado por la quebrada (figura 17 y 18).



**Figura 17.** Se observa el tramo de la carretera que fue afectado por el material transportado proveniente de la quebrada.



**Figura 18.** Se observa encerrado en el círculo amarillo una obra de arte de infraestructura vial, así como el material transportado por la quebrada.



## 6. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica, geomorfológica obtenida del sector La Zarza, así como a los trabajos de campo, y la evaluación de peligros geológicos, se emiten las siguientes conclusiones.

1. Litológicamente, el área evaluada está conformada por areniscas de grano fino a medio de la Formación Chimú, cubiertas por depósitos coluvio deluviales, conformado por gravas sub angulosas y escasos bloques en una matriz areno limosa.
2. Geomorfológicamente se ubica sobre colinas en roca sedimentaria con pendientes fuertes ( $15^\circ - 25^\circ$ ) a muy fuertes o escarpadas ( $25^\circ - 45^\circ$ ), vertiente con depósito de deslizamiento donde las pendientes son de fuerte ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ) a muy fuertes o escarpadas ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ); piedemonte proluvial, donde predominan las pendientes muy fuertes ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ) a terrenos muy escarpados ( $>45^\circ$ ).
3. El deslizamiento activo, abarca 1.15 ha, su eje principal presenta una longitud de 170 m, un ancho de 85 m y el desnivel entre la corona y el pie del deslizamiento es 70 m; el movimiento ha afectado el canal La Zarza, impidiendo el flujo de agua para sus beneficiarios y ha dejado expuesto 120 m de la vía nacional PE-3N; están expuestos además la fibra del operador Claro (internet Huamachuco – Pataz), el canal de coronación del Depósito de Desmonte N°2-DD2 y el sistema de subdrenaje DD2.
4. Asimismo, se identificó un proceso de erosión de laderas (cárcavas) en la quebrada ubicada al sur del deslizamiento traslacional.
5. Los factores condicionantes del deslizamiento y la erosión en cárcavas son:
  - Litología y naturaleza incompetente de materiales, principalmente suelos poco consolidados de origen coluvio-deluvial.
  - Laderas de pendiente fuerte ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ) a muy fuerte o escarpada ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ), que conforman unidades de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd), cuyo material saturado de la ladera tiende a desplazarse cuesta abajo.
  - Modificación de terreno (corte de talud en laderas), con la finalidad de construir la vía nacional PE-3N.
6. Los factores detonantes a la ocurrencia de deslizamientos y erosión de ladera son las lluvias intensas y prolongadas.
7. El deslizamiento traslacional afectó el canal La Zarza, impidiendo la entrega de agua a sus beneficiarios. Asimismo, se hallan expuestos la vía nacional PE-3N, en 120 m, canal de coronación del depósito de desmonte N°2-DD2, el sistema de subdrenaje DD2 y la fibra del operador Claro (internet Huamachuco – Pataz).
8. El proceso de erosión en cárcavas, deja expuesto un tramo de 20 m de la vía nacional PE-3N, material transportado por la quebrada.

9. De acuerdo a las características geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se considera al sector La Zarza como Peligro Alto, ante la ocurrencia de deslizamiento, y Peligro Medio a Peligro Alto a la erosión en cárcava, detonados por lluvias intensas.

## 7. RECOMENDACIONES

Las medidas correctivas que a continuación se brindan tienen por finalidad mitigar el impacto de peligros asociados a deslizamiento y erosión de laderas. Así mismo, la implementación de dichas medidas permitirá darle mayor seguridad a la infraestructura expuesta a los peligros evaluados

Las recomendaciones que se brindan a continuación tienen como finalidad mitigar el peligro.

### Deslizamiento traslacional activo

- Construir zanjas de coronación, e implementar un sistema de drenaje en las zonas de deslizamiento y alrededores con apoyo técnico de un especialista, con el objetivo de disminuir la saturación del terreno y evitar el avance retrogresivo.
- Elaborar un informe de evaluación de riesgos (EVAR) para determinar las medidas de control adecuadas a largo plazo.
- Emplear técnicas de revegetación de la ladera para evitar su saturación.

### Erosión de ladera (en cárcavas)

- Implementar obras de control hidráulico mediante la construcción de canales de coronación, evitando la concentración de escorrentía que profundiza las cárcavas.
- Emplear técnicas de revegetación de la ladera para evitar su saturación.
- Implementar un plan de descolmatación de material de la quebrada y un monitoreo continuo.

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

  
Ing. GILBERTO ZAVALA CARRIÓN  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

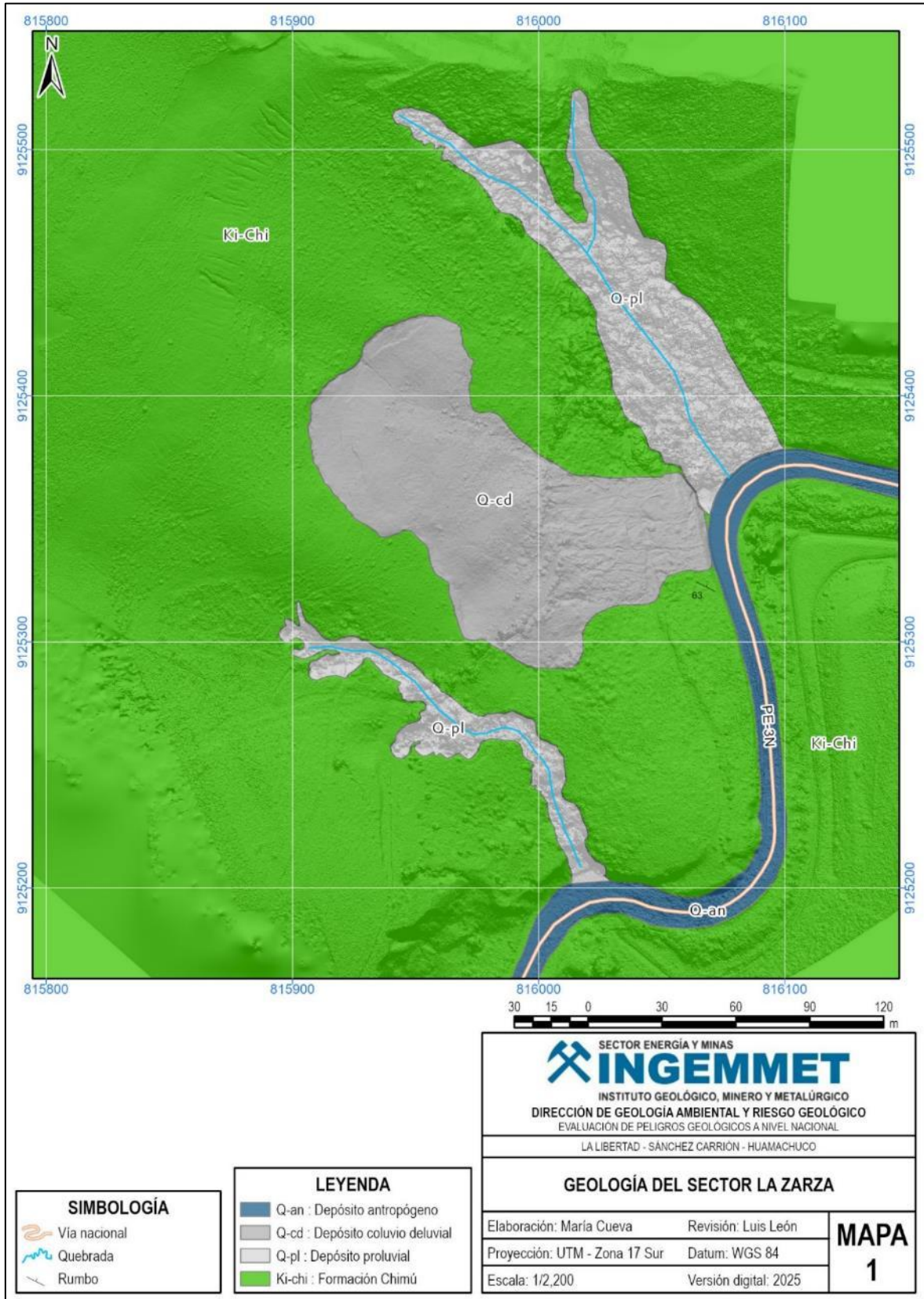
## 8. BIBLIOGRAFÍA

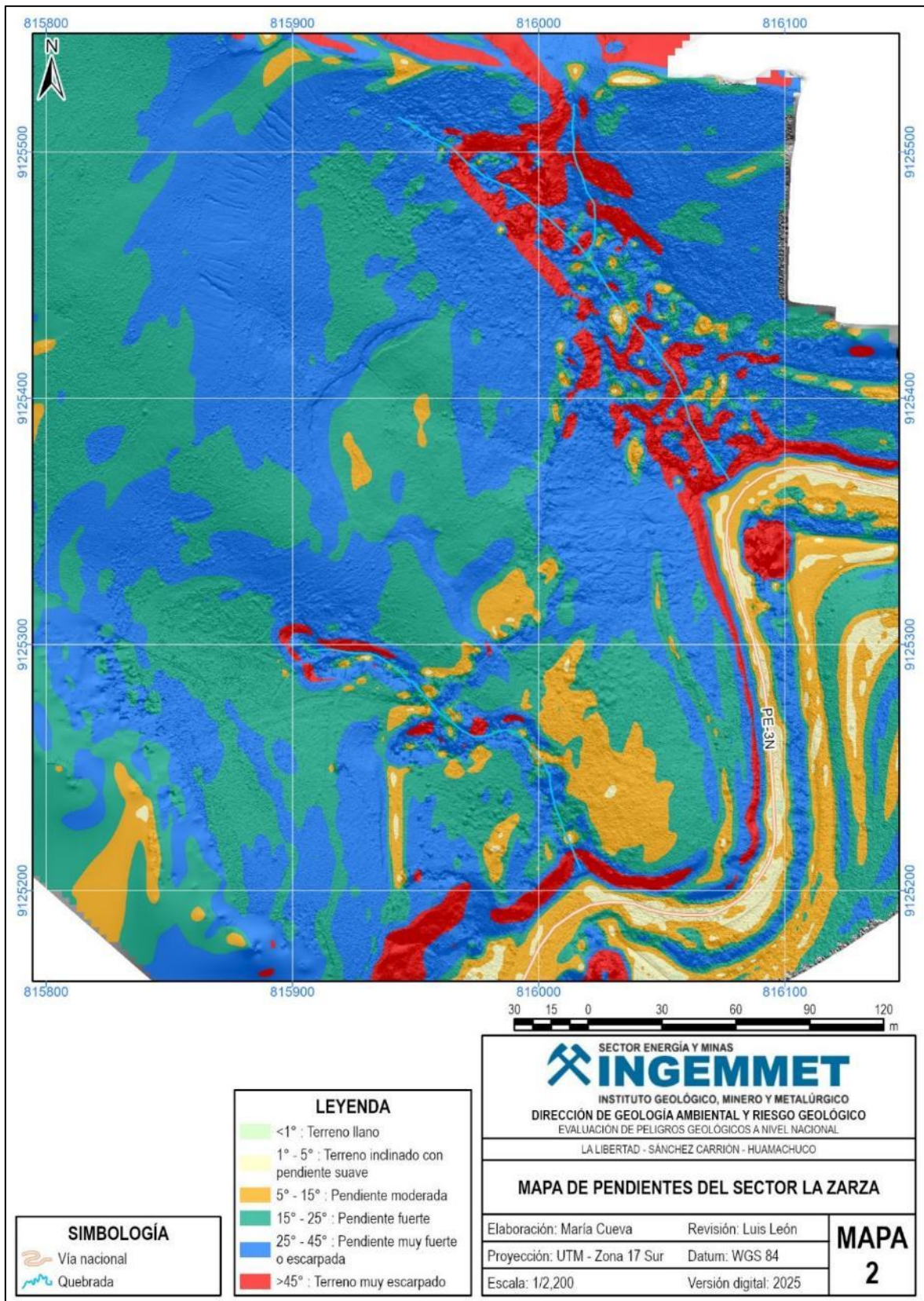
- Congreso de la República del Perú. (2018, junio 5). *Ley N° 30779, ley que dispone medidas para el fortalecimiento del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)*. 2. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-dispone-medidas-para-el-fortalecimiento-del-sistema-ley-n-30779-1655993-1/>
- INEI. (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. [https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1541/index.htm](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm)
- Ingemmet. (2022). *Mapas geológicos integrados 50k versión 2022*. Geocatmin. <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- Medina, L., Walter, P., & Luque, G. (2012). *Riesgo Geológico en la Región La Libertad*. INGEMMET. Boletín, Serie C.
- Navarro, P., Rivera, M., & De la Cruz, J. (2006). *Mapa Geológico del cuadrángulo de Cajabamba (16-g) Sector 16-g-II. Escala 1:50 000*.
- PMA:GCA (2007). *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas (1a ed.)*. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Presidencia de la República del Perú. (2023, noviembre 24). Decreto Legislativo N° 1587. *Decreto Legislativo que Modifica la Ley 29664, Ley que Crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (Sinagerd)*, 4. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/2238192-1>
- Presidencia del Consejo de Ministros del Perú. (2021). *Lineamientos para la organización y funcionamiento de los Centros de Operaciones de Emergencia - COE. Resolución Ministerial N° 258-2021-PCM*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2370158/RM%20N%C2%B0%20258-2021-PCM%20%281%29...pdf.pdf?v=1636130560>
- Senamhi. (2014). *Umbrales y precipitaciones absolutas*.
- Senamhi. (2020). *Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional*. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Suárez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales* (Ltda, Ed.; 1a ed.). Publicaciones UIS.
- Suárez Díaz, J. (2007). *Deslizamientos - Técnicas de Remediación (1a ed.)*. Erosion.com.

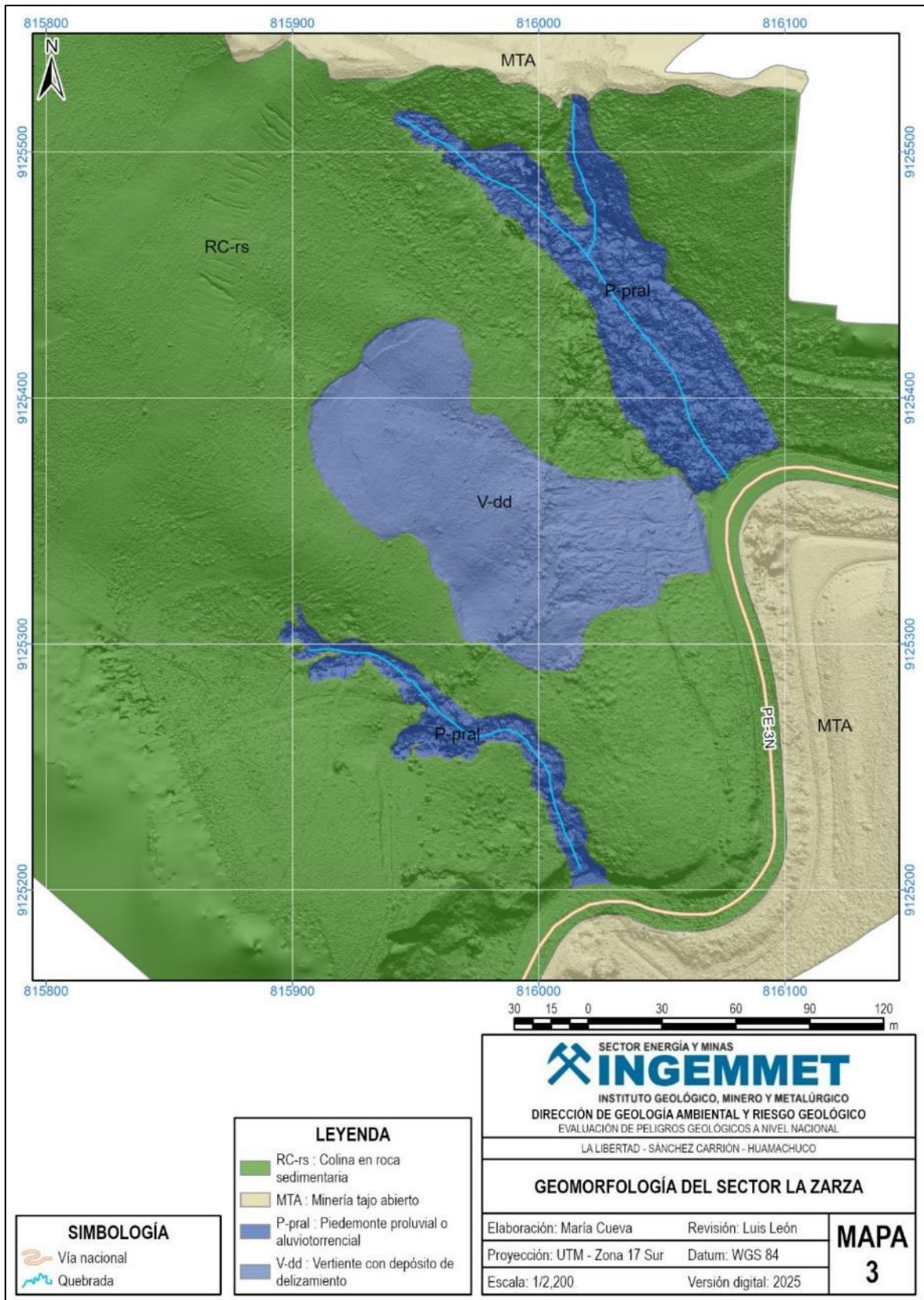
Varnes, D. J. (1978). Slope movements types and processes. *In Special Report 176: Landslides: Analysis and control* (Eds: Schuster, R.L and Krizek, R.J), *Transportation and Road research board*, 9–33.

Villota, H. (2005). *Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras* (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

**ANEXO 1. MAPAS**







**SIMBOLOGÍA**

Via nacional

Quebrada

**LEYENDA**

RC-rs : Colina en roca sedimentaria

MTA : Minería tajo abierto

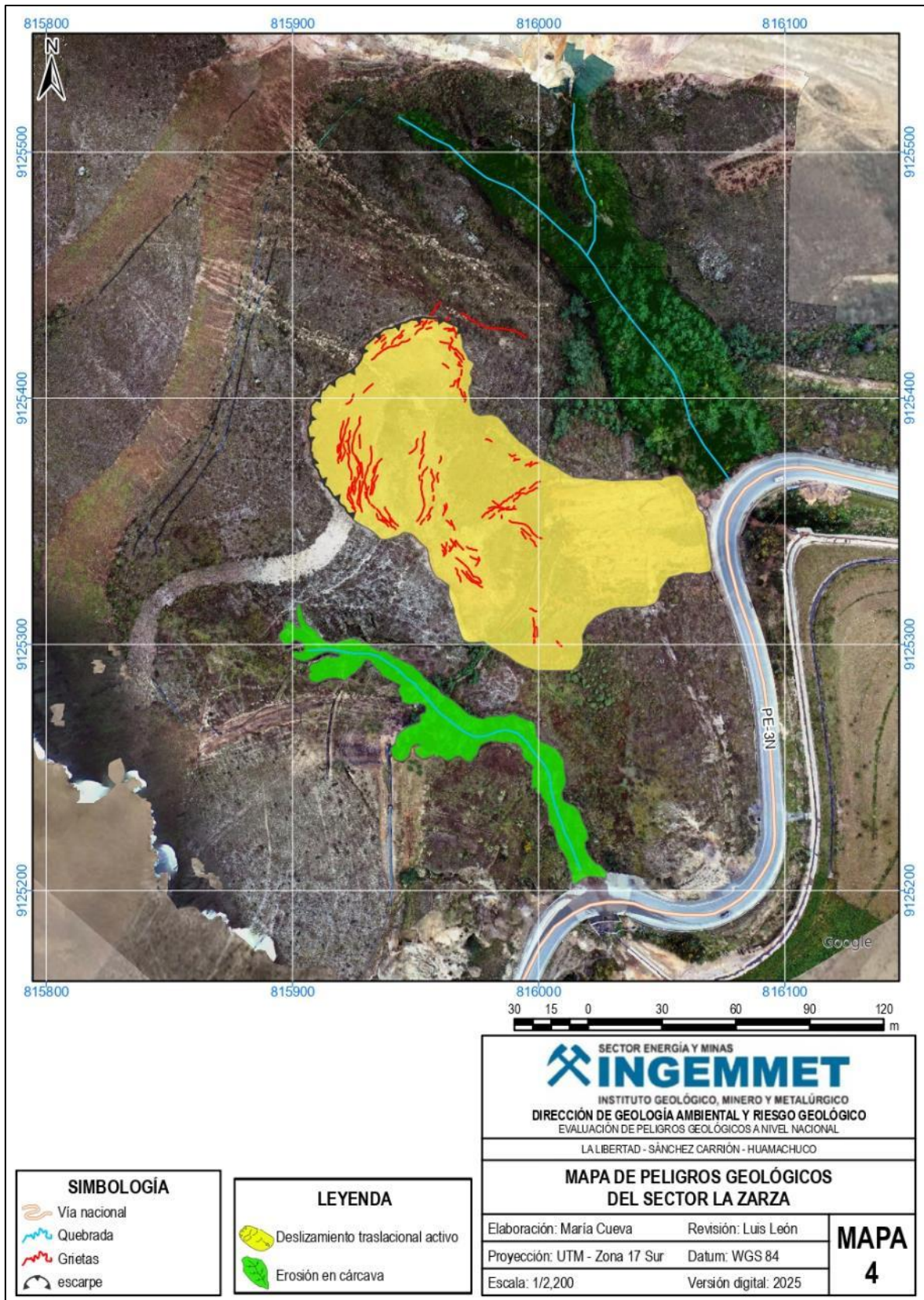
P-pral : Piedemonte proluvial o aluviotorrencial

V-dd : Vertiente con depósito de delizamiento

SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO  
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO  
 EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL  
 LA LIBERTAD - SÁNCHEZ CARRIÓN - HUAMACHUCO

**GEOMORFOLOGÍA DEL SECTOR LA ZARZA**

Elaboración: María Cueva	Revisión: Luis León	<b>MAPA</b> <b>3</b>
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/2,200	Versión digital: 2025	

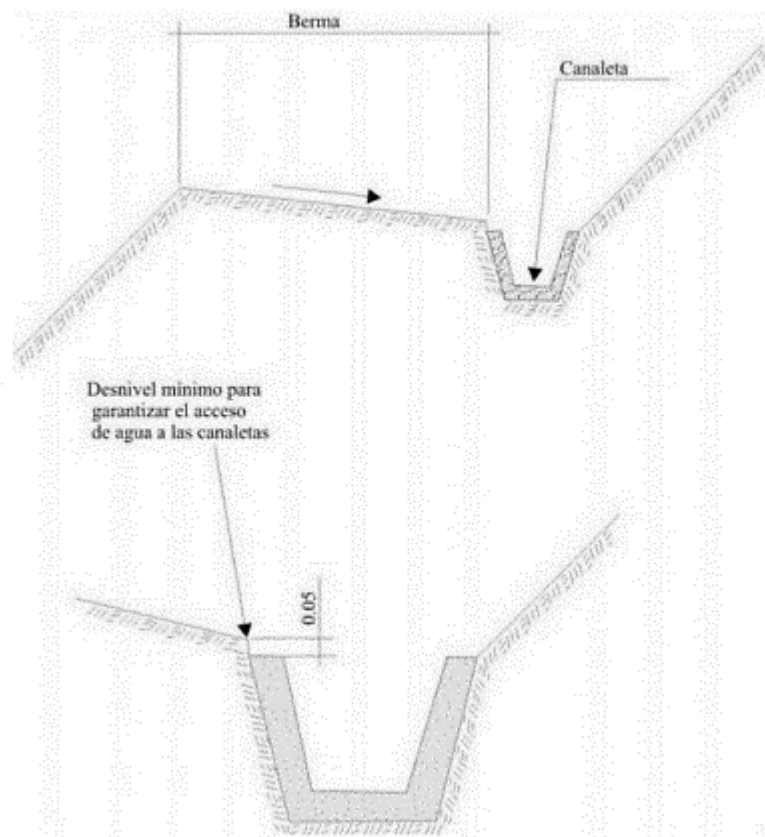




## ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

### 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 los movimientos en masa, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del movimiento en masa. Éstas deben ser construidas en la parte superior al escarpe principal del deslizamiento. 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 49.** Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).