

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7610**

# EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA CUSIPATA

Departamento: Lima

Provincia: Lima

Distritos: Chaclacayo



MARZO  
2025



# ***EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR FLUJO DE DETRITOS EN LA QUEBRADA CUSIPATA***

*Distrito Chaclacayo  
Provincia Lima  
Departamento Lima*



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

## ***Equipo técnico:***

*Mauricio A. Núñez Peredo*

*Norma L. Sosa Senticala*

## **Referencia bibliográfica**

Núñez, M. & Sosa, N. (2024). *Evaluación de peligro geológico por flujo de detritos en la quebrada Cusipata. Distrito Chaclacayo, provincia y departamento de Lima.* Lima: Ingemmet, Informe Técnico N°A7610, 34 p.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
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.....	5
1.3.3.    Accesibilidad.....	5
1.3.4.    Clima .....	7
<b>2. DEFINICIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....</b>	<b>10</b>
2.1.    Unidades litológicas.....	10
2.1.1.    Super unidad Santa Rosa (Ks-bc/sr-tn,di).....	10
2.1.2.    Depósitos cuaternarios .....	12
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....</b>	<b>13</b>
4.1.    Pendientes del terreno .....	13
4.2.    Unidades geomorfológicas.....	13
4.2.1.    Unidad de montañas.....	13
4.2.2.    Unidad de vertiente.....	14
4.2.3.    Unidad de piedemonte.....	14
4.2.4.    Unidad de terraza .....	15
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA .....</b>	<b>15</b>
5.1.    Flujo de detritos .....	16
5.1.1.    Factores condicionantes.....	23
5.1.2.    Factores detonantes o desencadenantes .....	23
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>25</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXO 1: MAPAS.....</b>	<b>28</b>

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por flujo de detritos realizado en la Quebrada Cusipata, distrito Chaclacayo, provincia y departamento Lima. 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).

En el área de estudio afloran rocas intrusivas de la Super Unidad Santa Rosa, conformado por tonalitas y dioritas altamente meteorizadas en superficie. Geotécnicamente el macizo rocoso presenta una resistencia baja (25-50 Mpa), con una estructura fuertemente fracturada, formando un conjunto trabado de bloques y trozos de roca angulosos, con espaciamientos medianamente separados entre sí (0.20-0.60 m), aberturas abiertas (1-5 mm) y sin relleno visible.

La subunidad geomorfológica corresponde a montañas modeladas en roca intrusiva con pendientes muy fuertes o escarpadas (25° a 45°) y pendientes dispersas mayores a 45° relacionados a terrenos muy escarpados. Además; se tiene geoformas de piedemonte aluviotorrencial, formado por la acumulación de sedimentos acarreados por corrientes de agua y lluvias estacionales de carácter excepcional, ocurridos en el pasado.

Geodinámicamente, la quebrada Cusipata presenta evidencias de flujos antiguos y recientes detonados principalmente con lluvias extraordinarias, relacionadas al fenómeno de “El Niño” o anomalías climáticas, siendo el más reciente, el 16 de marzo del 2023 durante el Ciclón Yaku, el cual afectó viviendas y calles, asentadas en la desembocadura de la quebrada; además de 15 kilómetros de la Carretera Central, desde la desembocadura de la quebrada, hasta el distrito de Ate.

Más del 90% del área urbana de Cusipata se encuentra asentada en la desembocadura de la quebrada, geodinámicamente activa; la cual además se encuentra rellena y circundada por abundante material detrítico suelto, con bloques que alcanzan diámetros de hasta 3.4 m, proveniente de sus laderas y de flujos antiguos. La disposición de este material es muy susceptible a su remoción con lluvias y generar nuevos flujos de detritos.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas mencionadas líneas arriba, el área urbana de Cusipata y sus quebradas afluentes, se encuentran en una **Zona Crítica** y de **Peligro Alto** ante la ocurrencia de flujos de detritos, los cuales pueden ser desencadenados por lluvias excepcionales y/o prolongadas (Fenómeno El Niño o similar).

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones correctivas generales a fin de que las autoridades competentes lo pongan en práctica como son: Promover e implementar medidas estructurales para el control de flujo de detritos (huaicos) como barreras dinámicas o la construcción de diques transversales para la retención de material detrítico y reducción de la velocidad de flujo; realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada, especialmente después de épocas de avenida; proponer la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT), 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 CENEPRED según Oficio N°24-2024-CENEPRED/DIFAT; es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa y otros peligros geológicos en la Quebrada Cusipata (Chaclacayo).

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los ingenieros geólogos Mauricio Núñez Peredo y Norma Sosa Senticala, 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 Chaclacayo.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: i) Pre-campo, con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del INGEMMET; ii) 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; iii) etapa final de gabinete donde 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 Chaclacayo 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

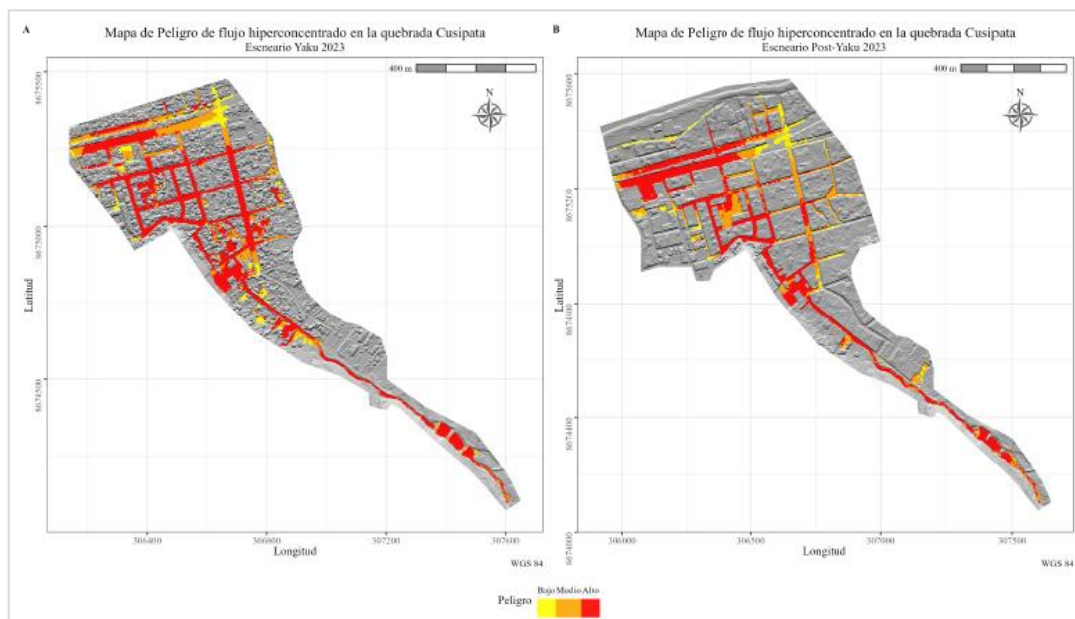
El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa en la Quebrada Cusipata.
- 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) Caracterización del peligro de un flujo de detritos durante el Ciclón Yaku-2023 en la quebrada Cusipata, Perú (Millán & Lavado; 2024). Este informe realizó una simulación de flujo de detritos en la quebrada Cusipata para evaluar las áreas potencialmente afectadas (figura 1); adicionalmente, el estudio, proporciona información de umbrales de lluvia local que puede ser usado en un sistema de alerta temprana para predecir la ocurrencia de flujos de detritos en la quebrada.

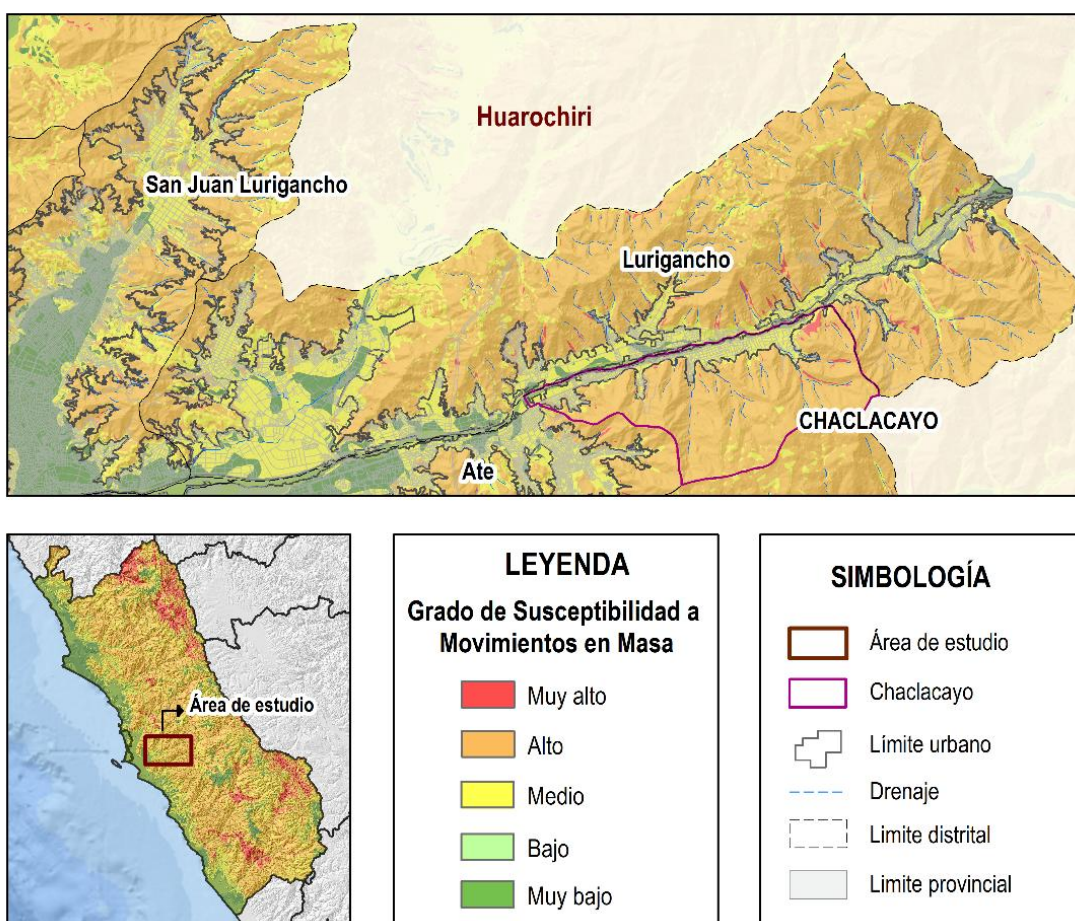


**Figura 1:** Peligro estimado del flujo hiperconcentrado simulado para el evento Yaku (izquierda) y escenario post-Yaku (derecha). **Fuente:** Millán & Lavado; 2024.

- B) Informe de evaluación de riesgos por flujo de detritos en el área urbana de la subcuenca de Cusipata, (CENEPRED, SENAMHI, MML; 2023). El estudio determinó los niveles de riesgos por flujos de detritos en el área urbana de la subcuenca de la quebrada Cusipata, donde se obtuvo que aproximadamente 48 viviendas y 164 personas se encuentran en niveles de riesgo alto y muy alto.
- C) Memoria descriptiva de la Geología del cuadrángulo de Chosica (Mamani et al., 2021). 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 un macizo conformado por tonalita y diorita.
- D) Boletín N°76, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: "Peligro Geológico en la región Lima" (Luque et al., 2020). Este estudio menciona que el distrito de Chacacayo, presenta 2 zonas críticas a flujos de detritos que afectarían a las viviendas ubicadas en el cauce de las quebradas.

Así mismo, se muestra el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:500 000 (figura 2) donde el área de evaluación y alrededores, se localizan en zonas de susceptibilidad **alta**.

- E) Boletín N° 59, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la región Callao” (Villacorta et al. 2015). En el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:100 000, se evidencia que el área de evaluación se encuentra en zonas de susceptibilidad alta a flujo de detritos.
- F) Boletín N° 43, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Lurín, Chancay y Chosica escala 1:100 000” (Palacios et al., 1992). Describe la geología de la zona de estudio y alrededores.



**Figura 2:** Susceptibilidad por movimientos en masa del distrito de Chaclacayo y alrededores. **Fuente:** Luque et al., 2020.

### 1.3. Aspectos generales

#### 1.3.1. Ubicación

La quebrada Cusipata se ubica en la cuenca baja del río Rímac, en la margen izquierda del río del mismo nombre. Políticamente pertenece al distrito de Chaclacayo, provincia y departamento de Lima.



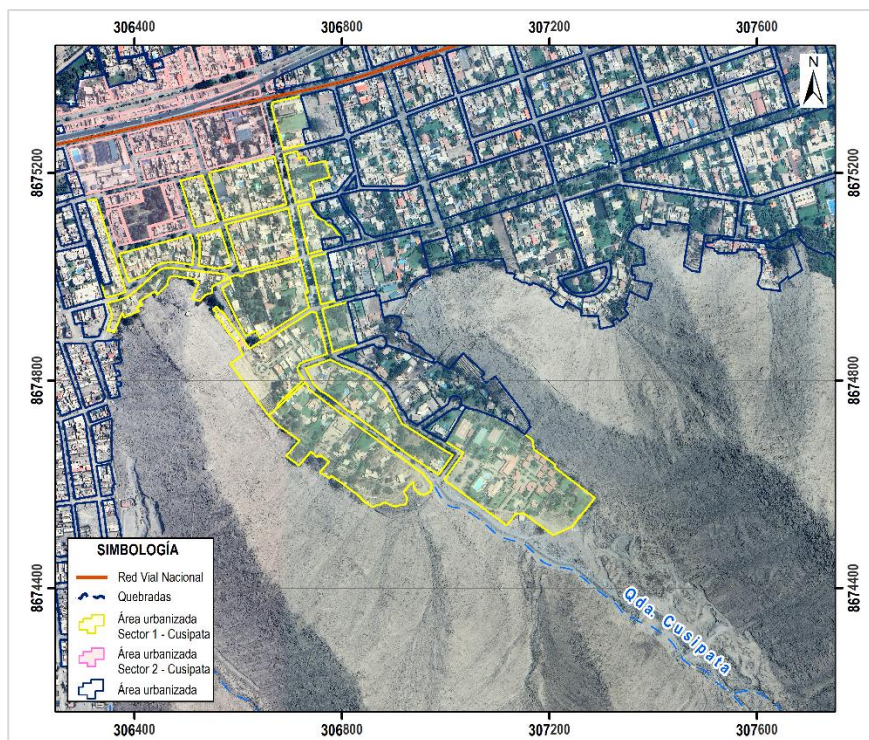
Las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) se muestran en la tabla 1 que a continuación se detalla:

**Tabla 1.** Coordenadas del área de estudio.

N°	<b>UTM - WGS84 - Zona 18L</b>		<b>Geográficas</b>	
	<i>Este</i>	<i>Norte</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>
1	308261.3779	8675426.079	-11.97656601°	-76.76093981°
2	308267.3289	8673173.915	-11.99692388°	-76.76101721°
3	306264.6937	8673168.623	-11.99685542°	-76.77940506°
4	306258.7427	8675420.787	-11.97649775°	-76.77932629°
<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b>				
	307241.5653	8674436.532	-11.98545161°	-76.77036101°

### 1.3.2. Población

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, la población censada del distrito de Chaclacayo fue de 41 110 habitantes distribuidos en un total de 9 965 viviendas particulares.



**Figura 3:** Sectorización urbana de Cusipata. Fuente: CENEPRED, SENAMHI, MML (2023).

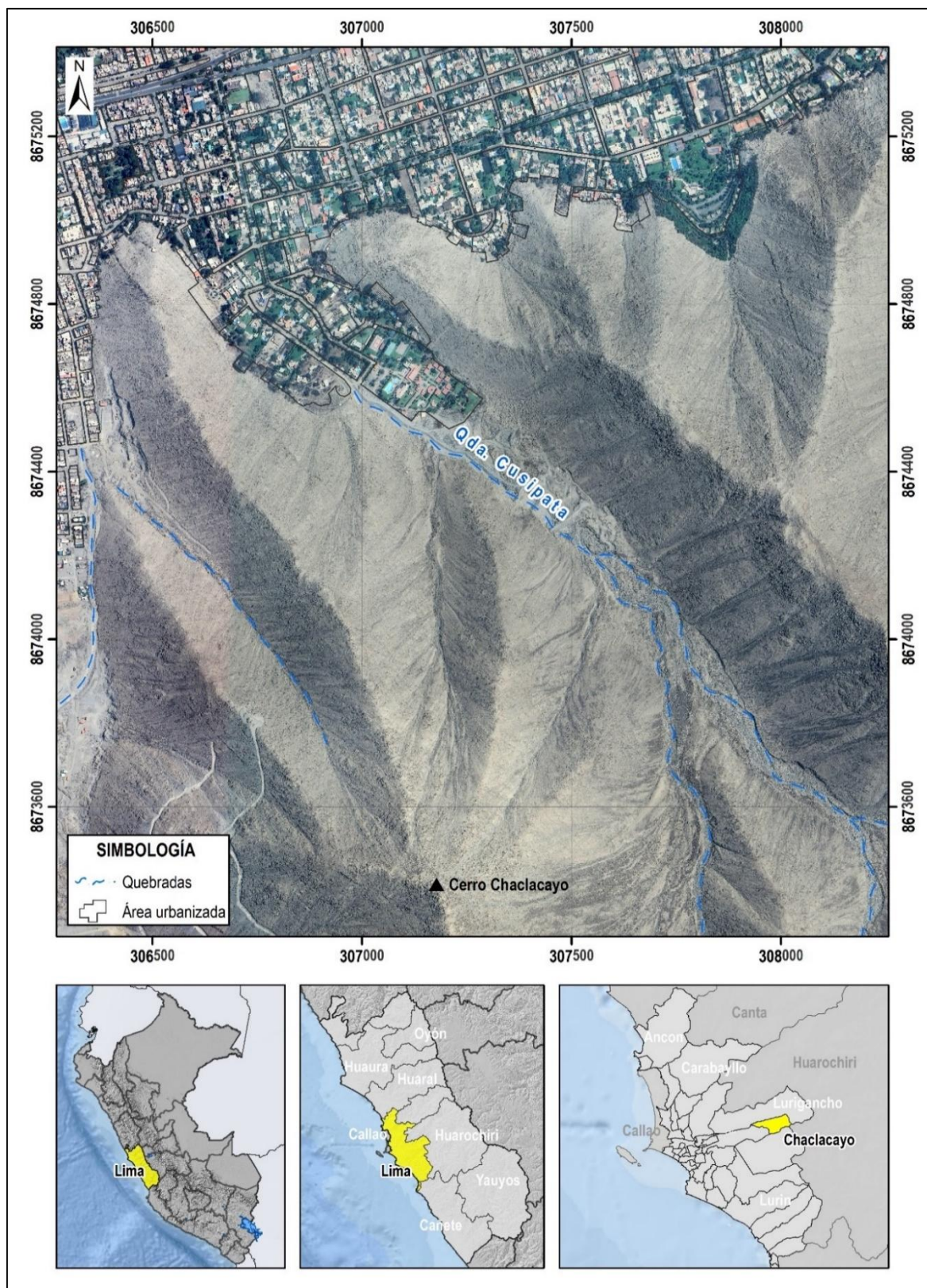
### 1.3.3. Accesibilidad

El acceso se realizó por vía terrestre desde la sede central de Ingemmet, mediante la siguiente ruta (tabla 2):

**Tabla 2.** Ruta de acceso.

<b>Ruta</b>	<b>Tipo de vía</b>	<b>Distancia (km)</b>	<b>Tiempo estimado</b>
Lima – Chaclacayo (Cusipata)	Asfaltada	37.5	1 hora 20 min



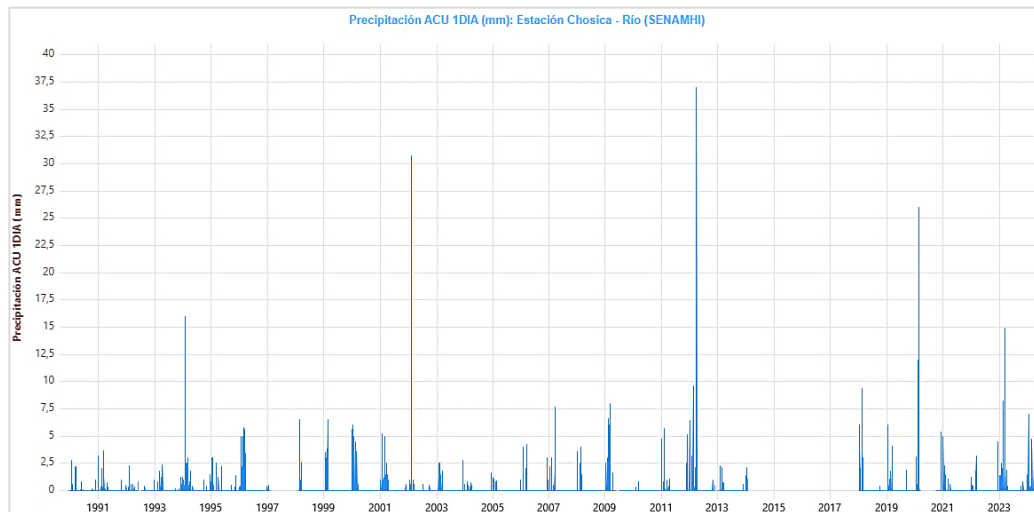


**Figura 4:** Ubicación de la Quebrada Cusipata. Distrito Chaclacayo, provincia y departamento de Lima.

#### 1.3.4. Clima

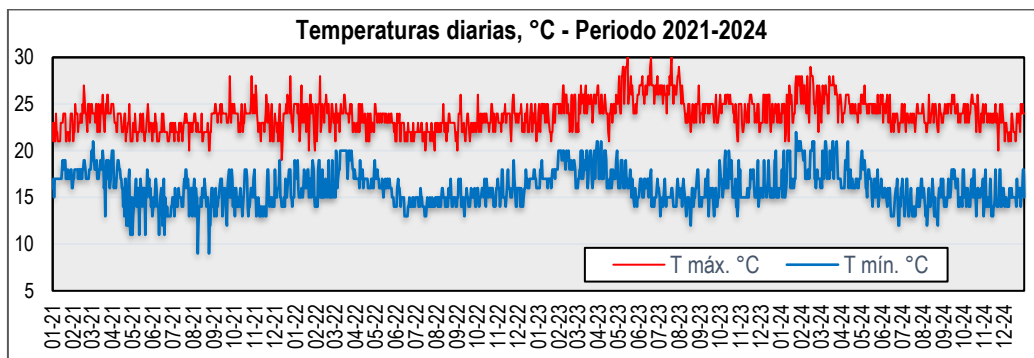
Según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), el distrito de Chacabuco presenta un clima desértico semicálida, con deficiencia de lluvias en todas las estaciones del año, y con humedad relativa calificada como húmeda.

En cuanto a la cantidad de lluvia, de acuerdo a la estación pluviométrica de Chosica (Código: 151209) del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) la precipitación máxima acumulada registrada en el periodo enero 1989 – abril 2024, fue de 37 mm, (figura 5).



**Figura 5.** Precipitaciones máximas acumulada en mm, distribuidas a lo largo del periodo enero, 1989 – abril, 2024. Fuente: <https://snirh.ana.gob.pe/VisorPorCuenca/>.

La temperatura oscila entre un máximo de 30.0°C y un mínimo de 09°C (figura 6). Así mismo, presenta una humedad promedio de 64.9% durante casi todo el año, (Servicio aWhere).



**Figura 6.** Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo 2021-2024. 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.

**CAÍDA DE ROCAS:** Tipo de caída producido cuando se separa una masa o fragmento de roca y el desplazamiento es a través del aire o caída libre, a saltos o rodando.

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

**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.

**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 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. Existen movimientos extremadamente rápidos (más de 5 m por segundo) como avalanchas y/o deslizamientos, hasta extremadamente lentos (menos de 16 mm por año) a imperceptibles como la reptación de suelos.

**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, trastornos 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 Chosica (Hoja 24-j-3) (Mamani, *et al.*, 2021) a escala 1: 50,000; así como la referencia de la memoria descriptiva de la Geología del cuadrángulo de Chosica (hojas 24j1, 24j2, 24j3, 24j4) (Mamani, *et al.*, 2021); 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 intrusivas de la Super Unidad Santa Rosa. Esta unidad se encuentra cubierta por depósitos recientes de tipo coluvial, proluvial y aluvial; los cuales han sido acumulados desde el Pleistoceno hasta la actualidad, (anexo 1: Mapa 01).

##### 2.1.1. Super Unidad Santa Rosa (Ks-bc/sr-tn,di)

Las rocas de esta super unidad son dominantes en el segmento Lima del Batolito de la Costa (Cobbing *et al.*, 1981). En el área de estudio, se encuentra conformado por rocas intrusivas de tipo tonalita y diorita altamente meteorizadas en superficie (fotografía 1).

De acuerdo con Mamani *et al.*, (2021), la tonalita representa la litología predominante en toda el área, con variaciones locales en textura, composición y tamaño de grano; a nivel general, son tonalitas de textura granular hipidiomórfica, grano medio a grueso, color gris medio a gris claro, abundante plagioclasa euhedral a subhedral, cuarzo anhedral en menor cantidad, anfíboles subhedrales y biotitas.

Así mismo, las dioritas son de grano medio con abundantes plagioclasas subhedrales, anfíboles y piroxenos, alterados en menor cantidad. Además, se disponen como pequeños plutones o cuerpos intrusivos de 0.5 km aproximadamente.



**Fotografía 1.** Vista de rocas intrusivas de tipo tonalita de la Super unidad Santa Rosa ubicadas en la margen izquierda de la quebrada Cusipata; altamente meteorizadas en superficie.



Geotécnicamente estas rocas presentan una resistencia baja (25-50 Mpa) (fotografía 2), con una estructura fuertemente fracturada, formando un conjunto trabado de bloques y trozos de rocas angulosos, con espaciamientos medianamente separadas entre sí (0.20-0.60 m), aberturas abiertas (1-5 mm) y sin relleno visible.

Además, de acuerdo a su clasificación RMR (Bieniawski, 1989), el macizo rocoso presenta una calidad geomecánica clasificada como regular (tabla 3).

Todas estas características geotécnicas contribuyen a la generación de acumulación de materiales coluviales que se incorporan rápidamente al cauce principal de la quebrada además de la formación de suelo arenoso. Así mismo, estas rocas presentan una erosión peculiar de tipo esferoidal, por lo que tiende a formar en la ladera bloques sueltos subredondeados con diámetros de hasta 1.0 m.

**Tabla 3.** Valoración del macizo rocoso mediante la clasificación RMR (Bieniawski, 1989).

VALORACIÓN DEL MACIZO ROCOSO (R.M.R. 1989)												
PARÁMETRO		RANGO DE VALORES										VALOR
R. COMPRES. UNIAxIAL (MPa)		>250 (15)		100-250 (12)		50-100 (7)	X	25-50 (4)	<25(2) <5(1) <1(0)	1		4
RQD %		90-100 (20)	X	75-90 (17)		50-75 (13)		25-50 (8)	<25 (3)	2		17
ESPACIAMIENTO (m)		>2 (20)		0.6-2 (15)	X	0.2-0.6 (10)		0.06-0.2 (8)	< 0.06 (5)	3		10
CONDICIÓN DE JUNTAS	PERSISTENCIA (1)	<1m long. (6)		1-3 m Long. (4)	X	3-10m (2)		10-20 m (1)	> 20 m (0)	4A		2
	ABERTURA (2)	Cerrada (6)		<0.1mm apert. (5)		0.1-1.0mm (4)	X	1 - 5 mm (1)	> 5 mm (0)	4B		1
	RUGOSIDAD (3)	Muy rugosa (6)	X	Rugosa (5)		Lig.rugosa (3)		Lisa (1)	Espejo de falla (0)	4C		5
	RELLENO (4)	Limpia (6)		Duro < 5mm (4)		Duro> 5mm (2)	X	Suave < 5 mm (1)	Suave > 5 mm (0)	4D		1
	ALTERACIÓN (5)	Sana (6)		Lig. Alterada. (5)		Mod.Alterada. (3)	X	Muy Alterada. (2)	Descompuesta (0)	4E		2
AGUA SUBTERRÁNEA		X	Seco (15)		Humedo (10)		Mojado (7)		Goteo (4)	Flujo (0)	5	15
VALOR TOTAL RMR (Suma de valoración 1 a 5) =												57
CLASE DE MACIZO ROCOSO												
RMR		100 - 81	80 - 61		60 - 41		40 - 21		20 - 0		III	
DESCRIPCION		I MUY BUENA		II BUENA		III REGULAR		IV MALA		V MUY MALA		



**Fotografía 2.** Ensayo con el martillo de Schmidt para la estimación de la resistencia de la matriz rocosa bajo la metodología de la ISRM (Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas, 1981). Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 307219; N: 8674437.

## 2.1.2. Depósitos cuaternarios

### a. Depósito aluvial (Q-al):

Son depósitos acumulados en las márgenes del río Rímac; corresponde a una mezcla de fragmentos heterométricos y heterogéneos de gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, así como limos y arcillas; estos materiales por el transporte que sufrieron y su ubicación tienen selección de regular, presentándose niveles y estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial. Su permeabilidad es media a alta y se asocia principalmente a terrazas aluviales, susceptibles a la erosión fluvial.

### b. Depósito proluvial (Q-pl):

Los depósitos proluviales se originan a partir de los depósitos de flujos (figura 7), 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 capas de gravas gruesas y finas mal clasificadas con elementos subangulosos a subredondeados, con diámetros que varían entre 0.05 a 1.00 m, envueltos en matriz de arenas gruesas a finas en proporciones variables, medianamente consolidados.



**Figura 7.** Material de depósito proluvial de hasta 4.5 m de altura, originado a partir de depósitos de flujos antiguos.

### 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.

## **4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS**

### **4.1. Pendientes del terreno**

La pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa, ya que actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el anexo 1: Mapa 02, se presenta el mapa elaborado en base a información de un modelo de elevación digital (DEM) con 12.5 m de resolución obtenido de ALOS PALSAR (USGS) y procesados en el software ArcGis.

Para la quebrada Cusipata se tiene laderas de montaña con pendiente muy fuerte a escarpada (25° a 45°); pendientes dispersas mayores a 45° relacionados a terrenos muy escarpados. Así mismo, la pendiente de terreno donde se asienta la población de la Urbanización de Cusipata en menos a 15° caracterizada de moderada a ligeramente inclinado.

Este rango de pendientes es el resultado de la intensa acción erosiva del agua de escorrentía superficial, que ha tallado profundamente las rocas intrusivas a lo largo del tiempo, creando una topografía escarpada y de pendiente pronunciada.

### **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 Rímac); 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 intrusiva (M-ri):**

Subunidad geomorfológica modela en rocas intrusivas de la Super Unidad Santa Rosa, las cuales se muestra afectadas por procesos denudativos (fluvio-erosionales); estas montañas son antiguas y se halla expuestas hacia ambos márgenes de la quebrada Cusipata (fotografía 3).

Presentan laderas con pendientes fuertes a muy fuertes (15° a 45°), incluso llega a tener paredes subverticales con pendientes mayores a 45° y pendiente moderada a fuerte (5° a 15°) relacionadas a la cima de montaña.





**Fotografía 3.** Vista de la Subunidad de montaña en roca intrusiva (M-ri), cuyas laderas presentan pendientes de fuerte a muy fuerte ( $15^{\circ}$ - $45^{\circ}$ ) y disectada por la quebrada Cusipata.

#### **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. Presenta litológica homogénea a causa de su corto a mediano recorrido.

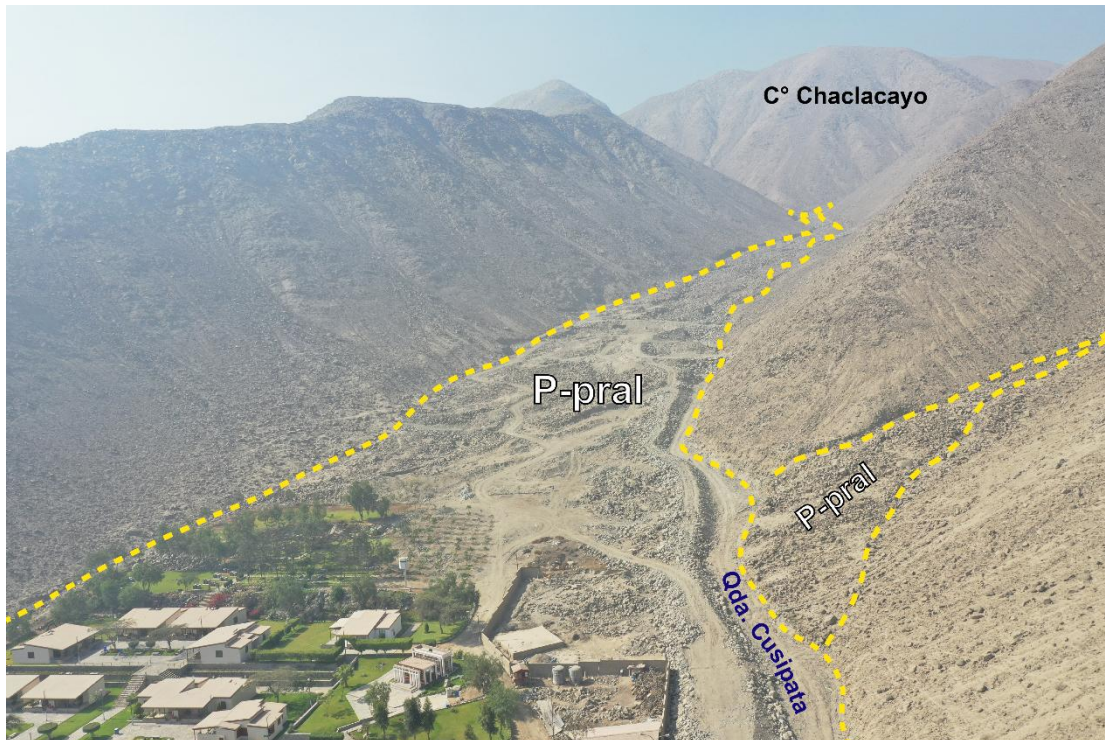
Se asocian geodinámicamente a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo caída de rocas y conforman materiales potencialmente inestables de las laderas que caen o ruedan por la fuerza de gravedad, con ayuda de las lluvias intensas o movimientos sísmicos.

#### **4.2.3. Unidad de piedemonte**

Se identificó la siguiente subunidad

##### **a. Subunidad de piedemonte proluvial o aluviotorrencial (P-pral)**

Son planicies inclinadas a ligeramente inclinadas y extendidas (menor a  $15^{\circ}$ ), 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 (figura 8). Muchos de estos depósitos están asociados a cursos individuales de quebradas secas y se asocian, principalmente, al fenómeno El Niño.



**Figura 8.** Vista de la subunidad de vertiente aluvio-torrencial (P-pral) y sobre la cual se asienta la población de Cusipata.

#### **4.2.4. Unidad de terraza**

Se identificó la siguiente subunidad

##### **a. Terraza aluvial (T-a)**

Corresponde a porciones de terreno alargado a ligeramente inclinado con pendiente del terreno entre 1° a 5° y altura relativamente marcada. Se encuentra en las márgenes del río Rímac. Está subunidad es susceptible a la inundación y erosión fluvial.

## **5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA**

Los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en la quebrada Cusipata, corresponden al tipo flujo, subtipo flujo de detritos (anexo 1: Mapa 4).

La caracterización de este evento, se realizó en base a la información obtenida durante los trabajos de campo, donde se identificaron los tipos de movimientos en masa a través del cartografiado geológico y geodinámico, basado en la observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo, se tomó datos con GPS, fotografías a nivel de terreno y levantamiento fotogramétrico con dron y complementada con el análisis de imágenes satelitales.

Además de ello, la zona es considerada de alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa (Luque et al., 2020):



### 5.1. Flujo de detritos

De acuerdo con las observaciones y trabajos de campo, se evidencia que el basamento rocoso intrusivo se encuentra muy fracturado y altamente meteorizado, lo que acelera la descomposición de las rocas en partículas más pequeñas, como arenas y sedimentos finos que se acumulan en las laderas y quebradas sin protección vegetal.

De la misma forma, aguas arriba en las vertientes de la parte alta se tiene varios ramales dispuestos de manera dentrítica que alimentan con material suelto al cauce principal de la quebrada. Sus flancos son empinados y con amplio desarrollo de torrentes que se han formado por la incisión de depósitos de taludes inconsolidados y en roca (figura 9).

Es así, que en el cauce de la quebrada Cusipata se observa abundante material detrítico suelto producto de la meteorización de las rocas y de flujos antiguos, los cuales alcanzan dimensiones de hasta 3.4 m de diámetro, con formas subangulosas a subredondeadas producto de la erosión esferoidal (fotografía 4) y su escaso transporte.

De esta manera, durante eventos climáticos extremos, como los asociados al fenómeno de “El Niño” u otras anomalías climáticas que generan lluvias; saturan los sedimentos acumulados en las laderas y cauce de la quebrada, incrementando su peso y reduciendo la cohesión entre partículas. Esto facilita el desencadenamiento de flujos de detritos (huaicos), los cuales arrastrarían gran volumen de sólidos de material granular, lodo y bloques de roca de diferentes tamaños, constituyendo una amenaza frecuente para las viviendas ubicadas en el cauce, la seguridad de sus habitantes y vías de acceso.

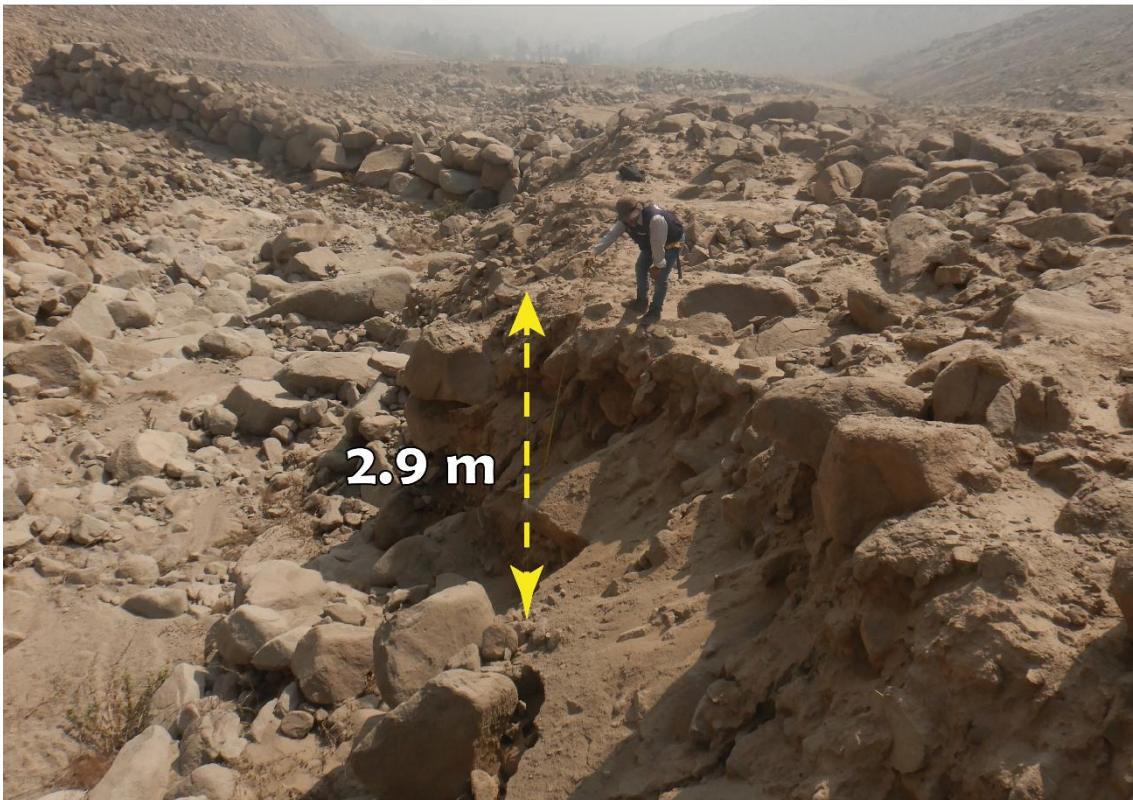


**Figura 9.** Margen derecho de la quebrada, donde se puede distinguir el basamento rocoso muy fracturado y meteorizado que contribuye a la acumulación de materiales coluviales y proluviales (flechas de color amarillo), susceptibles a ser removidos con facilidad durante lluvias excepcionales.





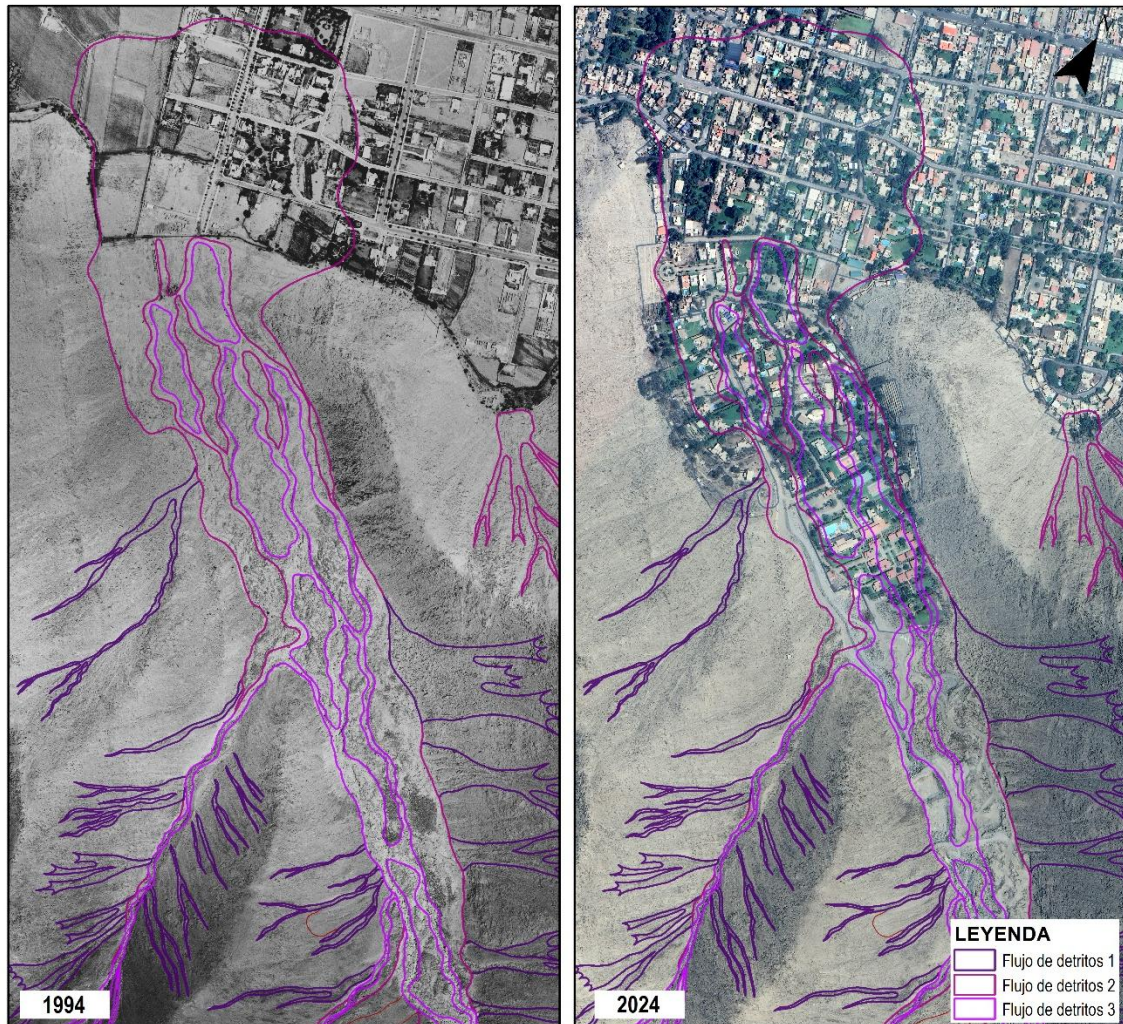
**Fotografía 4.** Abundante material detrítico suelto, heterométrico, con diámetros de hasta 3.8 m de diámetro, ubicados en el cauce principal de la quebrada Cusipata. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 307615; N: 8674194.



**Figura 10.** Terraza proluvial de hasta 2.9 m de alto, que indica evidencias de flujos de detritos antiguos a lo largo de la quebrada Cusipata. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 307609; N: 8674201.



A partir del análisis comparativo de una fotografía aérea de 1944 y una imagen satelital del año 2024; se muestran la evidencia de flujos antiguos de grandes dimensiones y sobre el cual más del 90% de la población del área urbana de Cusipata se encuentra asentada sobre depósitos de flujos de detritos antiguos y que además han reducido considerablemente el cauce principal de la quebrada. (figura 11)



**Figura 11.** Comparación entre la fotografía aérea de 1944 y la imagen satelital del año 2024; donde se evidencia grandes flujos antiguos, sobre los cuales actualmente se encuentra asentada más del 90% del área urbana de Cusipata.

Así mismo, se ha identificado al menos 4 eventos de flujo: 2 de gran magnitud y otros 2 de menor, canalizados en corrientes preexistentes (Ver anexo 1: Mapa 4), entendiéndose que el flujo de detritos 1, históricamente corresponde al más antiguo y el 4, el más reciente:

▪ **Flujo de detritos antiguo 1:**

Se encuentra a lo largo de la quebrada y vertientes tributarios. Se caracteriza por presentar material grueso de tipo grava y en menor cantidad bloques y bolones con tamaños máximos de 0.2 m y mínimos de 0.02 m envueltos en abundante matriz de arenas de grano medio a grueso.



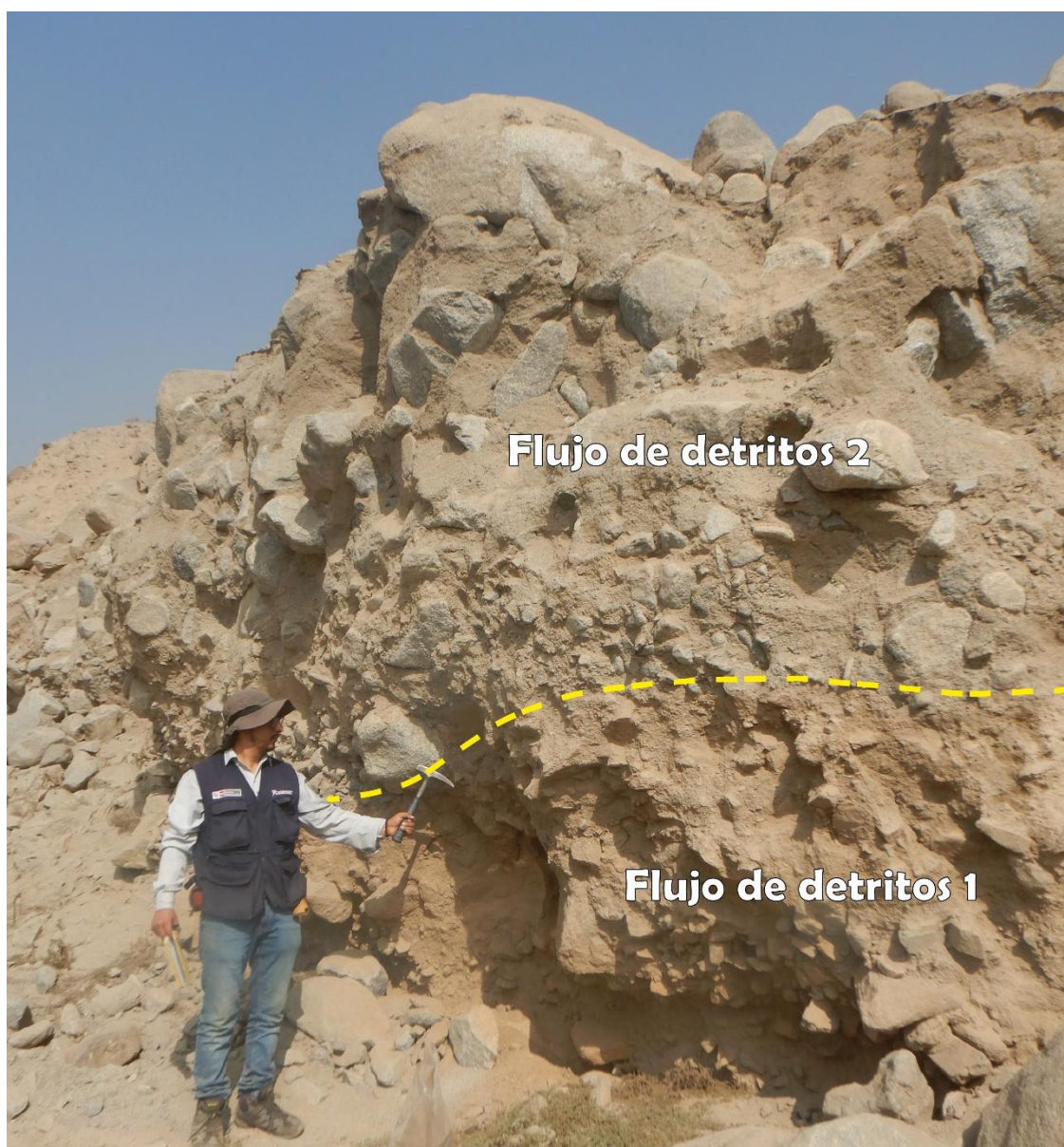
▪ **Flujo de detritos antiguo 2:**

Corresponde a flujos de detritos con predominancia de material grueso de tipo bloques y bolones de forma subanguloso con tamaños máximos de 2.0 m y mínimos de 0.10 m., envueltos en matriz de arenas de grano medio a grueso. Se relaciona a eventos extremos de lluvias que ha rellenado gran parte de la quebrada Cusipata (figura 11).

Estos depósitos posiblemente llegaron hasta desembocadura del río Rímac, pero a través del tiempo los depósitos más recientes cortaron o cubrieron a esta unidad.

▪ **Flujo de detritos antiguo 3:**

Corresponde a eventos de menor magnitud, posiblemente desencadenados por lluvias prolongadas e intensas que removieron paulatinamente el material de la quebrada preexistente.



**Figura 12.** Evidencias de flujos de detritos 1 y 2, diferenciado por el contenido de material grueso tipo bloques, bolones y gravas, que diferencian ambos depósitos. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 307128; N: 8674530.



▪ **Flujo de lodo reciente:**

Corresponde a flujos recientes, el ultimo registrado el 16 de marzo del 2023 durante el fenómeno del Ciclón Yaku (figura 13), el cual afectó las viviendas (figura 14) y calles (figura 15), asentadas en la desembocadura de la quebrada; además de 15 kilómetros de la carretera Central, desde la desembocadura de la quebrada Cusipata hasta el distrito de Ate.

Además, al momento de realizar los trabajos de campo, se han identificado hasta 04 diques destruidos (figura 16), 01 espigón realizado con el mismo material de la quebrada y enrocados de manera artesanal (fotografía 5) colocados a raíz del último fenómeno del Ciclón Yaku. Eventos de mayor magnitud (reactivaciones), podría comprometer la capacidad de estas estructuras, ya que la acumulación progresiva de detritos podría colmar las estructuras existentes e incrementar el riesgo aguas abajo.



**Figura 13.** A. Flujos de lodo que afectaron viviendas ubicadas en el cauce de la quebrada Cusipata el 16 de marzo de 2023. B. Afectación de la Institución Educativa Felipe Santiago Estenos. C. Afectación de la Carretera Central llegando hasta el distrito de Ate.





**Figura 14.** Altura de 1.2 m registrada en pared de vivienda a la altura de la calle Fontana, producto del último fenómeno del Ciclón Yaku, Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 306738; N: 8674841.



**Figura 15.** Comparación entre dos fotografías de dron (2022 y 2024), en donde se puede visualizar la afectación de la calle Las Terrazas, producto del último fenómeno del Ciclón Yaku del 16 de marzo del 2023.





**Figura 16.** Comparación entre dos fotografías de dron (2022 y 2024), en donde se puede visualizar la destrucción de dos diques de concreto (líneas entrecortadas color negro), y una pared (líneas entrecortadas color rojo) producto del último fenómeno del Ciclón Yaku (2023).



**Fotografía 5.** Muros de roca (enrocados) de aproximadamente 2.5 m de altura realizados de manera artesanal ubicados en la desembocadura de la quebrada Cusipata. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 306975; N: 8674608.



### 5.1.1. Factores condicionantes

A continuación, se detalla los principales factores condicionantes que podrían condicionar la ocurrencia de movimientos en masa, los cuales se detallan en la siguiente tabla 4:

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

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Litológico-estructural	<ul style="list-style-type: none"> <li>Substrato rocoso compuesto por rocas intrusivas de tipo tonalita y diorita, muy fracturadas y altamente meteorizadas en superficie, que generan depósitos coluvio-deluviales, adosados a las laderas que circunscriben la quebrada, y son susceptibles a procesos de erosión y transporte ante precipitaciones pluviales intensas.</li> <li>Depósitos proluviales y coluviales conformado por materiales detríticos no consolidados, fácilmente erosionable con diámetros de hasta 3 m; que se disponen a lo largo del cauce de toda la quebrada.</li> </ul>
Geomorfológico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ladera de montaña modelada en roca intrusiva, afectada por procesos geodinámicos superficiales como flujos de detritos y caída de rocas</li> <li>Pendiente del terreno de las laderas, que varía principalmente entre 25° y 45°, caracterizada como 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.</li> </ul>
Factor antrópico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ocupación inadecuada del terreno, con presencia de viviendas en la desembocadura de la quebrada Cusipata, los cuales han reducido considerablemente el cauce principal de la quebrada.</li> </ul>

### 5.1.2. Factores detonantes o desencadenantes

A continuación, se detalla los principales factores que podrían detonar o desencadenar la ocurrencia de movimientos en masa, los cuales se detallan en la siguiente tabla 5:

**Tabla 5.** Factores desencadenantes de los procesos por movimientos en masa.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>El factor desencadenante principal para la ocurrencia de flujo de detritos en la quebrada donde se encuentra asentada la zona urbana de Cusipata, corresponden a precipitaciones pluviales de carácter extraordinario, relacionadas principalmente al fenómeno de “El Niño” u otro similar como lo ocurrido durante el “Ciclón Yacu” donde las precipitaciones máximas diarias pueden llegar a umbrales de 37 mm (SENAMHI).</li> </ul>

## 6. 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) La quebrada Cusipata presenta evidencias de flujos antiguos y recientes detonados principalmente con lluvias extraordinarias, relacionadas al fenómeno de “El Niño”, siendo el más reciente, el 16 de marzo del 2023 durante el Ciclón Yaku. Este evento afectó varias viviendas y calles, asentadas en la desembocadura de la quebrada; además de 15 kilómetros de la carretera Central, desde la desembocadura de la quebrada, hasta el distrito de Ate.
- 2) El área urbana de Cusipata se encuentra asentada en la desembocadura de la quebrada, geodinámicamente activa, la cual además se encuentra rellena y circundada por abundante material suelto proveniente de sus laderas y eventos de flujos antiguos. La disposición de este material detrítico es susceptible a ser erosionado y generar nuevos flujos de detritos, por ello se considera que sus cauces están sujetos a flujos excepcionales.
- 3) La ocurrencia del flujo de detritos está condicionada por: el fuerte fracturamiento de las rocas intrusivas de la Super Unidad Santa Rosa, consideradas como macizos rocosos de calidad geomecánica regular; la presencia de suelos inconsolidados (proluviales y coluviales) conformado por materiales detríticos no consolidados, fácilmente erosionable; la pendiente muy fuerte a escarpada de las laderas (25°-45°), que permite que el material suelto se erosione y se remueva fácilmente.
- 4) Además, el peligro es condicionado por factores antrópicos como: Ocupación inadecuada del terreno, con presencia de viviendas en la desembocadura de la quebrada, los cuales han reducido considerablemente el cauce principal de la quebrada.
- 5) El factor desencadenante, para la ocurrencia de flujos de detritos en la quebrada donde se asienta el área urbana de Cusipata, son las precipitaciones de carácter extraordinario, relacionadas principalmente al fenómeno de “El Niño” u otro similar como lo ocurrido durante el “Ciclón Yacu”.
- 6) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas que presenta la quebrada; el área urbana de Cusipata y sus quebradas afluentes, se encuentran en una **Zona Crítica** y de **Peligro Alto** ante la ocurrencia de flujos de detritos, los cuales pueden ser desencadenados por lluvias excepcionales intensas de corta duración y/o prolongadas (Fenómeno El Niño o similar).

## 7. RECOMENDACIONES

En base a la evaluación de peligros geológicos realizada en el presente informe, se brindan las siguientes recomendaciones:

- 1) Las autoridades competentes deben promover e implementar medidas estructurales para el control de flujo de detritos (huaicos) como barreras dinámicas o la construcción de diques transversales para la retención de material detrítico y reducción de la velocidad de flujo. Estas medidas deben ser diseñadas por especialista en el tema, teniendo en cuenta cálculos hidrológicos y geotécnicos, que determinen, las características ingenieriles de cada medida estructural.
- 2) Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada (especialmente después de épocas de avenida); esto se debe complementar con la construcción de defensas ribereñas con muros de concreto o gaviones en la desembocadura de la quebrada.
- 3) En la zona urbana de Cusipata, se debe construir o aperturar canales para captar las aguas de las precipitaciones pluviales y el pase de flujo de detritos hasta el río Rímac respetando los cauces antiguos de las quebradas.
- 4) Prohibir la expansión urbana hacia el cauce actual de la quebrada Cusipata, así como prohibir la construcción de viviendas y/o algún tipo de infraestructura en zonas aledañas a sus márgenes, por ser una zona de alta susceptibilidad a movimientos en masa por flujos de detritos.
- 5) Proponer la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT), con los respectivos sensores y sistemas de comunicación – alarma, que avise con antelación a la población que vive en el cauce de la quebrada y zonas aledañas, con el objetivo de tener avisos oportunos ante la ocurrencia de flujos (huaicos), para que la población pueda tomar las precauciones del caso y salvaguardar sus vidas.
- 6) Realizar actividades de sensibilización y concientización del peligro al que se encuentran expuestos la zona urbana de Cusipata.



MAURICIO ANTONIO NUÑEZ PEREDO  
Ingeniero Geólogo  
CIP N° 278509



Ing. GILBERTO ZAVALA CARRIÓN  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET



## 8. 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/>.

Bieniawski, Z.T. (1989) - Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil and petroleum engineering. New York: John Wiley & Sons, 251 p.

CENEPRED, SENAMHI, MML (2023) - Informe de evaluación de riesgos por flujos de detritos en el área urbana de la subcuenca de Cusipata, distrito de Chaclacayo, provincia de Lima. CENEPRED. Disponible en: <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/16926>.

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](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.

Luque, G.; Rosado, M.; Pari, W.; Peña, F. & Huamán, M. (2020) - Peligro geológico en la región Lima. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica, 76, 298 p., 9 mapas.

Mamani, Y., Fabián, C., & Jacay, J. (2021). Geología del cuadrángulo de Chosica (hojas 24j1, 24j2, 24j3, 24j4). INGEMMET. Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1: 50 000), 38, 80. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/3213>.

Millán, C. & Lavado, W. (2024). Caracterización del peligro de un flujo de detritos durante el Ciclón Yaku-2023 en la quebrada Cusipata, Perú. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12542/3820>.

Palacios, O.; Caldas, J. & Vela, Ch. (1992) - Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica. Hojas 25-i, 25-j. 24-i, 24-j INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 43, 163 p. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/163>.

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.

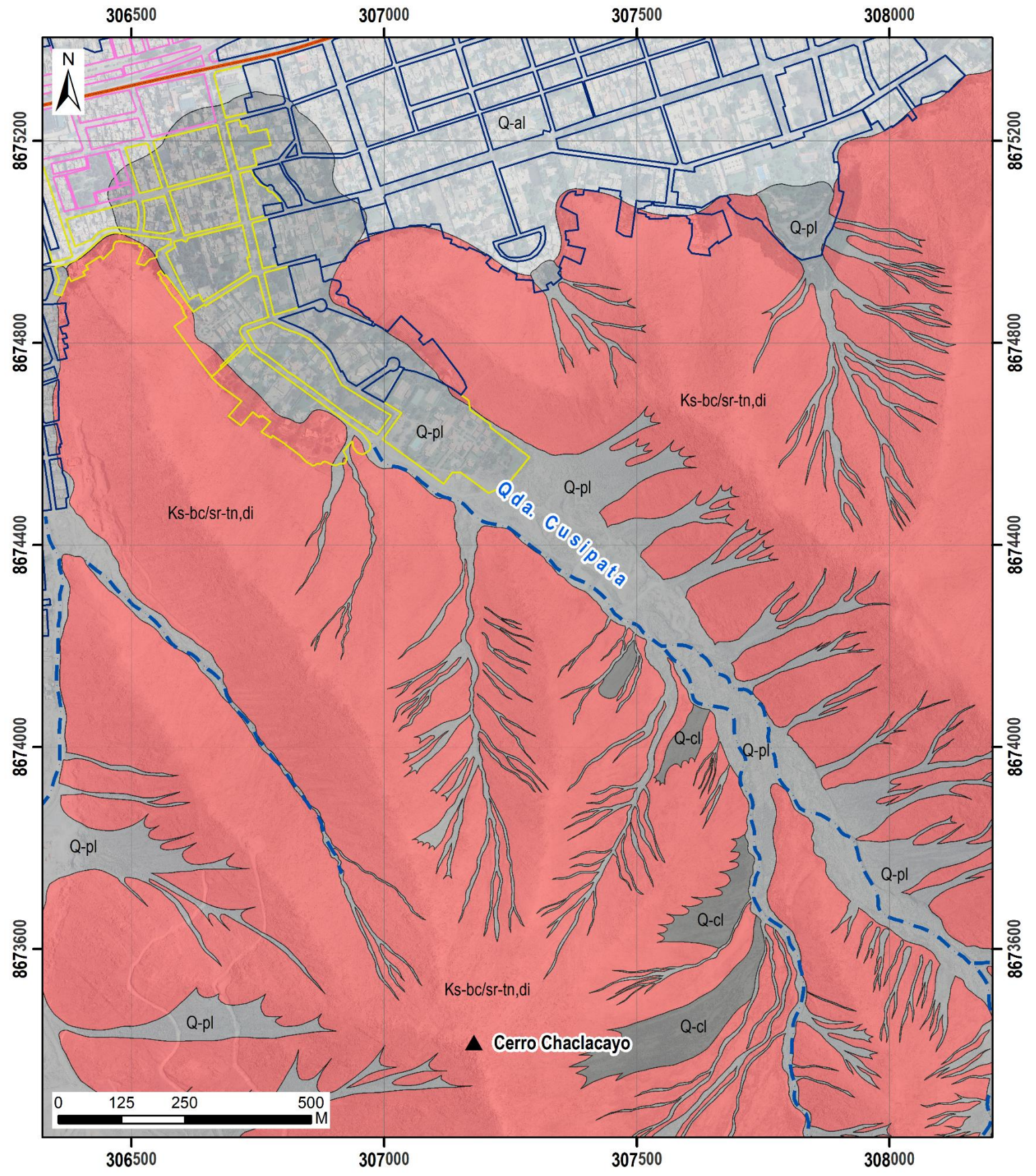
Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrológica, SENAMHI (2020) – Mapa de clasificación climática del Perú (Texto). Lima, Perú. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2185020/Climas%20del%20Per%C3%BA%3A%20Mapa%20de%20Clasificaci%C3%B3n%20Clim%C3%A1tica.pdf>.

Villacorta, S.; Núñez, S.; Vásquez, J.; Pari, W.; Ochoa, M., et al. (2015) - Peligros geológicos en el área de Lima Metropolitana y la región Callao. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 59, 156 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/309>.

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 aluvial	Q-al
			Depósito coluvial	Q-cl
			Depósito proluvial	Q-pl
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	Batolito de la Costa Super Unidad Santa Rora	Ks-bc/sr-tn,di

**SIMBOLOGÍA**

Red Vial Nacional

Quebradas

SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

**DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO**

DEPARTAMENTO: LIMA  
PROVINCIA LIMA  
DISTRITO: CHACLACAYO

**GEOLOGICO**

Escala: 1/10,000

Elaborado por: Nuñez, M.

Proyección: UTM Zona 18 Sur

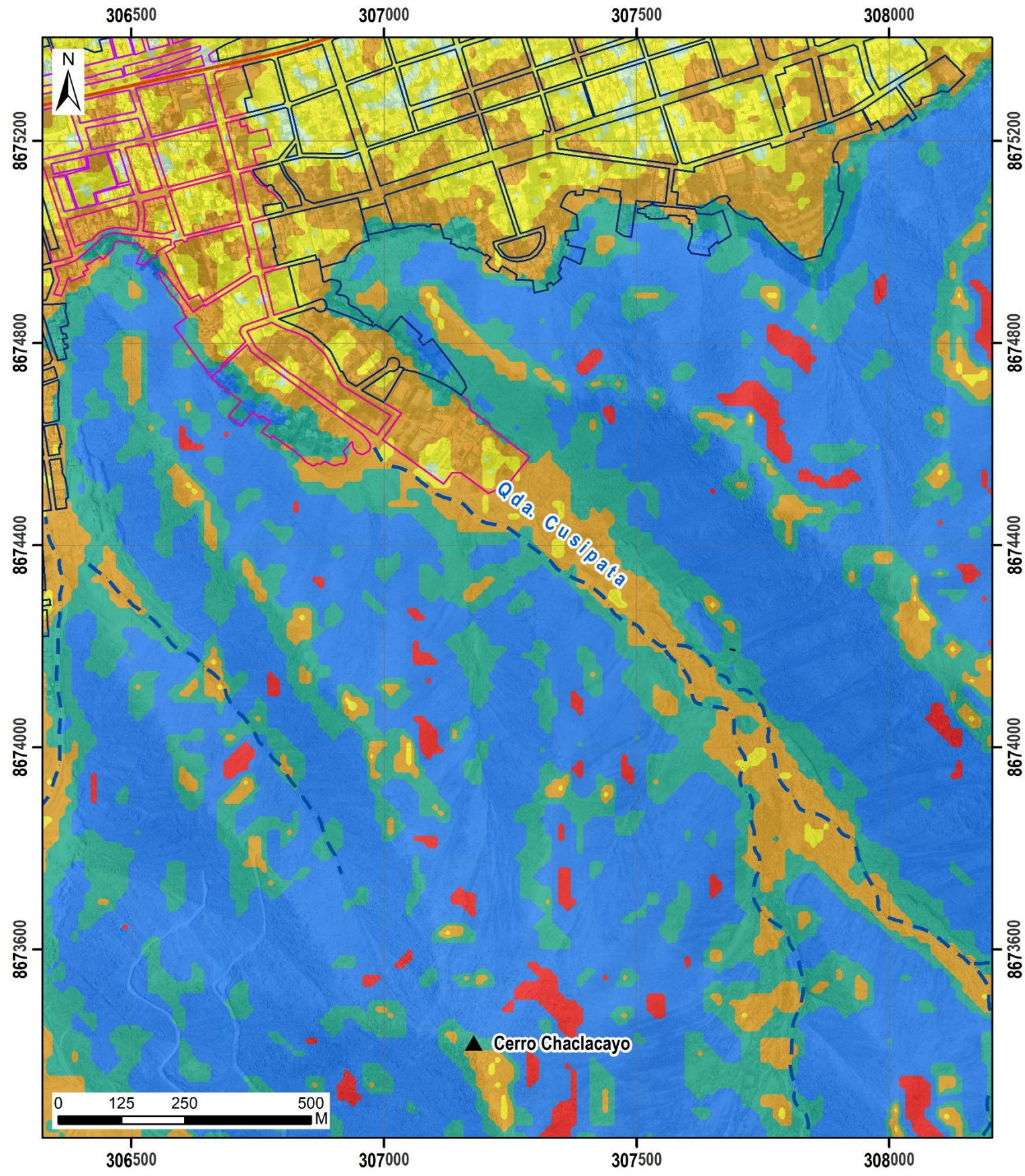
Datum: WGS 84

Versión digital 2025

Impreso: Enero, 2025

**MAPA**  
**01**



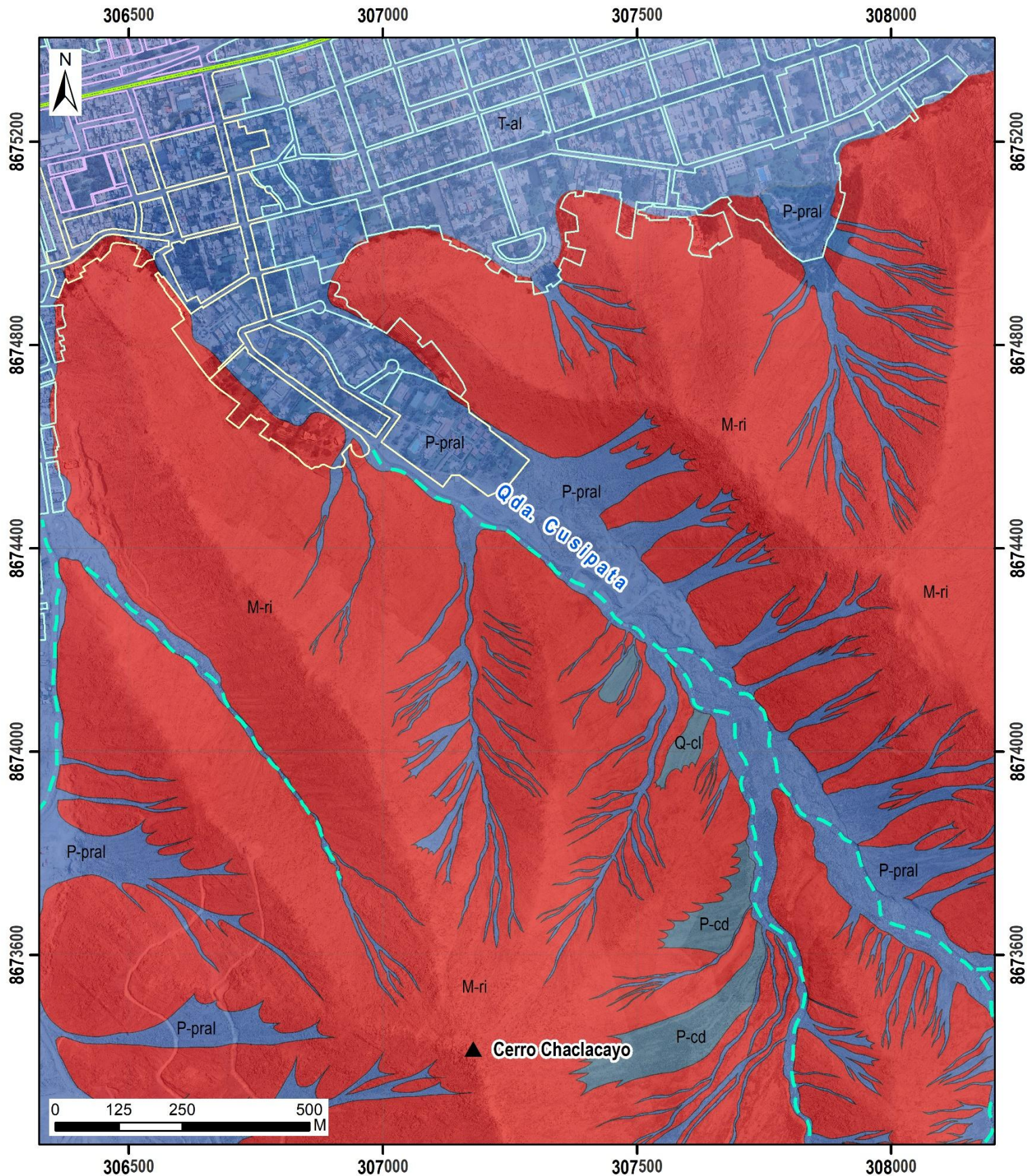


RANGO DE PENDIENTES	
0°-1°	Terreno llano
1°-5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5°-15°	Pendiente moderada
15°-25°	Pendiente fuerte
25°-45°	Pendiente muy fuerte a escarpada
>45°	Terreno muy escarpado

SIMBOLOGÍA	
	Red Vial Nacional
	Quebradas
	Área urbanizada Sector 1 - Cusipata
	Área urbanizada Sector 2 - Cusipata
	Área urbanizada

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO		
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO		
DEPARTAMENTO: LIMA PROVINCIA LIMA DISTRITO: CHACLACAYO		
PENDIENTES DE LOS TERRENOS		
Escala: 1/10,000	Elaborado por: Nuñez, M.	MAPA 02
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2025	Impreso: Enero, 2025	



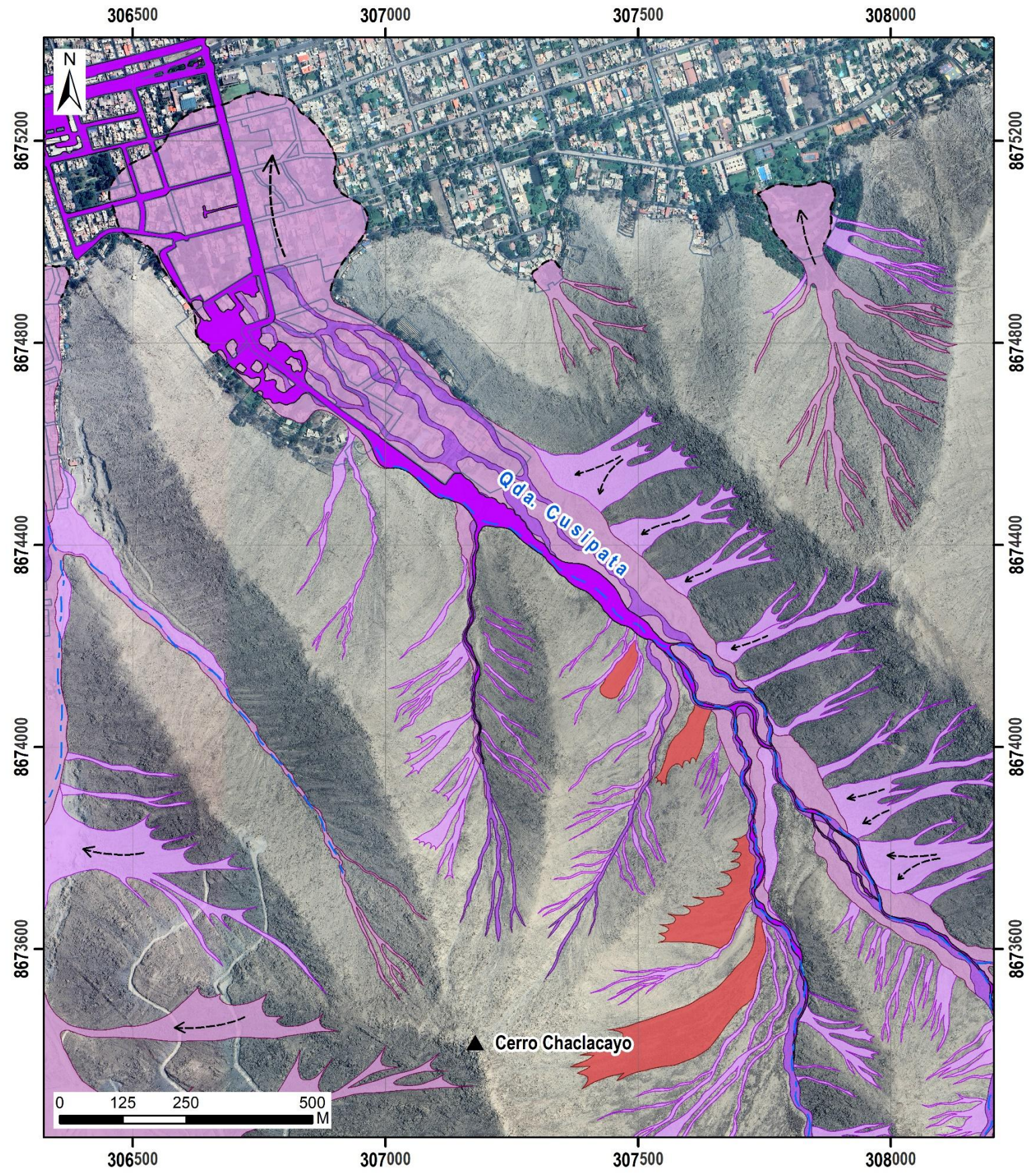







UNIDAD	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	
MONTAÑA	Montaña en roca intrusiva	M-ri
VERTIENTE	Vertiente coluviodeluvial	P-cd
PIEDEMONTE	Piedemonte proluvial o aluviotorrencial	P-pral
TERRAZA	Terraza aluvial	T-al



SIMBOLOGÍA	
	Red Vial Nacional
	Quebradas
	Área urbanizada Sector 1 - Cusipata
	Área urbanizada Sector 2 - Cusipata
	Área urbanizada



 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO		
DEPARTAMENTO: LIMA PROVINCIA LIMA DISTRITO: CHACACAYO		
<b>GEOMORFOLÓGICO</b>		
Escala: 1/10,000	Elaborado por: Nuñez, M.	<b>MAPA 03</b>
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2025	Impreso: Enero, 2025	





LEYENDA	
	Caída de rocas, Inactivo latente
	Flujo de detritos 1, Inactivo relicto
	Flujo de detritos 2, Inactivo relicto
	Flujo de detritos 3, Inactivo latente
	Flujo de lodo 4, Reactivado

SIMBOLOGÍA	
	Área urbanizada
	Cerros

TRAMA	
	Dirección de flujo
	Límite de flujo, interpretado

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO		
DEPARTAMENTO: LIMA PROVINCIA LIMA DISTRITO: CHACLACAYO		
PROCESOS DE MOVIMIENTOS EN MASA		
Escala: 1/10,000	Elaborado por: Nuñez, M.	MAPA <b>04</b>
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2025	Impreso: Enero, 2025	