



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

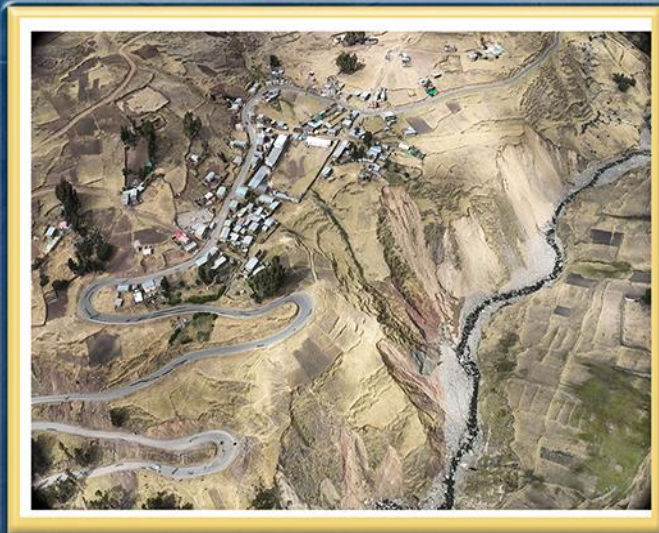
Informe Técnico N° A7741

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR CHOCHAPATA, CENTRO POBLADO PAMPA DEL CARMEN, COMUNIDAD DE CARHUAPATA

Departamento: Huancavelica

Provincia: Angaraes

Distrito: Lircay



MARZO
2026

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR
CHOCHAPATA, CENTRO POBLADO PAMPA DEL CARMEN, COMUNIDAD
DE CARHUAPATA**

*Distrito Lircay
Provincia Angaraes
Departamento Huancavelica*



Elaborado por la Dirección de
Geología Ambiental y Riesgo
Geológico del Ingemmet

Equipo de investigación:

Mauricio A. Núñez Peredo

Angel G. Luna Guillén

Referencia bibliográfica

Núñez, M. (2026). "Evaluación de peligros geológicos en el sector Chochapata, Centro Poblado Pampa del Carmen, Comunidad de Carhuapata". Distrito Lircay, provincia Angaraes, departamento Huancavelica. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N°A7741, 34p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Objetivos del estudio	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores.....	3
1.3. Aspectos generales	4
1.3.1. Ubicación.....	4
1.3.2. Población.....	4
1.3.3. Accesibilidad.....	4
1.3.4. Clima	6
2. DEFINICIONES	7
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	9
2.1. Unidades litológicas	9
2.1.1. Grupo Mitu (PsT-mi/sed).....	9
2.1.2. Formación Condorsinga	9
2.1.3. Depósitos cuaternarios	10
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	12
4.1. Pendientes del terreno.....	12
4.2. Unidades geomorfológicas	15
4.2.1. Unidad de Montañas.....	15
4.2.2. Unidad de vertiente.....	15
4.2.3. Unidad de piedemonte y abanico.....	16
5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA.....	16
5.1. Movimientos en masa antiguos	17
5.1.1. Movimiento complejo (b1).....	17
5.1.2. Deslizamiento rotacional (b2)	17
5.2. Movimientos en masa recientes	19
6. FACTORES DE LA INESTABILIDAD DE LA LADERA.....	24
6.1. Factores condicionantes.....	24
6.2. Factores detonantes o desencadenantes.....	25
7. CONCLUSIONES.....	26
8. RECOMENDACIONES.....	27
9. BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXO 1: MAPAS.....	30

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector de Chochapata, Centro Poblado Pampa del Carmen, Comunidad de Carhuapata, distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualización, confiable y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

El área de estudio se emplaza sobre una ladera de montaña desarrollada en rocas sedimentarias, compuestas por areniscas, limoarcillitas y conglomerados, las cuales se encuentran muy fracturadas y moderadamente a altamente meteorizadas, cubiertas por depósitos coluviales y coluvio–deluviales poco consolidados. Estas condiciones litológicas y estructurales, sumadas a pendientes pronunciadas (35° a 55°), generan un entorno altamente susceptible a procesos de inestabilidad.

La evidencia geomorfológica y geodinámica permitió identificar la presencia de movimientos en masa antiguos (movimientos complejos y deslizamientos rotacionales), sobre los cuales se han desarrollado movimientos en masa activos, principalmente deslizamientos y derrumbes, localizados en el pie de ladera. Estos movimientos se manifiestan mediante escarpes reactivados, grietas de tracción, deformaciones diferenciales del terreno y surgencias de agua, afectando directamente a viviendas ubicadas próximas a la corona de deslizamientos activos.

Además, la infiltración de aguas superficiales y subterráneas constituye uno de los principales factores de inestabilidad, evidenciada por la presencia de puquiales, escorrentía superficial mal conducida y surgencias localizadas al pie de la ladera. Asimismo, la erosión fluvial del río Carhuapata contribuye a la pérdida de soporte basal de la ladera, favoreciendo la reactivación de los movimientos en masa.

El factor antrópico agrava significativamente la inestabilidad del terreno, principalmente por la instalación de Unidades Básicas de Saneamiento (baños) con mini sistemas de percolación; así como también la ausencia de drenaje pluvial y alcantarillado, y el uso agrícola del suelo en zonas inestables, lo que incrementa la saturación del suelo y reduce su resistencia al corte.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas mencionadas líneas arriba, el área urbana del sector Chochapata, se encuentra en una **Zona Crítica** y de **Peligro Alto** ante la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes, los cuales pueden ser desencadenados por sismos y/o lluvias excepcionales y/o prolongadas asociadas al Fenómeno El Niño o eventos climáticos similares.

Finalmente, se brindan recomendaciones correctivas generales a fin de que las autoridades competentes lo pongan en práctica como son: Reubicar las viviendas ubicadas próximas a la corona del deslizamiento activo; implementar medidas de control y manejo de aguas superficiales, realizar la captación y la derivación de las aguas de escorrentía que discurren en el cuerpo del deslizamiento, ejecutar obras de estabilización al pie de ladera y control de erosión fluvial, implementar un sistema de monitoreo geotécnico, vinculado a protocolos de alerta temprana, entre otras.

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

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Provincial de Angaraes según Oficio N°519-2025-MPAL-ALC; es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el Sector denominado Chochapata del centro poblado de Pampa del Carmen de la comunidad de Carhuapata.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los ingenieros geólogos Mauricio Núñez Peredo y Gonzalo Luna Guillen, para realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva, en el sector mencionado en el párrafo anterior. Los trabajos de campo se realizaron previa coordinación con representantes de Defensa Civil del Distrito de Lircay.

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 Provincial de Angaraes 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. A fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en el Sector de Chochapata del centro poblado de Pampa del Carmen.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de la ocurrencia de peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a temas de geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes:

- A) Boletín N°69, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligro Geológico en la Región Huancavelica” (Vílchez et al., 2019). Este estudio muestra el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:250 000 (figura 1) donde el área de evaluación y alrededores, se localizan en zonas de susceptibilidad **alta y muy alta**.

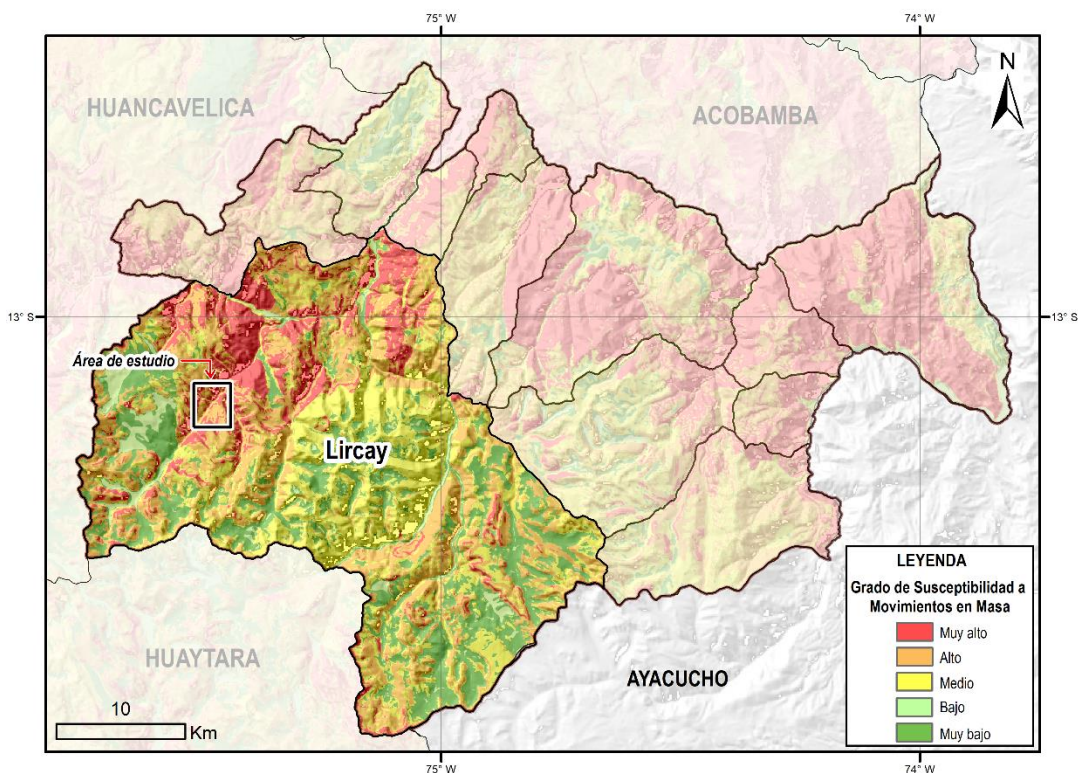


Figura 1: Susceptibilidad por movimientos en masa del distrito de Lircay y alrededores.
Fuente: Vílchez et al., 2019.

- B) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Huachocolpa 27-n (Valdivia, & Raymundo, 2003). Estudio realizado dentro de la actualización de la Carta Geológica Nacional a escala 1:50 000, el cual contempla la descripción detallada de las unidades litoestratigráficas de la zona evaluada, que corresponde a rocas sedimentarias del Grupo Mitu y la Formación Condorsinga.
- C) Boletín N° 63, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología del cuadrángulo de Huachocolpa (Morche et al., 1996). Describe la geología regional a escala 1:100 000, de la zona de estudio y alrededores.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El Sector de Chochapata se encuentra integrada al centro poblado de Pampa del Carmen, el cual forma parte de la comunidad de Carhuapata; situada en la margen derecha del río Carhuapata. Políticamente pertenece al distrito de Lircay, provincia de Angaraes y departamento de Huancavelica (figura 2).

Las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) se muestran en la siguiente tabla 1, donde se detallan los puntos de referencia geográfica que definen su ubicación:

Tabla 1. Coordenadas de ubicación del área de estudio.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	519533.2777	8556637.258	-13.05624631°	-74.81983205°
2	519537.6381	8555220.123	-13.06906091°	-74.81978254°
3	518191.3141	8555215.981	-13.06910673°	-74.83220113°
4	518186.9537	8556633.116	-13.05629212°	-74.8322500°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
	518781.9608	8555970.282	-13.062282°	-74.826758°

1.3.2. Población

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la población censada de la localidad de Chochapata fue de 218 habitantes distribuidos en un total de 78 viviendas particulares.

Tabla 2: Distribución poblacional del área evaluada.

DISTRITO	CENTRO POBLADO	LOCALIDAD	POBLACIÓN	VIVIENDAS
Lircay	Pampa del Carmen	Chochapata	218	78

1.3.3. Accesibilidad

El acceso se realiza por vía terrestre desde la sede central de Ingemmet, mediante la siguiente ruta (tabla 3):

Tabla 3. Ruta de acceso.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Pisco	Asfaltada	235	3 horas 30 min
Pisco – Carhuapata	Asfalta / Afirmada	275	5 horas

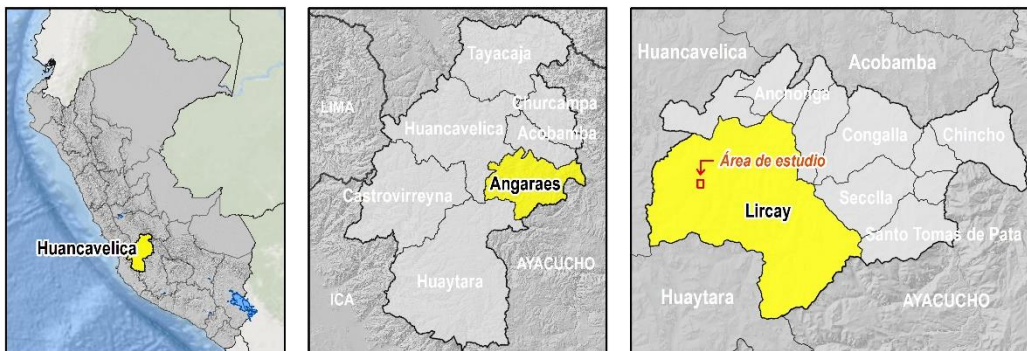
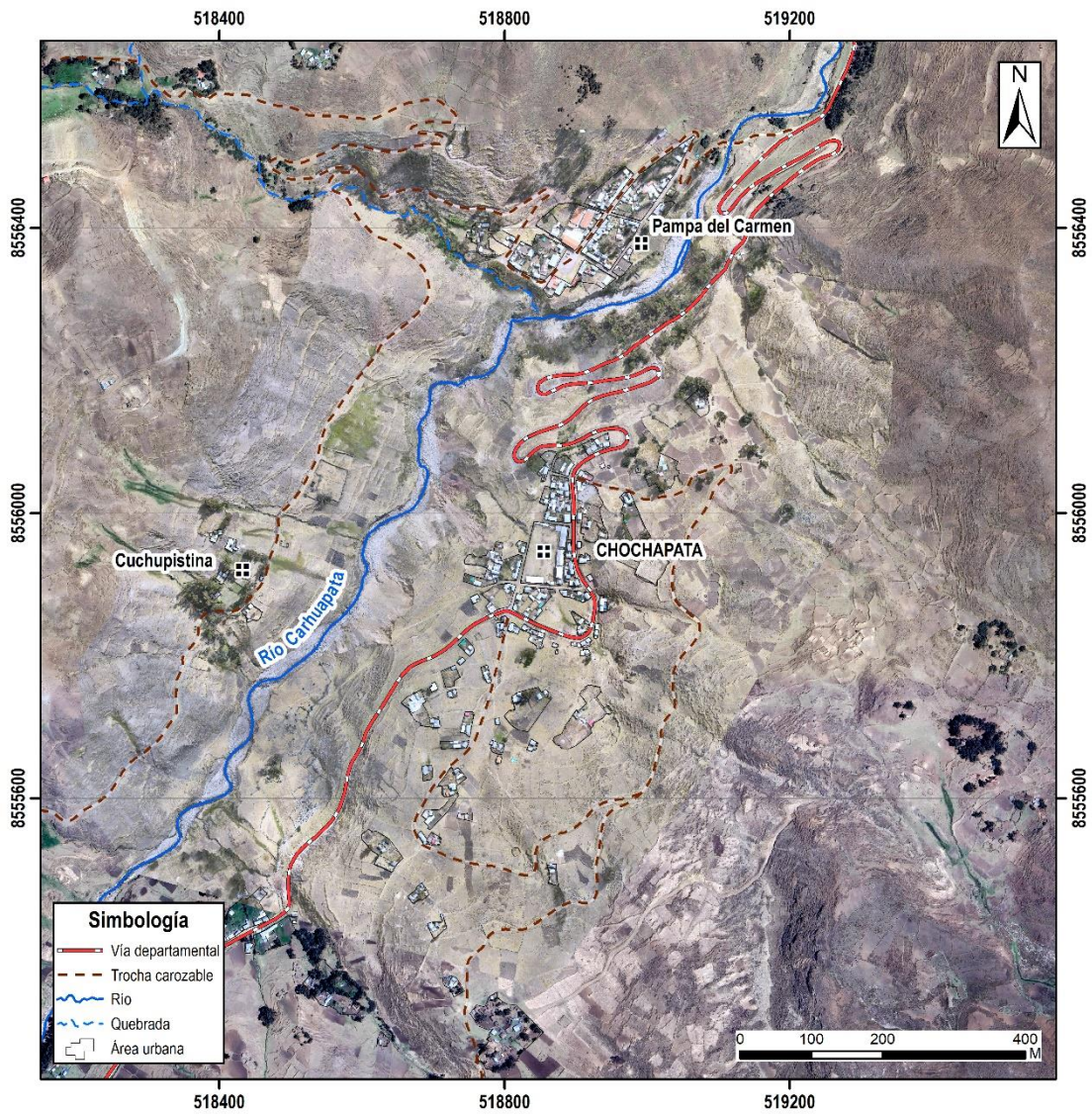


Figura 2: Ubicación de la localidad de Ccochapata, Centro Poblado Pampa del Carmen, Comunidad de Carhuapata. Distrito Lircay, provincia Angaraes, departamento Huancavelica.

1.3.4. Clima

Según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), el distrito de Lircay presenta un clima frío, lluvioso, con deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda.

En cuanto al régimen de lluvias, de acuerdo con los registros de la estación pluviométrica de Lircay (Código: 000657) del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), la precipitación diaria acumulada registrada para el periodo febrero de 1965 – abril de 2024 alcanzó un valor máximo de 49.7 mm, presentando valores que fluctúan generalmente entre 25 mm y 50 mm (figura 3).

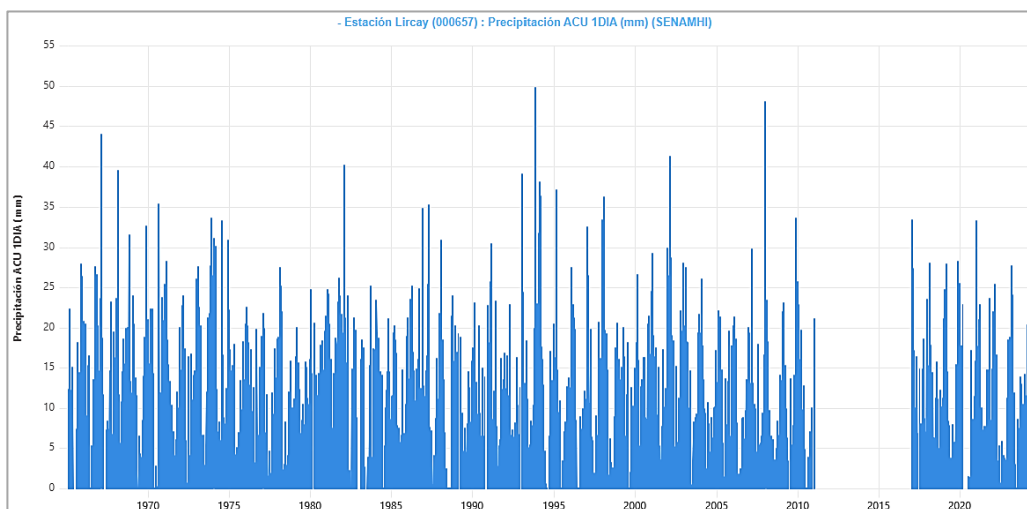


Figura 3. Precipitaciones acumuladas diaria en mm, distribuidas a lo largo del periodo febrero, 1965 – abril, 2024. Fuente: <https://snirh.ana.gob.pe/VisorPorCuenca/>.

La temperatura oscila entre un máximo de 17.0°C y un mínimo de -06°C (figura 4). Así mismo, presenta una humedad promedio de 72.8% durante casi todo el año (Servicio aWhere).

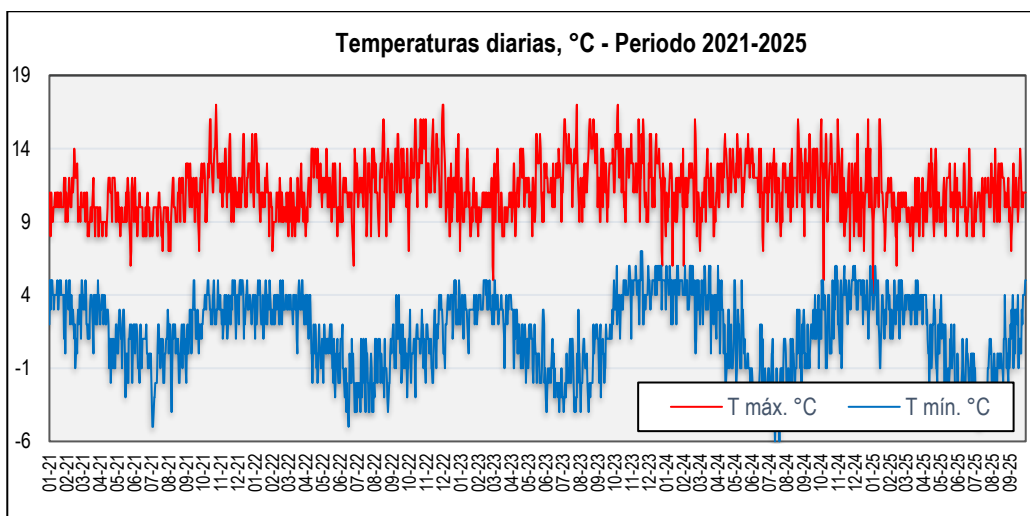


Figura 4. Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo 2021-2025. La figura permite analizar la variedad, saltos extremos de temperatura, duración y regularidad. Fuente: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history>.

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; es por ese motivo, considerando como base el libro de “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), se desarrolla algunas definiciones:

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.

CAÍDA: Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando (Varnes, 1978). Se clasifican en caídas de rocas, suelos y derrumbes.

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

DERRUMBE: Término común para referirse a diversos tipos de movimientos en masa, particularmente caídas y deslizamientos. En Perú se utiliza este término para diferenciar un tipo de caída.

DESLIZAMIENTO: Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de zonas relativamente delgadas con gran deformación cortante (Cruden y Varnes, 1996).

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 DE DETRITOS: 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: Corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

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: Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional (WP/WLI, 1993).

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

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: Cruden y Varnes (1996) proponen el termino para referirse a un estilo de movimiento en masa en el cual diferentes tipos de movimiento ocurren en diferentes áreas de la masa desplazada, en ocasiones simultáneamente.

MOVIMIENTO EN MASA: Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. Los tipos más frecuentes son: caídas, deslizamientos, flujos, vuelcos, expansiones laterales, reptación de suelos, entre otros.

PELIGROS GEOLÓGICOS: Son procesos o fenómenos geológicos que podrían ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud. Daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y servicios, transtornos sociales y económicos o daños materiales. Pueden originarse al interior (endógenos) o en la superficie de la tierra (exógenos). Al grupo de endógenos pertenecen los terremotos, tsunamis, actividad y emisiones volcánicas; en los exógenos se agrupan los movimientos en masa (deslizamientos, aludes, desprendimientos de rocas, derrumbes, avalanchas, aluviones, huaicos, flujos de lodo, hundimientos, entre otros), erosión e inundaciones.

SUSCEPTIBILIDAD: Está definida como la propensión o tendencia de una zona a ser afectada o hallarse bajo la influencia de un proceso de movimientos en masa determinado.

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: Las zonas o áreas consideradas como críticas (Fidel et al., 2006), presentan recurrencia en algunos casos periódica a excepcional de peligros geológicos y geohidrológicos; alta susceptibilidad a procesos geológicos que puede causar desastres y alto grado de vulnerabilidad.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología local se desarrolló teniendo como base el mapa geológico del cuadrángulo de Huachocolpa, Hoja 27-n-4 (Morche, *et al.*, 2002) a escala 1: 50,000; así como la referencia de la memoria descriptiva revisión y actualización del cuadrángulo de Huachocolpa 27-n (Valdivia, & Raymundo, 2003); publicados por Ingemmet.

De igual manera, esta información se complementó con trabajos de interpretación de imágenes de satélite, vuelos de dron y observaciones de campo.

2.1. Unidades litológicas

La unidad litológica que aflora en el área de estudio está conformada principalmente por rocas sedimentarias del Grupo Mitu y la Formación Condorsinga. Estas unidades se encuentran cubierta por depósitos recientes de tipo coluvio deluvial y fluvial; los cuales han sido acumulados desde el Pleistoceno hasta la actualidad (anexo 1: Mapa 01).

2.1.1. Grupo Mitu (PsT-mi/sed)

Definida por Mc Laughlin (1924), a una secuencia de capas rojas constituidas por conglomerados, areniscas y lutitas, que afloran con una orientación estructural regional de rumbo noroeste-sureste (NO-SE). En la zona de estudio está localizado principalmente hacia ambos flancos de la quebrada Carhuapata.

Su litología se encuentra constituido predominantemente por areniscas rojas de grano medio y limoarcillitas rojas, intercaladas con niveles de conglomerados (fotografía 1). Desde el punto de vista geotécnico, las areniscas presentan una resistencia a la compresión simple baja (25-50 Mpa), con una estructura fuertemente fracturada, formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos, con espaciamientos muy próximas entre sí (<0,06 m), aberturas abiertas (1-5 mm), rugosidad suave a ondulada y sin relleno visible.

En superficie, se encuentran de moderada a altamente meteorizadas, lo que evidencia pérdida de cohesión y alteración de la matriz, lo que favorece procesos de erosión diferencial e inestabilidad de laderas, especialmente en zonas de pendiente pronunciada.

2.1.2. Formación Condorsinga

De acuerdo con Morche, *et al.*, (2002), la Formación Condorsinga, está constituida por calizas de color gris claro, intercaladas con capas de areniscas calcáreas de tonalidad grisácea, las cuales evidencian una alternancia de materiales de distinta competencia.

Desde el punto de vista geotécnico, la caliza constituye un material competente, aunque con baja capacidad de deformación, lo que favorece la ocurrencia de fracturas y planos de discontinuidad asociados a esfuerzos tectónicos. Por su parte, las areniscas calcáreas presentan menor competencia y mayor susceptibilidad a la meteorización diferencial, pudiendo comportarse como planos de debilidad que favorecen la infiltración y la inestabilidad en laderas fracturadas.



Fotografía 1. Areniscas de grano medio del Grupo Mitu, fuertemente fracturadas, formando una estructura trabada de bloques y trozos de rocas angulosos, moderada a altamente meteorizadas en superficie. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 518928; N: 8555892.

2.1.3. Depósitos cuaternarios

a. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd):

Depósitos compuestos principalmente por fragmentos líticos de rocas sedimentarias, subangulos a sub redondeado, con diámetros que varían entre 0.02 a 0.10 m, envueltos en matriz arcillo limo-arenoso (fotografía 2). Estos materiales se originan por procesos de meteorización y desintegración in situ de las rocas subyacentes y posteriormente re movilizadas por antiguos y recientes movimientos en masa.

Presenta estructura masiva, textura harinosa, media a alta plasticidad, de consistencia densa a medianamente consolidada y algo húmedo (saturado). Desde el punto de vista geotécnico, se trata de un suelo, poco competente e inestable, con baja cohesión y alta susceptibilidad a la erosión, saturación y remoción en masa, especialmente en zonas de pendiente pronunciada o con deficiente drenaje superficial.

b. Depósito proluvial (Q-pl):

Los depósitos proluviales se originan a partir de los depósitos de flujos, por la existencia de material detrítico suelto acumulado y cuando ocurren precipitaciones pluviales intensas se saturan, pierden su estabilidad y se movilizan torrente abajo por las quebradas.

Estos depósitos están constituidos por gravas gruesas y finas mal clasificadas con elementos subangulosos a subredondeados, heterométricos, envueltos en una matriz de arenas gruesas a finas en proporciones variables, medianamente consolidados.



Fotografía 2. Vista de depósito coluvio-deluvial, formando por fragmentos líticos, subangulosos a sub redondeado, heterométricos de hasta 0.10 m de diámetro, envueltos en matriz arcilloso limo-arenoso. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 518635; N: 85455816.

c. Depósito coluvial (Q-cl):

Son depósitos inconsolidados, compuestos por fragmentos de roca angulosos, heterométricos y de naturaleza litológica homogénea, en forma de conos o canchales. Los bloques más gruesos se depositan en la base y los tamaños menores disminuyen gradualmente hacia el ápice. Carecen de relleno, son sueltos sin cohesión.

Conforman taludes de reposo poco estables; se encuentran acumulados al pie de taludes escarpados; generalmente corresponde a depósitos producto de la meteorización mayormente física (caídas de rocas), resultantes principalmente de la acción y transportados por la gravedad.

d. Depósito fluvial (Q-fl)

Lo constituyen los materiales de los lechos de los ríos o quebradas, terrazas bajas y llanura de inundación. Son depósitos heterométricos constituidos por bolos, cantos y gravas subredondeadas en matriz arenosa o limosa, mezcla de lentes arenosos y arenolimosos.

Son transportados por la corriente de los ríos a grandes distancias en el fondo de los valles y depositados en forma de terrazas, removibles por el curso actual del río y ubicados en su llanura de inundación. En la zona de estudio se encuentra este tipo de depósito en el lecho del río Carhuapata.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

La pendiente del terreno constituye un parámetro fundamental en la evaluación de procesos por movimientos en masa, al actuar simultáneamente como factor condicionante (al influir en la inestabilidad de las laderas) y factor dinámico (al intervenir directamente en la generación y propagación de los deslizamientos).

En el Anexo 1: Mapa 02, se presenta el mapa de pendientes, elaborado a partir de un Modelo Digital de Elevación (DEM) con resolución espacial de 12.5 m, obtenido del satélite ALOS PALSAR (USGS) y procesado mediante el software ArcGIS.

Para su análisis, se definieron seis rangos de pendientes (figura 5) que van desde terrenos llanos (0° - 1°), con pendiente suave (1° a 5°); pendiente moderada (5° a 15°); pendiente fuerte (15° a 25°); pendiente muy fuerte a escarpado (25° a 45°); finalmente, terreno como muy escarpado ($>$ a 45°).

En el área de estudio, los procesos de movimientos en masa (deslizamientos antiguos) se originan en laderas con pendientes fuertes a muy fuertes (15° a 45°); así como en sectores localizados con pendientes superiores a 45° , clasificadas como muy escarpados; donde la combinación de altas inclinaciones, fracturamiento de las rocas y saturación superficial genera condiciones de inestabilidad activa.

El análisis complementario mediante vuelos con dron evidencia la presencia de sectores muy escarpados ($>$ 45°) en las inmediaciones del poblado de Chochapata, donde se evidencian procesos de deslizamiento y derrumbe recientes, que afectan parcialmente las zonas habitadas (figura 6).

Por otro lado, el caserío de Chochapata se encuentra asentada sobre terrenos de pendientes moderada a ligeramente inclinada ($<$ 15°), donde las viviendas se disponen de manera escalonada adaptándose a la morfología local.

Este rango de pendientes es el resultado de la intensa acción erosiva del agua generado por la escorrentía superficial, la cual ha tallado profundamente las rocas sedimentarias del Grupo Mitu y la Formación Condorsinga, conformando una topografía irregular, disectada y de relieve escarpado.

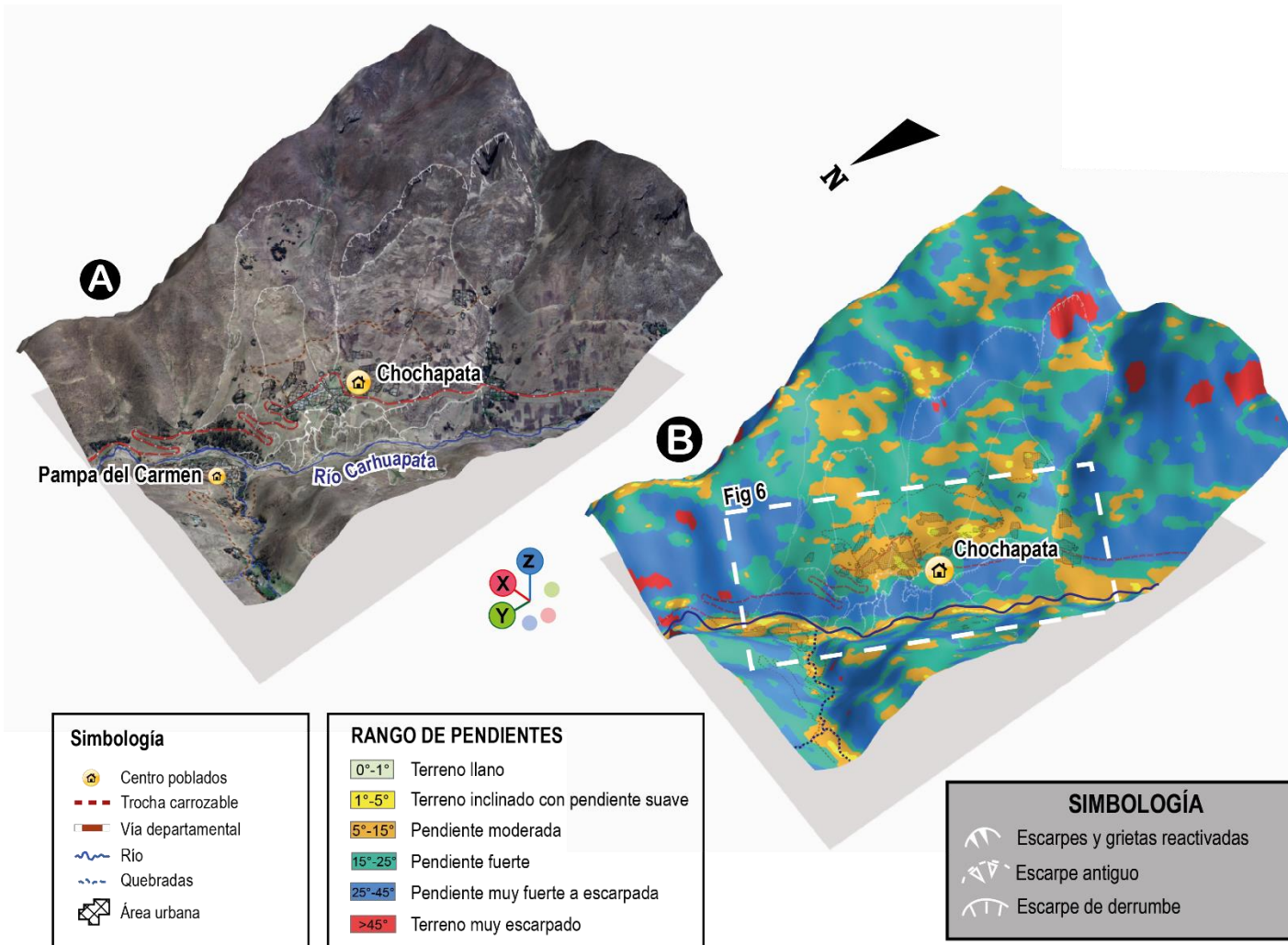


Figura 5. A. Imagen satelital en una vista 3D del área de estudio, donde se puede visualizar en líneas entre cortadas blancas la ocurrencia de movimientos en masa (deslizamientos antiguos). **B.** Mapa de pendiente en una vista 3D, generada a partir de un DEM Alos Palsar de 12.5 m de resolución; nótese la relación morfológica de los deslizamientos con pendientes fuertes a muy fuertes (15° a 45)

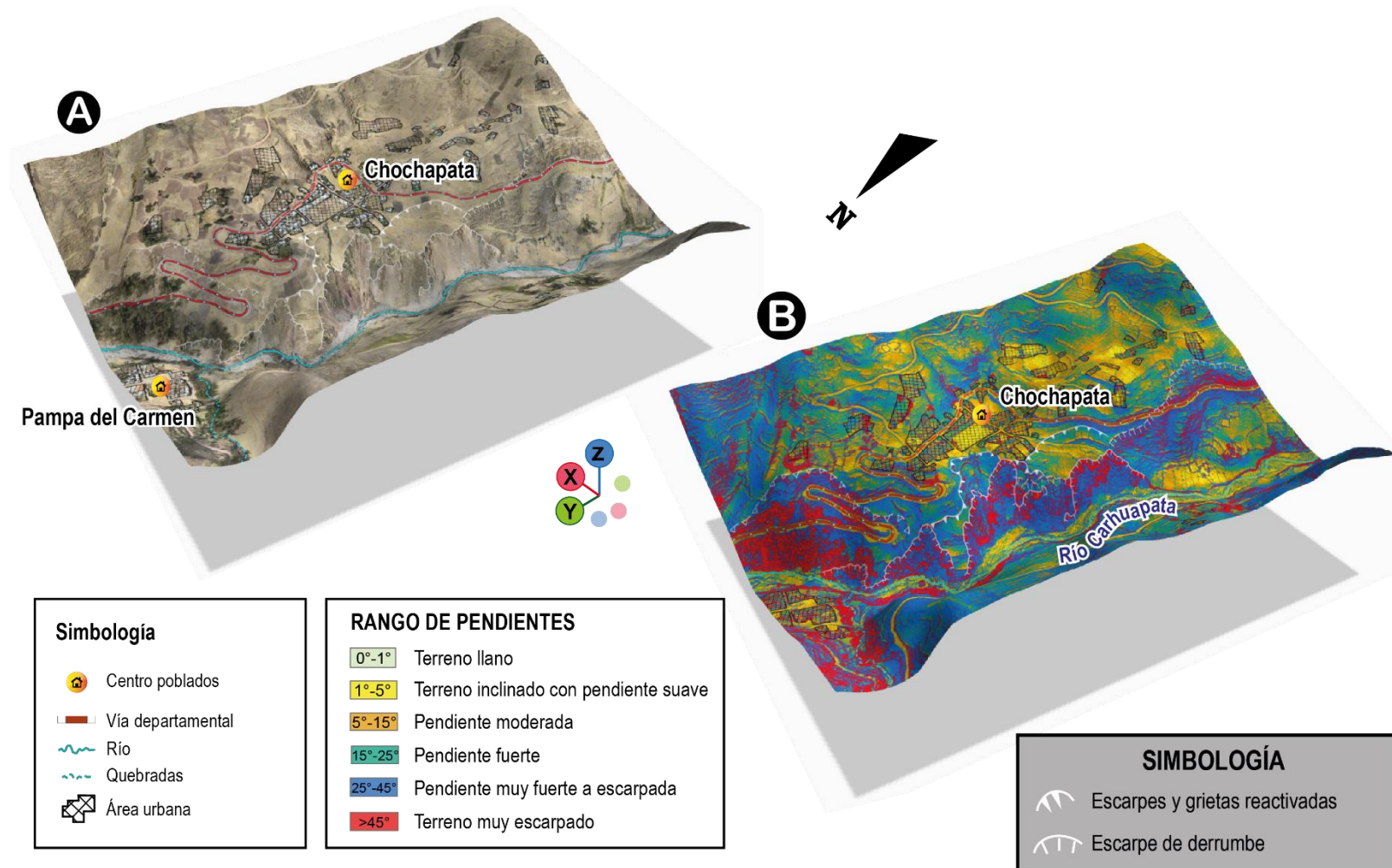


Figura 6. A. Vista 3D de la ortofoto obtenida de vuelos drone, donde se puede visualizar en líneas blancas la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes activos condicionados por la fuerte pendiente de la ladera. **B.** Vista 3D del mapa de pendiente generada a partir de un DEM de 0.12 m de resolución obtenido de vuelos drone; nótese la presencia de sectores muy escarpados (> 45°) en las inmediaciones del poblado de Chochapa.

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades y subunidades geomorfológicas en el área de estudio se utilizó el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve. Asimismo, para la delimitación de las subunidades, se consideró los límites de las unidades litoestratigráficas (afloramiento y substrato rocoso, así como depósitos superficiales).

En el Anexo 1: Mapa 03 se presentan las subunidades geomorfológicas identificadas en la zona evaluada y alrededores; identificándose las siguientes geoformas:

4.2.1. Unidad de Montañas

Tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel base local (rio Carhuapata); diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforman y los procesos que han originado su forma actual, (Villota, 2005).

a. Subunidad de montaña en roca sedimentaria (M-rs):

Subunidad geomorfológica modelada en rocas sedimentarias del Grupo Mitu y la Formación Condorsinga, las cuales se muestra afectadas por procesos denudativos (fluvio-erosionales). Estas montañas se hallan expuestas hacia ambos márgenes de la quebrada Carhuapata.

Presentan laderas con pendientes fuertes a muy fuertes (15° a 45°), incluso llega a tener paredes semiverticales de pendientes mayores a 45° . En su cima presenta pendiente moderada a fuerte (5° a 15°).

4.2.2. Unidad de vertiente

Se identificó la siguiente subunidad:

a. Subunidad de vertiente coluvio-deluvial (V-cd):

Corresponde a subunidades formadas por depósitos inconsolidados acumulados al pie de las laderas de montañas, en forma de talus de detritos irregulares de origen coluvial y deluvial, de edad reciente, que descienden ladera abajo.

Se asocian geodinámicamente a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo caída de rocas y conforman materiales potencialmente inestables de las laderas que caen o ruedan por la fuerza de gravedad, con ayuda de las lluvias intensas o movimientos sísmicos.

b. Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd):

Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa antiguos. Las geoformas originadas por estos procesos gravitacionales son de grandes dimensiones, probablemente detonados por lluvias excepcionales o asociados a eventos sísmicos importantes.

Su morfología es usualmente convexa y con disposición semicircular a elongada en relación a la zona de arranque o despegue del movimiento en masa.

4.2.3. Unidad de piedemonte y abanico

Se identificó las siguientes subunidades:

a. Subunidad de piedemonte coluvial (P-c)

Son depósitos inconsolidados acumulados al pie de las laderas. Presentan una naturaleza litológica homogénea, de granulometría variable con bloques de roca angulosos debido a su corto recorrido y grado de compacidad bajo, no consolidado.

b. Subunidad de piedemonte proluvial o aluviotorrencial (P-pral)

Son planicies inclinadas a ligeramente inclinadas y extendidas (menor a 15°), posicionadas al pie de las montañas modeladas en rocas intrusivas, formado por la acumulación de sedimentos acarreados por corrientes de agua y lluvias estacionales de carácter excepcional. Muchos de estos depósitos están asociados a cursos individuales de quebradas secas y se asocian, principalmente al fenómeno El Niño.



Figura 7. Vista de las distintas subunidades geomorfológicas que bordean el área de estudio: Montañas modeladas en roca sedimentaria (M-rs), vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd) delimitada en líneas entre cortadas blancas; vertiente coluvio-deluvial en líneas entrecortadas negras y piedemonte (P-c) delimitada en líneas entre cortadas verdes.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA

Los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el sector de Chochapata, corresponden al tipo movimiento complejo, deslizamiento y derrumbes, los cuales se presentan tanto como movimientos antiguos (inactivo latentes) como movimientos recientes (activos). La distribución espacial y tipología de estos procesos se muestra en el Anexo 1: Mapa 04.

5.1. Movimientos en masa antiguos

Las evidencias geomorfológicas de movimientos en masa antiguos, fueron reconocidas mediante el análisis de imágenes raster tipo Red Relief Image Map (RRIM), generados a partir de un DEM de 12.5 m de resolución (ALOS PALSAR, USGS). Este análisis permitió resaltar de manera clara la morfología del relieve, la corona de deslizamiento, las zonas de acumulación y las superficies deformadas, tal y como se observa en la perspectiva 3D de la figura 8.

La interpretación integrada de las imágenes RRIM y la topografía del área de estudio, evidencia que la población de Chochapata se encuentra asentada sobre depósitos cuaternarios asociados a antiguos movimientos en masa, los cuales han sido retrabajados y parcialmente reactivados a lo largo del tiempo. En este contexto, se identificaron dos principales cuerpos de movimientos antiguos: un movimiento complejo (b1) y un deslizamiento rotacional (b2), cuyas características se describen a continuación.

5.1.1. Movimiento complejo (b1)

La topografía irregular y cóncava que caracteriza la ladera media y baja del cerro Huicusallana permite identificar la preexistencia de un movimiento complejo de tipo deslizamiento-flujo, actualmente inactivo-latente, sobre el cual se asienta parte del sector de Chochapata.

Las características geomorfológicas sugieren que este movimiento se inició como un deslizamiento rotacional, evidenciado por una corona irregular, semicircular y erosionada, con una longitud aproximada de 610 m. Hacia la parte baja de la ladera, el material movilizado muestra un comportamiento de flujo lento, desarrollado como consecuencia de la sobresaturación progresiva del terreno, desplazándose en dirección al río Carhuapata, donde se reconoce una amplia zona de acumulación.

5.1.2. Deslizamiento rotacional (b2)

Constituye la principal forma de relieve sobre la cual se emplaza la mayor parte de la población. El deslizamiento presenta una corona irregular, discontinua y erosionada, con una extensión de 0.7 km y un desnivel entre corona y pie de aproximadamente 1.0 km.

La masa movilizada se desplazó sobre una superficie de falla predominantemente rotacional, cuyo vector de desplazamiento presenta una dirección preferente al noroeste siguiendo la pendiente natural del terreno hasta confluir en el cauce del río Carhuapata, donde se desarrolla la zona de acumulación, actualmente ocupada por viviendas, infraestructura local y terrenos agrícolas.

Actualmente, al pie de ambos movimientos antiguos, se presenta reactivaciones locales, principalmente en pendientes muy fuertes a muy escarpadas (25 - >45°), próximas a viviendas y áreas de uso agrícolas. Las reactivaciones se encuentran condicionadas por la naturaleza incompetente del suelo, la presencia de drenajes naturales y concentraciones de escorrentía, la infiltración de aguas pluviales y factores antrópicos, los cuales favorecen la reactivación del movimiento, especialmente durante periodos de lluvias intensas.

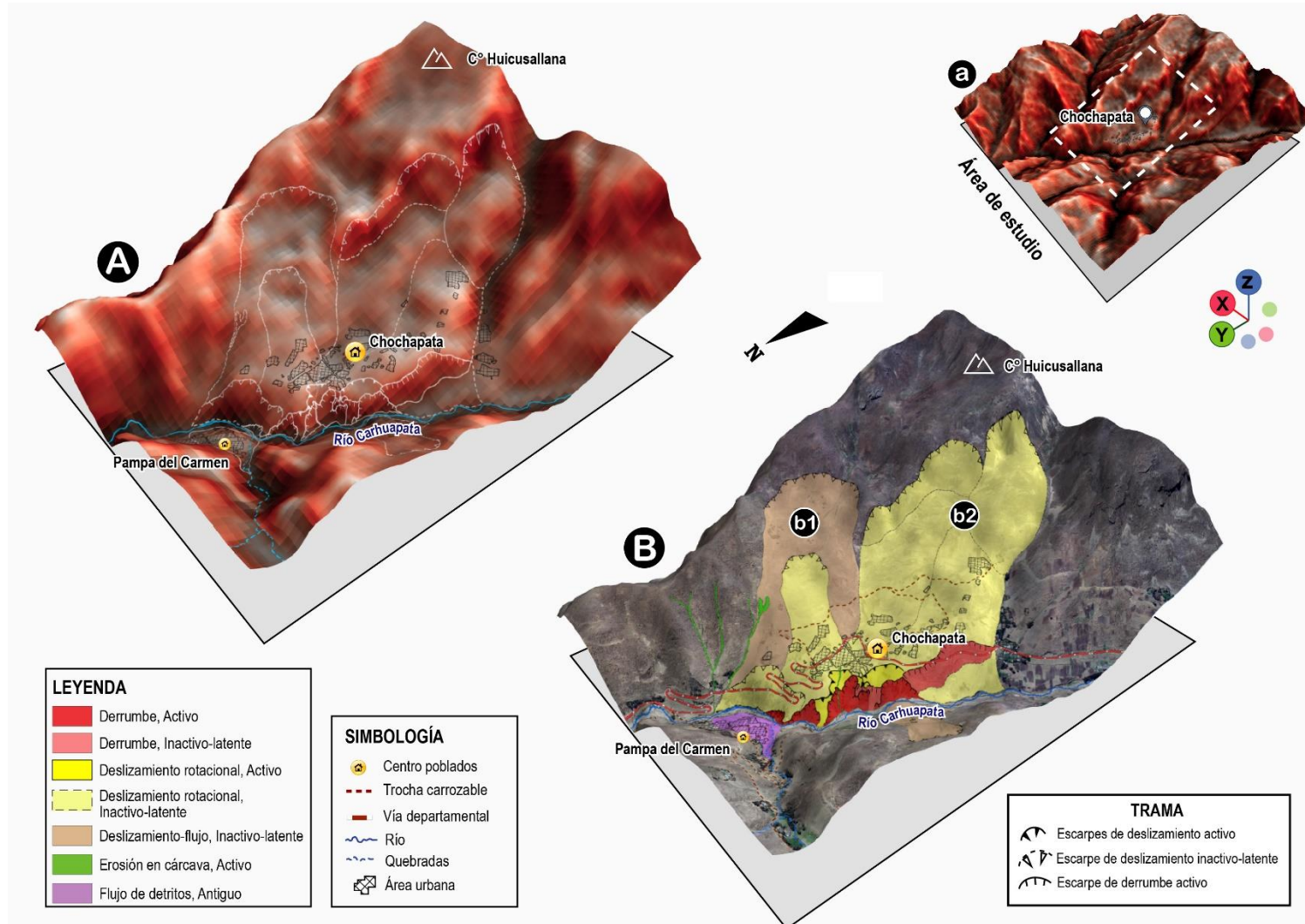


Figura 8. Mapa en perspectiva 3D que muestra los peligros geológicos antiguos y recientes que bordean el área de estudio. **A.** Interpretación geomorfológica sobre el modelo RRIM. **B.** Cartografía de peligros geológicos sobre una imagen satelital de Google Earth.

5.2. Movimientos en masa recientes

Sobre los movimientos en masa antiguos, previamente descritos, se están desarrollando deslizamientos y derrumbes activos, los cuales se localizan principalmente al pie de la ladera y sectores adyacentes a la zona de acumulación, asociados a la saturación progresiva de los suelos, la presencia de materiales coluvio-deluviales poco consolidados, pendiente pronunciada (35° a 55°) y diversos factores antrópicos, los cuales se detallan más adelante.

El deslizamiento activo presenta escarpes entre 1.00 a 2.70 m de altura (fotografía 3), una longitud de 430 m y una distancia de la corana al pie, de 135 m aproximadamente. Por encima de la escarpa principal, se tiene grietas de tracción con longitudes de hasta 5.0 m, profundidades visibles de 0.15 m y aberturas de 0.10 m, lo cual sugiere un avance retrogresivo del movimiento, característico de deslizamientos controlados por saturación del terreno y la erosión del río en la base del talud (figura 9).

Así mismo, se reconocen movimientos diferenciales superficiales del terreno, reportados por los pobladores desde hace aproximadamente dos años atrás, los cuales se manifiestan con desniveles topográficos entre 0.10 a 0.50 m, longitud de 70 m y a aberturas entre 0.15 a 0.20 m (figura 10). Estas deformaciones reflejan una pérdida progresiva de estabilidad, directamente asociada a la infiltración continua de agua y la saturación de los depósitos coluvio-deluviales.



Fotografía 3. Escarpes activos con una altura de 2.3 m. Además, obsérvese la saturación del suelo. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 518775; N: 8555960.



Figura 9. Grietas de tracción con aberturas de 0.10 m, ubicadas por encima del escarpe principal. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 518771; N: 855956.



Figura 10. Escarpas recientes reportados por los pobladores hace 2 años atrás, en la figura se distingue desniveles topográficos en el orden de 0.10 a 0.50 m marcados con triángulos de color amarillo. **a.** Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 518820; N: 8556005. **b.** Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 518697; N: 8555847.

Los derrumbes activos se presentan principalmente en sectores de pendiente muy escarpada, ubicados en el pie de los deslizamientos (figura 11b), y se encuentran coadyuvados por la erosión fluvial del río Carhuapata, el cual, durante los periodos de avenida, socava la base del talud, generando pérdida de soporte lateral y favoreciendo el colapso de bloques y materiales sueltos. Este proceso erosivo contribuye al debilitamiento continuo del pie de ladera, incrementando la probabilidad de reactivaciones parciales y progresivas.

Al pie de ambos movimientos activos, se identifican surgencias de agua, las cuales se originan por la filtración de puquiales ubicados en la parte alta de la ladera, además de la infiltración del agua proveniente de baños instalados hace más de 8 años (figura 11a) y el riego por inundación de las áreas de cultivo ubicadas por encima de las zonas inestables. Estas condiciones generan un aporte permanente de humedad al suelo

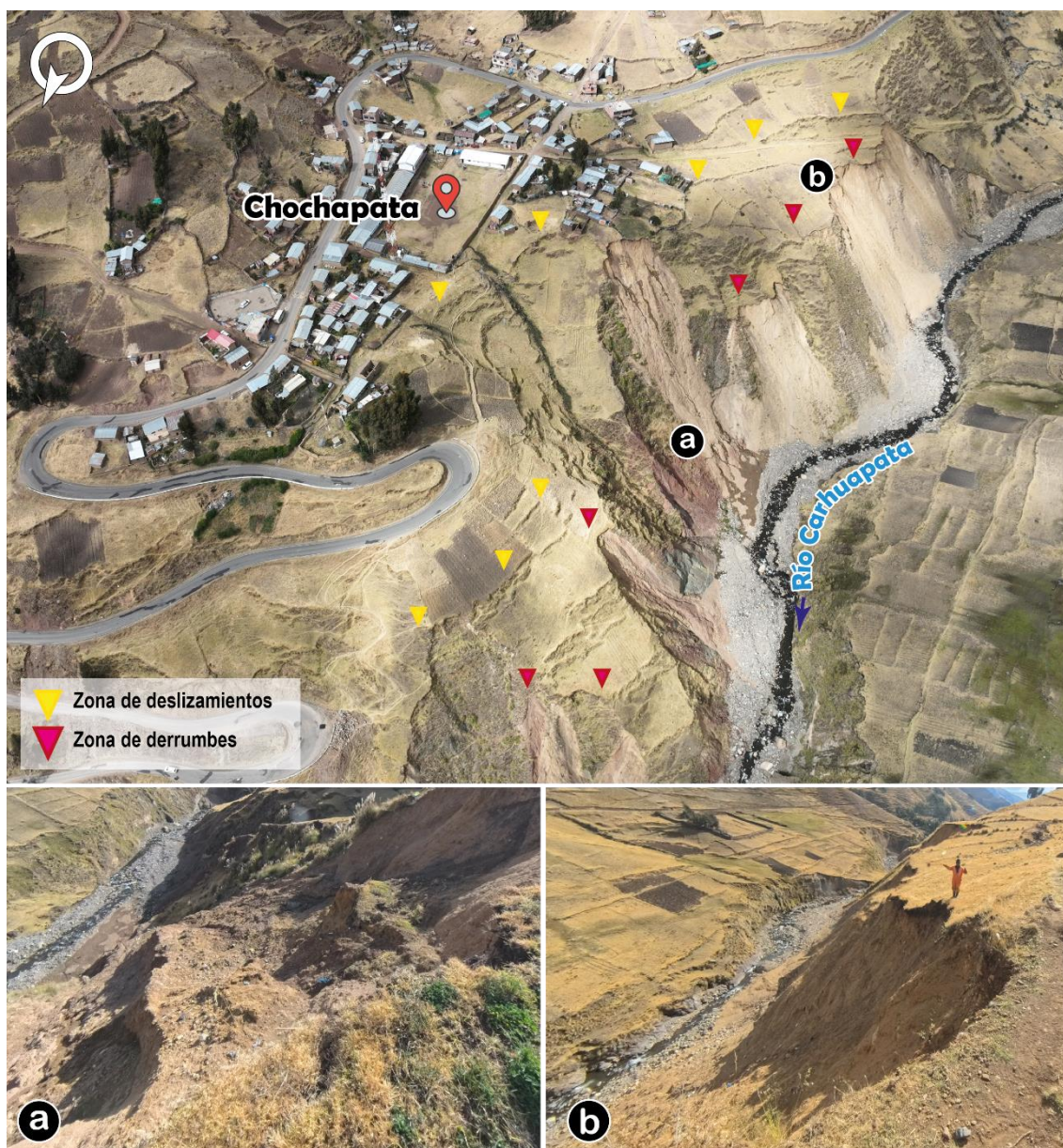


Figura 11. Vista panorámica de dron, donde se puede visualizar la zona de deslizamientos y derrumbes demarcados en triángulos amarillos y rojos respectivamente. **a.** Surgencias de agua al pie de ladera por la infiltración de origen antrópico. **b.** Derrumbes recientes.

Un factor importante de mencionar, es el **factor antrópico**, el cual se encuentra relacionado principalmente a la saturación de suelo debido a la infiltración de aguas residuales debido a la instalación de unidades básicas de saneamiento (baños completos). Estos fueron implementados hace más de ocho años (figura 12), las cuales incorporan mini sistemas de percolación (tanques sépticos), los cuales, de acuerdo con el testimonio de los pobladores, no han recibido mantenimiento desde hace 4 años atrás

En varios sectores, las aguas de escorrentía y aguas grises domésticas son descargadas directamente sobre la ladera, lo que intensifica los procesos de erosión superficial, infiltración y saturación del suelo, incrementando el riesgo de movimientos en masa activos (figura 13). A esto se suma la presencia de cultivos agrícolas (principalmente de papa) por encima de las zonas inestables; así como la ausencia de sistemas de drenaje pluvial, alcantarillado y desagüe (figura 14).

Actualmente, los movimientos en masa activos vienen afectando de manera directa a tres (03) viviendas del sector Chochapata, ubicadas a aproximadamente 10 m de la corona del deslizamiento. Las viviendas presentan grietas estructurales en muros, con aberturas de 0.03 m y longitudes entre 0.02 y 0.03 m, evidenciando un proceso activo de deformación del terreno que representa un peligro geológico significativo para la población (figura 15).



Figura 12. Vista de unidades básicas de saneamiento (baños) con mini sistemas de percolación (tanques sépticos), donde el afluente líquido se dispersa e infiltra fácilmente en el terreno (flechas de color azul), lo que incrementa la humedad del terreno y reduce la resistencia al corte del suelo.

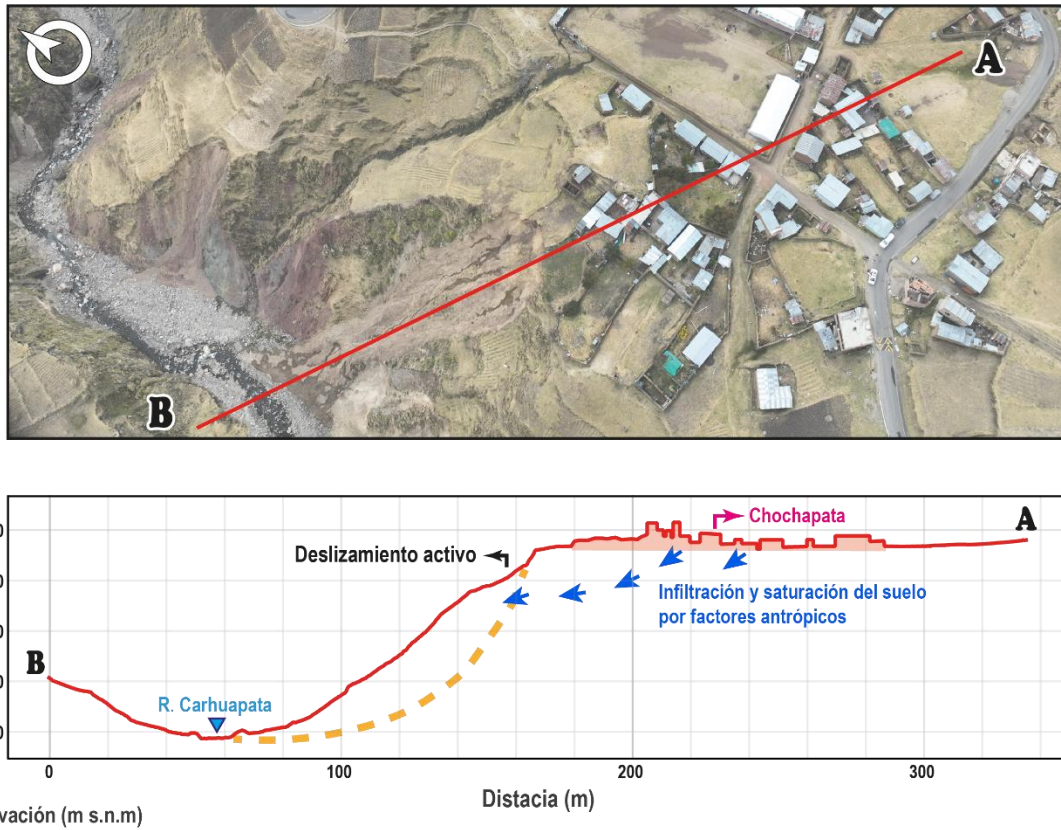


Figura 13. Perfil esquemático que representa la influencia del factor antrópico (aguas residuales domesticas) en la ocurrencia de deslizamientos activos en el sector Chochapata.



Figura 14. a. Cultivos de papa, ubicado por encima de los escarpes activos. **b.** Direccionamiento de desagüe directamente al suelo, lo que genera mayor erosión e inestabilidad en el terreno por saturación del suelo



Figura 15. Afectación de viviendas del sector Chochapata. **a.** Grietas en paredes de vivienda con aberturas de 3.0 cm y longitudes de 2.0 a 2.5 m. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 518755; N: 8555878. **b.** Grietas en pared de vivienda con aberturas entre 2.0 a 5.0 cm. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 518788; N: 8555920.

6. FACTORES DE LA INESTABILIDAD DE LA LADERA

6.1. Factores condicionantes

A continuación, en la tabla 4, se detalla los principales factores condicionantes para la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes:

Tabla 4. Factores condicionantes de los procesos por movimientos en masa.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Litológico-estructural	<ul style="list-style-type: none"> Substrato rocoso compuesto por areniscas, limoarcillitas y conglomerados, muy fracturadas y de moderada a altamente meteorizadas en superficie, lo que disminuye significativamente su resistencia geomecánica y las convierte en planos preferenciales de debilidad. Depósitos coluviales y coluvio-deluviales adosados a las laderas, poco competente e inestable, con baja cohesión y alta susceptibilidad a la erosión, saturación y remoción en masa, especialmente en zonas de pendiente pronunciada o con deficiente drenaje superficial.
Geomorfológico	<ul style="list-style-type: none"> Vertientes con depósito de deslizamiento y piedemonte coluvial, afectada por procesos geodinámicos superficiales como movimientos complejos y deslizamientos. Pendiente de las laderas, que varían principalmente entre 15° y 45°, clasificadas como fuerte a muy fuerte a escarpada, lo que permite que el material suelto disponible se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía

Factor antrópico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Saturación del suelo generada por la infiltración de aguas residuales, asociada a los sistemas de saneamiento con mini sistemas de percolación, así como el riego por inundación de cultivos agrícolas, sobre las zonas inestables. ▪ Efluentes domésticos descargados directamente sobre la ladera, debido a la ausencia de sistemas adecuados de drenaje pluvial, alcantarillado y desagüe, <p>Las filtraciones acumuladas durante el período lluvioso, sumadas al uso inadecuado del agua de escorrentía y a la percolación continua de efluentes antrópicos, favorecen la sobresaturación del material, generando una reducción significativa de la cohesión y resistencia al corte, lo que conduce a la reactivación de deslizamientos y derrumbes.</p>
------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

6.2. Factores detonantes o desencadenantes

A continuación, se detalla los principales factores que podrían detonar o desencadenar la ocurrencia de derrumbes y deslizamientos, los cuales se resumen en la siguiente tabla 5:

Tabla 5. Factores desencadenantes.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Precipitaciones pluviales de carácter extraordinario, relacionadas principalmente al fenómeno de “El Niño” u otro similar. Durante estos eventos, las precipitaciones máximas diarias pueden alcanzar umbrales del orden de 49.7 mm, según registros del SENAMHI, generando sobresaturación del suelo, incremento de presiones de poros y pérdida de resistencia al corte.
Hidrológicos e Hidrogeológicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presencia de aguas de escorrentía superficial y subterránea que discurren desde la parte media y alta de la ladera hacia los sectores donde se desarrollan los movimientos activos. ▪ Estas aguas circulan a través de depósitos coluvio-deluviales, contribuyendo a la sobresaturación persistente del suelo y favoreciendo la inestabilidad progresiva de la ladera.
Sismos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La ocurrencia de sismos superficiales puede actuar como factor detonante adicional en laderas dispuestas en pendientes abruptas, especialmente en terrenos previamente debilitados por saturación. ▪ De acuerdo con la zonificación sísmica del Perú, el área de estudio se localiza en la Zona 4 (sismicidad intermedia), con aceleraciones sísmicas del orden de 0.35 g, las cuales podrían inducir desestabilización parcial o reactivación de movimientos en masa preexistentes.

7. CONCLUSIONES

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

- 1) El Sector de Chochapata se emplaza sobre una ladera de montaña en rocas sedimentarias, compuesto por areniscas, limoarcillitas y conglomerados; las cuales se encuentran muy fracturadas y moderadamente a altamente meteorizadas, cubierto por depósitos coluviales y coluvio–deluviales, poco competentes e inestables, que presentan baja cohesión y alta susceptibilidad a procesos de inestabilidad.
- 2) El área de estudio evidencia la presencia de movimientos en masa antiguos, correspondientes a movimientos complejos y deslizamientos rotacionales, sobre los cuales se han desarrollado movimientos en masa activos, localizados principalmente en el pie de ladera. Estos asociados a la saturación progresiva de los suelos, la presencia de materiales poco consolidados, pendientes pronunciadas y la influencia de factores antrópicos.
- 3) Los movimientos en masa activos corresponden principalmente a deslizamientos y derrumbes, caracterizados por escarpes reactivados, grietas de tracción, deformaciones diferenciales y surgencias de agua, con afectación directa a tres (03) viviendas ubicadas próximas a la corona del deslizamiento.
- 4) La pendiente pronunciada de la ladera, que varía entre 35° y 55°, en conjunto con la presencia de materiales coluvio–deluviales poco competentes y la erosión fluvial del río Carhuapata en el pie de la ladera, constituye un factor determinante en la pérdida de estabilidad del terreno, favoreciendo la reactivación parcial y progresiva de los deslizamientos y derrumbes.
- 5) La infiltración del agua desempeña un rol fundamental en la activación y reactivación de los movimientos en masa, evidenciada por la presencia de puquiales, escorrentía superficial mal conducida y surgencias localizadas en sectores bajos de la ladera, que generan sobresaturación del suelo y reducción de la resistencia al corte.
- 6) El factor antrópico agrava significativamente la inestabilidad de la ladera, principalmente por la instalación de Unidades Básicas de Saneamiento con mini sistemas de percolación, la ausencia de sistemas adecuados de drenaje pluvial y alcantarillado, y el uso agrícola del suelo en zonas inestables, condiciones que incrementan la infiltración, la erosión y la saturación del terreno.
- 7) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas que presenta el área de estudio; el área urbana Sector de Chochapata, se encuentran en una **Zona Crítica** y de **Peligro Alto** ante la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes, los cuales pueden ser desencadenados por sismos y/o lluvias excepcionales y/o prolongadas asociadas al Fenómeno El Niño o eventos climáticos similares.

8. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que a continuación se brindan tienen por finalidad mitigar el impacto de los deslizamientos y derrumbes. Así mismo, la implementación de dichas recomendaciones permitirá darle mayor seguridad a la población e infraestructura expuesta a los peligros antes mencionados.

- 1) Implementar la reubicación de las viviendas ubicadas próximas a la corona del deslizamiento activo, debido al alto nivel de peligro que representan los procesos de inestabilidad identificados.
- 2) Implementar medidas inmediatas de control y manejo de aguas, priorizando la construcción de zanjas de coronación, impermeabilizar los sistemas de drenaje superficial, con la finalidad de interceptar y desviar la escorrentía fuera del cuerpo del deslizamiento.
- 3) Realizar la captación y la derivación de las aguas de escorrentía que discurren en el cuerpo del deslizamiento; las cuales deberán ser conducidas mediante infraestructura de drenaje pluvial y/o canales revestidos hacia cauces naturales (quebradas) ubicados fuera de las zonas inestables.
- 4) Reubicar, rediseñar o clausurar progresivamente los sistemas de saneamiento (baños) ubicados en zonas inestables, evitando el uso de sistemas de percolación; en su defecto, implementar soluciones herméticas o con evacuación controlada hacia sectores estables (quebradas).
- 5) Ejecutar obras de estabilización al pie de ladera y control de erosión fluvial en el río Carhuapata, con la finalidad de reducir la socavación basal, evitar la pérdida de soporte del talud y disminuir la probabilidad de reactivación de los movimientos en masa
- 6) Restringir el uso agrícola y el riego por inundación en las zonas identificadas como inestables, promoviendo prácticas de conservación de suelos y evitando actividades que incrementen la infiltración de agua.
- 7) Prohibir la expansión urbana hacia las zonas inestables, así como la construcción de viviendas y/o algún tipo de infraestructuras civiles en zonas aledañas a sus márgenes, por ser una zona de alta susceptibilidad a movimientos en masa por deslizamiento y derrumbes.
- 8) Implementar un sistema de monitoreo geotécnico básico, que incluya la observación periódica de grietas, escarpes, desplazamientos del terreno y surgencias de agua, especialmente durante la temporada de lluvias. Este sistema debe estar vinculado a un protocolo de alerta temprana, que permita anticipar posibles reactivaciones cercanas al centro poblado y tomar decisiones oportunas para la seguridad de la población.
- 9) Realizar la evaluación de riesgos de desastres (EVAR) por deslizamiento, conforme a la normatividad vigente, con la participación de especialistas acreditados, a fin de definir las medidas correctivas finales y la gestión integral del riesgo en el sector
- 10) Realizar actividades de sensibilización y concientización del peligro al que se encuentran expuestos el Sector de Chochapata

Nota: *Todas las medidas estructurales recomendadas deberán ser diseñadas, supervisadas y ejecutadas exclusivamente por profesionales especializados, y deberán sustentarse en estudios técnicos detallados que garanticen su eficacia, seguridad y estabilidad a largo plazo.*

9. BIBLIOGRAFÍA

Autoridad Nacional del Agua (2014) - Visor por cuencas del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos – SNIRH. Consulta enero, 2025. Disponible en: <https://snirh.ana.gob.pe/VisorPorCuenca/>.

Fuente de Datos Meteorológicos y Pronostico del tiempo del Servicio de Awhere. (2021). Consulta enero, 2025. Disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/main-map/fields/all>.

Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017) – Directorio Nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta: Junio 2021). Disponible en: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm.

International Society for Rock Mechanics, Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests (1981) - Suggested methods for determining hardness and abrasiveness of rocks. En: Brown, E.T. *Rock Characterization, Testing & Monitoring: ISRM Suggested Methods*. Oxford; New York: ISRM, Commission on Standardization of Laboratory and Field Tests.

Morche, W., La Torre, O., De la Cruz, N. & Cerrón, F. (1996). Geología del cuadrángulo de Huachocolpa 27-n. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 63, 132 p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/185>.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

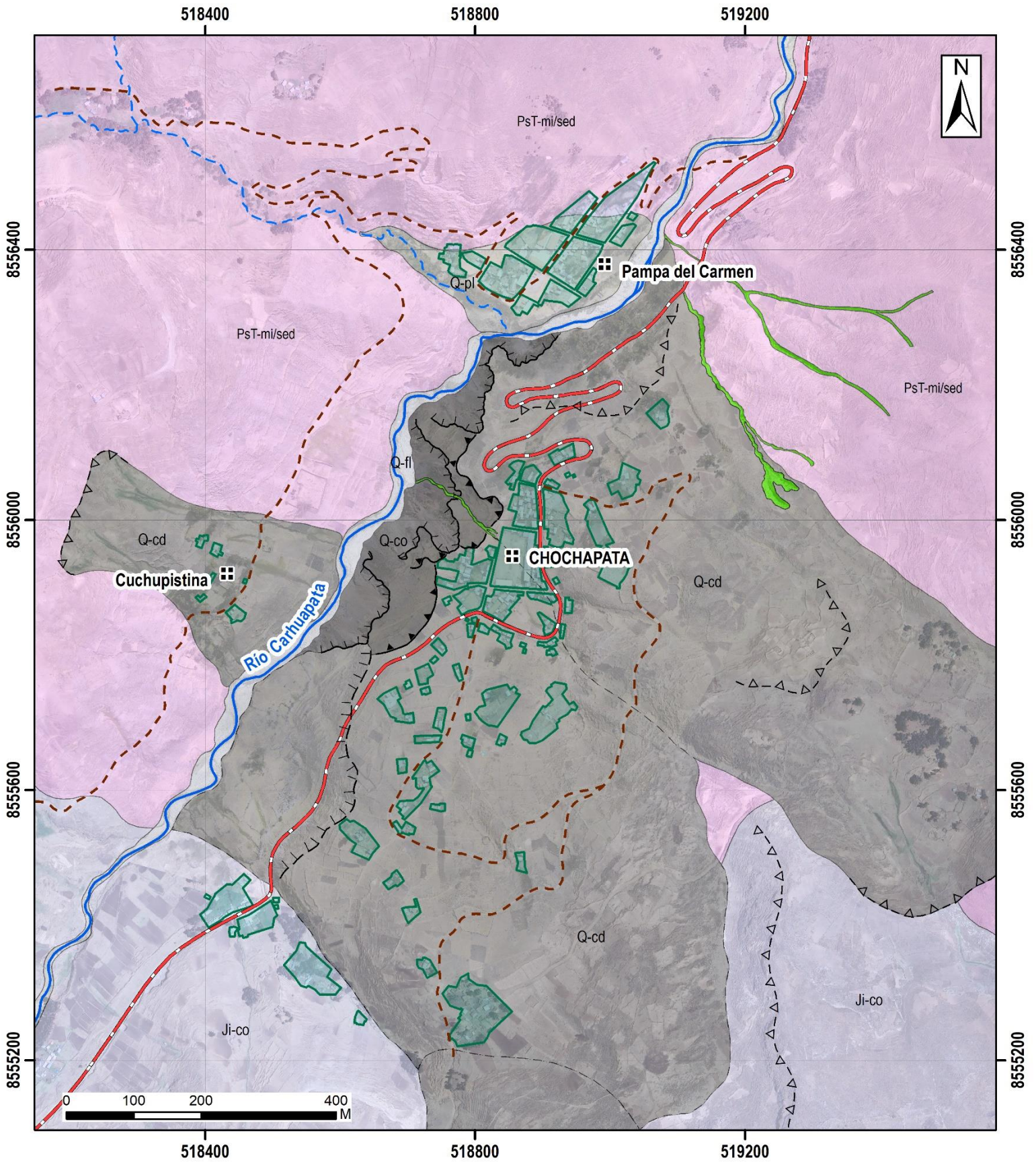
Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrológica, SENAMHI (2020) – Mapa de clasificación climática del Perú (Texto). Lima, Perú. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2185020/Climas%20del%20Per%C3%BA%3A%20Mapa%20de%20Clasificaci%C3%B3n%20Clim%C3%A1tica.pdf>.

Valdivia, E. & Raymundo, T. (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Huachocolpa (27-n). Escala 1:50 000. INGEMMET, Boletín, Memorias descriptivas. 26 p., 4 mapas a escala 1:50 000. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2117>.

Vilchez, M.; Ochoa, M. & Pari, W. (2019). Peligro geológico en la región Huancavelica. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 69, 225 p., 9 mapas.

Villota, H. (2005) - Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.

ANEXO 1: MAPAS



ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósito fluvial	Q-fl
			Depósito coluvial	Q-co
			Depósito proluvial	Q-pl
			Depósito coluvio-deluvial	Q-cd
MESOZOICA	JURÁSICO	INFERIOR	Formación Condorsinga	Ji-co
PALEOZOICO	PÉRMICO	SUPERIOR	Grupo Mitu	PsT-mi/sed

TRAMA	
	Escarpa de derrumbe reciente
	Escarpa de derrumbe antiguo
	Escarpa de deslizamiento inactivo latente
	Escarpa de deslizamiento activo/reactivado

SIMBOLOGÍA	
	Centros Poblados
	Viviendas
	Erosión en cárcavas
	Trocha carrozable
	Vía departamental
	Río
	Quebradas

INGEMMET

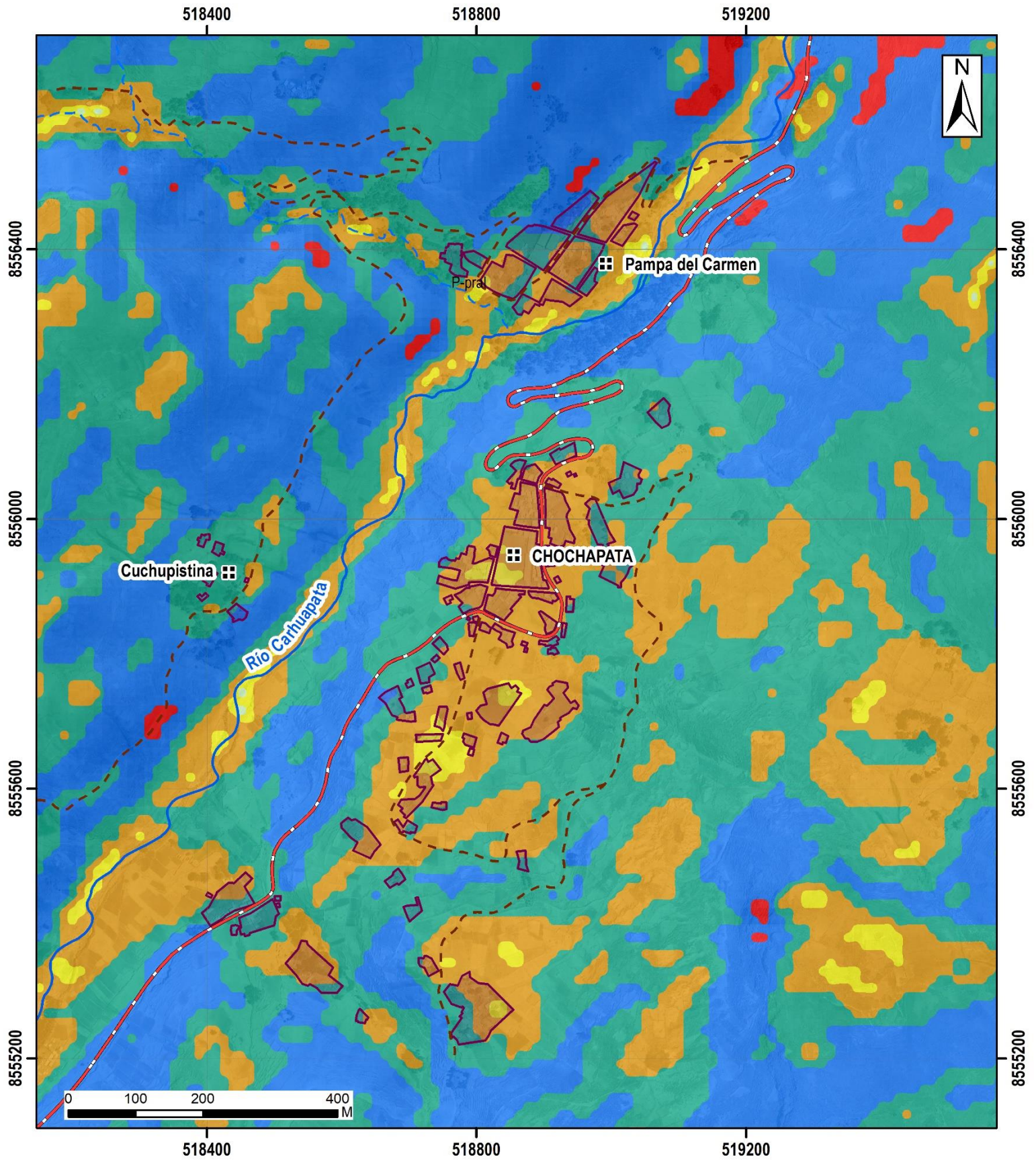
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: HUANCAMELICA
 PROVINCIA: ANGARES
 DISTRITO: LIRCA Y

GEOLÓGICO

Escala: 1/7,500	Elaborado por: Nuñez, M.	MAPA 01
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2025	Impreso: Octubre, 2025	



RANGO DE PENDIENTES

0°-1°	Terreno llano
1°-5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5°-15°	Pendiente moderada
15°-25°	Pendiente fuerte
25°-45°	Pendiente muy fuerte a escarpada
>45°	Terreno muy escarpado

SIMBOLOGÍA

	Centros Poblados
	Viviendas
	Trocha carrozable
	Via departamental
	Rio
	Quebradas



DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: HUANCAMELICA
 PROVINCIA: ANGARES
 DISTRITO: LIRCAY

PENDIENTE DE LOS TERRENOS

Escala: 1/7,500

Elaborado por: Nuñez, M.

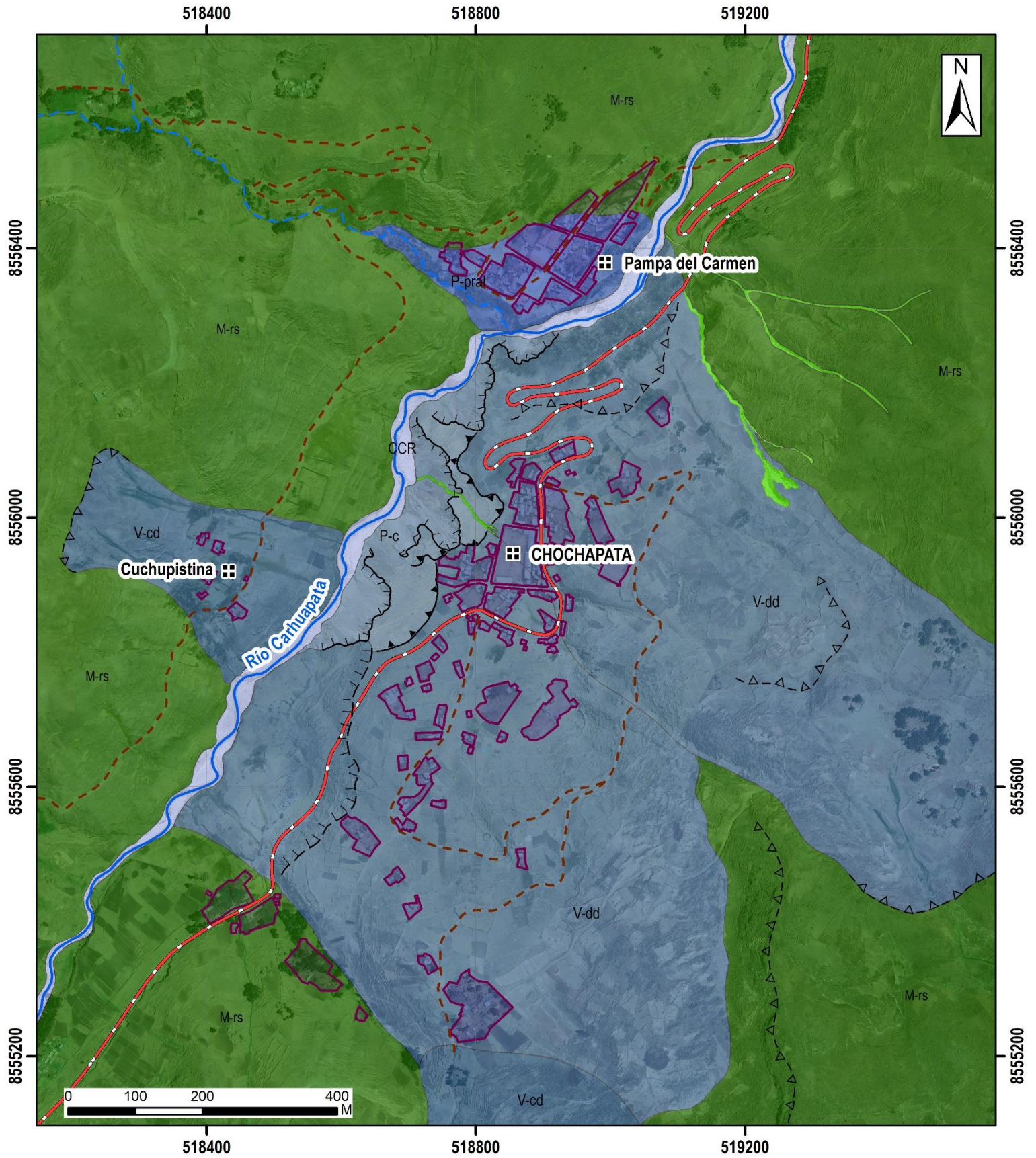
Proyección: UTM Zona 18 Sur

Datum: WGS 84

Versión digital 2025

Impreso: Octubre, 2025

MAPA
02



UNIDAD	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	
MONTAÑA	Montaña en roca sedimentaria	M-rs
PIEDEMONTE	Piedemonte coluvial	P-c
	Vertiente coluvio-deluvial	V-cd
VERTIENTE	Vertiente con depósito de deslizamiento	V-dd
PIEDEMONTE Y ABANICO	Piedemonte proluvial o aluviotorrencial	P-pral
GEOFORMAS FLUVIALES	Cauce del río	CCR

TRAMA	
	Escarpa de derrumbe reciente
	Escarpa de derrumbe antiguo
	Escarpa de deslizamiento inactivo latente
	Escarpa de deslizamiento activo/reactivado

SIMBOLOGÍA	
	Centros Poblados
	Viviendas
	Erosión en cárcavas
	Trocha carrozable
	Vía departamental
	Río
	Quebradas

INGEMMET

 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

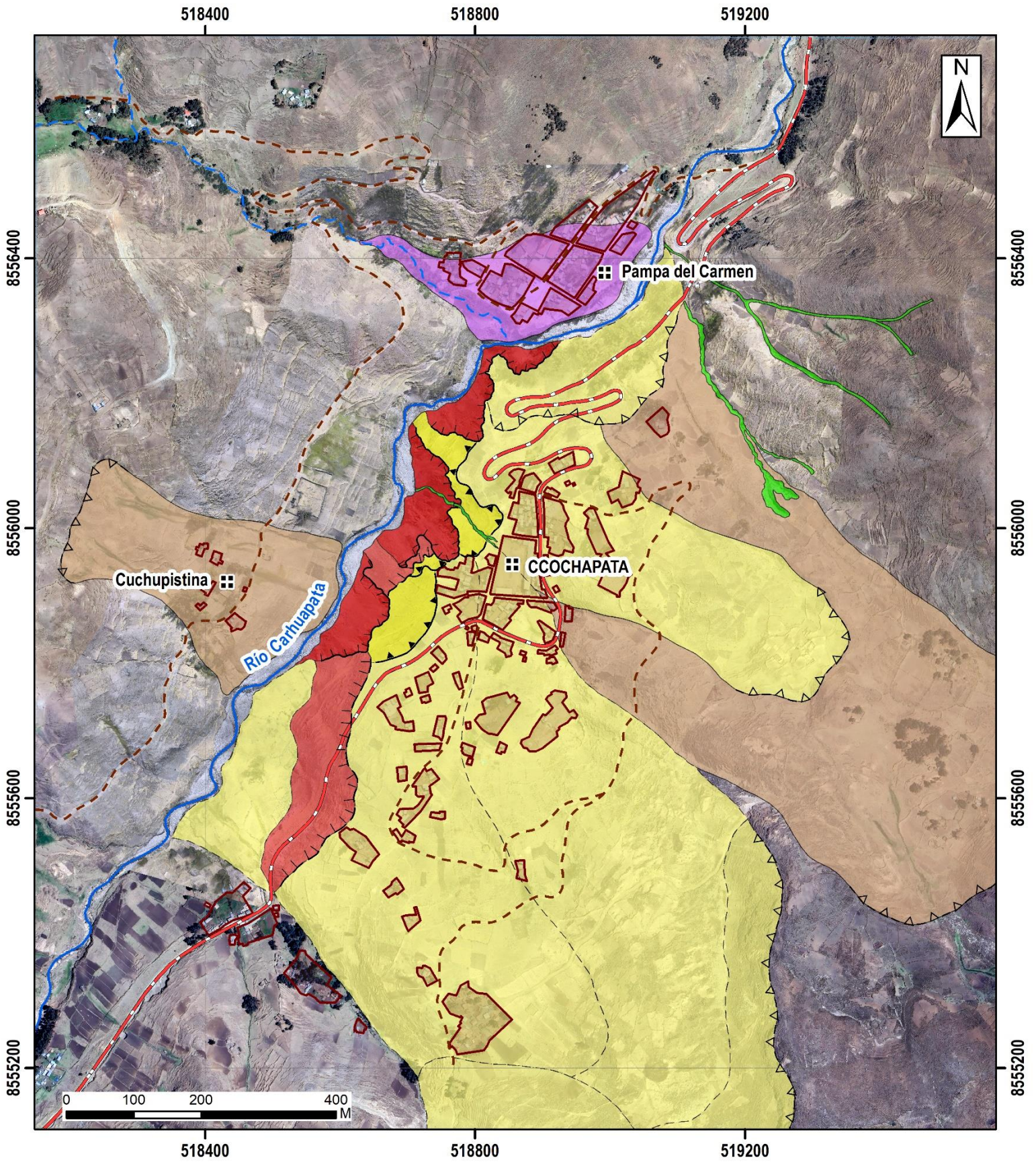
 DEPARTAMENTO: HUANCVELICA

 PROVINCIA: ANGARES

 DISTRITO: LIRCAY

GEOMORFOLÓGICO

Escala: 1/7,500	Elaborado por: Nuñez, M.	MAPA 03
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2025	Impreso: Octubre, 2025	



LEYENDA

	Derrumbe, Activo
	Derrumbe, Inactivo-latente
	Deslizamiento rotacional, Activo
	Deslizamiento rotacional, Inactivo-latente
	Deslizamiento-flujo, Inactivo-latente
	Erosión en cárcava, Activo
	Flujo de detritos, Antiguo

TRAMA

	Escarpa de derrumbe reciente
	Escarpa de derrumbe antiguo
	Escarpa de deslizamiento inactivo latente
	Escarpa de deslizamiento activo/reactivado

SIMBOLOGÍA

	Centros Poblados		Trocha carrozable
	Viviendas		Vía departamental
	Quebradas		Río

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: HUANCAMELICA
 PROVINCIA: ANGARES
 DISTRITO: LIRCAI

PROCESOS DE MOVIMIENTOS EN MASA

Escala: 1/7,500	Elaborado por: Nuñez, M.	MAPA 04
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2025	Impreso: Octubre, 2025	