

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7435

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL TERRENO PROPUESTO PARA LA REUBICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 10444 – LA SINRRA

Departamento Cajamarca
Provincia Chota
Distrito Lajas



OCTUBRE
2023

***EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL TERRENO PROPUESTO
PARA LA REUBICACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 10444 LA SINRRA***

Distrito Lajas, provincia Chota, departamento Cajamarca

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

Equipo de investigación:

*Luis Miguel León Ordáz
Elvis Rubén Alcántara Quispe*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). *Evaluación de Peligros Geológicos en el terreno propuesto para la reubicación de la institución educativa N° 10444 La Sinrra, distrito Lajas, provincia Chota y departamento Cajamarca*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7435, 25 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Objetivos del estudio.....	4
1.2. Antecedentes.....	5
1.3. Aspectos generales	5
1.3.1. Ubicación	5
1.3.2. Población	6
1.3.3. Accesibilidad	7
2. DEFINICIONES	7
3. ASPECTO GEOLÓGICO.....	9
3.1. Unidades litoestratigráficas	9
3.1.1. Formación Chulec (Ki-ch).....	9
3.1.2. Formación Pariatambo (Ki-pt)	9
3.1.3. Grupo Pulluicana (Ki-pu)	10
3.1.4. Depósitos cuaternarios	10
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	10
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)	11
4.2. Pendiente del terreno.....	12
4.3. Unidades Geomorfológicas.....	12
4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional.....	13
4.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	13
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	14
5.1. Terreno propuesto para reubicación de Institución Educativa N° 10444	15
5.1.1. Descripción	15
5.1.2. Erosión en cárcavas.....	16
6. CONCLUSIONES	18
7. RECOMENDACIONES.....	19
8. BIBLIOGRAFÍA	20
ANEXO 1. MAPAS	21

RESUMEN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), realiza la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (Actividad 11)”. Con este trabajo cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno.

El presente documento es el resultado de la evaluación de peligros geológicos en el terreno propuesto para la reubicación de la institución educativa N° 10444 La Sinrra, distrito Lajas, provincia Chota, departamento Cajamarca.

En el contexto litológico el área se ubica sobre calizas nodulares fosilíferas, de color crema amarillenta, medianamente fracturadas (Fracturamiento abierto, con planos de falla rugoso) y moderadamente meteorizadas, de la Formación Pulluicana.

Geomorfológicamente se encuentra sobre subunidad de montaña estructural en roca sedimentaria y montaña en roca sedimentaria las laderas presentan pendientes de terrenos inclinados (1° - 5°) y moderadas (5° - 15°).

Al sur del terreno evaluado, a 85 m se ha cartografiado procesos de erosión de cárcavas, no muestra actividad reciente.

El terreno denominado como La Sinrra, propuesto para la reubicación del Institución Educativa N° 10444; es apto, en el momento de la inspección no se observaron movimientos en masa que le puedan afectar.

Finalmente, se brindan las recomendaciones para las autoridades competentes y tomadores de decisiones, como prohibir las actividades agrícolas que requieran riego por inundación, dentro y en las inmediaciones de los terrenos, con la finalidad de evitar la saturación del terreno. Realizar estudios de suelos para cimentaciones para determinar el tipo de cimientos de la nueva estructura educativa, realizar una EVAR, para determinar medidas de control adicionales. La institución educativa a no menos de 70 m hacia el norte de la ladera, en donde se identificaron los procesos de erosión en cárcava.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la solicitud remitida por la Oficina de Defensa Civil del Gobierno Regional de Cajamarca, Oficio N° D466-2023-GR.CAJ/ODN, es en el marco de nuestras competencias que se realizó una evaluación de peligros en el terreno propuesto para la reubicación de la institución educativa N° 10444 de la localidad La Sinrra.

La DGAR del Ingemmet designó a los Ingenieros Luis Miguel León Ordáz y Elvis Rubén Alcántara Quispe, para realizar la evaluación de peligros en el sector mencionado el día 26 de julio del 2023.

La evaluación técnica se realizó en 03 etapas: etapa de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET; etapa de campo a través de la observación, toma de datos (sobrevuelos dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y para la etapa final de gabinete se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone a consideración de la Oficina de Defensa Civil del Gobierno Regional de Cajamarca e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos en la zona propuesta para la reubicación de la institución educativa N° 10444 La Sinrra.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros identificados en los trabajos de campo.

1.2. Antecedentes

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

- Boletín N° 44, serie C: “Riesgo Geológico en la Región Cajamarca”. Realizado por Zavala, B. et al 2011, muestra el inventario de peligros geológicos en la región Cajamarca; además de la elaboración del mapa de susceptibilidad a movimientos en masa a escala 1:250000, mediante la superposición de capas o mapas de factores condicionantes como la litología y pendientes del terreno, mediante un geoprocesamiento en GIS (Cuadro 1 y figura 1). En el mapa se muestra que, la localidad de La Sinrra tiene una susceptibilidad media a alta ante la ocurrencia de movimientos en masa. En la zona evaluada afloran calizas tabulares con intercalaciones de lutitas nodulares, en estratos muy fracturados y meteorizados con buzamientos a favor de la pendiente del terreno.
- Boletín N° 38, serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendín, Pacasmayo, Chepén”. Hojas: 13-d, 13-e, 13-f, 14-d, 14-e, 14-f, 14-g, 15-d y 15-e (1984), menciona que en el sector se tienen afloramientos de calizas nodulares, de la formación Pulluicana.

El área de evaluación se ubica al extremo norte del cuadrángulo de Chota, hoja 14-f a escala 1: 100000 que abarca gran parte del distrito de Lajas. En gran parte de la zona de evaluación, abarcando desde el centro poblado de Lajas afloran calizas nodulares con intercalaciones de lutitas gris oscuras correspondientes al Grupo Pulluicana. Los afloramientos forman relieves montañosos con control estructural de fallas de tipo normal.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El terreno evaluado para la reubicación de la Institución Educativa N° 10444, políticamente, pertenece al distrito de Lajas, provincia Chota y departamento Cajamarca (Figura 1); ubicado en las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 17S) (tabla 1 y 2):

Tabla 1. Coordenadas de las áreas de estudio.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	748160	9276530	-6.540165	-78.755898
2	748160	9275675	-6.547894	-78.755867
3	747350	9275675	-6.547927	-78.763184
4	747350	9276530	-6.540198	-78.763222
Coordenada central de los peligros identificados				
Terreno de acogida	747721	9275969	-6.545256	-78.759842

Tabla 2. Coordenadas de los vértices del terreno.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	747750	9275983	-6.545125	-78.759583
2	747741	9275950	-6.545421	-78.759659
3	747695	9275951	-6.545422	-78.760078
4	747698	9275986	-6.545100	-78.760056

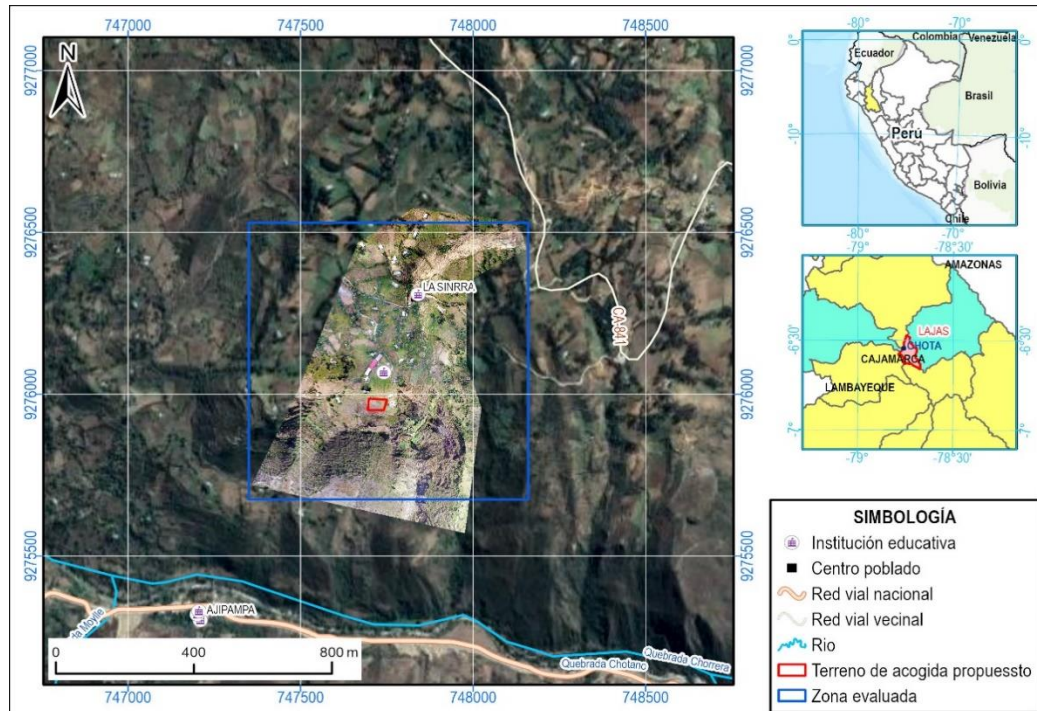


Figura 1. Ubicación del área evaluada (polígono azul) y terreno propuesto para reubicación de Institución educativa N° 10444 – La Sinrra (polígono rojo).

1.3.2. Población

De acuerdo a la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2018), la Localidad La Sinrra, tiene una población de 430 habitantes, distribuidos en 125 viviendas, con acceso a energía eléctrica pero no a agua por red pública ni desagüe.

Descripción	La Sinrra
Código de Ubigeo	0604100014
Longitud	-78.7588316667
Latitud	-6.54226333333
Altitud	2528
Población	430
Viviendas	125
Agua Por Red Publica	no
Energía eléctrica en la vivienda	si
Desagüe por red publica	no
Institución Educativa Inicial	si
Institución Educativa Primaria	si
Institución Educativa Secundaria	no
Establecimiento de salud	si
Idioma o Lengua hablada con mayor frecuencia	Castellano

1.3.3. Accesibilidad

Se accede por vía terrestres desde la ciudad de Cajamarca mediante la siguiente ruta:

Tabla 2. Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cajamarca – Chota	Asfaltada	144	3 h 26 min
Chota - Lajas	Asfaltada	11	20 min
Lajas – La Sinrra	Vía afirmada	5.7	30 min

2. DEFINICIONES

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

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

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

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

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

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

Erosión: Parte del proceso denudativo de la superficie terrestre que consiste del arranque y transporte de material de suelo o roca por un agente natural como el agua,

el viento y el hielo, o por el hombre. De acuerdo con el agente, la erosión se puede clasificar en eólica, fluvial, glaciár, marina y pluvial. Por su aporte, de acuerdo a las formas dejadas en el terreno afectado se clasifica como erosión en surcos, erosión en cárcavas y erosión laminar.

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.

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

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

Flujo de tierra (earth Flow) sin.: corriente de tierra (Ar) Movimiento intermitente, rápido o lento, de tierra arcillosa plástica (Hungry et al., 2001). Hungry et al. (2001) señalan que los flujos de tierra y los flujos de lodo pueden involucrar materiales de texturas similares pero que tienen diferencias significativas, particularmente en o que se refiere a la velocidad del movimiento y el contenido de agua promedio.

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 relicto: Movimiento en masa que claramente ocurrió bajo condiciones geomórficas o climáticas diferentes a las actuales, posiblemente hace miles de años (Cruden & Varnes, 1996).

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.

3. ASPECTO GEOLÓGICO

La descripción geológica se desarrolló en base a la información recolectada en campo y al análisis del cuadrángulo geológico de Chota hoja 14-f a escala 1:100000 (Wilson, J. 1984) y el cuadrángulo de Chota – Hoja 14-f-I a escala 1:50000, ambos indican la presencia de calizas tabulares con intercalaciones de lutitas de la Formación Pariatambo y Grupo Pullucana; sobre los que encontramos depósitos cuaternarios coluvio-deluviales. Para complementar el mapa geológico, se realizó la interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas y observaciones de campo, (mapa 1).

3.1. Unidades litoestratigráficas

Corresponden a rocas sedimentarias y de depósitos cuaternarios descritos a continuación:

3.1.1. Formación Chulec (Ki-ch)

Estos afloramientos se ubican al suroeste de La Sinrra, conformados por calizas nodulares grises a paradas con lutitas calcáreas.

3.1.2. Formación Pariatambo (Ki-pt)

Aflora al sur del área de evaluación. La Formación Pariatambo está conformada por calizas de grano fino, capas delgadas y tabulares, se intercalan con lutitas negras calcáreas.

3.1.3. Grupo Pulluicana (Ki-pu)

Son afloramientos conformados por intercalaciones de calizas nodulares fosilíferas, de color crema amarillenta, en del área de evaluación se encuentran medianamente fracturadas y moderadamente meteorizadas (Figura 2).



Fotografía 1. Calizas nodulares fosilíferas del Grupo Pulluicana (Ki-pu).

3.1.4. Depósitos cuaternarios

Depósito coluvio deluvial (Q-cd)

Constituidos por bloques y gravas, angulosos a sub angulosos dentro de una matriz areno-limosa. Estos depósitos se distribuyen en ambos del deslizamiento-flujo.

Depósito proluvial (Q-pr)

Son depósitos relacionados con cauces de quebradas, originados por el transporte de material del cauce de las quebradas, se activan por lluvias. Son acumulaciones de fragmentos de roca y lodo a manera de conos de deyección o abanicos en la desembocadura de la quebrada.

En el sector evaluado este depósito está compuesto por fragmentos de roca (bolos, cantos y gravas) heterométricos, en una matriz limo arcillo arenosa.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Además de la cartografía regional de geomorfología, a escala 1:250 000 del boletín de riesgos geológicos de la región Cajamarca, se utilizó imágenes y modelos digitales de elevación de detalle 0.20 m de fuente Alos Palsar, 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)

El sector evaluado, localidad La Sinrra, presenta elevaciones que van desde los 2 232 m hasta los 2 643 m, en los cuales se distinguen 8 niveles altitudinales (figura 2), visualizando la extensión con respecto a la diferencia de alturas; el área con mayor pendiente corresponde a terrenos entre altitudes 2300 y 2470 m, con pendiente promedio de muy fuerte a terreno muy escarpado (25° a $<45^\circ$) correspondiente a la Formación Pariatambo y depósitos proluviales y geformas de montaña en roca sedimentaria y piedemonte proluvial o aluvio torrencial.

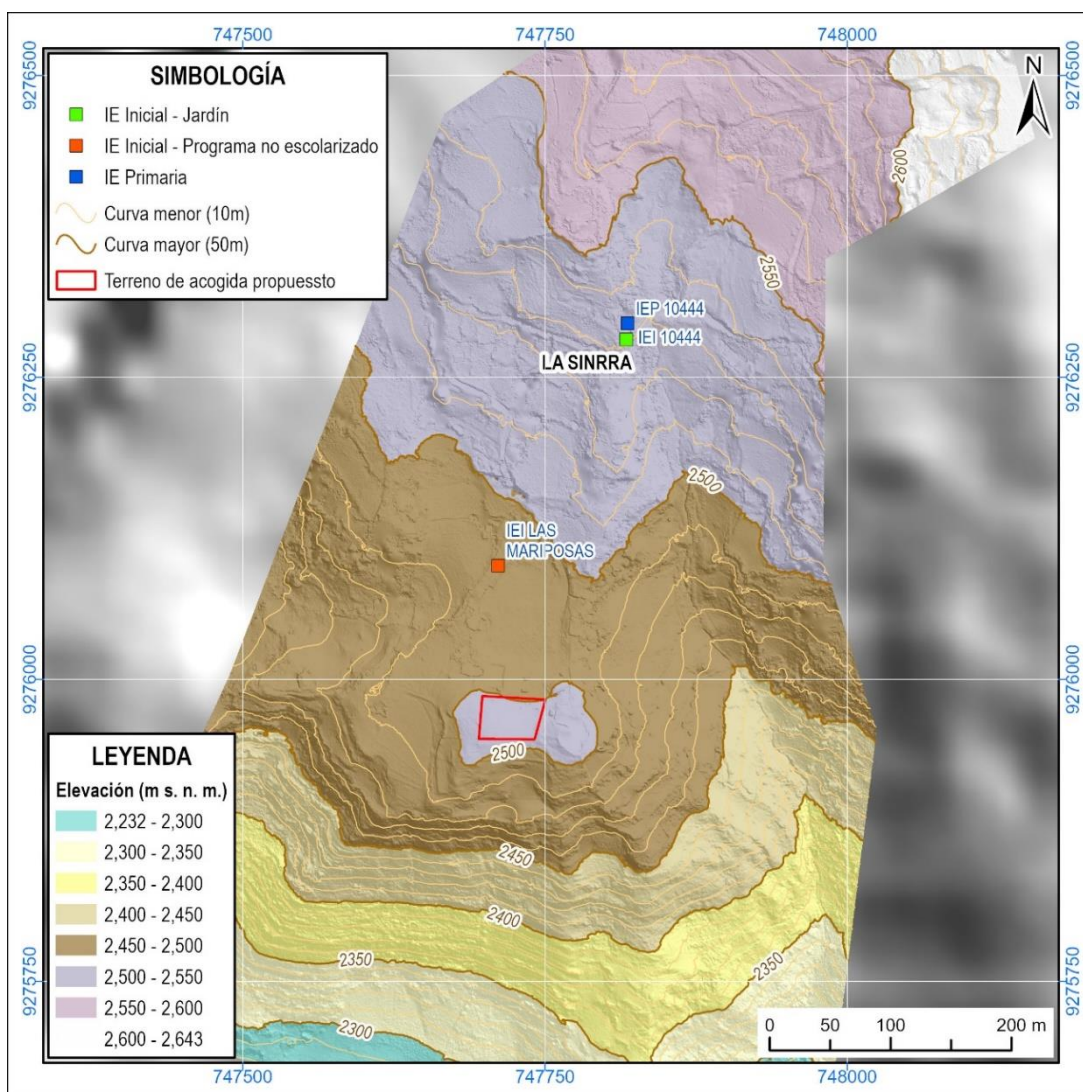


Figura 2. Modelo digital de elevaciones del sector evaluado.

4.2. Pendiente del terreno

La zona evaluada presenta terrenos con pendientes que varían de moderadas (5° a 15°), donde se ubica el terreno propuesto para la reubicación de la institución educativa N° 10444, a terrenos muy escarpados (<45°), (Figura 3; mapa 2).

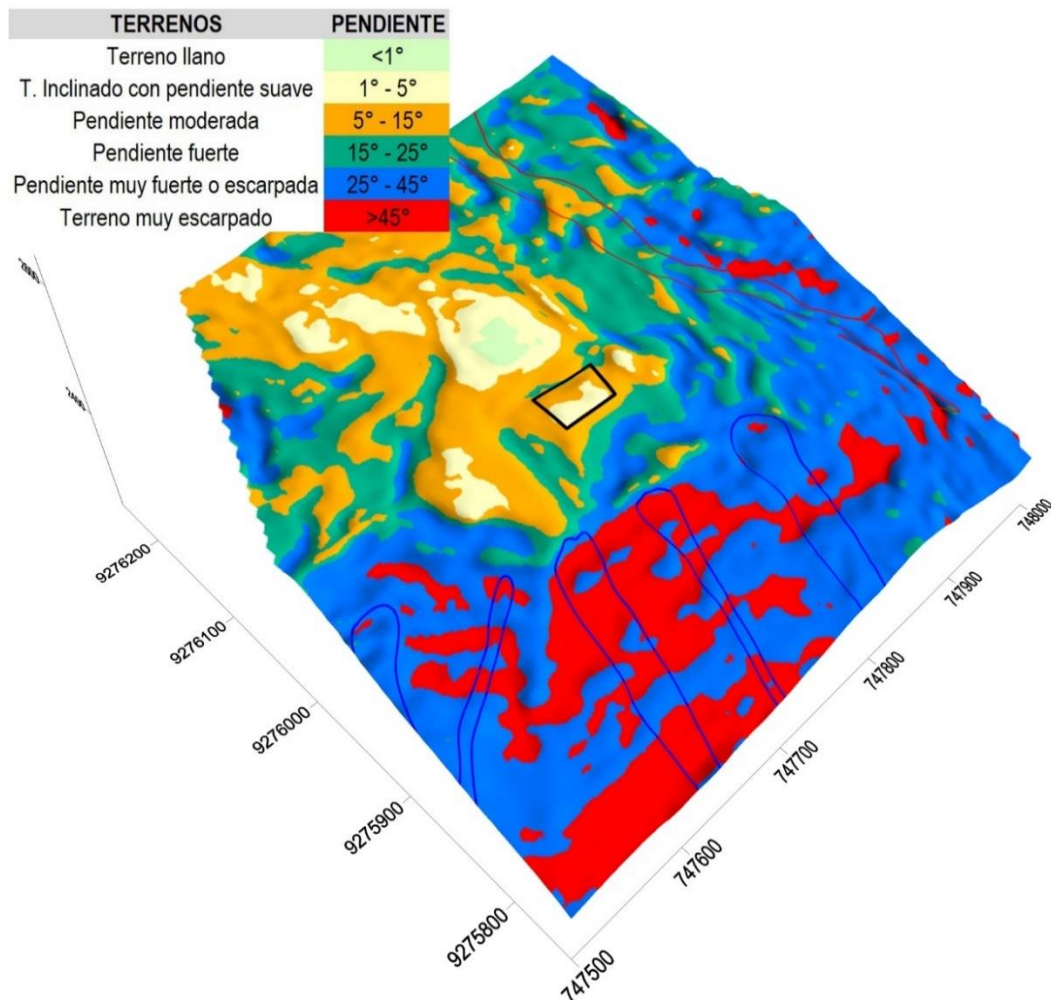


Figura 3. Modelo 3D de las pendientes, en donde el terreno propuesto para la reubicación de la institución educativa N° 10444 (línea negra), está sobre una pendiente de suave (1°-5°) a moderada (5°-15°); los flujos de detritos antiguos están delimitados en líneas azules, el flujo de detrito activo, en línea roja.

4.3. Unidades Geomorfológicas

Para la diferenciación de unidades se consideran criterios de control: la homogeneidad litológica, el carácter estructural y la caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión o denudación y sedimentación o acumulación (Zavala y Rosado, 2011).

De acuerdo a su origen, se distinguen geformas tanto de carácter tectónico degradacional y erosional (montaña estructural en roca sedimentaria: M-rs y montaña en roca sedimentaria: M-rs), como de carácter deposicional y agradacional (Vertiente coluvio deluvial (V-cd) y piedemonte proluvial o aluvio torrencial (P-pral); se grafican en el mapa 3.

4.3.1. Geformas 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 montañas

Se considera dentro de esta unidad a las geoformas con alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local. Sus laderas presentan un pendiente promedio superior al 30 % (Villota, 2005).

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, sub aguda, semiredondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares a complejas y que presenta un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968, citado por Villota. 2005, p. 43).

- Sub unidad de montaña estructural en roca sedimentaria (ME-rs)

Corresponden a los terrenos con pendiente de fuerte a muy fuerte (15° a 45°), modeladas en rocas sedimentarias conformadas por calizas con intercalaciones de lutitas, ubicada al este y al oeste de la localidad La Sinrra, estos terrenos están cubiertos por una densa vegetación de árboles y terrenos de cultivo, debido a la presencia de una gruesa capa de suelos residuales y la abundante humedad durante todo el año de la zona.

- Sub unidad de montaña en roca sedimentaria (M-rs)

Corresponden a los terrenos con pendiente de muy fuerte a terrenos muy escarpados (15° a >45°) que abarcan los alrededores de la localidad La Sinrra; estos terrenos presentan árboles y arbustos.

4.3.2. Geformas de carácter depositacional y agradacional

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

Unidad de Piedemonte

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

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

Son terrenos cóncavos con pendientes de moderada a muy fuerte (5° a 45°), producto de la acumulación de suelos transportados por movimientos en masa antiguos; se formó por la acción de movimientos en masa antiguos (gravitacionales y fluvio-gravitacionales), presentan pendientes moderadas a fuertes (5°-25°). Geodinámicamente, este tipo de depósitos se pueden asociar a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo complejos, deslizamientos y flujo de detritos.

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

Esta geoforma es el resultado de la acumulación de materiales movilizados a manera de flujos. El flujo de ocurrido el 04 de marzo, transportó gran cantidad de materiales conformados por bolos, cantos y gravas en una mezcla de limos, arcilla y arena que alcanzaron hasta 1.1 km de extensión, y tiene una pendiente de 5° a 25°.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el entorno del terreno evaluado se identificaron movimientos en masa de tipo flujos de detritos o huaicos (recientes y antiguos) y erosión en cárcavas. Procesos naturales, resultado del modelamiento del territorio, modificando su topografía y movilizándolo material de las laderas pendiente abajo. Eventos que no afectan a la zona propuesta para la reubicación del I.E. N° 10444.

La localidad La Sinrra, se vio afectada por un flujo de tierra (Figura 4 y 5), siendo afectadas 02 viviendas, la Institución Educativa N° 10444 y 100 m de la trocha carrozable La Sinrra – Trigopampa, el evento fue detonado el 04 de marzo del 2022, el factor detonante fueron las lluvias de intensidad extrema,

En el Informe Técnico N° A7301 “Evaluación de peligro geológico por flujos en la localidad de La Sinrra”, (Chiroque H. & León L., 2022), recomienda la reubicación de las viviendas y la Institución Educativa que se encuentran en el cuerpo del deslizamiento.



Figura 4. Vista aérea del deslizamiento antiguo y la zona reactivada como flujo de detritos no canalizado en la localidad de La Sinrra.



Figura 5 Vista aérea del deslizamiento antiguo, donde se generó el flujo de detritos en la localidad de La Sinrra.

5.1. Terreno propuesto para reubicación de Institución Educativa N° 10444

5.1.1. Descripción

El terreno propuesto para la reubicación de la Institución Educativa, geomorfológicamente se encuentra sobre la sub unidad de montaña estructural en roca sedimentaria, presenta un terreno inclinado con pendiente suave (1° a 5°) a pendiente moderada (5° a 15°) y tiene un área de 1691 m^2 (Figura 6).

El contexto litológico, el terreno evaluado se encuentra sobre afloramientos de calizas nodulares fosilíferas; se describe en un perfil (figura 7); las rocas se encuentran medianamente fracturadas y moderadamente meteorizadas, cubiertas por una delgada capa de suelo orgánico.



Figura 6. Vista del terreno de acogida propuesto, en relación a la ubicación actual del caserío Chaupe; en línea amarilla se indica el camino de acceso actual y en celeste las vías locales actuales (trocha).

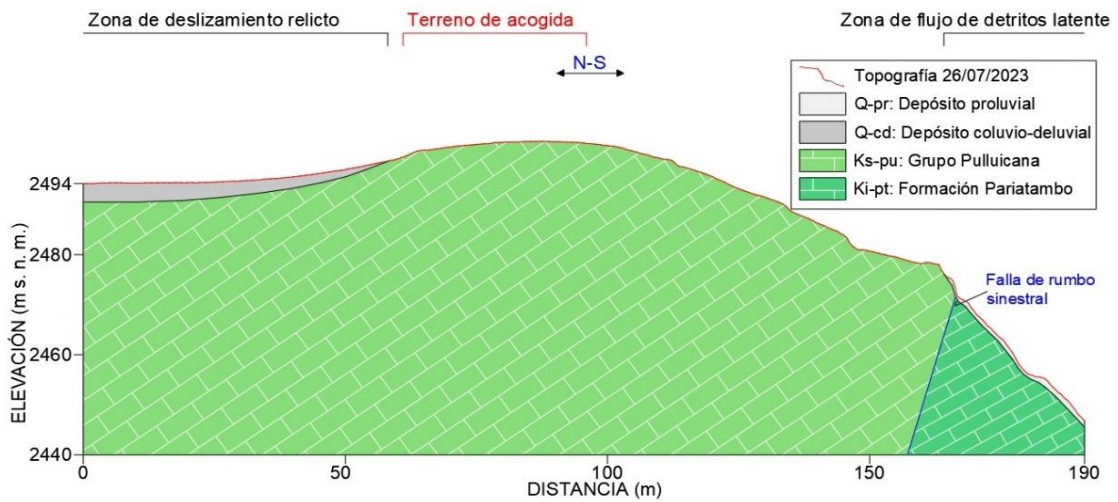


Figura 7. Perfil longitudinal A-A' que representa la distribución de los materiales geológicos y la ubicación del terreno de acogida, propuesto para la reubicación de la institución educativa.

5.1.2. Erosión en cárcavas

Corresponde a los únicos movimientos en masa documentados en las a 85 m del terreno de acogida propuesto (Figura 8); los cuales se desarrollan por la meteorización y erosión de la Formación Pariatambo, conformando terrenos de pendiente muy fuerte (25° a 45°) a terrenos muy escarpados ($> 45^\circ$) y geoformas de piedemonte proluvial o aluvio torrencial (Figura 8).

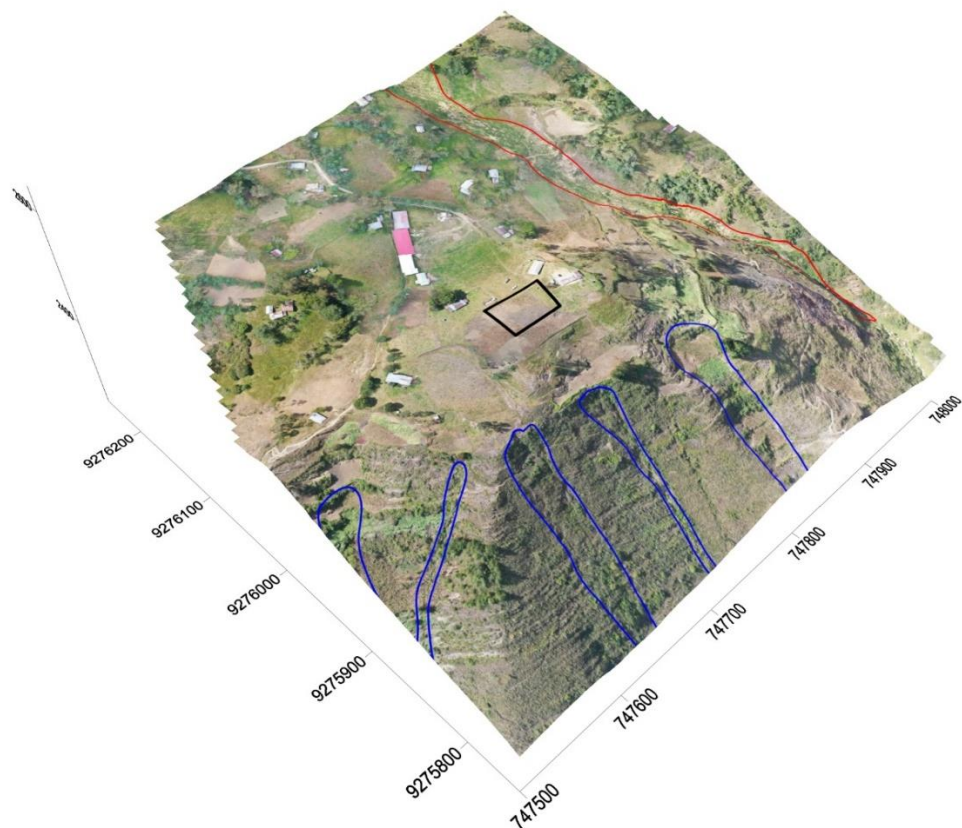


Figura 8. Se observa dentro del polígono con línea negra el terreno propuesto para la reubicación de la I.E. N° 10444, y hacia el sur con líneas azules el proceso de erosión en cárcava, en terrenos muy escarpados ($>45^\circ$).

Medidas correctivas para el terreno de acogida.

- a. La institución educativa debe ser construida a no menos de 70 m de las zonas con erosión en cárcavas.
- b. Construir drenes perimetrales impermeabilizados alrededor de todo el terreno propuesto, evitar la escorrentía del agua sobre los terrenos afectados por erosión en cárcavas.
- c. Realizar un sistema de drenaje pluvial impermeabilizado, en la zona de habilitación de la institución educativa.
- d. Reforestar las laderas con especies nativas y prohibir la deforestación.
- e. Prohibir la instalación de cultivos agrícolas con gran demanda hídrica (riego por inundación) en el entorno del terreno.
- f. En caso que se realicen cortes en talud, realizar estudios geotécnicos o de estabilidad con especialistas.

6. CONCLUSIONES

- a. El área propuesta para la reubicación está sobre un terreno con pendiente suave (1° a 5°) a moderada (5° A 15°), en la parte alta de la sub unidad geomorfológica de montaña en roca sedimentaria.
- b. Litológicamente, está compuesto por calizas nodulares fosilíferas, de color crema amarillenta, medianamente fracturadas y moderadamente meteorizadas, de la Formación Pulluicana.
- c. Se ha cartografiado al sur del sector evaluado, a 85 m del terreno una ladera con procesos de erosión de cárcavas (antiguo), se observa que no ha tenido activación reciente.
- d. Actualmente el terreno no presenta movimientos en masa cartografiados, por lo que es apto para la reubicación de la Institución Educativa N° 10444; implementando medidas de control de riesgos adecuadas.
- e. En el momento de la evaluación de peligros geológicos, en el terreno propuesto para la reubicación no se aprecia movimientos en masa que le puedan afectar.

7. RECOMENDACIONES

- a. Prohibir las actividades agrícolas que requieran riego por inundación, dentro y en las inmediaciones de los terrenos, con la finalidad de evitar la saturación del terreno, lo que conlleva a la inestabilidad.
- b. Realizar estudios de suelos, determinando la capacidad portante del terreno, para determinar el tipo de cimientos futura Institución Educativa.
- c. Se recomienda construir la institución educativa a no menos de 70 m hacia el norte de la ladera, en donde se identificaron los procesos de erosión en cárcava.
- d. Implementar sistemas de drenaje, para derivar las de escorrentía originada por precipitaciones pluviales, con ello se evita la filtración del agua al subsuelo.
- 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. De realizar en el terreno cortes del talud, es necesario realizar una evaluación de estabilidad de taludes, que debe ser ejecutada por un profesional geotecnista.
- i. Antes de ser ocupado el terreno, se deben implementar las medidas correctivas mencionadas anteriormente.
- j. Realizar una EVAR, para determinar medidas de control adicionales.

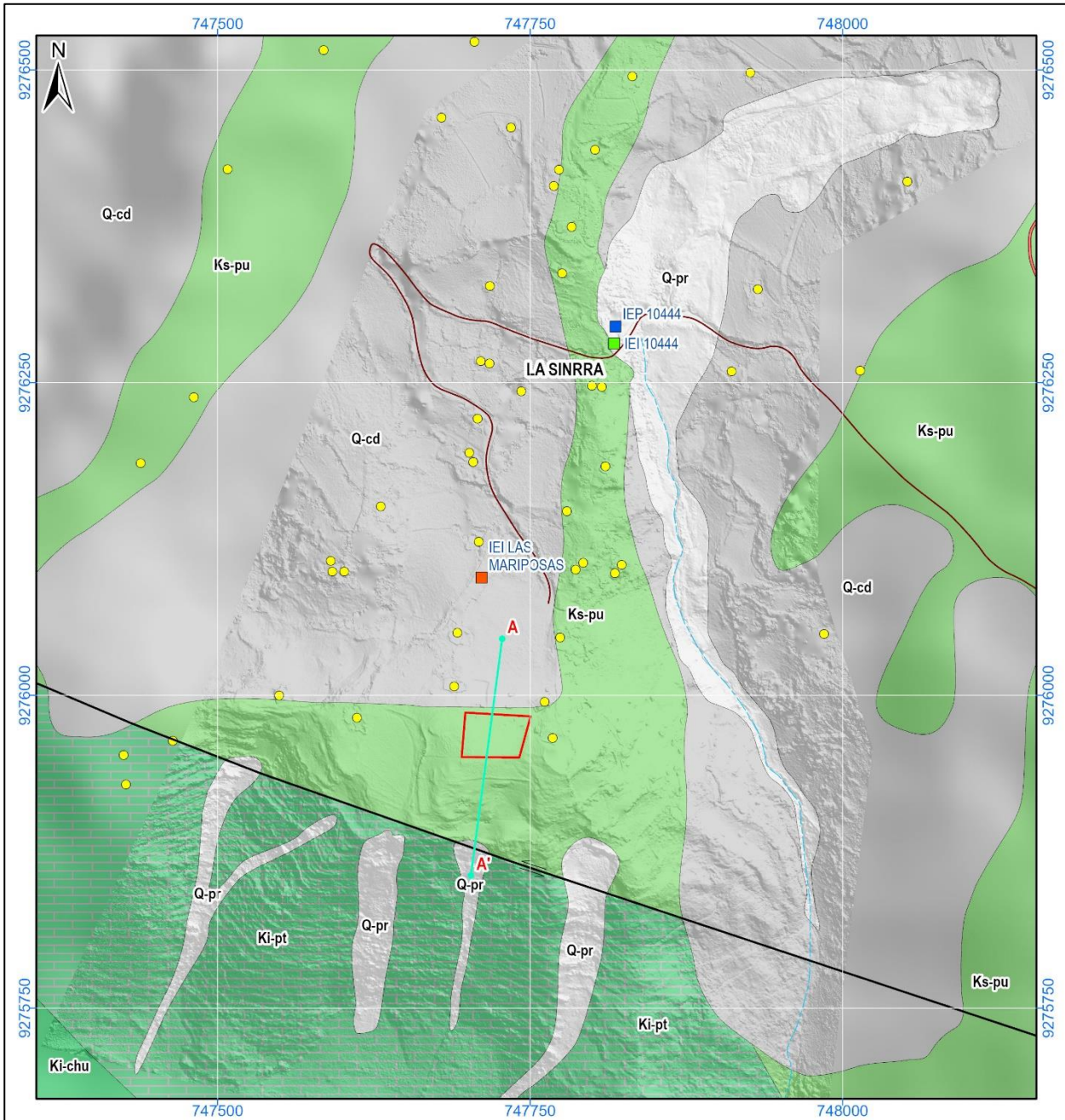

LUIS MIGUEL LEON ORDA
Ingeniero Geólogo
Reg.CIP. N° 215610


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

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D. M., & Varnes, D. J. (1996). Landslides types and processes. *Landslides investigation and mitigation: Washington D.C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report, 247, 36–75.*
- Hoek, E. (2007). Rock Mass Properties. En *Practical Rock Engineering* (2a ed., pp. 190–236). Rocscience.
- INEI. (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
- Ingemmet. (2021). *Mapas geológicos integrados 50k ver 2021*. <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- PMA. (2007). *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas* (1a ed.). Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas.
- Senamhi. (2020). *Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional*. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Suárez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales* (Ltda, Ed.; 1a ed.). Publicaciones UIS.
- Suárez Díaz, J. (2007). *Deslizamientos - Técnicas de Remediación* (1a ed.). Erosion.com.
- Villota, H. (2005). *Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras* (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Wilson, J. (1984). *Geología de los Cuadrángulos de Jayanca, Incahuasi, Cutervo, Chiclayo, Chongoyape, Chota, Celendín, Pacasmayo, Chepén*. Ingemmet Boletín N° 38 Serie A (1a ed.).
- Zavala, B., & Rosado, M. (2011). *Riesgo Geológico en la Región Cajamarca*. Ingemmet Boletín N° 44, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica.

ANEXO 1. MAPAS

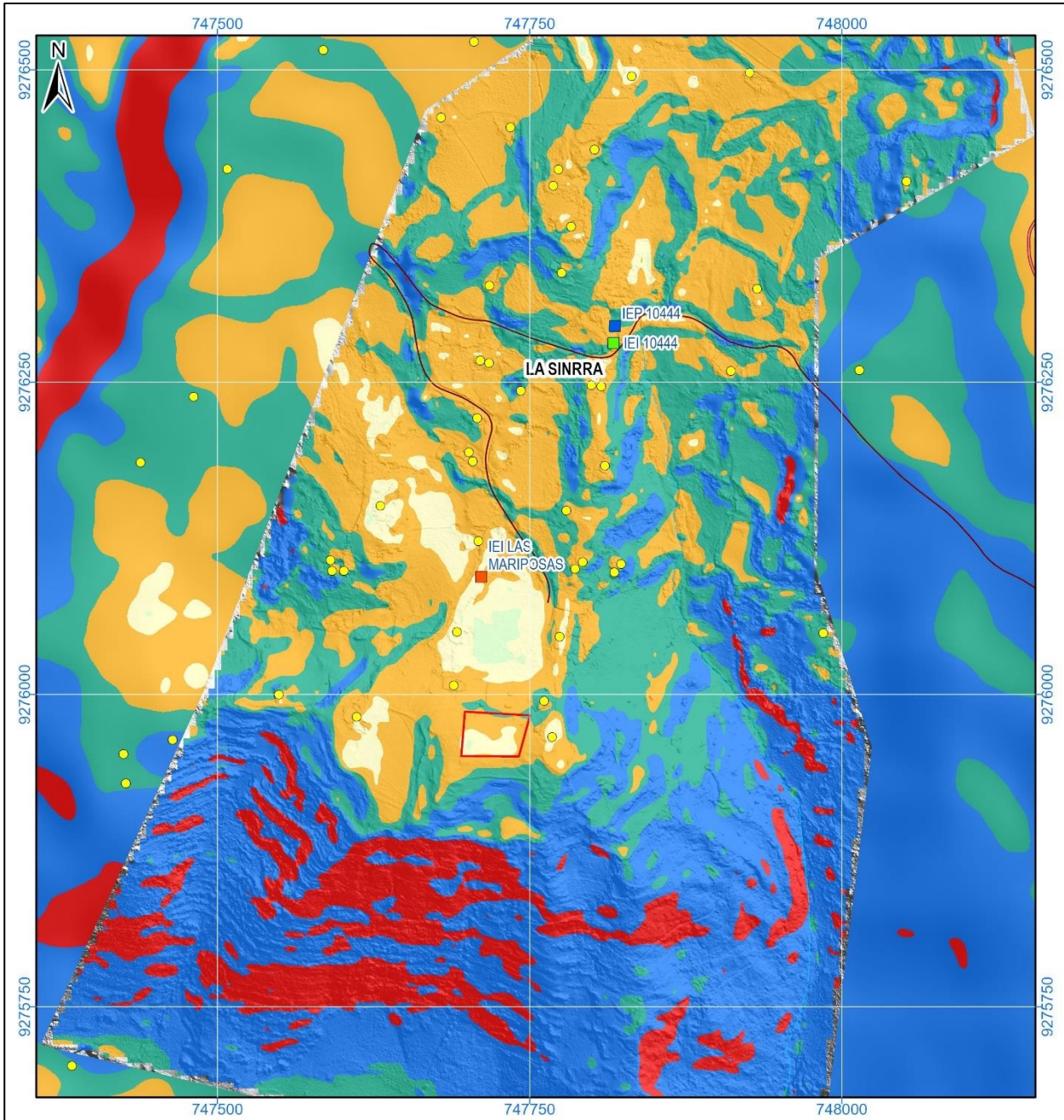


SIMBOLOGÍA	
■	IE Inicial - Jardín
■	IE Inicial - Programa no escolarizado
■	IE Primaria
●	Vivienda
	Quebrada
	Trocha
	Vía afirmada vecinal
	Línea de perfil
	Falla de rumbo sinestral
	Terreno de acogida propuesto

LEYENDA	
	Q-pr: Depósito proluvial
	Q-cd: Depósito coluvio deluvial
	Ks-pu: Grupo Pulluicana
	Ks-pt: Formación Paritambo
	Ki-chu: Formación Chúlec



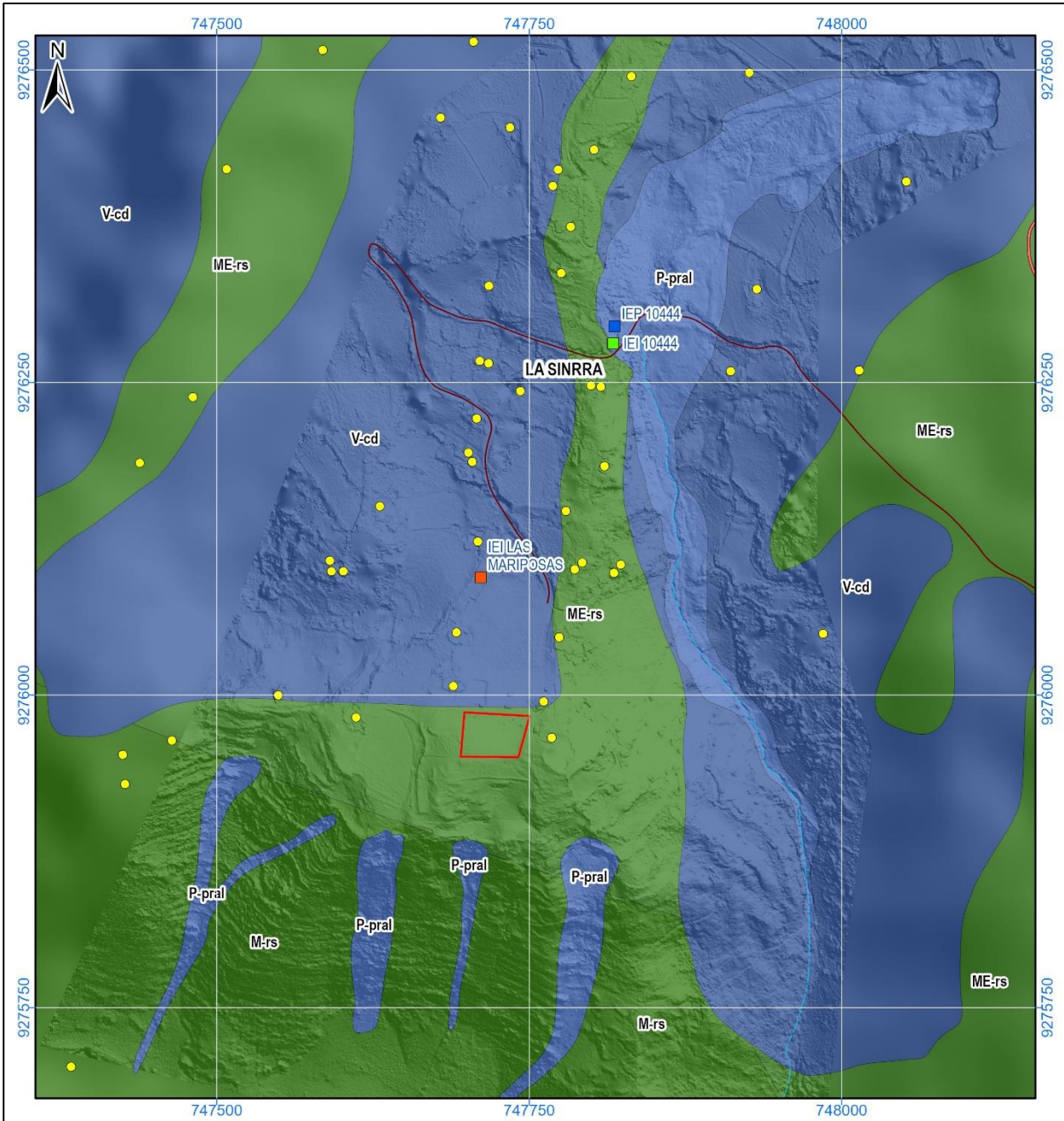
SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - CHOTA - LAJAS	
GEOLOGÍA DE LA LOCALIDAD DE LA SINRRA	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/5,000	Versión digital: 2023
MAPA	
1	



SIMBOLOGÍA	
■	IE Inicial - Jardín
■	IE Inicial - Programa no escolarizado
■	IE Primaria
●	Vivienda
	Quebrada
	Trocha
	Vía afirmada vecinal
	Terreno de acogida propuesto

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

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL CAJAMARCA - CHOTA - LAJAS		
PENDIENTES DEL TERRENO EN LA LOCALIDAD DE LA SINRRA		
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León	MAPA 2
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/5,000	Versión digital: 2023	

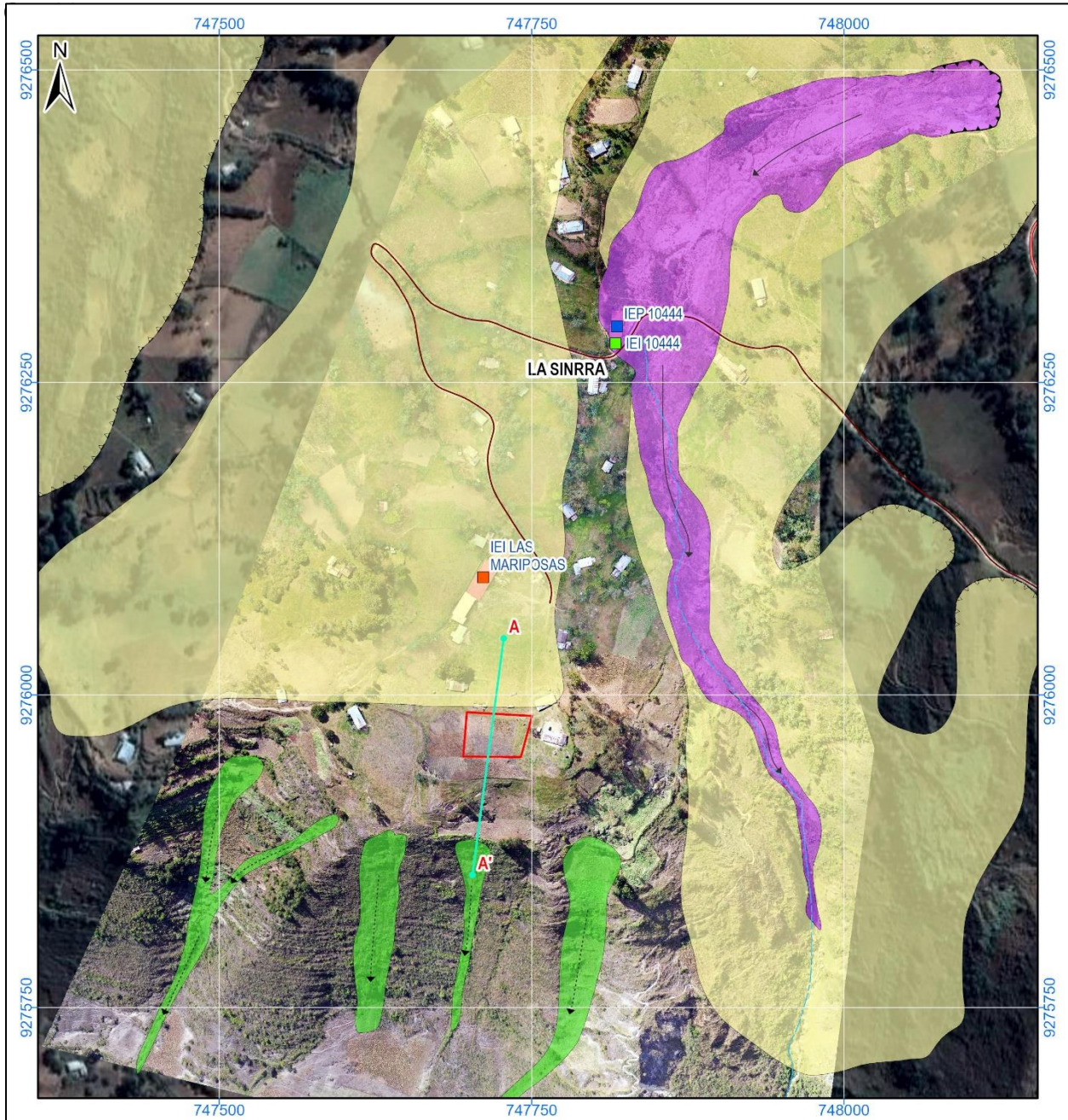


SIMBOLOGÍA	
■	IE Inicial - Jardín
■	IE Inicial - Programa no escolarizado
■	IE Primaria
●	Vivienda
	Quebrada
	Trocha
	Vía afirmada vecinal
	Terreno de acogida propuesto

LEYENDA	
■	ME-rs: Montaña estructural en roca sedimentaria
■	M-rs: Montaña en roca sedimentaria
■	V-cd: Vertiente coluvio deluvial
■	P-pral: Piedemonte proluvial o aluvio torrencial

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 CAJAMARCA - CHOTA - LAJAS

GEOMORFOLOGÍA DE LA LOCALIDAD DE LA SINRRA		
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León	MAPA 3
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/5,000	Versión digital: 2023	



SIMBOLOGÍA	
■	IE Inicial - Jardín
■	IE Inicial - Programa no escolarizado
■	IE Primaria
	Quebrada
	Trocha
	Vía afirmada vecinal
	Línea de perfil
	Escarpe de deslizamiento activo
	Escarpe de deslizamiento inactivo
	Dirección de movimiento inactivo
	Dirección de movimiento activo
	Terreno de acogida propuesto

LEYENDA	
	Deslizamiento rotacional inactivo relicto
	Flujo de detritos reciente
	Erosión en cárcava inactiva latente



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL
 CAJAMARCA - CHOTA - LAJAS

CARTOGRAFIADO DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE LA SINRRA		
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León	MAPA 4
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/5,000	Versión digital: 2023	