

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7407

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS TERRENOS DE ACOGIDA PARA EL REASENTAMIENTO DEL CENTRO POBLADO SAN ISIDRO

Departamento Amazonas
Provincia Bagua
Distrito La Peca



AGOSTO
2023

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS TERRENOS DE ACOGIDA PARA EL REASENTAMIENTO DEL CENTRO POBLADO SAN ISIDRO

Distrito La Peca, provincia Bagua, departamento Amazonas

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

Equipo de investigación:

Luis Miguel León Ordáz

Elvis Rubén Alcántara Quispe

Cristhian Anderson Chiroque Herrera

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). Evaluación de peligros geológicos en los terrenos de acogida para el reasentamiento del centro poblado San Isidro, distrito La Peca, provincia Bagua, departamento Amazonas. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7407, 33 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Objetivos del estudio	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	2
1.3. Aspectos generales.....	3
1.3.1 Ubicación	3
1.3.2 Accesibilidad.....	7
1.3.3 Población Centro Poblado San Isidro	7
1.3.4 Clima	8
2. DEFINICIONES	9
3. ASPECTO GEOLÓGICO.....	11
3.1 Unidades litoestratigráficas	12
3.1.1. Formación El Milagro (PN-em)	12
3.1.2. Formación Cajaruro (P-c).....	13
3.1.3. Formación Celendín	14
4. ASPECTOS GEOMORFILÓGICOS.....	15
4.1 Modelo digital de elevaciones	15
4.2 Pendiente del terreno.....	17
4.3 Unidades Geomorfológicas	20
4.3.1 Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional.....	20
4.3.2 Geoformas de carácter depositacional y agradacional	21
5. PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS TERRENOS DE ACOGIDA	22
6. CONCLUSIONES	24
7. RECOMENDACIONES	25
8. BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXO 1. MAPAS	27

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos en tres terrenos propuestos de acogida (T-1, T-2 y T-3) para el reasentamiento del centro poblado San Isidro, distrito La Peca, provincia Bagua, departamento Amazonas. Con este trabajo el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno.

En los terrenos evaluados afloran calizas de color grises de la Formación Celendín, areniscas de grano fino a grueso, color rojizo, moderada a completamente meteorizada y muy fracturada de la Formación El Milagro, y limolitas intercaladas con areniscas de grano fino a grueso, color rojizo, completamente meteorizada y muy fracturada de la Formación Cajaruro. Estas rocas se encuentran cubiertas por un suelo arcillo limoso con espesor de 0.50 a 1 m, como lo observado en el terreno 1.

Geomorfológicamente para el terreno 1 se distinguen las subunidades de montaña en roca sedimentaria (M-rs), con pendiente moderada (5°-15°) a muy fuerte (25° - 45°), mientras que los terrenos 2 y 3, y subunidad de lomada en roca sedimentaria (L-rs), que presenta superficies amplias y llanas (< 15°) configurando finalmente subunidad de piedemonte proluvial, dispuesta a lo largo de la quebrada Sanora Chachas.

En los terrenos de Acerillo, se identificó un flujo de detritos que se canaliza por la quebrada Chachas. La cuenca de recepción presenta escaso transporte de material, por lo cual con un buen manejo de control de las laderas en la parte alta atenuaría el peligro.

Por las condiciones litológicas, geomorfológicas y geodinámica externa de los terrenos de acogida 2 y 3 en la localidad de Acerillo se los considera de **Peligro Medio a Bajo** a movimientos en masa tipo flujo de detritos; mientras que el terreno 1, se considera de **Peligro Alto** a movimientos en masa.

Finalmente, se brindan las recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades competentes y tomadores de decisiones pongan en práctica, sobre todo en los terrenos considerados aptos para reubicación, realizar un estudio de suelos, para determinar el tipo de cimentaciones de las futuras viviendas e infraestructura, así mismo implementar sistemas de drenaje, sistemas de defensa ribereña y uso de un sistema de riego tecnificado en las actividades agrícolas que se desarrollen en el entorno según las condiciones que presenta cada terreno; así mismo es necesario elaborar la EVAR correspondiente.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que 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 de la Municipalidad Distrital de La Peca, mediante Oficio N° N°214- 2023/ MDLP/DCC/A y en el marco de nuestras competencias, se realiza una evaluación de peligros geológicos en los tres terrenos de acogida para el reasentamiento del centro poblado San Isidro, distrito la Peca, provincia Bagua, departamento Amazonas.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Luis M. León Ordáz, Elvis R. Alcántara Quispe y Cristhian A. Chiroque Herrera, para realizar dicha evaluación, llevada a cabo el día 08 de mayo del 2023, en coordinación con representantes de la Municipalidad Distrital La Peca.

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

Este informe técnico se pone en consideración de la Municipalidad Distrital La Peca, CENEPRED y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres donde se proporcionan resultados de la evaluación, 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) Identificar, tipificar, caracterizar y cartografiar los peligros geológicos que pueden ocurrir en los terrenos de acogida, así como alrededores y zonas de influencia.
- b) Proponer algunas medidas y acciones necesarias para el control de riesgo y/o impacto de peligros geológicos identificados.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

- A) Informe técnico N° A7231, “Evaluación de deslizamiento centro poblado San Isidro, asociado al sismo del 28 de noviembre. Distrito La Peca, provincia Bagua, departamento Amazonas” (2022). Menciona que el 11 de diciembre a consecuencia del sismo del 28 de noviembre (en el distrito de Barranca,

provincia Daten del Marañón, departamento Loreto), ocurrió un deslizamiento en el centro poblado San Isidro, afectando 35 viviendas, las cuales quedaron totalmente destruidas e inhabitables; así mismo afectó un templo católico y posta médica, 30 hectáreas de cultivos agrícolas, 420 m de carretera vecinal, postes de tendido eléctrico, quedando sin suministro de energía eléctrica.

- B) Informe técnico N° A7235, “Evaluación de peligros geológicos en las zonas propuestas por INDECI, para terrenos de acogida e instalación de módulos temporales, para los afectados por la ocurrencia del sismo del 28 de noviembre en el departamento de Amazonas”. Indicando que 5 sectores de los 10 evaluados si presentan las condiciones adecuadas para la instalación de módulos temporales.
- C) Boletín N° 142, Serie A, Geología de los cuadrángulos de Aramango y Bagua Grande, hojas 11 – g y 12 – g, escala 1:50000.

1.3. Aspectos generales

1.3.1 Ubicación

Los terrenos propuestos de acogida (T-1, T-2 y T-3) corresponde a la localidad de Acerillo, distrito La Peca y provincia Bagua, departamento Amazonas (Figura 1, 2, 3, y 4; Tablas 1, 2, 3 y 4), ubicada en las coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17S descritas en las tablas siguientes:

Tabla 1. Coordenadas del área evaluada en la localidad de Acerillo

Vértice N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	777850	9387150	-5.5391603	-78.4921875
2	777850	9385100	-5.5576878	-78.4921112
3	775850	9385100	-5.5577641	-78.5101471
4	775850	9387150	-5.5392365	-78.5102310
Coordenada central de los movimientos en masa identificados				
C	776097	9385765	-5.5517430	-78.5079422

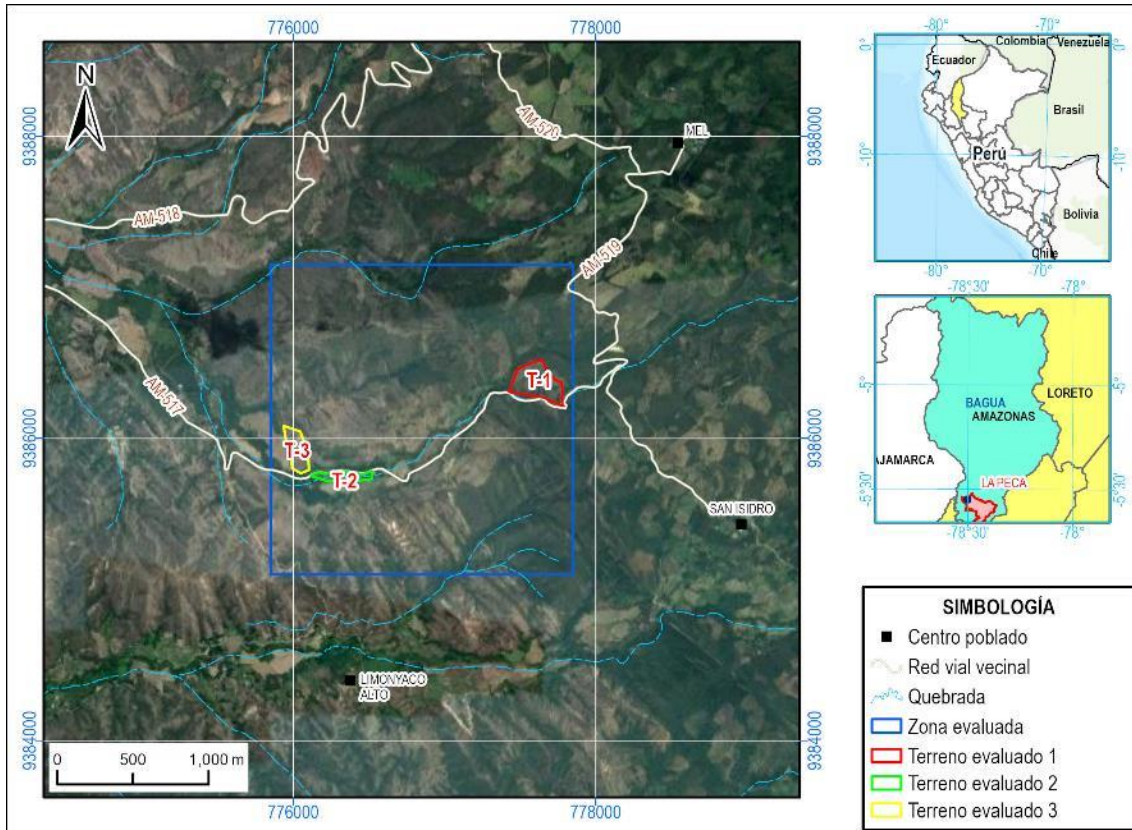


Figura 1. Ubicación de los terrenos de acogida T-1, T-2 y T-3 en la localidad de Acerillo.

Tabla 2. Coordenadas del área evaluada localidad Acerillo, terreno 1 T-1

Vértice	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
N°				
1	777427	9386308	-5.5467863	-78.4959717
2	777656	9386271	-5.5471120	-78.4939041
3	777779	9386215	-5.5476136	-78.4927902
4	777776	9386369	-5.5462217	-78.4928284
5	777730	9386391	-5.5460248	-78.4932404
6	777678	9386452	-5.5454755	-78.4937134
7	777643	9386520	-5.5448623	-78.4940338
8	777585	9386502	-5.5450268	-78.4945526
9	777535	9386483	-5.5452008	-78.4950027
10	777494	9386461	-5.5454011	-78.4953690
11	777481	9386454	-5.5454650	-78.4954910

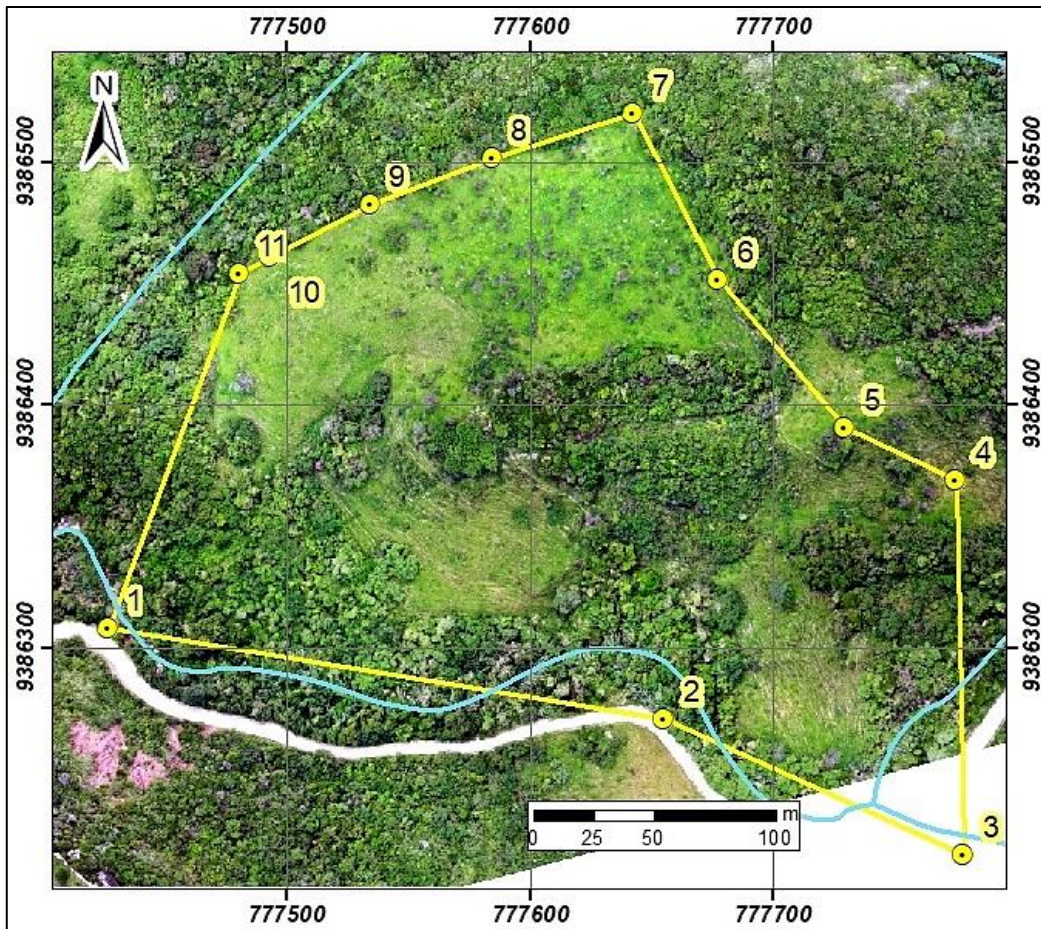


Figura 2. Área propuesta para reubicación de los pobladores del centro poblado San Isidro a la localidad de Acerillo, terreno 1.

Tabla 3. Coordenadas del área evaluada terreno 2 T-2

Vértice N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	776118	9385751	-5.5518675	-78.5077515
2	776162	9385778	-5.5516224	-78.5073624
3	776210	9385765	-5.5517387	-78.5069275
4	776320	9385788	-5.5515246	-78.5059280
5	776463	9385761	-5.5517654	-78.5046387
6	776518	9385785	-5.5515456	-78.5041504
7	776520	9385732	-5.5520239	-78.5041275
8	776399	9385716	-5.5521731	-78.5052185
9	776290	9385706	-5.5522676	-78.5062027
10	776277	9385722	-5.5521235	-78.5063171
11	776235	9385715	-5.5521884	-78.5066986
12	776172	9385734	-5.5520191	-78.5072632

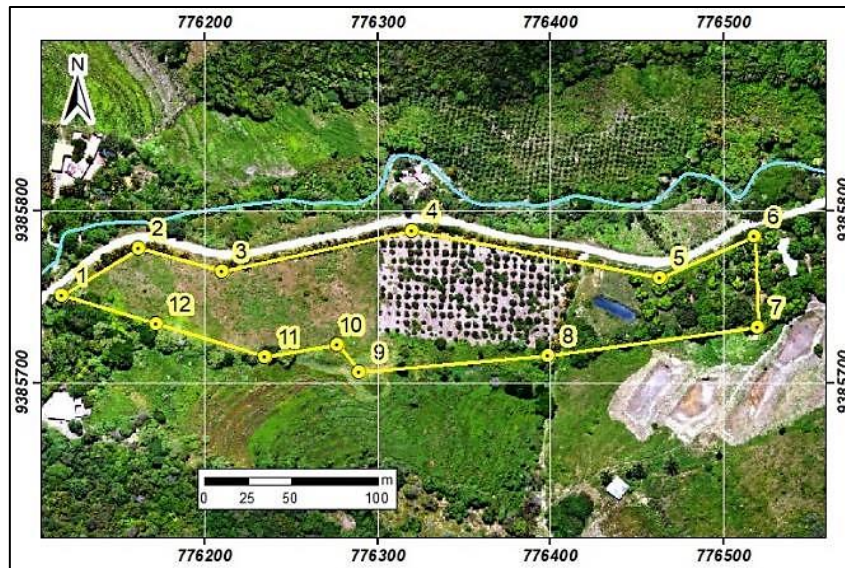


Figura 3. Área propuesta para reubicación de los pobladores del centro poblado San Isidro a la localidad de Acerillo, terreno 2.

Tabla 4. Coordenadas del área evaluada del terreno 3 T-3

Vértice N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	775936	9386083	-5.5488768	-78.5094147
2	776046	9386046	-5.5492067	- 78.5084152
3	776097	9385905	- 5.5504794	- 78.5079498
4	776104	9385792	-5.5515003	-78.5078812
5	776051	9385769	-5.5517101	-78.5083618
6	775994	9385802	-5.5514140	-78.5088806
7	775979	9385893	-5.5505924	-78.5090179
8	775957	,9385957	-5.5500145	-78.5092163

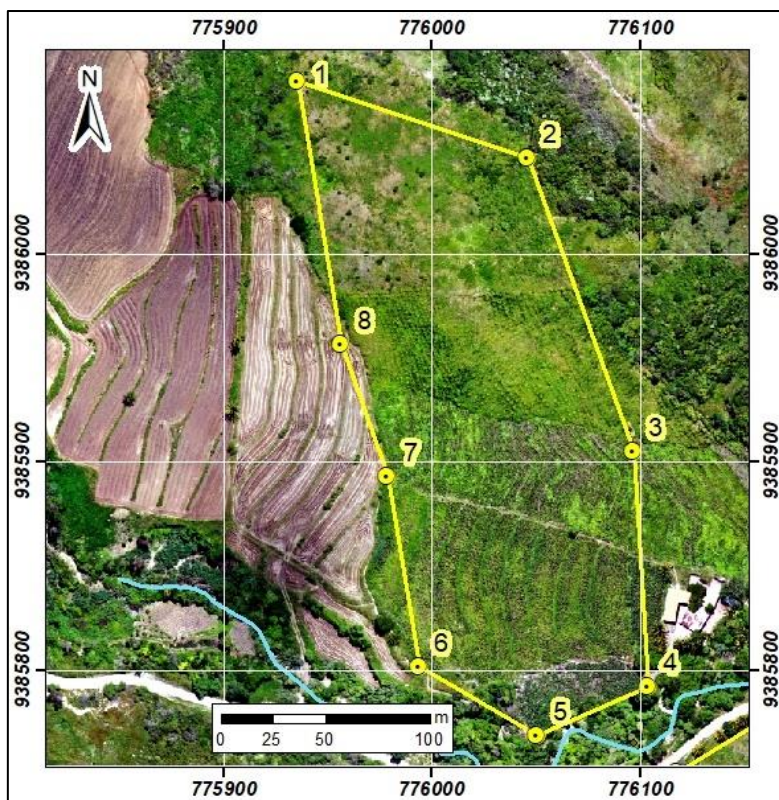


Figura 4. Terreno 3, propuesta para reubicación de los pobladores del centro poblado San Isidro a la localidad de Acerillo, terreno 3.

1.3.2 Accesibilidad

El acceso hasta la localidad evaluada se realiza por vía nacional terrestre PE – 3N, Cajamarca-Bagua (asfaltada), para luego tomar una vía vecinal hasta la localidad Acerillo; (Tabla 5):

Tabla 5. Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cajamarca – Bagua	Asfaltada	344.5	8 horas 30 minutos
Bagua - Acerillo	Asfaltada Trocha	15	30 minutos

1.3.3 Población Centro Poblado San Isidro

De acuerdo con la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas o Censo peruano de 2017 (INEI, 2018), el centro poblado San Isidro (afectado por deslizamiento), tiene una población de 160 habitantes, que estaban distribuidos en 40 viviendas, con acceso a energía eléctrica y sin acceso a red de agua potable y red de desagüe (tabla 6).

Tabla 6. Características centro poblado San Isidro. Fuente: INEI - 2017

Descripción	San Isidro – INEI
Código de Ubigeo y Centro Poblado	0102060012
Longitud	-78.4820833333
Latitud	-5.55462666667
Altitud	829.5
Población	1150
Viviendas	160
Agua Por Red Publica	no
Energía eléctrica en la vivienda	si
Desagüe por red publica	no
Institución Educativa Inicial	no
Institución Educativa Primaria	no
Institución Educativa Secundaria	no
Establecimiento de salud	no
Idioma o Lengua hablada con mayor frecuencia	Castellano

1.3.4 Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), las zonas evaluadas pose dos variedades de clima:

Lluvioso con humedad abundante todas las estaciones del año. Cálido. (B (r) A')

El tiempo de esta región está determinado por el Anticiclón del Atlántico Sur, la Baja Amazónica, Jet de bajos niveles al este de los Andes y por la Zona de Convergencia intertropical y Zona de Convergencia del Atlántico Sur. Mientras que, en invierno, los friajes son un fenómeno recurrente que afectan con precipitaciones intensas, vientos fuertes y descensos en las temperaturas extremas de del aire, principalmente en la zona sur del país.

Esta región presenta durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 31°C a 33°C en áreas de Loreto y de 29°C a 31°C en el resto; mientras que, temperaturas mínimas varían de 21°C a 23°C en el norte y de 19°C a 21°C en el sur. Además, se registra acumulados anuales de lluvias de 2000 mm a 3500 mm aproximadamente.

Semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año, cálido (C (r) A')

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

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

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a 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 (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

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

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

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

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

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

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

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.

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

Erosión de laderas: Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas o bad lands. Este proceso comienza con canales muy delgados cuyas dimensiones, a medida que persiste la erosión, pueden variar y aumentar desde estrechas y poco profundas (< 1 m) hasta amplias y de varios metros de profundidad.

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.

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.

Flujo de lodo: Tipo de flujo con predominancia de materiales de fracción fina (limos, arcillas y arena fina), con al menos un 50%, y el cual se presenta muy saturado.

Flujo de tierra: Movimiento intermitente, rápido o lento, de suelo arcilloso plástico. Los flujos de tierra desarrollan velocidades moderadas, con frecuencia de centímetros por año, sin embargo, pueden alcanzar valores hasta de metros por minuto. El volumen de los flujos de tierra puede llegar hasta cientos de millones de metros cúbicos.

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

Fractura: Estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

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

Inundación pluvial: Se originan por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Se genera tras un régimen de lluvias intensas persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable.

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.

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.

Zona crítica: Zona o área con peligros potenciales de acuerdo con la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. 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

El análisis geológico, se desarrolla en base a la memoria descriptiva de la revisión del cuadrángulo Bagua Grande, hoja 12 – g – IV, elaborado por J. L.

Suarez J. L. & Nureña F. (2012), escala 1:50 000, publicados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (mapa 1).

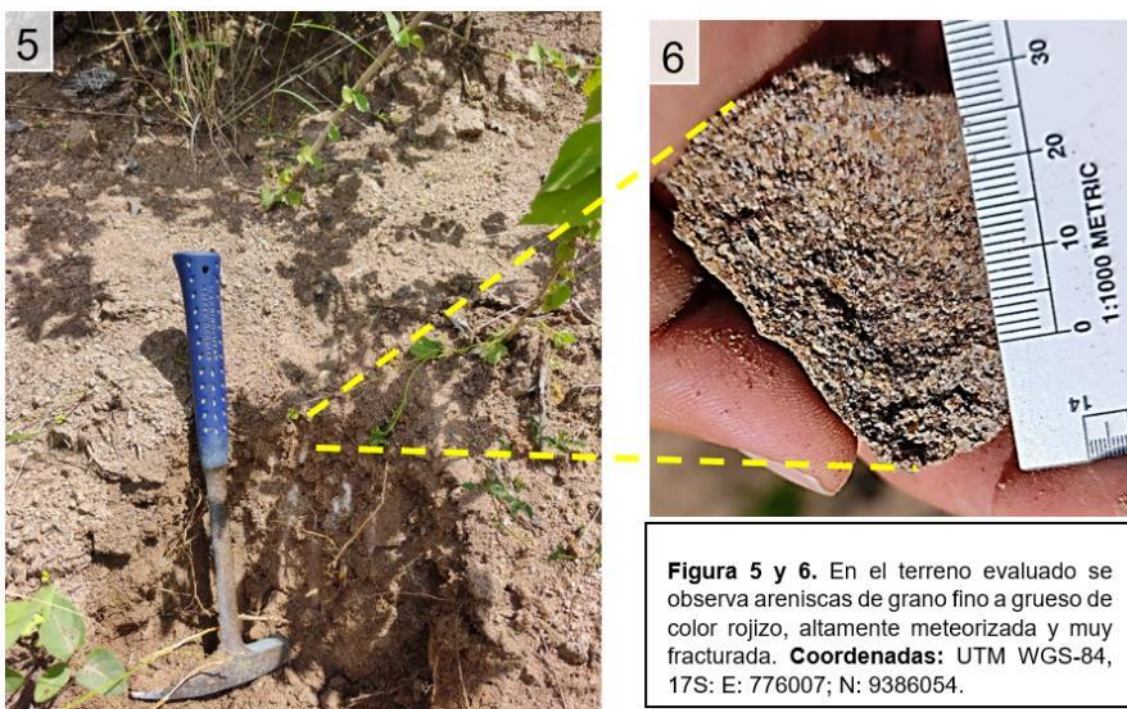
3.1 Unidades litoestratigráficas

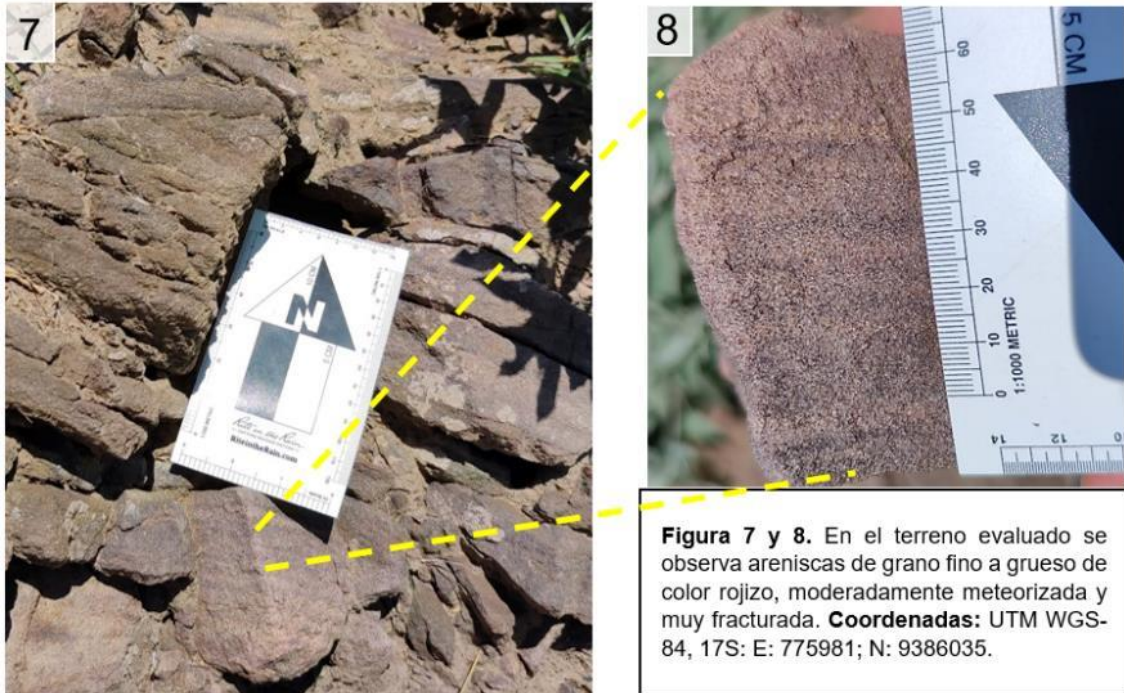
Se tiene las siguientes unidades:

3.1.1. Formación El Milagro (PN-em)

Conformado una secuencia indiferenciada de areniscas de grano fino a grueso, color rojizo, lutitas y limolitas pardo rojizas, niveles de calizas grises y algunas tobas beige.

En el sector evaluado (terreno 3), se identificaron areniscas de grano fino a grueso, color rojizo, moderada a completamente meteorizada y muy fracturada (Figuras del 5 al 8).





3.1.2. Formación Cajaruro (P-c)

Constituido por margas, lutitas y limolitas intercaladas con areniscas rojas, además, niveles blanquecinos de areniscas y limolitas. En la base se encuentran algunos niveles de tobas

En el área evaluada (terreno 2), identificamos limolitas intercaladas con areniscas de grano fino a grueso, color rojizo, completamente meteorizada y muy fracturada (Figuras del **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**9 y 10).

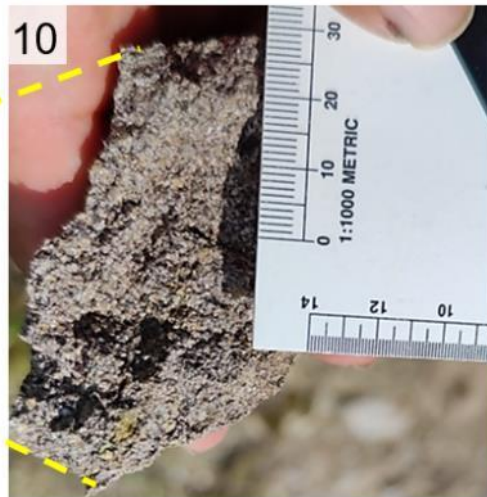


Figura 9 y 10. En el terreno evaluado se observa limolitas intercaladas con areniscas de grano fino a grueso de color rojizo. **Coordenadas:** UTM WGS-84, 17S: E: 776401; N: 9385718.

3.1.3. Formación Celendín

Lutitas y limolitas gris a verdes, a veces se encuentran abigarradas, con intercalaciones de caliza delgadas grises.

Esta unidad aflora en la zona de estudio (terreno 1), calizas delgadas grises, esta litología se encuentra medianamente fracturada y moderadamente meteorizada (Figuras 11 y 12). Los sedimentos provenientes de esta unidad forman suelos arcillo limosos de 0.1 a 1 m de espesor, poco compactos, susceptibles a procesos de erosión (Fotografía 1).



Figura 11 y 12. En el terreno evaluado se observa calizas nodulares moderadamente meteorizadas, medianamente fracturada. **Coordenadas:** Coordenada UTM WGS-84, 17S: E: 777738; N: 9386240.



Fotografía 1. Se observa el suelo arcillo limoso poco compactado susceptible a procesos de erosión.

4. ASPECTOS GEOMORFILÓGICOS

Además de la cartografía regional de geomorfología, a escala 1:250 000 del boletín de riesgos geológicos de la región Cajamarca, se utiliza un Modelo digital de elevaciones de fuente SRTM (NASA, 2020) optimizada a un detalle de 0.2 m (AlosPalsar, 2011).

4.1 Modelo digital de elevaciones

Acerillo – Terreno 1

Con una extensión de 6 has, el terreno evaluado se ubica a 1.7 km del centro poblado San Isidro, presenta elevaciones que van desde los 718 m., hasta los 783 m, con una diferencia de alturas de 65 m, divididas en cinco niveles altitudinales (7), donde se puede observar la extensión con respecto a la diferencia de alturas. (Figura13).

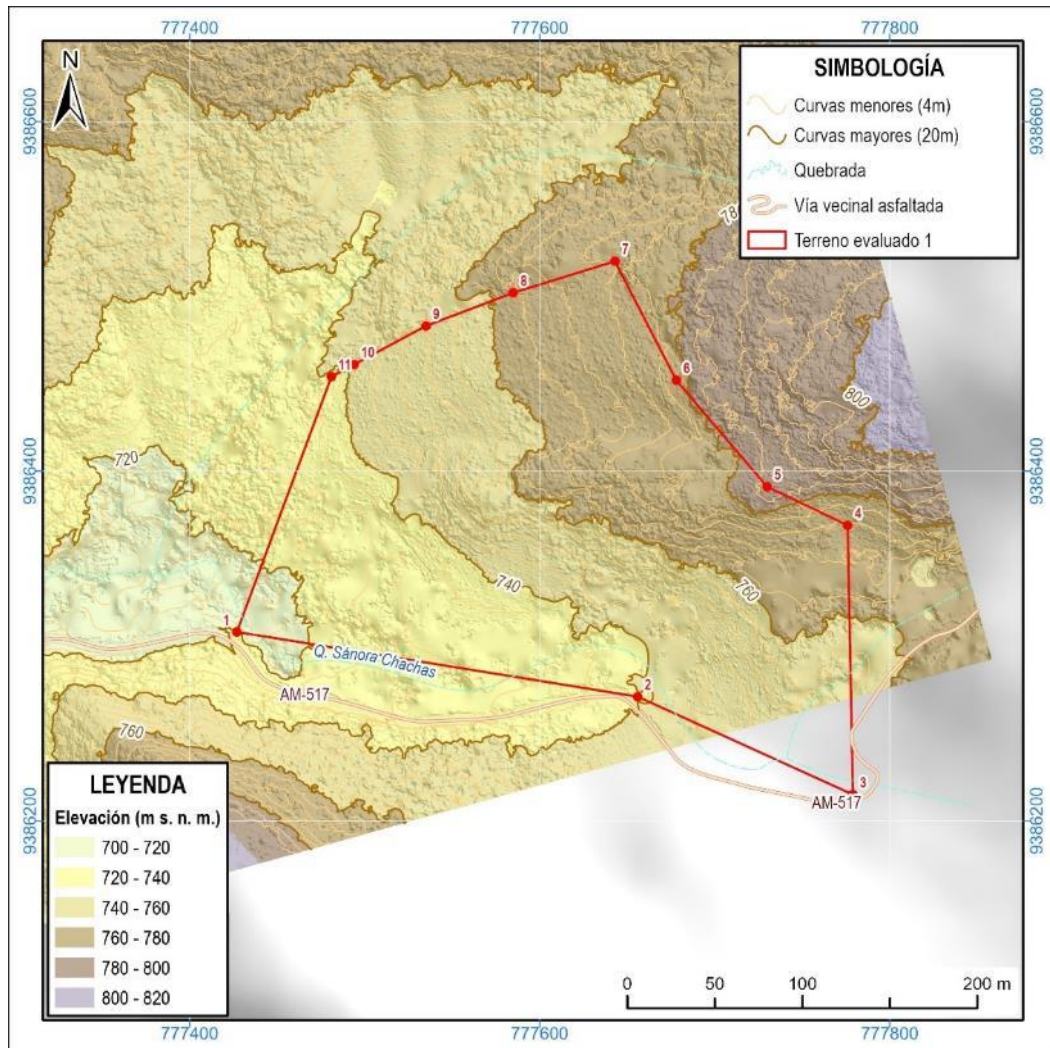


Figura 13. Modelo digital de elevaciones, Acerillo – terreno 1.

Acerillo – Terreno 2

El terreno evaluado tiene una extensión de 2 has, se ubica a 3.3 km del centro poblado San Isidro, presenta elevaciones que van desde los 588 m., hasta los 628 m, con una diferencia de alturas de 40 m, divididas en tres niveles altitudinales (Figura 14), con la finalidad de visualizar la extensión con respecto a la diferencia de alturas.

Acerillo – Terreno 3

Tiene una extensión de 3.2 has, se ubica a 3.4 km del centro poblado San Isidro, presenta elevaciones que van desde los 578 m., hasta los 598 m, teniendo una diferencia de altura de 20 m, divididas en dos niveles altitudinales (Figura 14), con la finalidad de visualizar la extensión con respecto a la diferencia de alturas.

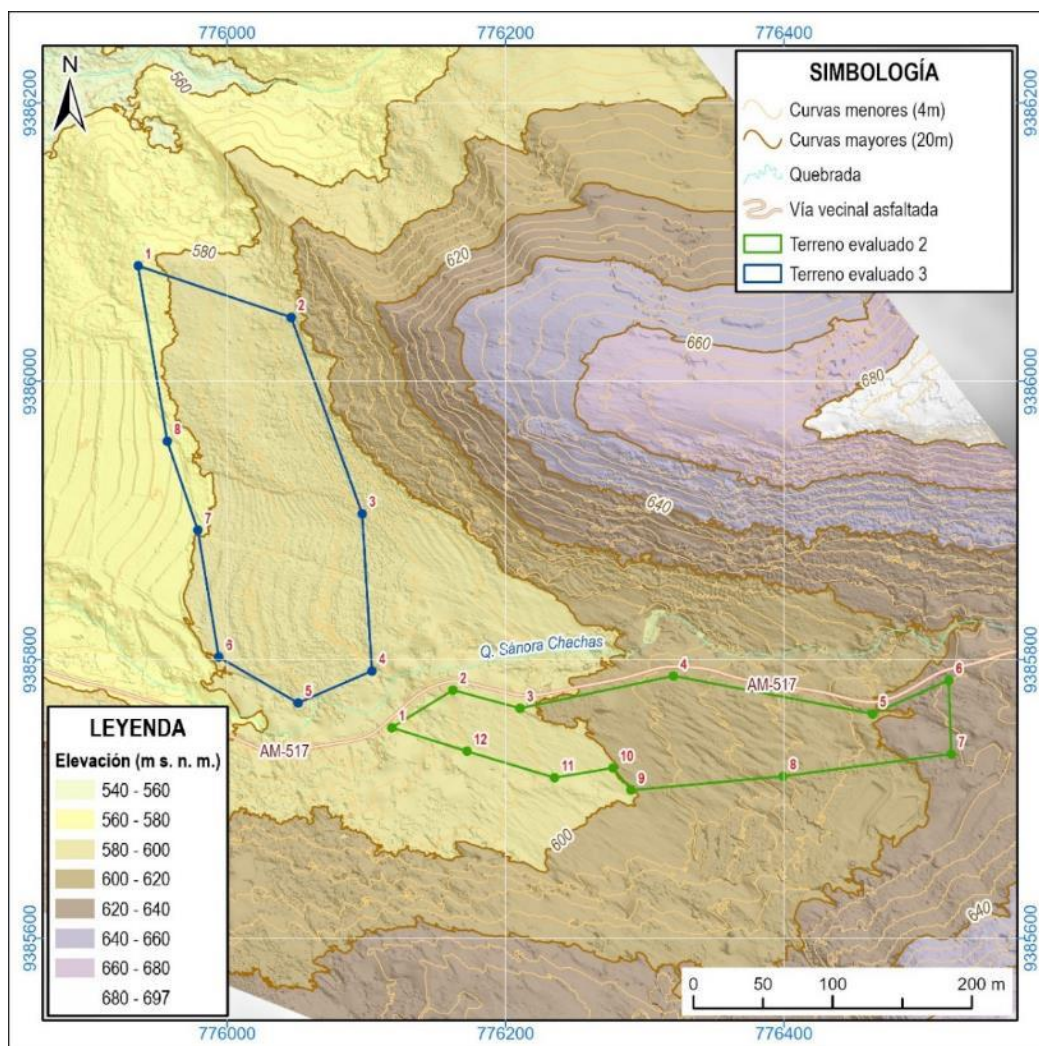


Figura 14. Modelo digital de elevaciones, Acerillo – terreno 1.

4.2 Pendiente del terreno

La pendiente es uno de los factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2022), considerando un parámetro importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa como factor condicionante.

Se puede decir que es más fácil que ocurran movimientos en masas en laderas y cauces de la quebrada, cuya pendiente principal varía entre media (5° a 15°) a fuerte ($>30^\circ$), generándose erosión en laderas (laminar, surcos y cárcavas), ya que a mayor pendiente el escurrimiento superficial es mayor y por ende la erosión hídrica o pluvial (Vílchez et al., 2013).

En la primera zona (Figura 15) evaluada (terreno 1), se tienen terrenos con pendiente moderada (5° - 15°) a pendiente muy fuerte o escarpada (25° - 45°), lo

que podría permitir la ocurrencia de movimientos en masa de tipo deslizamiento; actualmente el terreno es ocupado por pastos para ganado y vegetación nativa (Figura 16).



Figura 15. Se observa el terreno inclinado con pendiente fuerte (25° - 45°), cubierto por pastos naturales y vegetación nativa.

Coordenadas: Coordenada UTM WGS-84, 17S: E: 777707; N: 9386266.

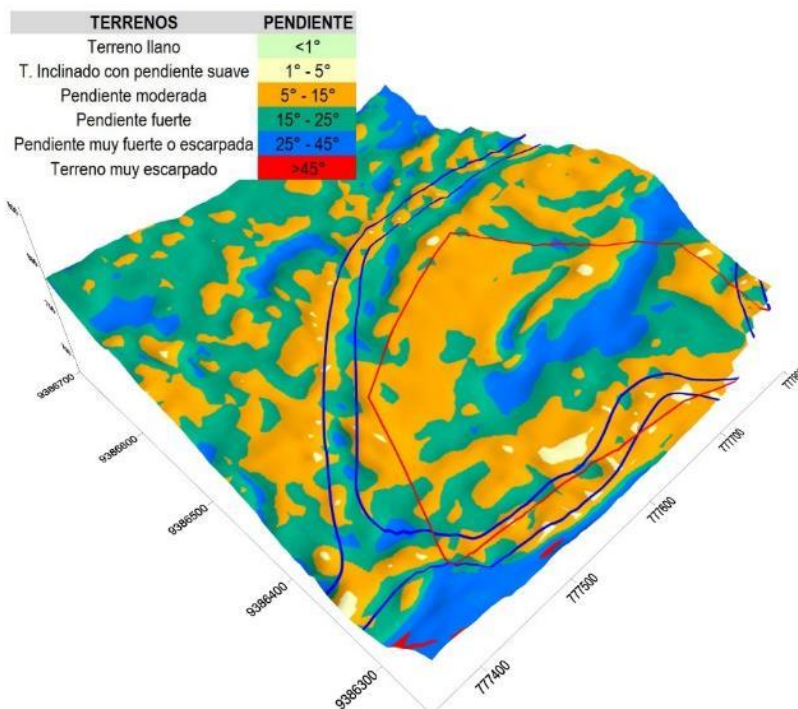


Figura 16. Modelo 3D de las pendientes del terreno 3 (línea roja), en el cual por factores litológicos y la pendiente fuerte a muy fuerte o escarpada podrían originarse movimientos en masa de tipo deslizamiento.

En los terrenos 2 y 3 (fotografías 3, 4 y 5) las pendientes van de terrenos inclinados con pendiente suave (1° - 5°) a pendiente moderada (5°-15°), los cuales actualmente son ocupados por plantas de paltas, cultivos de maíz y pastos naturales (Figura 17).



Fotografía 3. Terreno 2 inclinado de pendiente suave (1° - 5°), cubierto por plantaciones de paltas.
Coordenadas: Coordenada UTM WGS-84, 17S: E: 776326; N: 9385727.



Fotografía 4. Terreno 2, inclinado con pendiente suave (1° - 5°), cubierto por vegetación nativa.
Coordenadas: Coordenada UTM WGS-84, 17S: E: 776349; N: 9385717.



Fotografía 5. Terreno 3, inclinado con pendiente suave (1° - 5°), cubierto por cultivos de maíz.
Coordenadas: Coordenada UTM WGS-84, 17S: E: 776075; N: 9385915.

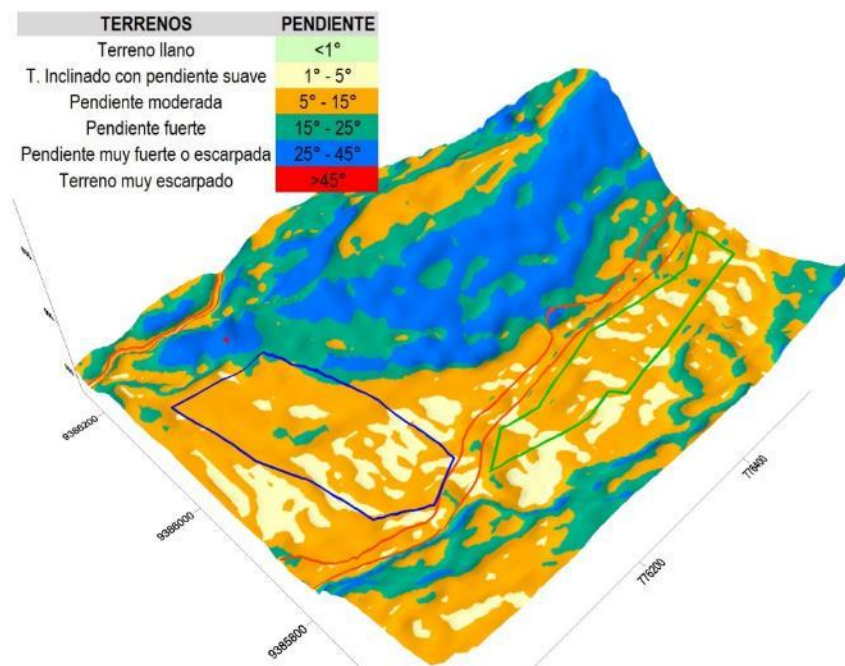


Figura 17. Modelo 3D de las pendientes de los terrenos 2 (línea verde) y 3 (línea azul), sino se implementan las medidas de mitigación, podrían ser afectados por flujos de detritos de la quebrada Chachas (línea roja),

4.3 Unidades Geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas (Figura 7), en el sector evaluado, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a los aspectos del relieve en relación con la erosión, denudación y sedimentación (Vílchez et al., 2019); así también se ha empleado los trabajos de Villota (2005) y la clasificación de unidades geomorfológicas utilizadas en estudios de Ingemmet.

4.3.1 Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

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

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas, dentro de este grupo se tiene las siguientes unidades (Mapa 3):

a. Unidad de Montaña

Es la unidad o componente de cualquier cadena montañosa y se define como una gran elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 m de desnivel, cuya cima puede ser aguda, subaguda, semi redondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares a complejas y presenta un declive promedio superior a 30% (FAO, 1968).

Subunidad de montaña en roca sedimentaria (M-rs)

Esta unidad geomorfológica está ubicada en la parte este del sector evaluado, presenta cerros con alturas de más de 300 m desde su línea base local, su morfología actual depende de procesos exógenos degradacionales determinados por la lluvia y la escorrentía, con fuerte incidencia de la gravedad.

Esta subunidad la ubicamos en el terreno 1, presenta un relieve con pendiente moderada (5°-15°) a muy fuerte (25° - 45°), compuesto calizas nodulares gris parduzcas de la Formación Celendín.

b. Unidad de Lomada

Corresponde a las geoformas con alturas menores a los 300 m respecto al nivel de base local; las lomadas tienen cimas más amplias, redondeadas y alargadas, con gradientes entre 8% y 16 % (Villota, 2005).

Subunidad de lomada en roca sedimentaria (L-rs)

Ubicada en los terrenos 2 y 3, se presenta en superficies amplias y llanas que vienen siendo utilizadas para el cultivo de arrozales, maíz y frutales.

4.3.2 Geoformas de carácter depositacional y agradacional

Estas geoformas son el resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los glaciares y los vientos, los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultante de la denudación de los terrenos más elevados, en el sector evaluado encontramos las siguientes subunidades (Figura 6):

a. Unidad de Piedemonte

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

Esta geoforma tiene la forma de un cono (foto 1), originado por flujos de detritos. Esta unidad se encuentra relacionada con quebrada que divide al asentamiento humano, El depósito presenta pendiente menor a 20°

Subunidad de piedemonte proluvial (P -pral)

Estos depósitos son el producto de la sobresaturación de los materiales sueltos, generados por otros movimientos en masa, que se han movilizado colina abajo a modo de un fluido canalizado; debido a esta alta movilidad, sus bloques y gravas están más redondeadas y pueden ser de composición muy heterogénea; su matriz es comúnmente de arcillas.

En los sectores evaluados ha sido originado por el transporte de material a través de la quebrada Sánora Chachas

5. PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS TERRENOS DE ACOGIDA

Los peligros geológicos reconocidos en los terrenos evaluados corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamientos, flujos de detritos o huaicos, (Proyecto Multinacional Andino: GCA, 2007). Estos procesos son resultado del proceso de modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida en los cursos de agua en la Cordillera de los Andes, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos o quebradas.

Estos movimientos en masa tienen como causas o condicionantes la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca, el tipo de suelo, el drenaje superficial – subterráneo y la cobertura vegetal. Se tiene como “desencadenantes” de estos eventos las lluvias intensas.

A continuación, se realiza la descripción de los tres terrenos propuestos para el reasentamiento poblacional de los pobladores afectados por el deslizamiento en el centro poblado San Isidro.

Acerillo – Terreno 1 (área 6 has).

En el contexto litológico, el terreno evaluado se encuentra sobre calizas nodulares grises a beige, de la Formación Celendín, moderadamente meteorizada y medianamente fracturada, cuya estratificación no es favorable a movimientos en masa; sin embargo, está cubierta por suelos arcillo limosos, poco compactos, ubicados en terrenos con pendiente fuerte a muy fuerte que tienen a erosionarse ante lluvias intensas; características que lo hacen muy susceptible ante movimientos en masa.

En la parte baja del área evaluada surca la quebrada Sanora Chachas que en épocas de lluvias intensas acarrea flujos torrenciales, lo que impide el acceso al lugar de una forma segura; estos terrenos presentan pendiente suave y conforman geoformas de piedemonte proluvial, muy susceptibles a flujos de detritos

La parte baja del terreno tiene suave del terreno y presenta una la geoforma de piedemonte proluvial que por donde discurre la Quebrada Sanora Chachas la cual tiene cauce intermitente y que arrastra flujos de detritos durante las temporadas de lluvias intensas.

Acerillo – Terreno 2 (área 2 has).

El terreno propuesto propiamente dicho, se sitúa a la margen izquierda de la quebrada Chachas, y asentado sobre areniscas de grano fino a grueso, color rojizo, de la Formación El Milagro.

Geomorfológicamente en la zona alta del área evaluada (fotografía 1 y 2, Mapa 3) se presenta una subunidad de lomada en roca sedimentaria (L-rs), con pendientes que van de terrenos inclinados con pendiente suave (1° - 5°) a pendiente moderada (5°-15°), sobre los cuales se cultivan paltas.

El terreno no presenta movimientos en masa y se encuentra lejos de la quebrada Sanora Chachas (a más de 10 m).

Acerillo – Terreno 3 (área 3.2 has).

El terreno se encuentra ubicado en la margen derecha de la quebrada Chachas, en el contexto litológico, el terreno evaluado se encuentra sobre areniscas de grano fino a grueso, color rojizo, de la Formación El Milagro (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y 2).

Geomorfológicamente (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**8, Mapa 3), la zona alta del área evaluada corresponde a una subunidad de lomada en roca sedimentaria (L-rs), con pendientes que van de terrenos inclinados con pendiente suave (1° - 5°) a pendiente moderada (5°-15°), los cuales actualmente son ocupados por cultivos de maíz y pastos naturales.

El terreno no presenta movimientos en masa y solo su límite sur se encuentra próximo a la quebrada Sanora Chachas (entre 5 a 10 m).

6. CONCLUSIONES

Acerillo – terreno 1

- a. El material que cubre a la Formación Celendín (substrato rocoso moderadamente meteorizados y medianamente fracturado), es un suelo arcillo limoso, de fácil erosión.
- b. Geomorfológicamente, la zona alta del área evaluada corresponde a una subunidad de montaña en roca sedimentaria (M-rs), con pendientes que van de terrenos con pendiente moderada (5° - 15°) a pendiente muy fuerte o escarpada (25°-45°), lo que podría permitir que la escorrentía originada por el agua de precipitación pluvial, arrastre el suelo no consolidado de las laderas y dar origen a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo deslizamiento; actualmente el terreno es ocupado por pastos para ganado y vegetación nativa.
- c. En la parte baja del área evaluada surca la quebrada Sanora Chachas que en épocas de lluvias intensas acarrea flujos torrenciales, lo que impide el acceso al lugar de una forma segura; estos terrenos presentan pendiente suave y conforman geoformas de piedemonte proluvial, muy susceptibles a flujos de detritos.
- d. Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y de geodinámica externa, el terreno evaluado es considerado de **peligro alto** ante movimientos en masa de tipo deslizamiento (parte alta) y flujos de detritos (parte baja); no apto para el reasentamiento poblacional.

Acerillo – terreno 2

- a. Se tiene afloramiento de areniscas de grano fino a grueso, color rojizo de la Formación El Milagro.
- b. Geomorfológicamente la zona evaluada corresponde a una subunidad de lomada en roca sedimentaria (L-rs), con pendientes que van de terrenos inclinados con pendiente suave (1° - 5°) a pendiente moderada (5°-15°), los cuales actualmente son ocupados por plantas de paltas.
- c. La quebrada Sanora Chachas surca a más de 20 m del terreno.
- d. El terreno actualmente no presenta movimientos en masa, por lo que es apto para el reasentamiento de la población afectada del centro poblado San Isidro. Se tienen que realizar medidas de control de riesgos adecuadas.

Acerillo – terreno 3

- a. El terreno está conformado por limolitas intercaladas con areniscas de grano fino a grueso, color rojizo, completamente meteorizada y muy fracturada, de la Formación Cajaruro.
- b. Geomorfológicamente la zona evaluada corresponde a una subunidad de lomada en roca sedimentaria (L-rs), con pendientes que van de terrenos

inclinados con pendiente suave ($1^\circ - 5^\circ$) a pendiente moderada ($5^\circ - 15^\circ$), los cuales actualmente son ocupados por cultivos de maíz y pastos naturales.

- c. La quebrada Sanora Chachas surca a unos 5 a 10 m al sur del terreno.
- d. Actualmente el terreno no presenta movimientos en masa cartografiados y solo parte de su sector sur está cerca de la quebrada Sanora Chachas, por lo que es apto para el reasentamiento de los pobladores afectados en el centro poblado San Isidro; con las medidas de control de riesgos adecuadas.

7. RECOMENDACIONES

En los terrenos aptos para la reubicación de los pobladores se debe tener en cuenta las recomendaciones siguientes:

- a. Prohibir las actividades agrícolas que requieran riego por inundación, dentro y en las inmediaciones de los terrenos.
- b. Realizar estudios de suelos, determinando la capacidad portante del terreno, para determinar el tipo de cimientos y el número de pisos que pueden tener las viviendas.
- c. La construcción de viviendas debe hacerse a una distancia no menor a 10 m de la Quebrada Chachas; la misma que deberá contar con una defensa ribereña adecuada.
- d. Implementar sistemas de drenaje, para derivar las de escorrentía originada por precipitaciones pluviales, fuera del terreno al cauce de la quebrada Chachas.
- e. Prohibir la deforestación de las laderas de montaña.
- f. Reforestar con especies nativas las partes altas en el entorno de los terrenos propuestos para la reubicación poblacional.
- g. Por ningún motivo se deben ocupar los terrenos si no se han realizado las recomendaciones indicadas.
- h. Realizar la EVAR con la finalidad de continuar con el proceso de reasentamiento definitivo.

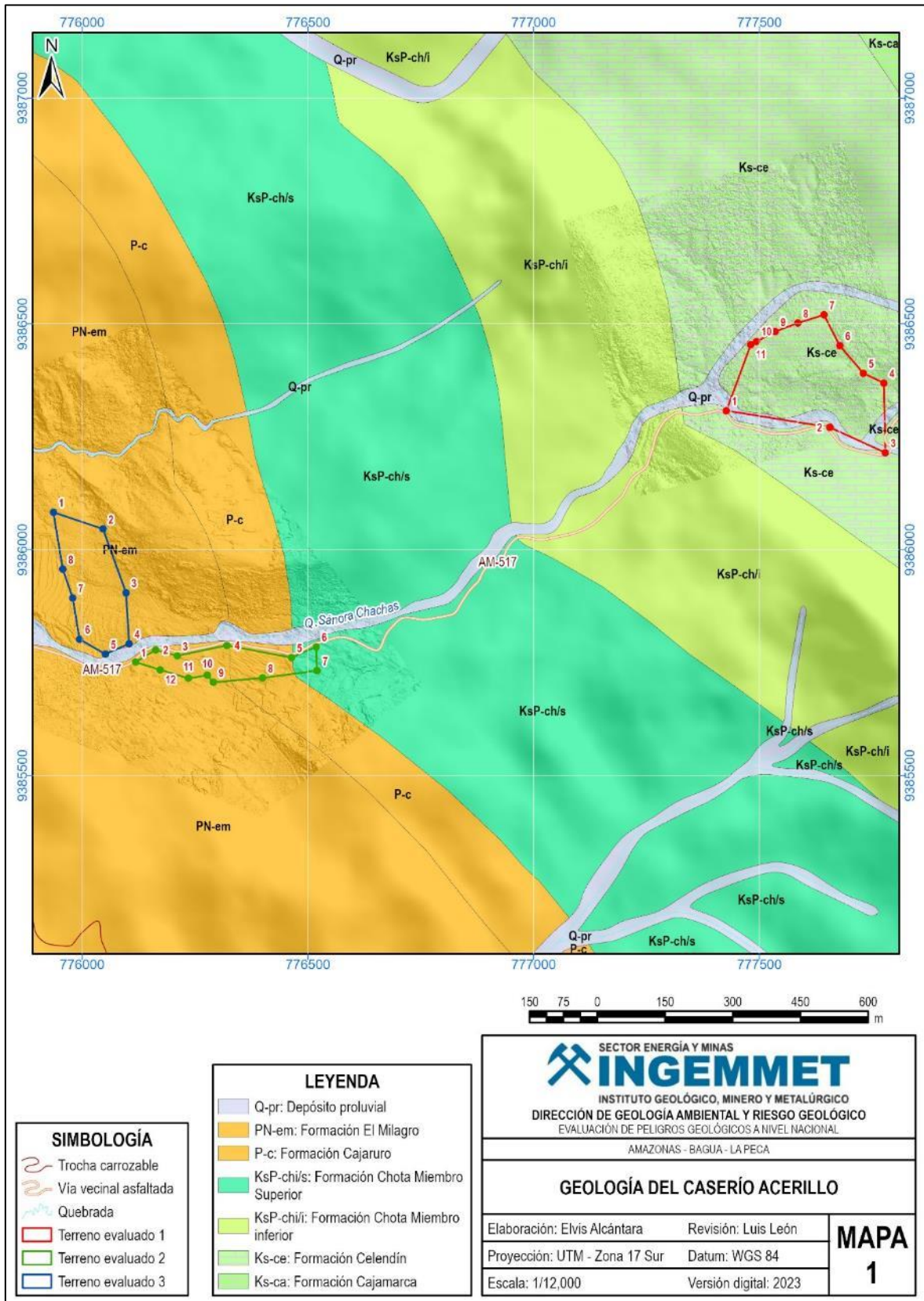

LUIS MIGUEL LEON ORDAZ
Ingeniero Geólogo
Reg. CIP. N° 215610

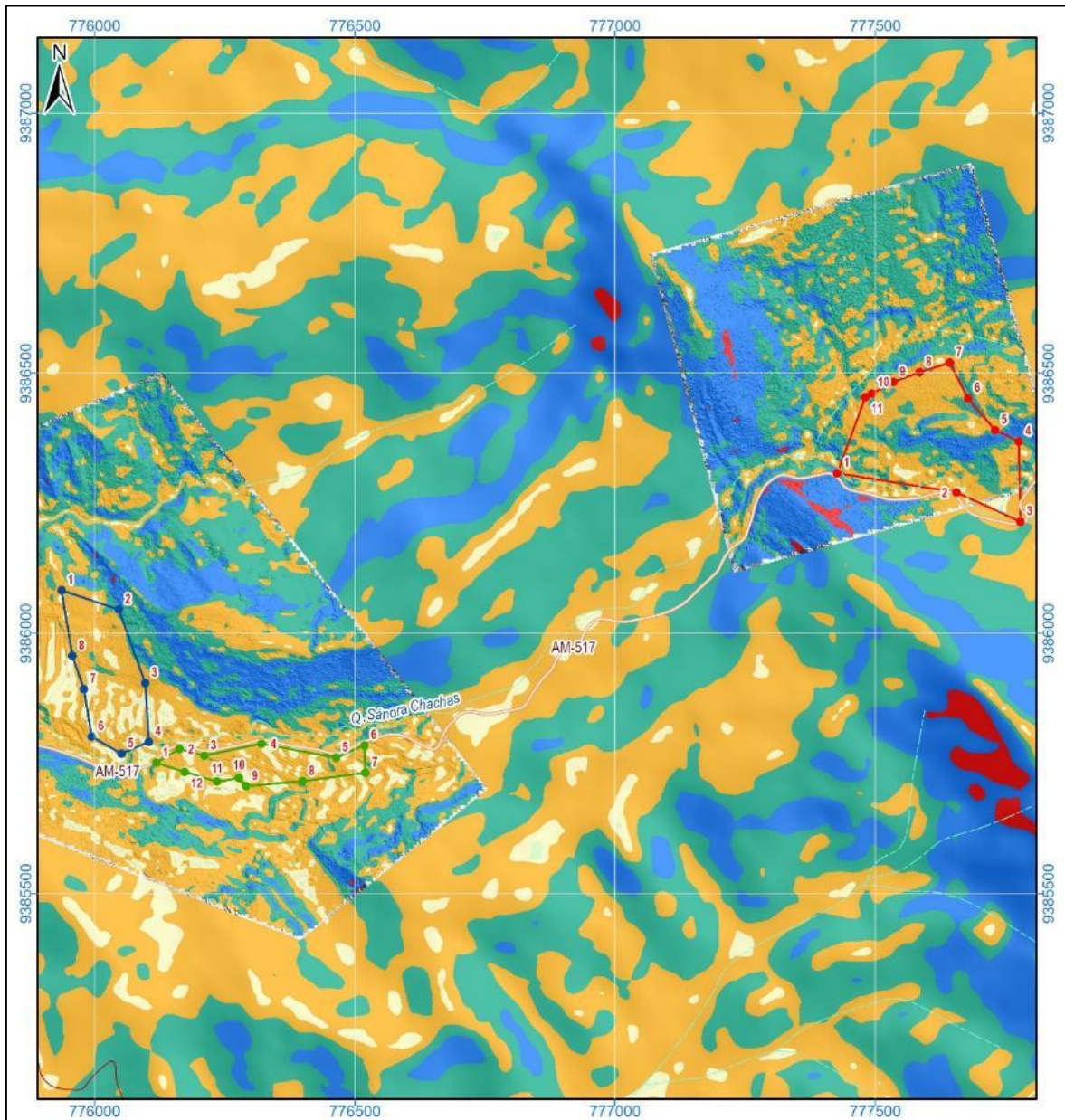

ING. JERSY MARIÑO SALAZAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

8. BIBLIOGRAFÍA

- 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
- Ingemmet. (2021). *Mapas geológicos integrados 50k ver 2021*. <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- León, L. (2022). Evaluación de deslizamiento en el centro poblado San Isidro, asociado al sismo del 28 de noviembre del 2021. Informe Técnico N° A7231–Ingemmet.
- Reyes, L. (1980). *Geología de los Cuadrángulos de Cajamarca (15-f), San Marcos (15-g) y Cajabamba (16-g) Boletín A 31 Serie A. Ingemmet (1a ed.)*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - Ingemmet.
- 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.
- Zavala, B., & Rosado, M. (2011). *Riesgo Geológico en la Región Cajamarca. Ingemmet Boletín N° 44, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*.

ANEXO 1. MAPAS

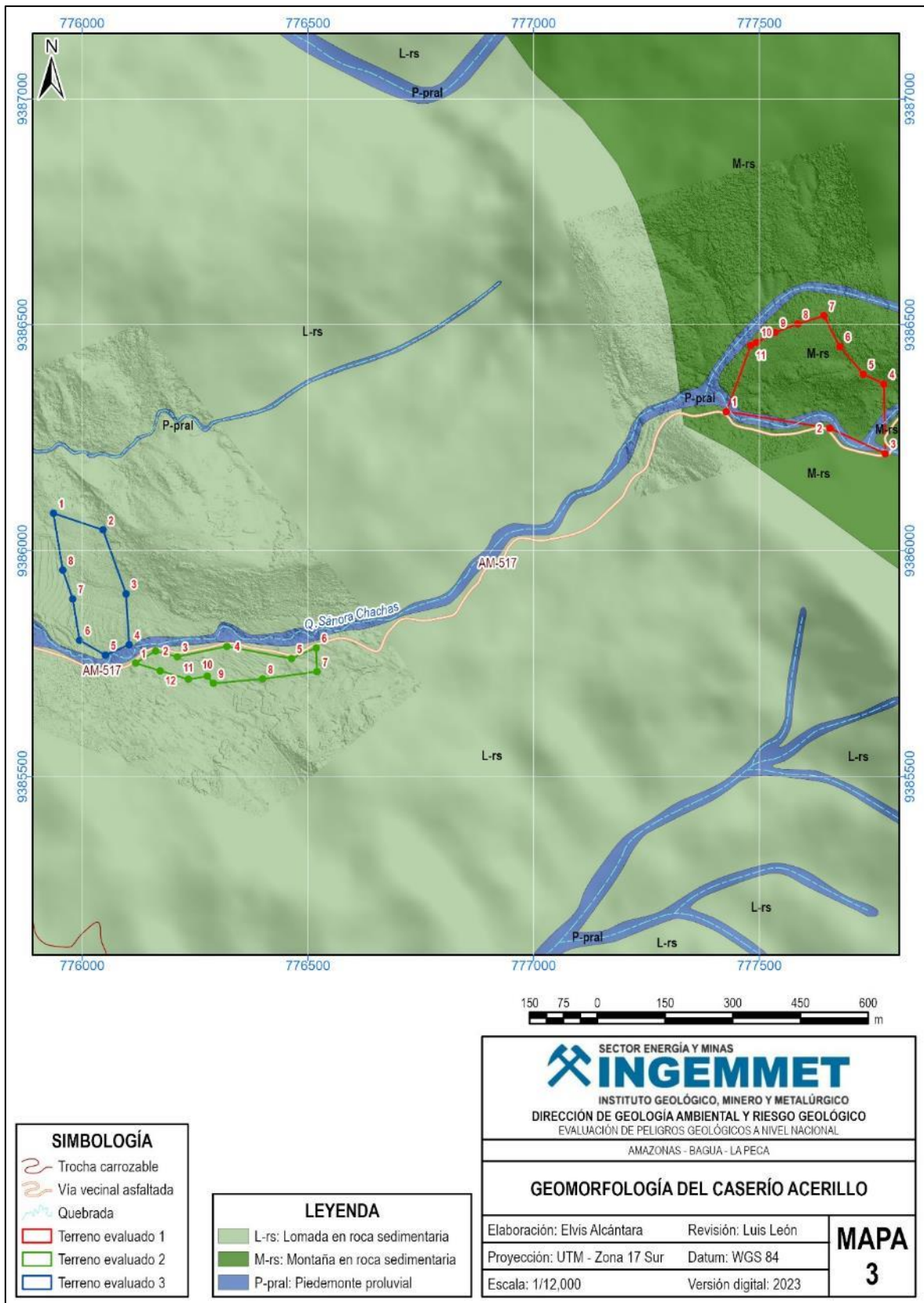




SIMBOLOGÍA	
	Trocha carrozable
	Vía vecinal asfaltada
	Quebrada
	Terreno evaluado 1
	Terreno evaluado 2
	Terreno evaluado 3

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 - BAGUA - LA PECA	
PENDIENTES DEL TERRENO EN EL CASERÍO ACERILLO	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/12,000	Versión digital: 2023
MAPA 2	



SIMBOLOGÍA	
	Trocha carrozable
	Vía vecinal asfaltada
	Quebrada
	Terreno evaluado 1
	Terreno evaluado 2
	Terreno evaluado 3

LEYENDA	
	L-rs: Lomada en roca sedimentaria
	M-rs: Montaña en roca sedimentaria
	P-pral: Piedemonte proluvial

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 - BAGUA - LA PECA	
GEOMORFOLOGÍA DEL CASERÍO ACERILLO	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/12,000	Versión digital: 2023
MAPA	
3	

