

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

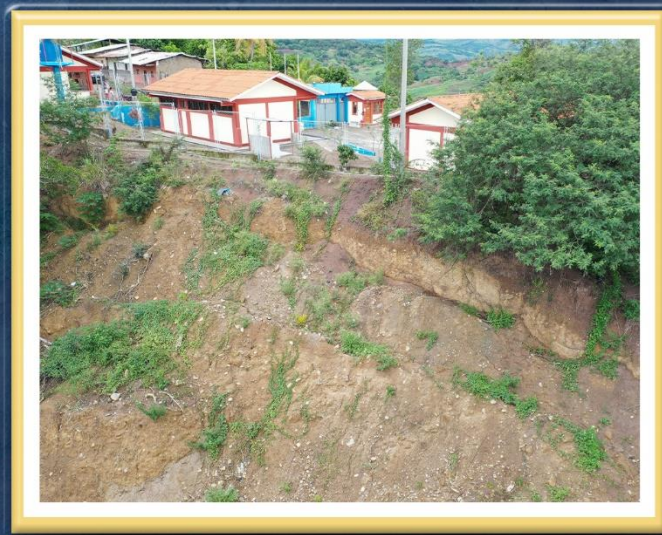
**Informe Técnico N° A7530**

# EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 17301 – CENTRO POBLADO NARANJITOS ALTO

Departamento: Amazonas

Provincia: Utcubamba

Distrito: Cajaruro



AGOSTO  
2024

**EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN LA  
INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 17301 – CENTRO POBLADO NARANJITOS ALTO  
Distrito Cajaruro  
Provincia Utcubamba  
Departamento Amazonas**



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

*Equipo de investigación:*

*Luis Miguel León Ordáz*

*Elvis Rubén Alcántara Quispe*

**Referencia bibliográfica**

León, L. (2024). *Evaluación de peligro geológico por deslizamiento en la institución educativa N° 17301 – centro poblado Naranjitos Alto, distrito Cajaruro, provincia Utcubamba, departamento Amazonas*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N° A7530, 32 p.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
1.1. Objetivos del estudio.....	3
1.2. Antecedentes.....	4
1.3. Aspectos generales .....	4
1.3.1. Ubicación .....	4
1.3.2. Población .....	4
1.3.3. Accesibilidad .....	5
1.3.4. Clima.....	6
<b>2. DEFINICIONES .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....</b>	<b>8</b>
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	8
3.1.1. Formación Sambimera Miembro Superior (PN-s/s) .....	8
3.1.2. Depósitos cuaternarios.....	9
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....</b>	<b>10</b>
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE).....	11
4.2. Pendiente del terreno.....	11
4.3. Unidades Geomorfológicas.....	13
4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional.....	13
4.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional .....	13
4.3.3 Geoformas particulares.....	14
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS .....</b>	<b>15</b>
5.1 Deslizamiento en la Institución Educativa N° 17301, centro poblado Naranjitos Alto. ....	16
5.1.2. Análisis longitudinal.....	19
5.1.3. Características visuales y morfométricas.....	20
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>22</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>24</b>
<b>ANEXO 1. MAPAS .....</b>	<b>25</b>
<b>ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS.....</b>	<b>29</b>

## RESUMEN

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 11)”. Con este trabajo cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno.

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por deslizamiento en la Institución Educativa N° 17301 del centro poblado Naranjitos Alto, distrito Cajaruero, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.

En la zona de estudio afloran, lutitas y limoarcillas gris rojizas (fragmentadas, completamente meteorizadas) y calizas gris parduscas (completamente meteorizadas), de la Formación Sambimera; además se presentan depósitos de origen coluvio-deluvial, compuestos por bloques (6%), gravas (16%) y gránulos (14%), en una matriz limo arcillosa de plasticidad media, que favorece la ocurrencia de movimientos en masa. Sobre estas unidades litológicas se modelan geoformas tipo colinas y lomadas en roca sedimentaria (CL-rs) con terreno de pendiente suave (1° a 5°) a muy fuerte o escarpada (25° a 45°), vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd) de pendiente fuerte a escarpada (25° a 45°) y terraza aluvial antropizada (T-aat) con pendiente suave (1° a 5°) a moderada (5° a 15°).

El tipo de peligro geológico identificado corresponde a un deslizamiento rotacional en un área de 720 m<sup>2</sup>, con un escarpe principal con longitud de 58 m, un salto vertical de 3.2 m, la distancia de la corona a al pie es de 16 m, y ancho 53 m de. Dentro del cuerpo de deslizamiento se han generado agrietamientos con longitudes de hasta 38 m y apertura que varía 5 cm a 10 cm.

La institución educativa N° 17301, objeto de la evaluación, y un poste de conducción de tendido eléctrico, se localizan a pocos metros de la corona del deslizamiento, por lo que se encuentra en peligro y exposición.

Los factores condicionantes son: a) litología y naturaleza incompetente de materiales, compuesto por lutitas y limoarcillas fragmentadas, completamente meteorizadas, b) ladera de pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°), permite que el material se desplace cuesta abajo. c) laderas con escasa vegetación permite filtración directa de agua de las precipitaciones pluviales, d) ausencia de drenajes adecuados y e) canal de riego sin revestimiento, podría estar saturando los terrenos, contribuyendo a la inestabilidad de la ladera.

Por todo lo expuesto, y según las condiciones litológicas y geomorfológicas, el área afectada por el deslizamiento en la Institución Educativa N° 17301 de centro poblado Naranjitos Altos, se considera como **Peligro Alto a Muy Alto**. De incrementarse la actividad del deslizamiento podría ocasionar daños a las aulas de la institución y originar la caída de un poste de tendido eléctrico.

Finalmente, se brindan las recomendaciones necesarias, las cuales deben ser tomadas en cuenta por las autoridades competentes y tomadores de decisiones. Las principales recomendaciones son la construcción zanjas de coronación impermeabilizadas sobre la

corona del deslizamiento. Además, se debe elaborar un informe EVAR para determinar medidas de control a largo plazo.

## 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. 11)”, 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 Municipalidad Provincial de Utcubamba – Bagua Grande, según Oficio N° 294-2023-MPU/A, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en la Institución Educativa N° 17301 – centro poblado Naranjitos Alto.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Luis Miguel León Ordáz y Elvis Rubén Alcántara Quispe, para realizar la evaluación de peligros geológicos en la institución educativa N° 17301 – centro poblado Naranjitos Alto; llevado a cabo el día 28 de abril del 2024.

La evaluación técnica se realizó en 03 etapas: etapa de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET; etapa de campo a través de la observación, toma de datos (sobrevuelos dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y para la etapa final de gabinete se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea 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 Municipalidad Provincial de Utcubamba – Bagua Grande, Oficina de Defensa Civil del Gobierno Regional de Amazonas 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 que pueden afectar a la Institución Educativa N° 17301 – centro poblado Naranjitos Alto, distrito Cajaruro, provincia Utcubamba, departamento de Amazonas.
- 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 geológicos identificados en los trabajos de campo.

## 1.2. Antecedentes

Se han recopilado todos los informes y reportes que abarquen los aspectos geológicos y geodinámicos de la zona de estudio, los cuales se mencionan a continuación:

- Boletín N° 142 Serie A, Geología de los Cuadrángulos Aramango y Bagua Grande, cuadrángulos 11-g y 12-g, Chacaltana C. et al, (2011), donde se describe la geología a una escala 1:50000 (12 – g III); se señala que, en la zona de estudio, se tienen afloramientos de origen sedimentarios y depósitos recientes.
- En Boletín N° 39, Serie C, Estudio de Riesgo Geológico en la Región Amazonas (Medina L. et al., 2009), se elabora un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, a escala 1:250 000; donde la zona evaluada se sitúa sobre áreas con susceptibilidad alta ante la ocurrencia de movimientos en masa.
- Informe Técnico N° A7054, Evaluación geológica del deslizamiento en el sector Limoncito, centro poblado Naranjos Altos, Chiroque, C. (2019), indica que en el sector evaluado se identificó un deslizamiento de tipo rotacional retrogresivo en estado activo, y 3 deslizamientos antiguos adyacentes que abarcan más de 100 m de longitud y afectan principalmente a terrenos de cultivos y vías de acceso.

## 1.3. Aspectos generales

### 1.3.1. Ubicación

La institución educativa N° 17301, objeto de estudio, se sitúa en el centro poblado Naranjitos Alto, distrito Cajaruro, provincia Utcubamba, departamento Amazonas, (Figura 1). En el Cuadro 1 se consigna las coordenadas UTM WGS 84 del sector; además las coordenadas centrales referenciales del evento identificado.

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

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	803530	9357925	-5.8022118	-78.2593307
2	803530	9357570	-5.8054194	-78.2593155
3	803210	9357570	-5.8054333	-78.2621994
4	803210	9357925	-5.8022256	-78.2622147
<b>Coordenada central del movimiento en masa identificado</b>				
Deslizamiento	803318	9357774	-5.8035836	-78.2612305

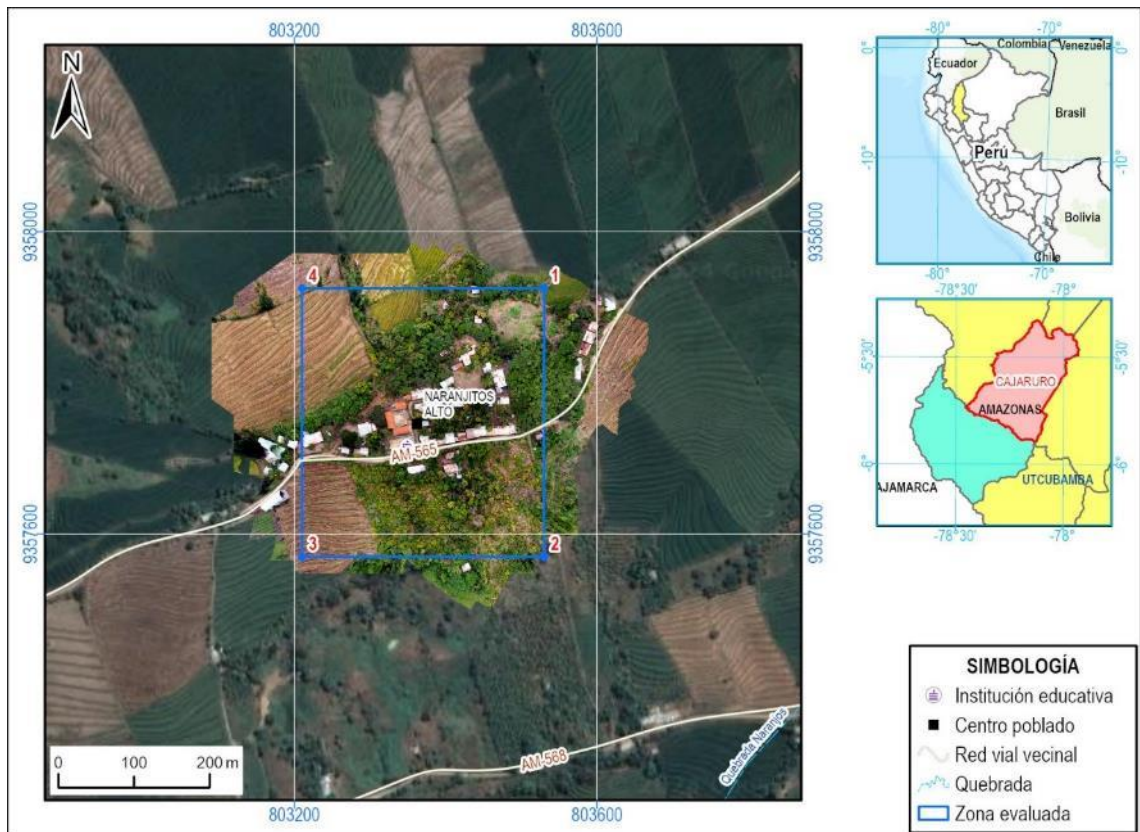
### 1.3.2. Población

De acuerdo a la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas o Censo peruano de 2017 (INEI, 2018), el centro poblado Naranjitos Altos, tiene una población de 130 habitantes (Cuadro 2),

distribuidos en 44 viviendas, con acceso a red pública de agua y energía eléctrica.

**Cuadro 2.** Datos del centro poblado Naranjitos Alto

Descripción	Naranjitos Alto – INEI
Código de Ubigeo y Centro Poblado	0107020099
Longitud	-78.2608383333
Latitud	-5.8038383333
Altitud	669.5
Población	300
Viviendas	90
Agua Por Red Publica	no
Energía eléctrica en la vivienda	si
Desagüe por red publica	no
Institución Educativa Inicial	no
Institución Educativa Primaria	si
Institución Educativa Secundaria	no
Establecimiento de salud	no
Idioma o Lengua hablada con mayor frecuencia	Castellano



**Figura 1.** Ubicación del área evaluada.

### 1.3.3. Accesibilidad

El acceso se realiza por vía terrestre desde la ciudad de Cajamarca, a través de una vía asfaltada - afirmada, hasta el centro poblado Naranjitos Alto (Cuadro3):



**Cuadro 3.** Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Cajamarca – Jaén	Asfaltada y afirmada	324	7 horas 42 minutos
Jaén – Bagua Grande – Naranjitos Alto	Asfaltada y afirmada	102	2 horas

#### 1.3.4. Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), la zona de estudio posee un clima Semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año. Cálido. C (r) A'.

Ocupa 1% del área nacional y se encuentra en pequeñas áreas de Amazonas, San Martín, Huánuco, Pasco y Junín.

El tiempo de esta región está determinado por el Anticiclón del Atlántico Sur, el Jet de bajos niveles al este de los Andes y la Zona de convergencia del Atlántico Sur. En el invierno, los friajes afectan indirectamente a esta región principalmente con precipitaciones, las cuales pueden llegar a ser intensas.

Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 29°C a 33°C y temperaturas mínimas de 19°C a 23°C. Asimismo, los acumulados anuales de lluvias pueden variar entre los 900 mm y 1200 mm aproximadamente.

## 2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a las entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, que no son necesariamente geólogos; por ello se desarrollan algunas definiciones relevantes, considerando como base el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA, 2007), los términos y definiciones se detallan a continuación:

**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 para ingeniería 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.

**Condicionante:** Se refiere a todos aquellos factores naturales o antrópicos que condicionan o contribuyen a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituyen el evento detonante del movimiento.

**Corona:** Zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento ladero abajo. Sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semi paralelas conocidas como grietas de tensión o tracción.

**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 rotacional:** Tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

**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.

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

**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.

**Fractura:** Estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan. Los rangos de fracturamiento rocoso, dependiendo del espaciamiento entre las fracturas, pueden ser: maciza, poco fracturada, medianamente fracturada, muy fracturada y fragmentada.

**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.

**Reactivado:** Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.

**Retrogresivo:** Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado (Cruden y Varnes, 1996).

**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

La descripción geológica se desarrolló en base al Boletín N° 142 Serie A, Geología de los Cuadrángulos Aramango y Bagua Grande, cuadrángulos 11-g y 12-g, Chacaltana C. et al, (2011), complementados y validados con trabajos en campo, análisis de imágenes satelitales, y fotogrametría con dron para caracterizar y delimitar las diferentes unidades litológicas considerando su grado de resistencia y susceptibilidad a procesos de remoción en masa (Mapa 1).

#### 3.1. Unidades litoestratigráficas

Se ha determinado la presencia de:

##### 3.1.1. Formación Sambimera Miembro Superior (PN-s/s)

En el sector afloran lutitas y limoarcillas gris rojizas fragmentadas, completamente meteorizadas y calizas gris parduscas completamente meteorizadas.



**Fotografía 1.** Lutitas y limoarcillas gris rojizas y calizas gris parduscas de la Formación Sambimera.  
**Ubicación:** E: 757566; N: 9209475.

### 3.1.2. Depósitos cuaternarios

#### Depósito coluvio-deluvial (Q-cd)

Son depósitos de suelos acumulados por diversos movimientos en masa, donde el principal agente de transporte ha sido la gravedad y la sobresaturación de los materiales. Se ubican en la parte baja de la Institución educativa N° 17301 – centro poblado Naranjitos Alto, son materiales que han sido originados por diversos movimientos en masa; su granulometría es limoarcillosa de plasticidad media, con bloques y gravas angulosas y sub angulosas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.4, fotografía 2).**



**Fotografía 2.** Muestra de los suelos coluvio-deluviales en el centro poblado Naranjitos Alto.

**Cuadro 4. DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES**

		<input type="checkbox"/> Eluvial	<input type="checkbox"/> Lacustre		
		<input checked="" type="checkbox"/> Deluvial	<input type="checkbox"/> Marino		
		<input checked="" type="checkbox"/> Coluvial	<input type="checkbox"/> Eólico		
		<input type="checkbox"/> Aluvial	<input type="checkbox"/> Orgánico		
		<input type="checkbox"/> Fluvial	<input type="checkbox"/> Artificial		
		<input type="checkbox"/> Proluvial	<input type="checkbox"/> Litoral		
		<input type="checkbox"/> Glaciar	<input type="checkbox"/> Fluvio glaciar		

<b>TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL</b>				
<b>GRANULOMETRÍA</b>	<b>FORMA</b>	<b>REDONDES</b>	<b>PLASTICIDAD</b>	
<b>%</b>				
<input type="checkbox"/> 3 Bolos	<input type="checkbox"/> Esférica	<input type="checkbox"/> Redondeado	<input type="checkbox"/> Alta plasticidad	
<input type="checkbox"/> 3 Cantos	<input checked="" type="checkbox"/> Discoidal	<input type="checkbox"/> Subredondeado	<input checked="" type="checkbox"/> Med. Plástico	
<input type="checkbox"/> 16 Gravas	<input type="checkbox"/> Laminar	<input checked="" type="checkbox"/> Anguloso	<input type="checkbox"/> Baja Plasticidad	
<input type="checkbox"/> 14 Gránulos	<input type="checkbox"/> Cilíndrica	<input checked="" type="checkbox"/> Subanguloso	<input type="checkbox"/> No plástico	
<input type="checkbox"/> 7 Arenas				
<input type="checkbox"/> 40 Limos				
<input type="checkbox"/> 17 Arcillas				

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>TEXTURA</b>	<b>CONTENIDO DE</b>	<b>%</b>	<b>LITOLOGÍA</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Masiva	<input checked="" type="checkbox"/> Harinoso	<input type="checkbox"/> Materia Orgánica	<input type="checkbox"/> Intrusivos	
<input type="checkbox"/> Estratificada	<input type="checkbox"/> Arenoso	<input type="checkbox"/> Carbonatos	<input type="checkbox"/> Volcánicos	
<input type="checkbox"/> Lenticular	<input type="checkbox"/> Áspero	<input type="checkbox"/> Sulfatos	<input type="checkbox"/> Metamórficos	
			<input checked="" type="checkbox"/> Sedimentarios	

<b>COMPACIDAD</b>		
<b>SUELOS FINOS</b>	<b>SUELOS GRUESOS</b>	
<b>Limos y Arcillas</b>	<b>Arenas</b>	<b>Gravas</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Blanda	<input type="checkbox"/> Suelta	<input type="checkbox"/> Suelta
<input type="checkbox"/> Compacta	<input type="checkbox"/> Densa	<input type="checkbox"/> Med. Consolidada
<input type="checkbox"/> Dura	<input type="checkbox"/> Muy Densa	<input type="checkbox"/> Consolidada
		<input type="checkbox"/> Muy Consolidada

**4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS**

Además de la cartografía regional de geomorfología, a escala 1:250 000 del boletín de riesgos geológicos de la región Amazonas se utiliza imágenes y modelos digitales de elevación detallados obtenidos de levantamientos fotogramétricos con dron, desarrollados en abril del 2024, lo cual permitirá estudiar el relieve, pendientes y demás características; con el fin de describir subunidades a detalle (escala 1:2000).

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

La zona evaluada presenta altitudes que van desde los 667m hasta los 722 m, en los cuales se distinguen diez niveles altitudinales (figura 2), con la finalidad de visualizar la extensión con respecto a la diferencia de alturas; el área con mayor pendiente corresponde a terrenos entre altitudes de 702 m y 714 m, con pendiente promedio muy fuerte o escarpada ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ), corresponde a la subunidad geomorfológica vertiente con depósito de deslizamiento y es sobre la cual se asienta la institución educativa evaluada.

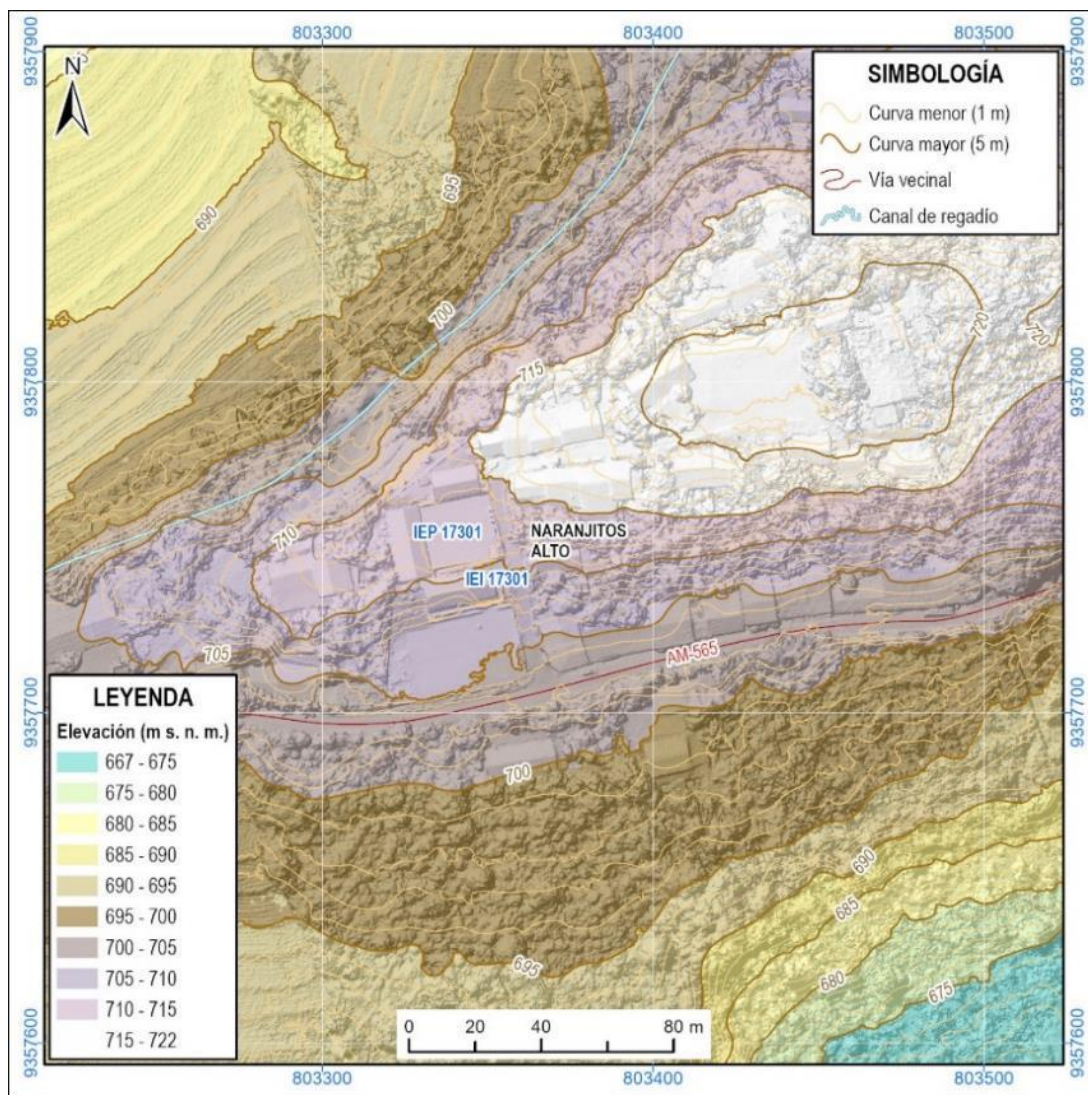


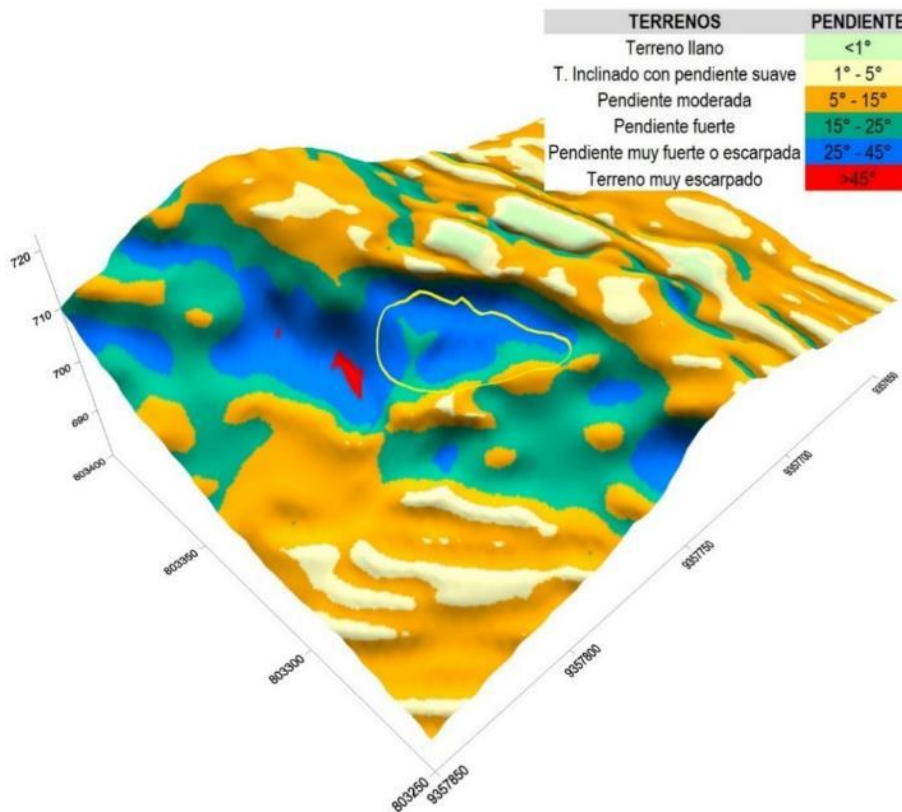
Figura 2. Modelo digital de elevaciones de la zona evaluada.

#### 4.2. Pendiente del terreno

El deslizamiento identificado se viene produciendo en terrenos con pendiente muy fuerte ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ) a terreno muy escarpado ( $>45^\circ$ ), ubicado hacia el norte de la Institución Educativa N° 17301 centro poblado Naranjitos Alto (figura 3 y 4, mapa 2).



**Figura 3.** Deslizamiento se origina en laderas con pendiente muy fuerte (25° a 45°).



**Figura 4.** Modelo 3D de las pendientes en el centro poblado Naranjitos Alto, el deslizamiento está delimitados en línea color amarillo.

### **4.3. Unidades Geomorfológicas**

De acuerdo a su origen, se distinguen geoformas tanto de carácter tectónico degradacional y erosional (montaña y colina en rocas sedimentarias), como de carácter deposicional y agradacional (Vertiente coluvio-deluvial y Vertiente con depósito de deslizamiento); las geoformas se grafican en el Mapa 3.

#### **4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional**

##### **Unidad de colinas y lomadas**

Representada por colinas y lomadas de relieve complejo y en diferentes graos de disección, de menor altura que una montaña (menos de 300 metros desde el nivel de base local), con inclinación de laderas promedio a 16% (Villota, 2005).

##### Sub unidad de colina y lomada en roca sedimentarias (CL-rs)

Corresponde a geoformas modeladas en rocas sedimentaria de alturas menores a 300 m que corresponden al cerro Centinela. Estos relieves se han generado en rocas reducidas por procesos denudativos, conformando elevaciones alargadas.

En el sector evaluado presenta elevaciones de 10m a 15m, de forma alargada, con cima subredondeada a planas, presentan dos drenajes de escorrentía superficial, opuesto en sus laderas, con inclinaciones de sus pendientes de 45°.

#### **4.3.2. Geoformas de carácter deposicional y agradacional**

Son el resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos determinados por fuerzas de desplazamiento y por agentes móviles; tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra mediante el depósito de materiales sólidos resultante de la denudación de terrenos más elevados.

##### **Unidad de Piedemonte**

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

Ocupada al norte de la Institución Educativa N° 17301 (figura 5), lugar de acumulación continua de materiales removidos por movimientos en masa.





**Figura 5.** Vista de las geoformas de colina y lomada en roca sedimentaria (CL-rs) y vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd), en el centro poblado Naranjitos Alto.

### 4.3.3 Geoformas particulares

En el sector evaluado estas geoformas son originadas por actividad antrópica.

#### Subunidad terraza aluvial antropizada (T-aat)

Los depósitos antrópicos son acumulaciones artificiales de suelos naturales o de fragmentos de roca o material de desecho, o mezcla de ambos. En la zona estudiada se identificaron terrenos modificados a terrazas para el cultivo de arroz (fotografía 3).



**Fotografía 3.** En la izquierda de la fotografía se puede ver la geoforma de terraza aluvial antropizada (T-aat), ocupada por cultivos de arroz.

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los movimientos en masa, tienen como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la geometría y pendiente del terreno, el tipo de roca, el tipo de suelos, el tipo de drenaje superficial–subterráneo y el tipo de cobertura vegetal. Son detonados por precipitaciones pluviales intensas y prolongadas que caen en la zona, así como por movimientos sísmicos.

El peligro identificado en la zona evaluada corresponde a un deslizamiento rotacional, que se extiende a pocos metros de la institución educativa N° 17301, del centro poblado Naranjitos Alto.

El substrato litológico sobre el que se asienta la infraestructura educativa, se encuentra compuesta por lutitas y limoarcillas gris rojizas fragmentadas, completamente meteorizadas y calizas gris parduscas completamente meteorizadas de la Formación Sambimera.

Si no se monitorea el avance retrogresivo de este deslizamiento y se implementa medidas correctivas, este podría continuar, afectando la infraestructura, poniendo en riesgo la integridad física de los alumnos y el personal que labora en la Institución Educativa (Figura 6 y 7).



**Figura 6.** Vista de la Institución Educativa N° 17301, que podría ser afectada por el deslizamiento (delimitada por la línea negra).



**Figura 7.** Modelo 3D del centro poblado Naranjitos Alto, el deslizamiento está delimitado en línea amarilla, se aprecia la Institución Educativa expuesta al peligro parte alta del movimiento en masas.

### 5.1 Deslizamiento en la Institución Educativa N° 17301, centro poblado Naranjitos Alto.

Según versión de los pobladores, este movimiento en masa tiene actividad desde el 2020, y ha mostrado varios episodios de reactivación durante la temporada de lluvias (febrero – marzo) hasta el 2024. El deslizamiento se originó con la aparición de grietas en el terreno utilizado como huerto al norte de la institución educativa y fue afectado gradualmente durante la temporada de lluvias intensas generando nuevos agrietamientos y asentamientos.

El principal elemento expuesto es la Institución Educativa N°17301, cuyo escarpe principal se encuentra a 5.5 m de distancia de una de las aulas; así mismo un poste de tendido eléctrico con riesgo muy alto de caer, a 0.5 m.

El escarpe principal tiene una longitud de 73 m y un salto de 3.2 m, (Figura 8); en el cuerpo del deslizamiento encontramos agrietamientos de hasta 38 m de longitud y 7 cm de apertura (figura 9), quedando expuestas una institución educativa y un poste de tendido eléctrico.

Es necesario mencionar que dentro del perímetro de la institución se identificó áreas de terreno sin cobertura vegetal lo que facilita su saturación en temporada de lluvias, también se observa en la parte baja del deslizamiento a 6 m de

distancia un canal de riego sin revestimiento, el cual podría estar contribuyendo a su inestabilidad (figura 10). En el mismo contexto, se observa un área con erosión originada por agua de escorrentía, originando agrietamientos y una depresión, que puede aumentar su tamaño e incrementar la saturación del terreno (figura 11).



**Figura 8.** Acercamiento del escarpe principal del deslizamiento ubicado a pocos metros de la Institución Educativa N° 17301.



**Figura 9.** Agrietamientos paralelos al escarpe principal del deslizamiento activo.



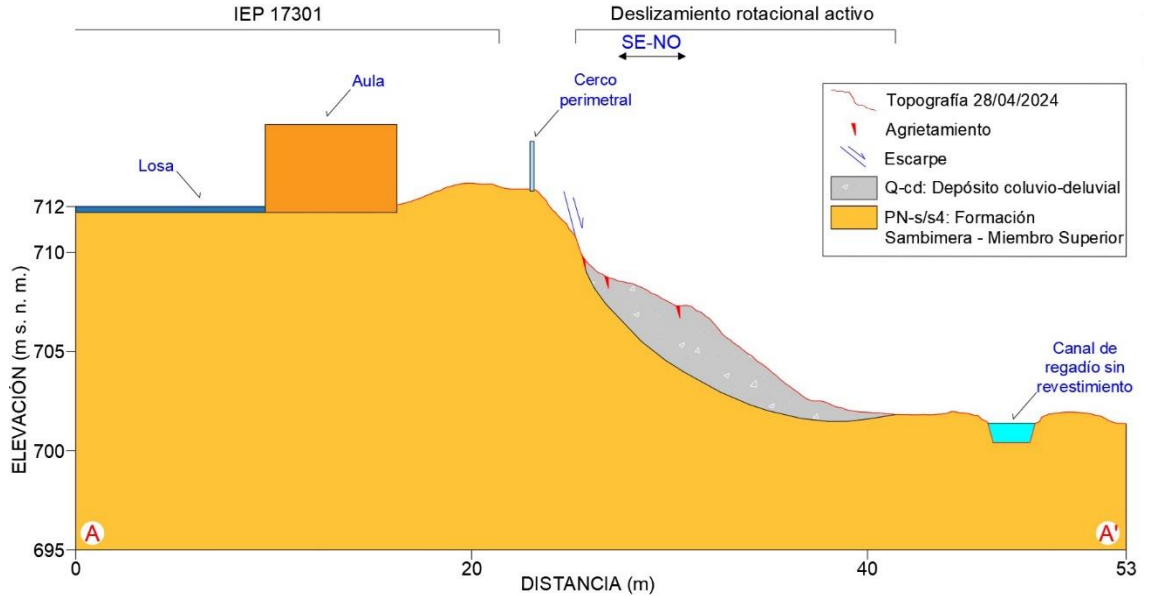
**Figura 10.** Terreno sin ninguna cobertura que impida la infiltración del agua proveniente de las precipitaciones pluviales.



**Figura 11.** Erosión de terreno, genera agrietamientos y depresión del terreno incrementando la saturación por infiltración de agua.

### 5.1.2. Análisis longitudinal

En el perfil longitudinal A-A' (figura 12), se muestra una longitud de 16.2 m de la zona con deslizamiento rotacional, así como la distribución de los materiales geológicos (Formación Sambimera y depósito coluvio – deluvial).



**Figura 12.** Perfil longitudinal A-A' que representa la distribución de los materiales geológicos y la institución educativa expuesta a daños.

La ausencia de drenaje en la ladera con pendiente fuerte (25° a 45°), para evacuar las aguas de precipitación pluvial (escorrentía superficial), sobre el material fragmentado, completamente meteorizado y depósitos no consolidados, generan la sobresaturación; además, la escasa cobertura vegetal, favorece la infiltración y sobresaturación del terreno (Fotografía 4 y 5).



**Fotografía 4.** Se observa la ladera con escasa vegetación y sin sistema para drenar agua de escorrentía originada por precipitación pluvial.

### 5.1.3. Características visuales y morfométricas

- Tipo de movimiento: deslizamiento rotacional.
- Estado: activo.
- Velocidad: moderada (con cada temporada de lluvias, según comentario de los pobladores).
- Tipo de avance: Retrogresivo.
- Composición: bloques (6%), gravas (16%), gránulos (14%), en una matriz limo arcillosa. Los fragmentos de roca son de forma angulosos a sub angulosos.

#### Morfometría:

- Área: 720 m<sup>2</sup>
- Perímetro: 121 m
- Longitud del escarpe: 73 m.
- Diferencia de alturas corona a la punta: 8 m
- Longitud corona a punta: 16 m.

#### Factores condicionantes

- Lutitas y limoarcillas gris rojizas fragmentadas, completamente meteorizadas y calizas gris parduscas completamente meteorizadas de la Miembro Superior (PN-s/s), que generan suelos limosos y depósito coluvio-deluvial, que permite la infiltración y retención del agua.

- Ladera de pendiente fuerte o escarpada ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ), que conforman geformas de colinas y lomadas en roca sedimentaria (CL-rs), muy susceptibles a removerse. Esto permite que el material inestable que se dispone sobre la ladera se desplace cuesta abajo.
- Ausencia de drenajes adecuados, permite la saturación del terreno denudado.
- Escasa vegetación, permite la rápida erosión e infiltración de agua.

#### Factor detonante

- Precipitaciones pluviales de intensidad fuerte.

#### Daños probables

- 1 poste de conducción de electricidad, con riesgo alto de caer (figura 13).
- 1 institución educativa N° 17301 expuesta (figura 13).



**Figura 13.** Poste de conducción de tendido eléctrico e institución educativa expuestos al peligro por deslizamiento.



## 6. CONCLUSIONES

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

- a. El deslizamiento y erosiones de ladera, se han desarrollado sobre lutitas y limoarcillas gris rojizas fragmentadas, completamente meteorizadas y calizas gris parduscas completamente meteorizadas de la Formación Sambimera Miembro Superior (PN-s/s), cubiertas por depósitos de origen coluvio-deluvial, compuesto por bloques (6%), gravas (16%) y gránulos (14%), en una matriz limo arcillosa. Ambos afloramientos litológicos modelan relieves de colinas y lomadas en roca sedimentaria (CL-rs), con pendiente suave ( $1^{\circ}$  a  $5^{\circ}$ ) a muy fuerte o escarpada ( $25^{\circ}$  a  $45^{\circ}$ ), y vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd) con pendiente fuerte a escarpada ( $25^{\circ}$  a  $45^{\circ}$ ).
- b. El deslizamiento que pone en peligro a la institución educativa, abarca un área de  $720 \text{ m}^2$ , el escarpe principal tiene 58 m de longitud, con un salto vertical de 3.2 m. En el cuerpo del deslizamiento se tiene agrietamientos que alcanzan los 38 m de longitud y 5 cm a 10 cm de apertura.
- c. Los factores que condicionan el proceso de deslizamiento son: i) litología y naturaleza incompetente de materiales, compuesto por lutitas y limoarcillas fragmentadas, completamente meteorizadas; ii) ladera de pendiente muy fuerte o escarpada ( $25^{\circ}$  a  $45^{\circ}$ ), muy susceptible a removerse, permite que el material sobre ella se desplace cuesta abajo; iii) laderas con escasa vegetación permiten infiltración directa de agua de precipitaciones pluviales; iv) ausencia de drenajes adecuados y v) canal de riego sin revestimiento, que podría estar saturando los terrenos en la parte baja del movimiento, contribuyendo a la inestabilidad de la ladera.
- d. El factor detonante del deslizamiento son las intensas precipitaciones ocurridas entre febrero y marzo.
- e. El sector donde se presenta el deslizamiento activo y, se considera de **Peligro Alto a Muy Alto**. El deslizamiento podría aumentar su tamaño y ocasionar daños a las aulas de la institución educativa N°17301 y originar la caída de un poste de conducción de tendido eléctrico.

## 7. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que a continuación se brindan tienen por finalidad mitigar el impacto de los peligros geológicos, especialmente deslizamientos. Así mismo, la implementación de dichas recomendaciones permitirá darle mayor seguridad a la población e infraestructura expuesta a los peligros antes mencionados.

- a. Construir drenes impermeabilizados de coronación en la cabecera del deslizamiento, a fin de evitar filtraciones (Anexo 2A – Figura14). También programar continuos trabajos de mantenimiento.
- b. En las áreas sin cobertura vegetal dentro de la Institución Educativa, instalar canales de derivación de aguas superficiales, que eviten la infiltración directa del agua de lluvia evitando saturar el terreno.
- c. Revisar el estado actual de las líneas de conducción de agua potable y desagüe de la Institución educativa, para descartar posibles deterioros e infiltración de agua en el terreno, que estaría contribuyendo con su saturación.
- d. Realizar un estudio geotécnico con la finalidad de determinar la medida de corrección más adecuada que se pueden implementar en la ladera afectada.
- e. Elaborar un informe de evaluación de riesgos EVAR para determinar las medidas de control adecuadas a largo plazo.

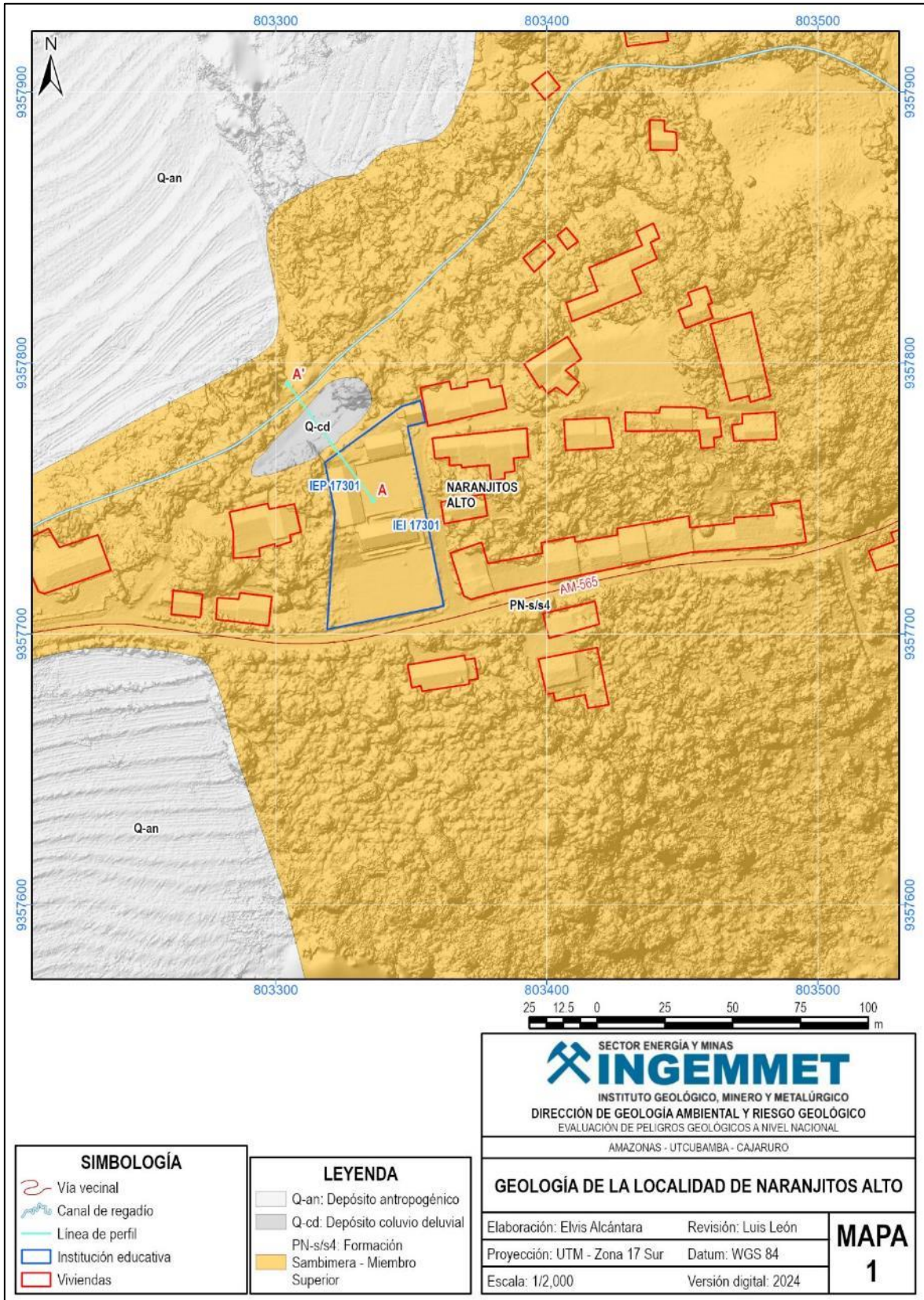
  
LUIS MIGUEL LEON ORDAZ  
Ingeniero Geólogo  
Reg. CIP. N° 215610

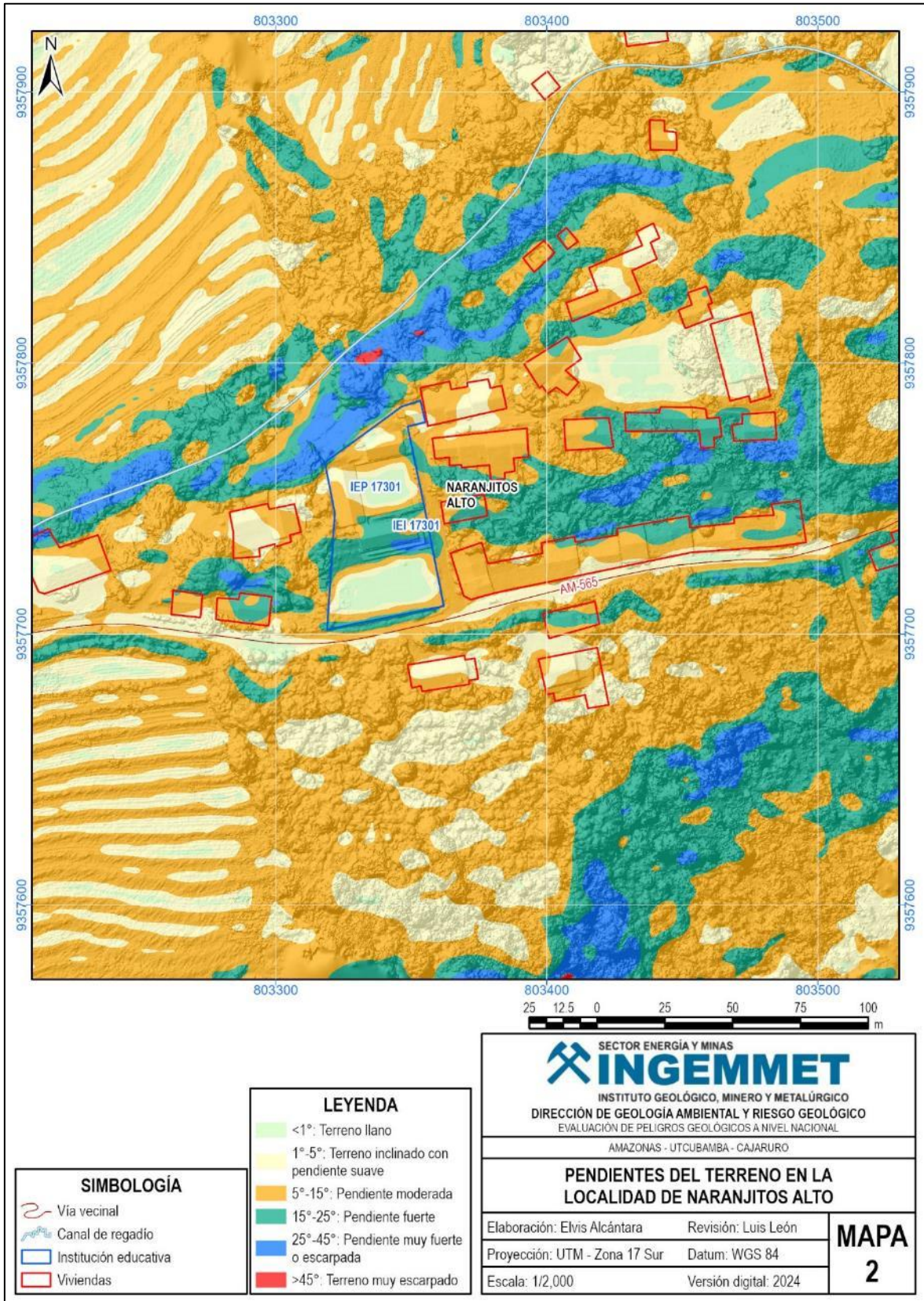
  
Ing. BILBERTO ZAVALA CARRIÓN  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

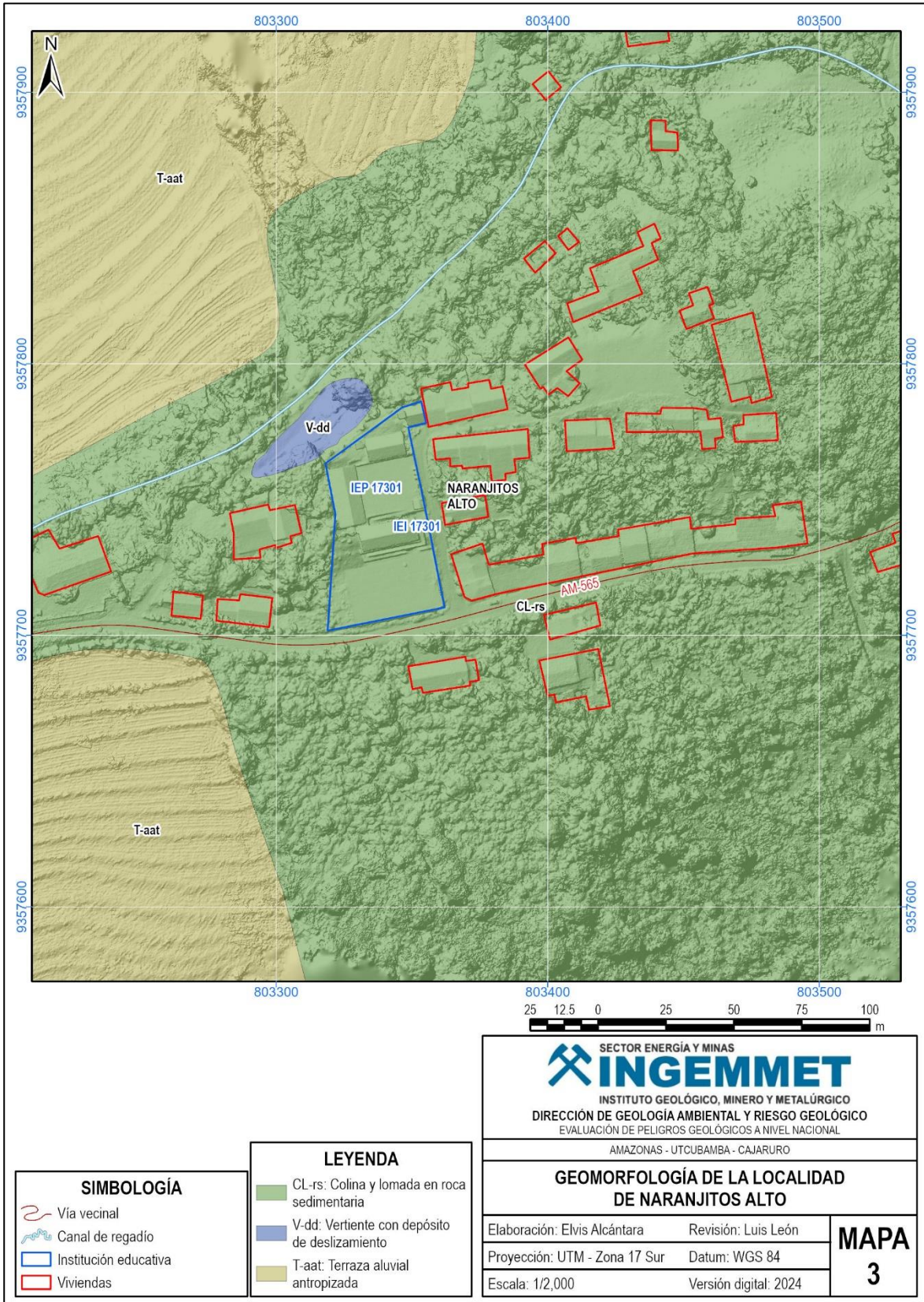
## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Chacaltana, C; Valdivia, W; Peña, D. & Rodríguez, R. (2011). *Geología de los cuadrángulos de Aramango (11-g) y Bagua (12-g)*. INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional.
- 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)
- PMA. (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.
- 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.
- Villota, H. (2005). *Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras* (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Medina, L. et al., (2009). *Riesgo Geológico en la Región Amazonas*. Ingemmet Boletín N° 39, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica.

**ANEXO 1. MAPAS**









## ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

### Para deslizamiento

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 14). 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.

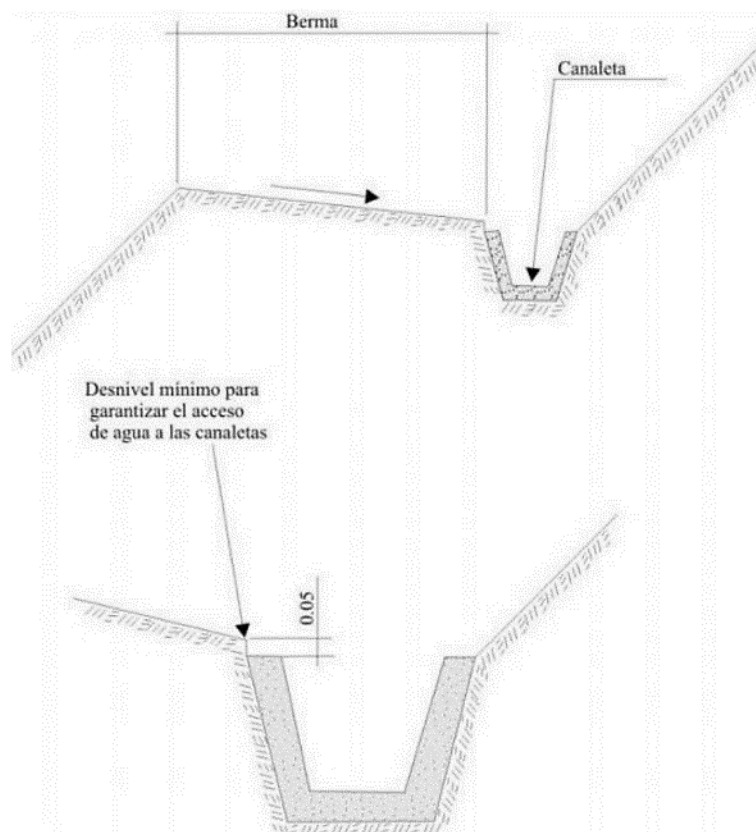


Figura 14. Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).