

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7533**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CENTRO POBLADO EL PALTO

Departamento: Amazonas  
Provincia: Utcubamba  
Distrito: Yamón



SETIEMBRE  
2024

## **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CENTRO POBLADO EL PALTO**

**Distrito Yamón  
Provincia Utcubamba  
Departamento Amazonas**



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

*Equipo de investigación:*

*Luis Miguel León Ordáz*

*Elvis Rubén Alcántara Quispe*

### **Referencia bibliográfica**

*León, L. (2024). Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el centro poblado El Palto, distrito Yamón, provincia Utcubamba, departamento Amazonas. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N°A7533, 30 p.*

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1. Objetivos del estudio.....	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Aspectos generales .....	3
1.3.1. Ubicación .....	3
1.3.2. Población .....	3
1.3.3. Accesibilidad .....	4
1.3.4. Clima.....	5
<b>2. DEFINICIONES .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....</b>	<b>7</b>
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	7
3.1.1. Complejo del Maraón .....	7
3.1.2. Depósitos cuaternarios.....	8
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....</b>	<b>10</b>
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE).....	10
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. Reptación de suelos en el centro poblado El Palto.....	15
5.2. Derrumbe centro poblado El Palto .....	20
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>22</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>23</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 movimientos en masa, tipo reptación de suelos y derrumbes, en el centro poblado El Palto, distrito Yamón, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.

En el contexto litológico, se observan afloramientos de esquistos y gneises del Complejo Marañón, muy fracturados y moderadamente meteorizados, cubiertos por depósitos de origen coluvio-deluvial, conformado por bloques y gravas de formas sub angulosas; en una matriz limoarcillosa de plasticidad media.

Geomorfológicamente en estos afloramientos metamórficos, se modelan y configuran relieves montañosos con laderas de pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°) y vertiente coluvio – deluvial con terreno de pendiente moderada (5° a 15°) a pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°), vertiente coluvial de detritos con pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°). De igual modo, se observa la presencia de depósitos antropogénicos (material utilizado como base en la construcción de obras civiles como viviendas) con pendiente suave (1° a 5°) a fuerte (15° a 25°).

El proceso de reptación de suelos, abarca un área de 1 hectárea, en el cual se asientan 15 viviendas que son afectadas; así mismo se identificó un derrumbe en la parte posterior de las viviendas, al oeste de la vía principal. Su reactivación afectaría la infraestructura de las viviendas y la integridad física de sus moradores y, también podría afectar 20 viviendas adicionales ubicadas en la parte baja.

La ocurrencia de los peligros mencionados y su probable reactivación se condicionan por factores litológicos, naturaleza incompetente de materiales, limos de plasticidad media del depósito coluvio-deluvial; cortes en los taludes para construcción de viviendas; ladera de pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°), permite que el material inestable se desplace cuesta abajo; deforestación de ladera para instalación de cultivos de café y ausencia de drenajes adecuados. Los factores detonantes son las lluvias prolongadas de intensidad fuerte y el riego por inundación.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas mencionadas anteriormente, el proceso de reptación de suelos y derrumbe, se consideran como **Peligro Alto a Muy Alto**. Podrían aumentar su dimensión y ocasionar daños severos en las viviendas y afectar la integridad física de sus moradores.

Finalmente, se brindan las recomendaciones necesarias, las cuales deben ser tomadas en cuenta por las autoridades competentes y tomadores de decisiones. Teniendo principalmente: la construcción de drenes impermeabilizados, evitar el riego por inundación; además de reforestar las laderas con especies nativas. Se recomienda también la elaboración de un informe EVAR para determinar medidas de control a largo plazo.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico 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 de la Municipalidad Distrital de Yamón, según Oficio N° 0263-2023/MDY-ALC, en el marco de nuestras competencias se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en el centro poblado El Palto.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Luis Miguel León Ordáz y Elvis Rubén Alcántara Quispe, realizar la evaluación de peligros geológicos en centro poblado El Palto; llevado a cabo el día 29 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 la población local afectada; para la etapa final de gabinete se realizó el procesamiento de la 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 Distrital de Yamón, 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 en el centro poblado El Palto, distrito Yamón, 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 cuenta con boletines, informes y reportes que abarcan aspectos geológicos y geodinámicos de la zona evaluada, los cuales se mencionan a continuación:

- Boletín N° 56, Serie A: Carta Geológica Nacional; Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar. Hojas: 12-g, 12-h, 13-g, 13-h, 13-i, 14-h y 15-h (Escala 1: 100 000); (Sánchez, 1995). Según el mapa de Lonya Grande (13g), se indica que en el sector evaluado se tiene afloramientos de esquistos gris verdosos, en tanto que los gneises grises a rosados del Complejo del Marañón.
- En Boletín N° 39, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica; Riesgo Geológico en la Región Amazonas (Medina et al, 2009), elaboró un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, a escala 1:250 000; donde la zona evaluada se sitúa sobre áreas con susceptibilidad media a alta por movimientos en masa.

## 1.3. Aspectos generales

### 1.3.1. Ubicación

El centro poblado El Palto, políticamente pertenece a la jurisdicción distrital de Yamón, provincia Utcubamba y 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	777760	9335050	-6.010026	-78.490928
2	777760	9334435	-6.015584	-78.490898
3	777200	9334435	-6.015607	-78.495956
4	777200	9335050	-6.010049	-78.495979
Coordenada central del movimiento en masa identificado				
CC	777509	9334793	-6.012359	-78.493179

### 1.3.2. Población

De acuerdo con 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 El Palto, tiene una población de 600 habitantes (cuadro 2), distribuidos en 120 viviendas, con acceso a energía eléctrica y desagüe.

**Cuadro 2.** Datos del centro poblado El Palto.

Descripción	El Palto – INEI
Código de Ubigeo y Centro Poblado	0107070018
Longitud	-78.4940851445
Latitud	-6.01313860868
Altitud	1136.6
Población	600
Viviendas	120

Descripción	El Palto – INEI
Agua Por Red Publica	No sabe
Energía eléctrica en la vivienda	si
Desagüe por red publica	si
Institución Educativa Inicial	si
Institución Educativa Primaria	si
Institución Educativa Secundaria	si
Establecimiento de salud	si
Idioma o Lengua hablada con mayor frecuencia	Castellano

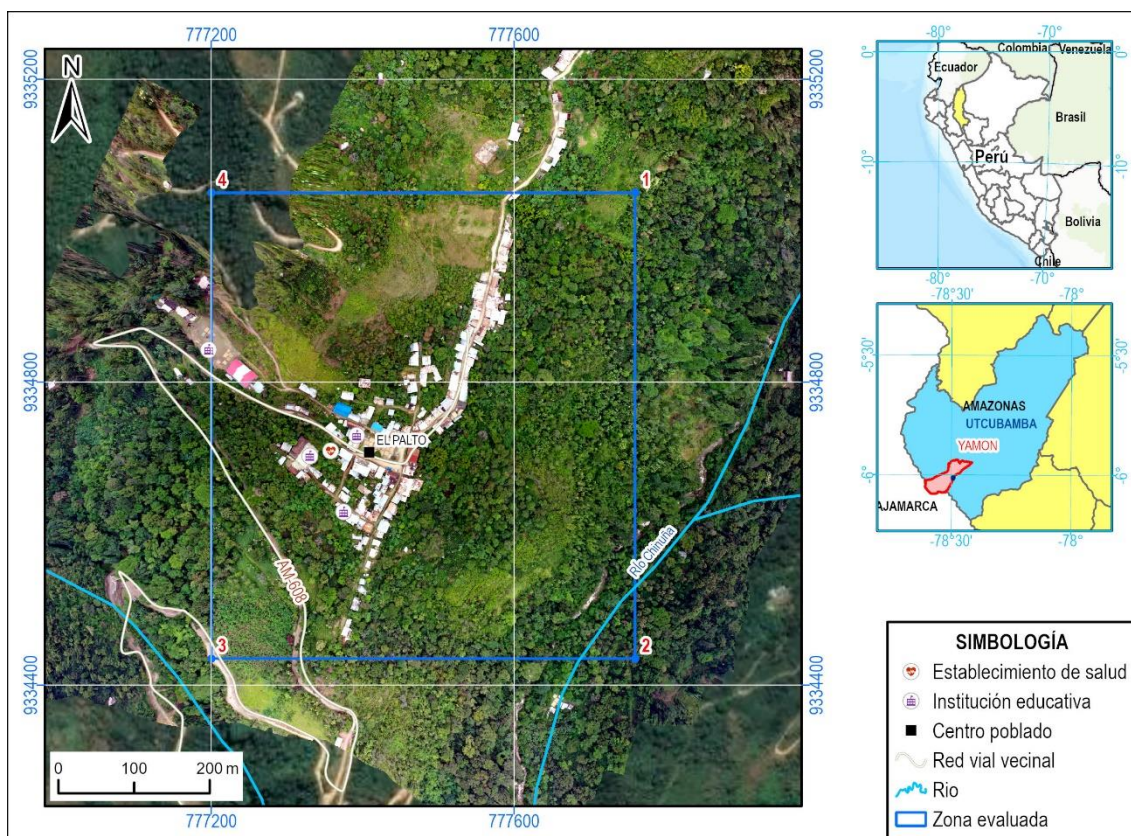


Figura 1. Imagen satelital con ubicación del área evaluada.

### 1.3.3. Accesibilidad

El acceso se realiza por vía terrestre desde la ciudad de Cajamarca, a través de una vía asfaltada - afirmada, hasta Lonya Grande y El Palto, distrito Yamón, provincia Utcubamba y departamento Amazonas, con datos de distancia y tiempo de traslado señalados en el Cuadro 3:

Cuadro 3. Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cajamarca – Jaén – Lonya Grande	Asfaltada – Afirmada	433.9	10 hora 30 minutos
Lonya Grande – El Palto	Asfaltada – Afirmada	39	1 hora 45 minutos

### 1.3.4. Clima

La zona evaluada, tomando como referencia el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), posee un clima Semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año. Templado. C (r) B'.

Esta región presenta durante el año, en promedio temperaturas máximas de 21°C a 25°C y temperaturas mínimas de 7°C a 11°C. Los acumulados anuales de lluvias en estas zonas pueden alcanzar valores desde los 700 mm hasta los 2000 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:

**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.

**Aluvial:** Génesis de la forma de un terreno o depósito de material debida a la acción de las corrientes naturales de agua.

**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. En este tipo de suelos es muy importante el efecto del agua sobre su comportamiento.

**Caída:** Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando (Varnes, 1978). Se clasifican en caídas de rocas, suelos y derrumbes.

**Coluvial:** Forma de terreno o material originado por la acción de la gravedad.

**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.



**Deluvial:** Terreno constituido por enormes depósitos de materiales que fueron transportados por grandes corrientes de agua.

**Derrumbe:** Desplome de una masa de roca, suelo o ambos por gravedad, sin presentar una superficie o plano definido de ruptura, y más bien una zona irregular. Se producen por lluvias intensas, erosión fluvial; rocas muy meteorizadas y fracturadas.

**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.

**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.

**Inactivo latente:** Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

**Inundación fluvial:** Terreno aledaño al cauce de un río, que es cubierto por las aguas después de una creciente. Las causas principales de las inundaciones son las precipitaciones intensas, las terrazas bajas, la dinámica fluvial y, en algunos casos, la deforestación.

**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. Los rangos de meteorización se clasifican en: roca fresca, ligeramente meteorizada, moderadamente meteorizada, altamente meteorizada, completamente meteorizada y suelo residual.

**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.

**Reptación de suelos:** Movimiento lento del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La reptación puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo.

**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° 56, Serie A: Carta Geológica Nacional; Geología del cuadrángulo de Lonya Grande. Hoja: 13-g, a escala 1:100 000 (Sánchez, A. 1995), complementados con análisis de imágenes satelitales, y fotogrametría y validados con trabajos en campo (Mapa 1).

#### 3.1. Unidades litoestratigráficas

Comprenden unidades de origen metamórfico y depósitos cuaternarios no consolidados, producto de movimientos en masa.

##### 3.1.1. Complejo del Marañón

En el sector evaluado afloran esquistos gris verdosos, y gneises grises a rosados en menor proporción, asociados con vetas de cuarzo que corresponden al Complejo del Marañón, los cuales se encuentran muy fracturados y moderadamente meteorizados (fotografía 1).



**Fotografía 1.** Afloramiento de esquistos y gneises muy fracturados, moderadamente meteorizados, coordenadas UTM WGS84 17M. 777240, 9334380.

### 3.1.2. Depósitos cuaternarios

En la zona de estudio se exponen depósitos cuaternarios que fueron diferenciados de acuerdo con su composición y tiempo de depositación, entre los cuales tenemos:

#### **Depósito coluvio-deluvial (Q-cd)**

Proviene de diversos movimientos en masa, transportados por la gravedad e influencia del agua. Se encuentran sobre las laderas de montañas.

Se le asigna una edad Cuaternario-Holoceno. Dentro de este tipo de depósito se encuentran los materiales generados por movimientos en masa de tipo deslizamientos, derrumbes, entre otros

Estos depósitos se ubican en la parte media del sector evaluado, conformado por bloques y gravas angulosas a sub angulosas; en una matriz limoarcillosa de plasticidad media, (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.4,** fotografía 2).

**Cuadro 4. DESCRIPCIÓN DE FORMACIONES SUPERFICIALES**

<b>TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL</b>		<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>GRANULOMETRÍA</b>	<b>FORMA</b>	<b>REDONDES</b>	<b>PLASTICIDAD</b>
%			
<input type="checkbox"/> 7 Bolos	<input type="checkbox"/> Esférica	<input type="checkbox"/> Redondeado	<input type="checkbox"/> Alta plasticidad
<input type="checkbox"/> 10 Cantos	<input checked="" type="checkbox"/> Discoidal	<input type="checkbox"/> Subredondeado	<input checked="" type="checkbox"/> Med. Plástico
<input type="checkbox"/> 15 Gravas	<input type="checkbox"/> Laminar	<input checked="" type="checkbox"/> Anguloso	<input type="checkbox"/> Baja Plasticidad
<input type="checkbox"/> 17 Gránulos	<input type="checkbox"/> Cilíndrica	<input checked="" type="checkbox"/> Subanguloso	<input type="checkbox"/> No plástico
<input type="checkbox"/> 6 Arenas			
<input type="checkbox"/> 27 Limos			
<input type="checkbox"/> 18 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"/>	<input type="checkbox"/> Intrusivos
<input type="checkbox"/> Estractificada	<input type="checkbox"/> Arenoso	<input type="checkbox"/> Carbonatos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Volcánicos
<input type="checkbox"/> Lenticular	<input type="checkbox"/> Aspero	<input type="checkbox"/> Sulfatos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Matamórficos
			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Sedimentarios

<b>COMPACIDAD</b>		
<b>SUELOS FINOS</b>	<b>SUELOS GRUESOS</b>	
<b>Limos y Arcillas</b>	<b>Arenas                      Gravos</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



**Fotografía 2.** Detalle de un depósito coluvial en el centro poblado El Palto.  
Coordenadas UTM WGS84 17M. 777471, 9334816.

#### **Depósito coluvial (Q-co)**

Los depósitos coluviales se encuentran en las laderas, constituyendo depósitos de piedemonte, producto de caídas de rocas o derrumbes de corto recorrido. Están conformados por material de formas angulosos. Poseen espesor variable, dependiente de la pendiente y morfología de las laderas de las montañas. Se identificaron estos depósitos en las áreas donde se identificaron los derrumbes.

#### **Depósito antropogénico (Q-an)**

Depósito antrópico o antropógeno, es un término que vincula directamente al ser humano. Para el área de estudio está asociado principalmente al material utilizado para el afirmado de las vías y material para construcción de viviendas.

### **4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS**

Además de la geomorfología regional, a escala 1:250 000 del boletín de riesgos geológicos de la región Amazonas, se utilizó 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 931 m hasta los 1269 m (figura 2), en los cuales se distinguen catorce 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 1025 m a 1075 m, con terreno de pendiente promedio muy fuerte (25° a 45°) a muy escarpado (>45°), correspondiendo a la geofoma montaña y colina en roca metamórfica.

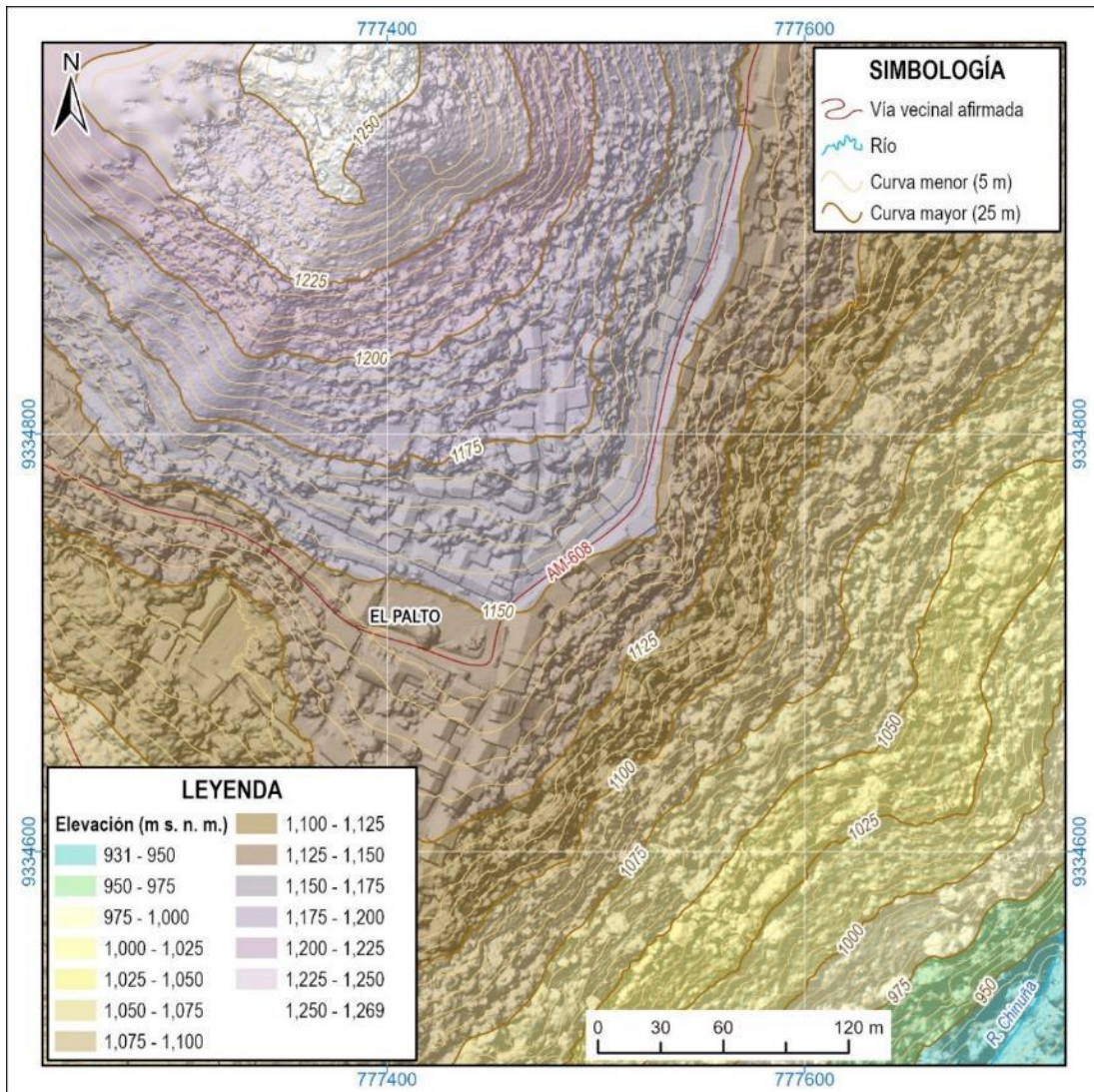


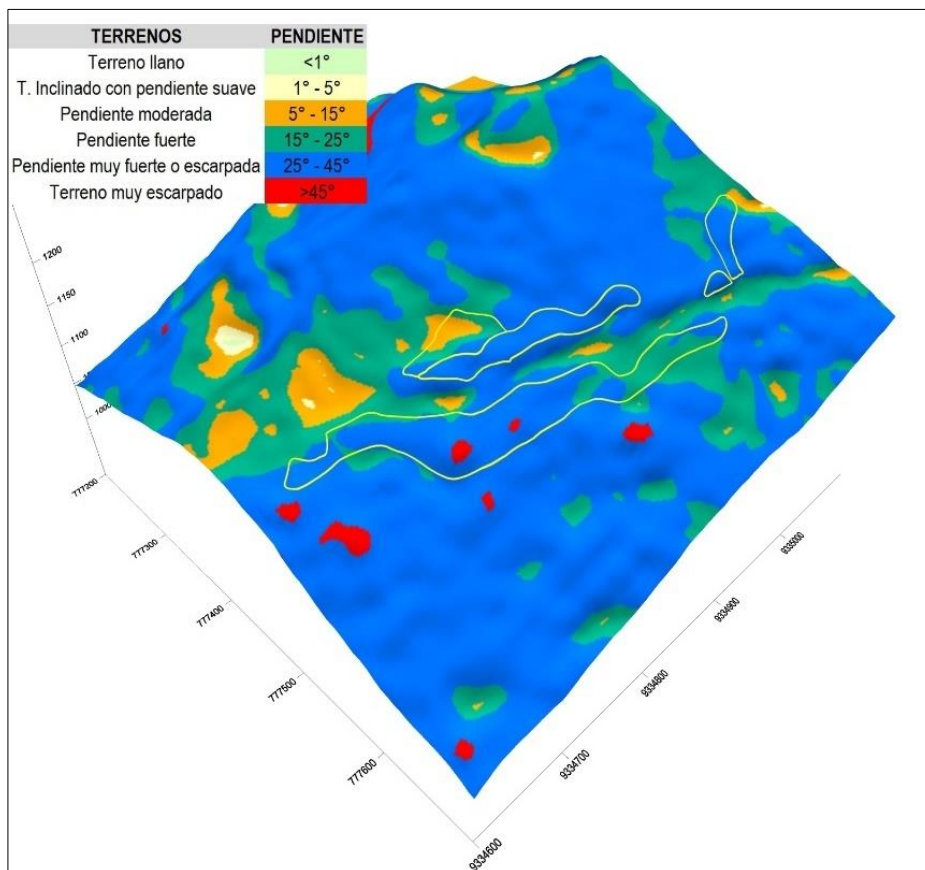
Figura 2. Modelo digital de elevaciones de la zona evaluada.

#### 4.2. Pendiente del terreno

La zona evaluada en el área urbana, presenta terrenos de pendiente suave (1° a 5°), moderada (5° a 15°), fuerte a muy fuerte (15 a 45°). Laderas de montañas muestran pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°) (figuras 3 y 4; mapa 2).



**Figura 3.** El centro poblado El Palto está asentado en una ladera de pendiente muy fuerte (25° a 45°).



**Figura 4.** Modelo 3D de las pendientes en el centro poblado El Palto; los movimientos en masa identificados están delimitados con líneas amarillas.

### **4.3. Unidades Geomorfológicas**

La cartografía geomorfológica y la delimitación de unidades geomorfológicas se realizó utilizando el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve (erosión o acumulación), individualizando cuatro tipos generales y específicos del relieve en función de la altura relativa, diferenciándose terrazas, vertientes, piedemontes, montañas y otras geoformas.

De acuerdo con su origen, se distinguen geoformas tanto de carácter tectónico degradacional y erosional (montaña en rocas sedimentarias), como de carácter deposicional y agradacional (vertiente coluvial de detritos, vertiente con depósito de deslizamiento y depósito antrópico); las geoformas se grafican en el mapa 3.

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

##### **Unidad de Montaña**

Las montañas presentan una mayor distribución en las zonas evaluadas, se considera dentro de esta unidad a las geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local; se reconocen como cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza (levantamiento, glaciación, etc.). Sus laderas presentan como pendiente promedio superior al 30%, cuya cima puede ser aguda, sub aguda, semi redondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas pueden ser regulares, irregulares y complejas (como se cita en Villota, 2005).

##### Sub unidad de montaña en roca metamórfica (M-rm)

Son cerros conformados por rocas metamórficas, gneis y esquistos con venas de cuarzo, reducidos por procesos denudativos. Presentan elevaciones alargadas, con laderas disectadas, con pendiente fuerte a escarpada (15° - 45°). Estas geoformas presentan susceptibilidad a ser afectados por movimientos en masa.

Se identificaron estas formas del relieve al este y oeste del área urbana del centro poblado El Palto.

#### **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

Superficie inclinada al pie de los sistemas montañosos, formada por caídas de rocas o por el acarreo de material aluvial arrastrado por corrientes de agua estacional y de carácter excepcional.

### Subunidad de vertiente o piedemonte coluvial de detritos (V-d)

Corresponde a terrenos removidos recientemente por acción de un derrumbe activo, con relieve abrupto y pendiente muy fuerte (25° - 45°).

En el sector evaluado se ubican en dirección este a la zona urbana.

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

Son los terrenos en lento movimiento ladera abajo, ubicados en un sector con relieve cóncavo de pendiente fuerte (5°-15°) a muy fuerte (25° - 45°).

### 4.3.3. Geformas particulares

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

#### Subunidad de depósito antrópico (Dan)

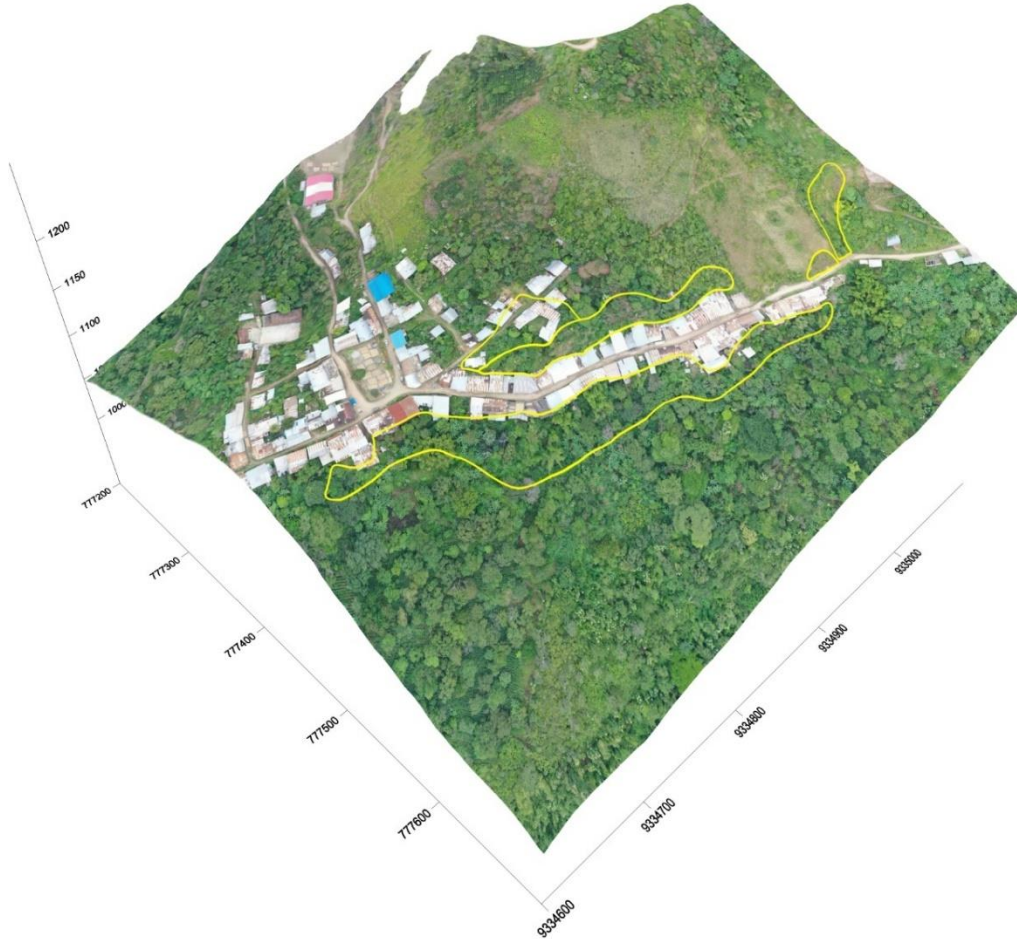
Los depósitos antrópicos son acumulaciones artificiales de suelos naturales o de fragmentos de roca o material de desecho, o mezcla de ambos. En la zona estudiada se identificaron como depósitos acumulados por máquinas, para afirmado de las vías en el sector urbano del centro poblado El Palto (figura 5).



**Figura 5.** Vista de las geformas de montaña en rocas metamórficas (M-rm), depósito antrópico (Dan) y vertiente coluvial de detritos (V-d) y vertiente coluvio deluvial (V-cd), en el centro poblado El Palto.

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el centro poblado El Palto, se identificó un proceso de reptación que está afectando 15 viviendas y terrenos de cultivos; así mismo un derrumbe tipificado como inactivo-latente (figura 6), los cuales se describen a continuación.



**Figura 6.** Modelo 3D, se observa de los movimientos en masa (en línea amarilla), en el centro poblado El Palto.

### 5.1. Reptación en el centro poblado El Palto

El proceso de reptación de suelos, se origina en un terreno de forma cóncava, a consecuencia de la pendiente muy fuerte o escarpada, inadecuado manejo de las escorrentías superficiales, un sistema de drenaje inadecuado y sobresaturación por lluvias intensas. El movimiento lento y superficial, viene generando agrietamientos, con una longitud entre 2 a 3 m, 1 a 2 a cm de ancho, afectando la infraestructura de viviendas y cunetas (figuras del 7 al 12).



**Figura 7.** Vivienda con agrietamiento de longitud 3.2 m y ancho 17 cm.  
Coordenadas UTM WGS84 17M. 777505, 9334782



**Figura 8.** Pared de fachada de vivienda afectada con grietas con longitud 1 a 2 m y ancho de 1 a 2 cm.  
Coordenadas UTM WGS84 17M. 777447, 9334685.



**Figura 9.** Pared de vivienda, presenta grietas de longitud 1.5 m y ancho de 1 a 7 cm; producto de la reptación.  
Coordenadas UTM WGS84 17M. 777468, 9334817.



**Figura 10.** Cuneta de drenaje afectada por reptación.  
Coordenadas UTM WGS84 17M. 777449, 9334681.



**Figura 11.** Vivienda afectada con grietas en la pared, con longitud de 1.20 m y ancho de 1 a 2 cm.  
Coordenadas UTM WGS84 17M. 777493, 9334805.



**Figura 12.** Piso de vivienda que muestra grietas con longitud de 2 a 3 m y ancho de 1 a 2.5 cm.  
Coordenadas UTM WGS84 17M. 777471, 9334816.

### 5.1.2 Análisis longitudinal

En el perfil longitudinal A-A'-A'' (Figura 13), se observa las zonas con procesos de reptación y derrumbe, así como la distribución de los materiales geológicos del (Complejo Marañón) y las viviendas expuestas a movimientos en masa.

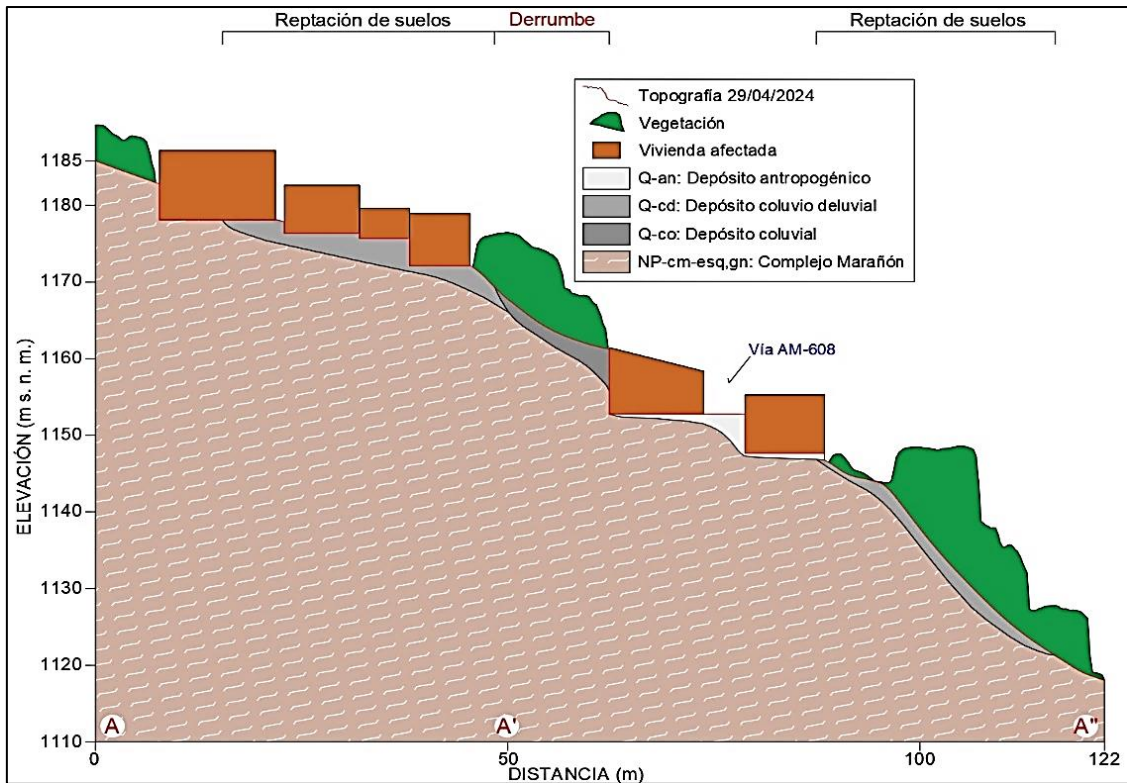


Figura 1. Perfil longitudinal A-A'-A'' en el centro poblado El Palto.

### **Características visuales y morfométricas**

Tipo de movimiento: reptación.

Estado: activo.

Velocidad: lenta.

Composición: suelos coluvio – deluviales, compuestos por bloques (7%), cantos (10%), gravas (15%), gránulos (17%), arenas (6%), limos (27%) y arcillas (18%).

Deformación del terreno: ondulado

### **Morfometría:**

Área: 1 ha.

Perímetro: 859 m.

Diferencia de alturas corona a la punta: 30 m.

Longitud horizontal corona a punta: 40 m.

### **Factores condicionantes**

Litología y naturaleza incompetente de materiales, compuesto por limos de baja plasticidad de un depósito coluvio-deluvial, sobre esquistos y gneis muy fracturadas y moderadamente meteorizadas del Complejo marañón.

Ladera de pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°), muy susceptibles a removerse.

Modificación de la pendiente del terreno (cortes de talud en laderas).

Deforestación de las laderas para cultivos agrícolas.

Ausencia de drenajes adecuados.

Aumento del peso del material inestable por la saturación del terreno.

### **Factor detonante**

- Precipitaciones pluviales intensas y prolongadas.
- Uso de riesgo no adecuado de los terrenos agrícolas.

### **Daños ocasionados por el movimiento en masa**

- 15 viviendas afectadas.

## **5.2. Derrumbe en el centro poblado El Palto**

En la parte posterior de las viviendas ubicadas al oeste de la vía principal del centro poblado El Palto, se evidencia un proceso de derrumbe (figura 14), activado por precipitaciones pluviales intensas, coadyuvado por la pendiente escarpada ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ) y depósitos de origen coluvio-deluvial, de fácil erosión y remoción.

La zona de arranque es de 128 m longitudinales y 17 m de distancia entre la zona de arranque y el pie del derrumbe, con un ancho de 387 m, un área de  $2900 \text{ m}^2$  y un perímetro de 422 m.

En la ladera se observan bloques sueltos de hasta 0.7 m de diámetro aproximadamente, los cuales podrían ceder cuesta abajo y afectar las viviendas que colindan con el movimiento y atentar con la integridad física de sus moradores.



**Figura 2.** Derrumbe ubicado sobre viviendas del centro poblado El Palto.

### **Factores condicionantes**

- Depósito coluvio-deluvial, permite infiltración y retención de agua (figura 15).
- Modificación del terreno (cortes de talud en laderas), para construcción de viviendas.

- Terrenos denudados para ocuparlos con cultivos de café, la usencia de drenajes adecuados contribuye con la infiltración de agua y saturación del terreno y por ende aumento de peso de la masa inestable (figura 16).
- Ladera de pendiente muy fuerte o escarpada ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ), permite que el material saturado que se dispone sobre la ladera se desplace cuesta abajo.



**Figura 3.** Depósito coluvio-deluvial (corte de talud para construcción de vivienda).



**Figura 4.** Desarrollan actividades agrícolas (cultivos de café), en laderas de pendiente muy fuerte.

**Factor detonante**

Precipitaciones pluviales de intensidad fuerte y prolongada.  
La ocurrencia de sismos, puede incrementar su tamaño y avance.

**Daños ocasionados y probables**

20 viviendas expuestas al peligro.



## 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 proceso de reptación de suelos y derrumbes se han desarrollado sobre depósitos de origen coluvio-deluvial, compuestos por bloques (7%), cantos (10%), gravas (15%), gránulos (17%), arenas (6%), limos (27%) y arcillas (18%), bajo este material encontramos esquistos y gneises, muy fracturados y moderadamente meteorizados; que pertenecen al Complejo del Marañón
- b. Geomorfológicamente la zona evaluada se ubica sobre montañas en roca metamórficas con pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°), vertiente coluvio – deluvial en pendiente moderada (5° a 15°) a pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°), vertiente coluvial de detritos con pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°) y depósito antrópico con pendiente suave (1° a 5°) a fuerte (15° a 25°).
- c. En el centro poblado El Palto se ha identificado un proceso de reptación en suelos que afecta 15 viviendas. El movimiento se encuentra sobre suelos limoarcillosos de plasticidad media, provenientes de un antiguo depósito coluvio-deluvial que cobertura un macizo rocoso de esquistos y gneises del Complejo Marañón; así mismo al oeste de la vía principal se identificó un derrumbe, el cual podría afectar las viviendas y atentar contra la integridad física de los moradores.
- d. Los factores que condicionan el proceso de reptación son: a) litología y naturaleza incompetente de materiales, compuesto por limos de plasticidad media, de un depósito coluvio-deluvial, b) modificación de la pendiente del terreno (cortes de talud en laderas para construcción de viviendas), c) ladera de pendiente muy fuerte o escarpada (25° a 45°), muy susceptibles a removerse, permite que el material inestable sobre la ladera se desplace cuesta abajo. d) deforestación de las laderas para instalación de cultivos agrícolas y e) ausencia de drenajes adecuados.
- e. El factor detonante son las lluvias de intensidad fuerte y prolongadas y el riego por inundación a los cultivos ubicados en la parte alta del área urbana del centro poblado El Palto.
- f. La reptación de suelos afectó 15 viviendas, sin embargo, la continuidad del movimiento puede afectar adicionalmente 20 viviendas y 220 m de la vía principal. Por otro lado, la reactivación del derrumbe puede afectar 15 viviendas ubicadas en la parte baja.
- g. El centro poblado El Palto donde se presenta el proceso de reptación de suelos y el derrumbe se considera de **Peligro Alto a Muy Alto**. Podrían aumentar su dimensión y ocasionar daños severos en las viviendas y atentar contra la integridad física de sus moradores.

## 7. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que a continuación se brindan tienen por finalidad mitigar el impacto de los peligros geológicos. 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 de coronación en las cabeceras de las zonas con reptaciones y derrumbes evaluados, con una sección de concreto armado u otro material impermeable (como geomembranas o arcillas), a fin de evitar filtraciones (Anexo, Figura 16), además de programar continuos trabajos de mantenimiento en estos.
- b. Cambiar el tipo de riego en la zona con reptación de suelos y áreas contiguas.
- c. Evitar continuar con los cortes de ladera para la construcción de viviendas, esto podría incrementar el avance del movimiento.
- d. Restringir la actividad agrícola en la ladera y evitar su deforestación.
- e. Reforestar las laderas de montaña con especies nativas y de raíces densas (Anexo, figura 17 y fotografía 3).
- f. Implementar el monitoreo geodésico, con la instalación de puntos de control, a fin de determinar y controlar el tiempo y avance del desplazamiento de la masa que se está deslizando. Esto permitirá evaluar el potencial del peligro sobre el área urbana.
- g. Las autoridades locales y provinciales deberán elaborar un informe de evaluación de riesgos EVAR para determinar las medidas de control adecuadas a largo plazo.

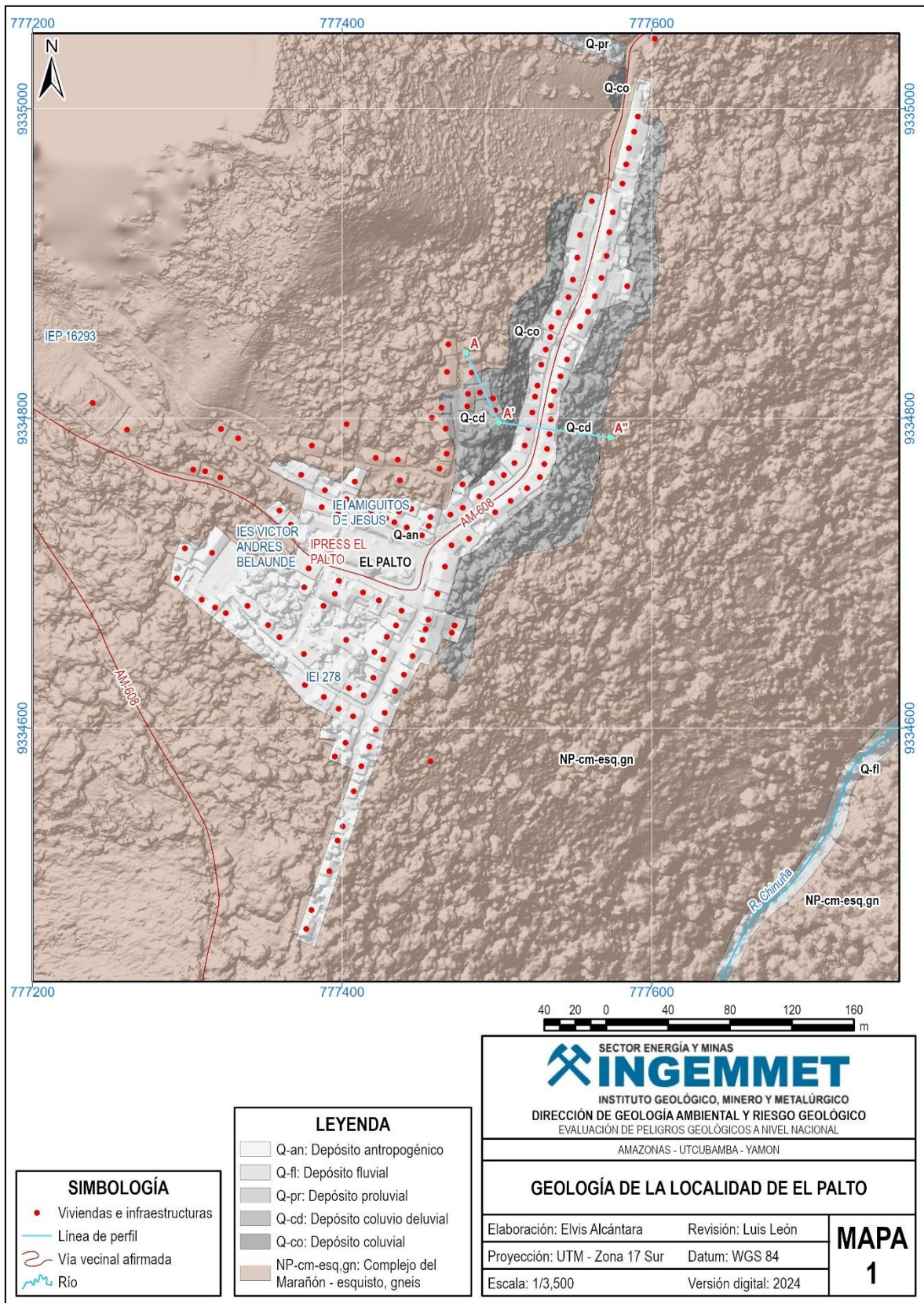
  
LUIS MIGUEL LEON ORDAZ  
Ingeniero Geólogo  
Reg. CIP. N° 215610

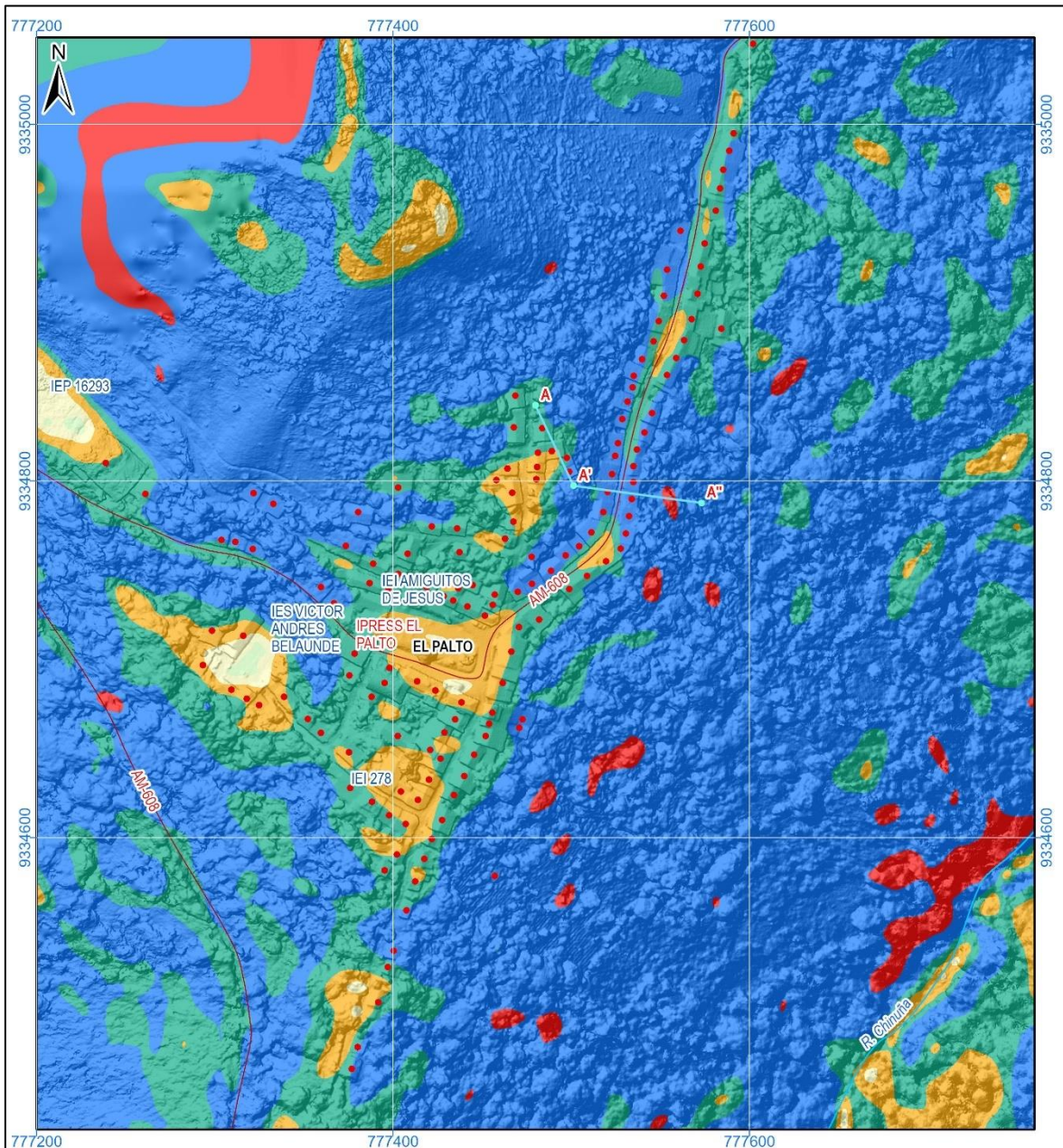
  
Ing. WILBERTO ZAVALA CARRIÓN  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Agapito Sánchez F. 1995, Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolivar. Hojas: 12-g, 12-h, 13-g, 13-h, 13-i, 14-h y 15-h, Boletín N° 56, Serie A: Ingemmet.
- 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**

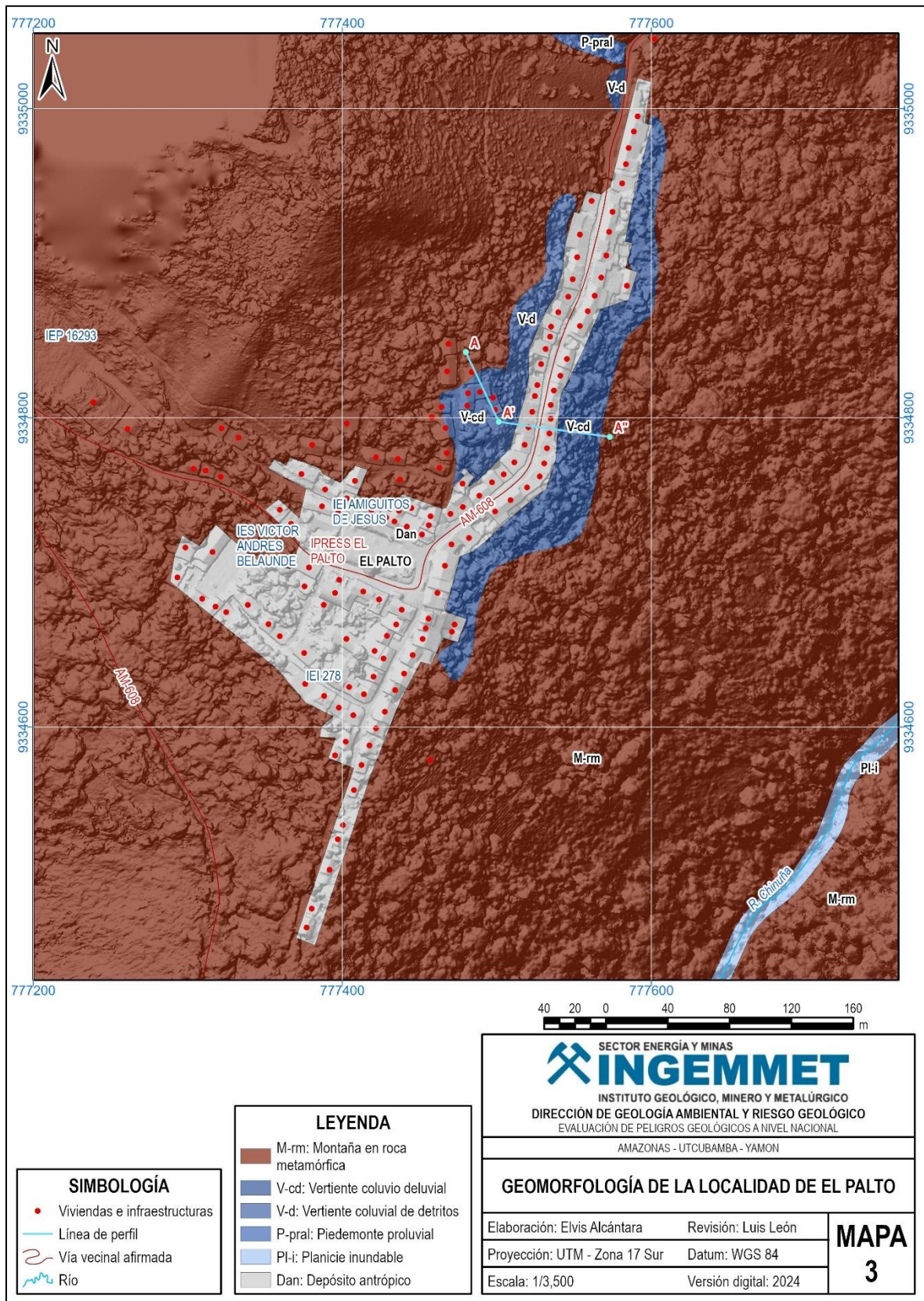


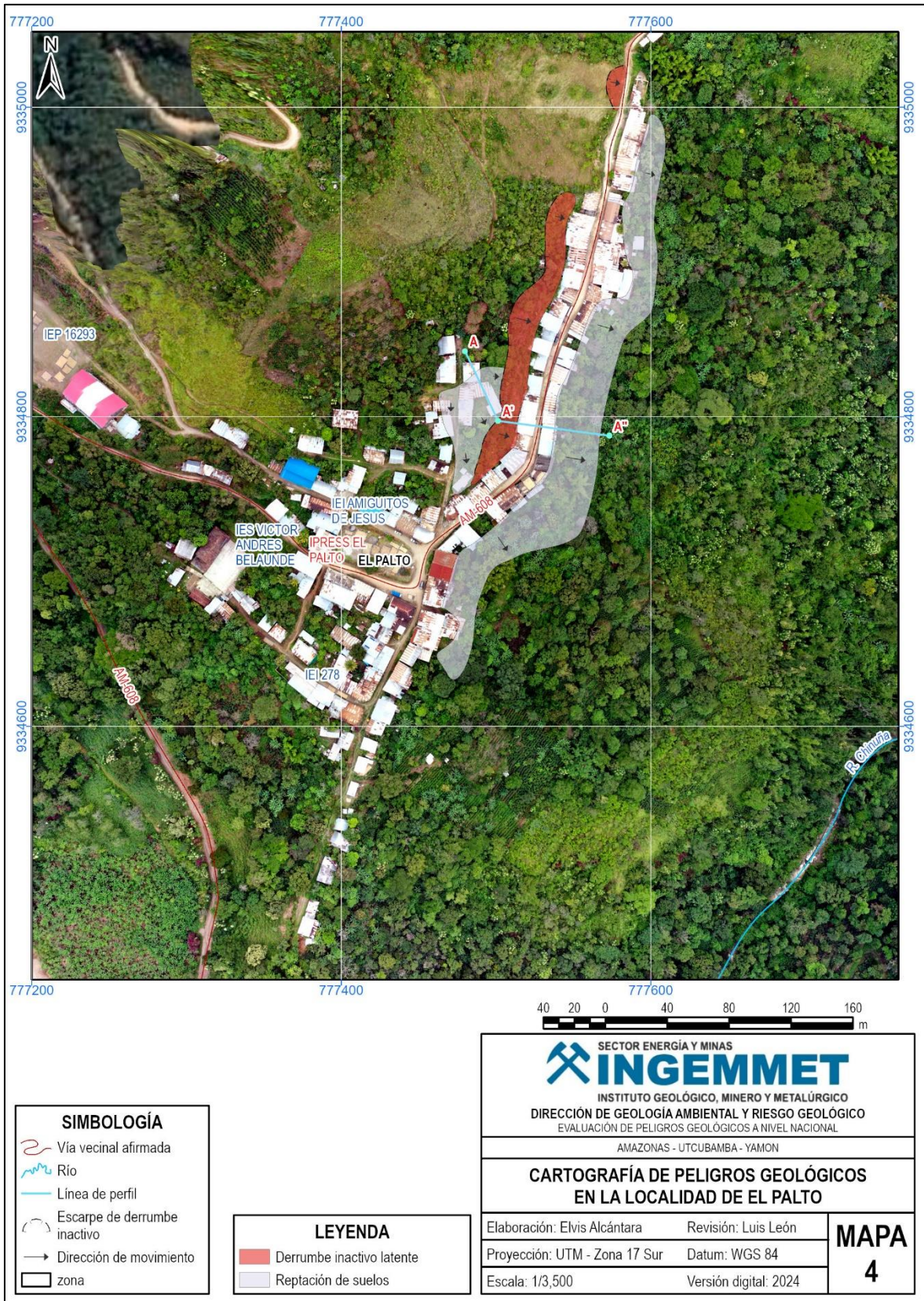


SIMBOLOGÍA	
<span style="color: red;">•</span>	Viviendas e infraestructuras
—	Línea de perfil
—	Vía vecinal afirmada
—	Río

LEYENDA	
	<1°: Terreno llano
	1°-5°: Terreno inclinado con pendiente suave
	5°-15°: Pendiente moderada
	15°-25°: Pendiente fuerte
	25°-45°: Pendiente muy fuerte o escarpada
	>45°: Terreno muy escarpado

SECTOR ENERGÍA Y MINAS <b>INGEMMET</b> INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - YAMON		
<b>PENDIENTES DEL TERRENO EN LA LOCALIDAD DE EL PALTO</b>		
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León	<b>MAPA</b> <span style="font-size: 2em;">2</span>
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/3,500	Versión digital: 2024	





SIMBOLOGÍA	
	Vía vecinal afirmada
	Río
	Línea de perfil
	Escarpe de derrumbe inactivo
	Dirección de movimiento
	zona

LEYENDA	
	Derrumbe inactivo latente
	Reptación de suelos

SECTOR ENERGÍA Y MINAS <b>INGEMMET</b> INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - YAMON	
<b>CARTOGRAFÍA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE EL PALTO</b>	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/3,500	Versión digital: 2024
MAPA	
4	

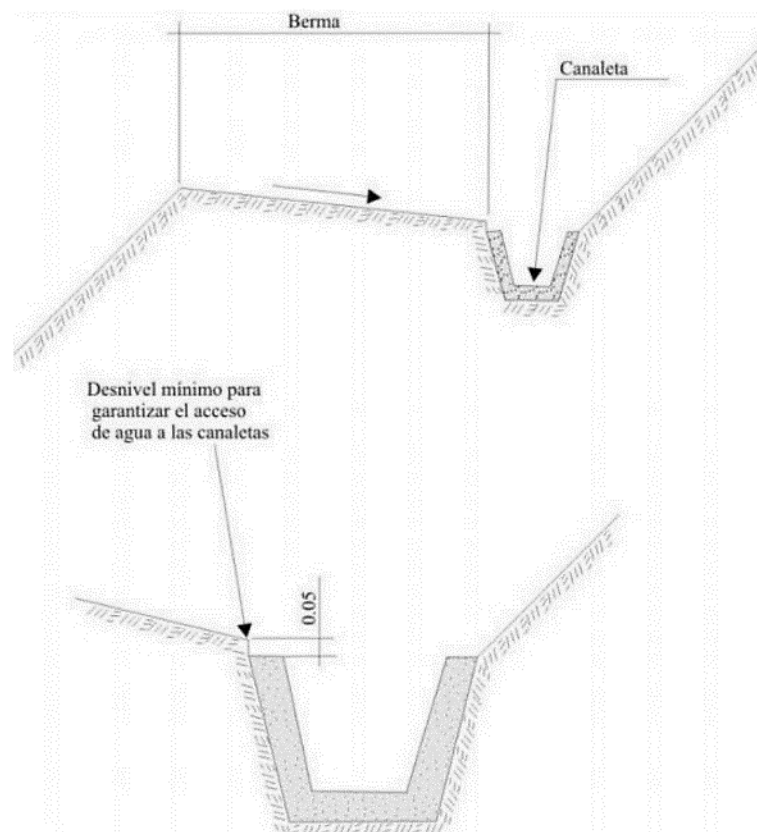
## ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

### Para las reptaciones y derrumbes

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 5). 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.

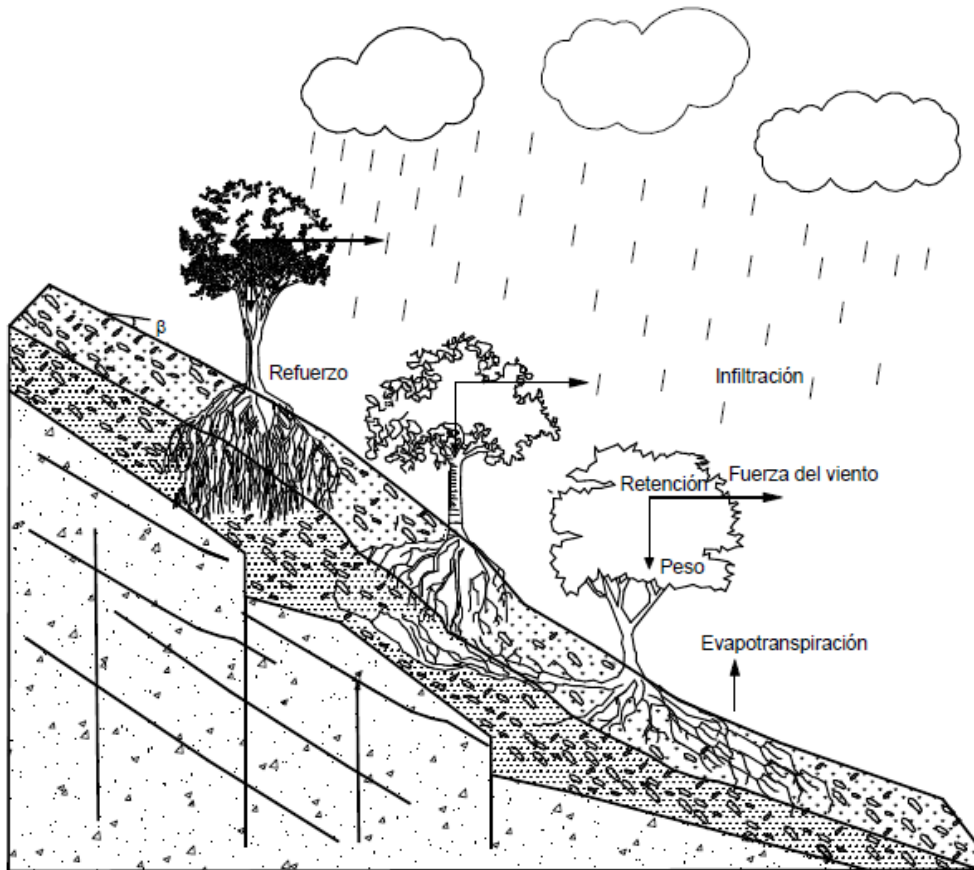


**Figura 5.** Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).



**b. Revegetación y bioingeniería**

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 6.** Estabilización de taludes utilizando vegetación. **Fuente:** Suarez, Díaz 2007.



**Fotografía 3.** Ejemplo de bioingeniería con arbusto (vetiver) en taludes de materiales sueltos.