

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

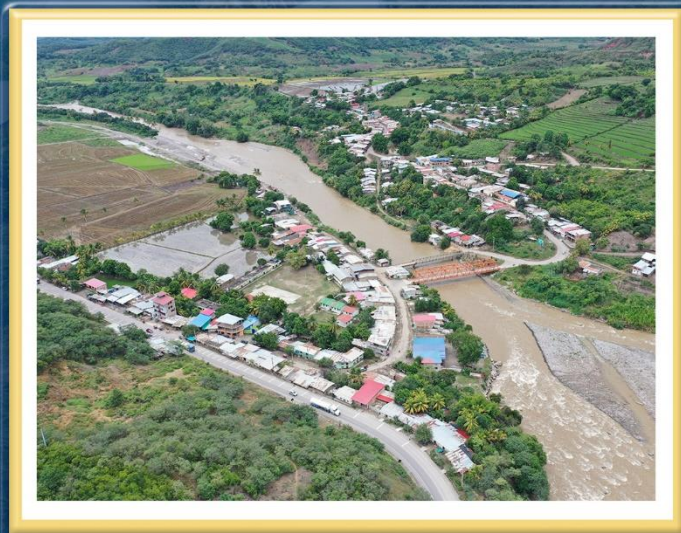
**Informe Técnico N° A7532**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LAS LOCALIDADES DE PUERTO NARANJITOS Y SALAO

Departamento: Amazonas

Provincia: Utcubamba

Distrito: Jamalca



SETIEMBRE  
2024

## **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LAS LOCALIDADES DE PUERTO NARANJITOS Y SALAO**

***Distrito Jamalca  
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**

León, L. (2024). "Evaluación de peligros geológicos en las localidades de Puerto Naranjitos y Salao, Distrito Jamalca, Provincia Utcubamba, Departamento Amazonas". INGEMMET, Informe Técnico N° A7532, 54p.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
1.1. Objetivos del estudio.....	5
1.2. Antecedentes.....	6
1.3. Aspectos generales .....	7
1.3.1. Ubicación .....	7
1.3.2. Accesibilidad .....	8
1.3.3. Población .....	8
1.3.4. Clima.....	9
1.3.5. Sismicidad.....	10
<b>2. DEFINICIONES .....</b>	<b>11</b>
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....</b>	<b>13</b>
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	13
3.1.1. Formación Celendín .....	13
3.1.2. Depósitos cuaternarios.....	16
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....</b>	<b>17</b>
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE).....	17
4.2. Pendiente del terreno.....	19
4.3. Unidades Geomorfológicas.....	19
4.3.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional .....	20
4.3.2. Unidades de carácter depositacional y agradacional.....	20
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS .....</b>	<b>22</b>
5.1. Deslizamientos en la localidad de Puerto Naranjitos.....	23
5.1.1. Deslizamiento D-1 .....	23
5.1.2. Deslizamiento D-2.....	26
5.1.3. Deslizamientos D-3 y D-4.....	27
5.2. Deslizamientos en la localidad de Salao .....	29
5.2.1. Deslizamiento D-5.....	29
5.2.2. Deslizamientos D-6 y D-7.....	33
5.3. Inundación fluvial en las localidades de Puerto Naranjitos y Salao .....	35
5.3.1. Características visuales y morfométricas.....	37
<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>38</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXO 1. MAPAS .....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS.....</b>	<b>52</b>

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos de deslizamientos e inundación fluvial, realizados en las localidades de Puerto Naranjitos y Salao, que pertenece a la jurisdicción del distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualización, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

Las localidades de Puerto Naranjitos y Salao se ubican en las riberas del río Utcubamba, sobre terrazas aluviales con pendiente baja ( $1^{\circ}$  a  $5^{\circ}$ ); están rodeadas por colinas modeladas en rocas sedimentarias con pendiente fuerte a muy fuerte ( $15^{\circ}$  a  $45^{\circ}$ ); además se tienen vertientes con depósito de deslizamientos, producto de movimientos en masa.

Las unidades geológicas que afloran en la zona corresponden a calizas intercaladas con lutitas muy fracturadas y altamente meteorizadas de la Formación Celendín. También, se tiene depósitos coluvio deluviales de composición arcillo limosa originados por deslizamientos recientes, además depósitos aluviales y fluviales originados por el río Utcubamba.

Los procesos identificados en las localidades evaluadas corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamiento rotacional e inundación fluvial.

En Puerto Naranjitos, el deslizamiento D-1, presenta un área de  $5\,015\text{ m}^2$  con ladera de pendiente fuerte ( $21^{\circ}$  en promedio), afecta una vivienda y  $85\text{ m}$  de la vía vecinal AM-616; mientras que el deslizamiento D-2 abarca  $32\,596\text{ m}^2$  y se ubica en terrenos con pendiente fuerte ( $15^{\circ}$  a  $25^{\circ}$ ), en el 2021 afectó  $250\text{ m}$  de la vía nacional PE-5N (Fernando Belaunde Terry).

En el Salao, el deslizamiento D-5 abarca  $1.1\text{ ha}$ , afecta 20 viviendas y  $170\text{ m}$  de la vía nacional PE-5N; además se tienen 10 viviendas en peligro por su cercanía al cuerpo del deslizamiento. Los deslizamientos D-3, D-4 (Puerto Naranjitos) y D-6, D-7 (Salao) tienen una extensión de entre  $636$  a  $2\,030\text{ m}^2$  y solo afectan a terrenos de cultivo.

Los factores detonantes corresponden al movimiento sísmico de Datem del Marañón del 2021 (D-2 y D-3), las lluvias intensas de la temporada enero-marzo del 2023 (D-1) o a la intensa actividad agrícola en laderas con pendiente fuerte a muy fuerte ( $15^{\circ}$  a  $45^{\circ}$ ) sin medidas de control de riesgos adecuadas (D-3, D-4, D-6 y D-7).

Se concluye que las áreas de impacto por deslizamientos en las localidades de Puerto Naranjitos y Salao se consideran de **Peligro Alto a Muy Alto** ante la ocurrencia a movimientos en masa.

Además, las zonas evaluadas de Puerto Naranjitos y Salao pueden ser impactadas por inundación fluvial, como el evento ocurrido luego del desembalse del río Utcubamba del 2021; actualmente se presentan 50 viviendas expuestas a inundación fluvial en Puerto Naranjitos y 5 en el Salao. Las áreas expuestas a inundación fluvial presentan **Peligro Alto** ante este tipo de peligro geohidrológico.

Finalmente, se brindan las recomendaciones para las autoridades competentes y tomadores de decisiones, como el reasentamiento de las viviendas inhabitables, construir canales de coronación, sellar los agrietamientos y escarpes, monitorear los deslizamientos, construcción de defensas ribereñas adecuadas, entre otras medidas de control de riesgos.

## 1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, mediante la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) y el “Servicio de asistencia en evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”, contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico y geohidrológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud remitida por la Municipalidad Distrital de Jamalca Oficio N° 171-2023-MDJ/A, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por deslizamiento en las localidades de Puerto Naranjitos y Salao, cuya ocurrencia es periódica y latente durante las temporadas de lluvias, el último evento ocurrido en marzo del 2023.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los ingenieros Luis León y Elvis Alcántara, quienes realizaron la evaluación de peligros en la localidad mencionada el 28 de abril del 2024.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: i) Pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET; ii) campo, a través de la observación, toma de datos (sobrevuelos dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; Gabinete post campo, donde se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Jamalca, Municipalidad Provincial de Utcubamba, 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) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros que se presentan en las localidades de Puerto Naranjitos y Salao, eventos que pueden comprometer la seguridad física de personas, viviendas, medios de vida, obras de infraestructura y vías de comunicación en la zona de influencia de los eventos.
- b) Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados.

## 1.2. Antecedentes

Existen trabajos previos y publicaciones del INGEMMET, que incluye en las localidades de Puerto Naranjitos y Salao, relacionados a temas de geología y geodinámica externa, de los cuales destacan los siguientes:

- Boletín N° 56 Serie A, “Geología de los Cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar” (Sánchez, 1995) donde describe las unidades geológicas a una escala 1:100 000; lutitas, calizas arenosas y limoarcillitas de la Formación Celendín.
- Boletín N° 49 Serie C, Estudio de Riesgo Geológico en la Región Amazonas (Medina et al., 2009) presenta un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, a escala 1:250 000; donde las localidades de Puerto Naranjitos y Salao se sitúan en zonas de alta a muy alta susceptibilidad ante la ocurrencia de movimientos en masa. Además, se identificaron peligros geológicos en las localidades de Puerto Naranjitos y Salao, correspondientes a derrumbe y erosión fluvial, respectivamente; para este caso se recomienda la reubicación de las viviendas expuestas a los peligros, así como su monitoreo y la instalación de medidas de control adecuadas.
- Boletín N° 142 Serie A, “Geología de los cuadrángulos de Aramango y Bagua Grande, Hojas 11-g y 12-g, escala 1:50,000” (Chacaltana et al., 2011) donde se En el cartografiado geológico integrado a escala 1:50 000, (Ingemmet, versión 2022) donde describe las unidades geológicas a una escala 1:100 000; lutitas, calizas arenosas y limoarcillitas de la Formación Celendín.
- Informe Técnico A6571 “Inspección técnica de peligros geológicos del Km 254 de la Carretera Fernando Belaunde Terry – Sector El Salao. Provincia Utcubamba, región Amazonas” (Medina, 2011) donde se evaluó un proceso de flujo de detritos que embalsó parcialmente al río Utcubamba y afectó a viviendas ubicadas en las riberas del río de las localidades de Puerto Naranjitos y Salao; además, se recomendó reubicar a las viviendas construidas en las fajas marginales del río Utcubamba y la construcción de defensas ribereñas adecuadas.
- Informe Técnico A7198 “Represamiento y desembalse del río Utcubamba en el sector Aserradero. Distrito de Jamalca, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas” (Núñez & Sosa, 2021), donde se evaluaron las características geológicas y geotécnica, además de daños producidos por el desembalse del río Utcubamba, proceso que afectó a las localidades de Puerto Naranjitos y Salao; además se recomendó respetar las fajas marginales del río Utcubamba.
- Informe Técnico A7227 “Efectos geológicos asociados al sismo 7.5 Mw del 28 de noviembre 2021 en el departamento de Amazonas” (Medina et al., 2021), donde se identificaron movimientos en masa tipo deslizamiento y sectores afectados por inundación fluvial, producto del sismo de noviembre del 2021; además se presentan recomendaciones como la reubicación de las viviendas expuestas y construcción de medidas de control adecuadas.

- Fichas técnicas referenciales de la Autoridad Nacional del Agua con identificación de puntos críticos N° 14805, 14807, 16725 y 16719 (ANA, 2022a, 2022b, 2023a, 2023b); donde se identifican puntos críticos ante erosión e inundación fluvial en las localidades de Salao y Puerto Naranjitos; además se recomienda la construcción de defensas ribereñas a lo largo de los márgenes impactados.

### 1.3. Aspectos generales

#### 1.3.1. Ubicación

Las localidades de Puerto Naranjitos y Salao, pertenecen al distrito Jamalca, provincia de Utcubamba, departamento Amazonas (figura 1), ubicada en las coordenadas UTM WGS 84 – Zona: 17S descritas en el tabla 1, para los eventos de deslizamientos más representativos de las localidades antes mencionadas.

**Tabla 1.** Coordenadas de las áreas de estudio – localidad Puerto Naranjitos.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	802650	9356375	-5.816256	-78.267204
2	802650	9355075	-5.828003	-78.267143
3	801275	9355075	-5.828063	-78.279556
4	801275	9356375	-5.816316	-78.279610
<b>Coordenada central de los peligros identificados</b>				
Deslizamiento D-1 Puerto Naranjitos	801722	9355723	-5.822191	-78.275543

**Tabla 2.** Coordenadas de las áreas de estudio – localidad Salao.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
5	805525	9354450	-5.833524	-78.241180
6	805525	9353600	-5.841204	-78.241142
7	804725	9353600	-5.841240	-78.248360
8	804725	9354450	-5.833559	-78.248398
<b>Coordenada central de los peligros identificados</b>				
Deslizamiento D-5 Salao	805213	9354072	-5.836952	-78.243980



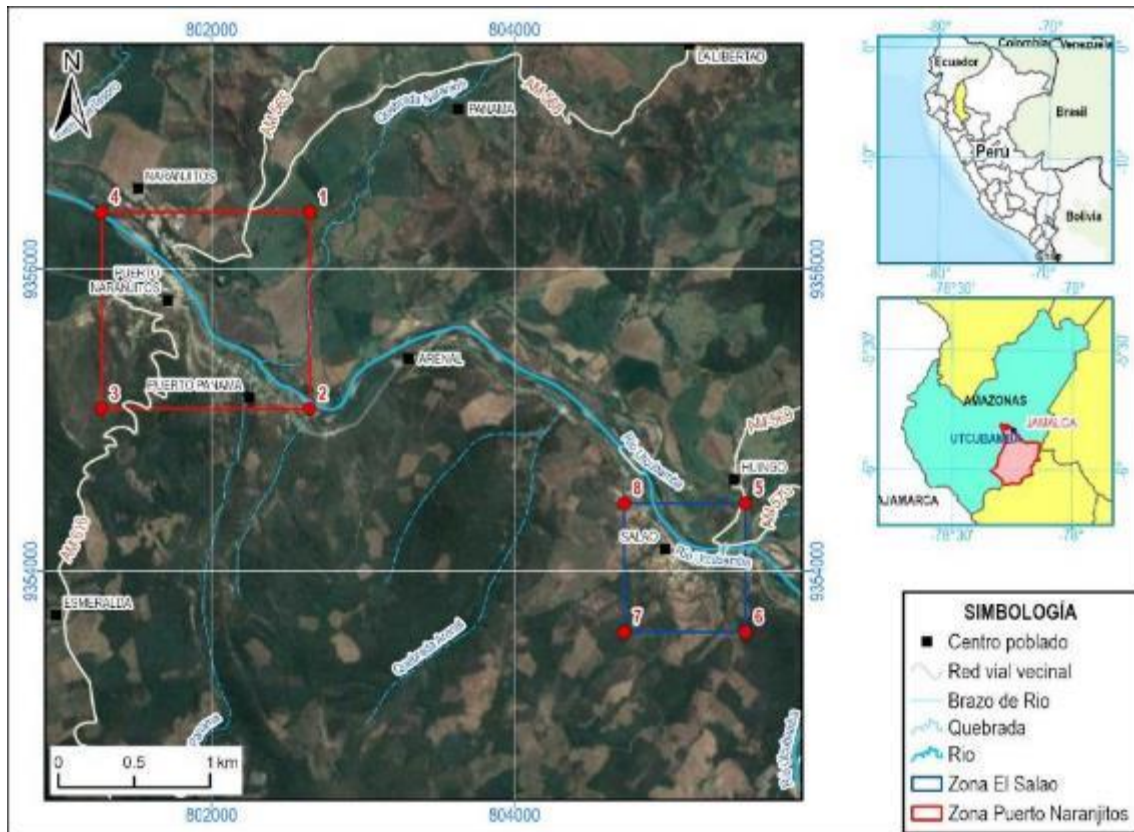


Figura 1. Ubicación de las áreas evaluadas: Puerto Naranjitos (en línea roja) y Salao (en línea azul).

### 1.3.2. Accesibilidad

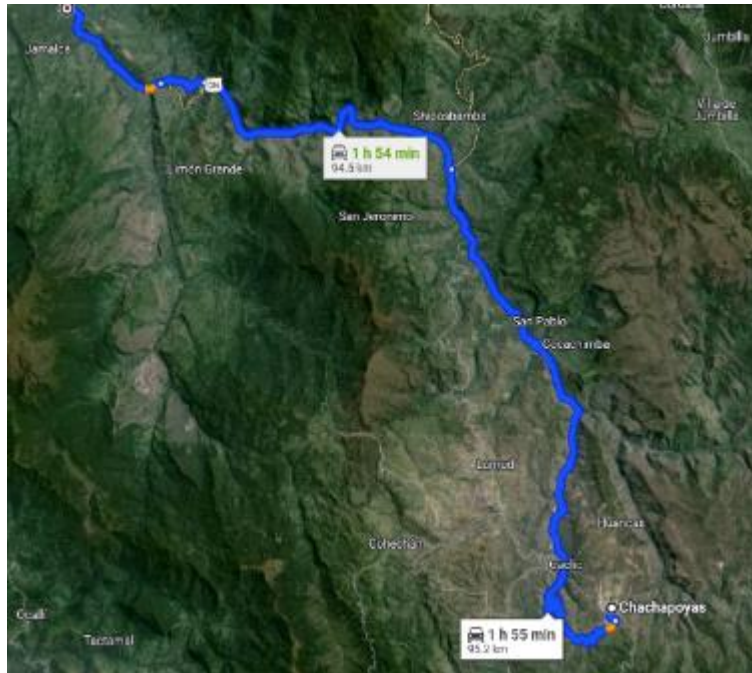
El acceso desde la ciudad de Chachapoyas se realiza a través de las vías nacionales asfaltada PE-08B, PE-08C y PE-5N hasta las localidades de Puerto Naranjitos y Salao; tal como se detalla en la siguiente ruta (tabla 3, figura 2):

Tabla 3. Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Chachapoyas – Puerto Naranjitos y Salao	Asfaltada	95	2 horas

### 1.3.3. Población

De acuerdo con la información obtenida del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2018), la localidad de Puerto Naranjitos, tiene una población de 360 habitantes, distribuidos en 135 viviendas, con acceso a red pública de agua, energía eléctrica y desagüe; mientras que la localidad de Salao tiene una población de 310 habitantes, distribuidos en 113 viviendas, con acceso a red pública de agua, energía eléctrica pero no de desagüe.

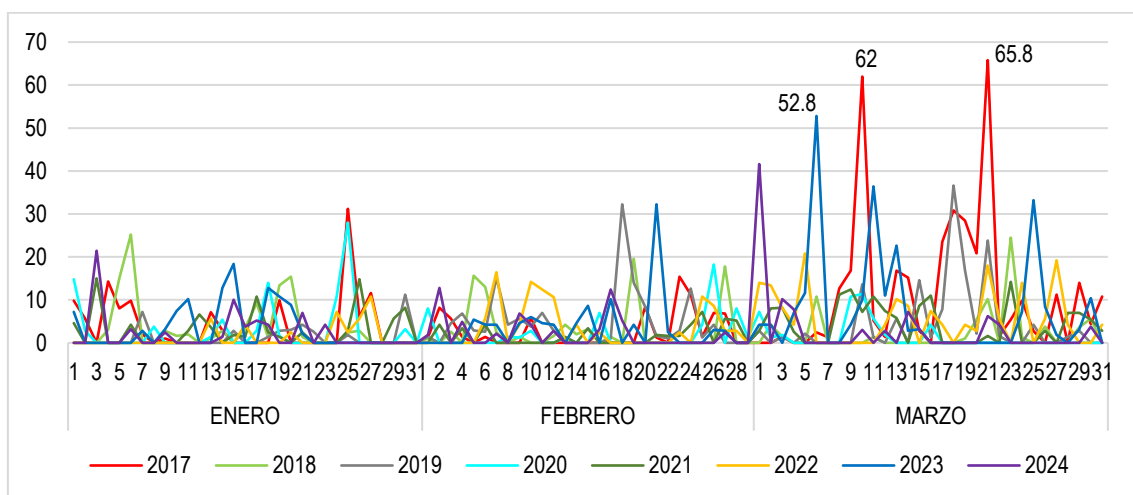


**Figura 2.** Ruta de acceso desde la ciudad de Chachapoyas hasta las localidades de Puerto Naranjitos y Salao. **Fuente:** Google Maps.

### 1.3.4. Clima

Por el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), las zonas de estudio poseen 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.

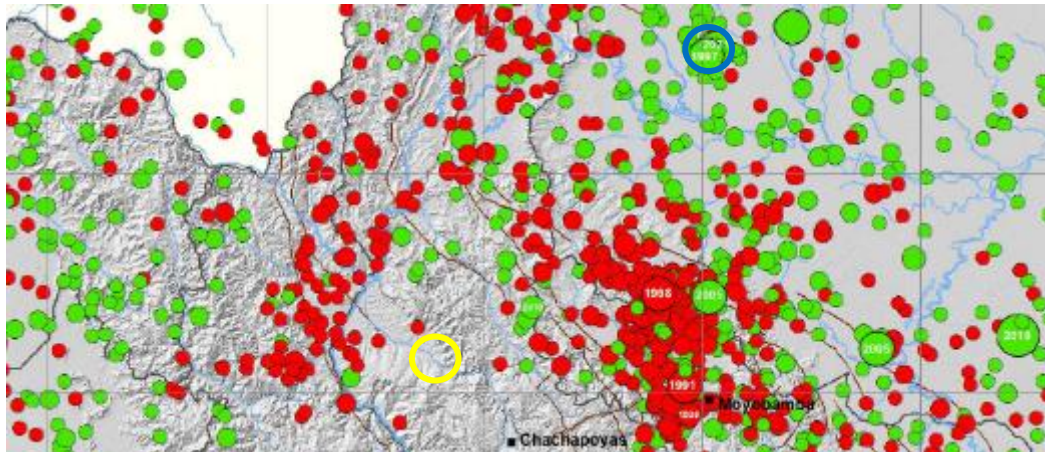
Entre los años 2017-2024, los meses de enero – marzo, los sectores evaluados percibieron precipitaciones de hasta 65.8 mm/día (figura 3) considerados por el Senamhi, en su consolidado de umbrales de precipitación del 2014, como Extremadamente Lluvioso (Senamhi, 2014).



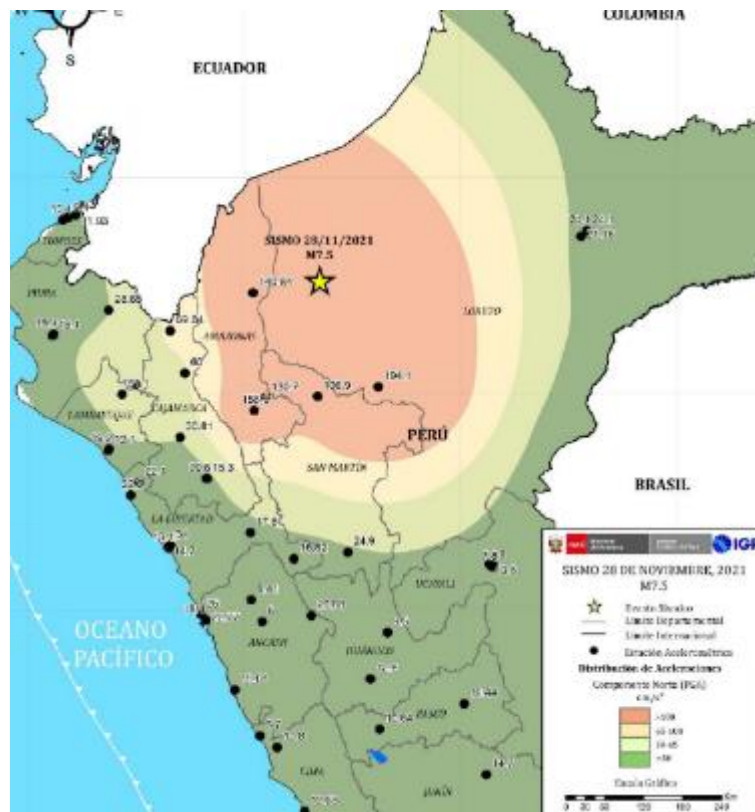
**Figura 3.** Precipitación diaria del mes de marzo entre los años 2014-2024, en la Estación Jamalca (Utcubamba). **Fuente:** Senamhi.

### 1.3.5. Sismicidad

En la figura 4 se muestra un corte del mapa sísmico del norte peruano, donde se aprecia que el sector evaluado (círculo amarillo) no registra eventos sísmicos importantes (IGP, 2023); sin embargo, los terremotos de gran magnitud que se reportan en la selva pueden afectar este territorio, como el sismo del Datem del Marañón del 28 de noviembre 2021 (Tavera et al., 2021). Dicho evento alcanzó una magnitud de 7.5 Mw y generó sacudimientos importantes que impactaron a gran parte del departamento de Amazonas (figura 5), provocando movimientos en masa, embalse de ríos, otros eventos (Medina et al., 2021).



**Figura 4.** Mapa sísmico nacional entre los años 1960 y 2023; el área de estudio está indicada por una circunferencia amarilla y el epicentro del terreno de Datem del Marañón 2021 en azul. Fuente: Tavera et al. (2021).



**Figura 5.** Aceleraciones registradas en la componente norte-sur (NS) debido al sismo del Datem del Marañón del 28 de noviembre 2021. Fuente: Tavera et al. (2021).

## 2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA:GCA, 2007); donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

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

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

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

**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.

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

**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.

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

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

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

**Detonante:** Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

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

**Factor condicionante:** Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

**Factor detonante:** Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

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

**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 en masa:** Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Sin.: Remoción en masa y movimientos de ladera.

**Peligro o amenaza geológica:** Proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

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

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

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

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

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

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

**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. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base la revisión y actualización del cuadrángulo de Bagua Grande (Sánchez, 1995) y la reciente cartografía a escala 1:50 000 (Chacaltana et al., 2011) donde se tiene principalmente macizos rocosos de calizas arenosas y lutitas calcáreas de la Formación Celendín y depósitos aluviales de gravas y arenas. La geología se complementó con trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas y observaciones de campo, los resultados se muestran en los mapas 1 y 5.

#### 3.1. Unidades litoestratigráficas

Comprenden unidades sedimentarias del Cretácico Superior y depósitos cuaternarios inconsolidados, producto de movimientos en masa.

##### 3.1.1. Formación Celendín

Esta unidad está compuesta por lutitas y limolitas grises verdes, a veces se encuentra abigarradas, con intercalaciones de caliza delgadas grises (Chacaltana et al., 2011).

Conforma el basamento rocoso tanto de la localidad de Puerto Naranjitos (fotografía 1) y de Salao (fotografía 2); donde se muestra muy fracturada y altamente meteorizada.

La resistencia geológica de sus macizos rocosos es baja, reflejado en una resistencia a la compresión uniaxial (tabla 4) de entre 5 a 25 MPa y un Índice Geológico de Resistencia (Hoek, 2007) de entre 20 a 30 (figura 6).



**Fotografía 1.** Macizo rocoso de lutitas calcáreas y calizas arenosas muy fracturadas y altamente meteorizadas de la Formación Celendín en la localidad de Puerto Naranjitos. **Ubicación: E:** 802242, **N:** 9355280.



**Fotografía 2.** Macizo rocoso de lutitas calcáreas y calizas arenosas muy fracturadas y altamente meteorizadas de la Formación Celendín en la localidad de Salao. **Ubicación: E:** 805250, **N:** 9354017.

**Tabla 4.** 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 6.** Estructura y calidad de las discontinuidades del macizo rocoso de la Formación Celendín, GSI promedio de entre 20 a 30. **Fuente:** Tabla del Índice Geológico de Resistencia GSI (Hoek, 2007).



### 3.1.2. Depósitos cuaternarios

#### Depósitos coluvio deluviales (Q-cd)

Corresponde a sectores con acumulaciones de suelo transportado por acción de movimientos en masa. Su composición granulométrica corresponde a un suelo arcillo-limoso de plasticidad media a alta, con componentes gruesos sub redondeados esporádicos de hasta 10 cm (fotografía 3).



**Fotografía 3.** Depósito coluvio deluvial en la localidad de Puerto Naranjitos. **Ubicación:** E: 801650, N: 9355593.

**Tabla 5.** Descripción de formaciones superficiales. **Ubicación:** E: 801650, N: 9355593.

TIPO DE FORMACIÓN SUPERFICIAL		GRANULOMETRÍA (%)		FORMA		REDONDES	
<input type="checkbox"/>	Eluvial	<input type="checkbox"/>	Lacustre	5	Bolos	<input type="checkbox"/>	Esférica
<input checked="" type="checkbox"/>	Deluvial	<input type="checkbox"/>	Marino	5	Cantos	<input checked="" type="checkbox"/>	Redondeado
<input checked="" type="checkbox"/>	Coluvial	<input type="checkbox"/>	Eólico	5	Gravos	<input type="checkbox"/>	Sub redondeado
<input type="checkbox"/>	Aluvial	<input type="checkbox"/>	Orgánico	10	Gránulos	<input type="checkbox"/>	Anguloso
<input type="checkbox"/>	Fluvial	<input type="checkbox"/>	Artificial	5	Arenas	<input type="checkbox"/>	Sub anguloso
<input type="checkbox"/>	Proluvial	<input type="checkbox"/>	Litoral	20	Limos		
<input type="checkbox"/>	Glaciar	<input type="checkbox"/>	Fluvio glaciar	50	Arcillas		

PLASTICIDAD		ESTRUCTURA		TEXTURA		CONTENIDO DE		% LITOLOGÍA	
<input checked="" type="checkbox"/>	Alta plasticidad	<input type="checkbox"/>	Masiva	<input checked="" type="checkbox"/>	Harinoso	<input type="checkbox"/>	Materia orgánica	<input type="checkbox"/>	Intrusivos
<input type="checkbox"/>	Med. plasticidad	<input checked="" type="checkbox"/>	Estratificada	<input type="checkbox"/>	Arenoso	<input checked="" type="checkbox"/>	Carbonatos	<input type="checkbox"/>	Volcánicos
<input type="checkbox"/>	Baja plasticidad	<input type="checkbox"/>	Lenticular	<input type="checkbox"/>	Áspero	<input type="checkbox"/>	Sulfatos	<input type="checkbox"/>	Metamórficos
<input type="checkbox"/>	No plástico							<input checked="" type="checkbox"/>	Sedimentarios

SUELOS FINOS		COMPACIDAD		SUELOS GRUESOS		CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.			
Limos y Arcillas				Arena		SUELOS GRUESOS		SUELOS FINOS	
<input type="checkbox"/>	Blanda	<input type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	Suelta	GW	SW	ML	MH
<input checked="" type="checkbox"/>	Compacta	<input type="checkbox"/>	Densa	<input type="checkbox"/>	Med. consolidada	GP	SP	CL	CH
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada	GM	SM	OL	OH
				<input type="checkbox"/>	Muy consolidada	GC	SC	PT	

#### Depósitos aluviales (Q-al)

Se ubican en las partes bajas de la zona conformando terrazas de pendiente suave a llana, que se originaron producto de la acumulación de suelos transportados por corrientes de alta energía estacionales, ahora son utilizados para el pastoreo y siembras agrícolas.

### **Depósitos proluviales (Q-pr)**

Corresponden a suelos ubicados en las quebradas de la zona, donde en temporadas de lluvias intensas se producen flujos torrenciales que acarrearán suelos de bloques y cantos sub redondeados en una matriz de limos y arcillas de mediana a alta plasticidad.

### **Depósitos fluviales (Q-fl)**

Son suelos ubicados en el cauce del río San Miguel y en sus proximidades, mantienen una composición de suelos gruesos, cantos y gravas, principalmente, debido al constante flujo de corrientes de agua, que acarrearán los suelos más finos de limos y arcillas.

## **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 por el Ingemmet, tomados en junio del 2023; 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)**

Las localidades evaluadas presentan elevaciones que van desde los 496 m hasta los 632 m (Puerto Naranjitos) y de 530 m a 658 m (Salao); donde el área con mayor pendiente (de 15° a 45°) corresponde a terrenos entre altitudes de 540 a 600 m y de 580 a 620, respectivamente (figura 7); en ambos casos estos terrenos corresponden a geformas de colinas en rocas sedimentarias.

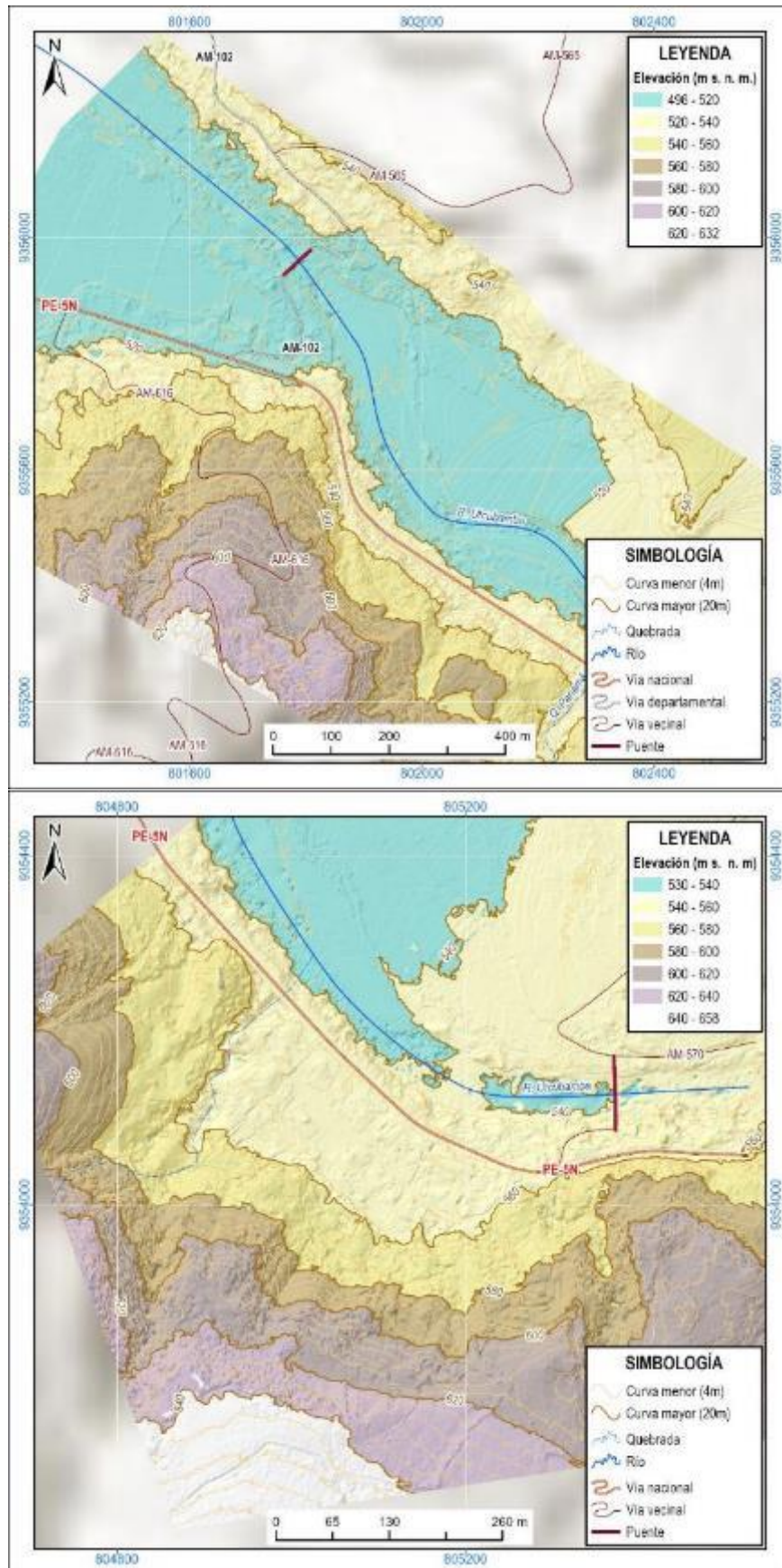
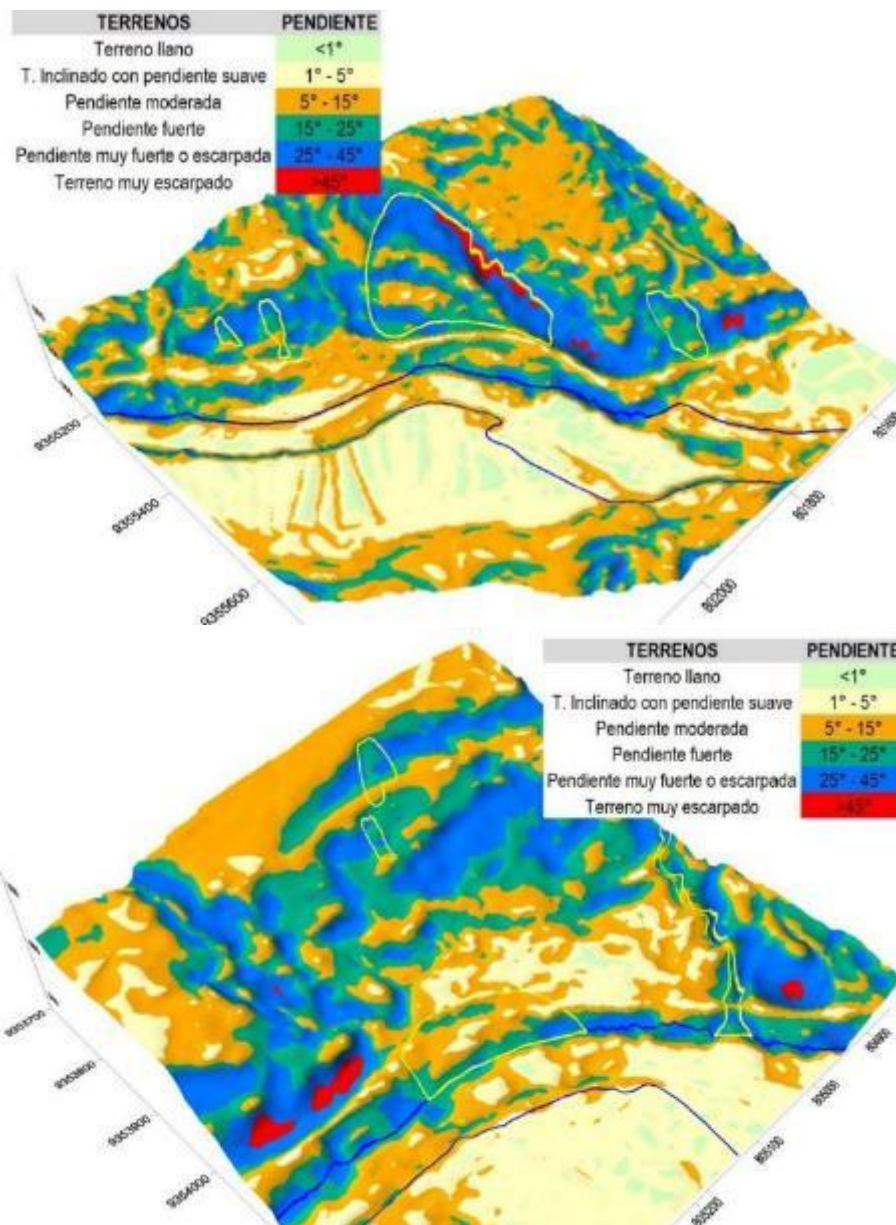


Figura 7. Modelo digital de elevaciones de las localidades de Puerto Naranjitos (arriba) y Salado (abajo).

## 4.2. Pendiente del terreno

Las zonas evaluadas, presentan terrenos con pendientes que varían de llana a suave (<5°) en la parte baja de los valles, a escarpada y muy escarpada (>25°) en las laderas de las colinas (figura 8; mapa 2 y 6).



**Figura 8.** Modelo 3D de las pendientes de las localidades de Puerto Naranjitos (arriba) y Salao (abajo), los movimientos en masa están delimitados por líneas amarillas, mientras que las áreas susceptibles a inundación fluvial por líneas azules.

## 4.3. Unidades Geomorfológicas

De acuerdo con su origen, se distinguen unidades tanto de carácter tectónico degradacional y erosional (colina en roca sedimentaria), como de carácter deposicional y agradacional (vertiente con depósito de deslizamiento, vertiente coluvial de detritos, piedemonte proluvial, terraza aluvial y planicie inundable); se grafican en las figura 10 y 11; además en los mapas 3 y 7.

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

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales. Estos procesos conducen a la modificación parcial o total de ellos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

##### **Unidad de colinas**

Estos relieves 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 9° y divergen en todas direcciones a partir de la cima relativamente estrecha de base semi circular (Villota, 2005).

- **Sub unidad de colinas en roca volcano sedimentaria (C-rs)**

Corresponde a la mayor parte del área evaluada, donde existen colinas con elevaciones de entre 250 a 150 m de alto; la ciudad de San Miguel, así como las localidades de Puerto Naranjitos y Salao se encuentran ubicados en sus partes altas.

#### **4.3.2. Unidades 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.

##### **Unidades de Piedemonte**

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

Corresponde a laderas con forma cóncava donde se han desarrollado movimientos en masa de tipo deslizamiento, generando la acumulación de suelos de varios metros de espesor; muestran escasa vegetación debido a los reciente eventos de movimientos en masa registrados.

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

Son terreno ubicados en los cursos de las quebradas de la localidad Salao, con abundante vegetación, su pendiente va de moderada a fuerte (5° a 25°).

##### **Unidad de Planicies**

- **Subunidad de terraza aluvial (T-a)**

Corresponden a terrenos ubicados en el fondo del valle y márgenes del río Utcubamba, mantienen una pendiente de suave a llana (<5°) que vienen siendo utilizadas para actividades agrícolas permanentes.

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

Son los terrenos ubicados en el curso y próximos al río Utcubamba, tienen una pendiente de suave a llana ( $<5^\circ$ ) que son constantemente afectados por eventos de desborde.



**Figura 9.** Geformas cartografiadas en la localidad de Puerto Naranjitos: colinas en roca sedimentaria (C-rs), vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd), terraza aluvial (T-a) y planicie inundable (PI-i).

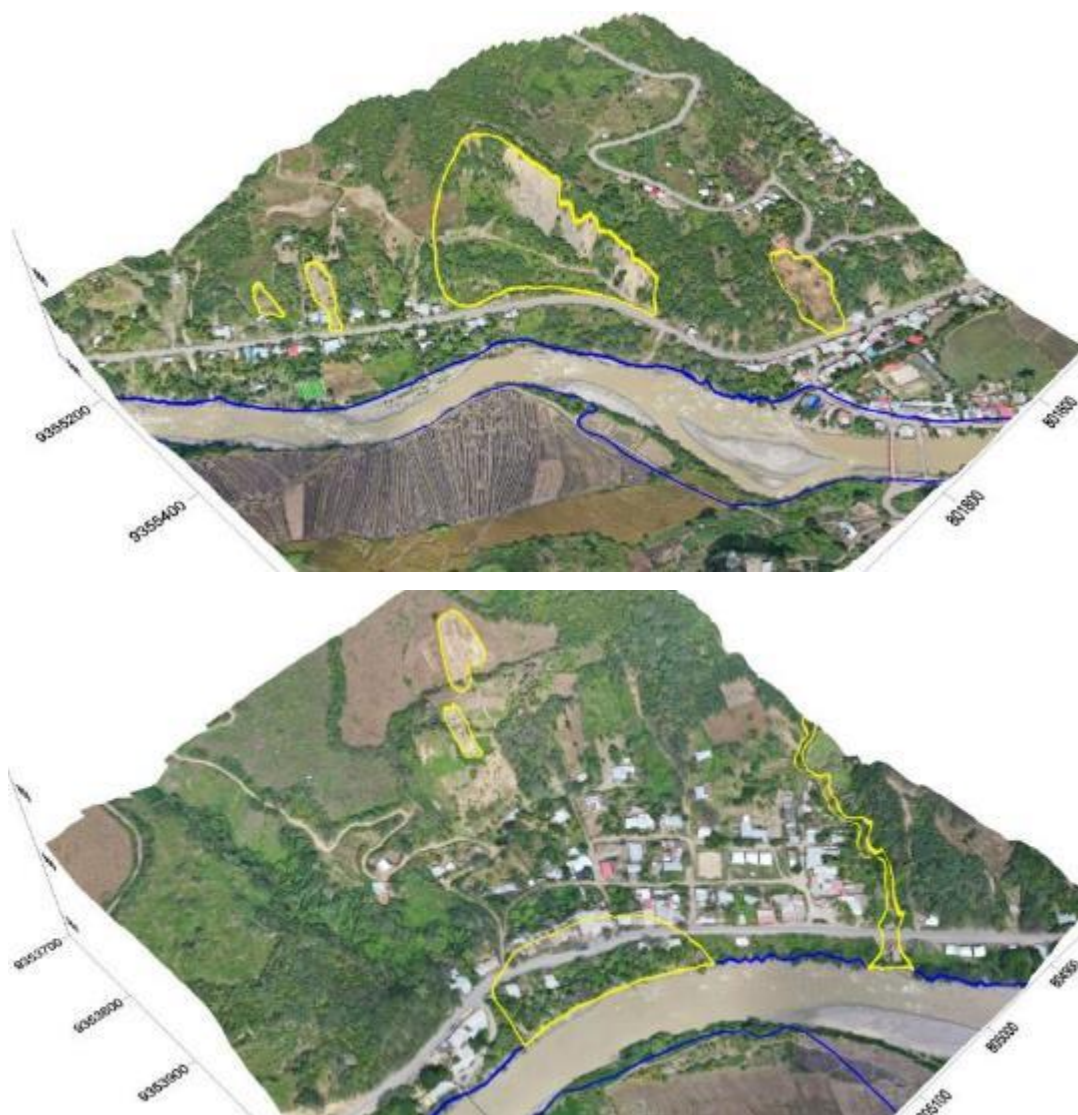


**Figura 10.** Geformas cartografiadas en la localidad de Salao: colina en roca sedimentaria (C-rs), vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd), terraza aluvial (T-a) y planicie inundable (PI-i).

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS

Los peligros geológicos principales reconocidos en las localidades de Puerto Naranjitos y Salao (figura 11), corresponden a movimientos en masa, tipo deslizamiento rotacional, (PMA:GAC 2007) y algunos sectores con inundación fluvial (peligro geohidrológico) por desborde del río Utcubamba. Son resultado del proceso de modelamiento del terreno, así como de la incisión generada en los cursos de agua en la Cordillera de los Andes, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos.

Estos movimientos en masa, tienen como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la geometría y pendiente del terreno, el tipo de roca, el tipo de suelos, el tipo de drenaje superficial-subterráneo y el tipo de cobertura vegetal. Se tiene como “detonantes” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias que caen en la zona, así como la sismicidad.



**Figura 11.** Modelo 3D de las localidades de Puerto Naranjitos (arriba) y Salao (abajo), los movimientos en masa están delimitados por líneas amarillas, mientras que las áreas susceptibles a inundación fluvial por líneas azules.

## 5.1. Deslizamientos en la localidad de Puerto Naranjitos

En la localidad de Puerto Naranjitos se han cartografiado cuatro deslizamientos rotacionales activos; cuyas características geodinámicas se describen a continuación.

### 5.1.1. Deslizamiento D-1

Este deslizamiento se ubica en las laderas de una colina ubicada al sur del sector urbano de la localidad de Naranjitos. Se desencadenó el día 5 de junio del 2023, como producto de las intensas lluvias que se registraron durante las semanas precedentes (COEN, 2023).

Se ha registrado su actividad durante todo el 2023 y continúa su avance retrogresivo durante el 2024, afectando a una vivienda y a un tramo de la vía vecinal AM-616 (figura 12).

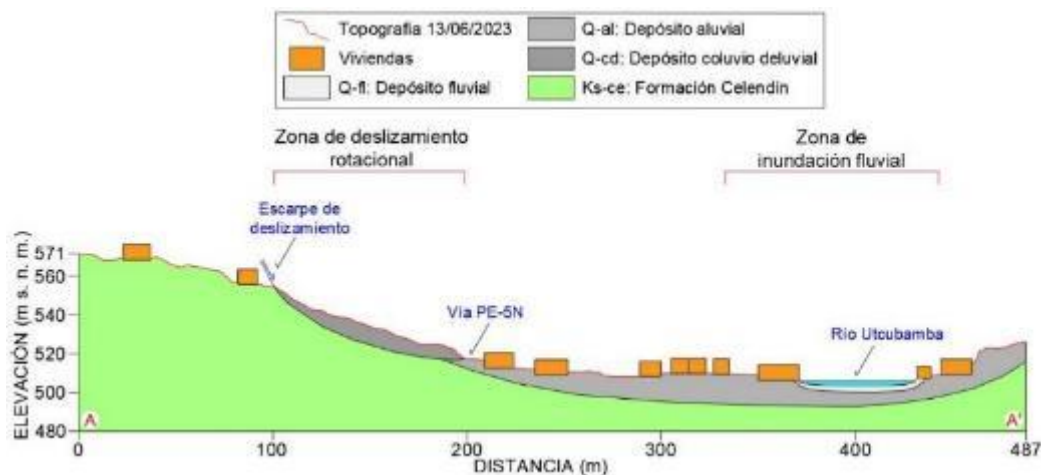


**Figura 12.** Estado del deslizamiento D-1 en Puerto Naranjitos los días 13/06/2023 (arriba) y el 28/04/2024 (abajo); el deslizamiento está delimitado en línea amarilla y los agrietamientos en línea roja.



### Análisis longitudinal

En la figura 13, se muestra el perfil longitudinal a lo largo del cuerpo del deslizamiento D-1 en la localidad de Puerto Naranjitos, donde se aprecia el terreno con pendiente fuerte y la disposición de las unidades geológicas.



**Figura 13.** Perfil A-A', donde se aprecia la distribución del cuerpo del deslizamiento D-1 y sus componentes; además de la zona afectada en la localidad de Puerto Naranjitos.

En la figura 14 se muestra el escarpe del deslizamiento D-1, el cual afecta a una vivienda y un tramo de la vía vecinal AM-616. Este escarpe tiene un salto vertical de entre 2 a 4 m y presenta un carácter retrogresivo; por lo que su afectación a la vía AM-616 continua progresivamente. Esta vía es el principal acceso a la ciudad de Jamalca, capital distrital de Puerto Naranjitos, así como a los centros poblados de Vista Alegre, Menor Pururco, San Lorenzo, entre otros.



**Figura 14.** Escarpe principal del deslizamiento D-1 durante las actividades en campo del 2023. Ubicación: E: 801667; N: 9355703.

### **Características visuales y morfométricas**

- Tipo de movimiento: Deslizamiento rotacional.
- Estado: Activo.
- Estilo: Único.
- Distribución: Retrogresivo.
- Deformación del terreno: Escalonado.
- Velocidad: Moderado (alcanza algunos metros al año, según reporte del COE local).
- Composición: Depósito coluvio-deluvial conformado por suelos arcillo limosos de plasticidad media a alta (tabla 5).

### **Morfometría**

- Área: 5 005 m<sup>2</sup>.
- Perímetro: 283 m.
- Diferencia de alturas corona-punta: 39 m.
- Longitud horizontal: 103 m.
- Pendiente promedio del terreno: pendiente fuerte (21°).
- Dirección del movimiento: Azimut 13° (S-N).
- Salto vertical de la escarpa principal: 2-4 m.
- Apertura del escarpe principal: 1 m.
- Longitud del escarpe principal: 95 m.

### **Factores condicionantes**

- Litología y naturaleza incompetente de materiales, compuesto por suelos poco consolidados de composición arcillo limosa de moderada a alta plasticidad.
- Ladera de pendiente fuerte a muy escarpada (15° a 45°), que conforman geoforma de vertiente con depósito de deslizamiento.
- Abundante humedad propia de la zona.

### **Factores antrópicos**

- Ausencia de drenajes adecuados.
- Deforestación

### **Factor detonante**

- Precipitaciones pluviales extremas y prolongadas durante la temporada de lluvias enero-marzo del 2023 que alcanzaron los 52.8 mm/día (figura 3) y saturaron las laderas.

### **Daños ocasionados y probables**

- Una vivienda inhabitable.
- 80 m de la vía vecinal AM-616 afectados.
- 50 m de la vía nacional PE-5N en peligro.

### 5.1.2. Deslizamiento D-2

Este deslizamiento presenta actividad desde hace más de 10 años. Sus principales eventos se dieron durante la temporada de lluvias intensas o por eventos sísmicos importantes, como luego del sismo de Datem del Maraón del 2021, y producto de su activación afectó 250 m de la vía nacional PE-5N (Medina et al., 2021).

Durante las inspecciones en campo se apreció que el cuerpo del deslizamiento D-2 aún se encuentra activo, originándose flujos de detritos no canalizados a partir de los suelos sueltos ubicados dentro de su extensión (figura 15).



**Figura 15.** Estado del deslizamiento D-2 en abril del 2024, el cuerpo del deslizamiento está delimitado en línea amarilla, los flujos no canalizados están delimitados en línea roja.

#### Características visuales y morfométricas

- Tipo de movimiento: Deslizamiento rotacional.
- Estado: Activo.
- Estilo: Único.
- Distribución: Retrogresivo.
- Deformación del terreno: Escalonado.
- Velocidad: Moderado (alcanza algunos metros al año, según reporte del COE local).
- Composición: Depósito coluvio-deluvial conformado por suelos arcillo limosos de plasticidad media a alta (tabla 5).

#### Morfometría

- Área: 32 596 m<sup>2</sup>.
- Perímetro: 834 m.
- Diferencia de alturas corona-punta: 70 m.
- Longitud horizontal: 185 m.
- Pendiente promedio del terreno: pendiente fuerte (21°).

- Dirección del movimiento: Azimut 27° (SO-NE).
- Salto vertical de la escarpa principal: 10 – 20 m.
- Apertura del escarpe principal: 1 – 2 m.
- Longitud del escarpe principal: 382 m.

**Factores condicionantes**

- Litología y naturaleza incompetente de materiales, compuesto por suelos poco consolidados de composición arcillo limosa de moderada a alta plasticidad.
- Ladera de pendiente fuerte a muy escarpada (15° a 45°), que conforman geofoma de vertiente con depósito de deslizamiento.
- Abundante humedad propia de la zona.

**Factores antrópicos**

- Ausencia de drenajes adecuados.
- Deforestación

**Factor detonante**

- Sismo de 7.5 Mw del Datem del Marañón del 28 de noviembre del 2021 (Tavera et al., 2021).

**Daños ocasionados y probables**

- 250 m afectados de la vía nacional PE-5N, luego del sismo.
- Actualmente el tramo expuesto de la vía nacional PE-5N tiene afectaciones durante la temporada de lluvias en 50 m.

**5.1.3. Deslizamientos D-3 y D-4**

Son dos deslizamientos ubicados al sureste de Puerto Naranjitos, generados en marzo del 2023 debido a factores antrópicos como el sembrío y riego por inundación intensivo, deforestación y ausencia de drenajes adecuados.



**Figura 16.** Deslizamiento D-3 y D-4 (delimitados en línea amarilla) al sureste de Puerto Naranjitos.

### Características visuales y morfométricas

- Tipo de movimiento: Deslizamientos rotacionales.
- Estado: Activos.
- Estilo: Únicos.
- Distribución: Retrogresivos.
- Deformación del terreno: Escalonados.
- Velocidad: Moderada (alcanza algunos metros al año, según reporte del COE local).
- Composición: Depósitos coluvio-deluviales conformados por suelos arcillo limosos de plasticidad media a alta (tabla 5).

### Morfometría

Tabla 6. Morfometría de los deslizamientos D-3 y D-4.

Morfometría	Deslizamiento D-3	Deslizamiento D-4
Área (m <sup>2</sup> )	1 467	636
Perímetro (m)	196	107
Diferencia de alturas corona-punta (m)	31	17
Longitud horizontal (m)	80	36
Pendiente promedio del terreno (°)	21	25
Dirección del movimiento (Azimut)	23 (SO-NE)	12 (S-N)
Salto vertical de la escarpa principal (m)	4-7	2-4
Apertura del escarpe principal (m)	1-2	0.5-1
Longitud del escarpe principal (m)	54	47

### Factores condicionantes

- Litología y naturaleza incompetente de materiales, compuesto por suelos poco consolidados de composición arcillo limosa de moderada a alta plasticidad.
- Ladera de pendiente fuerte a muy escarpada (15° a 45°), que conforman geoforma de vertiente con depósito de deslizamiento.
- Abundante humedad propia de la zona.

### Factores antrópicos

- Actividad agrícola intensiva.
- Riego por inundación.
- Deforestación.
- Ausencia de drenajes adecuados

### Factor detonante

- Precipitaciones pluviales extremas y prolongadas durante la temporada de lluvias enero-marzo del 2023 que alcanzaron los 52.8 mm/día (figura 3).

### Daños ocasionados y probables

- 1 500 m<sup>2</sup> de terrenos de cultivos afectados.
- 7 viviendas en peligro.

## 5.2. Deslizamientos en la localidad de Salao

En la localidad de Salao se ha cartografiado tres deslizamientos rotacionales activos y el depósito de un flujo de detritos; cuyas características geodinámicas se describen a continuación.

### 5.2.1. Deslizamiento D-5

Este deslizamiento presenta un lento perceptible movimiento en dirección al río Utcubamba, en la localidad de Salao; presentó una reactivación importante luego del sismo de Datem del Maraón del 2021 (Tavera et al., 2021); también es importante la acción del río que viene erosionando constantemente la parte baja del sector, evento reportado desde hace varios años (Medina, 2011).



**Figura 17.** Estado del deslizamiento D-5 en la localidad de Salao en abril del 2024, la corona del deslizamiento está marcada en línea amarilla.

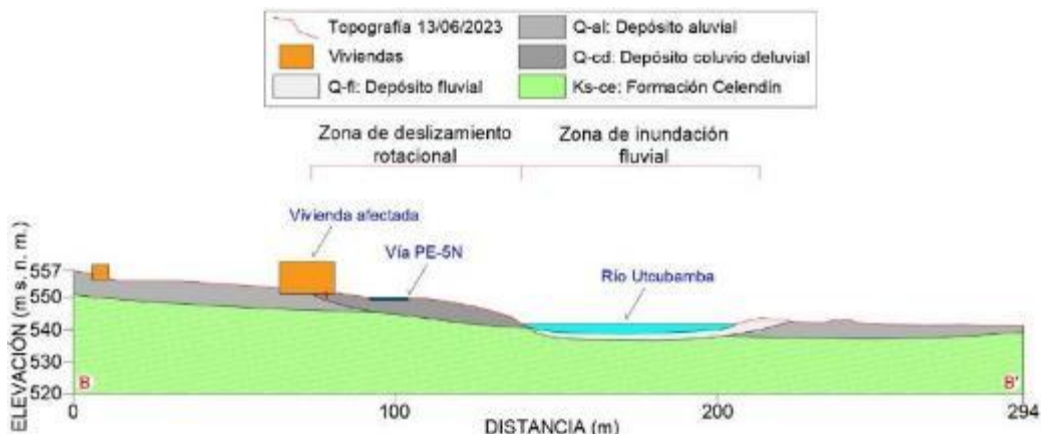
Este deslizamiento afecta la vía nacional PE-5N y viviendas asentadas a ambos márgenes de la vía (figura 18).



**Figura 18.** Vista del sector afectado por el deslizamiento D-5 en junio del 2023. Ubicación: E: 805267; N: 9354043. En línea amarilla se aprecia el límite del margen derecho del deslizamiento.

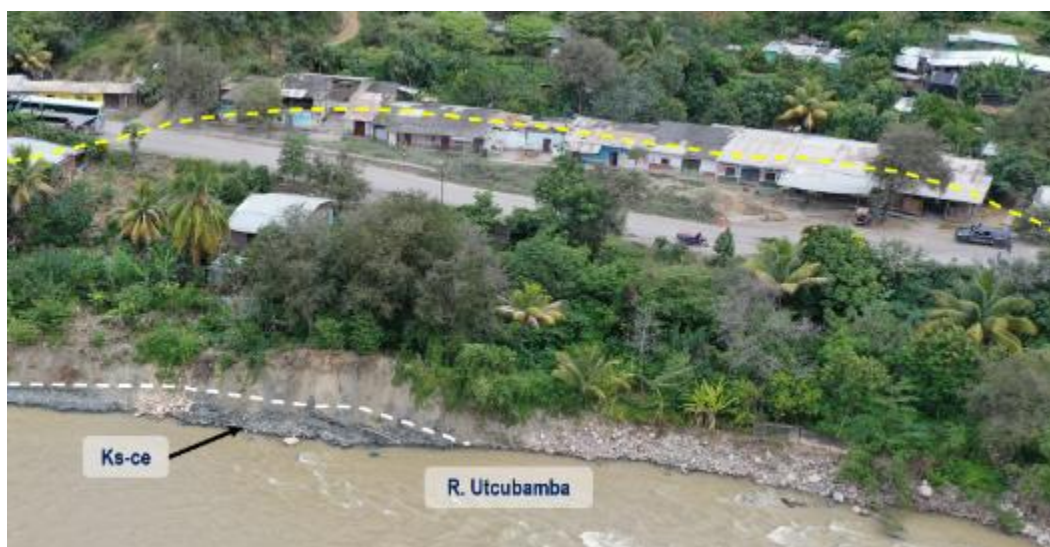
### Análisis longitudinal

En la figura 19 se muestra el perfil longitudinal a lo largo del cuerpo del deslizamiento D-5 en la localidad de Puerto Naranjitos, donde se aprecia el terreno con pendiente fuerte y la disposición de las unidades geológicas.



**Figura 19.** Perfil B-B', donde se aprecia la distribución del cuerpo del deslizamiento D-5 y sus componentes; además de la zona afectada en la localidad de Salao.

En la figura 20 se aprecia un afloramiento de calizas y lutitas de la Formación Celendín, muy fracturadas y altamente meteorizadas aflorando en el margen del río Utcubamba; esta unidad presenta una baja resistencia geológica (figura 6) y contribuye a la alta susceptibilidad de la zona ante movimientos en masa.



**Figura 20.** Vista frontal de la zona impactada por deslizamiento (delimitado en línea amarilla), se aprecia un afloramiento de la Formación Celendín en el margen del río Utcubamba.

Este deslizamiento ha causado que 20 viviendas se encuentren inhabitables y que otras 10 estén en peligro por su cercanía al evento (fotografía 4); además se tiene afectación en 170 m de la vía nacional PE-5N.



**Fotografía 4.** Diferentes viviendas inhabitables producto del deslizamiento D-5 en la localidad de Salao.



### **Características visuales y morfométricas**

- Tipo de movimiento: Deslizamiento rotacional.
- Estado: Activo.
- Estilo: Único.
- Distribución: Retrogresivo.
- Deformación del terreno: Escalonado.
- Velocidad: Lento (alcanza algunos centímetros al mes, según reporte del COE local).
- Composición: Depósito coluvio-deluvial conformado por suelos arcillo limosos de plasticidad media a alta (tabla 5) y macizo rocoso muy fracturado y altamente meteorizado de calizas y lutitas de la Formación Celendín, de baja resistencia geológica (figura 6).

### **Morfometría**

- Área: 11 221 m<sup>2</sup>.
- Perímetro: 487 m.
- Diferencia de alturas corona-punta: 16 m.
- Longitud horizontal: 70 m.
- Pendiente promedio del terreno: pendiente de moderada (13°).
- Dirección del movimiento: Azimut 21° (SO-NE).
- Salto vertical de la escarpa principal: 0.5-1 m.
- Apertura del escarpe principal: 0.5 m.
- Longitud del escarpe principal: 210 m.

### **Factores condicionantes**

- Litología y naturaleza incompetente de materiales, compuesto por suelos poco consolidados de composición arcillo limosa de moderada a alta plasticidad y macizo rocoso muy fracturado y altamente meteorizado de la Formación Celendín.
- Ladera de pendiente moderada (5° a 15°), que conforman geoforma de vertiente con depósito de deslizamiento.
- Abundante humedad propia de la zona.
- Erosión fluvial constante del río Utcubamba en el pie del deslizamiento.

### **Factores antrópicos**

- Ausencia de drenajes adecuados.
- Vibración y compactación constante por vehículos que circulan por la vía nacional PE-5N (Fernando Belaunde Terry).

### **Factor detonante**

- Sismo de 7.5 Mw del Datem del Maraón del 28 de noviembre del 2021 (Tavera et al., 2021).
- Reactivación durante la temporada de lluvias enero-marzo.

### **Daños ocasionados y probables**

- 20 vivienda inhabitables o destruidas.
- 10 viviendas en peligro.
- 170 m de la vía nacional PE-5N afectados.

### 5.2.2. Deslizamientos D-6 y D-7

Son dos deslizamientos rotacionales ubicados al sur del casco urbano de Salao. Se da en las partes altas de las laderas de fuerte a muy fuerte pendiente ( $15^\circ$  a  $45^\circ$ ), donde se vienen realizando actividades agrícolas intensivas, en terrenos deforestados con sustrato de arcillas limosas poco consolidadas, susceptibles a movimientos en masa (figura 21 y 22).



**Figura 21.** Deslizamiento D-6 ubicado en la parte alta de la localidad de Salao.



**Figura 22.** Deslizamiento D-7 ubicado a la parte alta de la localidad de Salao

### **Características visuales y morfométricas**

- Tipo de movimiento: Deslizamientos rotacionales.
- Estado: Activos.
- Estilo: Únicos.
- Distribución: Retrogresivos.
- Deformación del terreno: Escalonados.
- Velocidad: Moderada (alcanza algunos metros al año, según reporte del COE local).
- Composición: Depósitos coluvio-deluviales conformados por suelos arcillo limosos de plasticidad media a alta (tabla 5).

### **Morfometría**

**Tabla 7.** Morfometría de los deslizamientos D-6 y D-7.

Morfometría	Deslizamiento D-6	Deslizamiento D-7
Área (m <sup>2</sup> )	2 031	736
Perímetro (m)	192	121
Diferencia de alturas corona-punta (m)	25	17
Longitud horizontal (m)	73	46
Pendiente promedio del terreno (°)	19	20
Dirección del movimiento (Azimut)	27 (SO-NE)	12 (S-N)
Salto vertical de la escarpa principal (m)	1-2	2-3
Apertura del escarpe principal (m)	0.5-1	1-2
Longitud del escarpe principal (m)	67	35

### **Factores condicionantes**

- Litología y naturaleza incompetente de materiales, compuesto por suelos poco consolidados de composición arcillo limosa de moderada a alta plasticidad.
- Ladera de pendiente fuerte a muy fuerte (15° a 45°), que conforman geoforma de vertiente con depósito de deslizamiento.

### **Factores antrópicos**

- Actividad agrícola intensiva.
- Riego por inundación.
- Deforestación.
- Ausencia de drenajes adecuados

### **Factor detonante**

- Precipitaciones pluviales extremas y prolongadas durante la temporada de lluvias enero-marzo del 2023 que alcanzaron los 52.8 mm/día (figura 3).

### **Daños ocasionados y probables**

- 2 500 m<sup>2</sup> de terrenos de cultivos afectados.

### 5.3. Inundación fluvial en las localidades de Puerto Naranjitos y Salao

Los diferentes movimientos en masa que se vienen generando en los márgenes del río Utcubamba pueden embalsar su cauce y con ello generar un desembalse e inundación fluvial futuro que afectaría a los terrenos cercanos al cauce del río.

Se tiene registros de embalse parcial del río Utcubamba (Medina, 2011) o embalse total con su consiguiente desembalse (Núñez & Sosa, 2021).

El evento más reciente de inundación fluvial sucedió en diciembre del 2021, debido al embalse del río Utcubamba producto por el deslizamiento Aserradero, detonado por el terremoto de Datem del Maraón (Medina et al., 2021).

El represamiento tubo una longitud de 500 m de largo, 70 m de ancho y 30 m de altura.

El posterior desembalse produjo en el distrito de Jamalca 54 viviendas destruidas, 42 inhabitables y 17 afectadas en los diversos poblados asentados en las riberas del río Utcubamba, según la información consolidada del COEN.



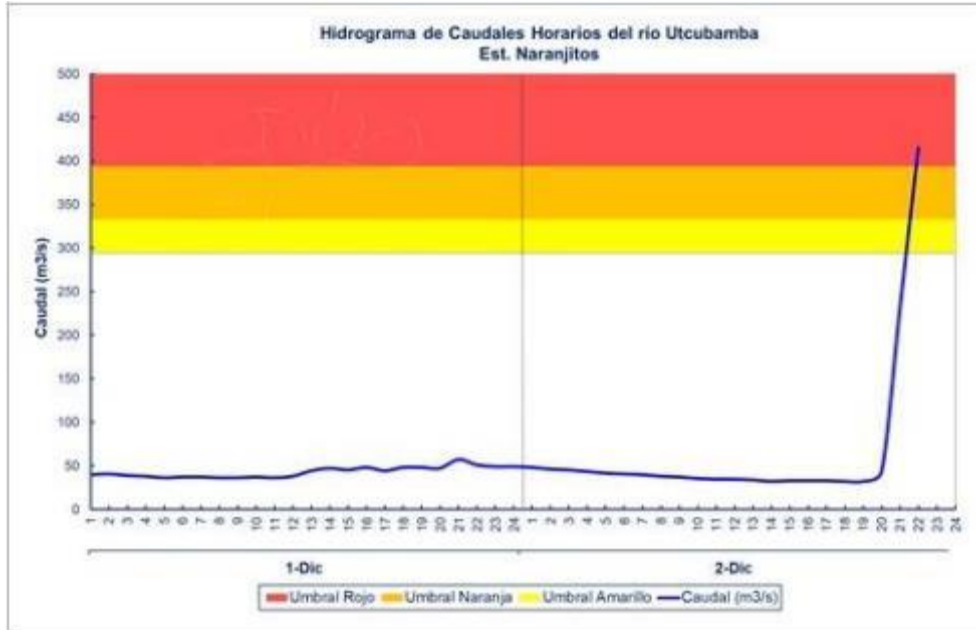
**Figura 23.** Inundación fluvial en las localidades de Puerto Naranjitos (izquierda) y Salao (derecha), luego del desembalse del río Utcubamba en diciembre del 2021. Fuente: Medina Allcca et al. (2021).

A su vez, la Autoridad Nacional del Agua ha elaborado fichas técnicas referenciales por este peligro, proponiendo defensas ribereñas en las localidades de Puerto Naranjitos y Salao (ANA, 2022a, 2022b, 2023b, 2023a), donde se han utilizado los caudales promedio del río Utcubamba durante los años 2015-2021 (tabla 8).

**Tabla 8.** Caudales promedio del río Utcubamba. Fuente: ANA (2022-2023)

Año	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Año	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
2015	129.46	2019	140.8
2016	99.45	2020	114.8
2017	114.5	2021	113.69
2018	122.12		

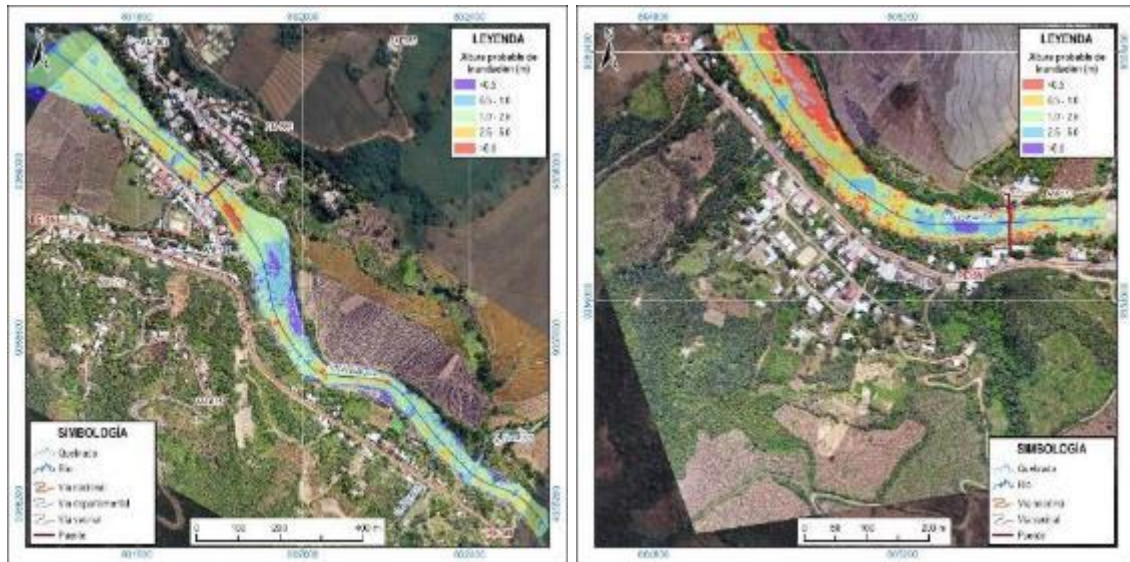
Sin embargo, durante la inundación del 2021, el caudal máximo que pudo registrar la estación Naranjitos del Senamhi, antes de su afectación por el desborde del río, fue del 415.4 m<sup>3</sup>/s (Senamhi, 2021); con respecto al nivel de alerta roja de 394 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 24.** Hidrograma del río Utcubamba el día 2 de diciembre del 2021 en la estación Naranjitos. Fuente: Senamhi (2021).

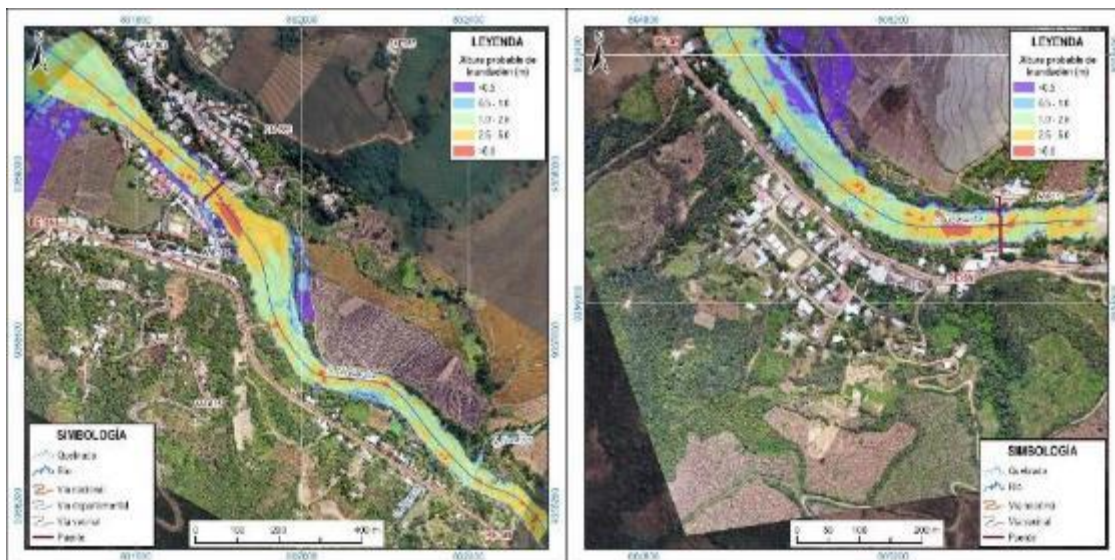
Para la evaluación de peligro por inundación, se realizan modelamientos hidráulicos, en base a los modelos digitales de elevación generados en junio del 2023 por levantamientos fotogramétricos en las localidades de Puerto Naranjitos y Salao; utilizando el programa IBER.

En la figura 25 se muestran los resultados del modelamiento con un caudal de 150 m<sup>3</sup>/s, que sería un escenario con condiciones “normales”, se puede apreciar que el río mantiene su curso sin afectación a terrenos cercanos.



**Figura 25.** Modelamientos hidráulicos realizados en las localidades de Puerto Naranjitos (izquierda) y Salao (derecha) con un caudal de 150 m<sup>3</sup>/s.

En la figura 26 se muestran los resultados a un caudal de 415 m<sup>3</sup>/s, que sería un escenario similar al del 2021, donde se aprecia como los terrenos próximos son afectados debido a la falta de medidas de control de riesgos definitivas.



**Figura 26.** Modelamientos hidráulicos realizados en las localidades de Puerto Naranjitos (izquierda) y Salao (derecha) con un caudal de 415 m<sup>3</sup>/s.

### 5.3.1. Características visuales y morfométricas

- Tipo de peligro: Inundación fluvial.
- Área susceptible a inundación: llanura inundable y terraza baja.

#### **Morfometría**

**Tabla 9.** Morfometría de las áreas expuestas a inundación fluvial.

Morfometría	P. Naranjitos	Salao
Área expuesta (ha)	23.6	6.9
Altura de agua (calado) alcanzable (m)	4-5	4-5

#### **Factores condicionantes**

- Movimientos en masa que pueden encausar el cauce del río Utcubamba.
- Pendiente llana a baja de los terrenos de las zonas evaluadas (<5°), que conforman geformas de planicie inundable y terraza aluvial.
- Erosión fluvial periódica del río Utcubamba en ambas márgenes.

#### **Factores antrópicos**

- Ausencia de medidas estructurales definitivas.

#### **Factor detonante**

- Lluvias excepcionales y prolongadas como las registradas durante la temporada de lluvias 2017 y 2023.
- Desembalse del río Utcubamba aguas arriba de las zonas evaluadas.

#### **Daños ocasionados y probables**

- Se presentaron 54 viviendas destruidas, 42 inhabitables y 17 afectadas debido al desembalse del río Utcubamba del 2021 en el distrito de Jamalca (COEN, 2022).
- Actualmente existen 50 viviendas expuestas al peligro en Puerto Naranjitos y cinco en el Salao; además 15 ha de cultivos en peligro.

## 6. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica, geomorfológica y geodinámica de las localidades de Puerto Naranjitos y Salao, así como a los trabajos de campo, y la evaluación de peligros geológicos, se emiten las siguientes conclusiones:

- a. Las localidades de Puerto Naranjitos y Salao se asientan sobre las riberas del río Utcubamba, en terrazas aluviales con pendiente baja ( $1^\circ$  a  $5^\circ$ ); circundadas por colinas en rocas sedimentarias de fuerte a muy fuerte pendiente ( $15^\circ$  a  $45^\circ$ ), donde localmente existen vertientes con depósito de deslizamientos.
- b. Litológicamente, predominan macizos rocos de baja resistencia geológica, conformados por intercalaciones de calizas y lutitas muy fracturadas y altamente meteorizadas de la Formación Celendín; además de depósitos coluvio deluviales, aluviales y fluviales.
- c. Se han identificado siete deslizamientos rotacionales activos, cuyas principales características se describen a continuación:
  - D-1: Deslizamiento de 5 015 m<sup>2</sup> ubicado al sur del casco urbano de Puerto Naranjitos, detonado en junio del 2023 luego de una fuerte temporada de lluvias intensas, en una ladera de pendiente fuerte ( $21^\circ$ ). Su escarpa principal presenta un salto vertical de entre 2 a 4 m y una longitud de 95 m; ha afectado una vivienda y a 85 m de la vía vecinal AM-616.
  - D-2: Este deslizamiento se ubica al sureste del casco urbano de Puerto Naranjitos; activo por muchos años. El último evento importante sucedió debido al sismo de Datem del Maraón del 2021, cuando afectó 250 m de la vía nacional PE-5N (Fernando Belaunde Terry); tiene un área de 32 596 m<sup>2</sup> y se ubica en una ladera con pendiente fuerte ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ), mientras que su escarpa principal tiene una longitud de 382 m y un salto vertical de entre 10 a 20 m.
  - D-5: Deslizamiento detonado por del sismo de Datem del Maraón del 2021, ubicado en el sector urbano de Salao. Abarca un área de 1.1 ha, mientras que su escarpa principal tiene un salto vertical de entre 0.5 a 1 m y una longitud de 210 m; ha afectado 20 viviendas y 170 m de la vía nacional PE-5N, además se aprecia 10 viviendas adicionales en peligro por su cercanía al evento.
  - Los deslizamientos D-3 y D-4 (Puerto Naranjitos), y D-6 y D-7 (Salao): Movimientos en masa de mejor impacto (abarcen áreas de entre 636 a 2 031 m<sup>2</sup>), que han sido detonados debido a la intensa actividad agrícola y a la falta de medidas de control de riesgos, en laderas de colinas con fuerte a muy fuerte pendiente ( $15^\circ$  a  $45^\circ$ ); actualmente solo han afectado a terrenos agrícolas, sin embargo, se evidencian siete viviendas en peligro en la localidad de Puerto Naranjitos.

- d. Producto del sismo del Datem del Marañón del 2021 se produjo el embalse y posterior desembalse del río Utcubamba provocando la inundación fluvial de varias localidades, entre ellas Puerto Naranjitos y Salao. Originó la destrucción de 54 viviendas, además de dejar 42 viviendas inhabitables y 17 afectadas en el distrito de Jamalca. Actualmente, se presentan 50 viviendas expuestas a inundación fluvial en la localidad de Puerto Naranjitos y cinco en Salao.
  
- e. De acuerdo al análisis de las áreas afectadas por deslizamientos en las localidades de Puerto Naranjitos y Salao, y las condiciones geomorfológicas y geodinámicas, se consideran ambas localidades expuestas a **Peligro Alto** a **Muy Alto**. Además, las áreas expuestas a inundación fluvial por desborde el río Utcubamba, son consideradas como de **Peligro Alto**.



## 7. RECOMENDACIONES

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

### ***Ante deslizamientos***

- a) Reasentar las viviendas inhabitables de la localidad de Salao, a un lugar que preste las condiciones de estabilidad adecuadas.
- b) Construir canales de coronación impermeabilizados sobre las áreas inestables (figura 27).
- c) Sellar los agrietamientos y escarpes, a fin de evitar la infiltración de agua procedente de las precipitaciones (deslizamientos 3, 4, 6 y 7).
- d) Monitorear el avance de los deslizamientos mediante la instalación de hitos topográficos y la lectura periódica de las coordenadas de los mismos (deslizamientos 1, 2 y 5).
- e) Prohibir la construcción de viviendas u otra obra de infraestructura en el cuerpo de los deslizamientos.
- f) Prohibir la deforestación y el riego por inundación en las laderas con pendiente fuerte a muy fuerte (15° a 45°).
- g) Reforestar las laderas con plantas de raíces densas y nativas de la zona (figura 28 y fotografía 5).

### ***Ante inundación fluvial***

- a) Construir defensas ribereñas con enrocado u otro material resistente (fotografía 6), en ambos márgenes del río Utcubamba; teniendo en cuenta fichas referencias de la ANA.
- b) Descolmatación y limpieza de cauce del río Utcubamba, principalmente en los sectores adyacentes a los cascos urbanos de Puerto Naranjitos y Salao.
- c) Prohibir la habilitación urbana en fajas marginales.
- d) Prohibir la acumulación de desmonte en los cauces fluviales.
- e) Instalar un Sistema de Alerta Temprana que permita la oportuna comunicación de situaciones de riesgo a la población expuesta a inundación fluvial.
- f) Practicar simulacros de evacuación periódicos, además de educar a la población en Gestión del Riesgo de Desastres.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (2022a). *Ficha técnica referencial de identificación de punto crítico en el sector Huingo, distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas.* Ficha N° 14805. [https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//14805\\_ficha-tecnica-referencial-de-identificacion-de-puntos-criticos-en-el-sector-huingo-distrito-jamalca-provincia-utcubamba-departamento-amazonas.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//14805_ficha-tecnica-referencial-de-identificacion-de-puntos-criticos-en-el-sector-huingo-distrito-jamalca-provincia-utcubamba-departamento-amazonas.pdf)
- ANA. (2022b). *Ficha técnica referencial de identificación de punto crítico en el sector Naranjitos, distrito de Jamalca, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas.* Ficha N° 14807. [https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//14807\\_ficha-tecnica-referencial-de-identificacion-de-puntos-criticos-en-el-sector-naranjitos-distrito-jamalca-provincia-utcubamba-departamento-amazonas.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//14807_ficha-tecnica-referencial-de-identificacion-de-puntos-criticos-en-el-sector-naranjitos-distrito-jamalca-provincia-utcubamba-departamento-amazonas.pdf)
- ANA. (2023a). *Ficha técnica referencial de identificación de punto crítico en el sector Huingo, distrito de Jamalca, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas.* Ficha N° 16725. [https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//16725\\_ficha-tecnica-referencial-de-identificacion-de-punto-critico-en-el-sector-huingo-distrito-de-jamalca-provincia-de-utcubamba-departamento-de-amazonas.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//16725_ficha-tecnica-referencial-de-identificacion-de-punto-critico-en-el-sector-huingo-distrito-de-jamalca-provincia-de-utcubamba-departamento-de-amazonas.pdf)
- ANA. (2023b). *Ficha técnica referencial de identificación de punto crítico en el sector Naranjitos, distrito de Jamalca, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas.* Ficha N° 16719. [https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//16719\\_ficha-tecnica-referencial-de-identificacion-de-punto-critico-en-el-sector-naranjitos-distrito-de-jamalca-provincia-de-utcubamba-departamento-de-amazon.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//16719_ficha-tecnica-referencial-de-identificacion-de-punto-critico-en-el-sector-naranjitos-distrito-de-jamalca-provincia-de-utcubamba-departamento-de-amazon.pdf)
- Chacaltana Budiel, C. A., Valdivia Vera, W., Peña Guimas, D. F., & Rodríguez Mejía, R. (2011). *Geología de los cuadrángulos de Aramango y Bagua Grande, Hojas 11-g y 12-g, escala 1:50,000. Ingemmet. Boletín N° 142 Serie A.* <https://hdl.handle.net/20.500.12544/104>
- COEN. (2022). *Inundación en la provincia de Utcubamba. Informe de Emergencia N° 192.* <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2022/02/INFORME-DE-EMERGENCIA-N%C2%BA-192-23FEB2022-INUNDACION-EN-LA-PROVINCIA-DE-UTCUBAMBA-AMAZONAS-9.pdf>
- COEN. (2023). *Deslizamiento en el distrito de Jamalca. Reporte Complementario N° 5154.* [https://portal.indeci.gob.pe/emergencias/reportes-complementarios-4976-8-6-2023-coen-indeci-1735-horas-reportes-complementarios-1-deslizamiento-en-el-distrito-de-jamalca-amazonas/](https://portal.indeci.gob.pe/emergencias/reportes-complementarios/5154-4976-8-6-2023-coen-indeci-1735-horas-reportes-complementarios-1-deslizamiento-en-el-distrito-de-jamalca-amazonas/)
- Hoek, E. (2007). Rock Mass Properties. En *Practical Rock Engineering* (2a ed., pp. 190–236). Rocscience.
- IGP. (2023). *Mapa Sísmico del Perú. Periodo: 1960-2023.* Sismología - Mapa sísmico. <https://ultimosismo.igp.gob.pe/mapas-sismicos>


- 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)
- Medina, L., Vilchez, M., & Dueñas, S. (2009). *Riesgo Geológico en la Región Amazonas*. *Ingemmet Boletín N° 39, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/244>
- Medina, L. (2011). *Inspección técnica de peligros geológicos del Km 254 de la Carretera Fernando Belaunde Terry – Sector El Salao. Provincia Utcubamba, región Amazonas*. *Ingemmet. Informe Técnico A6571*. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/1807>
- Medina, L., Moreno Herrera, J. L., & León Ordáz, L. M. (2021). *Efectos geológicos asociados al sismo 7.5 Mw del 28 de noviembre 2021 en el departamento de Amazonas*. *Ingemmet. Informe Técnico A7227*. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3622>
- Núñez, S., & Sosa Senticala, N. L. (2021). *Represamiento y desembalse del río Utcubamba en el sector Aserradero. Distrito de Jamalca, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas*. *Ingemmet. Informe Técnico A7198*. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3536>
- PMA:GCA. (2007). *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas* (1a ed.). Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Sánchez, A. (1995). *Geología de los Cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar*. *Ingemmet Boletín N° 56 Serie A*. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/178>
- 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>
- Senamhi. (2021). *Situación actual del río Utcubamba - Estación Naranjito*. *Senamhi. Aviso N° 984 - Alerta Roja*. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-hidrologico-detalle&a=2021&b=984&c=026&d=SENA>
- Suárez, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales* (Ltda, Ed.; 1a ed.). Publicaciones UIS.
- Suárez, J. (2007). *Deslizamientos - Técnicas de Remediación* (1a ed.). Erosion.com.
- Tavera, H., Mamani, C., & Mercado, A. (2021). *Sismo del Datem del Marañón del 28 de Noviembre 2021 (M7.5) y niveles de sacudimiento del suelo*. *Informe*

Técnico N°040-2021/IGP Ciencias de la Tierra Sólida.  
<http://hdl.handle.net/20.500.12816/5030>

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

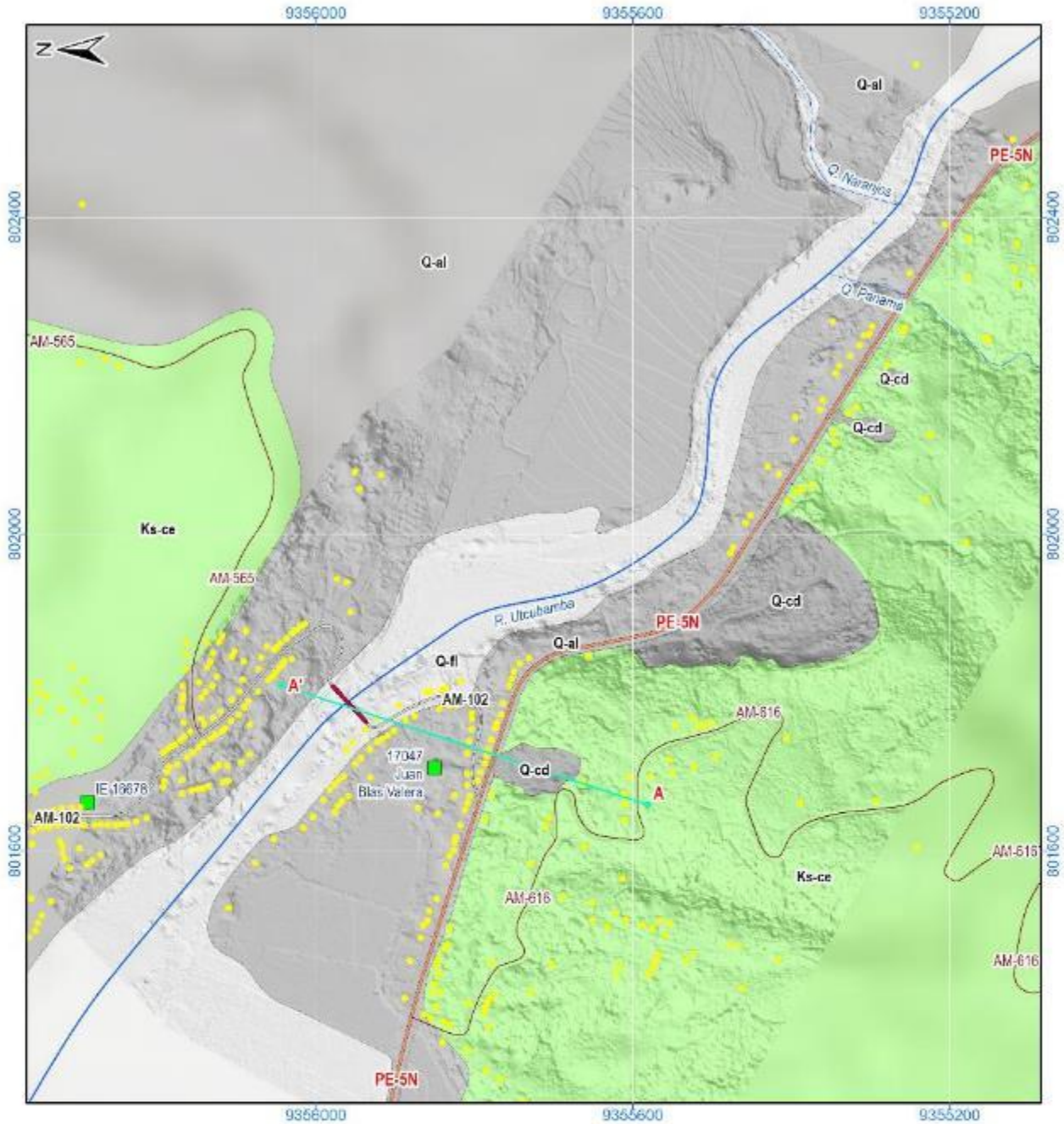


Ing. SILBERTO ZAVALA CARRIÓN  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET



Segundo A. Núñez Juárez  
Jefe de Proyecto-Act. 11

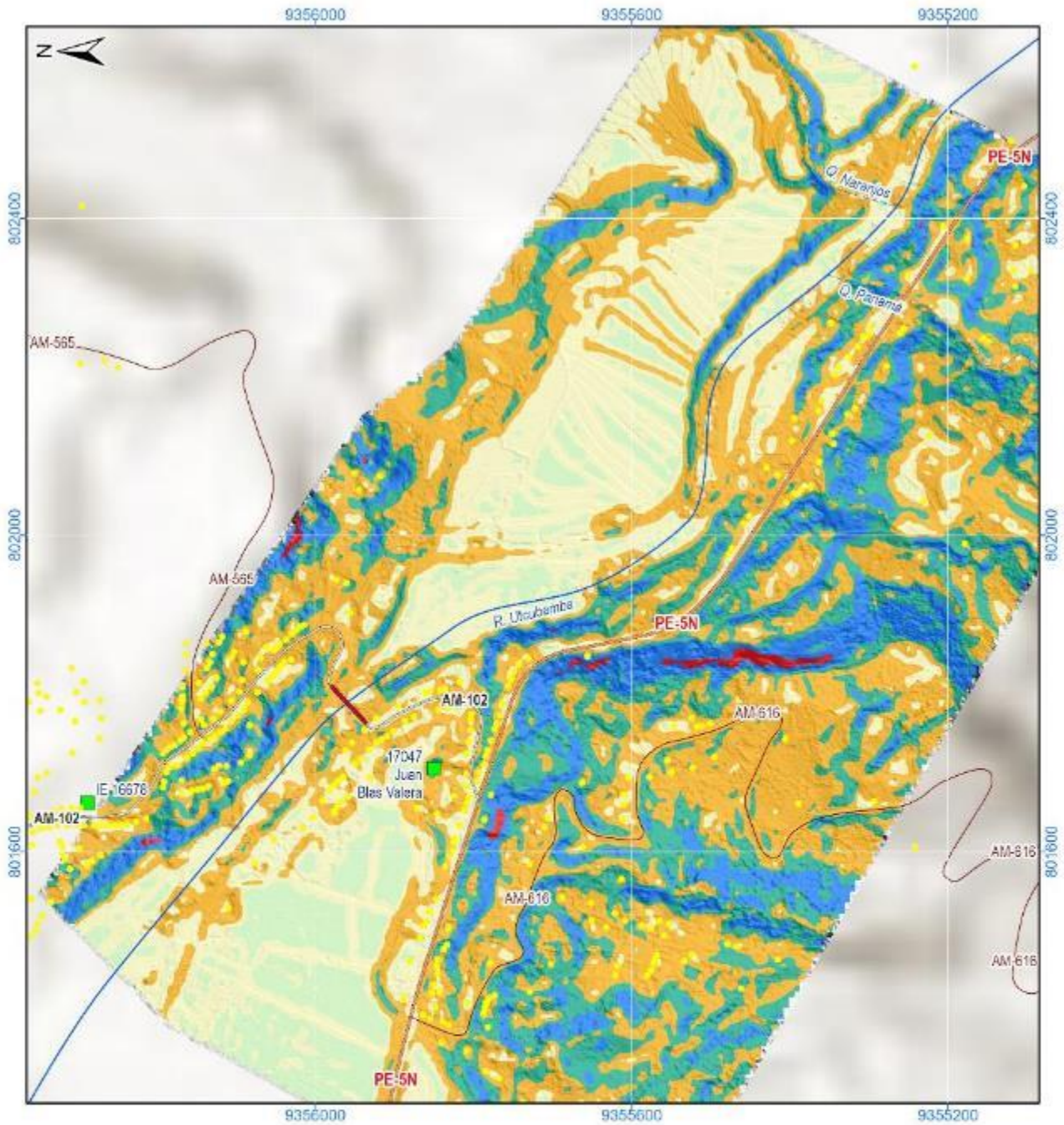
**ANEXO 1. MAPAS**



SIMBOLOGÍA	
	Institución educativa
	Centro de salud
	Vivienda
	Via nacional
	Via departamental
	Via vecinal
	Puente
	Quebrada
	Rio
	Línea de perfil

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

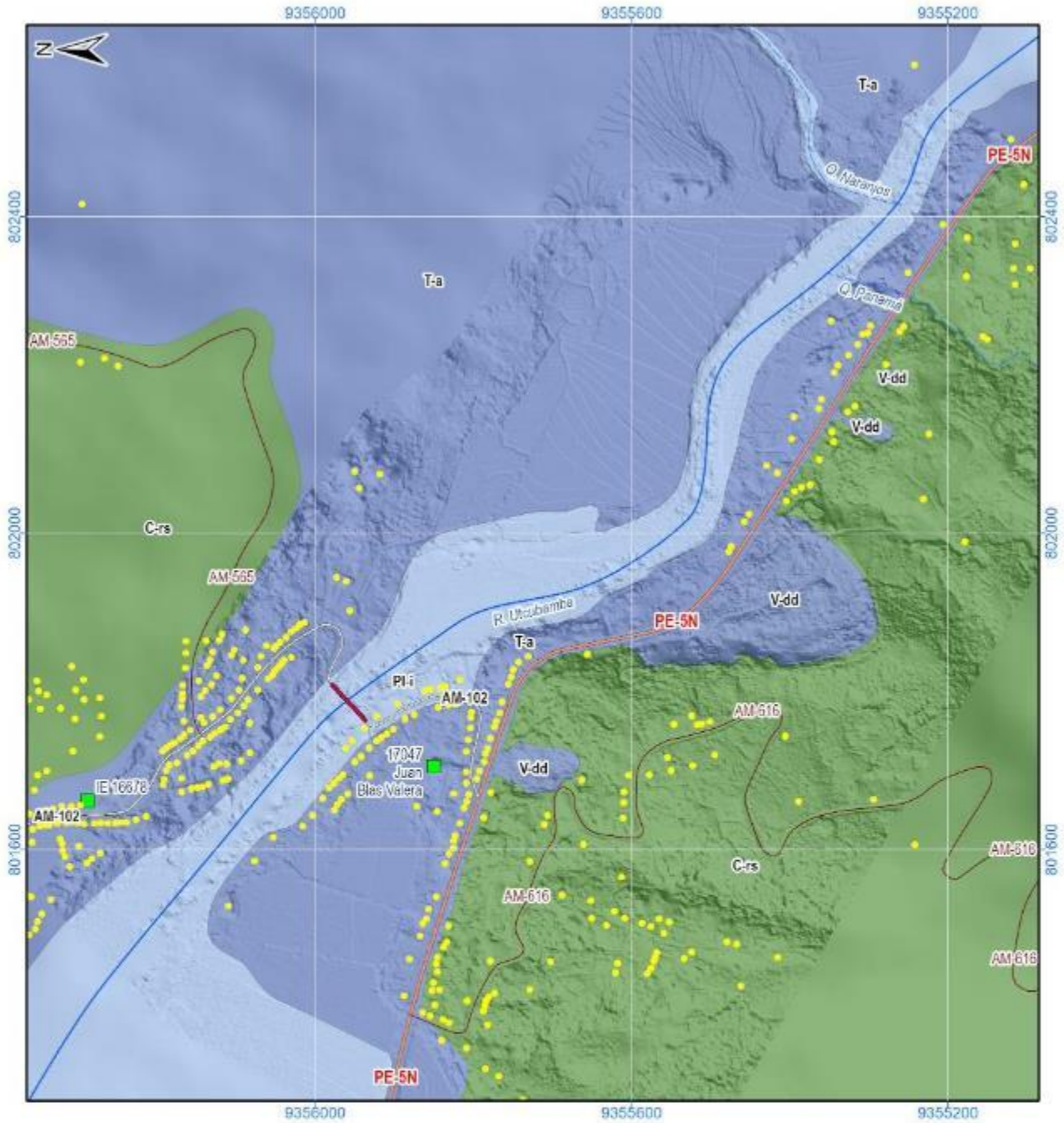
SECTOR ENERGÍA Y MINAS <b>INGEMMET</b> INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - JAMALCA	
<b>GEOLOGÍA DE LA LOCALIDAD DE PUERTO NARANJITOS</b>	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/8,000	Versión digital: 2024
MAPA	
1	



SIMBOLOGÍA	
	Institución educativa
	Centro de salud
	Vivienda
	Vía nacional
	Vía departamental
	Vía vecinal
	Puente
	Quebrada
	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

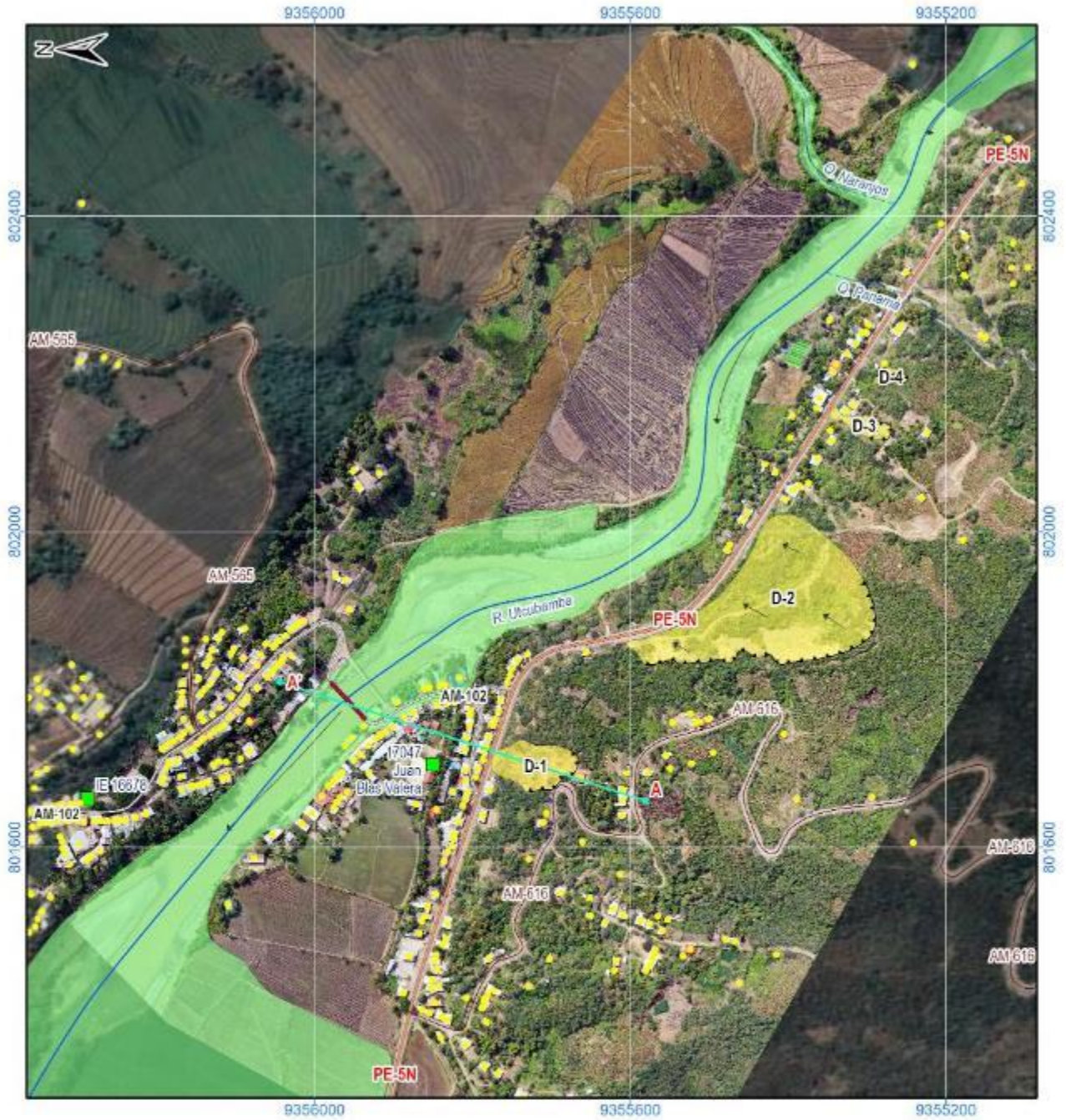
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - JAMALCA		
<b>PENDIENTES DEL TERRENO EN LA LOCALIDAD DE PUERTO NARANJITOS</b>		
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León	<b>MAPA 2</b>
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/8,000	Versión digital: 2024	



SIMBOLOGÍA	
	Institución educativa
	Centro de salud
	Vivienda
	Vía nacional
	Vía departamental
	Vía vecinal
	Puente
	Quebrada
	Río

LEYENDA	
	C-rs: Colina en roca sedimentaria
	V-dd: Vertiente con depósito de deslizamiento
	T-a: Terraza aluvial
	PI-i: Planicie inundable

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 - UTCUBAMEBA - JAMWLCA	
<b>GEOMORFOLOGÍA DE LA LOCALIDAD DE PUERTO NARANJITOS</b>	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/8,000	Versión digital: 2024
MAPA 3	



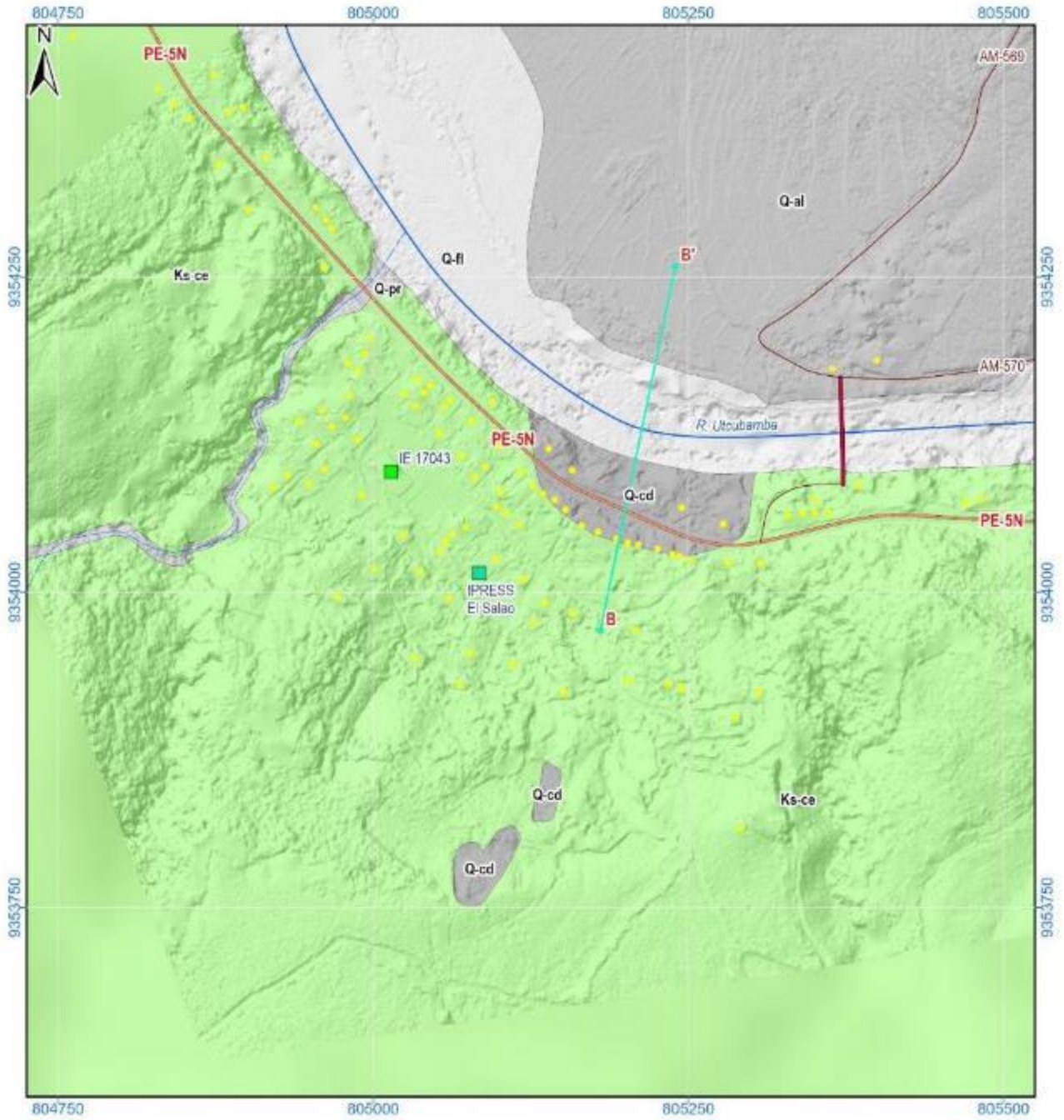
SIMBOLOGÍA	
<span style="color: green;">■</span>	Institución educativa
<span style="color: red;">■</span>	Centro de salud
<span style="color: yellow;">●</span>	Vivienda
	Vía nacional
	Vía departamental
	Vía vecinal
	Puente
	Quebrada
	Río
	Línea de perfil

TRAMA DE PELIGROS	
	Escarpe de deslizamiento activo
	Dirección de movimiento activo

LEYENDA	
<span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Deslizamiento rotacional activo
<span style="background-color: lightgreen; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span>	Inundación fluvial

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 - JAMALGA	
<b>CARTOGRAFÍA DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE PUERTO NARANJITOS</b>	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/8,000	Versión digital: 2024
MAPA	
4	

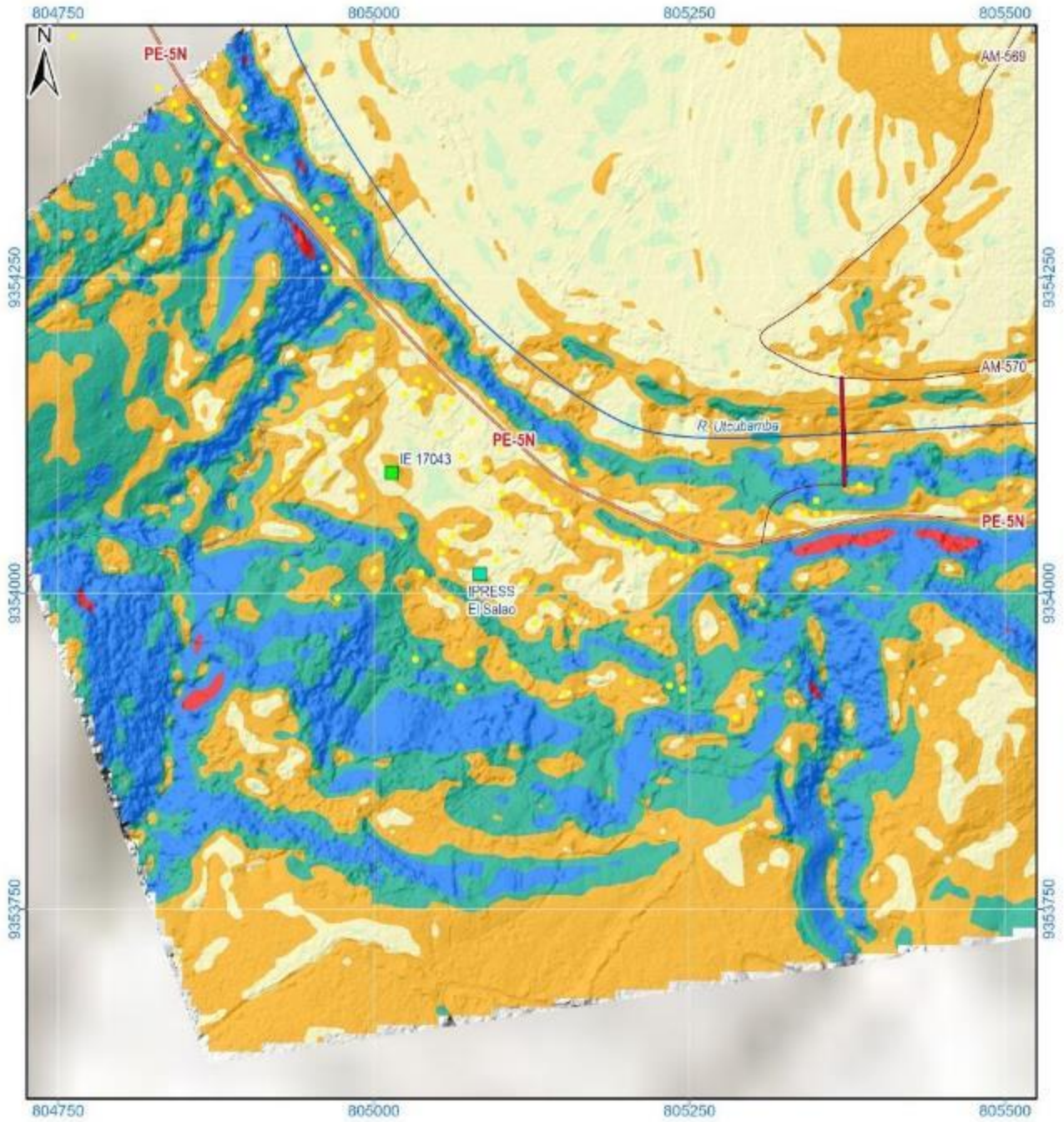




SIMBOLOGÍA	
<span style="color: green;">■</span>	Institución educativa
<span style="color: teal;">■</span>	Centro de salud
<span style="color: yellow;">●</span>	Vivienda
	Vía nacional
	Vía vecinal
	Puente
	Quebrada
	Río
	Línea de perfil

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

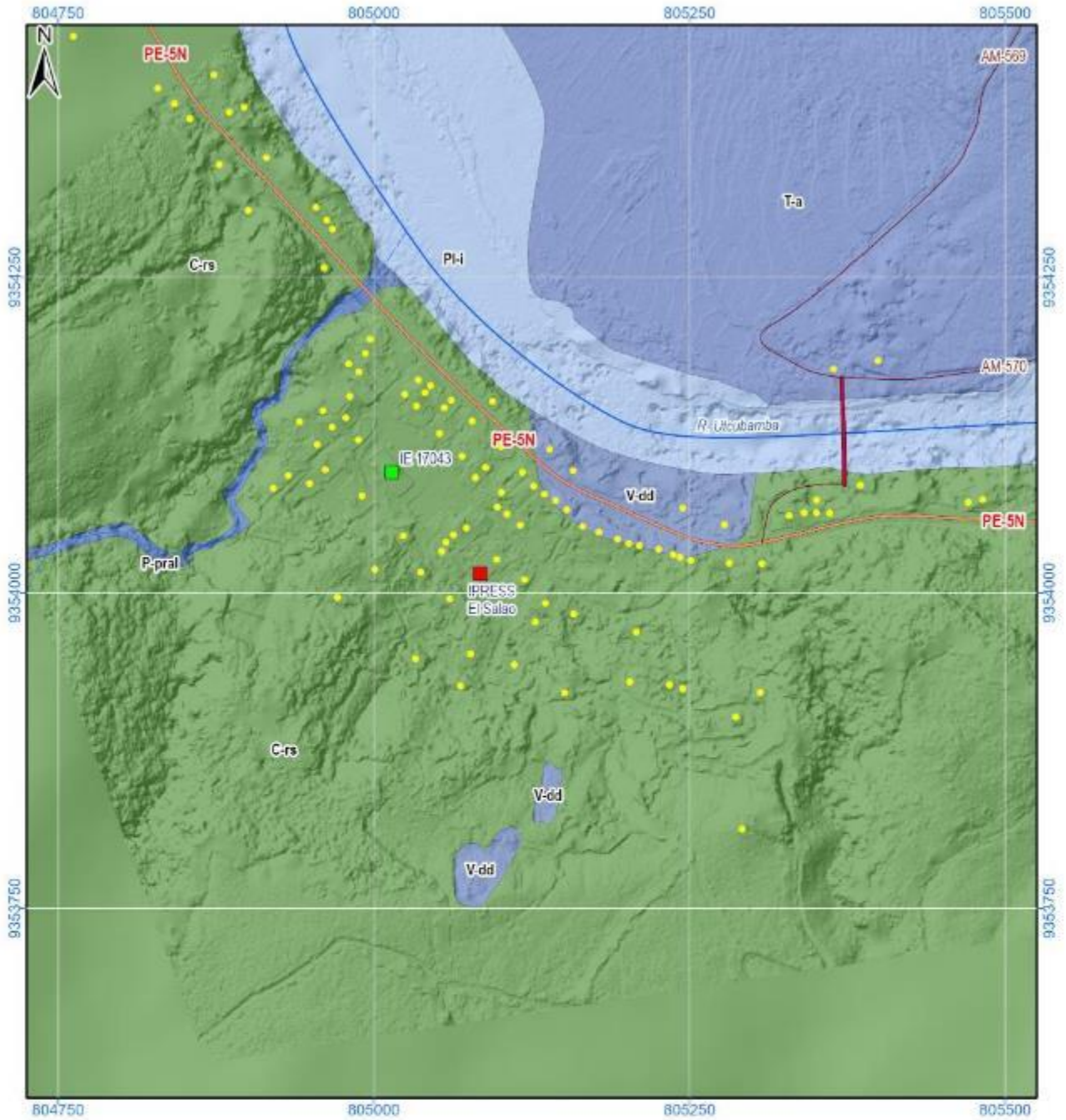
SECTOR ENERGÍA Y MINAS <b>INGEMMET</b> INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - JAMALCA		
<b>GEOLOGÍA DE LA LOCALIDAD DE EL SALAO</b>		
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León	<b>MAPA 5</b>
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/5,000	Versión digital: 2024	



SIMBOLOGÍA	
<span style="color: green;">■</span>	Institución educativa
<span style="color: teal;">■</span>	Centro de salud
<span style="color: yellow;">●</span>	Vivienda
	Vía nacional
	Vía vecinal
	Puente
	Quebrada
	Río

LEYENDA	
<span style="background-color: #e0ffe0;">■</span>	<1°: Terreno llano
<span style="background-color: #ffffe0;">■</span>	1°-5°: Terreno inclinado con pendiente suave
<span style="background-color: #ffcc00;">■</span>	5°-15°: Pendiente moderada
<span style="background-color: #90ee90;">■</span>	15°-25°: Pendiente fuerte
<span style="background-color: #00bfff;">■</span>	25°-45°: Pendiente muy fuerte o escarpada
<span style="background-color: #ff0000;">■</span>	>45°: Terreno muy escarpado

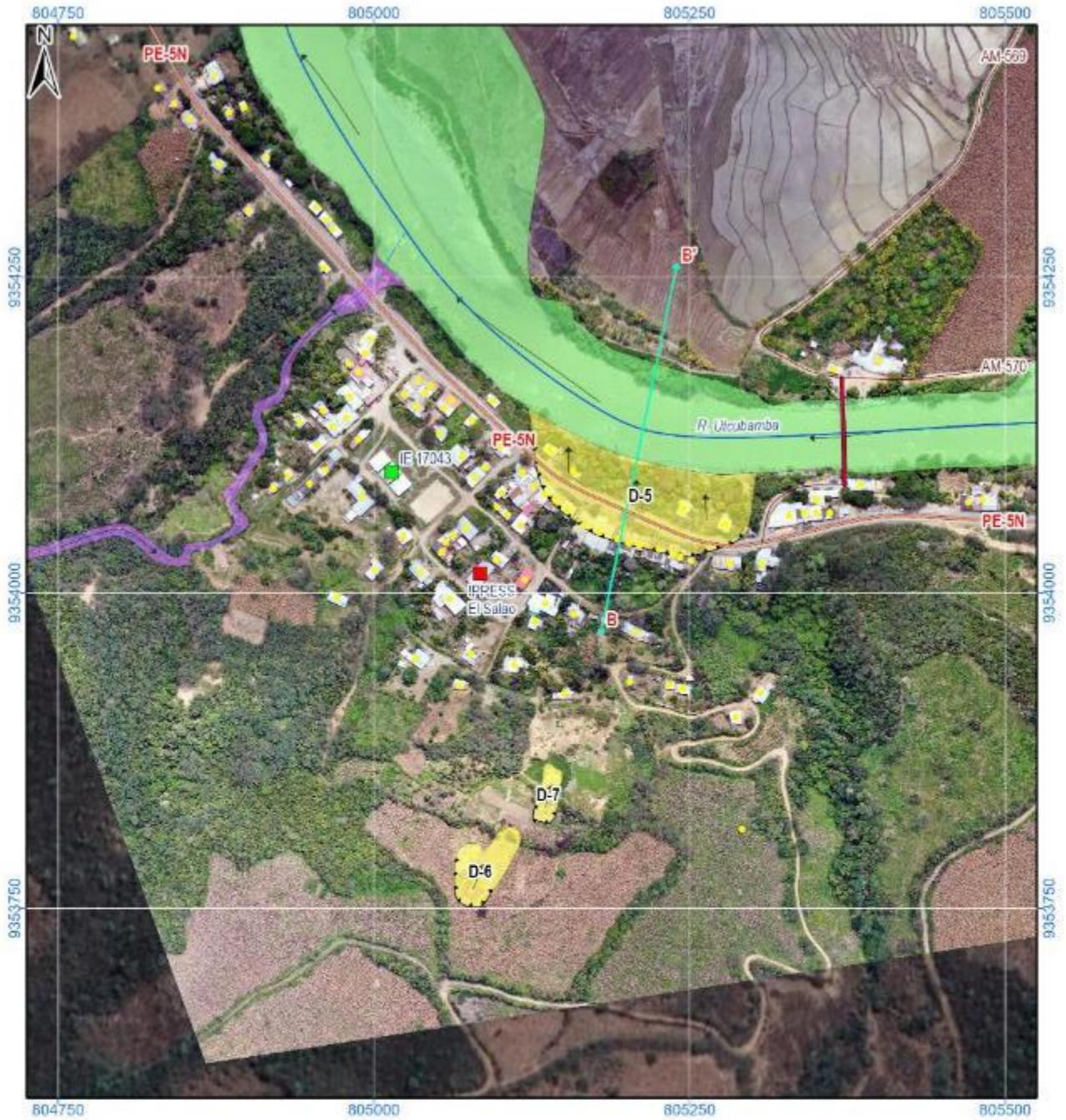
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - JAMALCA		
<b>PENDIENTES DEL TERRENO EN LA LOCALIDAD DE EL SALAO</b>		
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León	MAPA 6
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/5,000	Versión digital: 2024	



SIMBOLOGÍA	
<span style="color: green;">■</span>	Institución educativa
<span style="color: red;">■</span>	Centro de salud
<span style="color: yellow;">●</span>	Vivienda
	Vía nacional
	Vía vecinal
	Puente
	Quebrada
	Río

LEYENDA	
<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span>	C-rs: Colina en roca sedimentaria
<span style="background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span>	V-dd: Vertiente con depósito de deslizamiento
<span style="background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span>	P-pral: Piedemonte proluvial
<span style="background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span>	T-a: Terraza aluvial
<span style="background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px;"></span>	PI-i: Planicie inundable

 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - JAMALGA		
<b>GEOMORFOLOGÍA DE LA LOCALIDAD DE EL SALAO</b>		
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León	MAPA 7
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/5,000	Versión digital: 2024	



SIMBOLOGÍA	
	Institución educativa
	Centro de salud
	Vivienda
	Vía nacional
	Vía vecinal
	Puente
	Quebrada
	Río
	Línea de perfil

TRAMA DE PELIGROS	
	Escarpe de deslizamiento activo
	Dirección de movimiento activo

LEYENDA	
	Deslizamiento rotacional activo
	Flujo de detritos
	Inundación fluvial

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 - JAMALGA		
<b>CARTOGRAFIADO DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE LA LOCALIDAD DE EL SALAO</b>		
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León	<b>MAPA</b> <b>8</b>
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/5,000	Versión digital: 2024	

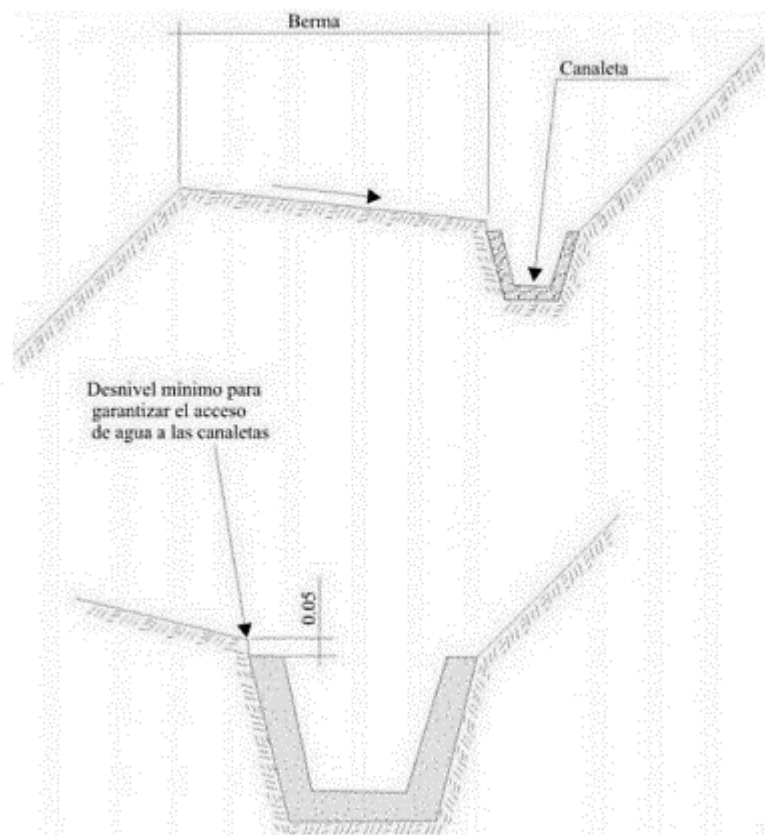
## ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

### Para deslizamientos

En la zona evaluada para la mitigación de los peligros geológicos, se debe controlar la infiltración del agua hacia afuera del cuerpo 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

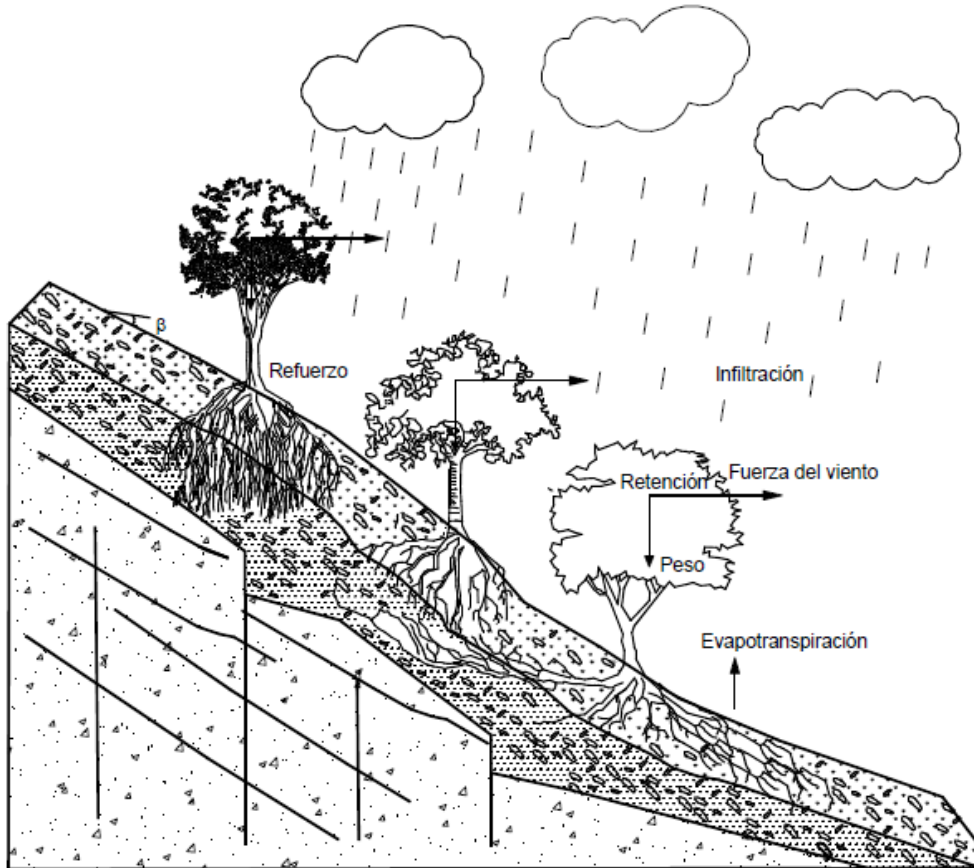
Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de los movimientos en masa, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del movimiento en masa. Éstas deben ser construidas en la parte superior al escarpe principal del deslizamiento (Figura 27). 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 27.** 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 28.** Estabilización de taludes utilizando vegetación. **Fuente:** Suarez, Díaz 2007.



**Fotografía 5.** Ejemplo de bioingeniería con arbusto (vetiver) en taludes de materiales sueltos.

**c) Defensa ribereña con roca al volteo**

Este método de control de riesgos consiste en la acumulación de rocas de grandes de dimensiones (fotografía 6) en la ribera o riberas críticas a fin de dar consistencia y evitar la erosión fluvial. Destaca por la inversión más baja en cuanto los bloques de roca pueden ser ubicados en las proximidades de la zona.



**Fotografía 6.** Ejemplo de defensa ribereña con roca al volteo.