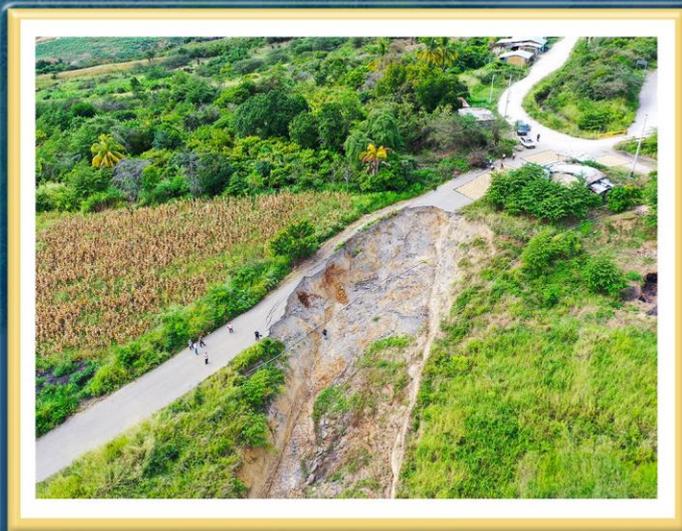


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7416

EVALUACIÓN DEL PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN EL CASERÍO ÑUNYA TEMPLE Y EN EL TERRENO DE ACOGIDA LA TORITA

Departamento Amazonas
Provincia Utcubamba
Distrito Bagua Grande



SETIEMBRE
2023

EVALUACIÓN DEL PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN EL CASERÍO ÑUNYA TEMPLE Y EN EL TERRENO DE ACOGIDA LA TORITA

Distrito Bagua Grande, provincia Utcubamba, departamento Amazonas

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

Equipo de investigación:

*Elvis Rubén Alcántara Quispe
Luis Miguel León Ordáz
Cristhian Anderson Chiroque Herrera*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). *Evaluación del Peligro Geológico por deslizamiento en el Caserío Ñunya Temple y en el Terreno de Acogida La Torita, Distrito Bagua Grande, provincia Utcubamba, departamento Amazonas*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7416, 43 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. Objetivos del estudio.....	4
1.2. Antecedentes.....	5
1.3. Aspectos generales	5
1.3.1. Ubicación	5
1.3.2. Población	6
1.3.3. Accesibilidad	6
1.3.4. Clima.....	7
2. DEFINICIONES	8
3. ASPECTO GEOLÓGICO.....	10
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	10
3.1.1. Formación Celendín (Ks-ce).....	11
3.1.2. Depósitos cuaternarios.....	13
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	14
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE).....	14
4.2. Pendiente del terreno.....	15
4.3. Unidades Geomorfológicas.....	15
4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional.....	15
4.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	16
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	17
5.1. Deslizamiento Ñunya Temple	20
5.1.1. Análisis longitudinal.....	20
5.1.2. Características visuales y morfométricas.....	24
5.2. Movimientos complejos deslizamiento-flujo.....	25
5.3. Terreno de acogida propuesto La Torita	28
6. CONCLUSIONES.....	30
7. RECOMENDACIONES.....	31
8. BIBLIOGRAFÍA.....	32
ANEXO 1. MAPAS	33
ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS.....	40

RESUMEN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), realiza 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 documento es el resultado de la evaluación del peligro geológico por deslizamiento, en el Caserío Ñunya Temple y en el terreno de acogida La Torita, distrito Bagua Grande, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.

En el contexto litológico, el área está conformada por lutitas, limolitas y calizas fragmentadas y altamente meteorizadas de la Formación Celendín, cubiertas por suelos coluvio deluviales de arcillas de baja plasticidad.

La geomorfología está representada por montañas en roca sedimentaria, lomadas en roca sedimentaria, terrazas aluviales y llanuras o planicies inundables; en las partes bajas los terrenos presentan pendientes de suaves y moderadas; y en las partes altas de fuertes y muy fuertes.

El deslizamiento Ñunya Temple abarca 52.35 ha y presenta un volumen de 13.3 hm³, ha afectado la vía departamental AM-105 en 3.5 km, terrenos de cultivo en 20 ha y 10 viviendas; en la parte inferior, en dirección del deslizamiento, existen 20 viviendas y 0.3 km de la vía nacional PE-5N que podrían verse afectados, de proseguir el movimiento.

El deslizamiento ha sido condicionado por presentar pendiente fuerte a muy fuerte, litología conformada por lutitas, limolitas y calizas que se encuentran fragmentadas y altamente meteorizadas; y geoforma del terreno que conforma una colina en roca sedimentaria; sumado a factores antrópicos como la deforestación de las laderas para agricultura y habilitación urbana, riego intensivo y cortes de talud para trazado de vías.

El factor detonante fueron las precipitaciones pluviales extremas y prolongadas, que se generaron el 2 y el 16 marzo del 2022, en la estación El Pintor (Amazonas), cuando se alcanzaron registros de 39.5 mm/día.

Los terrenos impactados del caserío Ñunya Temple, por sus condiciones geomorfológicas y geodinámicas, se consideran como **Zona Crítica de Peligro Muy Alto** ante deslizamiento.

El terreno de acogida La Torita se ubica en una lomada en roca sedimentaria con pendiente suave, presenta un sustrato de areniscas; en este terreno actualmente no se han identificado movimientos en masa, quebradas o ríos en sus cercanías; sin embargo, presenta un desnivel susceptible a inundación pluvial por lo que se deben implementar medidas de control de riesgos antes de ser apta para reasentamiento.

Finalmente, se brindan las recomendaciones para las autoridades competentes y tomadores de decisiones, como la reubicación de las viviendas afectadas, prohibición de la deforestación; para la zona de acogida se deben construir drenajes adecuados, nivelar el terreno de acogida, capacitar a la población en Gestión del Riesgo de Desastres-GRD y elaborar estudios de EVAR para la zona de reubicación.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la solicitud remitida por la Municipalidad Provincial de Utcubamba Bagua Grande Oficio N° 205-2022-MPU-A, es en el marco de nuestras competencias que se realizó una evaluación de peligros geológicos en el caserío Ñunya Temple y terreno de acogida para la población de La Torita.

La DGAR designó a los Ingenieros Luis Miguel León Ordáz, Elvis Rubén Alcántara Quispe y Cristhian Anderson Chiroque Herrera, para realizar la evaluación de peligros en los sectores mencionados el día 12 de junio 2023.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de la información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías a nivel de terreno, levantamiento fotogramétrico con dron, con el fin de observar mejor el alcance del evento), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realiza la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Provincial de Utcubamba Bagua Grande, Gobierno Regional Amazonas y sectores involucrados; donde se proporcionan los resultados de la inspección y recomendaciones para la Reducción del Riesgo de Desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geohidrológicos en el caserío Ñunya Temple y terreno de acogida La Torita, distrito Bagua Grande, provincia Utcubamba, departamento 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 identificados en los trabajos de campo.

1.2. Antecedentes

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en el área evaluada, se tienen:

- Boletín N° 56 Serie A, “Geología de los Cuadrángulos de Utcubamba Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar” (Sánchez Fernández, 1995) donde se describen las unidades geológicas a una escala 1:100 000; describiendo en la zona calizas nodulares, margas y areniscas calcáreas de la Formación Celendín. En el cartografiado geológico integrado a escala 1:50 000, (Ingemmet, versión 2021) por detalle, se reafirma la presencia de calizas y lutitas calcáreas de la Formación Celendín.
- El Boletín N° 39 Serie C, Estudio de Riesgo geológico en la región Amazonas (Medina Allca et al., 2009) presenta un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, a escala 1:250 000; donde la localidad de Ñunya Temple se sitúa en una zona de **susceptibilidad alta** ante la ocurrencia de movimientos en masa.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

Las áreas evaluadas corresponden a las localidades Ñunya Temple y La Torita, jurisdicción del distrito de Bagua Grande, provincia Utcubamba, departamento Amazonas (figura 1), se ubican en las coordenadas UTM WGS 84 – Zona: 17S descritas en las tabla 1 y 2.

Tabla 1. Coordenadas de las áreas de estudio, localidad de Ñunya Temple.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
Z1	799200	9356275	-5.817309	-78.298325
Z2	799200	9354575	-5.832671	-78.298256
Z3	797600	9354575	-5.832740	-78.312691
Z4	797600	9356275	-5.817379	-78.312767
Coordenada central de los peligros identificados				
Deslizamiento Ñunya Temple	798435	9355661	-5.822887	-78.305199

Tabla 2. Coordenadas de las áreas de estudio, localidad La Torita.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
T1	798272	9357366	-5.807490	-78.306747
T2	798280	9357305	-5.808046	-78.306679
T3	798192	9357277	-5.808302	-78.307472
T4	798190	9357357	-5.807580	-78.307488

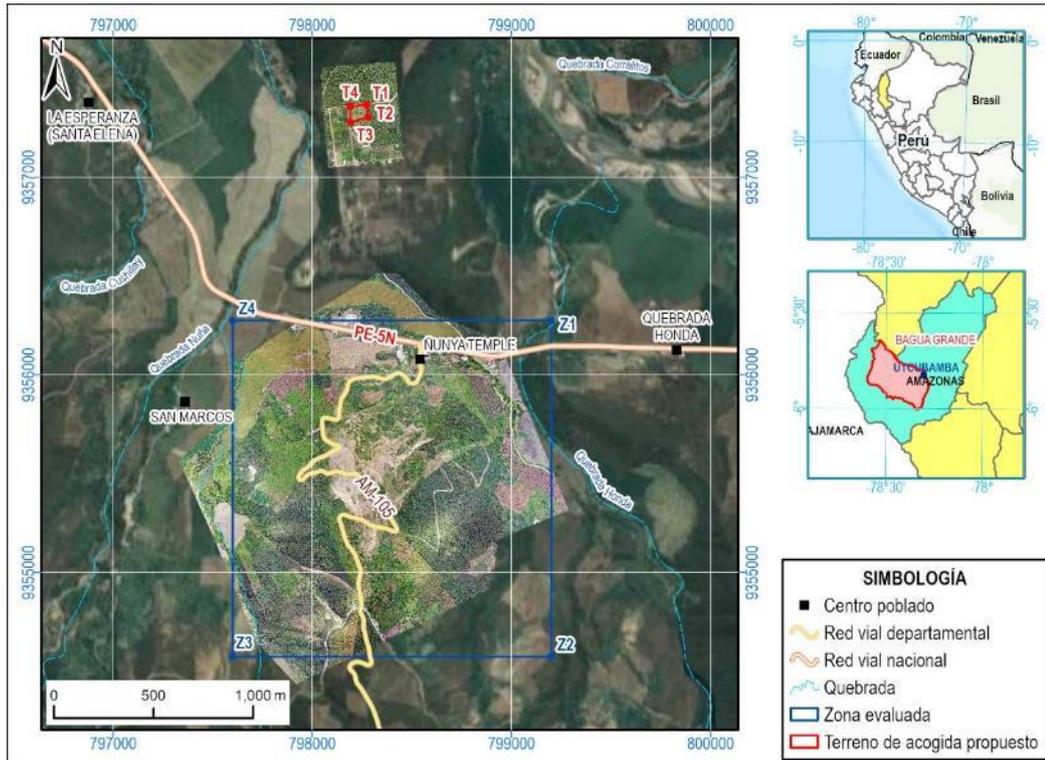


Figura 1. Ubicación del área de impacto por deslizamiento, Nunya Temple (línea azul) y el terreno de acogida propuesto, La Torita (línea roja).

1.3.2. Población

De acuerdo a la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2018), la localidad de Nunya Temple, tiene una población de 200 habitantes, distribuidos en 130 viviendas, con acceso a red pública de agua y energía eléctrica pero no de desagüe.

1.3.3. Accesibilidad

El acceso desde la ciudad de la ciudad de Chachapoyas se realiza a través de las vías nacionales asfaltadas PE-08B, PE-08C y PE-5N; hasta la localidad de Nunya Temple, tal como se detalla en la siguiente ruta (tabla 3, figura 2):

Tabla 3. Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Chachapoyas – Nunya Temple	Asfaltada	103	2 horas

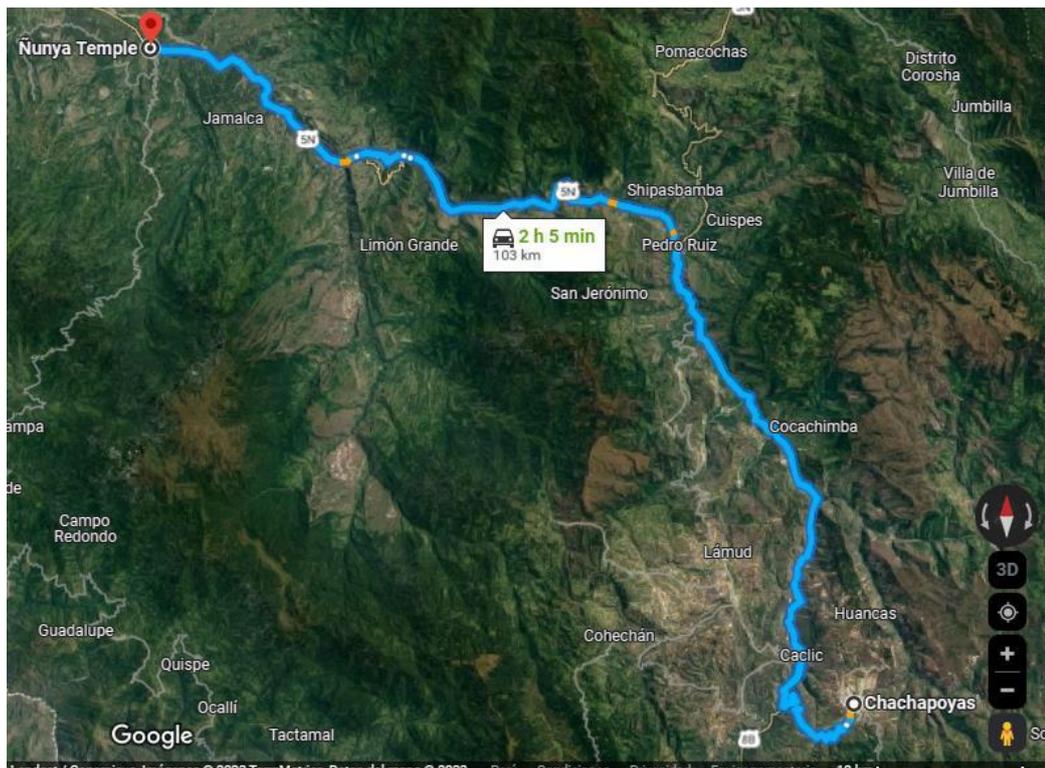


Figura 2. Ruta de acceso desde la ciudad de Chachapoyas hasta la localidad de Nunya Temple.
Fuente: Google Maps.

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'), con una temperatura máxima promedio de hasta 33°C, una temperatura mínima promedio desde 19°C y una precipitación anual entre 900 mm a 1 200 mm.

Entre los años 2019-2023 (el mes de marzo fue el más lluvioso), en el sector evaluado se percibió precipitaciones de hasta 39.5 mm/día (figura 3), acumulado considerado como extremadamente lluvioso.

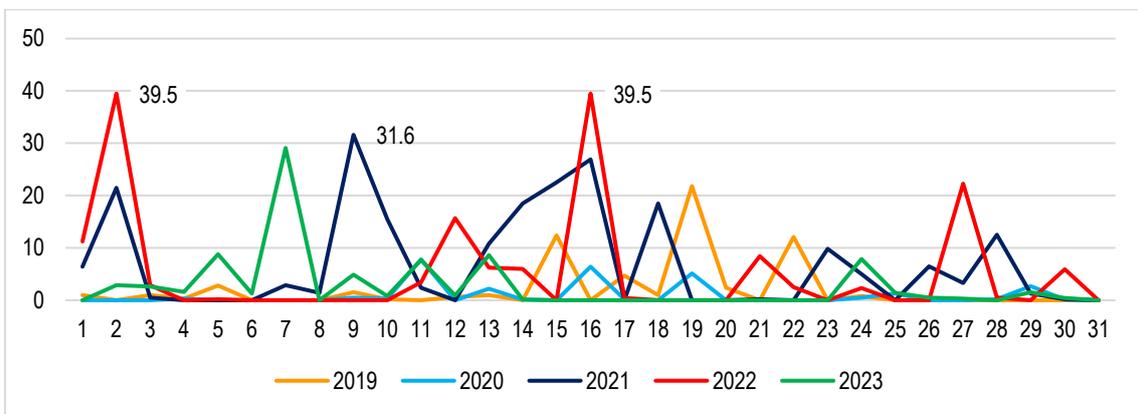


Figura 3. Precipitación diaria del mes de marzo entre los años 2019-2023, en la Estación El Pintor, Utcubamba (Amazonas). **Fuente:** Senamhi.

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, 2007); donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

Actividad: La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).

Activo: Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.

Agrietamiento: Formación de grietas causada por esfuerzos de tensión o de compresión sobre masas de suelo o roca, o por desecación de materiales arcillosos.

Arcilla: Suelo con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad; muy influenciados por el agua en su comportamiento.

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 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 una 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.

Flujo: Movimiento en masa que durante su desplazamiento exhibe un comportamiento semejante al de un fluido; puede ser rápido o lento, saturado o seco. En muchos casos se originan a partir de otro tipo de movimiento, ya sea un deslizamiento o una caída (Varnes, 1978). Existen tipos de flujos como flujos de lodo, flujos de detritos (huaicos), avalanchas de rocas y detritos, crecida de detritos, flujos secos y lahares (por actividad volcánica).

Flujo de detritos (huaico): Flujo con predominancia mayor de 50% de material grueso (bloques, gravas), sobre los finos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.

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.

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

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 complejo: Tipo de movimiento en masa que involucra una combinación de uno o más de los tipos principales de movimientos, ya sea dentro de las diferentes partes que componen la masa en movimiento, o en los diferentes estados de desarrollo del movimiento (Varnes, 1978). Los más comunes son: deslizamiento-flujo, derrumbe-flujo, deslizamiento-caída de rocas, deslizamiento-flujo, deslizamiento-reptación, entre otros.

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.

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.

Zonas críticas: Son zonas o áreas con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Algunas pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

3. ASPECTO GEOLÓGICO

La descripción geológica se desarrolló en base al Boletín N° 56 Serie A, "Geología de los Cuadrángulos de Utcubamba Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar" (Sánchez Fernández, 1995) como también se toma referencia del reciente cartografiado geológico integrado a escala 1:50 000, versión 2021 (Ingemmet, 2021); los cuales se complementaron 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

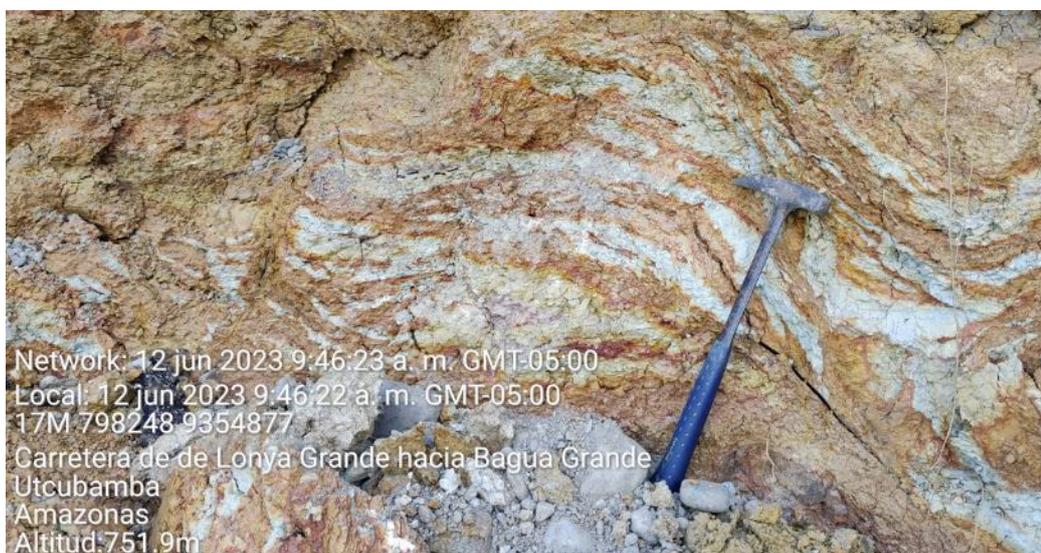
Corresponden a unidades sedimentarias carbonatadas del Cretácico y depósitos cuaternarios inconsolidados, producto de movimientos en masa.

3.1.1. Formación Celendín (Ks-ce)

Esta unidad está conformada por lutitas y limolitas grises verdes, a veces se encuentra abigarradas, con intercalaciones de caliza delgadas grises.

En la zona de estudio esta unidad muestra afloramientos en cortes de carretera y excavaciones para viviendas, donde las lutitas y limolitas se muestran fragmentadas y altamente meteorizadas (fotografía 1), muestran buzamientos de entre 15° y 30° hacia el noreste.

Según la clasificación de Hoek, (2007), los macizos rocosos que se presentan en el área, poseen una resistencia a la compresión uniaxial entre 1 a 5 MPa (**baja**) y un Índice Geológico de Resistencia entre 17 a 27. Ver cuadro 1 y figura 4.



Fotografía 1. Muestra de lutitas y limolitas fragmentadas y altamente meteorizadas y de la Formación Celendín.

Cuadro 1. Estimaciones de la resistencia a la compresión uniaxial. **Fuente:** Hoek, 2007

Grado	Término	Estimación en campo de la resistencia	Resistencia a la compresión uniaxial (MPa)
R6	Extremadamente fuerte	Solo se rompe esquirlas de la muestra con el martillo	>250
R5	Muy fuerte	Se requiere varios golpes de martillo para romper la muestra	100-250
R4	Fuerte	La muestra se rompe con más de un golpe del martillo	50-100
R3	Medianamente fuerte	No se raya ni desconcha con cuchillo. La muestra se rompe con golpe firme del martillo	25-50
R2	Débil	Se desconcha con dificultad con cuchilla. Marcas poco profundas en la roca con golpe firme del martillo (de punta)	5-25
R1	Muy débil	Deleznable con golpes firmes con la punta de martillo de geólogo se desconcha con una cuchilla	1-5
R0	Extremadamente débil	Se raya con la uña	0.25-1

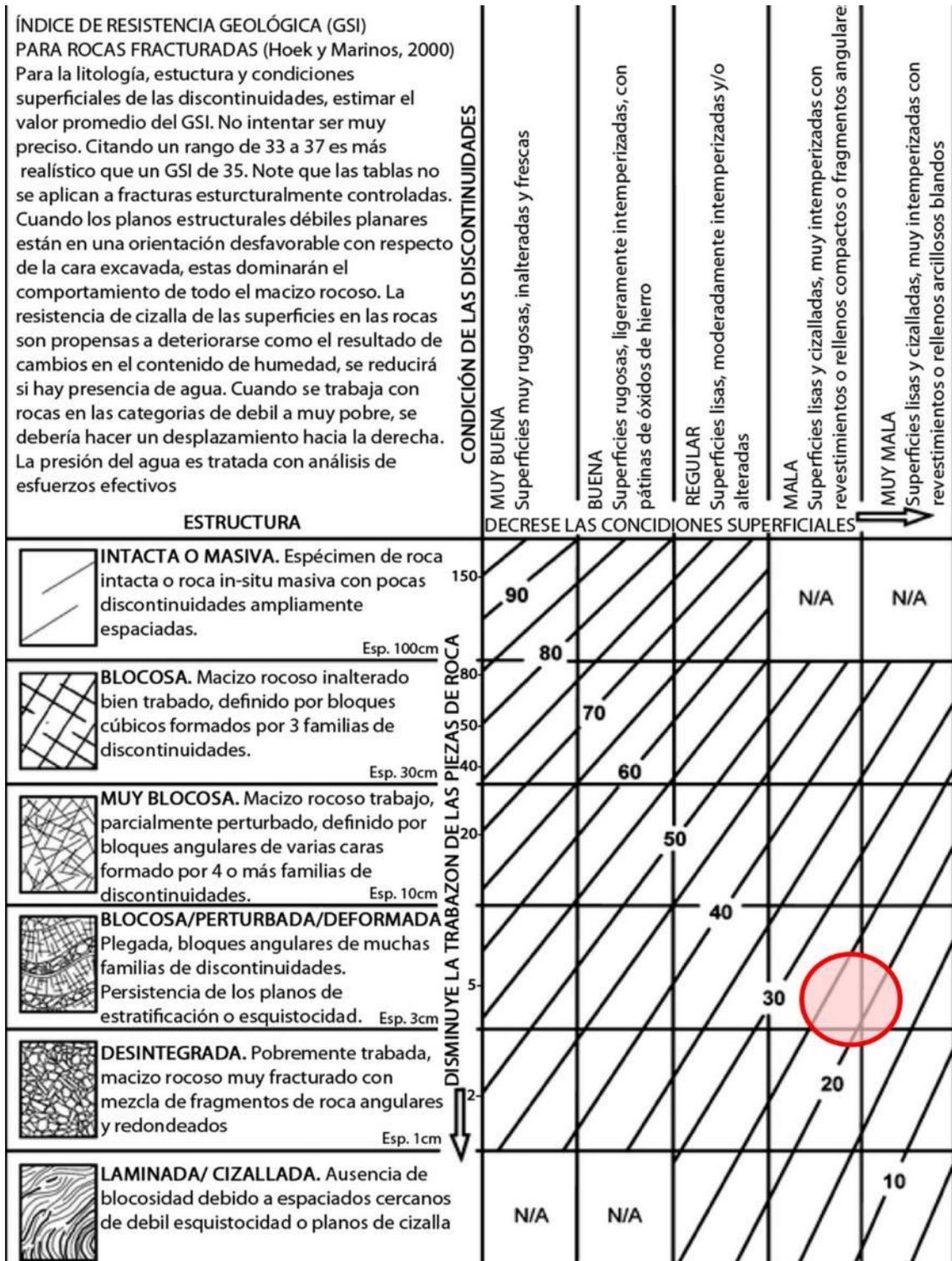


Figura 4. Estructura y calidad de las discontinuidades del macizo rocoso de la Formación Celendín, GSI promedio de entre 17 a 27. Fuente: Tabla del Índice Geológico de Resistencia GSI (Hoek, 2007).

3.1.2. Depósitos cuaternarios

Depósito coluvio deluvial (Q-cd)

Corresponde a suelos originados por diferentes movimientos en masa como el deslizamiento Ñunya Temple, donde los suelos han tenido poco transporte; su granulometría es de limos y arcillas de baja a mediana plasticidad con bloques de calizas, lutitas y limolitas sub angulosas (fotografía 2).



Fotografía 2. Suelos coluvio deluviales compuestos por suelos arcillo limosos de baja a mediana plasticidad ubicados en la localidad de Ñunya Temple.

Tabla 4. Descripción de formaciones superficiales. **Coordenadas:** E: 798004, N: 935552.

TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL		GRANULOMETRÍA (%)		FORMA	REDONDES		
<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre	<input type="checkbox"/>	Esférica	<input type="checkbox"/>	Redondeado
<input checked="" type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino	<input type="checkbox"/>	Discoidal	<input type="checkbox"/>	Sub redondeado
<input checked="" type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico	<input checked="" type="checkbox"/>	Laminar	<input type="checkbox"/>	Anguloso
<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico	<input type="checkbox"/>	Cilíndrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Sub anguloso
<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				
		5	Bolos				
		10	Cantos				
		5	Gravas				
		5	Gránulos				
		10	Arenas				
		30	Limos				
		35	Arcillas				

PLASTICIDAD	ESTRUCTURA	TEXTURA	CONTENIDO DE	% LITOLÓGIA
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

COMPACIDAD			CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.				
SUELOS FINOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS FINOS	
<input checked="" type="checkbox"/>	Blanda	<input type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	ML	<input type="checkbox"/>	MH
<input type="checkbox"/>	Compacta	<input type="checkbox"/>	Densa	<input type="checkbox"/>	CL	<input type="checkbox"/>	CH
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	OL	<input type="checkbox"/>	OH
				<input type="checkbox"/>	PT		

Depósito aluvial (Q-al)

Corresponden a suelos de gravas y arenas con matriz de limos, acumulados en las partes bajas de las colinas y montañas de la zona, formando terrazas altas utilizados hoy en día para actividades agrícolas.

Depósito fluvial (Q-fl)

Son suelos compuestos por cantos, gravas y arenas con ausencia de finos, ubicados en las riberas y cauces de ríos y quebradas.

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 utilizó imágenes y modelos digitales de elevación detallados, obtenidos de levantamientos fotogramétricos con dron en junio del 2023 por el Ingemmet, lo cual permitirá estudiar el relieve, pendientes y demás características; con el fin de describir subunidades a detalle (escala 1:/ 5 000).

4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

La localidad de Ñunya Temple presenta elevaciones que van desde los 501 m hasta los 789 m, en los cuales se distinguen 11 niveles altitudinales (figura 5), visualizando la extensión con respecto a la diferencia de alturas; el área con mayor pendiente corresponde a terrenos entre altitudes 650 y 700 m, con pendiente promedio de escarpada a muy escarpada ($>25^\circ$), conforman una vertiente con depósito de deslizamiento y presentan por lutitas y limolitas de la Formación Celendín.

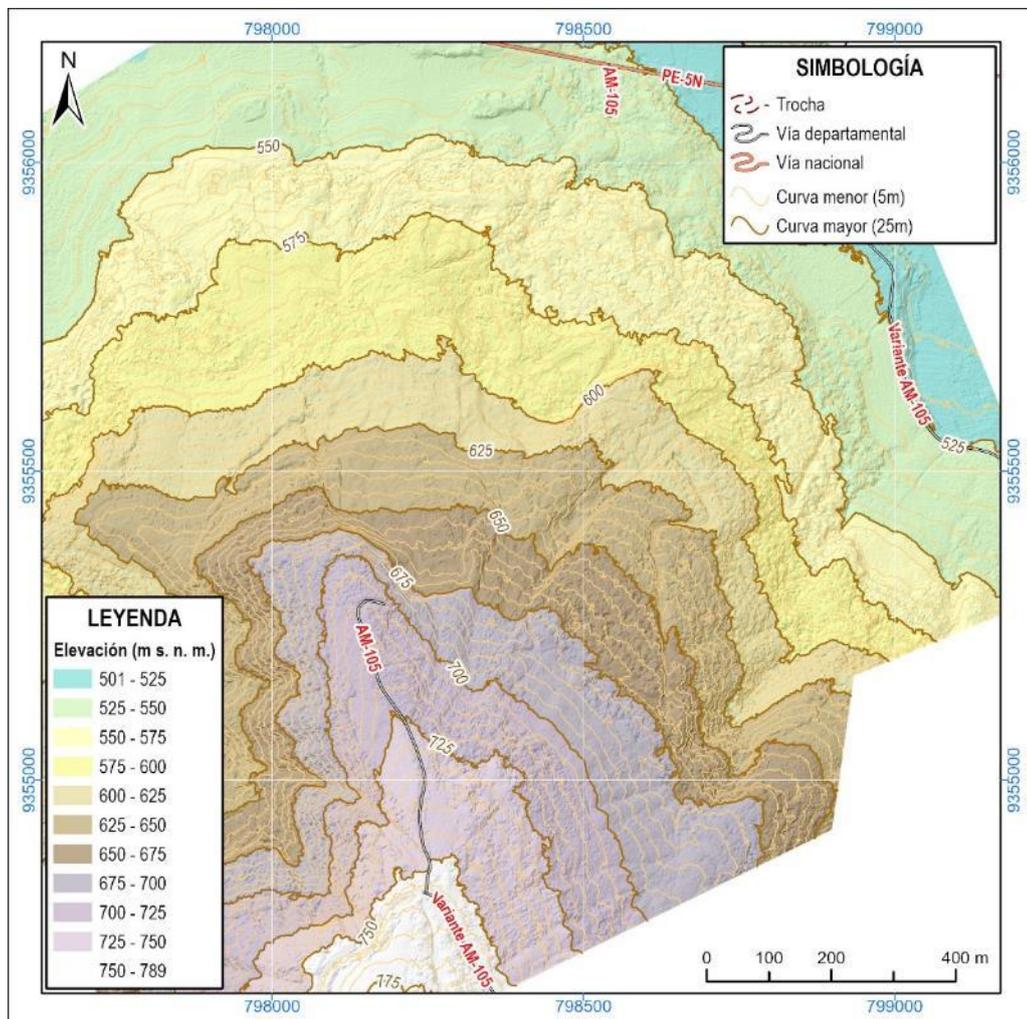


Figura 5. Modelo digital de elevaciones del área evaluada.

4.2. Pendiente del terreno

La zona evaluada, localidad de Ñunya Temple, presenta terrenos con pendientes que varía de suaves a moderadas (1° a 15°) en los terrenos bajos a pendientes escarpadas y muy escarpadas (>25°) en las partes altas de las lomadas (figura 6; mapa 2).

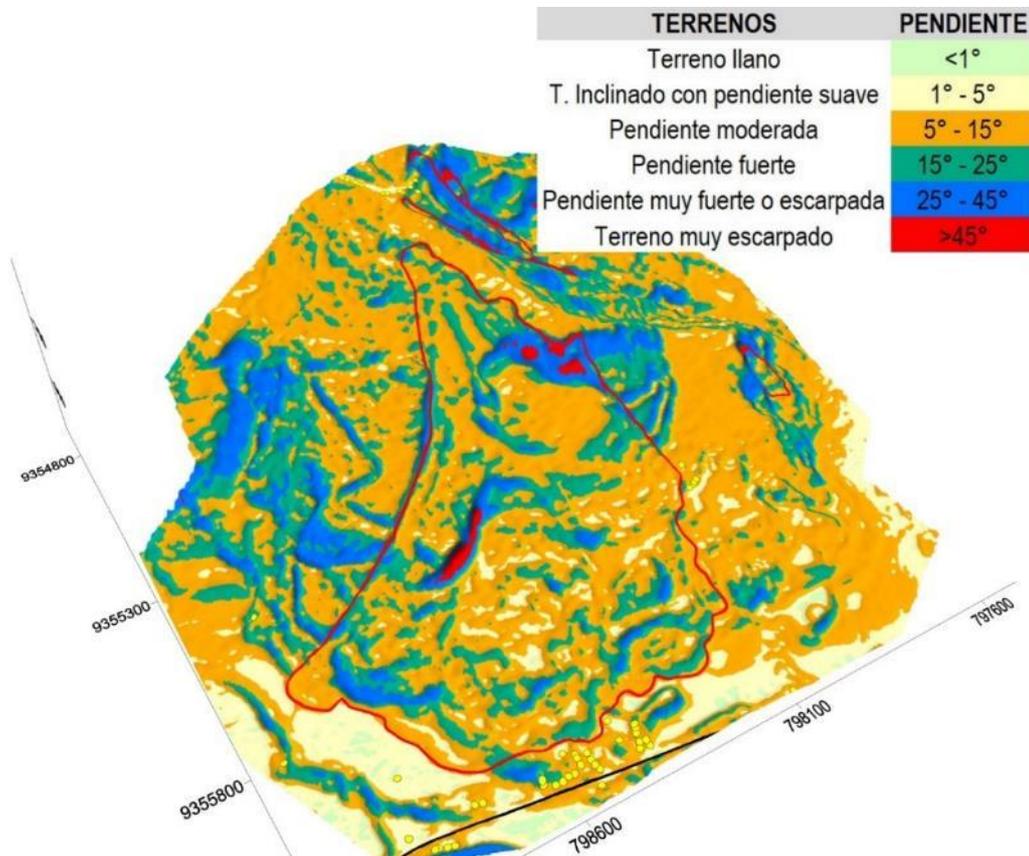


Figura 6. Modelo 3D de las pendientes de la localidad de Ñunya Temple; los movimientos en masa están delimitados en línea roja, la vía PE-5N en línea negra y las viviendas en puntos amarillos.

4.3. Unidades Geomorfológicas

De acuerdo a su origen, se distinguen geoformas tanto de carácter tectónico degradacional y erosional (colina en roca sedimentaria y lomada en roca sedimentaria), como de carácter deposicional y agradacional (vertiente con depósito de deslizamiento, vertiente coluvio deluvial, terraza aluvial y llanura o planicie inundable); se grafican en la figura 7 y en el mapa 3.

4.3.1. Geoformas 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 Colinas y Lomadas

Estas geoformas presentan menor altura que una montaña (menos de 300 metros desde el nivel de base local). Las colinas presentan una inclinación promedio en sus laderas superior a 10% y divergen en todas direcciones a partir de la cima relativamente estrecha de base aproximadamente circular. Las lomadas presentan similar altura que las colinas, pero con cimas más amplias, redondeadas y alargadas, con pendientes entre 5 % y 10 %.(Villota, 2005).

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

Corresponde a los terrenos ubicados al sur de la localidad de Ñunya Temple, donde existen colinas de fuerte a muy escarpada pendiente, con sustrato de lutitas, limolitas y calizas de la Formación Celendín.

- Sub unidad de lomada en roca sedimentaria (L-rs)

Estas geoformas se ubican al norte de Ñunya Temple y a lo largo de la localidad de La Torita, donde los desniveles son menos pronunciados y los terrenos tienen moderada pendiente.

4.3.2. Geoformas de carácter depositacional 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 Piedemontes

- Subunidad de piedemonte o vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)

Corresponde a los terrenos moldeados por deslizamientos, donde el relieve es cóncavo, en la parte alta, mientras en la parte inferior muestra un relieve convexo debido a la acumulación de los terrenos en remoción.

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

Son terrenos conformados por flujos y movimiento complejos, con un marcado desnivel con respecto a los terrenos aledaños, debido a la erosión producida en el terreno por los movimientos en masa sobresaturados.

Unidad de Planicies

- Terraza aluvial

Son los terrenos con pendiente suave ubicados en la parte baja de la zona, conforman terrazas amplias utilizadas para actividades agrícolas intensivas, por lo que la mayor parte de la cobertura vegetal autóctona ha sido reemplazada por cultivos de gran demanda hídrica.

- **Subunidad de planicie o llanura inundable (PI-i)**

Corresponde a los terrenos de suave pendiente próximos a los cauces de ríos y quebradas, donde son depositados constantemente suelos gruesos por flujos torrenciales en épocas de lluvias intensas, la vegetación es escasa.



Figura 7. Geformas cartografías en la localidad de Ñunya Temple: Colina en roca sedimentaria (C-rs), lomada en roca sedimentaria (L-rs), vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd), terraza aluvial (T-a). planicie o llanura inundable (PI-i),

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

La localidad de Ñunya Temple muestra una susceptibilidad alta ante movimientos en masa, según el mapa del INGEMMET sobre susceptibilidad ante movimientos en masa (Medina Allca et al., 2009); debido a la pendiente de fuerte a muy escarpada (>25°) de sus terrenos, además de que el sustrato rocoso es de mala calidad (resistencia a la compresión uniaxial de entre 1 a 5 MPa; GSI de entre 17 a 27) y que sus suelos superficiales son arcillo-limosos poco compactados.

Se tiene diversos episodios de movimientos en masa en la zona, según el análisis de las imágenes satelitales disponibles:

En octubre del 2014 (figura 8) se aprecian cuatro deslizamientos en la zona, que afectaron terrenos deforestados para agricultura, se aprecia que la vía departamental AM-105 aún no estaba afectada.

Para diciembre del 2017 (figura 9) se había realizado trabajos para el mejoramiento de la vía AM-105, desestabilizando los taludes, el área se encuentra sobre un deslizamiento.

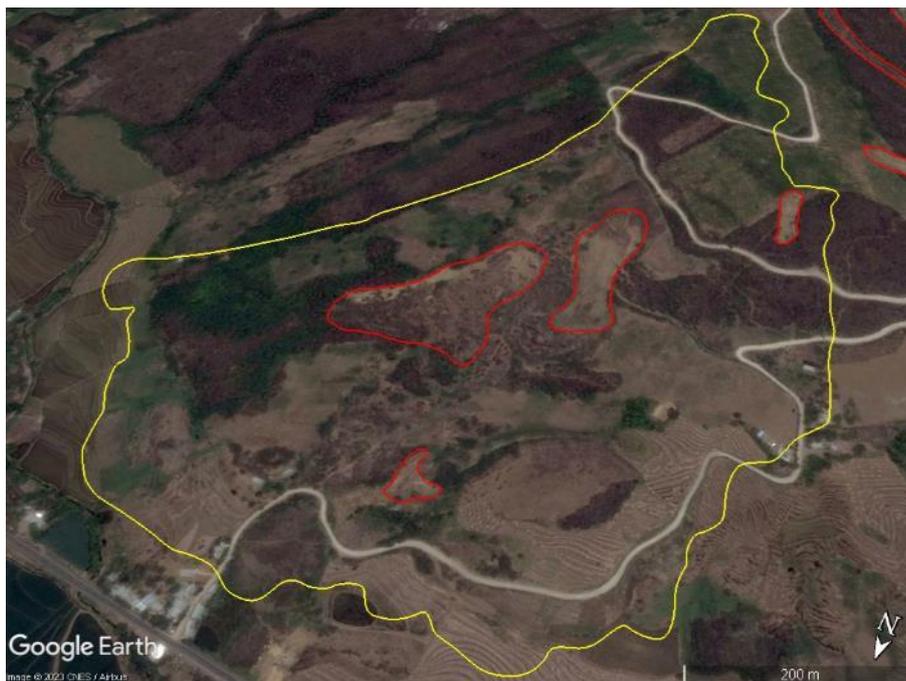


Figura 8. Deslizamientos activos durante octubre del 2014 (delimitados en rojo), en relación a la extensión actual del deslizamiento Nunya Temple (delimitado en amarillo). Fuente: Google.



Figura 9. Deslizamientos activos activados en diciembre del 2017 (delimitados en rojo), en relación a la extensión actual del deslizamiento Nunya Temple (delimitado en amarillo). Fuente: Google.

Para setiembre del 2020 (figura 10) un tramo de la vía AM-105 había quedado intransitable, por lo que se trazó una variante en las proximidades; sin embargo, ya para junio del 2023 (figura 11) se había producido la consolidación de los diversos movimientos en masa en un solo evento de 52.3 ha, que han dejado inhabitable a 10 viviendas y puesto en peligro a 20 viviendas del caserío Nunya Temple; además de afectar, también, a la variante de la vía AM-105.



Figura 10. Deslizamientos activados en setiembre del 2020 (delimitados en rojo), en relación a la extensión actual del deslizamiento Ñunya Temple (delimitado en amarillo). **Fuente:** Google.

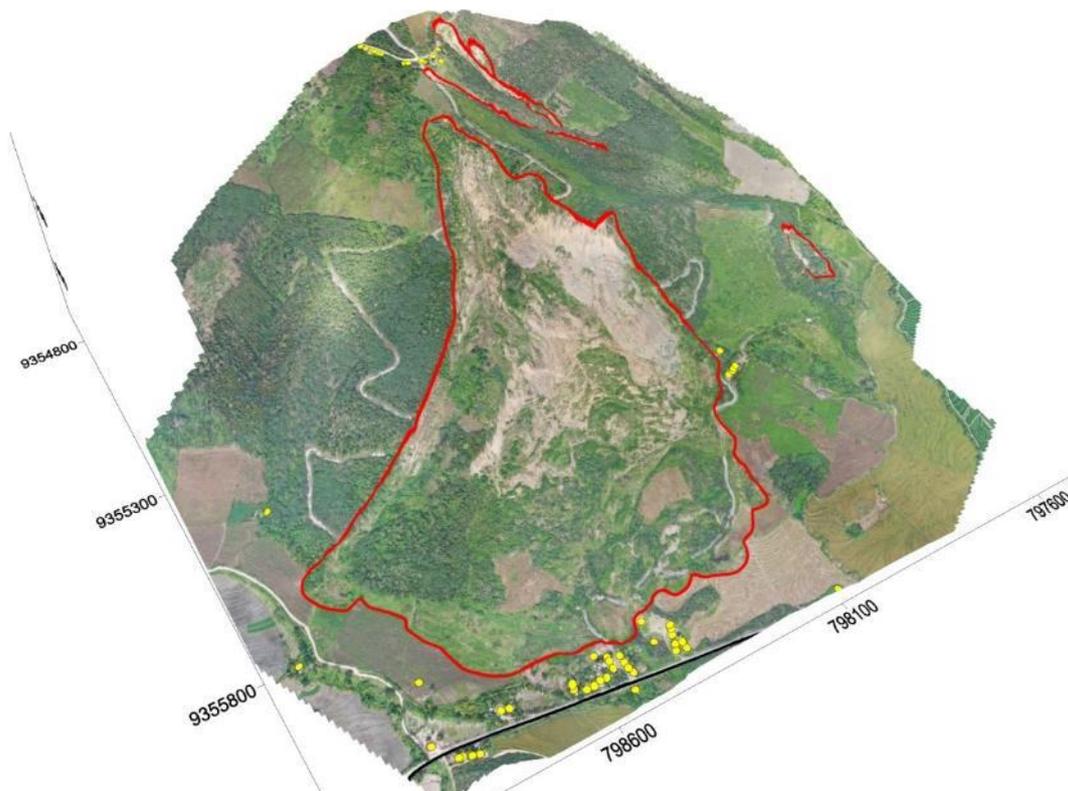


Figura 11. Modelo 3D del caserío Ñunya Temple, donde los movimientos en masa están delimitados en línea roja, la vía nacional PE-5N en línea negra y las viviendas en puntos amarillos, junio del 2023.

También se ha cartografiado dos deslizamientos de menores dimensiones y dos movimientos complejos de tipo deslizamiento-flujo que han afectado a 100 m de vías vecinales; estos eventos también tienen activaciones desde hace más de 10 años, según el análisis de las imágenes satelitales disponibles.

5.1. Deslizamiento Ñunya Temple

5.1.1. Análisis longitudinal

En la figura 12, se muestra la extensión horizontal del deslizamiento de 1 130 m y 200 m de desnivel; además se expone la ubicación del sector urbano del caserío Ñunya Temple y la vía nacional asfaltada PE-5N (Carretera Longitudinal de la Selva Norte) en peligro, de continuar el movimiento de los materiales en remoción.

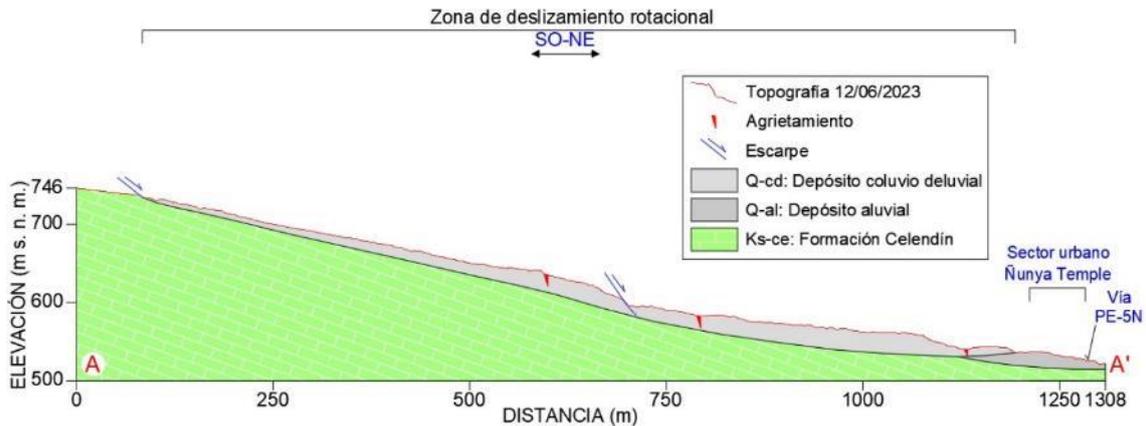


Figura 12. Perfil longitudinal A-A' donde se aprecia la distribución de los materiales geológicos del deslizamiento Ñunya Temple y el sector urbano en peligro, en la parte baja.

La parte alta del deslizamiento (figura 13), muestra dos escarpes, el principal tiene un salto vertical de entre 2 a 5 m; sin embargo, el escarpe secundario, desarrollado en base a cuerpo de un deslizamiento antiguo (figura 10) alcanza un salto vertical de hasta 30 m (figura 14)



Figura 13. Parte alta del deslizamiento Ñunya Temple, se aprecia la vía AM-105 y su variante, ambas afectadas e intransitables; el cuerpo del deslizamiento está delimitado en amarillo y un escarpe secundario en rojo.

En el escarpe secundario (figura 14) se alcanza a apreciar los estratos rocosos de la Formación Celendín, conformado por calizas, lutitas y limolitas, fragmentadas y altamente meteorizadas.



Figura 14. Vista del escarpe secundario (en línea amarilla) desde la vía AM-105 afectada por el deslizamiento; también se aprecia el material acumulado y que se encuentra en movimiento (en línea verde).

En la parte baja del deslizamiento (figura 15) se aprecia la zona de acumulación de los materiales en remoción, a pocos metros del sector urbano Ñunya Temple, en proceso de afectación; también se distinguen viviendas en el flanco derecho del deslizamiento que han sido afectadas por el deslizamiento (fotografía 3); además de diversos tramos de la vía departamental AM-105 destruidos (fotografía 4).



Figura 15. Parte baja del deslizamiento Ñunya Temple, se aprecian varios tramos de la vía AM-105 destruidos; el cuerpo del deslizamiento está delimitado en amarillo y el cuerpo de un escarpe secundario en rojo.



Fotografía 3. Vivienda destruida en el flanco derecho del deslizamiento Ñunya Temple.
Coordenadas: E: 798034; N: 9355690



Fotografía 4. Vista de algunos tramos destruidos en la vía departamental AM-105 en la parte baja del deslizamiento Ñunya Temple.

El material en movimiento se viene acumulando a menos de 20 m de principal núcleo urbano del caserío Ñunya Temple (figura 16); donde el empuje ha generado agrietamientos en las viviendas, provocando que algunas de estas estén inhabitables (fotografía 5); también se ha registrado la afectación de la iglesia del caserío (fotografía 6).



Figura 16. Acumulación del material en remoción en las cercanías del caserío Ñunya Temple.



Fotografía 5. Viviendas inhabitables del caserío Ñunya Temple ubicadas en la parte inferior del deslizamiento.



Fotografía 6. Iglesia del caserío Ñunya Temple afectada por el deslizamiento.

El material en remoción sigue en movimiento continuo, según testimonio de los pobladores, estando a 70 m de la vía nacional PE-5N (figura 17) a junio del 2023.

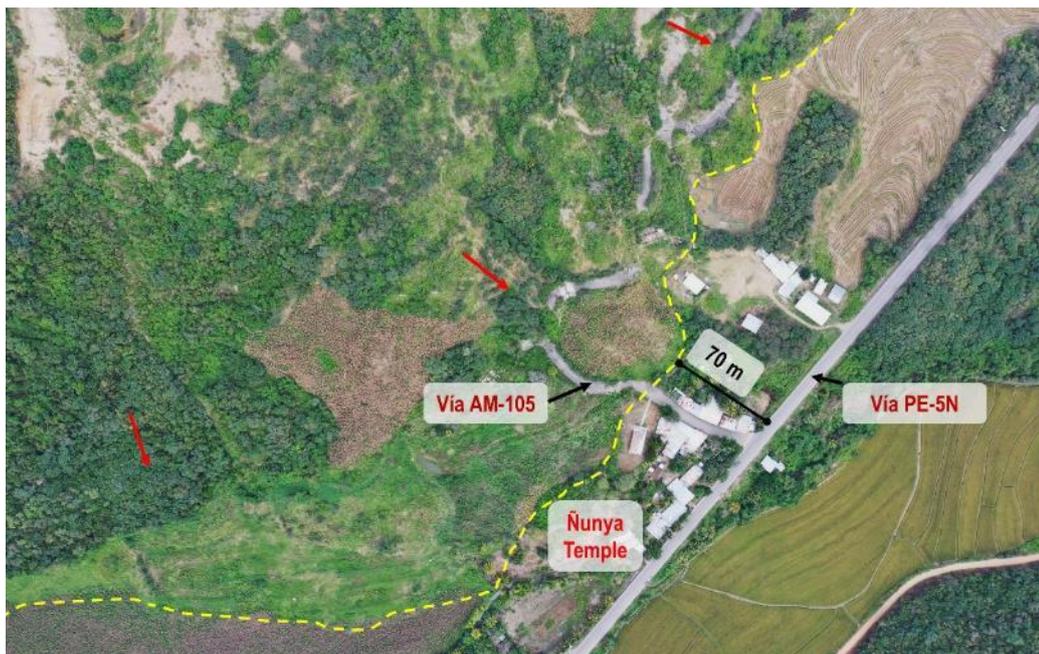


Figura 17. Vista del alcance actual del deslizamiento (delimitado en línea amarilla) junto al caserío Ñunya Temple y a 70 m de la vía nacional PE-5N.

5.1.2. Características visuales y morfométricas

- Tipo de movimiento: Deslizamiento.
- Estado: Activo.
- Tipo de avance: Retrogresivo.
- Velocidad: Moderado (algunos metros al mes).
- Deformación del terreno: Escalonado-Ondulado.
- Composición de los suelos: arcillas y limos de mediana plasticidad (tabla 4).

Morfometría del movimiento complejo Recta

- Área: 523 465 m² (52.35 ha).
- Volumen: 13 312 498 m³ (13.3 hm³)
- Perímetro: 3 407 m.
- Diferencia de alturas corona y pie de deslizamiento: 200 m.
- Desplazamiento horizontal (brazo norte): 1 130 m.
- Pendiente promedio: 10°.
- Dirección del movimiento: N9° (S-N)
- Longitud de escarpe principal: 1 km.
- Salto principal: 4 m; salto secundario: 30 m.

Factores condicionantes

- Suelos compuestos por arcillas y limolitas de mediana plasticidad, que permite la infiltración y retención del agua de lluvia o regadío, conlleva a aumento de peso de la masa inestable
- Calizas, lutitas y limolitas fragmentadas y altamente meteorizadas de la Formación Celendín; que permite la generación de movimientos en masa, en este caso deslizamientos.

- Ladera de fuerte a muy fuerte pendiente (15° a 45°), que conforman geoforma de vertiente con depósito de deslizamiento. Esto permite que la masa inestable de la ladera se desplace cuesta abajo.

Factores antrópicos

- Deforestación de laderas para agricultura, permite la infiltración de las aguas de las lluvias se infiltre fácilmente al terreno.
- Riego intensivo por inundación, satura al terreno conlleva a un aumento de peso de la masa inestable.
- Cortes en las laderas para trazado de vías, inestabiliza el talud, porque la vía discurre por el cuerpo del deslizamiento antiguo
- Ausencia de drenajes adecuados, esto también, ayuda a saturar al terreno

Factor detonante

- El deslizamiento se reactivó con las precipitaciones pluviales extremas y prolongadas, registradas el 2 y el 16 de marzo del 2022, que llegaron a 39.5 mm/día. (registrado en la estación El Pintor, Amazonas). Ver figura 3.

Daños ocasionados

- 3.5 km de la vía departamental AM-105 destruidos.
- 10 viviendas inhabitables.
- 20 viviendas afectadas y 0.3 km de la vía nacional PE-5N que pueden ser afectadas.
- 20 ha de cultivos afectados.

5.2. Movimientos complejos deslizamiento-flujo

Son dos movimientos de tipo deslizamiento-flujo originados en la parte alta de la localidad de Ñunya Temple, que han tenido diversos episodios de activación durante los últimos años y han afectado la vías AM-105 y vecinal (figura 18).



Figura 18. Vista de los deslizamientos flujos 1 (D-F 1) y 2 (D-F 2).

El deslizamiento-flujo 1 tiene un escarpe de 40 m de ancho y un salto vertical de 4 m (figura 19) donde se aprecia que la capa de relleno de afirmado alcanza el metro de espesor, los suelos coluvio deluviales unos 0.5 m y más abajo ya se puede apreciar a las lutitas y limolitas fragmentadas y altamente meteorizadas de la Formación Celendín (figura 20); en total presenta un área de 6 758 m² y 37 699 m³ de volumen.



Figura 19. Vista de la parte alta del deslizamiento-flujo 1.

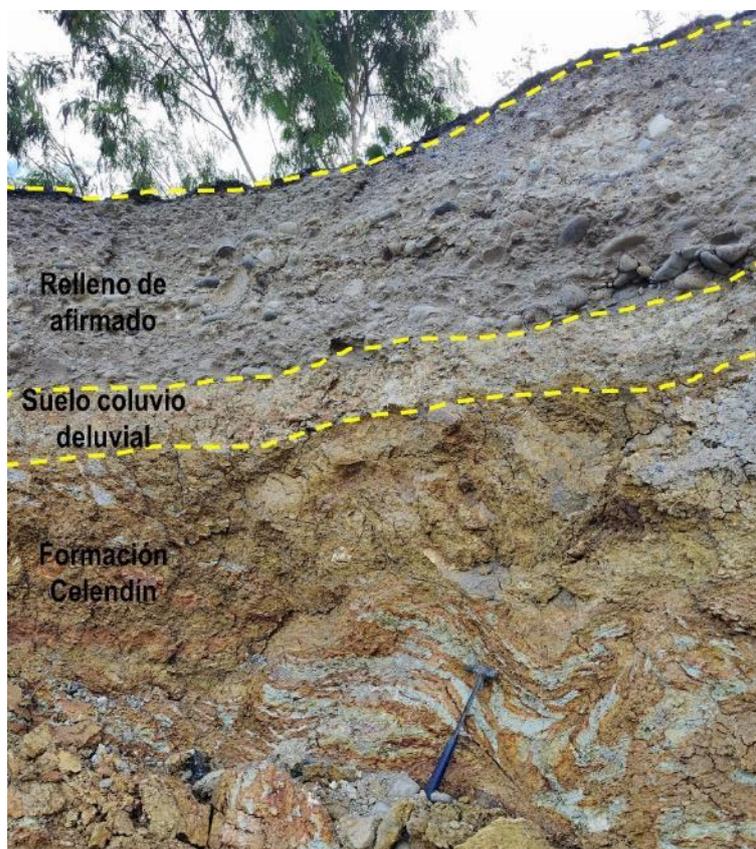


Figura 20. Detalle del escarpe principal del deslizamiento-flujo 1. En el corte se aprecia la profundidad del relleno afirmado, el suelo coluvio deluvial y la Formación Celendín infrayacente.

En la fotografía 7 se aprecia a detalle el tramo afectado de la vía AM-105, en un total de 50 m, estando la vía actualmente intransitable, generando la necesidad de trazar una nueva variante, lejos de los movimientos en masa.



Fotografía 7. Vista del tramo de la vía AM-105 afectado por el deslizamiento flujo 1.

Coordenadas: E: 798241; N: 9354889; Z: 746.

El deslizamiento-flujo 2 se ubica a 110 m al suroeste del deslizamiento-flujo 1, abarca un área de 7 557 m² y un volumen de 23 561 m³, la escarpa presenta una longitud de 40m y un salto vertical de 3 m. este evento destruyó una vía local en 50 m (figura 21).



Figura 21. Vista de la parte alta del deslizamiento-flujo 2.

En la parte alta del deslizamiento-flujo 2 se aprecia un tramo de un canal de riego y postes de fluido eléctrico que podrían ser afectados de continuar el movimiento en futuros escenarios de lluvias intensas o movimiento sísmicos de gran magnitud.



Fotografía 8. Detalle de la parte alta deslizamiento-flujo 2, donde se aprecia un canal de regadío (en línea celeste), postes de fluido eléctrico (resaltados en línea amarilla) que podrían ser afectados de continuar el movimiento.

5.3. Terreno de acogida propuesto La Torita

El terreno de acogida propuesto, se ubica en el sector La Torita, al norte de la localidad Ñunya Temple, abarca un área aproximada de 6 111 m², sus vértices y sus coordenadas se muestran en la tabla 2 y en la figura 1; la zona circundante presenta una vegetación densa de árboles y arbustos autóctonos, siendo aun recientes los terrenos habilitados para urbanismo (figura 22).



Figura 22. Vista del terreno de acogida propuesto (en línea roja) circundada por amplios campos de árboles y arbustos nativos.

Como sustrato rocoso se tienen areniscas de grano medio a grueso (figura 23) de la Formación Celendín (cartografiado INGEMMET 1/100,000 y 1/50,000).

La geomorfología está representada por una lomada en roca sedimentaria, con pendiente suave del terreno (1° a 5°)



Figura 23. Afloramiento rocoso en el terreno de acogida propuesto, que corresponde a areniscas de grano grueso. **Coordenadas:** E: 798194; N: 9357297; Z: 536

La evaluación en campo determinó que actualmente no existen movimientos en masa activos o cursos de agua permanentes o estacionarios en las cercanías que puedan afectar al terreno; sin embargo, mediante el análisis con el programa IBER, se determinó que las aguas provenientes de lluvias intensas tienden a acumularse en el este del terreno, alcanzando alturas de probable inundación de hasta 1m, por lo que se deberán realizar trabajos de drenaje pluvial para evitar daños por inundación pluvial, como también acondicionar el terreno.

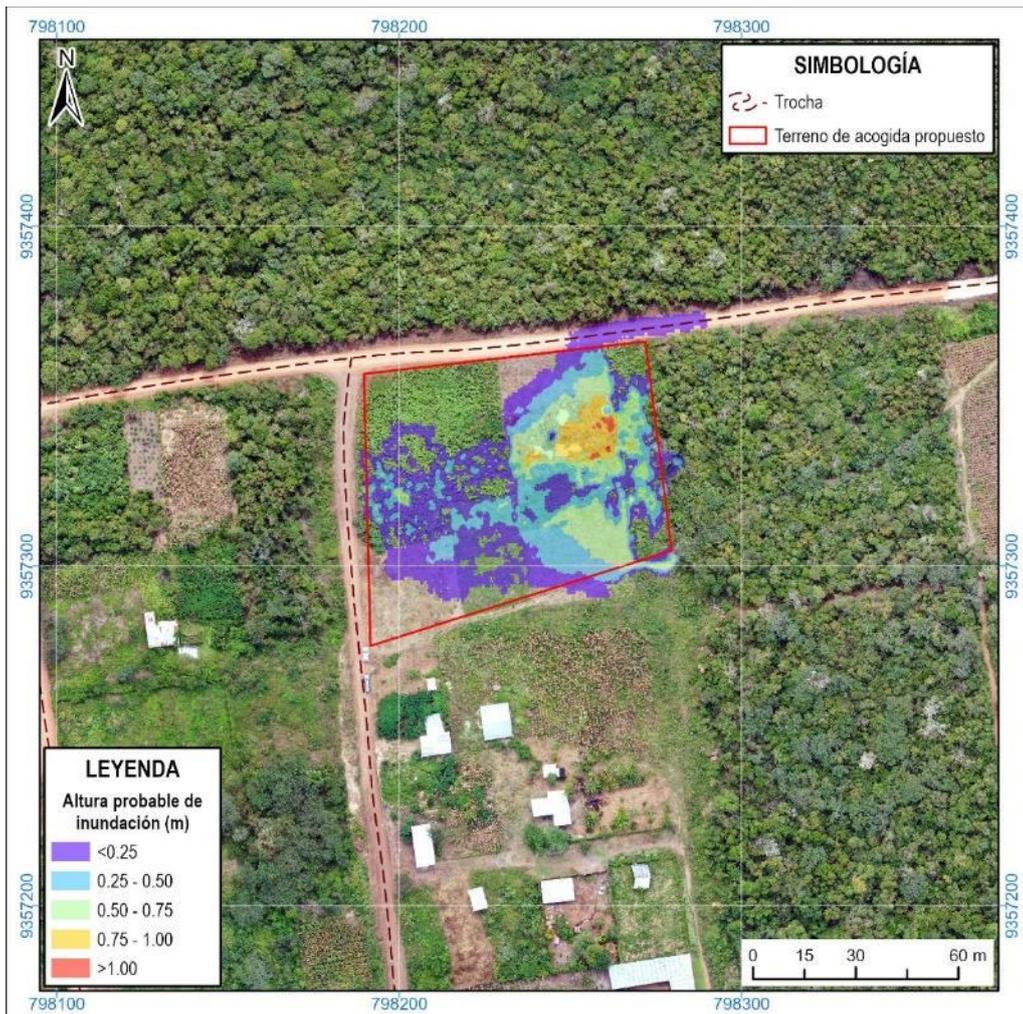


Figura 24. Análisis ante inundación pluvial en el terreno de acogida propuesto con el programa IBER, se muestra un sector de acumulación de aguas de hasta 1m al oeste del terreno.

6. CONCLUSIONES

- a. El caserío Ñunya Temple ha sido lugar de diversos movimientos en masa recientemente, debido a sus condiciones geológicas, geomorfológicas y de pendientes; además de la interacción antrópica (apertura de vías, agricultura y deforestación); siendo el factor desencadenante las lluvias intensas propias de la zona.
- b. Dentro del contexto litológico, se presentan lutitas, limolitas, calizas y areniscas de la Formación Celendín, fragmentadas y altamente meteorizadas, que están cubiertas por suelos coluvio deluviales de arcillas de baja plasticidad, producto de los diversos movimientos en masa que han ocurrido.
- c. Los terrenos conforman geformas de montaña en roca sedimentaria en el centro y sur de la localidad Ñunya Temple, con pendiente de fuerte a muy fuerte; mientras al norte se distinguen lomadas en rocas sedimentarias con pendientes de suaves a moderadas. En las partes bajas de la zona se presentan terrazas aluviales que vienen siendo utilizadas para cultivo intensivo de arroz y llanuras o planicies inundables próximas a quebradas con flujo temporal.
- d. El deslizamiento Ñunya Temple comprende un área de 52.35 ha y 13.3 hm³ y es el resultado de la combinación de varios deslizamientos antiguos; ha afectado a 3.5 km de la vía departamental AM-105, 10 viviendas y 20 ha de cultivos; además se tienen, en la parte inferior del deslizamiento, 20 viviendas y 0.3 km de la vía nacional PE-5N que podrían verse afectados, de continuar el movimiento.
- e. Los factores que han influenciado en la generación del deslizamiento son: terrenos de fuerte a muy fuerte pendiente; lutitas, limolitas y calizas fragmentadas y altamente meteorizadas de la Formación Celendín y geoforma de vertiente con depósito de deslizamiento, susceptible a movimientos en masa.
- f. Los factores antrópicos han sido: deforestación de las laderas para agricultura y habilitación urbana, riego intensivo, y cortes en la ladera para trazado de vías.
- g. El factor detonante fueron las precipitaciones pluviales extremas y prolongadas, que se generaron el 2 y el 16 marzo del 2022, en la estación El Pintor (Amazonas), cuando se alcanzaron registros de 39.5 mm/día.
- h. De acuerdo al análisis en el área de impacto por movimientos en masa en el caserío Ñunya Temple, por las condiciones geomorfológicas y geodinámicas, se considera de **Zona Crítica de Peligro Muy Alto a alto** ante deslizamiento.
- i. Se propone al sector La Totorita como el área de acogida. Presenta pendiente suave, conformada por una lomada en roca sedimentaria de areniscas. Actualmente no se han identificado movimientos en masa, quebradas o ríos en sus cercanías; sin embargo, presenta un desnivel susceptible a inundación pluvial por lo que se deben implementar medidas de control de riesgos antes de ser apta para reasentamiento.

7. RECOMENDACIONES

Caserío Ñunya Temple

- a) Reubicar las viviendas afectadas por el deslizamiento y las que están próximas a ser afectadas.
- b) Prohibir la deforestación y el riego por inundación en el cuerpo del deslizamiento y en sus proximidades.
- c) Monitorear la actividad del deslizamiento.
- d) Capacitar a la población en Gestión del Riesgo de Desastres, principalmente ejecutar simulacros de una probable reactivación del deslizamiento, que contemple el recorrido a través de rutas de evacuación a zonas seguras.
- e) Construir drenes de coronación y perimetrales impermeabilizados alrededor de los terrenos afectados por el movimiento complejo (Anexo 2A – figura 25).
- f) Reforestar las laderas con especies nativas y de raíces densas el terreno impactado por deslizamiento-flujo (Anexo 2b – figura 26 y fotografía 9).

Terreno de acogida propuesto La Torita

- a) Rellenar y nivelar el terreno, principalmente en el sector este, donde se requiere material de relleno a no menos de 1m del nivel actual.
- b) Construir drenajes perimetrales adecuados que impidan el ingreso de escorrentías al terreno.
- c) Construir un sistema de drenaje pluvial que permita evacuar las aguas de precipitaciones pluviales de forma segura, fuera del terreno de acogida.
- d) Capacitar a la población en Gestión del Riesgo de Desastres.
- e) Elaborar los estudios complementarios para el reasentamiento, tales como Evaluación de Riesgos EVAR, estudio de suelos y los que se considere necesarios.

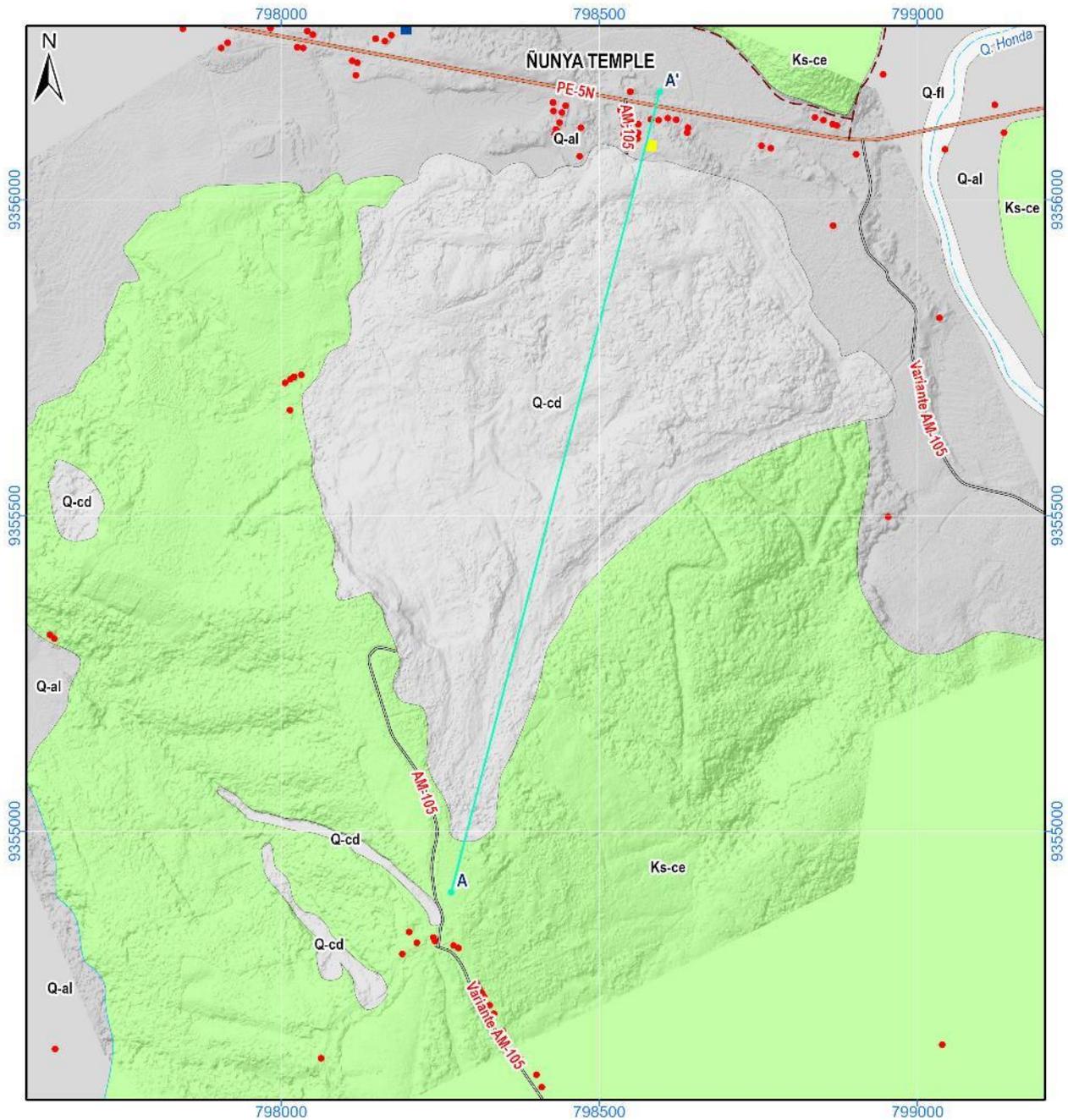

LUIS MIGUEL LEON ORDAZ
Ingeniero Geólogo
Reg.CIP. N° 215610


ING. JERSY MARIÑO SALAZAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

8. BIBLIOGRAFÍA

- Hoek, E. (2007). Rock Mass Properties. En *Practical Rock Engineering* (2a ed., pp. 190–236). Rocscience.
- INEI. (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
- Ingemmet. (2021). *Mapas geológicos integrados 50k ver 2021*. <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- Medina Allca, L., Vilchez Mata, M., & Dueñas Bravo, S. (2009). *Riesgo Geológico en la Región Amazonas. Ingemmet Boletín N° 39, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*.
- 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.
- Sánchez Fernández, A. (1995). *Geología de los Cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar. Ingemmet Boletín N° 56 Serie A*.
- 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.
- Villota, H. (2005). *Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras* (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

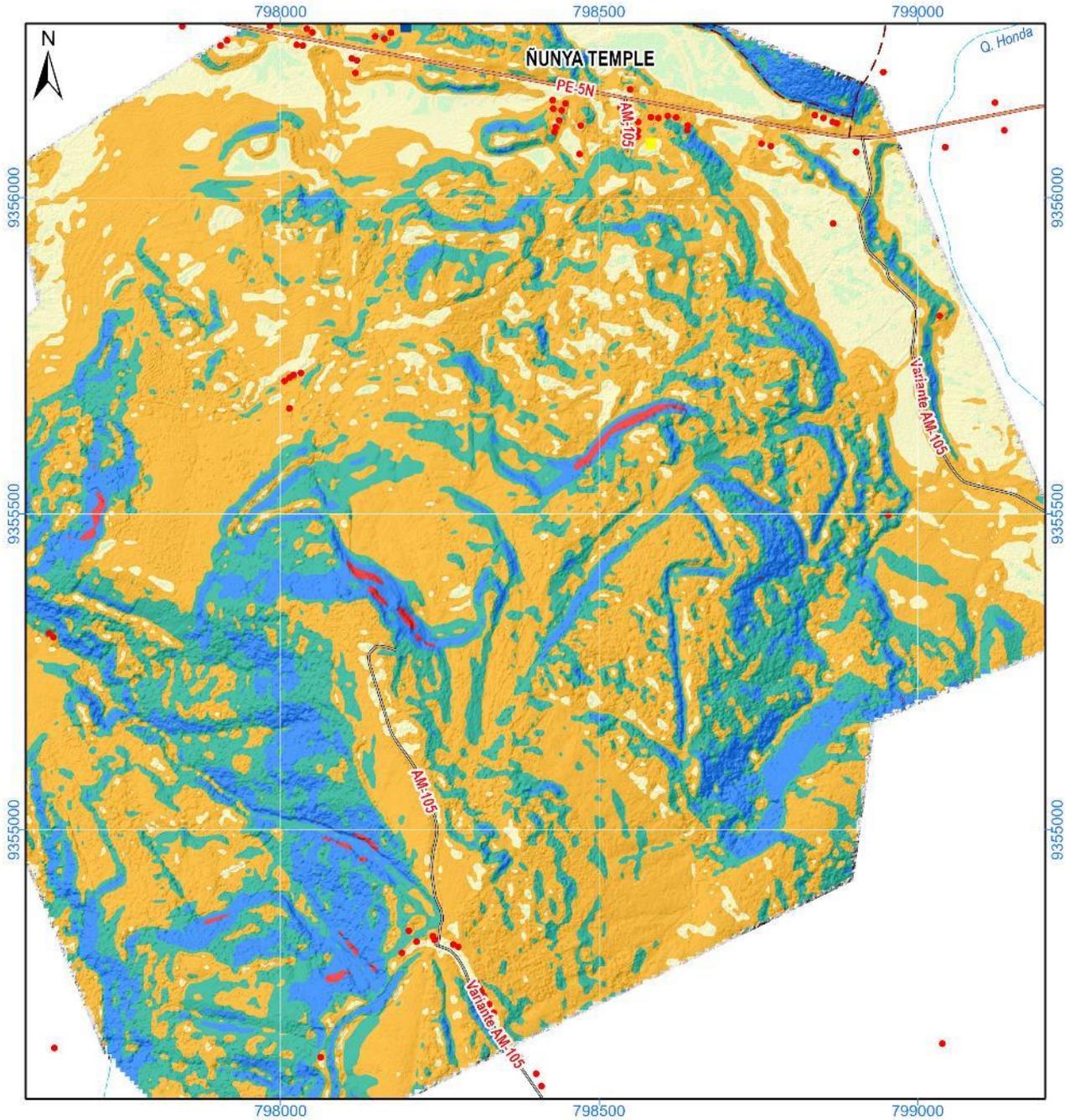
ANEXO 1. MAPAS



SIMBOLOGÍA	
	Institución educativa
	Iglesia
	Vivienda
	Quebrada
	Trocha
	Vía departamental
	Vía nacional
	Línea de perfil

LEYENDA	
	Q-fl: Depósito fluvial
	Q-cd: Depósito coluvio deluvial
	Q-al: Depósito aluvial
	Ks-ce: Formación Celendin

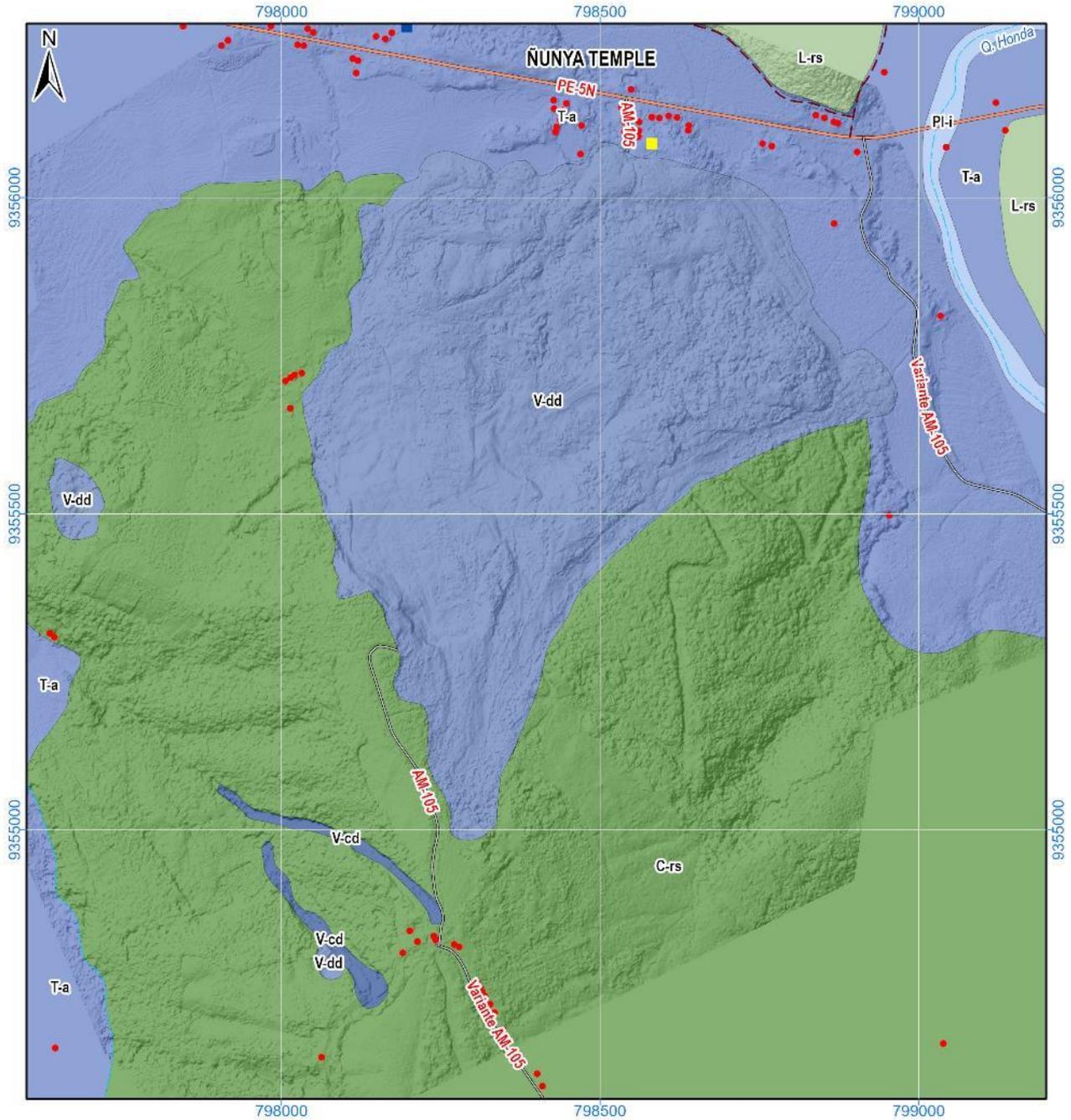
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - BAGUA GRANDE	
GEOLOGÍA DEL CASERÍO ÑUNYA TEMPLE	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/10,000	Versión digital: 2023
MAPA 1	



SIMBOLOGÍA	
	Institución educativa
	Iglesia
	Vivienda
	Quebrada
	Trocha
	Via departamental
	Via nacional

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 INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - BAGUA GRANDE	
PENDIENTES DEL TERRENO EN EL CASERÍO ÑUNYA TEMPLE	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/10,000	Versión digital: 2023
MAPA 2	



SIMBOLOGÍA	
	Institución educativa
	Iglesia
	Vivienda
	Quebrada
	Trocha
	Via departamental
	Via nacional

LEYENDA	
	C-rs: Colina en roca sedimentaria
	L-rs: Lomada en roca sedimentaria
	V-dd: Vertiente con depósito de deslizamiento
	V-cd: Vertiente coluvio deluvial
	T-a: Terraza aluvial
	PI-i: Llanura o planicie inundable

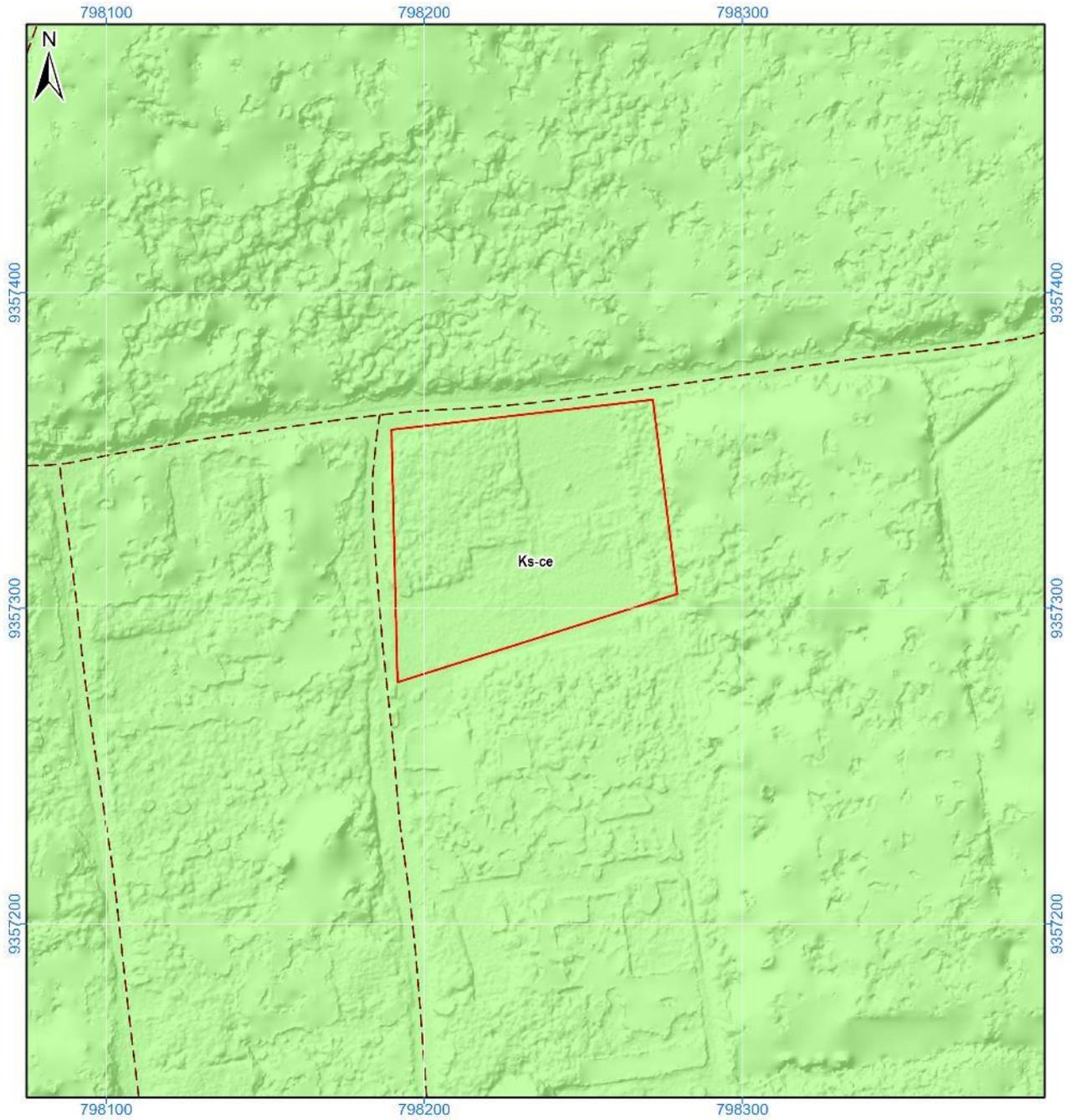
SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - BAGUA GRANDE		
GEOMORFOLOGÍA DEL CASERÍO ÑUNYA TEMPLE		
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León	MAPA 3
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/10,000	Versión digital: 2023	



SIMBOLOGÍA	
■	Institución educativa
■	Iglesia
●	Vivienda
	Quebrada
	Trocha
	Via departamental
	Via nacional
	Línea de perfil
	Escarpe de deslizamiento
	Dirección de movimiento

LEYENDA	
	Deslizamiento inactivo latente
	Deslizamiento-flujo inactivo latente

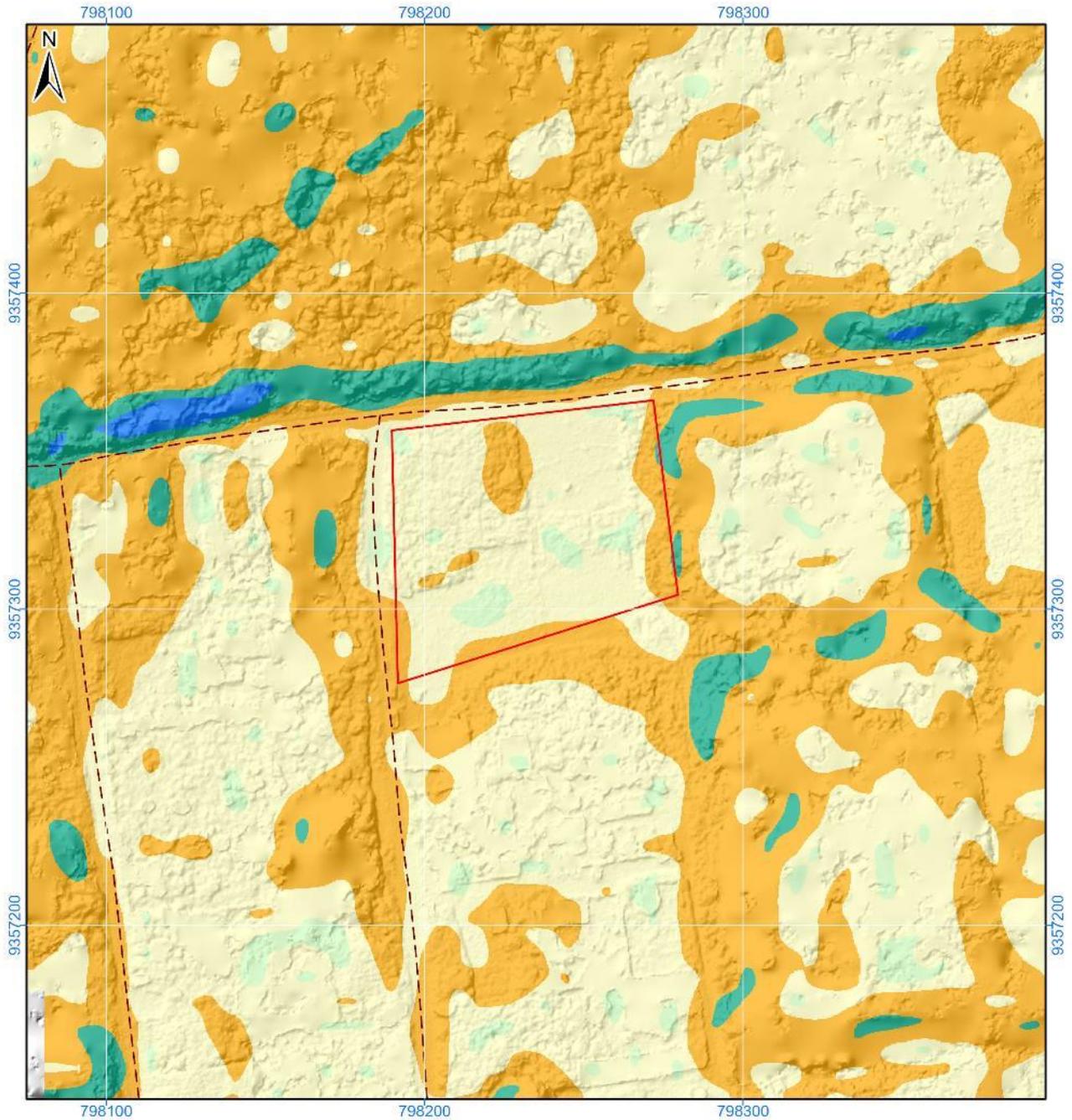
SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - BAGUA GRANDE	
CARTOGRAFÍA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CASERÍO ÑUNYA TEMPLE	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/10,000	Versión digital: 2023
MAPA	
4	



SIMBOLOGÍA	
	Trocha
	Terreno de acogida propuesto

LEYENDA	
	Ks-ce: Formación Celendín

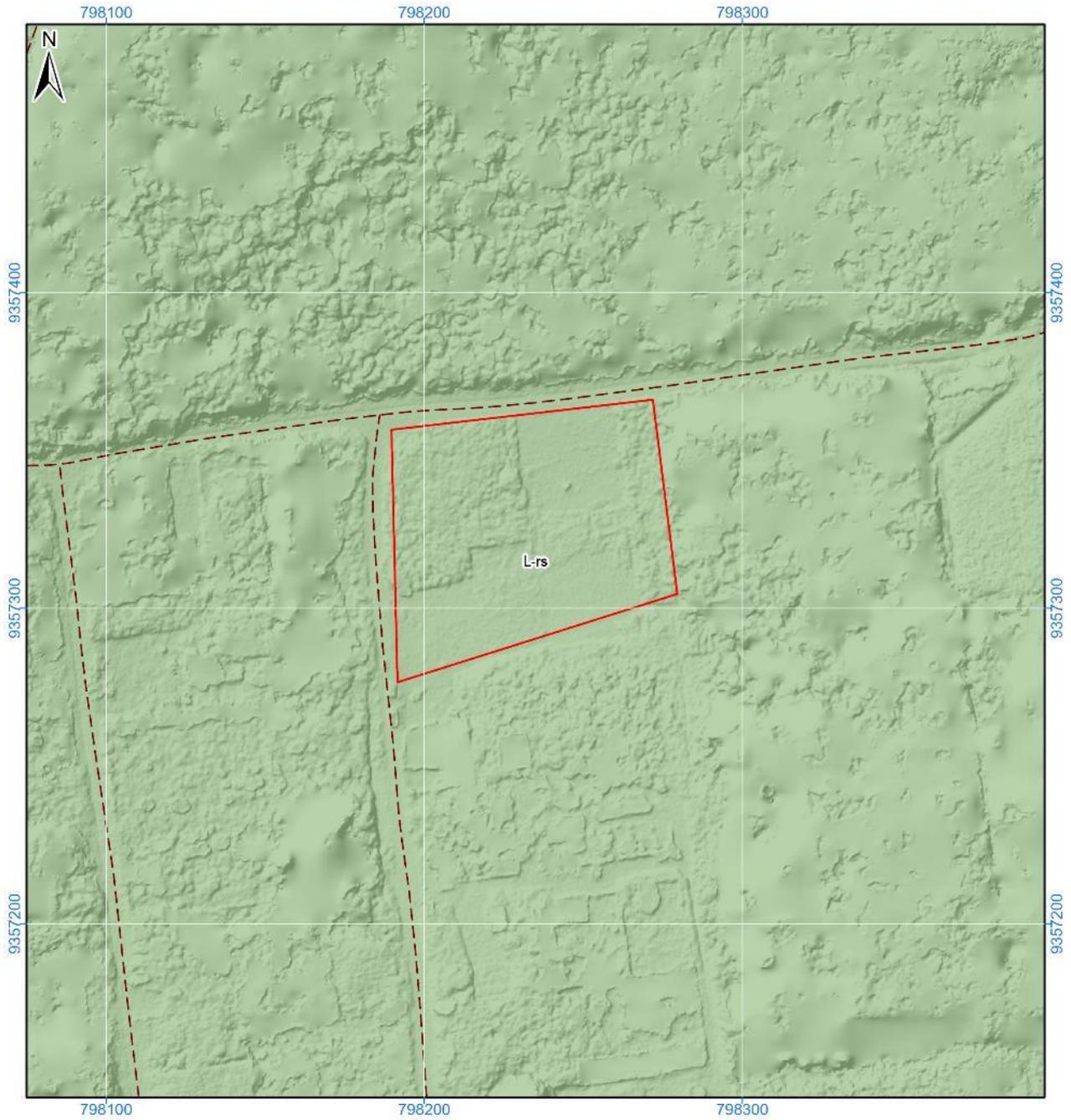
SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - BAGUA GRANDE	
GEOLOGÍA DEL SECTOR LA TORITA	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/2,000	Versión digital: 2023
MAPA	
5	



SIMBOLOGÍA	
	Trocha
	Terreno de acogida propuesto

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 INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - BAGUA GRANDE	
PENDIENTES DEL TERRENO EN EL SECTOR LA TORITA	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/2,000	Versión digital: 2023
MAPA 6	



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - BAGUA GRANDE	
GEOMORFOLOGÍA DEL SECTOR LA TORITA	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/2,000	Versión digital: 2023
MAPA	
7	

SIMBOLOGÍA	
	Trocha
	Terreno de acogida propuesto

LEYENDA	
	L-rs: Lomada en roca sedimentaria

ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

Para movimientos en masa

En la zona evaluada para la mitigación de los peligros geológicos, se debe controlar la infiltración del agua hacia afuera del cuerpo de los movimientos en masa. Los métodos de estabilización de los deslizamientos, 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 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 (Figura 25). 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.

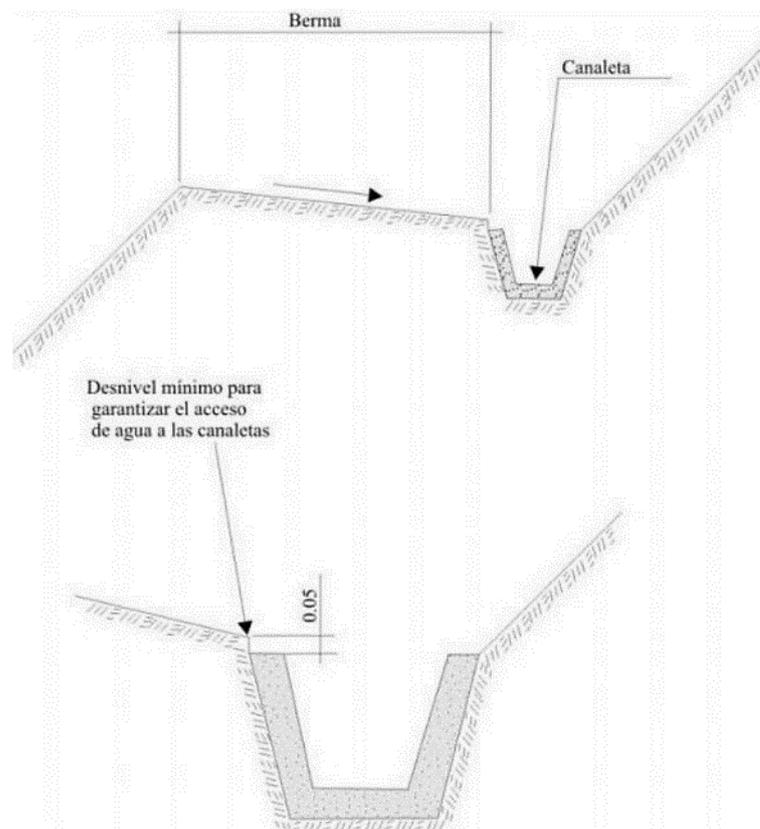


Figura 25. Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).

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).

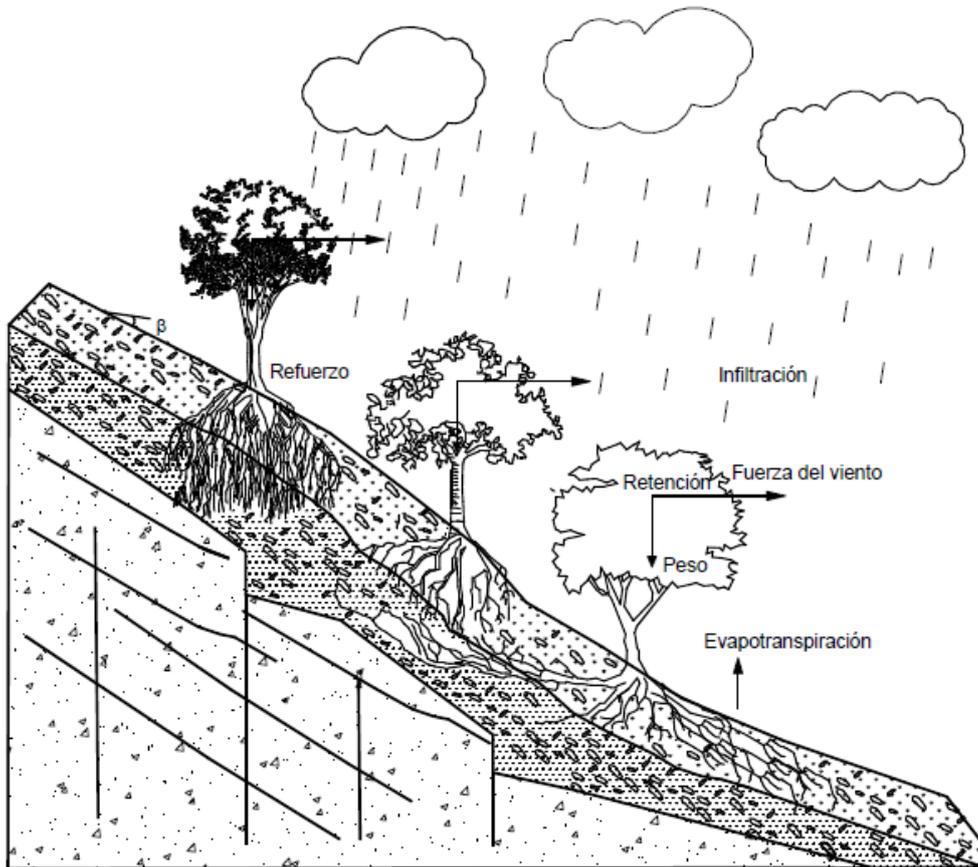


Figura 26. Estabilización de taludes utilizando vegetación. **Fuente:** Suarez, Díaz 2007.



Fotografía 9. Ejemplo de bioingeniería con arbusto (vetiver) en taludes de materiales sueltos.