

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7666

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTO Y FLUJO EN LA LOCALIDAD DE SARÍN

Departamento: La Libertad
Provincia: Sánchez Carrión
Distrito: Sarín



**SETIEMBRE
2025**

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR DESLIZAMIENTO Y FLUJO EN LA LOCALIDAD DE SARÍN

***Distrito Sarín
Provincia Sánchez Carrión
Departamento La Libertad***



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

Equipo Técnico:

Luis Miguel León Ordáz

María Yuri Elizabeth Cueva Cueva

Leysi Marilyn Fuentes Pérez

Referencia bibliográfica

León, L. (2025). Evaluación de peligros geológicos por deslizamiento y flujo en la localidad de Sarín, distrito Sarín, provincia Sánchez Carrión, departamento La Libertad. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N° 7666, 36p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio.....	5
1.2. Antecedentes.....	6
1.3. Aspectos generales	6
1.3.1. Ubicación	6
1.3.2. Población	6
1.3.3. Accesibilidad	7
1.3.4. Clima.....	8
2. DEFINICIONES	10
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	12
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	12
3.1.1 Formación Chúlec – Pariatambo (Ki – chu – pt3)	13
3.1.2 Depósitos cuaternarios.....	13
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	15
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)	16
4.2. Pendiente del terreno.....	16
4.3. Unidades y subunidades geomorfológicas.....	18
4.3.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional	18
4.3.2. Unidades de carácter depositacional y agradacional.....	18
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	20
5.1. Deslizamiento rotacional activo	20
5.2. Flujo de detritos	25
6. CONCLUSIONES	28
7. RECOMENDACIONES.....	29
8. BIBLIOGRAFÍA	30
ANEXO 1. MAPAS	31
ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS.....	35

RESUMEN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), realiza el “Servicio de Asistencia Técnica en la Evaluación de Peligros Geológicos a Nivel Nacional (Actividad 16)”. Con este trabajo cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno.

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en la localidad de Sarín, distrito Sarín, provincia Sánchez Carrión, departamento La Libertad.

En la zona evaluada por deslizamiento y flujo de detritos afloran calizas de coloración gris intercaladas con limoarcillitas calcáreas de coloraciones grises y negras, muy fracturadas, moderadamente meteorizadas, de la formación Chúlec-Pariatambo (Ki-chu-pt3). También afloran depósitos aluviales, compuestos de material arrastrado por la quebrada Chimina, materiales sobre el cual se desarrolla el área urbana de Sarín; depósitos proluviales formado por material de cursos de agua temporal ubicados en ambas márgenes del deslizamiento, y depósitos coluvio deluviales generados por movimientos en masa, suscitados en el sector evaluado.

Las unidades geomorfológicas identificadas en el área evaluada corresponden a montañas en roca sedimentaria (M-rs), ubicadas al noreste y sureste del deslizamiento; vertientes con depósito de deslizamiento (V-dd), ubicados en la parte norte y central; un abanico de piedemonte (Ab), sobre el cual se ubica el área urbana de Sarín, y una vertiente aluvio torrencial, conformada por quebradas de régimen torrencial y el río Sarín. Se tienen pendientes moderadas (5° a 15°) a fuertes (15° a 25°).

Los peligros geológicos identificados corresponden a, un deslizamiento rotacional activo que abarca 34 hectáreas. Su eje principal tiene una longitud de 810 m, y un ancho de 450 m, donde el escarpe principal alcanza 810m de longitud y el desnivel entre la corona y el pie del deslizamiento es 90 m. El movimiento afectó, 10 viviendas, 1.7 km de la vía vecinal Sarín – San Juan y embalsó el río Sarín de manera temporal; además se identificó un flujo de detritos abarca 6 hectáreas, con una longitud del flujo de 1000 m; afectando dejando expuestas 2 viviendas.

Los factores que condicionan la ocurrencia de los deslizamientos y flujo de detritos determinados a partir del presente informe son: i) Características litológicas: rocas sedimentarias, intercalación de calizas grises y limoarcillitas grises a negras, muy fracturadas, moderadamente meteorizadas, y material incompetente, depósito coluvio-deluvial, compuesto por bloques, gravas, en una matriz limo arcillosa; ii) Modificación del terreno (cortes de talud en laderas), con fines de construcción de vías y viviendas; iii) Ausencia de drenajes impermeabilizados en los terrenos, lo cual contribuye con la infiltración y saturación; iv) Ladera de pendiente moderada (5° a 15°) a fuerte (15° a 25°), lo que facilita el origen de movimientos. Los factores detonantes corresponden a las precipitaciones pluviales prolongadas e intensas en temporada de lluvia y la ocurrencia de sismos.

De acuerdo a las características geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se considera la zona afectada por deslizamiento y flujo de detritos en la localidad de Sarín, como **Peligro Alto a Muy Alto y Zona Crítica**

Finalmente, se brindan recomendaciones, como la reubicación de las viviendas destruidas, descolmatación periódica del río Sarín, elaboración de un EVAR, para determinar medidas a mediano y largo plazo.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), el “Servicio de Asistencia Técnica en la Evaluación de Peligros Geológicos a Nivel Nacional (ACT. 16)”, Con este trabajo cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos para los tres niveles de gobierno.

Atendiendo la solicitud remitida por el Gobierno Regional de La Libertad, según Oficio N° 000346-2025-GRLL-GGR-ORDN-SGDC, N°000567-2025-GRLL-GGR-ORDN y 000024-2025-INDECI-DDILIB, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en la localidad de Sarín.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Luis León y Leysi Fuentes; así como a la practicante María Cueva, para realizar la evaluación de peligros geológicos en la localidad de Sarín, llevada a cabo el día 22 de abril del 2025.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: i) Pre-campo con la recopilación y análisis de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET u otros autores; ii) Campo: a través de la observación, toma de datos (sobrevuelos con dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; iii) Post – campo: etapa final de gabinete que integra 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 La Libertad 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 localidad de Sarín, distrito Sarín, provincia Sánchez Carrión.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos identificados en los trabajos de campo.

1.2. Antecedentes

Se recopiló la data consignada de los informes y reportes previos que abarquen aspectos geológicos y geodinámicos de la zona de estudio, los cuales se mencionan a continuación:

- Boletín N° 9. Serie A: Geología del Cuadrángulo de Pataz, hoja 16-h (Wilson & Reyes, 1964) describen las unidades litoestratigráficas identificadas en la zona de estudio y alrededores conformadas por rocas sedimentarias, principalmente calizas de la Formación Chúlec, Pariatambo.
- Boletín N°50, Serie C: Riesgo Geológico en la Región La Libertad; (Medina et al., 2012). En este estudio se indica que la localidad de Sarín se encuentra ubicada sobre depósitos de flujos antiguos de la quebrada de Chimina. Entre los peligros identificados en la zona se tiene la ocurrencia de flujos de detritos, derrumbes, deslizamientos rotacionales y erosión fluvial en cárcavas. Se caracteriza estos peligros de medio y alto riesgo junto con una vulnerabilidad media y alta.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área de evaluación corresponde a la localidad de Sarín, ubicada en el distrito del mismo nombre, provincia Sánchez Carrión, La Libertad (figura 1). En la tabla 1 se consigna las coordenadas UTM WGS 84 del sector; además la coordenada central referencial del evento identificado.

Tabla 1. Coordenadas de las áreas de estudio.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 18S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	180266	9125217	-7.903862 °	-77.899536°
2	180266	9124017	-7.914702 °	-77.899612°
3	179066	9124017	-7.914627 °	-77.910408 °
4	179066	9125217	-7.903786°	-77.910408°
Coordenada central del movimiento en masa identificado				
CC	179850	9124869	-7.906977°	-77.903332°

1.3.2. Población

De acuerdo con la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas o Censo peruano de 2017 (INEI, 2018), la localidad de Sarín tiene una población de 460 habitantes (tabla 2), distribuidos en 164 viviendas, con acceso a red pública de agua, desagüe y energía eléctrica.

Tabla 2. Datos de la localidad de Sarín.

Descripción	Sarín – INEI
Código de Ubigeo y Centro Poblado	1309070001
Longitud	-77.9060205800
Latitud	-7.91128266561
Altitud	2840.2
Población	460
Viviendas	164
Agua Por Red Publica	si
Energía eléctrica en la vivienda	si
Desagüe por red publica	si
Institución Educativa Inicial	no
Institución Educativa Primaria	si
Institución Educativa Secundaria	si
Establecimiento de salud	si
Idioma o Lengua hablada con mayor frecuencia	Castellano

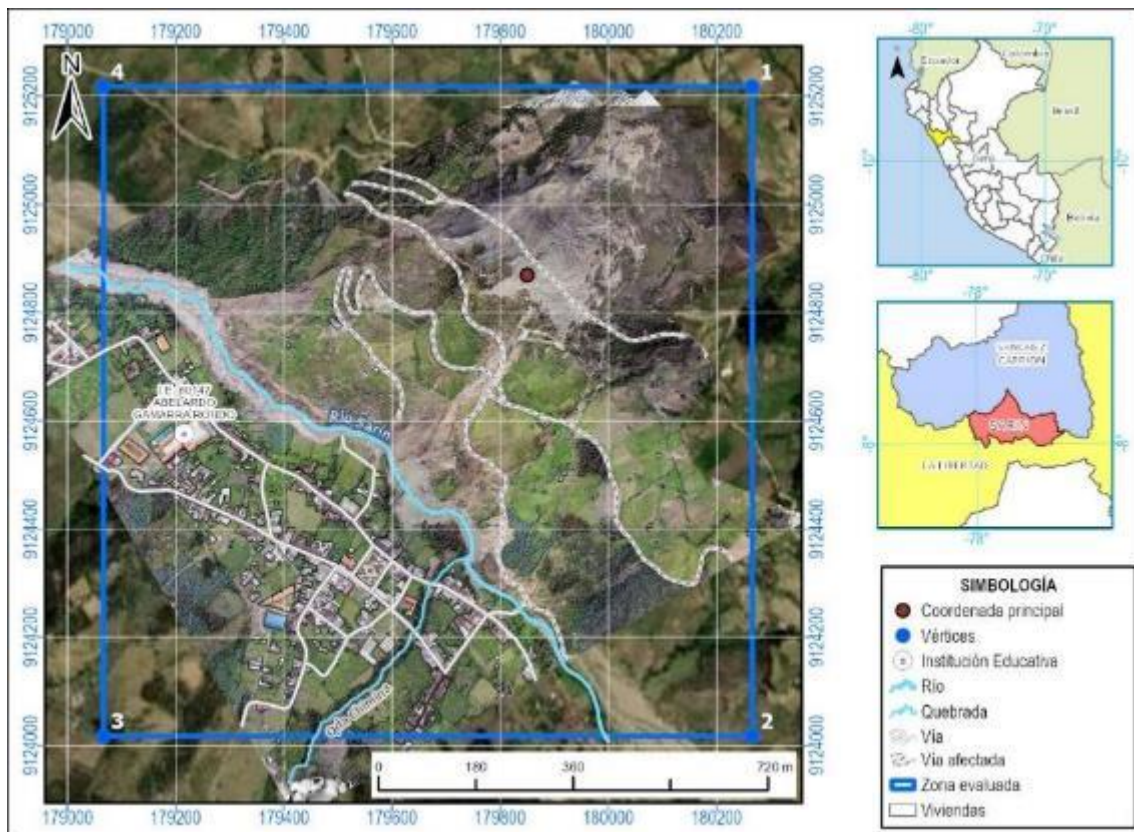


Figura 1. Ubicación del área evaluada.

1.3.3. Accesibilidad

El acceso se realiza por vía terrestre desde la ciudad de Cajamarca, a través de una vía asfaltada - afirmada, hasta Huamachuco, posteriormente a la localidad de Sarín. En la Tabla 3 y la Figura 4 se indican las rutas y se estima distancias y tiempo de arribo:

Tabla 3. Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cajamarca – Huamachuco	Asfaltada – Afirmada	162	275 minutos
Huamachuco – Sarín	Trocha	36.7	77 minutos

1.3.4. Clima

De acuerdo con el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), la zona de estudio posee un clima de tipo:

Lluvioso con otoño e invierno secos. Templado. B (o , i) B'.

Clima de tipo lluvioso, templado y con otoño e invierno seco. Abarca el 1% del área nacional.

En el verano, el tiempo de esta área está determinado por la Alta de Bolivia, la ITCZ (en el norte del país), el flujo de humedad del este y factores locales. En cambio, en invierno, se pueden presentar lluvias aisladas a causa de las DANAs, principalmente en la zona central y sur del país; además, las heladas son comunes en esta estación, debido al ingreso de vientos secos provenientes del oeste en altura.

A lo largo del año, las temperaturas máximas promedio oscilan entre 19°C y 23°C en áreas del norte y entre 17°C y 21°C en áreas de sur; mientras que las temperaturas mínimas varían entre los 3°C y 7°C. Los acumulados anuales de precipitación varían desde los 700 mm hasta los 1500 mm aproximadamente.

Entre los años 2022 y 2025, se registraron, en la estación meteorológica de Ticapampa (figura 2), precipitaciones que llegaron hasta los 61 mm/día durante el mes de diciembre, considerado como extremadamente lluvioso por el Senamhi, en su consolidado de precipitaciones de 2014.

Durante los años 2024 y 2025, las precipitaciones se concentraron principalmente entre los primeros meses del año, destacando picos de hasta 30 mm/día entre enero y marzo, mientras que de noviembre a diciembre se registraron máximos cercanos a 26 mm/día.

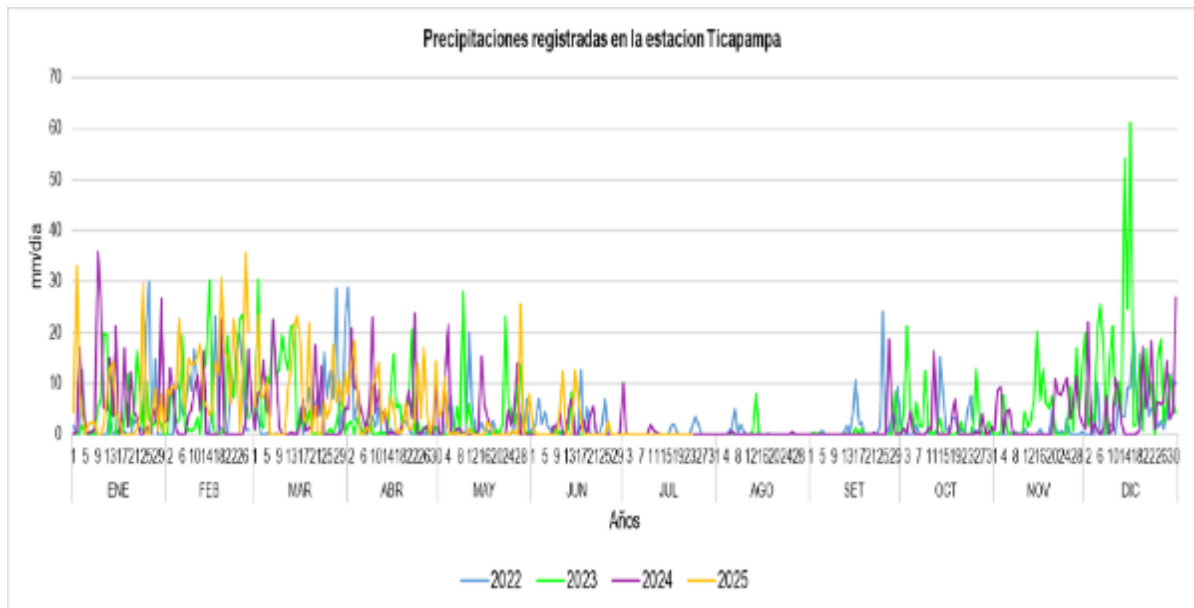


Figura 2. Precipitación diaria registrada en la estación meteorológica Ticapampa.
Fuente: SENAMHI

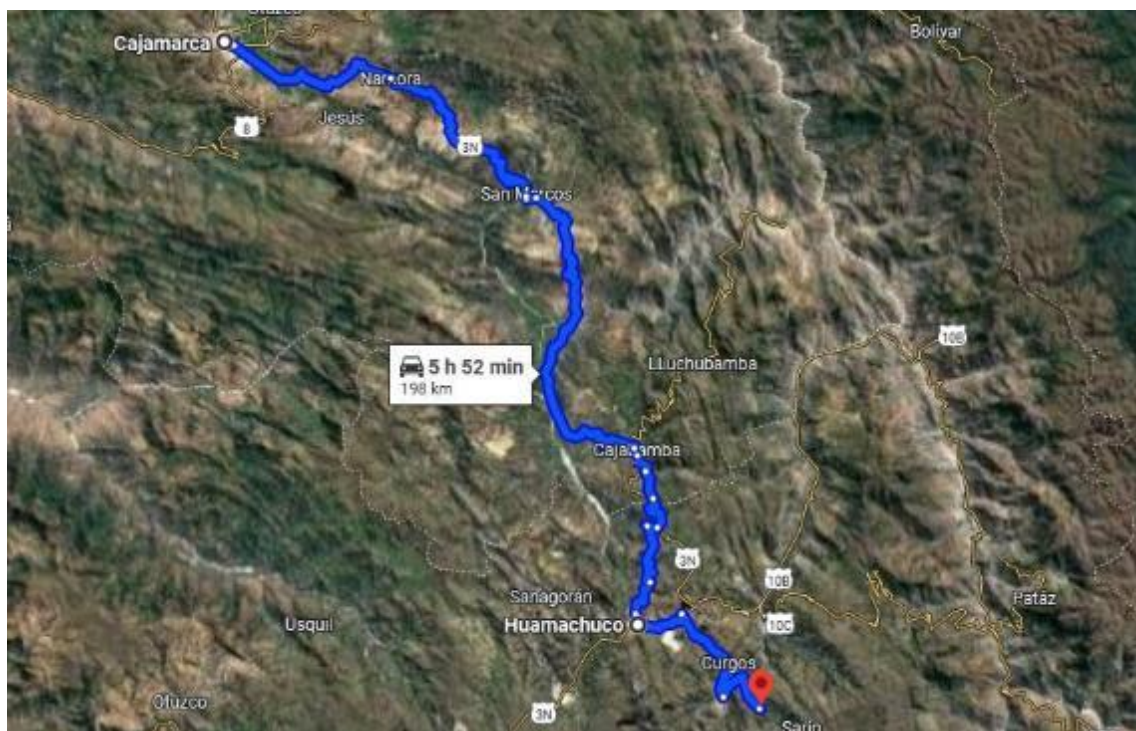


Figura 3. Accesibilidad a la localidad de Sarín.
Fuente: Google Earth.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a las entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, que no son necesariamente geólogos; por ello se desarrollan algunas definiciones relevantes, considerando como base el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA, 2007), los términos y definiciones se detallan a continuación:

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

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

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

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

Arcilla: Suelo con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad. En este tipo de suelos es muy importante el efecto del agua sobre su comportamiento.

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

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

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

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

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

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

contrapendiente en la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

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).

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.

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.

Fractura: Estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan. Los rangos de fracturamiento rocoso, dependiendo del espaciamiento entre las fracturas, pueden ser: maciza, poco fracturada, medianamente fracturada, muy fracturada y fragmentada.

Ladera: Superficie natural inclinada de un terreno.

Meteorización: Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes. Los rangos de meteorización se clasifican en: roca fresca, ligeramente meteorizada, moderadamente meteorizada, altamente meteorizada, completamente meteorizada y suelo residual.

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

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

Proluvial: Complejo sedimento deltaico friable de material fragmental, acumulado al pie de una pendiente como resultado de una ocasional avenida torrencial.

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.

Zona crítica: Zona o área con peligros potenciales de acuerdo a 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. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La descripción geológica fue realizada en base a la información del Boletín N°9, Serie A: Carta Geológica Nacional; Geología del cuadrángulo de Pataz. Hoja 16 – h. (Wilson & Reyes, 1964), información que ha sido complementada y validada con trabajo en campo, análisis de imágenes satelitales, y fotogrametría con dron para caracterizar y delimitar las diferentes unidades litológicas. Considerando su grado de resistencia y susceptibilidad a procesos de remoción en masa (Mapa 1).

A continuación, se presenta de manera resumida una descripción de las principales formaciones geológicas y depósitos que afloran en las localidades de evaluación y alrededores.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Comprende unidades sedimentarias del Cretácico inferior; así como depósitos cuaternarios no consolidados, producto de movimientos en masa.

3.1.1 Formación Chúlec – Pariatambo (Ki – chu – pt3)

De acuerdo a Wilson & Reyes (1964), la formación Chúlec, Pariatambo consiste en calizas, areniscas calcáreas y limoarcillitas calcáreas de colores que varían entre gris y pardo claro, las cuales se disponen en capas medianas a gruesas.

En la zona evaluada afloran rocas sedimentarias compuestas por calizas de coloración gris intercaladas con limoarcillitas calcáreas de coloraciones grises y negras, las cuales se hallan en superficie, muy fracturadas, moderadamente meteorizadas, lo que permite la infiltración de agua, saturando el material, favoreciendo las condiciones para la ocurrencia del deslizamiento (figura 4).



Figura 4. Estratos de calizas color beige intercaladas con limoarcillitas de color gris oscuro.

3.1.2 Depósitos cuaternarios

En la zona de estudio se hallan depósitos cuaternarios diferenciados de acuerdo a su composición y tiempo de depositación en:

Depósito aluvial (Q-al)

Estos depósitos son generados por material transportado por acción de corrientes naturales de agua. En la localidad de Sarín, la zona urbana se halla sobre un abanico aluvial formado por antiguos flujos transportados y depositados por acción de la quebrada Chimina (figura 5).

Depósito proluvial (Q-pr)

Estos depósitos se caracterizan por hallarse al pie de las pendientes como resultado de avenidas torrenciales. En la zona evaluada, se observa en las quebradas ubicadas en los márgenes izquierdo y derecho

del deslizamiento. Su composición consiste en bloques y gravas subangulosas, en matriz limoarcillosa (figura 6).

Depósito coluvio-deluvial (Q-cd)

Estos depósitos provienen de diversos movimientos en masa, transportados por la influencia combinada de la gravedad y el agua, y se localizan principalmente en las laderas de montaña.

En el área evaluada, el depósito observado (figura 7) está conformado por bloques y gravas angulosas a subangulosas, en una matriz limo arcillosa de plasticidad media (tabla 4).



Figura 5. Localidad de Sarín, ubicada sobre un abanico aluvial.



Figura 6. Depósito proluvial, ubicado al NW de la zona urbana.



Figura 7. Depósito coluvio - deluvial, ubicado en la zona de deslizamiento en Sarín.

Tabla 4. Descripción de depósitos superficiales

TIPO DE FORMACION SUPERFICIAL			GRANULOMETRÍA (%)		FORMA		REDONDES		
	Eluvial			Lacustre					Redondeado
X	Deluvial			Marino					Subredondeado
X	Coluvial			Eólico			x		Anguloso
	Aluvial			Orgánico			x		Sub anguloso
	Fluvial			Artificial					
	Proluvial			Litoral					
	Glaciar			Fluvio glaciar					
			0	Bolos					
			15	Cantos					
			30	Gravas					
			15	Arenas					
			25	Limos					
			15	Arcillas					

PLASTICIDAD		ESTRUCTURA		TEXTURA		CONTENIDO DE		%LITOLOGÍA	
	Alta plasticidad	x	Masiva	x	Harinoso	X	Materia orgánica		Intrusivos
X	Med. Plasticidad		Estratificada		Arenoso	X	Carbonatos		Volcánicos
	Baja plasticidad		Lenticular		Áspero		Sulfatos		Metamórficos
	No plástico							X	Sedimentarios

COMPACIDAD					
SUELOS FINOS		SUELOS GRUESOS			
Limos y Arcillas			Arenas		Gravas
	Blanda	x	Suelta	x	Suelta
X	Compacta		Densa		Med. Consolidada
	Dura		Muy Densa		Consolidada
					Muy consolidada

CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.							
SUELOS GRUESOS			SUELOS FINOS				
	GW		SW	x	ML		MH
	GP		SP		CL		CH
x	GM		SM		OL		OH
	GC		SC		PT		

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Además de la cartografía regional de geomorfología, a escala 1:250 000 del boletín de riesgos geológicos de la región La Libertad, se utilizó imágenes y modelos digitales de elevación detallados obtenidos de levantamientos fotogramétricos con dron, desarrollados el 22 de abril del 2025. Esto permitió estudiar el relieve, pendientes y demás características; con el fin de definir y describir subunidades a detalle (escala 1:6200).

4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

La zona evaluada presenta altitudes que van desde los 2696 a los 3000 m s.n.m., en los cuales se distinguen ocho niveles altitudinales (figura 8), con la finalidad de visualizar la extensión con respecto a la diferencia de alturas; el área con mayor pendiente corresponde a terrenos entre altitudes de 2800 a 2880 m s.n.m., con terreno de pendiente moderada (5° a 15°) a muy fuerte (25° a 45°) correspondiendo a la geoforma de montaña en roca sedimentaria.

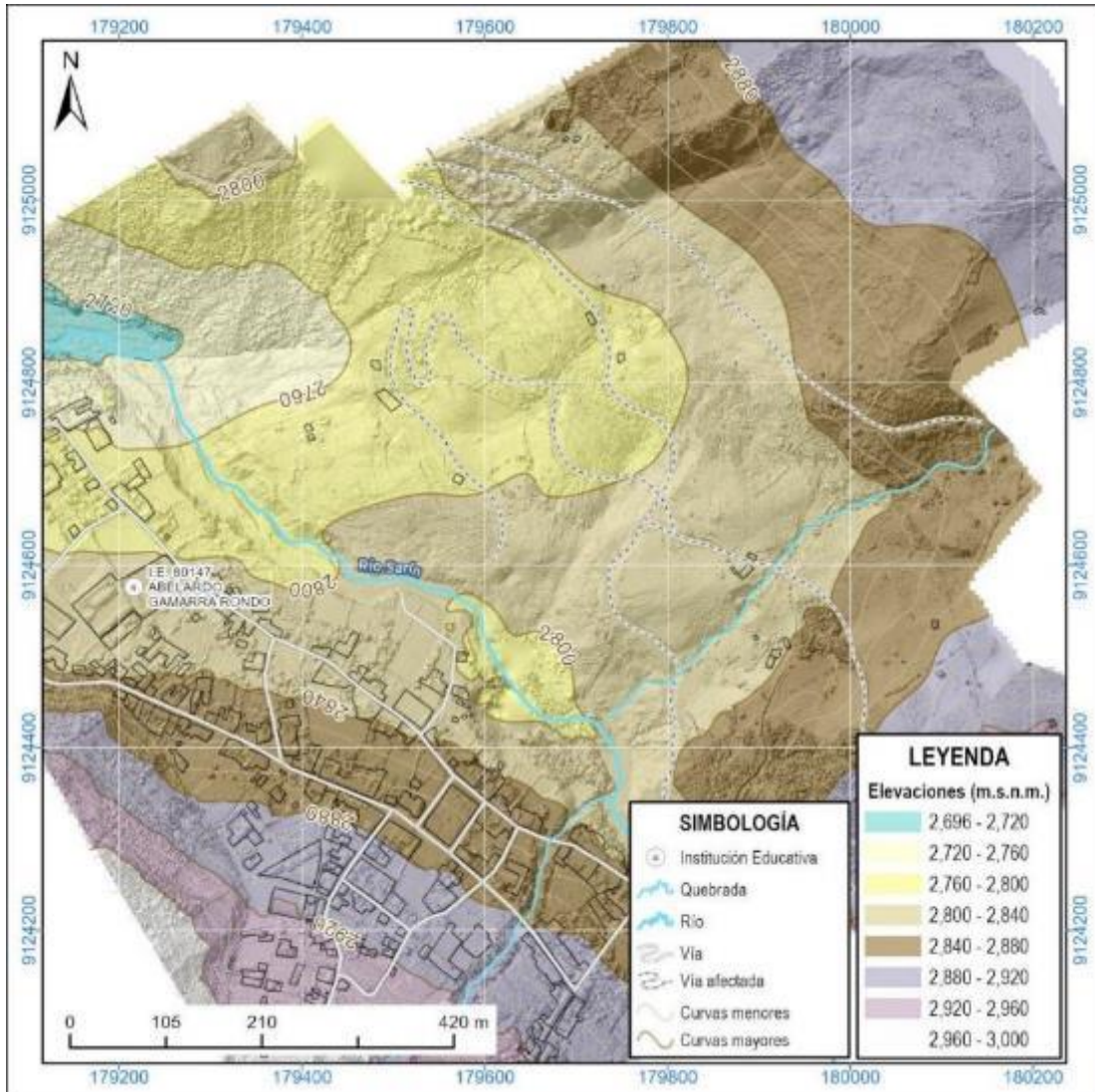


Figura 8. Modelo digital de elevaciones de la zona evaluada.

4.2. Pendiente del terreno

En el sector evaluado las pendientes varían desde terrenos llanos ($<1^\circ$) a terrenos muy escarpados ($>45^\circ$); los movimientos en masa (deslizamientos y flujo de detritos), se vienen produciendo en terrenos con pendiente moderada (5° a 15°) a terrenos de pendiente fuerte (15° a 25°) (figura 9 y 10, mapa 2).

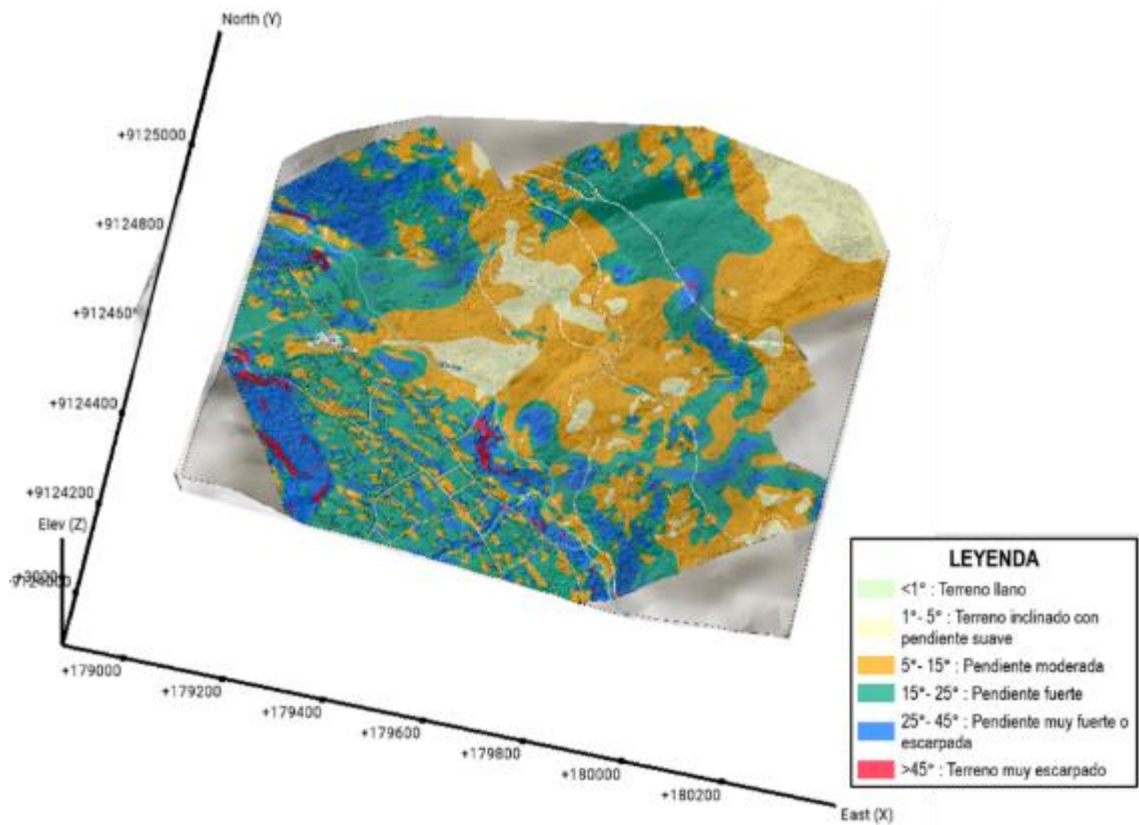


Figura 9. Modelo 3D de las pendientes en la localidad de Sarín.



Figura 10. Laderas con pendiente fuerte, ubicadas en la parte alta del sector evaluado.

4.3. Unidades y subunidades geomorfológicas

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

De acuerdo a su origen, se distingue geoformas tanto de carácter tectónico degradacional y erosional (montañas en roca sedimentaria), como de carácter deposicional y agradacional (abanico de piedemonte, vertiente con depósito de deslizamiento y vertiente o piedemonte aluvio torrencial); las geoformas se grafican en el mapa 3.

4.3.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional

Son el resultado de procesos morfodinámicos degradacionales que generan la modificación parcial o total de los relieves a través del tiempo geológico.

Unidad de Montaña

Esta unidad se caracteriza por presentar una elevación natural del terreno superior a 300 m respecto al nivel de la base local. Presentan laderas regulares, irregulares y complejas con pendiente promedio superior al 30%. Se distinguen, además, cimas agudas, subagudas, semi redondeadas, redondeadas o tabulares (Villota, 2005).

Subunidad de montaña en roca sedimentaria (M.rs)

Dentro de esta subunidad se consideran a los relieves de montañas modeladas en afloramientos de rocas sedimentarias. Presentan crestas altas e irregulares, con pendientes que pueden superar los 25°, con relieve ondulado, debido a la erosión y meteorización de las rocas (figura 11).

4.3.2. Unidades de carácter deposicional y agradacional

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

Unidad de Piedemonte

Son superficies ubicadas 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 abanico de piedemonte (Ab)

Originada por materiales que fueron transportados por acción de la quebrada Chimina, conformando actualmente el abanico aluvial en el cual se halla la zona urbana de la localidad de Sarín (figura 11).

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

Corresponde a las acumulaciones en parte de la ladera, originadas por procesos de movimientos en masa, antiguos y recientes, presentando una forma cóncava. Este depósito se ubica en la parte central del sector evaluado (figura 11).

Subunidad de vertiente o piedemonte aluvio torrencial (P-at)

Esta unidad se ubica en las partes bajas de la ladera, en el cauce de las quebradas y del río de la zona evaluada, donde los flujos de detritos han acumulados suelos de gravas, arenas y limos principalmente (figura 11).



Figura 11. Vista de las geoformas de montaña en roca sedimentaria (M-rs), abanico de piedemonte (Ab), vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd) y vertiente o piedemonte aluvio torrencial (P-at), en la localidad de Sarín.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamientos rotacionales y flujos de detritos, (PMA:GAC 2007).

Los procesos observados en el área responden al modelado del terreno y a la incisión ocurrida en las laderas de la localidad de Sarín, lo cual originó los movimientos en masa. Estos alteraron la topografía transportando volúmenes variables de material de las laderas hasta el río Sarín. Las causas o factores condicionantes de dichos movimientos se hallan relacionados con elementos intrínsecos como la geomorfología, la pendiente, la litología, los sistemas de drenaje tanto superficial como subterráneo y la cobertura vegetal.

En la localidad de Sarín, se identificó un deslizamiento rotacional activo y un proceso de flujo de detritos activo, que afectó, 10 viviendas. Asimismo, este movimiento generó destrucción en aproximadamente 1.7 km de las vías. A continuación, detallamos las características de los movimientos en masa:

5.1. Deslizamiento rotacional activo

El deslizamiento se desencadenó el 16 de marzo debido a la presencia de lluvias intensas, afectando diez (10) viviendas y 1.7 km de las vías. Asimismo, provocó un embalse en el río Sarín modificando su cauce, aproximadamente 40 m al SE (en dirección al área urbana) (figura 12,13 y 14).



Figura 12. Vista del deslizamiento cuya extensión horizontal es de 450 m. Se visualiza los tramos de vías que cortan el talud (línea negra discontinua).

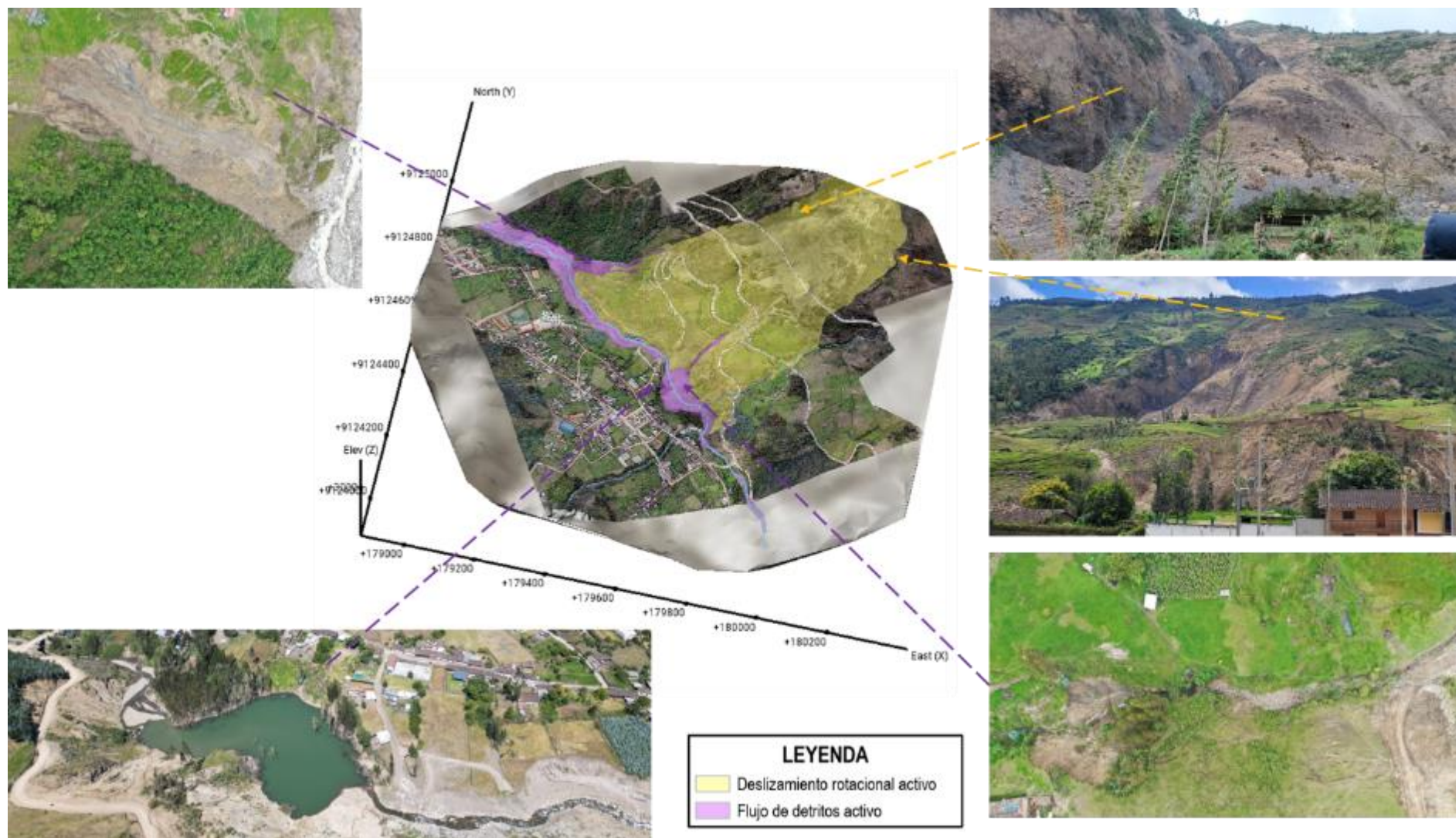


Figura 13. Modelo 3D del sector evaluado en la localidad de Sarín, el deslizamiento está delimitado en color amarillo, y el flujo de detritos en color morado.



Figura 14. En la imagen se observa una vista del deslizamiento desde la zona urbana. Se distingue el escarpe principal cuya longitud es 810 m de longitud.

A continuación, describimos las características del deslizamiento.

5.1.1. Características visuales y morfométricas

- Tipo de movimiento: Deslizamiento rotacional.
- Estado: Activo.
- Velocidad: Moderada
- Tipo de avance: Retrogresivo.

Morfometría:

- Área: 34 ha.
- Perímetro: 4007 m.
- Ancho: 450 m.
- Salto vertical de la escarpa principal: 10 m a 13 m. (figura 15).
- Longitud del escarpe: 810 m. (figura 15).
- Diferencia de alturas corona y pie de deslizamiento: 90 m.
- Longitud corona a punta: 800 m.
- Longitud de grietas: de 60 a 100 m. (figura 16).

Factores condicionantes

- Litología compuesta por estratos de calizas grises intercaladas con limoarcillitas altamente alteradas y fracturadas y material incompetente del depósito coluvio-deluvial, compuesto por bloques, gravas, en una matriz

limo arcillosa. Permiten la infiltración y retención del agua, saturando y aumentando el peso del terreno.

- Modificación del terreno por cortes de talud en laderas, movimiento de tierra en el sector evaluado, con la finalidad de construcción de vías y viviendas.
- Ausencia de drenajes adecuados en el terreno denudado, lo cual contribuye con la saturación del terreno y por ende un aumento de peso de la masa inestable.
- Terrenos de cultivo con riego por inundación, aumenta la saturación del terreno.
- Ladera de pendiente moderada (5° a 15°) a fuerte (15° a 25°), que conforman unidades de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd), permite que el material saturado que se dispone sobre la ladera se desplace cuesta abajo por acción de la gravedad.

Factor detonante

- Precipitaciones pluviales de intensidad fuerte y prolongada, entre los meses de diciembre a marzo, durante años previos.
- Los sismos pueden activar los deslizamientos o acelerar el movimiento activo.

Daños ocasionados y probables

- Diez (10) viviendas afectadas. (figura17).
- 1.7 km de la vía CA-3N (figura18).
- 1.7 hectáreas de cultivos agrícolas.
- Embalse en el río Sarín.



Figura 15. En las imágenes A, B y C se observan escarpes secundarios con un salto promedio de 1.2 m a 1.7 m.



Figura 16. Agrietamientos dentro del cuerpo del deslizamiento, con longitudes promedio de 60 m a 100 m.



Figura 17. En las imágenes se observan 7 viviendas que han sido afectadas y se hallan dentro del deslizamiento.



Figura 18. Se observa los tramos de las vías afectadas.

5.2. Flujo de detritos

El flujo de detritos observado, se presenta post deslizamiento rotacional, cuyo material se ha desplazado siguiendo una dirección NE-SW, llegando a acumular y transportar los sedimentos y detritos en las quebradas y en el río Sarín, causando su embalse de manera temporal. El deslizamiento rotacional activo de avance retrogresivo ocurre en la cuenca media de la quebrada Chimina y puede generar un huaico de gran magnitud, afectando viviendas en la zona urbana.

En el Boletín N°50, Serie C: Riesgo Geológico en la Región La Libertad; (Medina et al., 2012), precisa que la quebrada Chimina es susceptible a la ocurrencia de flujos de detritos de manera excepcional. Además, se acota que las viviendas del poblado de Sarín se encuentran asentadas sobre depósitos de flujos (abanico) antiguo.



Figura 19. Flujo de detritos (línea morada).

A continuación, describimos las características del flujo de detritos.

5.3.1. Características visuales y morfométricas

- Tipo de movimiento: Flujo de detritos
- Estado: Latente
- Velocidad: Rápida
- Flujo de material: canalizado
- Dirección del desplazamiento: NE-SW

Morfometría:

- Área: 6 ha.
- Perímetro: 4638 m.
- Longitud del flujo: 1000 m.

Factores condicionantes

- Depósito coluvio-deluvial, compuesto por bloques y gravas, en una matriz limo arcillosa. Los fragmentos de roca son angulosos a sub angulosos, permite la infiltración y retención del agua.
- Modificación del terreno (cortes de talud en laderas), por movimiento de tierra en el sector evaluado, con la finalidad de construcción de vías y viviendas.
- Ausencia de drenajes adecuados, esto contribuye con la saturación del terreno y por ende un aumento de peso de la masa inestable.
- Ladera de pendiente moderada (5° a 15°) a muy fuerte (25° a 45°), que conforman geoformas de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd), permite que el material saturado que se dispone sobre la ladera se desplace cuesta abajo.

Factor detonante

- Precipitaciones pluviales de intensidad fuerte y prolongada.

Daños ocasionados y probables

- Dos (2) viviendas expuestas ante la ocurrencia del flujo de detritos (figura 20 y 21).



Figura 20. Las imágenes muestran el flujo de detritos que se originó por el material del deslizamiento, en dirección al río Sarín



Figura 21. Viviendas que pueden ser afectadas por el flujo de detritos.

6. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica, geomorfológica de la zona de estudio, así como a los trabajos de campo, y la evaluación de peligros geológicos, emitimos las siguientes conclusiones:

- a. Litológicamente, el área evaluada está conformada por calizas grises intercaladas con limoarcillitas altamente fracturadas. Se halla también un abanico aluvial originado por material transportado por la quebrada Chimina; un depósito proluvial constituido por gravas y bloques sub angulosas en una matriz limoarcillosa, y un depósito coluvio deluvial generado por diversos movimientos en masa constituido por bloques y gravas angulosas a subangulosas en una matriz limoarcillosa.
- b. Geomorfológicamente la zona evaluada se ubica sobre una montaña en roca sedimentaria, asimismo se presenta un abanico de piedemonte sobre la cual se ubica la zona urbana; una vertiente con depósito de deslizamiento y una vertiente aluvio torrencial. Las pendientes de la zona predominantemente van de moderada (5° a 15°) a muy fuerte (25° a 45°).
- c. El deslizamiento rotacional activo, abarca un área de 34 ha, donde su eje principal presenta una longitud 810 m, un ancho de 450 m, la longitud del escarpe es de 810m y el desnivel entre la corona y el pie del deslizamiento es 90 m, el movimiento afectó 10 viviendas, 1.7 km de la vía vecinal Sarín – San Juan y embalsó el río Sarín de manera temporal. Por otro lado, el flujo de detritos abarcó 6 hectáreas, con una longitud del flujo de 1000 m, dejando expuestas dos viviendas en el borde del cauce del río Sarín.
- d. La ocurrencia de los deslizamientos y flujo de detritos están condicionadas por:

Características litológicas: rocas volcánicas altamente meteorizadas y depósitos coluvio-deluviales, compuestos por bloques y gravas, en una matriz arcillo limosa, permite la infiltración y retención del agua.

Modificación del terreno (cortes de talud en laderas), con fines de construcción de viviendas y carretera.

Ocupación del terreno con cultivos agrícolas, riego por inundación y ausencia de drenajes adecuados en el terreno denudado, lo cual contribuye con la saturación del terreno y por ende un aumento de peso de la masa inestable.

Ladera de pendiente moderada (5° a 15°) a muy fuerte (25° a 45°), y la inclinación de la pendiente facilita el origen de movimientos, mientras que la presencia de agua actúa como un lubricante.

- e. Los factores detonantes a la ocurrencia de deslizamientos y flujo de detritos son las lluvias de intensidad fuerte y prolongadas, así como también los sismos.
- f. De acuerdo a las características geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se considera la zona afectada por deslizamiento y flujo de detritos en la localidad de Sarín, como **Peligro Alto a Muy Alto y Zona Crítica**.

7. RECOMENDACIONES

La implementación de las recomendaciones que a continuación se brindan tienen por finalidad mitigar el impacto de los deslizamientos y el flujo de detritos.

Deslizamiento

- a. Reubicar las viviendas afectadas hacia zonas seguras, previa evaluación de peligros geológicos.
- b. Construir zanjas de coronación y un sistema de drenaje en las zonas de deslizamiento y alrededores, con apoyo de un especialista, a fin de disminuir la saturación del terreno y evitar el avance retrogresivo.
- c. Evitar el riego por inundación y promover técnicas más eficientes como el riego por goteo o aspersión para reducir la infiltración excesiva en las laderas.
- d. Reforestar las laderas, de preferencia con arbustos nativos, para mejorar la estabilización del suelo y disminuir la erosión.
- e. Prohibir la construcción de nuevas viviendas e infraestructura dentro del cuerpo del deslizamiento.

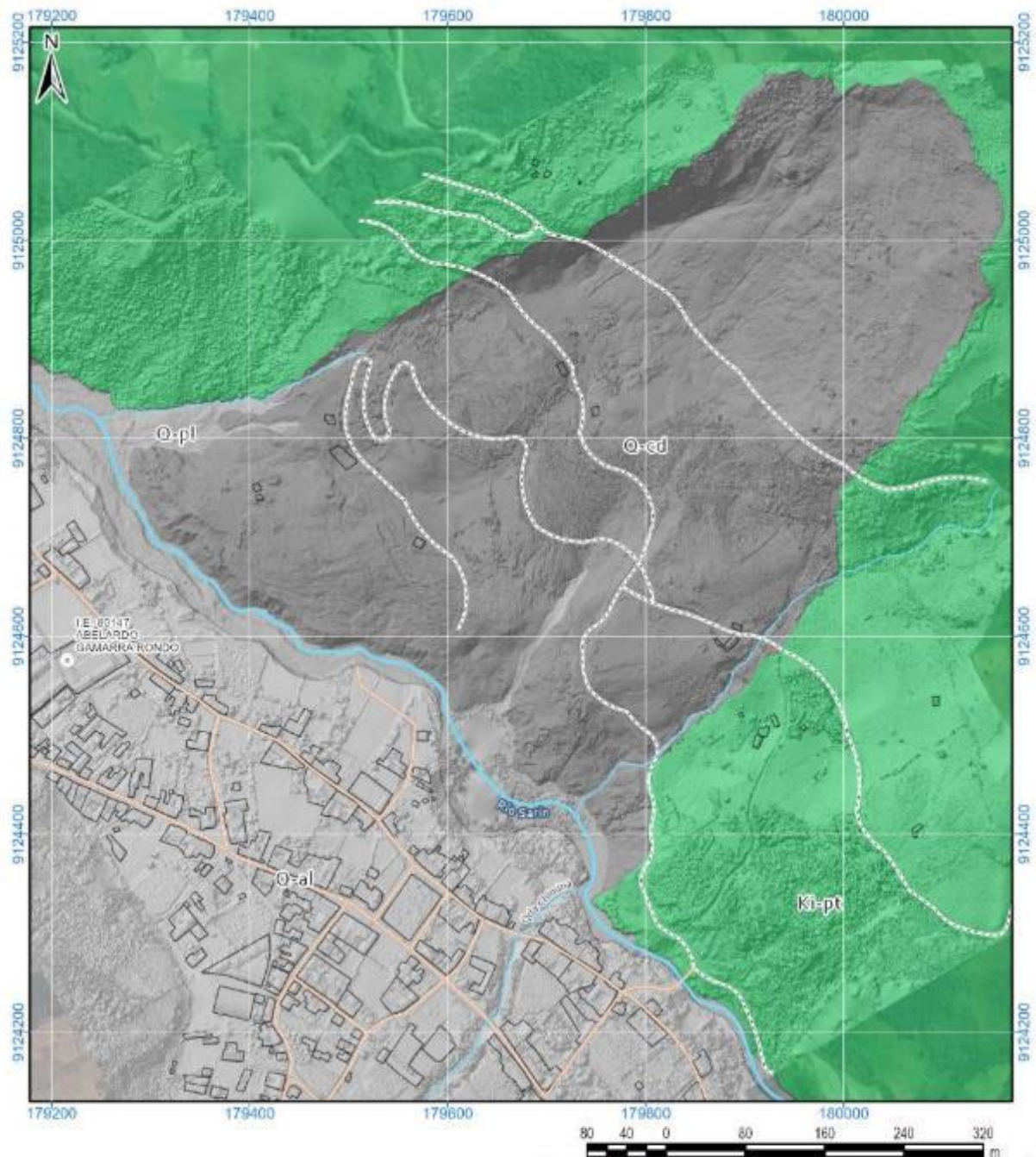
Flujo de detritos

- a. Prohibir la construcción de nuevas viviendas y/o infraestructura en las márgenes de las quebradas afectadas por los flujos de detritos, como en la quebrada Chimina, que pasa por el área urbana, en donde puede originarse un flujo o huaico alimentado por material del deslizamiento y canalizándose en la parte media de la quebrada.
- b. Desarrollar un plan de contingencia que incluya protocolos de evacuación y respuesta en caso de eventos como lluvias intensas que puedan agravar el peligro.
- c. Realizar la descolmatación periódica del cauce del río Sarín y quebradas para remover los sedimentos y el material acumulado que pueda obstruir el flujo, estos trabajos deben ser desarrollados por un especialista.
- d. Reforestar las laderas de montaña con especies nativas y de raíces densas.
- e. Elaborar un informe de evaluación de riesgos (EVAR), en todo el pueblo de Sarín, para determinar las medidas de control adecuadas a mediano y largo plazo, frente a los peligros descritos en el informe.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Wilson, J. & Reyes, L. (1964) - Geología del cuadrángulo de Pataz (Hoja 16-h). Comisión Carta Geológica Nacional, Boletín, 9, 91 p., 1 mapa.
- INEI. (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
- Medina, L.; Luque, G.; Pari, W. (2012) - Riesgo geológico en la región La Libertad. INGGMMET. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 50, 238 p.
- 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, 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.
- Villota, H. (2005). *Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras* (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

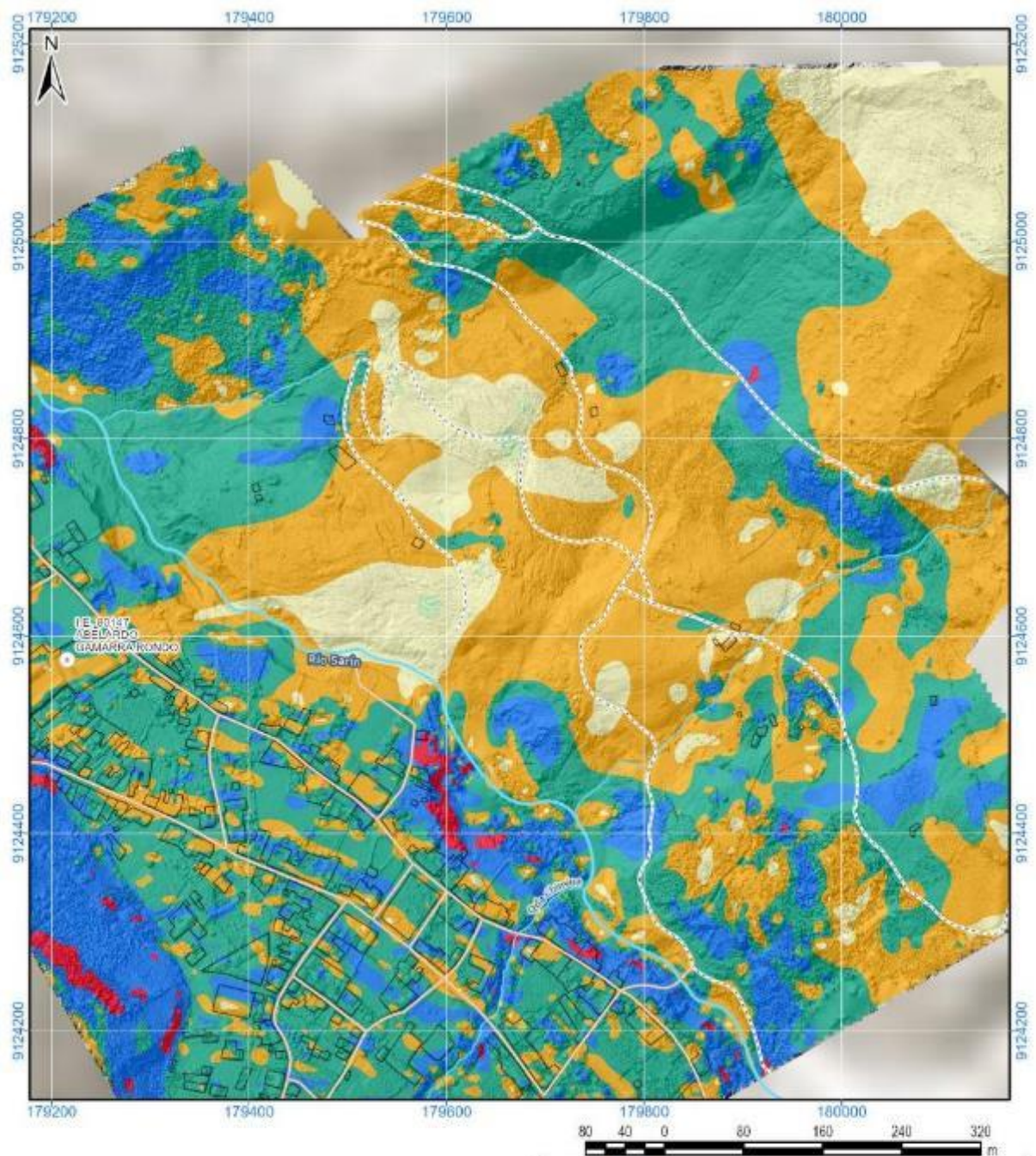
ANEXO 1. MAPAS



SIMBOLOGÍA	
	Institución Educativa
	Quebrada
	Río
	Vía
	Vía afectada
	Viviendas

LEYENDA	
	Q-al: Depósito aluvial
	Q-od: Depósito coluvio deluvial
	Q-pl: Depósito proluvial
	Ki-chu.pt: Formación Chólec, Panatambo

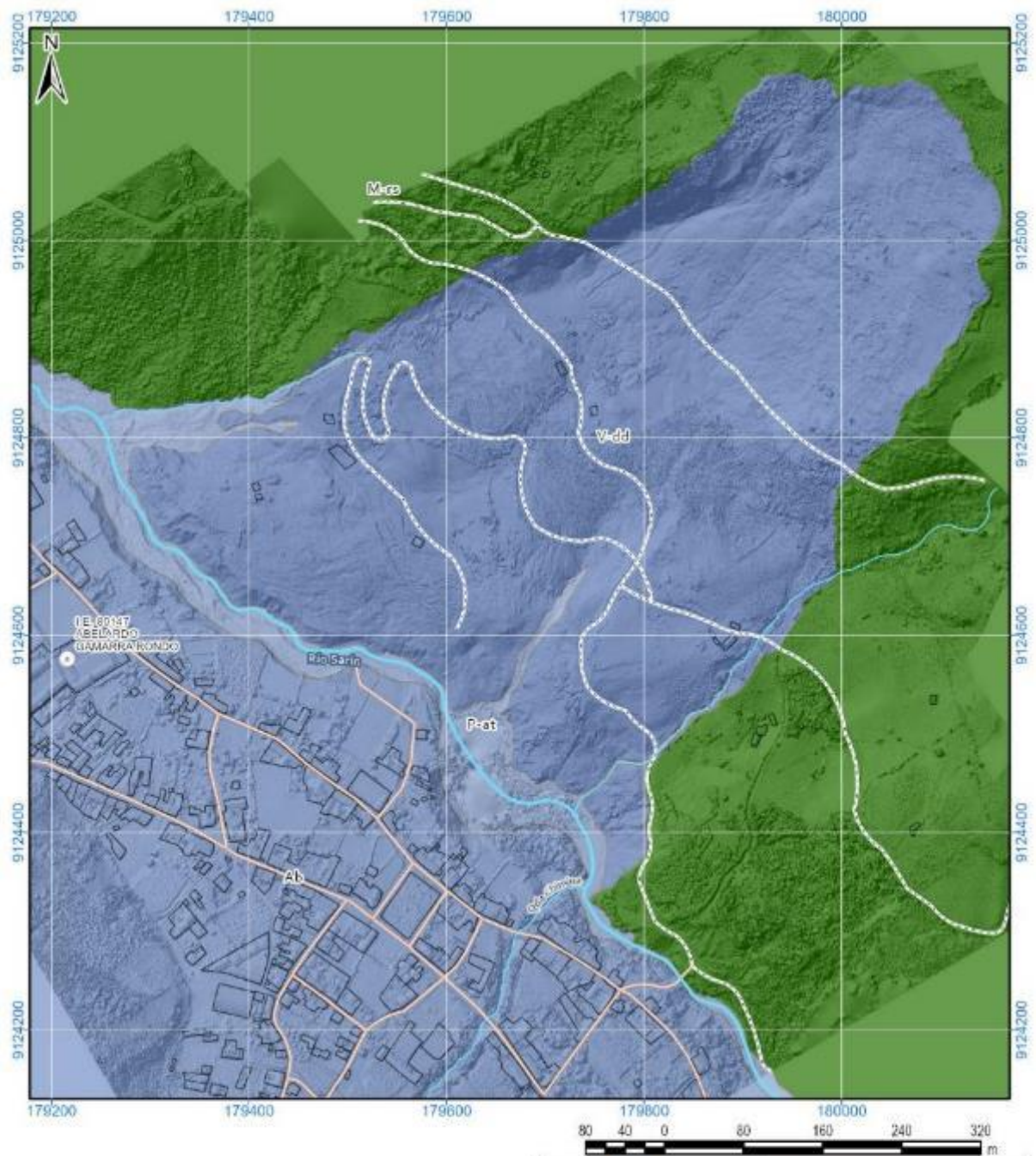
SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL LA LIBERTAD - SANCHEZ CARRIÓN - SARÍN	
GEOLOGÍA DE LA LOCALIDAD DE SARÍN	
Elaboración: María Cueva	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/6.200	Versión digital: 2025
MAPA 1	



SIMBOLOGÍA	
	Institución Educativa
	Quebrada
	Rio
	Via
	Via afectada
	Viviendas

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

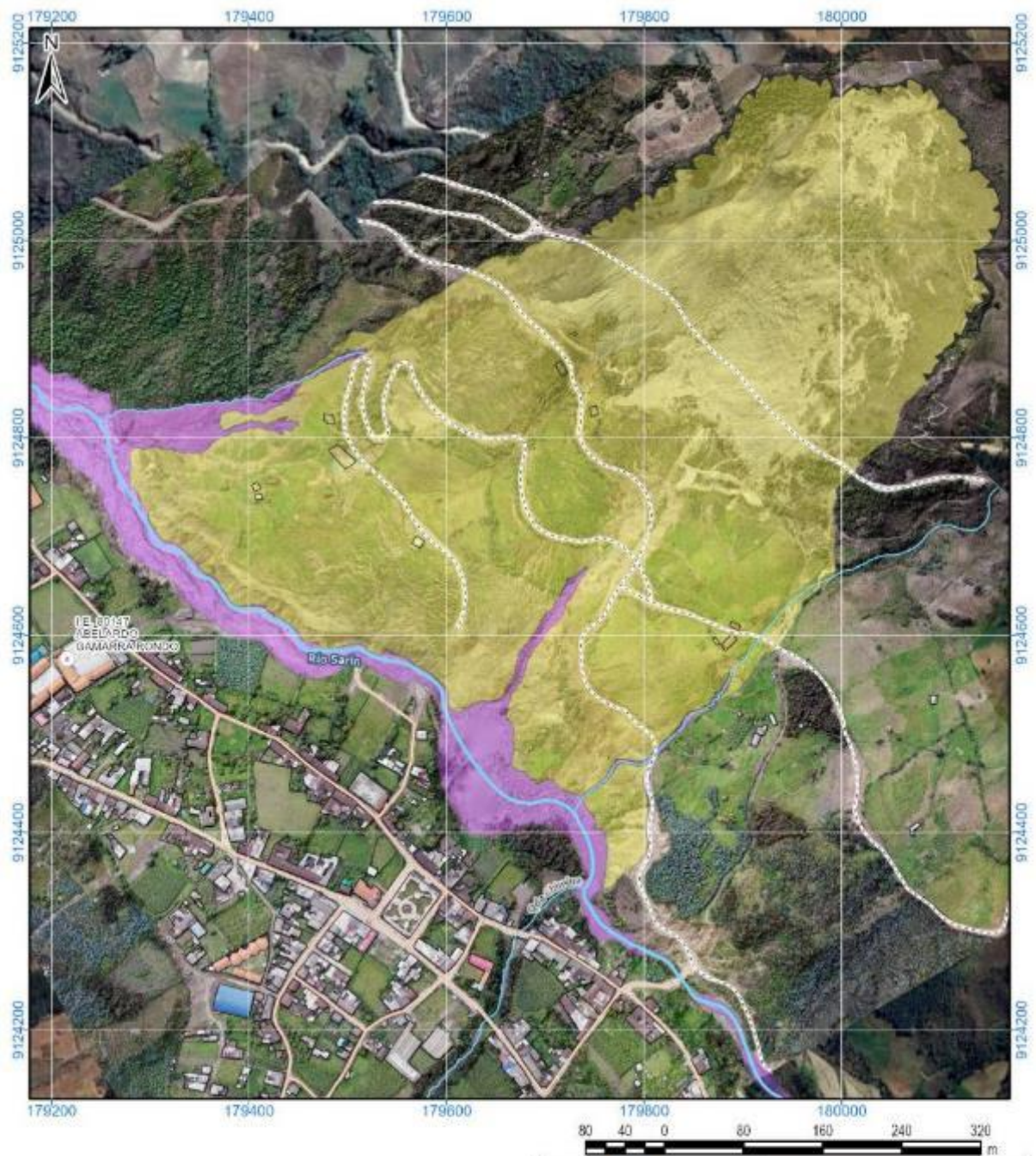
SECTOR ENERGÍA Y MINAS	
INGEMMET	
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
LA LIBERTAD - SANCHEZ CARRIÓN - SARÍN	
MAPA DE PENDIENTES DE LA LOCALIDAD DE SARÍN	
Elaboración: María Cueva	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/6.200	Versión digital: 2025
MAPA 2	



SIMBOLOGÍA	
	Institución Educativa
	Quebrada
	Río
	Via
	Via afectada
	Viviendas

LEYENDA	
	Ab: Ábanico de piedemonte
	M-rs: Montaña en roca sedimentaria
	V-dd: Vertiente con depósito de deslizamiento
	P-at: Vertiente o piedemonte 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 LA LIBERTAD - SANCHEZ CARRIÓN- SARÍN		
GEOMORFOLOGÍA DE LA LOCALIDAD DE SARÍN		
Elaboración: María Cueva	Revisión: Luis León	MAPA 3
Proyección: UTM - Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/6,200	Versión digital: 2025	



SIMBOLOGÍA	
	Institución Educativa
	Quebrada
	Río
	Vía
	Vía afectada
	Viviendas
	Escarpa

LEYENDA	
	Deslizamiento rotacional activo
	Flujo de detritos activo

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL LA LIBERTAD - SANCHEZ CARRIÓN - SARÍN		
MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE LA LOCALIDAD DE SARÍN		
Elaboración: María Cueva	Revisión: Luis León	MAPA 4
Proyección: UTM - Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/6.200	Versión digital: 2025	

ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

Para los deslizamientos y flujo de detritos

En la zona evaluada para la mitigación de los peligros geológicos, se debe controlar la infiltración del agua hacia afuera del cuerpo en movimiento. Los métodos de estabilización de los movimientos en masa, que contemplan el control del agua, tanto superficial como subterránea, son muy efectivos y generalmente más económicos que la construcción de grandes obras de contención, desactivan y disminuyen la presión de los poros, considerada el principal elemento desestabilizante en laderas. El drenaje reduce el peso de la masa y al mismo tiempo aumenta la resistencia de la ladera (Suárez Díaz, 1998). Las medidas de drenaje recomendadas son:

a. Drenaje Superficial

Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de la zona afectada, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del movimiento. Éstas deben ser construidas en la parte superior de la zona en movimiento (Figura 22). 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.

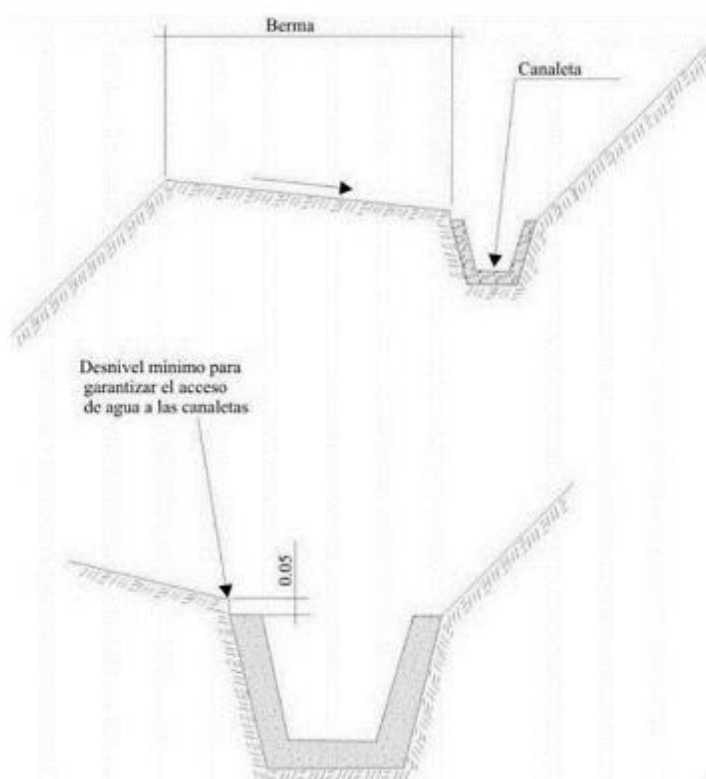


Figura 22. Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).

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).

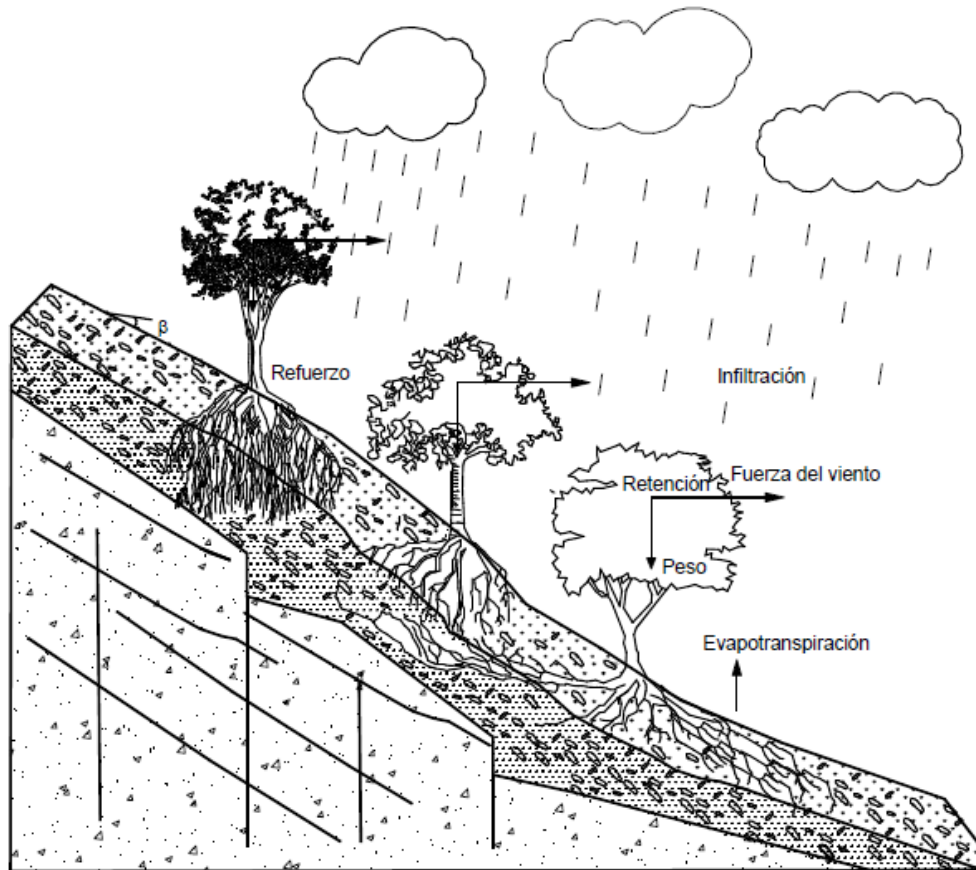


Figura 23. Estabilización de taludes utilizando vegetación. **Fuente:** Suarez, Díaz 2007.



Fotografía 1. Ejemplo de bioingeniería con arbusto (vetiver) en taludes de materiales sueltos.