

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7419

EVALUACIÓN DEL PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA LOCALIDAD DE LA VICTORIA

Departamento La Libertad
Provincia Santiago de Chuco
Distrito Quiruvilca



SETIEMBRE
2023

EVALUACIÓN DEL PELIGRO GEOLÓGICO POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA LOCALIDAD DE LA VICTORIA

Distrito Quiruvilca, provincia Santiago de Chuco, departamento La Libertad

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

Equipo de investigación:

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

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). *Evaluación del Peligro Geológico por Movimientos en Masa en la localidad de La Victoria, distrito Quiruvilca, provincia Santiago de Chuco, departamento La Libertad*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7419, 35 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. Objetivos del estudio.....	4
1.2. Antecedentes.....	5
1.3. Aspectos generales	5
1.3.1. Ubicación	5
1.3.2. Población	6
1.3.3. Accesibilidad	6
1.3.4. Clima.....	7
2. DEFINICIONES	8
3. ASPECTO GEOLÓGICO.....	10
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	11
3.1.1. Formación Chimú (Ki-chi).....	11
3.1.2. Formación Santa (Ki-s).....	13
3.1.3. Formación Carhuaz (Ki-ca)	13
3.1.4. Hipabisal pórfido dacítica (Nm-pda).....	13
3.1.5. Depósitos cuaternarios.....	13
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	14
4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE).....	14
4.2. Pendiente del terreno.....	14
4.3. Unidades Geomorfológicas.....	16
4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional.....	16
4.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	16
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	18
5.1. Movimiento complejo La Victoria.....	18
5.1.1. Análisis longitudinal.....	20
5.1.2. Características visuales y morfométricas.....	22
5.2. Sector de derrumbes norte	23
5.3. Sector de derrumbes sur.....	24
5.4. Deslizamiento oeste.....	25
6. CONCLUSIONES	26
7. RECOMENDACIONES.....	27
8. BIBLIOGRAFÍA	28
ANEXO 1. MAPAS	29
ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS.....	33

RESUMEN

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

El presente documento es el resultado de la evaluación del peligro geológico por movimientos en masa, en la localidad de La Victoria, distrito Quiruvilca, provincia Santiago de Chuco, departamento La Libertad.

En el contexto litológico, se tienen areniscas cuarzosas, medianamente fracturadas y moderadamente meteorizadas de la Formación Chimú y depósitos recientes de suelos coluviales, coluvio deluviales y proluviales, condicionan la ocurrencia de movimientos en masa.

Geomorfológicamente está representada por montañas y lomadas en roca sedimentaria, terrazas aluviales y llanuras o planicies inundables; en terrenos de pendientes suaves y moderadas, en las partes bajas a fuertes y muy fuertes en las partes altas, condicionan a movimientos gravitacionales.

Se observó un movimiento complejo, deslizamiento-flujo desarrollado en terrenos con pendiente escarpada a muy escarpada ($>25^\circ$), corresponde a la geoforma de vertiente coluvio deluvial; además existen factores antrópicos que condicionaron la alta susceptibilidad ante movimientos en masa como la deforestación de laderas, corte de taludes para trazado de vías, excavaciones para extracción de carbón antracita y ausencia de drenajes adecuados.

Este evento se desencadenó el 14 de marzo del 2023; abarcando un área de 11.7 ha y un volumen aproximado de 0.9 hm³; trayendo consigo la pérdida de vida de 7 pobladores, además de 18 heridos, la destrucción de 5 viviendas y daños en la infraestructura de la institución educativa 82073

El factor detonante se atribuye a las precipitaciones pluviales extremas y prolongadas, ocurridas el 9 y 13 de marzo que alcanzaron 40.7 y 39.6 mm/día, respectivamente, en la estación Huangacocha (La Libertad).

Los terrenos impactados por movimiento complejo de la localidad de La Victoria, por sus condiciones geomorfológicas y geodinámicas, se consideran como **Zona Crítica de Peligro Alto a Muy Alto** ante movimientos en masa.

Finalmente, se brindan las recomendaciones para las autoridades competentes y tomadores de decisiones, como la reubicación de las viviendas e institución educativa afectadas, evitar la deforestación, construir drenajes adecuados, reforestación, capacitar a la población en GRD, supervisar las actividades mineras extractivas de la zona, entre otras medidas de control de riesgos.

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)”. De esta manera contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud remitida por la Municipalidad Distrital de Quiruvilca Oficio N° 141-2023-MDQ/A, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros en la localidad de La Victoria, ante la ocurrencia de movimientos en masa, a cargo de los Ingenieros Luis Miguel León Ordáz, Elvis Rubén Alcántara Quispe y Cristhian Anderson Chiroque Herrera, el día 23 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 Municipalidad Distrital de Quiruvilca e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar, cartografiar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa, de la localidad La Victoria, distrito Quiruvilca, provincia Santiago de Chuco, departamento La Libertad.
- b) Emitir conclusiones y recomendaciones que contribuyan a la formulación de planes de prevención y/o mitigación del riesgo de desastre por movimientos en masa.

1.2. Antecedentes

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

- Boletín N° 31 Serie A, “Geología de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba” (Reyes, 1980) donde se describen las unidades geológicas a una escala 1:100 000; describiendo en la zona areniscas cuarzosas blanquecinas con niveles de carbón de la Formación Chimú. En el cartografiado geológico integrado a escala 1:50 000, (Ingemmet, versión 2021) por detalle, se reafirma la presencia de areniscas y niveles de carbón de la Formación Chimú.
- El Boletín N° 50 Serie C, Estudio de Riesgo geológico en la región La Libertad (Medina Allcca et al., 2012) presenta un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, a escala 1:250 000; donde la localidad de La Victoria se sitúa en una zona de **susceptibilidad de alta a muy alta** ante la ocurrencia de movimientos en masa.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

Las áreas evaluadas corresponden a la localidad de La Victoria, jurisdicción del distrito de Quiruvilca, provincia Santiago de Chuco, departamento La Libertad (figura 1), ubicada en las coordenadas UTM WGS 84 – Zona: 17S descritas en la tabla 1, además se muestran las coordenadas de referencia del evento evaluado.

Tabla 1. Coordenadas de las áreas de estudio, localidad de La Victoria.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	799175	9126700	-7.891716	-78.286835
2	799175	9125300	-7.904365	-78.286758
3	797900	9125300	-7.904440	-78.298309
4	797900	9126700	-7.891790	-78.298393
Coordenada central de los peligros identificados				
Movimiento complejo La Victoria	798491	9125866	-7.899290	-78.292984

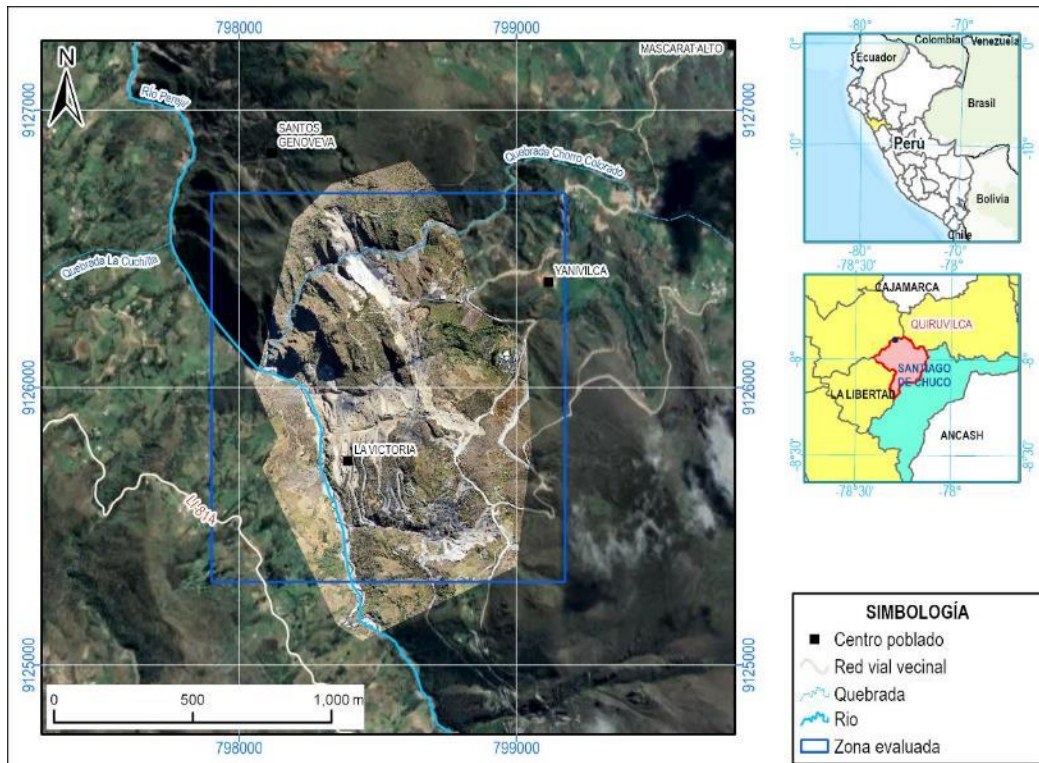


Figura 1. Ubicación del área de impacto por movimientos en masa, localidad de La Victoria.

1.3.2. Población

De acuerdo a la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2018), la localidad de La Victoria, tiene una población de 50 habitantes, distribuidos en 22 viviendas, con acceso a red pública energía eléctrica pero no de agua potable o desagüe.

1.3.3. Accesibilidad

El acceso desde la ciudad de la ciudad de Trujillo se realiza a través de la vía nacional asfaltada PE-10A y PE-3N; hasta la localidad Laguna El Toro, desde allí se sigue a través de la vía vecinal afirmada LI-814 y una trocha carrozable como se detalla en la siguiente ruta (tabla 2, figura 2):

Tabla 2. Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Trujillo – Laguna El Toro	Asfaltada	135	3 horas 10 minutos
Laguna El Toro – La Victoria	Afirmada/Trocha	14	35 minutos



Figura 2. Ruta de acceso desde la ciudad de Trujillo hasta la localidad de La Victoria. **Fuente:** Google Maps.

1.3.4. Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), la zona de estudio posee un clima Lluvioso con otoño e invierno secos, templado (B (o, i) B') con una temperatura máxima promedio de hasta 23°C, una temperatura mínima promedio desde 3°C y una precipitación anual entre 700 mm a 1 500 mm.

Entre los años 2019-2023, en el mes de marzo (mes más lluvioso), el sector evaluado percibió precipitaciones de hasta 43.6 mm/día (figura 3) considerados por el Senamhi, en su consolidado de umbrales de precipitación del 2014, como Extremadamente Lluvioso (Senamhi, 2014); en el 2023 los días 9 y 13 de marzo alcanzaron 40.7 y 39.6 mm/día, respectivamente.

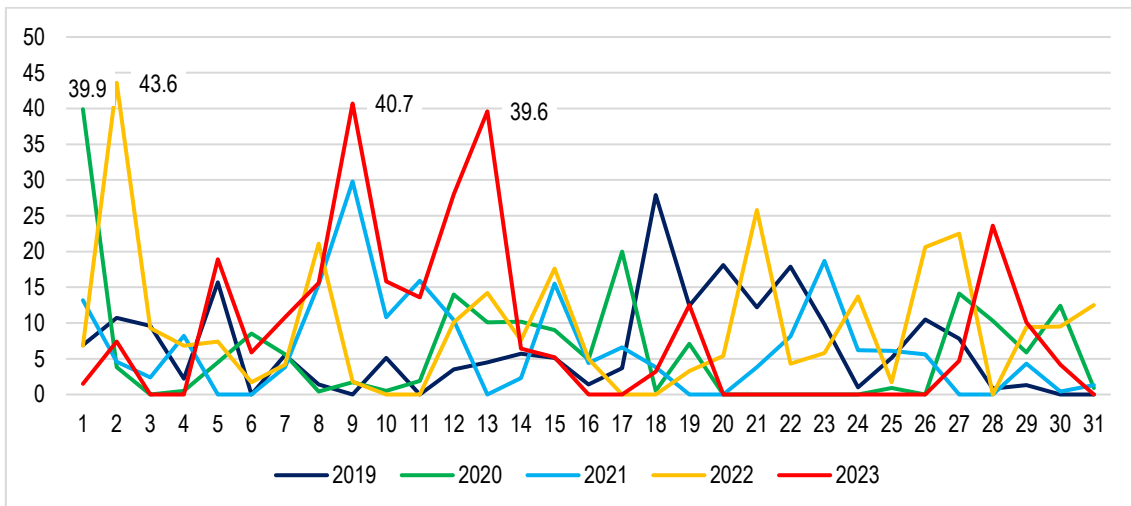


Figura 3. Precipitación diaria del mes de marzo entre los años 2019-2023, en la Estación Huangacochoa, Huamachuco (La Libertad). **Fuente:** Senamhi.

2. DEFINICIONES

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Inactivo relicto: Movimiento en masa que claramente ocurrió bajo condiciones geomórficas o climáticas diferentes a las actuales, posiblemente hace miles de años (Cruden y 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 complejo: Tipo de movimiento en masa que involucra una combinación de uno o más de los tipos principales de movimientos, ya sea dentro de las diferentes partes que componen la masa en movimiento, o en los diferentes estados de desarrollo del movimiento (Varnes, 1978). Los más comunes son: deslizamiento-flujo, deslizamiento-flujo, deslizamiento-caída de rocas, deslizamiento-flujo, deslizamiento-reptación, entre otros.

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

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

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

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

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

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

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

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

3. ASPECTO GEOLÓGICO

La descripción geológica se desarrolló en base al N° 31 Serie A, "Geología de los Cuadrángulos de Cajamarca, San Marcos y Cajabamba" (Reyes, 1980) como también se toma referencia del reciente cartografiado geológico integrado a escala 1:50 000, versión 2021 (Ingemmet, 2021); los cuales se complementaron con trabajos en campo, análisis de imágenes satelitales, y fotogrametría con dron para caracterizar y delimitar las diferentes unidades litológicas considerando su grado de resistencia y susceptibilidad a procesos de remoción en masa (mapa 1).

3.1. Unidades litoestratigráficas

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

3.1.1. Formación Chimú (Ki-chi)

Está conformada por areniscas cuarzosas de grano fino en capas gruesas con intercalaciones de arcillitas y niveles de carbón; estos macizos se muestran medianamente fracturada y moderadamente meteorizados.

En la zona de estudio esta unidad forma grandes montañas estructurales debido a su mayor resistencia geológica en relación a las unidades geológicas contiguas (fotografía 1), se presenta una gran variedad de buzamientos, desde semi horizontales, al centro y sur de la zona, a semi vertical hacia el norte.

La resistencia geológica de sus macizos rocosos es alta, reflejado en una resistencia a la compresión uniaxial del bloque de roca intacta (cuadro 1) de entre 50 a 100 MPa y un Índice Geológico de Resistencia (Hoek, 2007) de entre 54 a 67 (figura 4).



Fotografía 1. Vista de estratos sub verticales de areniscas cuarzosas de la Formación Chimú al norte del área evaluada.

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

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

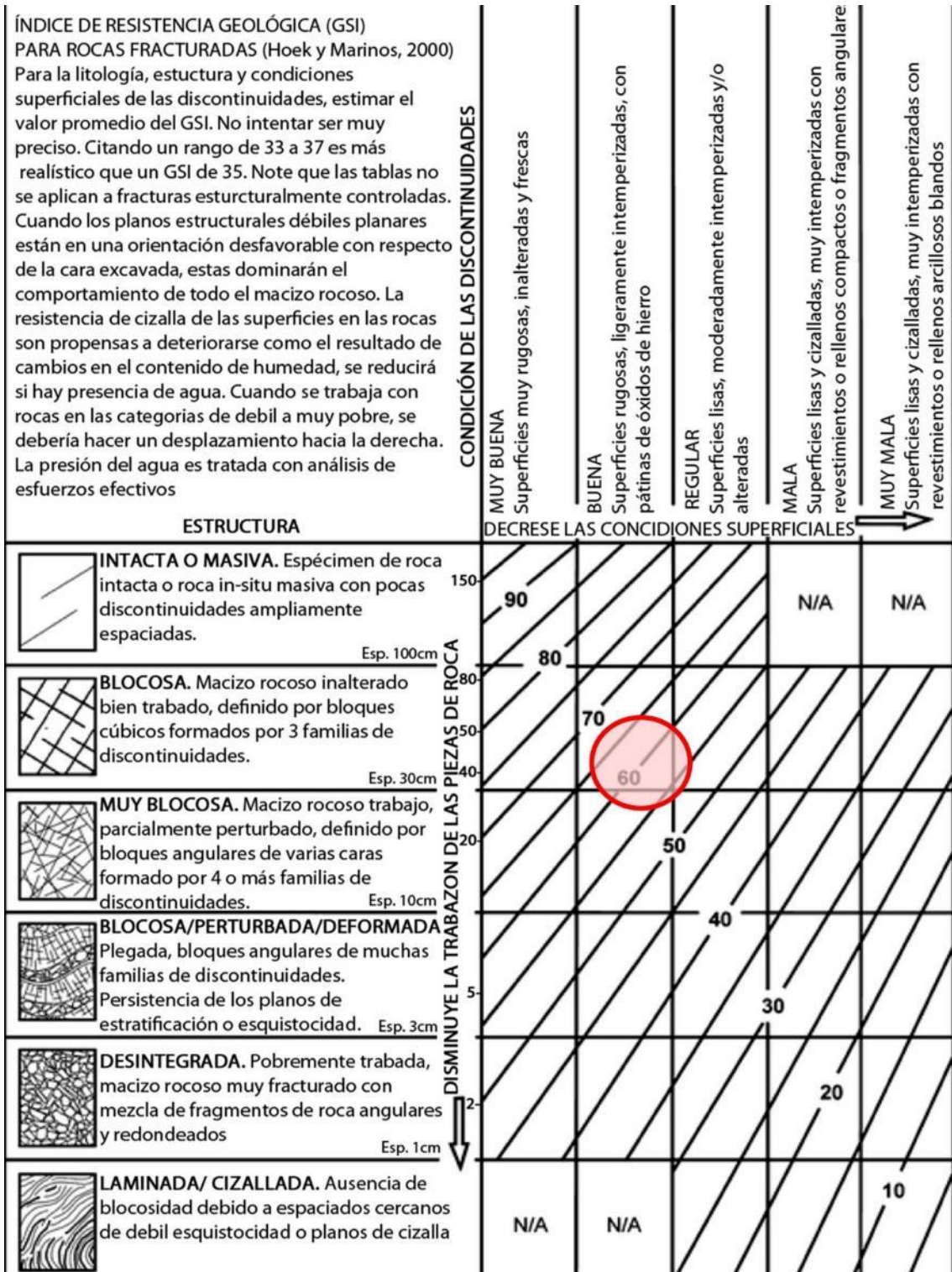


Figura 4. Estructura y calidad de las discontinuidades del macizo rocoso de la Formación Chimú, GSI promedio de entre 54 a 67. **Fuente:** Tabla del Índice Geológico de Resistencia GSI (Hoek, 2007).

3.1.2. Formación Santa (Ki-s)

Esta unidad sobreyace a la Formación Chimú en concordancia estratigráfica, está conformada por areniscas, limolitas y lutitas con alto contenido orgánico, lo que les da un distinguido color negruzco; también existen registros de algunos estratos de calizas que sugieren una transgresión marina en algunos sectores de la cuenca.

3.1.3. Formación Carhuaz (Ki-ca)

Corresponde a areniscas y limolitas con un distinguido color rojizo debido a la alta presencia de óxidos de hierro; también se presentan lutitas gris blanquecinas que intercalan a las areniscas en secuencias rítmicas.

3.1.4. Hipabisal pórfido dacítica (Nm-pda)

Esta unidad representa un cuerpo hipabisal de composición dacítica y textura porfirítica, que corta a las formaciones sedimentarias clásticas del cretácico inferior en forma de sills y diques de varios kilómetros de extensión; está relacionada a la mineralización de la zona.

3.1.5. Depósitos cuaternarios

Depósito coluvio deluvial (Q-cd)

Corresponde a suelos originados por los diferentes movimientos en masa ocurridos en la zona, compuestos principalmente por arenas y bloques, los componentes gruesos tienen forma sub angulosa, debido al poco recorrido que han tenido (fotografía 2).



Fotografía 2. Suelos coluvio deluviales compuestos por bloques en una matriz de arenas y limos.

Tabla 3. Descripción de formaciones superficiales. **Coordenadas:** E: 798393, N: 9125698.

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

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

COMPACIDAD				CLASIFICACIÓN TENTATIVA S.U.C.S.			
SUELOS FINOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS GRUESOS		SUELOS FINOS	
Limos y Arcillas		Arena		Gravas			
<input type="checkbox"/>	Blanda	<input type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	Suelta	<input type="checkbox"/>	ML
<input type="checkbox"/>	Compacta	X	Densa	<input type="checkbox"/>	Med. consolidada	<input type="checkbox"/>	CL
<input type="checkbox"/>	Dura	<input type="checkbox"/>	Muy Densa	<input type="checkbox"/>	Consolidada	<input type="checkbox"/>	OL
				<input type="checkbox"/>	Muy consolidada	<input type="checkbox"/>	PT
						<input type="checkbox"/>	MH
						<input type="checkbox"/>	CH
						<input type="checkbox"/>	OH

Depósito coluvial (Q-cl)

Corresponden a depósitos de bloques y cantos angulosos en matriz de arenas, ubicados en las partes bajas de las laderas muy escarpadas, originados por derrumbes.

Depósito proluvial (Q-pr)

Estos depósitos se ubican en las diversas quebradas de la zona, originados por los flujos de detritos, se encuentran en gran parte en la desembocadura de la quebrada, los depósitos están conformados por gravas y bloques sub ángulos en matriz de arenas y limos.

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 en junio del 2023 por el Ingemmet, lo cual permitirá estudiar el relieve, pendientes y demás características; con el fin de describir subunidades a detalle (escala 1: 5 000).

4.1. Modelo digital de elevaciones (MDE)

La localidad de La Victoria presenta elevaciones que van desde los 3 166 m hasta los 3 569 m, en los cuales se distinguen 9 niveles altitudinales (figura 5), visualizando la extensión con respecto a la diferencia de alturas; el área con mayor pendiente corresponde a terrenos entre altitudes 3 250 y 3 400 m, con pendiente promedio de escarpada a muy escarpada (>25°), conforman vertientes coluvio deluviales y de vertientes coluviales de detritos; además presentan suelos de bloques sub angulosos en una matriz de arenas y limos, de depósitos coluviales y coluvio deluviales.

4.2. Pendiente del terreno

La zona evaluada presenta pendientes que van de terrenos llanos y de suave pendiente (<5°) en el fondo de los cauces fluviales, a terrenos muy escarpados (>45°) en las laderas de montañas (figura 6; mapa 2).

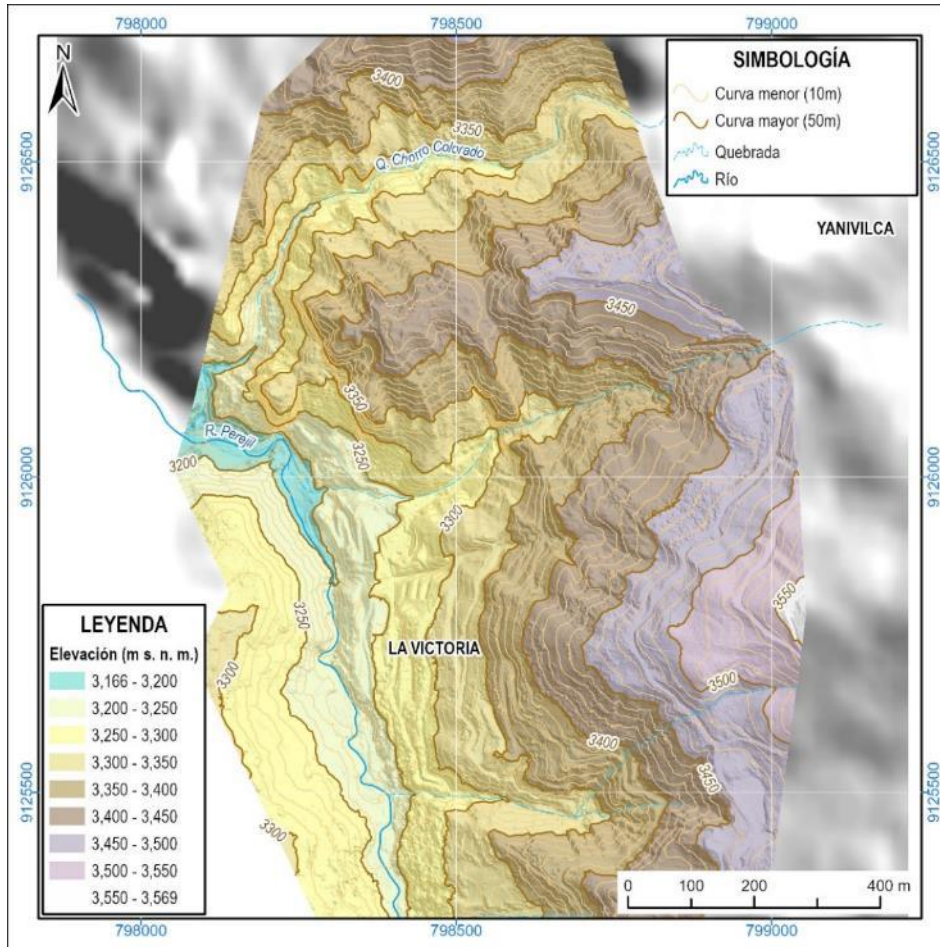


Figura 5. Modelo digital de elevaciones del área evaluada.

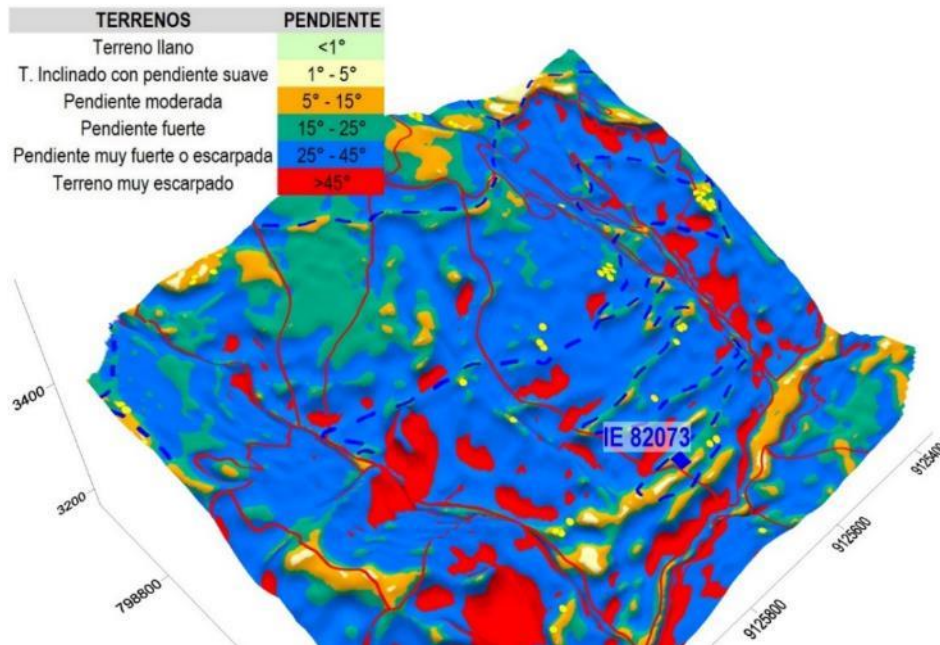


Figura 6. Modelo 3D de las pendientes de la localidad de La Victoria; los movimientos en masa están delimitados en línea roja, las trochas en líneas discontinuas azules, las viviendas en puntos amarillos y la IE 82073 en cuadrado azul.

4.3. Unidades Geomorfológicas

De acuerdo a su origen, se distinguen geoformas tanto de carácter tectónico degradacional y erosional (montaña en roca intrusiva, montaña estructural en roca sedimentaria y montaña en roca sedimentaria), como de carácter deposicional y agradacional (vertiente coluvio deluvial, vertiente con depósito de deslizamiento, vertiente coluvial de detritos, piedemonte proluvial o aluvio torrencial); se grafican en la figura 7 y en el mapa 3.

4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

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

Unidad de 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 una pendiente superior al 17° (Villota, 2005).

- **Sub unidad de montaña en roca intrusiva (M-ri)**

Son terrenos que se ubican al noreste de la zona, correspondiendo a las partes más altas de la zona, muestran relieves rocosos con escasa vegetación, con drenajes sin controles estructurales distinguibles.

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

Forman la mayor parte de los terrenos de la localidad de La Victoria, donde la alta resistencia geológica de las rocas de la Formación Chimú ha generado grandes montañas rocosas, la vegetación es escasa y son visibles controles estructurales noroeste-sureste en el relieve.

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

Son los terrenos ubicados al oeste del Río Perejil, donde las rocas que forman el basamento son de menor resistencia geológica, reflejado en un relieve más suave y mayor densidad de cobertura vegetal.

4.3.2. Geoformas 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 Piedemontes

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

Corresponde a los terrenos moldeados por deslizamientos, donde los materiales en remoción no han sido transportados muy lejos y, muchas veces, conservan la morfología original.

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

Son terrenos donde los materiales han sido transportados por acción de la gravedad y de corrientes torrenciales, mostrando terrenos con acumulación de suelos con mayor transporte y disturbación.

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

Corresponde a terrenos conformados por suelos acumulados por derrumbes, en laderas con pendiente escarpada a muy escarpada, donde la estructura interna de los suelos es muy caótica.

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

Son terrenos ubicados en el fondo de los valles fluviales, donde los suelos sueltos son acumulados por corrientes torrenciales estacionales; sus componentes gruesos muestran un mayor redondeamiento debido al mayor transporte que han sufrido.



Figura 7. Geoformas cartografiadas en la localidad de La Victoria: Montaña estructural en roca sedimentaria (ME-rs), montaña en roca sedimentaria (M-rs), vertiente coluvio deluvial (V-cd), vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd), piedemonte proluvial o aluvio torrencial (P-pral).

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

La localidad de La Victoria se encuentra ubicada en un sector muy susceptible a movimientos en masa, debido a la pendiente muy escarpada de sus laderas, naturaleza incompetente de su litología (reflejada en depósitos coluviales, coluvio deluviales y proluviales poco consolidados) y actividades antrópicas como excavación de las laderas para la conformación de vías y viviendas, así como la actividad minera extractiva; todos estos factores hacen que los taludes sean muy inestables, por lo que, debido a fuertes lluvias, se pueden generar deslizamientos, derrumbes o flujos de detritos, constantemente (figura 8);

También, puede surgir la combinación de alguno de estos movimientos, como el movimiento complejo de La Victoria del 14 de marzo del 2023, el cual consistió en un deslizamiento-flujo de detritos no canalizado generado en suelos inconsolidados acumulados por derrumbes y deslizamientos ubicados en la parte alta de la ladera.

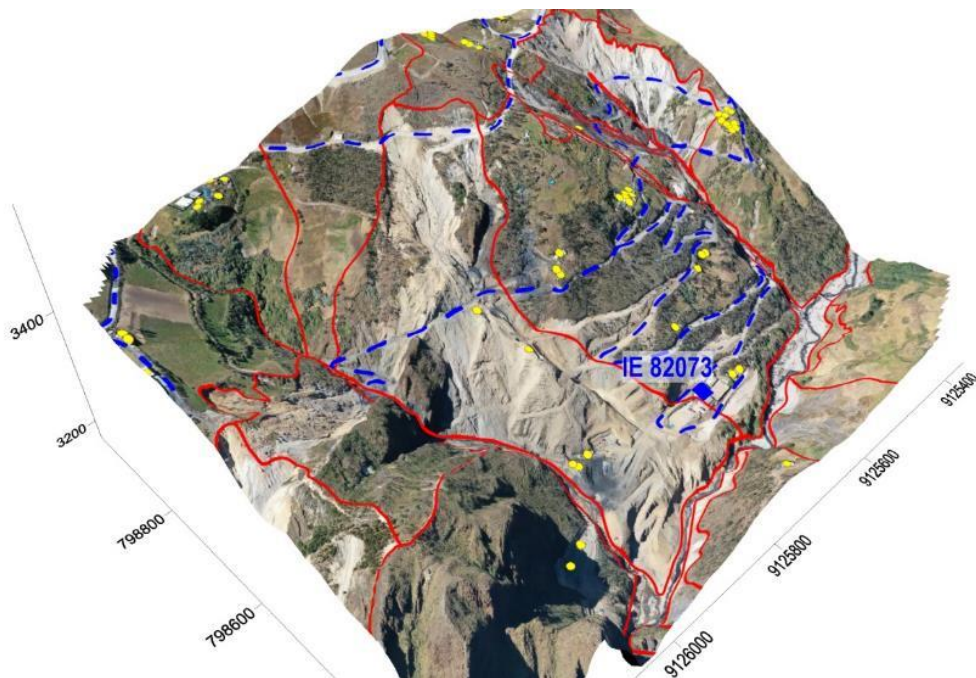


Figura 8. Modelo 3D de la localidad de La Victoria, los movimientos en masa están delimitados en línea roja, las trochas en azules, las viviendas en puntos amarillos y la IE 82073 en cuadrado azul.

5.1. Movimiento complejo La Victoria

Este movimiento en masa causó la muerte de 7 pobladores de la localidad de La Victoria, además de 18 heridos, la destrucción de varias viviendas y la afectación a las instalaciones de la I. E. 82073 (figura 9).

Se produjo a partir de los suelos sueltos movilizados por derrumbes y deslizamientos en la parte alta, los mismos que se sobresaturaron a mediados de marzo del 2023, debido a las lluvias de intensidad extremas ocurridas en la zona.

En la figura 10 se muestra el estado de las laderas de montaña antes del movimiento complejo (deslizamiento-flujo), se puede observar surcos dejados por el drenaje superficial, además de campamentos mineros artesanales quienes se dedicaban a la extracción de carbón.



Figura 9. Vista del movimiento complejo de La Victoria el 14/03/2023; el área de impacto está delimitada en línea amarilla.

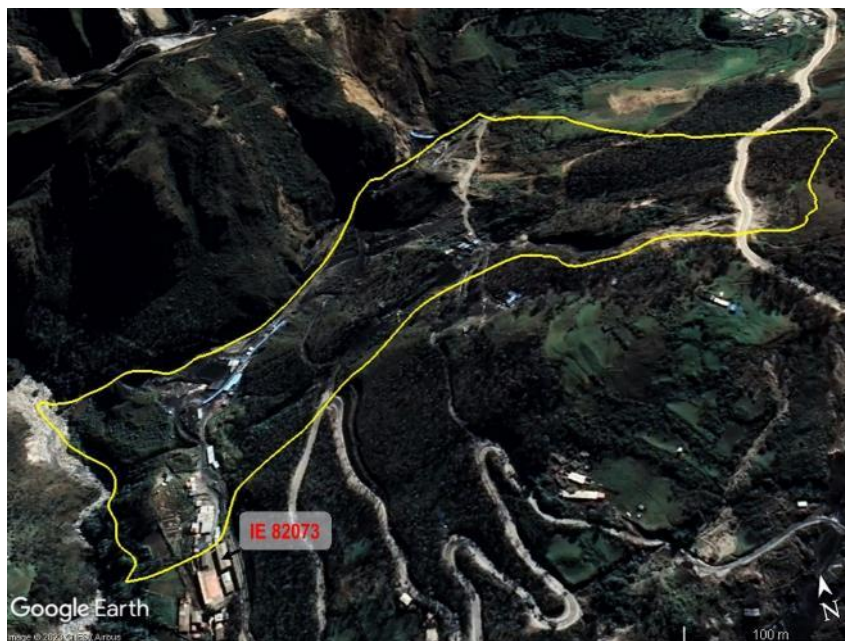


Figura 10. Imagen satelital de la localidad de la victoria en mayo del 2022; el área del movimiento complejo del 2023 está delimitado en línea amarilla.

Los flujos de detritos se fueron generando en diversos episodios que discurrieron ladera abajo, produciendo corrientes de más de 20 m de altura debido a la pendiente muy escarpada en algunos sectores (figura 11).

En la figura 12 se muestra una parte de los daños materiales en la localidad La Victoria, tanto a maquinarias como en viviendas, además a la IE 82073.



Figura 11. Uno de los flujos de más de 20 m de altura captado el 14 de marzo del 2023.



Figura 12. Daños en la localidad de La Victoria en marzo del 2023, se aprecia la IE 82073 en la parte posterior.

5.1.1. Análisis longitudinal

En la figura 13 se muestra la extensión horizontal del movimiento complejo de 570 m y 300 m de desnivel; además se expone la ubicación del ingreso de la IE 82073; se grafican los suelos coluvio deluviales superficiales, sobre los cuales se ha producido el movimiento complejo, estos suelos cubren a las areniscas de la Formación Chimú.

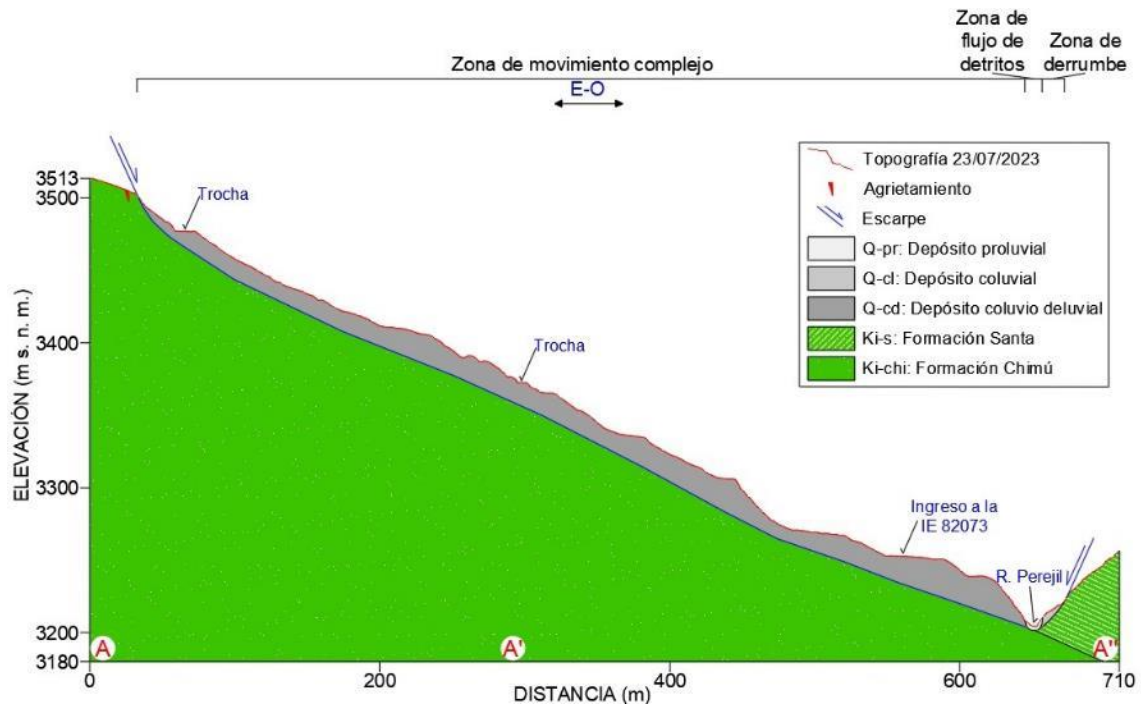


Figura 13. Perfil longitudinal A-A'-A'' donde se aprecia la distribución de los materiales geológicos del movimiento complejo La Victoria.

En la figura 14 se muestra la parte alta del movimiento, donde existen diversos escarpes de derrumbes y deslizamientos, que generan suelos sueltos constantemente, que son arrastrados por corrientes torrenciales a modo de flujos de detritos ladera abajo, durante temporadas de lluvias intensas.



Figura 14. Vista de la parte alta del movimiento complejo La Victoria, se aprecia la corona principal del movimiento (en rojo) además de escarpes secundarios (en amarillo) y la corona de un deslizamiento (en celeste) que tiene una dirección de movimiento divergente.

En la figura 15 se muestra la parte baja del movimiento complejo, donde los terrenos tienen una pendiente muy escarpada, factor que contribuyó al rápido movimiento del flujo generado en marzo del 2023.



Figura 15. Vista de la parte baja del movimiento complejo La Victoria, el área afectada está delimitada en rojo, además se muestra el cauce del río Perejil (en verde) donde discurren constantes flujos de detritos.

El flujo alcanzó al río Perejil (fotografía 3), donde la corriente continua del río acarreó el depósito acumulado aguas abajo. En este sector se realizó la búsqueda y posterior ubicación de algunas de las víctimas sepultadas.



Fotografía 3. Parte final del movimiento complejo La Victoria, en el margen del río Perejil en marzo del 2023.

5.1.2. Características visuales y morfométricas

- Tipo de movimiento: movimiento complejo de tipo deslizamiento-flujo.
- Estado: Latente.
- Velocidad: Extremadamente rápido (varios metros por segundo).
- Deformación del terreno: Escalonado-Ondulado.
- Composición del depósito: bloques (25%) y matriz areno limosa (tabla 3).

Morfometría del movimiento complejo Recta

- Área: 116 678 m² (11.7 ha).
- Volumen: 875 085 m³ (0.9 hm³)
- Perímetro: 1 861 m.
- Diferencia de alturas del movimiento: 300 m.
- Desplazamiento horizontal: 570 m.
- Pendiente promedio: 27.8°.
- Dirección del movimiento: N267° (E-O)
- Longitud de escarpe principal: 371 m.
- Salto principal: 3-10 m.

Factores condicionantes

- Litología y naturaleza incompetente de materiales, compuesto por suelos coluvio deluvial de bloques y gravas en una matriz areno limosa que cubren las areniscas medianamente fracturadas y moderadamente meteorizadas de la Formación Chimú.
- Ladera de pendiente escarpada a muy escarpada (>25°), que conforman geoformas de vertientes coluvio deluviales, muy susceptibles a movimientos en masa. Permite que el material inestable de la ladera se desplace cuesta abajo.

Factores antrópicos

- Deforestación de laderas.
- Corte de taludes para trazado de vías.
- Excavaciones para extracción de carbón antracita sin un criterio geotécnico adecuado.
- Ausencia de drenajes adecuados en los terrenos y vías locales.

Factor detonante

- Precipitaciones pluviales extremas y prolongadas, como las registradas los días 9 y 13 de marzo alcanzaron 40.7 y 39.6 mm/día, respectivamente, en la estación Huangacocha, Huamachuco (La Libertad) (figura 3).

Daños ocasionados

- 7 personas fallecidas y 18 heridas.
- 5 viviendas destruidas.
- 1 institución educativa (N° 82073) afectada.

5.2. Sector de derrumbes norte

Al norte de la localidad de La Victoria se han cartografiado 5 derrumbes activos (figura 16) que abarcan un área de 127 092 m² (12.7 ha); desarrollados en laderas de montaña con pendiente muy escarpada que conforman geoformas de vertientes coluviales de detritos, mientras la litología está representada por depósito de coluviales conformados por bloques y gravas en una matriz areno limosa, siendo el basamento del sector las areniscas cuarzosa de la Formación Chimú.

En este sector, los derrumbes solo han afectado laderas con pastos y arbustos propios de la zona, sin embargo, muestran la alta inestabilidad presente ante movimientos en masa, por lo que se debe delimitar la zona de muy alto peligro para evitar cualquier edificación de viviendas o infraestructuras públicas.



Figura 16. Vista de los diversos derrumbes ubicados al norte de la localidad de La Victoria.

5.3. Sector de derrumbes sur

Al sur de la localidad de La Victoria se han cartografiado diversos derrumbes que, con el tiempo, convergen en un solo cuerpo (figura 17) el mismo que cubre un área de 48 381 m²; los suelos movilizados han generado flujos de detritos en temporadas de lluvias intensas.

Los derrumbes en este sector afectan las trochas de ingreso a viviendas; también se evidencia la presencia de excavaciones subterráneas para la extracción de carbón antracita.



Figura 17. Vista del sector de derrumbes al sur de la localidad de La Victoria, donde existen excavaciones para la extracción de carbón antracita.

5.4. Deslizamiento oeste

Corresponde a un deslizamiento rotacional activo, desarrollado en suelos coluvio deluviales de arenas poco consolidadas ubicado al oeste de la localidad de La Victoria, donde los terrenos presentan pendiente escarpada (25° a 45°) y una geoforma de vertiente con depósito de deslizamiento.

El área afectada por este movimiento en masa es de $27\,331\text{ m}^2$, presenta una corona de 319 m de largo, 180 m de desplazamiento horizontal, una diferencia de alturas de la corona a la punta de 90 m y un salto vertical de entre 1 a 3 m; solo ha afectado a pastizales propios de la zona.

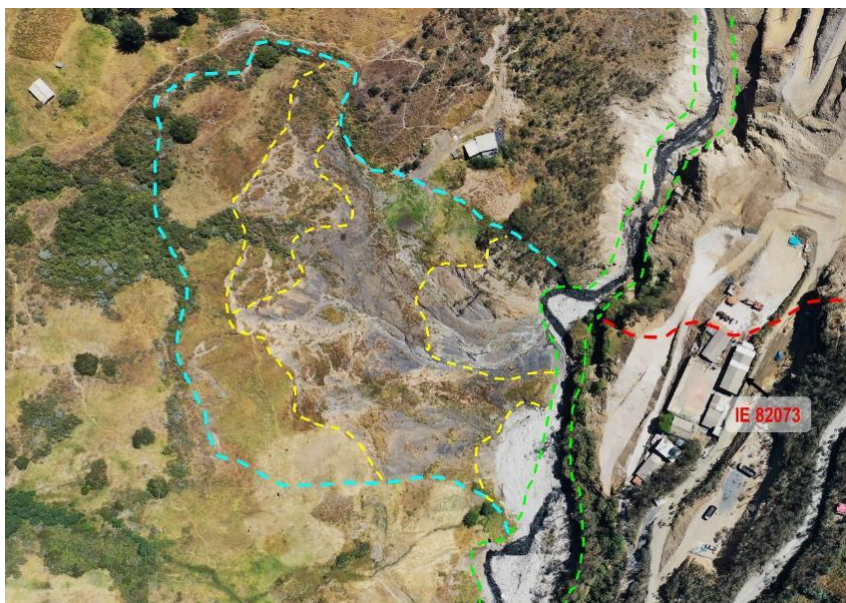


Figura 18. Deslizamiento al oeste de la localidad de La Victoria (delimitado en línea celeste), el cual alcanza al curso del río Perejil, los escarpes secundarios resaltan en línea amarilla, un flujo de detritos en el río en línea verde y la zona de movimiento complejo en línea roja.

6. CONCLUSIONES

- a. En la localidad de La Victoria y alrededores se han generado diversos movimientos en masa tipo: deslizamientos, derrumbes y flujos de detritos; los cuales en sinergia generaron el deslizamiento-flujo del 14 de marzo del 2023, que dejó la pérdida de 7 vidas humanas y 18 heridos, destrucción de 5 viviendas y la afectación de la infraestructura de la institución educativa N° 82073.
- b. Dentro del contexto litológico las areniscas cuarzosas, medianamente fracturadas y moderadamente meteorizadas de la Formación Chimú y la presencia de depósitos coluviales, coluvio deluviales y proluviales, que condicionan la susceptibilidad a remoción en masa.
- c. Los factores antrópicos que condicionaron la generación del movimiento complejo son:
 - Deforestación de laderas, que permite la infiltración del agua de lluvia hacia el depósito
 - Corte de taludes para trazado de vías, sin ningún criterio geotécnico, inestabiliza la ladera.
 - Excavaciones para extracción de carbón antracita, de forma inadecuada sin criterio geotécnico inestabiliza la ladera
 - Ausencia de drenajes adecuados, permite la infiltración de agua al subsuelo, saturándolo.
- d. El área afectada por el deslizamiento-flujo abarca un total de 11.7 ha y un volumen aproximado de 0.9 hm³.
- e. El factor detonante del deslizamiento-flujo, derrumbes y flujos de detritos fueron las precipitaciones pluviales extremas y prolongadas, como las que se generaron el 9 y 13 de marzo que alcanzaron 40.7 y 39.6 mm/día, respectivamente, en la estación Huangacocha (La Libertad).
- f. De acuerdo al análisis en el área de impacto por movimientos en masa en la localidad de La Victoria, distrito Quiruvilca, y por las condiciones geomorfológicas y geodinámicas, se considera **Zona Crítica de Peligro Alto a Muy Alto** ante movimientos en masa.

7. RECOMENDACIONES

- a) Reubicar las viviendas y la institución educativa afectadas por el movimiento complejo; en terrenos que cumplan con las condiciones de estabilidad adecuadas.
- b) Prohibir la deforestación en las inmediaciones de los movimientos en masa cartografiados.
- c) Capacitar a la población en temas de Gestión del Riesgo de Desastres, ejecutar simulacros de una probable reactivación del movimiento complejo (deslizamiento-flujo), que contemple el recorrido a través de rutas de evacuación a zonas seguras.
- d) Construir drenes de coronación y perimetrales impermeabilizados alrededor de los terrenos afectados por el movimiento complejo (Anexo 2A – figura 19).
- e) Reforestar las laderas con especies nativas y de raíces densas el terreno impactado por deslizamiento-flujo (Anexo 2b – figura 20 y fotografía 4).
- f) Monitorear las actividades mineras en la localidad de La Victoria, con el fin de verificar que cumplan los protocolos de estabilidad de taludes, planes de minado y demás instrumentos de control vigentes.



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

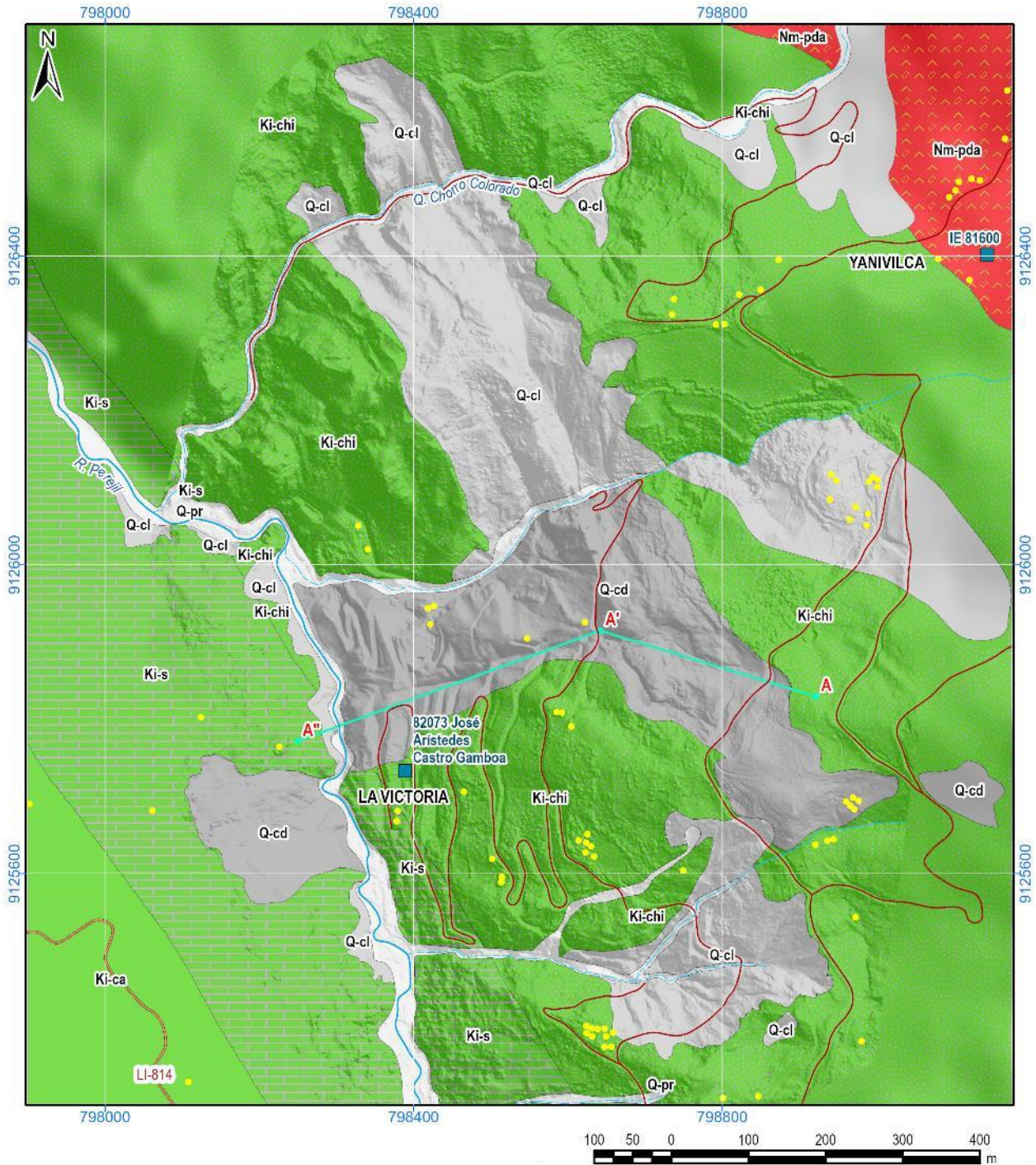


ING. JERSY MARIÑO SALAZAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

8. BIBLIOGRAFÍA

- Hoek, E. (2007). Rock Mass Properties. En *Practical Rock Engineering* (2a ed., pp. 190–236). Rocscience.
- INEI. (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
- Ingemmet. (2021). *Mapas geológicos integrados 50k ver 2021*. <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- Medina Allica, L., Luque Poma, G., & Pari Pinto, W. (2012). *Riesgo geológico en la región La Libertad*. INGEMMET. Boletín N° 50, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica.
- PMA. (2007). *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas* (1a ed.). Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas.
- 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. (2014). *Umbrales y precipitaciones absolutas*.
- Senamhi. (2020). *Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional*. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Suárez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales* (Ltda, Ed.; 1a ed.). Publicaciones UIS.
- Suárez Díaz, J. (2007). *Deslizamientos - Técnicas de Remediación* (1a ed.). Erosion.com.
- Villota, H. (2005). *Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras* (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

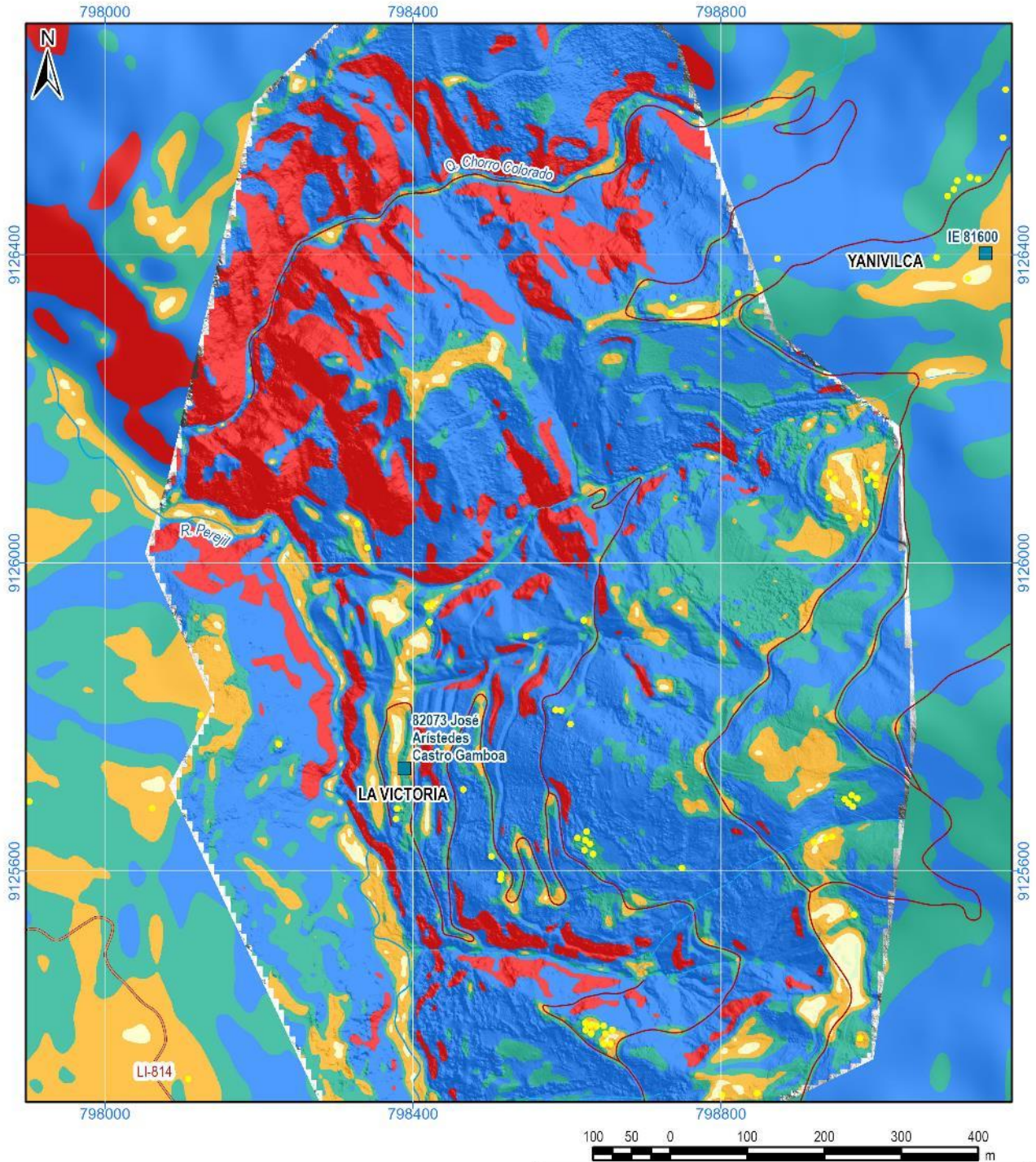
ANEXO 1. MAPAS



SIMBOLOGÍA	
	Institución Educativa
	Vivienda
	Quebrada
	Río
	Trocha
	Vía vecinal afirmada
	Línea de perfil

LEYENDA	
	Q-pr: Depósito proluvial
	Q-cl: Depósito coluvial
	Q-cd: Depósito coluvio deluvial
	Nm-pda: Hipabisal pórfido dacítico
	Ki-ca: Formación Carhuaz
	Ki-s: Formación Santa
	Ki-chi: Formación Chimú

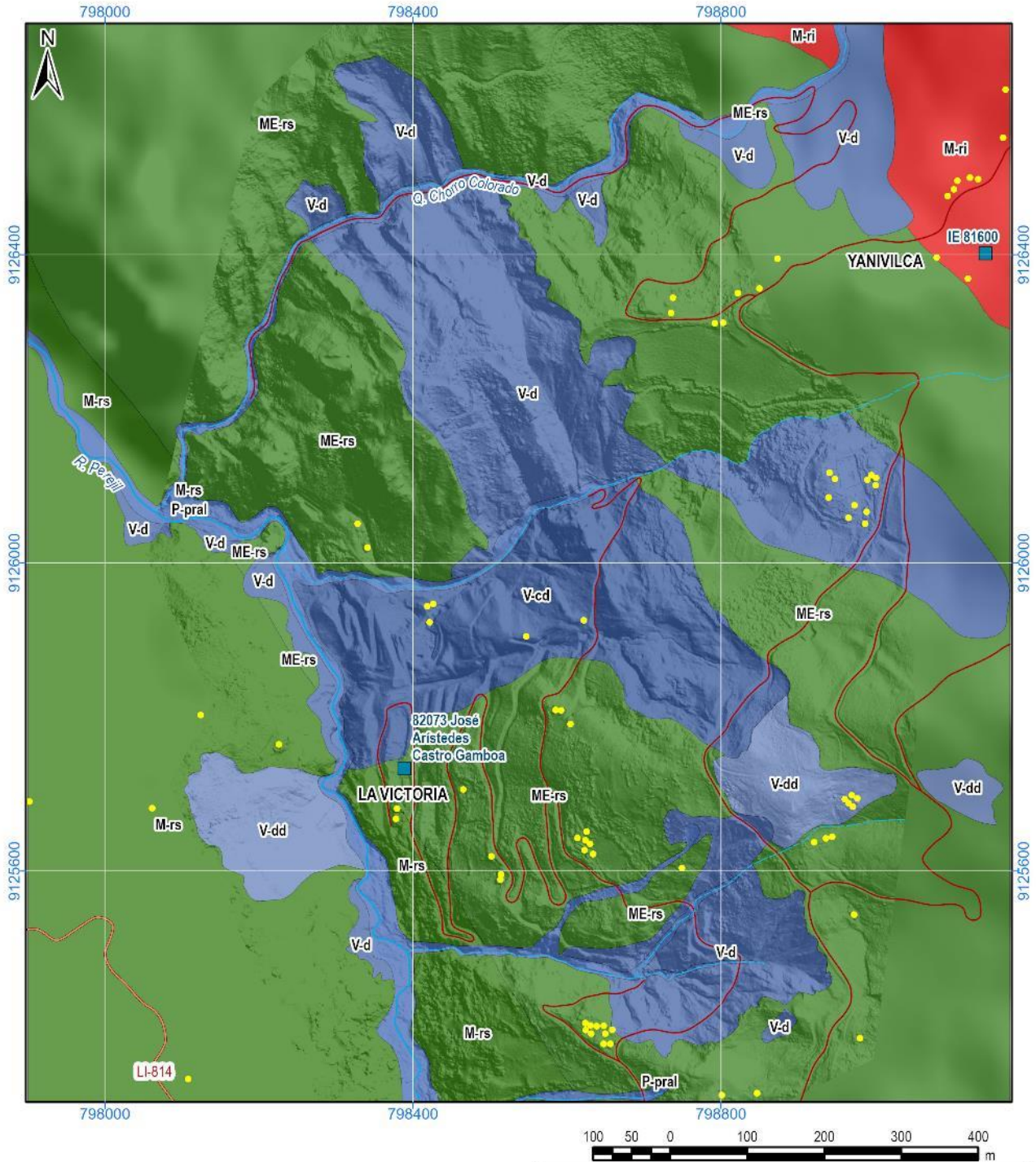
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
LA LIBERTAD - SANTIAGO DE CHUCO - QUIRUVILCA	
GEOLOGÍA DE LA LOCALIDAD DE LA VICTORIA	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/8,000	Versión digital: 2023
MAPA	
1	



SIMBOLOGÍA	
	Institución Educativa
	Vivienda
	Quebrada
	Río
	Trocha
	Via vecinal afirmada

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

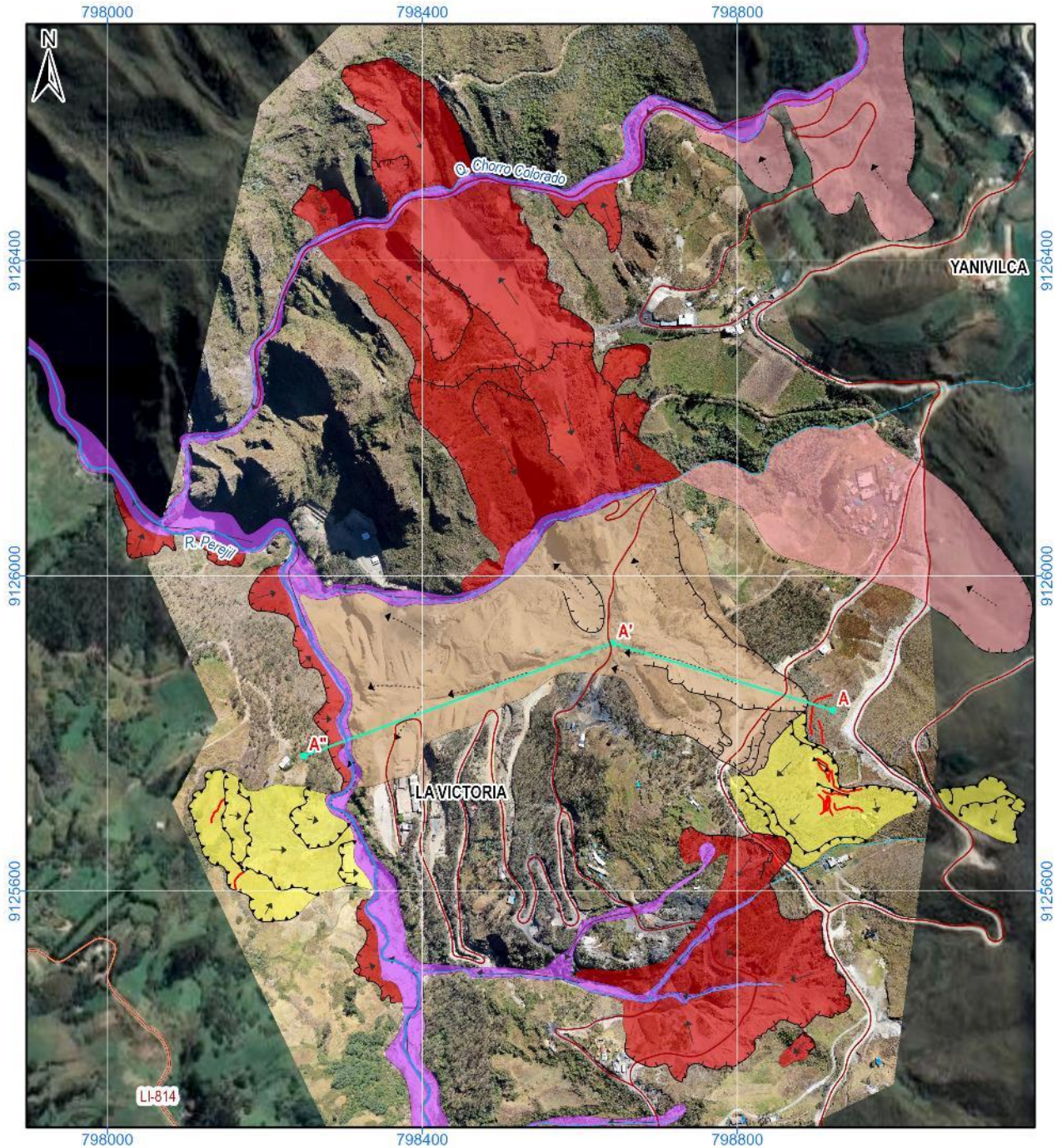
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL LA LIBERTAD - SANTIAGO DE CHUCO - QUIRUVILCA		
PENDIENTES DEL TERRENO EN LA LOCALIDAD DE LA VICTORIA		
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León	MAPA 2
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84	
Escala: 1/8,000	Versión digital: 2023	



SIMBOLOGÍA	
	Institución Educativa
	Vivienda
	Quebrada
	Río
	Trocha
	Via vecinal afirmada

LEYENDA	
	M-ri: Montaña en roca intrusiva
	ME-rs: Montaña estructural en roca sedimentaria
	M-rs: Montaña en roca sedimentaria
	V-cd: Vertiente coluvio deluvial
	V-dd: Vertiente con depósito de deslizamiento
	V-d: Vertiente coluvial de detritos
	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 LA LIBERTAD - SANTIAGO DE CHUCO - QUIRUVILCA	
GEOMORFOLOGÍA DE LA LOCALIDAD DE LA VICTORIA	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/8,000	Versión digital: 2023
MAPA 3	



SIMBOLOGÍA	
	Quebrada
	Río
	Trocha
	Vía vecinal afirmada
	Agrietamiento
	Escarpe de derrumbe activo
	Escarpe de derrumbe inactivo
	Escarpe de deslizamiento activo
	Dirección de movimiento inactivo
	Dirección de movimiento activo
	Línea de perfil

LEYENDA	
	Derrumbe activo
	Derrumbe inactivo relicto
	Deslizamiento rotacional activo
	Flujo de detritos inactivo latente
	Movimiento complejo inactivo latente



SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL LA LIBERTAD - SANTIAGO DE CHUCO - QUIRUVILCA	
CARTOGRAFIADO DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA LOCALIDAD DE LA VICTORIA	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/8,000	Versión digital: 2023
MAPA 4	

ANEXO 2. MEDIDAS CORRECTIVAS

Para movimientos en masa

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

a. Drenaje Superficial

Las zanjas construidas permiten la recolección de aguas superficiales, captan la escorrentía tanto de la ladera, como de la cuenca de drenaje arriba del talud y desvía el agua a las quebradas adyacentes al cuerpo de los movimientos en masa, evitando su infiltración, captando el agua de escorrentía, llevándola a un sitio lejos del movimiento en masa. Éstas deben ser construidas en la parte superior al escarpe principal del deslizamiento (Figura 19). 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.

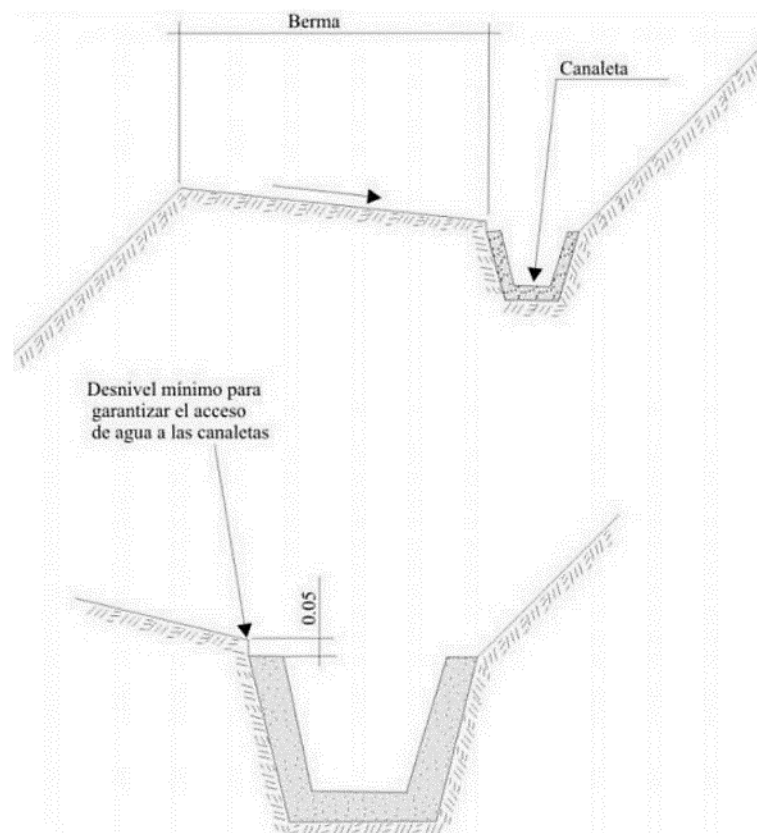


Figura 19. Detalle una canaleta de drenaje superficial (zanjas de coronación). Tomado de INGEMMET (2000).

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).

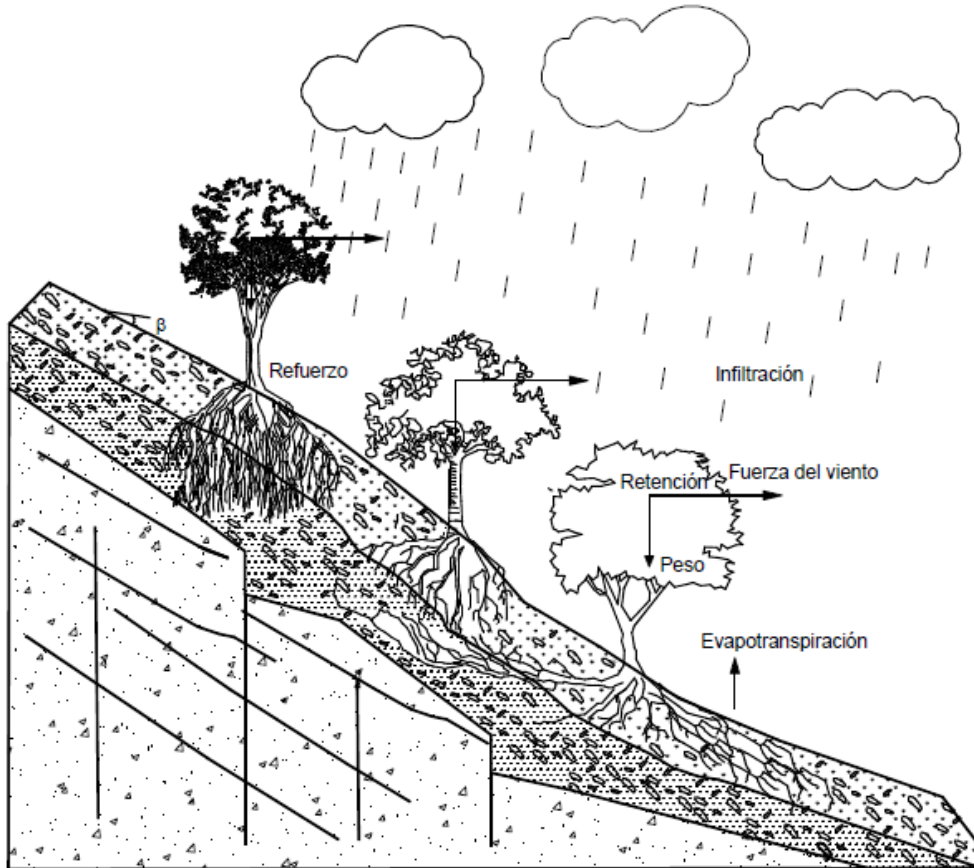


Figura 20. Estabilización de taludes utilizando vegetación. **Fuente:** Suarez, Díaz 2007.



Fotografía 4. Ejemplo de bioingeniería con arbusto (vetiver) en taludes de materiales sueltos.