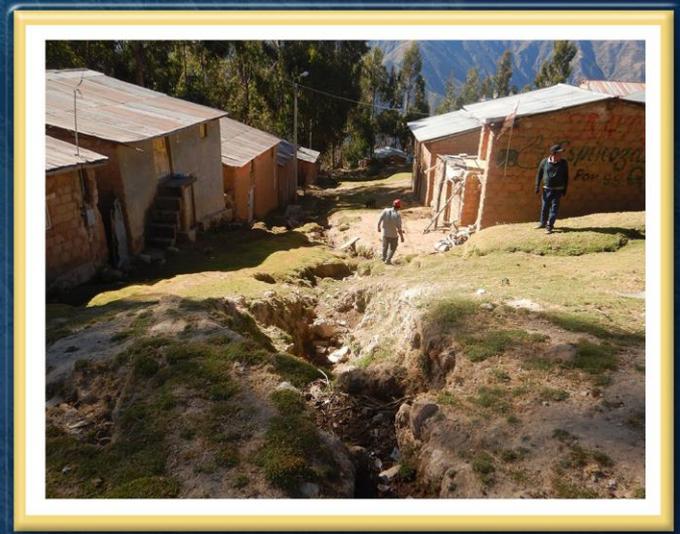


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7427

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR EROSIÓN EN CÁRCAVA EN LA LOCALIDAD DE POTONGO

Departamento Ayacucho
Provincia Sucre
Distrito Querobamba



SETIEMBRE
2023

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR EROSIÓN EN CÁRCAVA EN LA LOCALIDAD DE POTONGO

Distrito Querobamba, provincia Sucre, departamento Ayacucho

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

Equipo de investigación:

Mauricio A. Núñez Peredo

Norma L. Sosa Senticala

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). "Evaluación de peligros geológicos por erosión en cárcava en la localidad de Potongo". Distrito Querobamba, provincia Sucre, departamento Ayacucho", informe técnico N°A7427, Ingemmet 34 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Objetivos del estudio.....	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	2
1.3. Aspectos generales.....	3
1.3.1. Ubicación.....	3
1.3.2. Población.....	4
1.3.3. Accesibilidad.....	4
1.3.4. Clima	6
1.3.5. Zonificación sísmica	7
2. DEFINICIONES	8
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	10
2.1. Unidades litológicas	10
2.1.1. Rocas Intrusivas.....	10
2.1.2. Depósitos cuaternarios.....	12
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	12
4.1. Pendientes del terreno.....	12
4.2. Unidades geomorfológicas	13
4.2.1. Subunidad de montañas en rocas intrusivas (M-ri):.....	13
4.2.2. Subunidad de vertiente coluvio-deluvial (V-cd):	15
4.2.3. Subunidad de vertiente coluvial (V-c):.....	15
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	17
5.1. Otros Peligros geológicos	17
5.2. Erosión en cárcavas.....	17
5.2.2. Factores condicionantes.....	25
5.2.3. Factores detonantes desencadenantes	25
5.2.4. Factores antrópicos	25
5.2.5. Daños por peligros geológicos	25
6. CONCLUSIONES.....	27
7. RECOMENDACIONES.....	28
8. BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXO 1: MAPAS.....	30

RESUMEN

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

En el área de estudio afloran rocas de origen intrusivo granítico, denominado Granito Querobamba, el cual constituye un gran cuerpo plutónico de gran extensión; con una resistencia baja (25-50 Mpa), muy fracturadas con espaciamentos muy próximas entre si (0.04 a 0.06 m) y aberturas “abiertas” (1.0 a 5.0 mm) rellenas de arenas y limos; la roca está afectada por una intensa alteración y meteorización que la ha descompuesto totalmente y transformándola en algunos sectores en arena feldespática.

Las geoformas identificadas corresponden a montañas modeladas en rocas intrusivas y geoformas de piedemonte (vertiente con depósitos de deslizamiento, coluvio–deluvial, coluvial) que conforman laderas de montañas con pendientes variables de fuertes a muy fuerte (15° a 45°).

En el área de estudio se han identificado varios procesos de erosión en cárcavas identificadas alrededor del centro poblado de Potongo, que deben su origen principalmente a las condiciones intrínsecas del terreno y de las precipitaciones pluviales que ocurren en esta zona; así como del inadecuado manejo del agua de escorrentía y/o sistema de riego inadecuado, generando mayor erosión e inestabilidad en el terreno por saturación del suelo. Estas han generado el aumento progresivo de la capacidad de erosión en las paredes de las cárcavas y condicionando la ocurrencia de otros movimientos en masa, tipo derrumbes y deslizamientos.

La cárcava principal tiene una profundidad de 15 m aproximadamente, cuya erosión retrogresiva de sus márgenes ha generado un ancho de 130 m en la zona más amplia. La longitud desde la cabecera de la cárcava hasta la desembocadura con la quebrada es de 0.8 km. Los efectos de estas erosiones afectaron un tramo de 50 m de trocha carrozable y zonas de cultivos.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y dinámicas mencionadas anteriormente, el centro poblado de Potongo se considera como **Zona Crítica** y de **Peligro Alto** a la ocurrencia de cárcavas, derrumbes y deslizamientos, potenciales hacer reactivados con lluvias intensas y/o prolongadas y/o extraordinarias.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones a fin de que las autoridades competentes pongan en práctica, como realizarla captación y la derivación de las aguas de escorrentía que se encuentren cerca de la erosión en cárcava; estas aguas deberán ser conducidas por medio de infraestructuras de drenaje pluvial y/o canales revestidos hacia cauces naturales (quebradas) ubicadas lejos de las zonas inestables, los canales existentes deben ser revestidos (concreto, mampostería, terrocemento, entre otros), para minimizar la infiltración y saturación de terrenos, entre otros.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la solicitud del Gobierno Regional de Ayacucho, según Oficio N°158-2023-GRA/SIREDECI-ST; 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 localidad de Potongo .

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Mauricio Núñez Peredo y Norma Sosa Senticala, realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva, la cual se realizó el día 01 de julio del presente año en coordinación con las autoridades locales de la localidad de Potongo.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres y aéreas), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico.

Este informe se pone a consideración del Gobierno Regional de Ayacucho y entidades encargadas en la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, 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 localidad de Iccatía - Potongo.
- 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° 70, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Peligro Geológico en la Región Ayacucho” (Vílchez *et al.*, 2019). Muestra el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:300 000, donde el sector de Iccatía - Potongo. y alrededores, se localizan en zonas de susceptibilidad alta a muy alta, (figura 1).

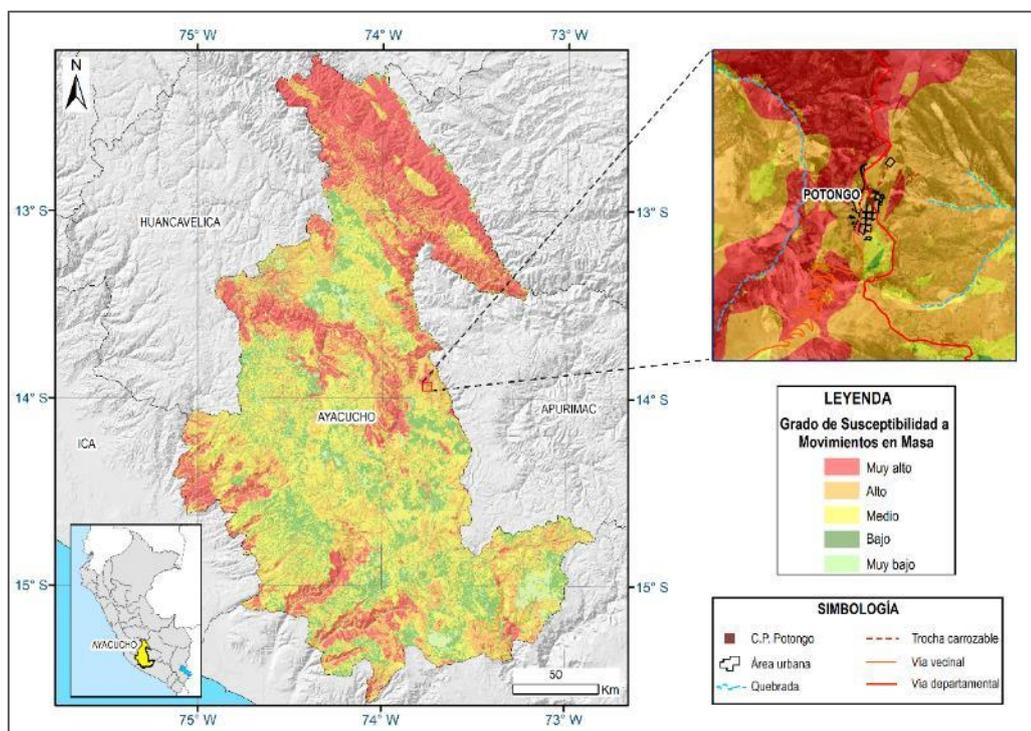


Figura 1: Susceptibilidad por movimientos en masa en la zona de Potongo y alrededores. **Fuente:** Vílchez *et al.*, 2019

- B) Boletín, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Guadalupe(28-l), Huancapi (28-ñ), Chincheros (28-o), Castrovirreyna (27-m), San Miguel (27-o), Tupe (26-l), Conaica (26-m), Huarochirí (25-k), Yauyos (25-l) y Huancayo (25-m)” (Quispesivana & Navarro, 2003). Describe las unidades intrusivas a escala 1:100 000 de la hoja de Chincheros 28-o (cuadrángulo al cual pertenece la localidad de Potongo), donde se exponen rocas de edad paleozoica de naturaleza granítica gneisificada.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

La localidad de “Potongo” se ubica en la margen izquierda del río Corimayo, hacia el sur del Cerro Chilcacha. Políticamente pertenece al distrito Querobamba, provincia Sucre, departamento de Ayacucho (figura 2).

Cuenta con las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S):

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	634098.0189	8458048.094	-13.94462203°	-73.75862878°
2	634066.345	8459025.554	-13.93578738°	-73.75896916°
3	634562.4907	8458548.683	-13.9400748°	-73.75435407°
4	634962.8602	8459054.598	-13.9354824°	-73.75067307°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
	634994.5336	8458077.152	-13.94431688°	-73.75033238°

1.3.2. Población

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, el centro poblado Potongo presenta una población censada de 95 habitantes distribuidos en un total de 66 viviendas particulares.



Fotografía 1: Vista con dron del centro poblado de Potongo.

1.3.3. Accesibilidad

El acceso se realizó por vía terrestre desde la ciudad de Lima, mediante la siguiente ruta (tabla 2):

Tabla 2. Ruta de acceso.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Huaytará	Asfaltada	329	4 horas 55 min
Huaytará – Ayacucho	Asfaltada	219	4 horas 15 min
Ayacucho - Querobamba	Asfaltada	210	5 horas 42 min
Querobamba - Potongo	Afirmada	21.5	1 hora 00 min

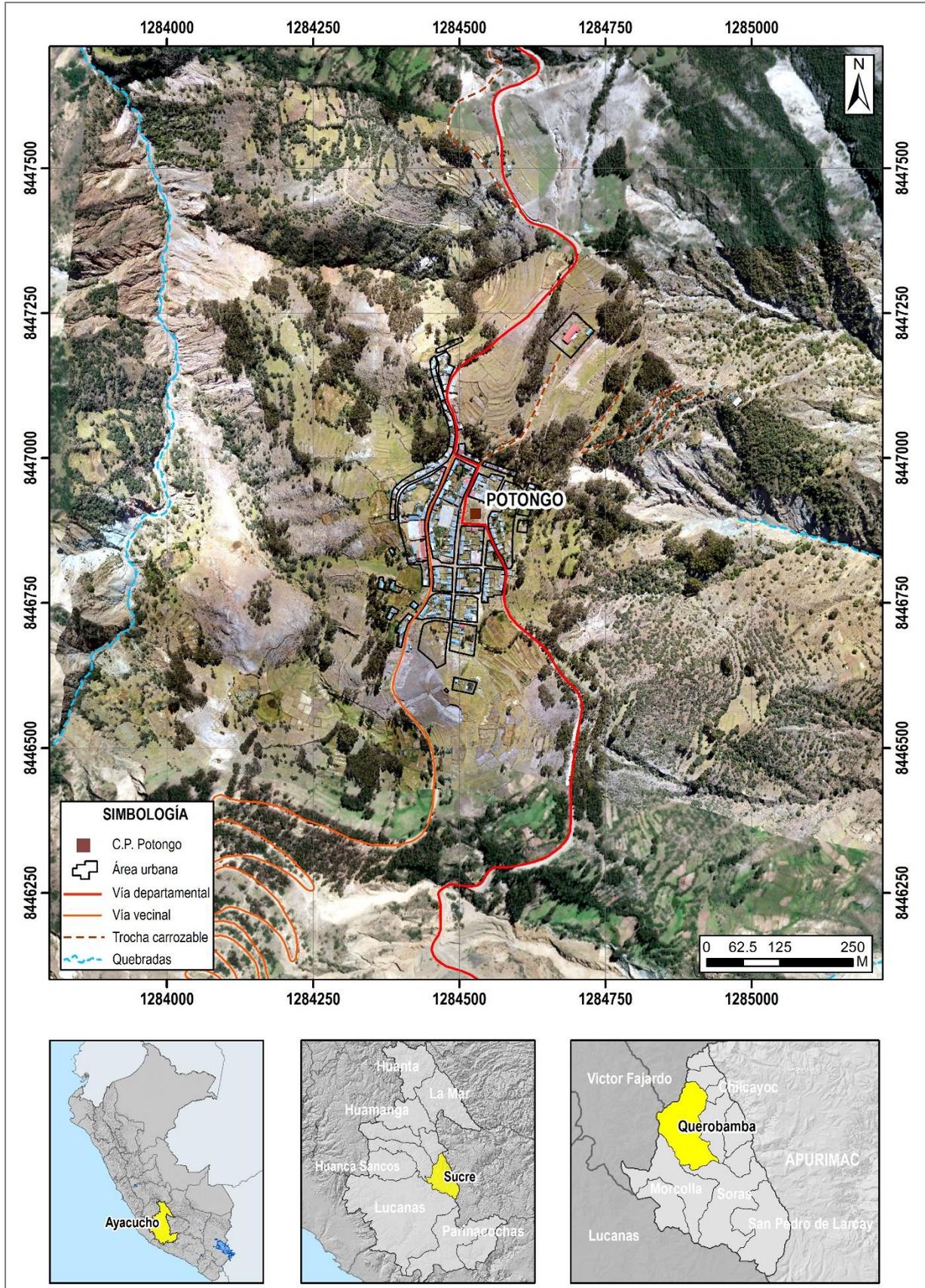


Figura 2: Ubicación de la localidad de “Potongo”. Distrito Querobamba, provincia Sucre, departamento Ayacucho.

1.3.4. Clima

Según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), la zona de estudio presenta un clima semifrío lluvioso, con deficientes lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como húmeda.

En cuanto a la cantidad de lluvia, según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos raster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el periodo 2019-2023 fue de 32.8 mm, (figura 3). Cabe recalcar que las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de diciembre a abril.

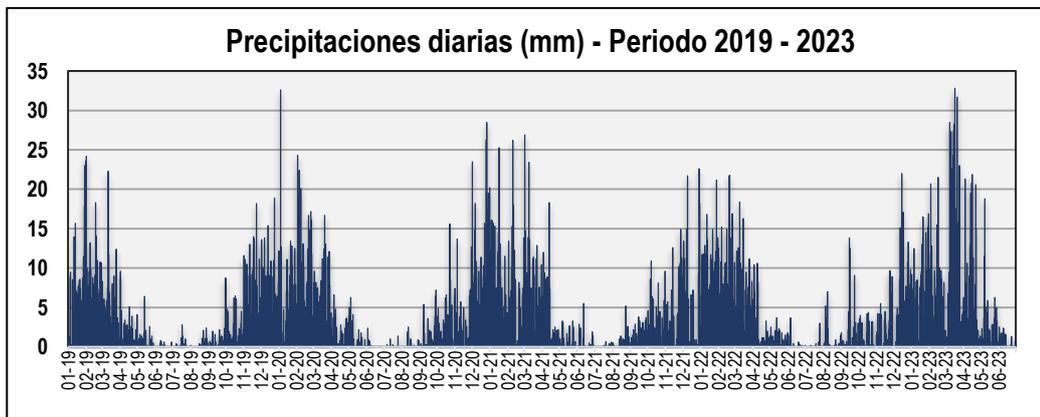


Figura 3. Precipitaciones máximas diarias en mm, distribuidas a lo largo del periodo 2019-2023. La figura permite analizar la frecuencia de las anomalías en las precipitaciones pluviales que inducen al desarrollo de la erosión del suelo. Fuente: Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/9417649>.

La temperatura anual oscila entre un máximo de 20.0°C en verano y un mínimo de -1.0°C en invierno (figura 4). Así mismo, presenta una humedad promedio de 74.4% durante casi todo el año, (Servicio aWhere).

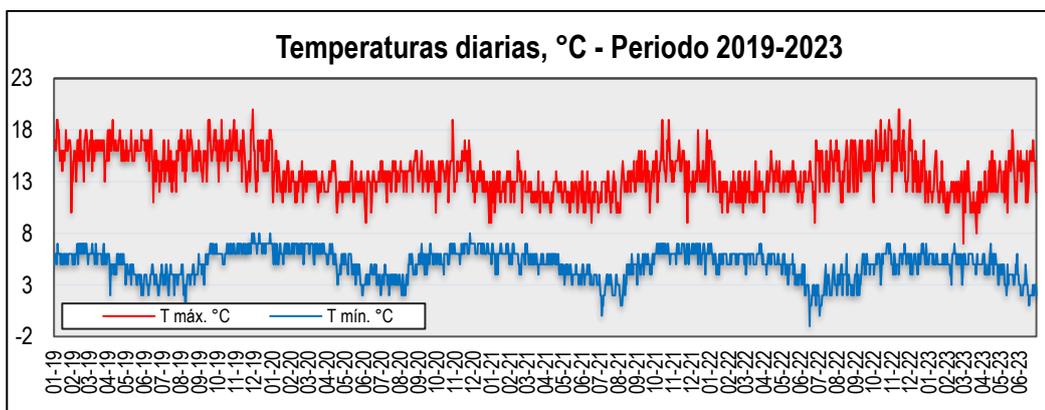


Figura 4. Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo 2019-2022. La figura permite analizar la variedad, saltos extremos de temperatura, duración y regularidad. Fuente: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/9417649>.

1.3.5. Zonificación sísmica

De acuerdo a los niveles de zonificación sísmica en el Perú (figura 5); el área de estudio se ubica en la Zona 3 (sismicidad Alta), localizada desde la línea de costa hasta el margen occidental de la Cordillera de los Andes, determinándose aceleraciones de 0.35 g.

La zonificación propuesta, se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y atenuación de estos con la distancia epicentral, así como la información neotectónica. A cada zona se asigna un factor Z según se indica en el cuadro 3. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad (DS No. 003-2016-VIVIENDA).

Tabla 3. Factores de zona Z.

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

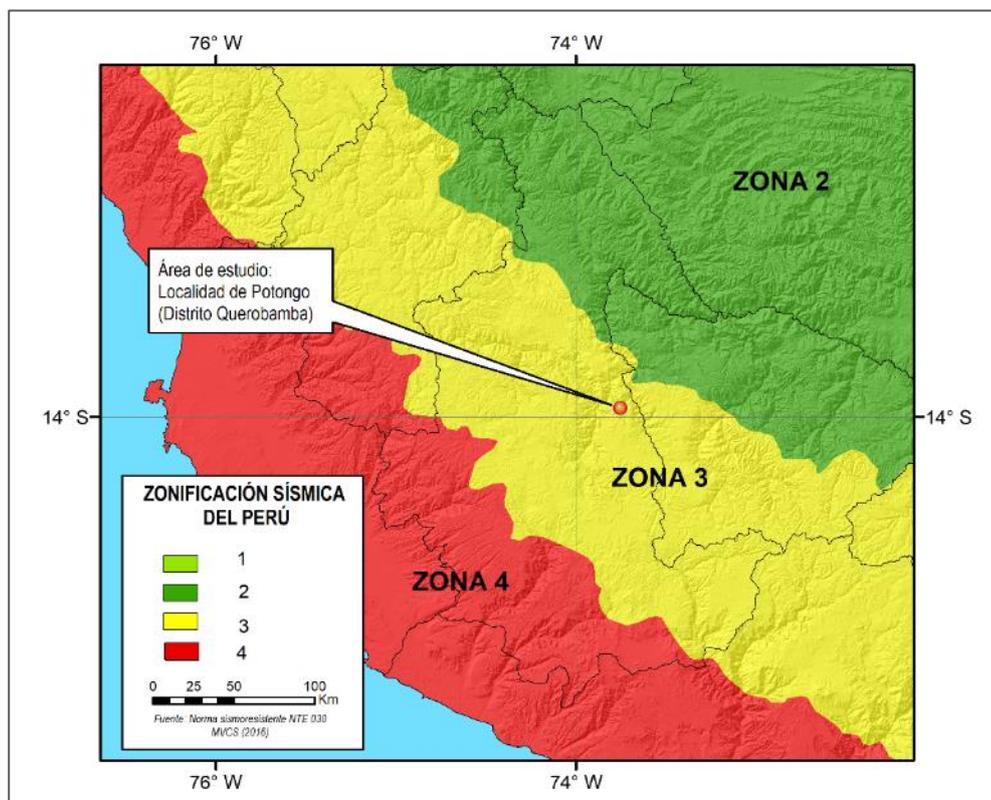


Figura 5. Zonificación sísmica del Perú.

Fuente: Norma sismorresistente NTE 030 MVCS, 2016.

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 relevantes en términos sencillos como son:

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.

CÁRCAVA: Tipo de erosión concentrada en surcos que se forma por el escurrimiento de las aguas sobre la superficie de las laderas.

DERRUMBE: son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados.

DESLIZAMIENTO: Es un movimiento, ladera abajo, de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. Varnes (1978) clasifica los deslizamientos según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales, a su vez, pueden ser planares y/o en cuña.

EROSIÓN DE LADERAS: Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas o bad lands. Este proceso comienza con canales muy delgados cuyas dimensiones, a medida que persiste la erosión, pueden variar y aumentar desde estrechas y poco profundas (< 1 m) hasta amplias y de varios metros de profundidad.

ESCARPE O ESCARPA: Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos

en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

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

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

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, huacos, 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.

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

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 Chincheros (28-o), a escala 1: 100,000 (Guevara, 1974), actualizado e integrado por Quispesivana & Navarro, 2002); el mapa del cuadrángulo de Chincheros 28-o cuadrante III, elaborado a escala 1:50 000 (Ramos et al.,2016); así como la referencia del Boletín N° 70: “Geología de los cuadrángulos de Huancapi, Chincheros, Querobamba y Chaviña” Hojas 28-ñ, 28-o, 29-o, 30-o (Asociación LAGESA-CFGS, 1996) y la Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Guadalupe (28-l), Huancapi (28-ñ), Chincheros (28-o), Castrovirreyna (27-m), San Miguel (27-o), Tupe (26-l), Conaica (26-m), Huarochirí (25-k), Yauyos (25-l) y Huancayo (25-m) (Quispesivana & Navarro, 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

Las unidades litológicas que afloran en el área de estudio son principalmente de origen intrusivo del Paleozoico. Estas unidades se encuentran cubiertas por depósitos recientes coluvio-deluvial y coluvial, que han sido acumulados desde el Pleistoceno hasta la actualidad, (anexo 1: Mapa 01).

2.1.1. Rocas Intrusivas

El macizo intrusivo granítico de edad Paleozoica, denominado Granito Querobamba, constituye un gran cuerpo plutónico de gran extensión dentro del área de estudio. Aflora a manera de una ancha faja orientada de Noroeste a Sureste, en forma casi continua por 85 km de longitud, con un ancho de 27 km (Asociación LAGESA-CFGS, 1996).

Macroscópicamente la roca fresca tiene colores grises blanquecino, crema, rosado pálido, amarillento y rojo salmón, en menor proporción es rojo oscuro. Presenta granos variables de 1 a 3 mm de diámetro de forma subhedral anhédrica, de fractura irregular, a veces rellenada por epidota, de media a baja densidad, de cohesión alta a media y porosidad moderada.

Localmente estos afloramientos se presentan muy fracturados (fotografía 2) con intensa laminación fina y seudoestratificación debido a esfuerzos compresivos posiblemente ligados a la tectónica hercínica, posteriormente acentuada por la tectogénesis y epirogénesis más jóvenes, que afectaron las rocas del macizo andino hasta el Plioceno (Asociación LAGESA-CFGS, 1996).

En general, estas rocas intrusivas graníticas presentan una resistencia baja (25-50 Mpa), muy fracturadas con espaciamientos muy próximas entre si (0.04 a 0.06 m), aberturas abiertas (1.0 a 5.0 mm) rellenadas de arenas y limos; además la roca está afectada por una intensa alteración y meteorización que ha descompuesto totalmente la roca transformándola en algunos sectores en arena feldespática (fotografía 3).

Estas dos características (fuertemente fracturada y altamente meteorizada), confieren a la roca granítica un alto grado de permeabilidad secundaria.



Fotografía 2. Macizo intrusivo granítico gris blanquecino de resistencia baja, muy fracturado, con espaciamentos entre sus fracturas muy próximos en sí. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 634882; N: 8458747.



Fotografía 3. Se observa la intensa alteración y meteorización del macizo, que llega a descomponer totalmente la roca transformándola en algunos sectores en arena feldespática; esta condición confiere un alto grado de permeabilidad secundaria. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 634835; N: 8458661.

2.1.2. Depósitos cuaternarios

a. Depósito coluvio-deluvial (Q-cd):

Se localizan en forma caótica al pie de laderas por acción de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía. Están compuestos por fragmentos líticos, angulosos a subangulosos con diámetros que varían de 0.02 a 0.15 m envueltos en una matriz de arenas y limos, medianamente consolidados (fotografía 3). Su granulometría está compuesta por: Cantos (5%), gravas (15%), gránulos (10), arenas (30%), limos (25%), arcillas (15%).

Son producto de la meteorización de las rocas intrusivas y removidos por procesos de movimientos en masa antiguos y recientes.



Fotografía 3. Vista del material coluvio-deluvial, compuesto por fragmentos líticos heterométricos y de naturaleza heterogénea. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 634818; N: 8458706.

b. Depósito coluvial (Q-cl):

Son depósitos inconsolidados, compuestos por fragmentos de roca angulosos de tamaños variables y de naturaleza litológica homogénea. Presentan nula o poca compactación y se encuentran acumulados al pie de taludes escarpados; generalmente corresponde a depósitos de derrumbes y deslizamientos. Su granulometría está compuesta por: Bolos (15%), cantos (15%), gravas (25%), arenas (25%), limos (20%).

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, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el anexo 1: Mapa 02, se presenta el mapa de pendientes elaborado en base a información del modelo de elevación digital de 0.15 m de resolución obtenido de

sobrevuelos de dron. De acuerdo a este mapa, la zona de evaluación se localiza en laderas de montañas cuyos rangos de pendientes van desde fuerte (15° - 25°) a muy fuerte (25° a 45°) con un cambio abrupto a terrenos de pendiente muy escarpada ($>45^{\circ}$). Este rango de pendientes es el resultado de una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre (figura 6).

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (Anexo 1: Mapa 03), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación con la erosión, denudación y sedimentación; además se usó como referencia el mapa geomorfológico regional a escala 1:250 000 elaborado por Ingemmet.

En la zona evaluada y alrededores se han diferenciado las siguientes geoformas:

A) Unidad de montañas

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

4.2.1. Subunidad de montañas en rocas intrusivas (M-ri):

Corresponde a las cadenas montañosas donde los procesos denudativos (fluvio-erosionales) afectaron rocas intrusivas. Las montañas cubren gran parte de la zona de estudio, cuyas laderas de pendientes fuerte a muy fuerte varían de 15° a 45° , incluso llega a tener paredes semiverticalizadas de pendientes mayores a 45° . Por la configuración geomorfológica de estas se les considera susceptibles a caídas de rocas, derrumbes, deslizamientos, erosión de laderas y flujos (fotografía 4).



Fotografía 4. Vista de la subunidad de montaña modelada en rocas intrusiva. Sus relieves se encuentran asociadas a procesos dominantes de erosión de laderas y derrumbes.

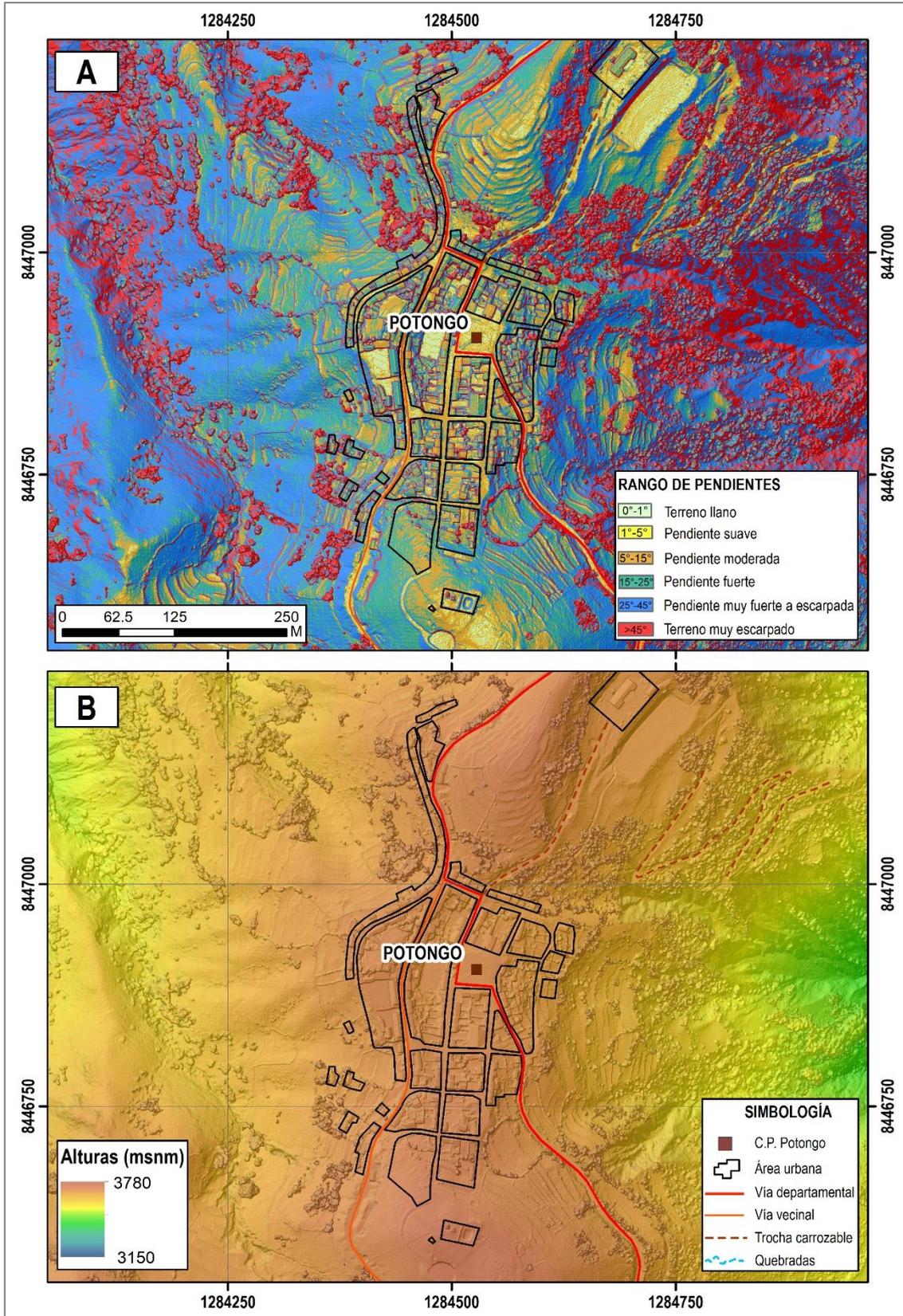


Figura 6. A. Pendientes del terreno. B. Alturas del terreno; generado en base al modelo de elevación digital, resultado del levantamiento fotogramétrico con dron.

B) Unidad de Vertiente

Corresponde a la acumulación de material muy heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arenas, limos y arcilla inconsolidados ubicado al pie de las cadenas montañosas; estos depósitos ocupan grandes extensiones. Se identificó las siguientes subunidades:

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

Son depósitos inconsolidados, localizados al pie de laderas de montañas intrusivas, resultantes de la acumulación de material de origen coluvial y deluvial. Los principales agentes formadores de esta subunidad son los procesos de erosión de suelos, la gravedad, las lluvias, el viento, agua de escorrentía superficial y son altamente susceptibles a sufrir procesos geodinámicos como derrumbes y deslizamientos.

Están compuestos principalmente por fragmentos líticos de rocas intrusivas dioríticos, heterométricos. Estas geoformas se encuentran ampliamente desarrolladas en las laderas de montañas, con pendientes predominantes de muy fuerte a muy escarpado (25° - $>45^{\circ}$) y fáciles de remover.

4.2.3. Subunidad de vertiente coluvial (V-c):

Corresponde a las geoformas originados por procesos gravitacionales, varían de pequeños a grandes dimensiones, probablemente detonados por lluvias excepcionales y/o prolongadas o actividad sísmica.

Esta subunidad corresponde a la combinación de geoformas formadas por la acumulación de depósitos de movimientos en masa (prehistóricos, antiguos y recientes) y acumulaciones de material movilizado por la escorrentía superficial que se acumulan lentamente.

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

Zonas de acumulaciones en ladera originadas por procesos de movimientos en masa antiguos y recientes. Generalmente su composición litológica es homogénea; con materiales inconsolidados a ligeramente consolidados, de corto a mediano recorrido. Su morfología es usualmente convexa y su disposición es semicircular a elongada en relación con la zona de arranque o despegue del movimiento en masa.

Estas geoformas se observaron como cuerpos de deslizamientos antiguos y recientes depositadas en las laderas superiores, donde las pendientes van de fuerte a muy fuerte (15° - 45°).

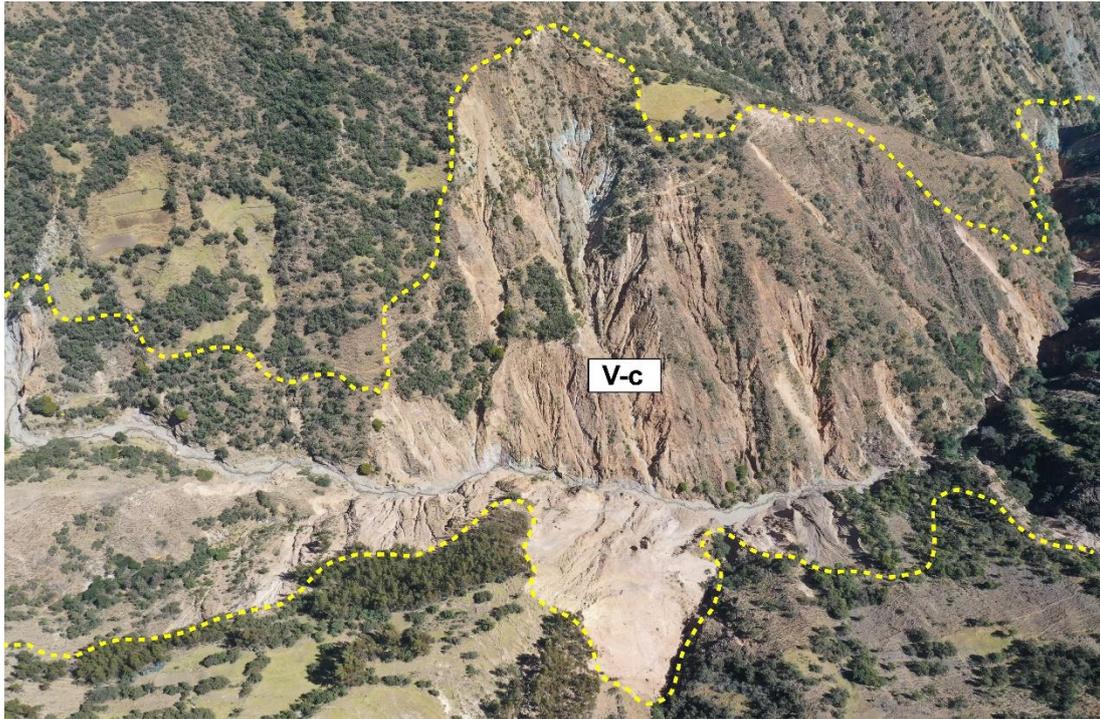


Figura 7. Vista de la subunidad de vertiente coluvial (V-c) ubicado hacia ambos márgenes de la quebrada, originado por procesos de movimientos en masa recientes.



Figura 8. Vista frontal de las subunidades geomorfológicas conformadas por montaña en roca intrusiva (M-ri), vertiente coluvio-deluvial (V-cd), vertiente coluvial (V-c) y vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd).

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos activos e inactivos latentes identificados en la localidad de Potongo y alrededores corresponden a los subtipos agrupados en la clase de otros peligros geológicos, tipo erosión en cárcava, precursores de los y movimientos en masa, tipo deslizamientos, derrumbes y otros (anexo 1: Mapa 4).

5.1. Otros Peligros geológicos

La caracterización de estos eventos, 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 GPS, fotografías a nivel de terreno y levantamiento fotogramétrico con dron, a partir del cual se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico con una resolución de 0.15 y 0.05 cm/pixel respectivamente, complementada con el análisis de imágenes satelitales.

Además de ello, la zona es considerada de alta a muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa (Vílchez *et al.*, 2019):

5.2. Erosión en cárcavas

Los procesos de erosión como las cárcavas se intensifican con coberturas litológicas poco competentes y coberturas cuaternarias poco consolidadas, que cubren geoformas con pendientes moderadas a fuertes. Estos factores, condicionan la intensidad y la energía de los procesos de erosión que juntamente con la falta de drenajes incrementa la erosión.

Para el caso del área de estudio, se han identificado varios procesos de erosión en cárcavas alrededor del centro poblado de Potongo (fotografía 5 y 6), que deben su origen principalmente a las condiciones intrínsecas del terreno y las precipitaciones pluviales que ocurren en esta zona.

Estos procesos de carcavamiento, presentan diferentes dimensiones y se encuentran afectando principalmente terrenos de cultivo y vías de comunicación. Hacia el este (fotografía 7) y oeste del centro poblado, la erosión es mayor y ha originado derrumbes y deslizamientos, generando mayor pérdida de estos terrenos de cultivo. Estos peligros geológicos podrían afectar las viviendas del centro poblado, debido a que inestabilizan el terreno.

La ocurrencia de cárcavas en las laderas, alrededor del centro poblado de Potongo, es favorecida por la morfología de montañas modeladas en rocas intrusivas, la pendiente de las laderas que pueden superar los 40° (figura 9), el substrato rocoso de mala calidad geotécnica (muy fracturado y fuertemente meteorizado) y la naturaleza del suelo (incompetente) (figura 10).

Durante los periodos de precipitaciones intensas y/o extraordinarias, la escorrentía superficial aumenta significativamente (figura 11), generando el aumento progresivo de la capacidad de erosión en las paredes de las cárcavas, así como la ocurrencia de otros peligros geológicos como derrumbes y deslizamientos.



Fotografía 5. Vista panorámica de varios procesos de carcavamiento, ubicado hacia el oeste del centro poblado de Potongo, los cuales afectan principalmente terrenos de cultivo y vías de comunicación.



Fotografía 6. Vista panorámica de varios procesos de carcavamiento, ubicado hacia el este del centro poblado de Potongo, que deben su origen principalmente a las condiciones intrínsecas del terreno y de las precipitaciones pluviales que ocurren en esta zona.



Fotografía 7. Hacia el este del centro poblado de Potongo, la erosión de laderas es mayor, lo que genera derrumbes y deslizamientos hacia ambos márgenes.

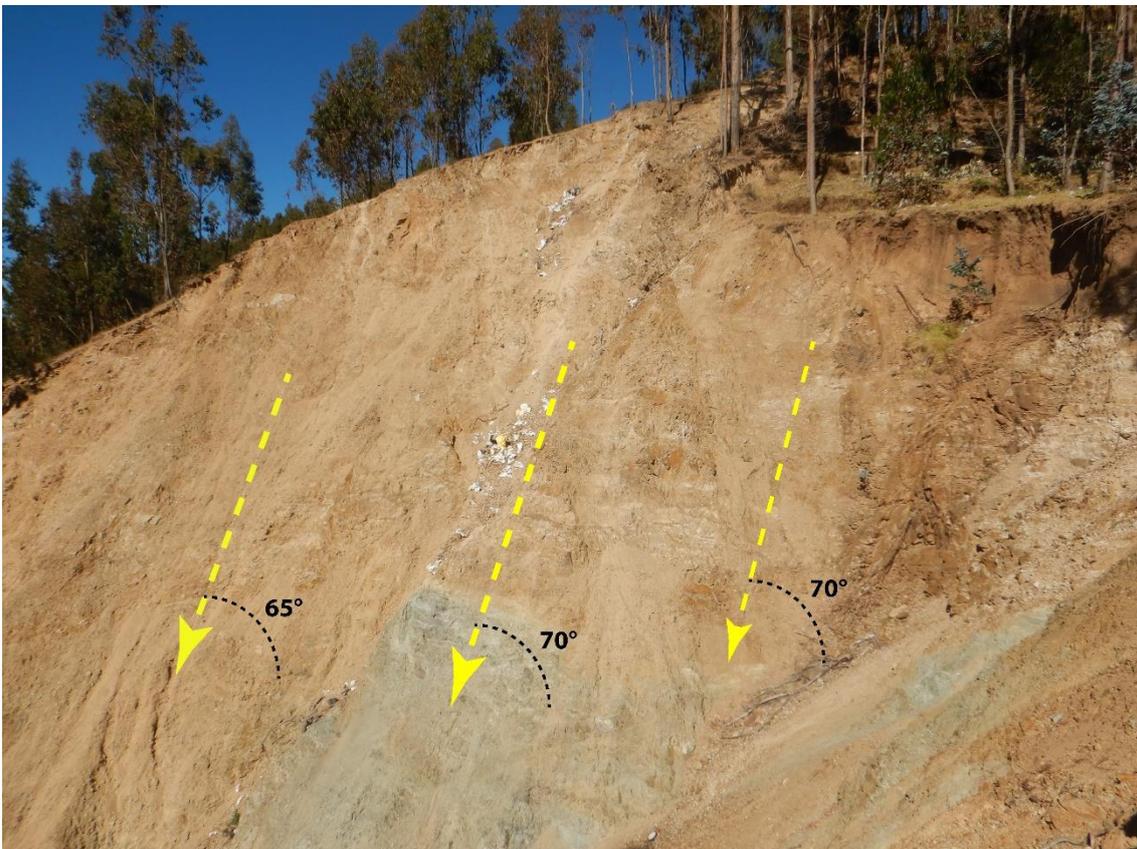


Figura 9. La pendiente del terreno muy escarpado ($>45^\circ$), condiciona la ocurrencia de erosión de laderas tipo cárcavas, aguas abajo del centro poblado de Potongo.

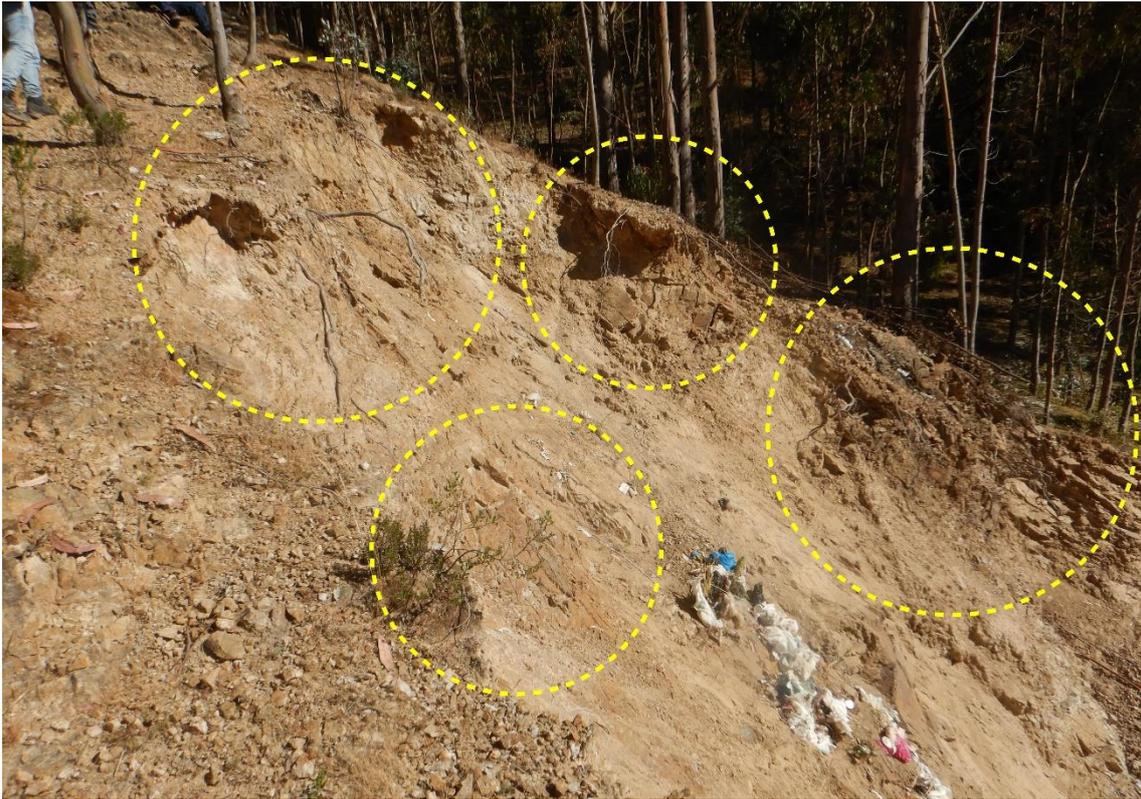


Figura 10. El substrato rocoso muy fracturado y meteorizado (tal y como muestra las líneas entre cortadas amarillas) y la naturaleza del suelo (incompetente) condiciona la ocurrencia de erosión de laderas tipo cárcavas, aguas abajo del centro poblado de Potongo.



Figura 11. La escorrentía superficial aumenta significativamente la capacidad de erosión en las paredes de las cárcavas, generando su ensanchamiento. Las flechas indican la dirección del ensanchamiento de las cárcavas.

Un factor muy importante de mencionar es el manejo inadecuado del agua de escorrentía y el mal sistema de riego que aumentan la ocurrencia de cárcavas. Las aguas de escorrentía son drenadas hacia las laderas, como se observa en algunas viviendas las cuales direccionan sus desagües hacia las cárcavas lo que genera mayor erosión e inestabilidad en el terreno por saturación del suelo (figura 12).

En este sentido, los pobladores de la localidad de Potongo, construyeron hace 3 años, un canal sin revestimiento de 1.0 m de ancho y 0.70 m de profundidad, con la finalidad de desviar las aguas de escorrentía pluvial, así como las aguas servidas provenientes de las viviendas adyacentes (figura 13). De acuerdo con testimonios de los pobladores, en temporada de lluvias, la presencia de agua es constante por este canal.

La erosión en el fondo o en los lados de la cárcava por el agua de escorrentía y los materiales abrasivos (fragmentos de roca o partículas de suelo) generan derrumbes en ambos lados de las cárcavas, lo que ocasiona el avance retrogresivo de las cárcavas y el ensanchamiento de éstas.

Al realizar una comparación multitemporal de una imagen satelital (agosto, 2019) y el ortomosaico actual obtenido mediante sobrevuelos de dron (junio, 2023), se puede distinguir el avance progresivo de estos procesos de carcavamiento, afectando parte de la trocha carrozable en aproximadamente 50 m (figura 14) que conducía a la planta de tratamiento de aguas servidas; esta acción inestabiliza las laderas adyacentes al evento principal (figura 15).

La mayoría de las cárcavas presentan un estado evolutivo maduro que afectan zonas de cultivo y el área urbana del centro poblado de Potongo. Las cárcavas inestabilizan el terreno generando deslizamientos y derrumbes, los cuales originan material que es transportado hacia la parte baja del centro poblado a manera de flujos de detritos o huaicos.

5.2.1. Características visuales

La principal cárcava identificada al este del centro poblado de Potongo (aguas abajo) en general tienen las siguientes características:

- Estado evolutivo: Cárcava joven.
- Largo: 0.8 km Ancho: 130 m Profundidad: 15.0 m.
- Forma del drenaje: dendrítico y paralelo.
- Daños: trocha carrozable y zonas de cultivo.
- Condicionante: litologías erosionables, coberturas poco compactas y pendientes fuertes a muy escarpadas (15° a >45°).
- Condiciones locales: falta de drenaje pluvial urbano y vías de acceso sin cunetas.
- Potencial para generar derrumbes y deslizamientos.

La erosión ha modificado de forma casi geométrica las laderas de la cárcava, por consecuencia va dejando inestables áreas de terreno. Como es el caso de las viviendas y vías de comunicación ubicadas cerca de las cárcavas. El proceso erosivo continuará de seguir vertiendo las aguas de desagüe y alcantarilla a la ladera.



Figura 12. El manejo inadecuado del agua de escorrentía en el centro poblado de Potongo aumenta la ocurrencia de las cárcavas: a) Discurriramiento del agua hacia las calles y en dirección a la ladera, lo que muestra una capacidad insuficiente del drenaje superficial. b), c) y d) desagüe del agua de escorrentía hacia las laderas.



Figura 13. Canal sin revestimiento, construido por la población de Potongo, con la finalidad de desviar las aguas pluviales en temporada de avenida; así como, las aguas servidas provenientes de viviendas sin sistemas de desagües adecuados.

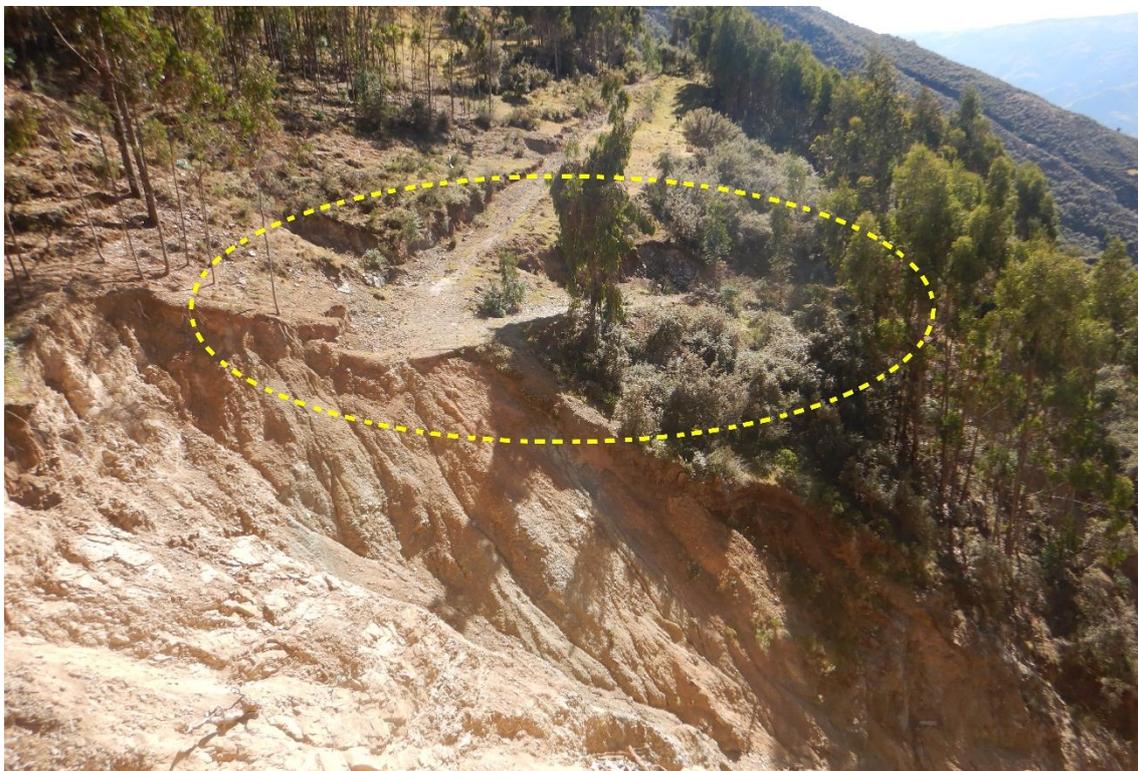


Figura 14. Vista de 50m de trocha carrozable afectado por avance retrogresivo de la erosión en cárcava. Cabe mencionar que esta vía de comunicación conducía a la planta de tratamiento de aguas servidas ubicada en la parte inferior.

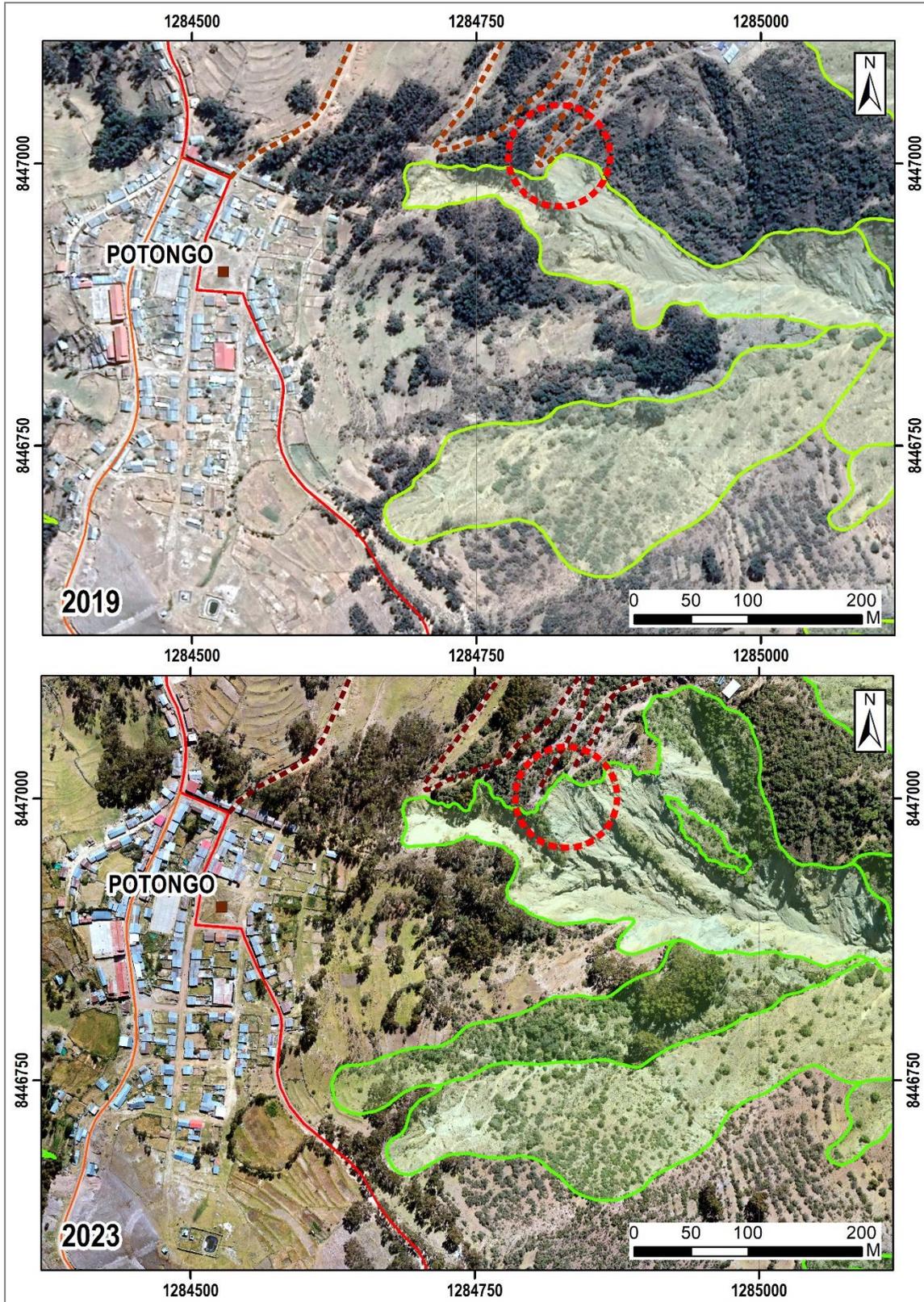


Figura 15. Comparación multitemporal de una imagen satelital (agosto, 2019) y el ortomosaico actual obtenido mediante sobrevuelos de dron (junio, 2023), donde se puede visualizar el avance de la cárcava, que llegó a afectar un tramo de 50 m de una trocha carrozable.

5.2.2. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

- Características litológicas del área (afloramiento de rocas intrusivas tipo granítico. Se consideran como rocas de calidad geotécnica de calidad mala, muy fracturada y fuertemente meteorizada y alterada; estas características han descompuesto totalmente la roca transformándola en suelo.
- Depósitos inconsolidados de tipo coluvio-deluvial de tipo limo-arcilloso

Factor geomorfológico

- Configuración geomorfológica de la zona de estudio (montañas modeladas en rocas intrusivas).
- Pendiente promedio de la ladera de la montaña entre los 25° y 45°.

5.2.3. Factores detonantes desencadenantes

PRECIPITACIONES: Intensas precipitaciones pluviales y/o excepcionales, principalmente entre los meses de noviembre a abril, las cuales saturan los terrenos y los desestabilizan.

5.2.4. Factores antrópicos

- Canales que vierten sus aguas directamente al talud, provocando sobresaturación e inestabilidad del terreno.
- Mal sistema de desagües, que direccionan sus tuberías hacia la cárcava, generando que la zona inestable se sature (fotografías 8 y 9).
- Se observa botaderos de basura sobre las laderas, incrementando el peso en el cuerpo.

5.2.5. Daños por peligros geológicos

- Pérdida de 50m de trocha carrozable en 50 m, producto del avance retrogresivo de la erosión en cárcava.
- En peligro tres postes de tendido eléctrico.



Fotografía 8. Viviendas con sistemas de desagüe inadecuados que direccionan sus aguas servidas hacia la ladera, lo que provoca la sobresaturación del terreno



Fotografía 9. Producto de sistemas de desagüe inadecuados de viviendas que direccionan sus aguas servidas hacia la ladera, provoca la sobresaturación del terreno y lo inestabilizan.

6. CONCLUSIONES

- 1) El área evaluada presenta varios procesos de erosión en cárcavas, identificados alrededor del centro poblado de Potongo, que deben su origen principalmente a las condiciones intrínsecas del terreno y las precipitaciones pluviales; estos procesos, afectan principalmente a terrenos de cultivo, vías de comunicación y podrían afectar las viviendas del centro poblado, debido a que inestabilizan el terreno.
- 2) La cárcava principal tiene una profundidad de 15 m aproximadamente, la erosión retrogresiva de sus márgenes ha generado un ancho de 130 m en la zona más amplia. La longitud desde la cabecera de la cárcava hasta la desembocadura con la quebrada es de 0.8 km. Genero la afectación de un tramo de 50 m de trocha carrozable y zonas de cultivos.
- 3) La ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa en la zona evaluada está condicionada por los siguientes factores:
 - Substrato rocoso compuesto rocas intrusivas tipo granítico. Se consideran como rocas de calidad geotécnica mala, muy fracturada, fuertemente meteorizada y alterada; estas características han descompuesto totalmente la roca transformándola en algunos sectores en arena feldespática.
 - Presencia de suelos inconsolidados (depósitos coluvio-deluviales), adosados a las laderas de las montañas producto de la meteorización de rocas intrusivas y removidos por procesos de movimientos en masa antiguos y recientes.
 - Montañas modeladas en rocas intrusivas, cuyas laderas presentan pendientes fuertes (15°-25°) a muy fuertes (25°-45°); 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.
 - Mal sistema de desagües, que direccionan sus tuberías hacia la cárcava, generando que la zona inestable se sature
- 4) El factor desencadenante para la ocurrencia de movimientos en masa en la zona Potongo, se le atribuye a las lluvias y las filtraciones de agua de la parte superior del área inestable, que ayudaron a humedecer el material coluvio-deluvial de la ladera, provocando sobresaturación y pérdida de cohesión.
- 5) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el área de estudio es considerado como **Zona Crítica** y de **Peligro Alto** a la ocurrencia de erosión en cárcavas, derrumbes y deslizamientos, que pueden ser desencadenados en temporada de lluvias intensas y/o prolongadas y/o extraordinarias.

7. RECOMENDACIONES

- 1) Realizar la captación y la derivación de las aguas de escorrentía que se encuentren cerca de la erosión en cárcava; estas aguas deberán ser conducidas por medio de infraestructuras de drenaje pluvial y/o canales revestidos hacia cauces naturales (quebradas) ubicadas lejos de las zonas inestables.
- 2) Los canales existentes deben ser revestidos (concreto, mampostería, terrocemento, entre otros), para minimizar la infiltración y saturación de terrenos.
- 3) Como medida inmediata y provisional, en calles y vías de accesos, se deben realizar construcciones de cunetas de tierra revestidas con tuberías de PVC; así como también, la instalación de un sistema de tuberías de desagüe para las viviendas que no tengan, de esta manera evitar la infiltración de agua al subsuelo y saturación del mismo.
- 4) Permitir el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a ella y de esta manera asegurar su estabilidad, así como la disipación de la energía de las corrientes concentradas en los lechos de las cárcavas.
- 5) Restringir la construcción de nuevas viviendas, sin un adecuado estudio geotécnico y la implementación de un drenaje pluvial.
- 6) Se debe realizar un monitoreo visual permanente de las zonas de erosión en cárcava y áreas aledañas. Este monitoreo puede ser participativo con pobladores y comunidades en general, colocando, por ejemplo, estacas en las zonas de movimiento, como puntos de control; de esta manera se podrá conocer la “tasa de movimiento” y determinar que acciones a futuro se debe implementar en el poblado de Potongo.
- 7) Con el apoyo de especialistas acreditados, realizar estudios de evaluación de riesgos (EVAR), a fin de evaluar las áreas de riesgo y tomar las acciones correspondientes.
- 8) Realizar charlas de sensibilización y concientización del peligro al que se encuentran expuestos el poblado de Potongo y alrededores.


Norma Luz Sosa Senticala
Especialista en peligros geológicos
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico


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

8. BIBLIOGRAFÍA

Alva, J.; Meneses, J. & Guzmán, V. (1984) - Distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú (en línea). Congreso Nacional de Ingeniería Civil, 5, Tacna, 11 p. (consulta: 5 noviembre 2017). Disponible en: http://www.jorgealvahurtado.com/files/redacis17_a.pdf

Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1966). Landslide types and process, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washinton D. C., National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36-75.

Fuente de Datos Meteorológicos y Pronostico del tiempo del Servicio de Awhere. (2021). Disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/8404119>.

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.

Perú. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016) - Decreto supremo N° 003-2016-VIVIENDA: Decreto supremo que modifica la norma técnica E.030 “diseño sismoresistente” del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por decreto supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con decreto supremo N° 002-2014-VIVIENDA. El Peruano, Separata especial, 24 enero 2016, 32 p.

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.

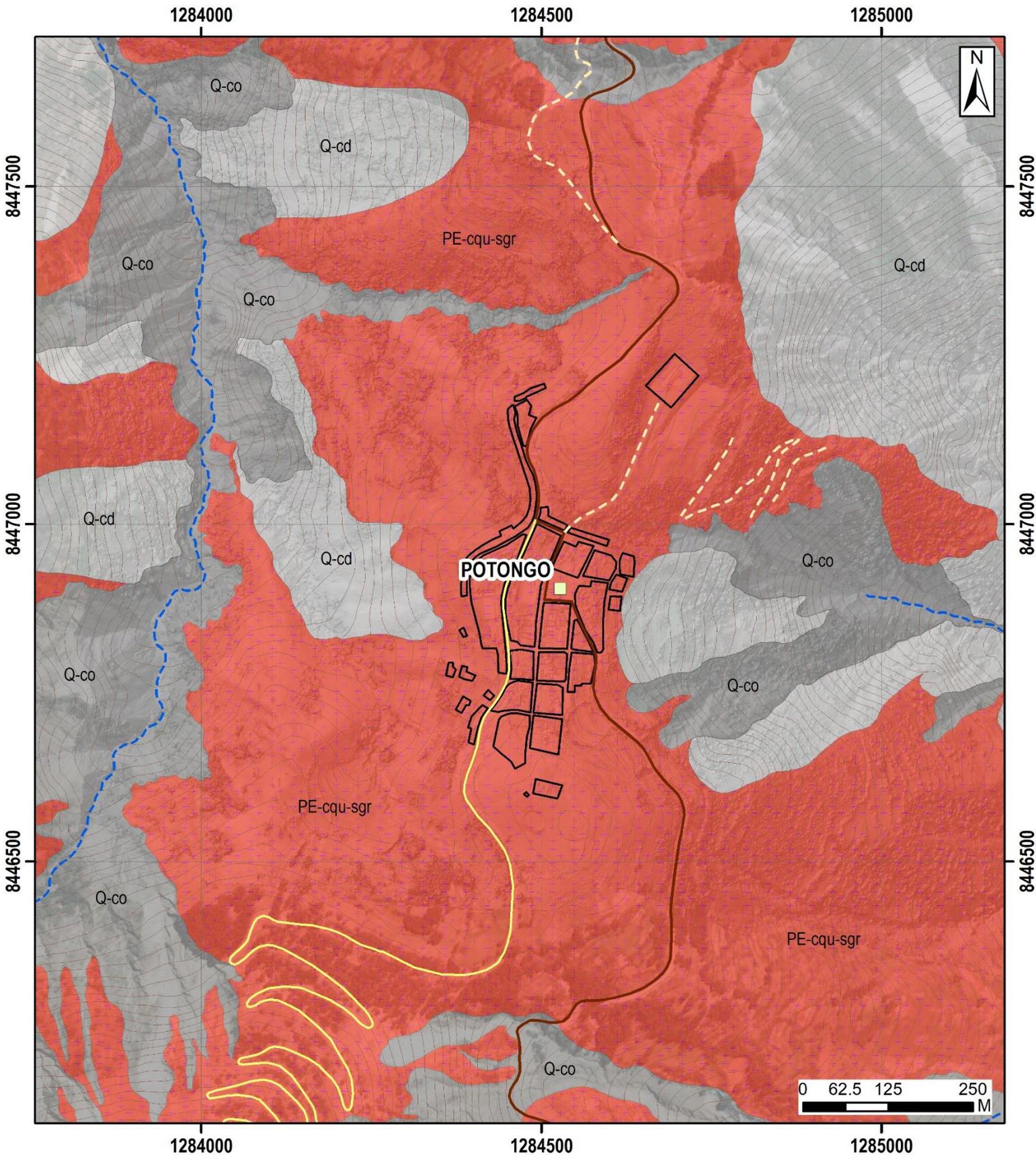
Quispesivana & Navarro (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización de los cuadrángulos de Guadalupe(28-l), Huancapi (28-ñ), Chincheros (28-o), Castrovirreyna (27-m), San Miguel (27-o), Tupe (26-l), Conaica (26-m), Huarochirí (25-k), Yauyos (25-l) y Huancayo (25-m). INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica, 41 p., 10 mapas. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2116>.

Servicio Nacional de Meteorologica 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>.

Vilchez, M.; Ochoa, M. & Pari, W. (2019). Peligro geológico en la región Ayacucho. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 70, 232 p., 9 mapas. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2480>.

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

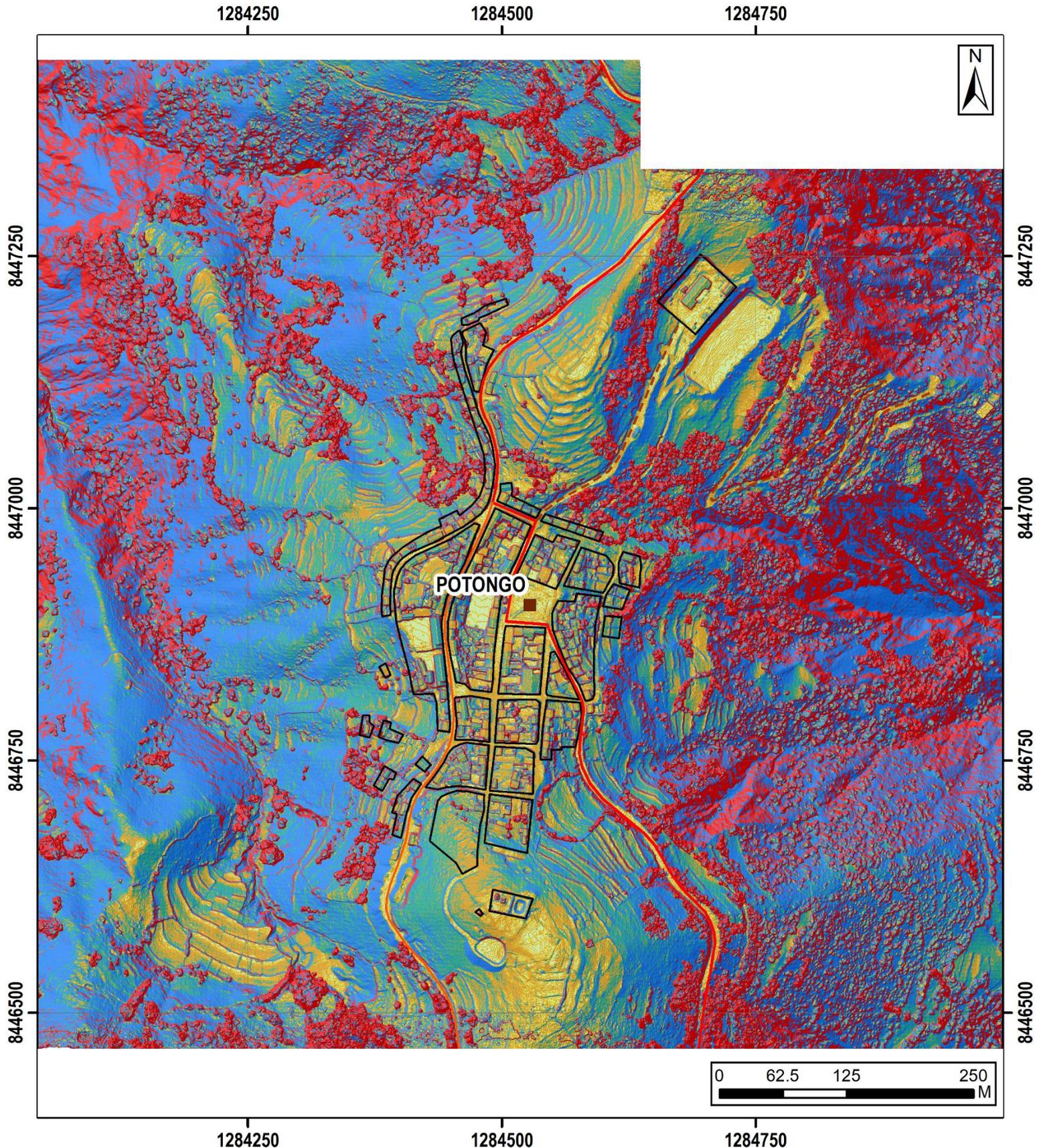
ANEXO 1: MAPAS



ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósito coluvial	Q-co
			Depósito coluvio-deluvial	Q-cd
PALEOZOICO	PERMIANO		Intrusivo	PE-cqu-sgr

SIMBOLOGÍA	
	C.P. Potongo
	Área urbana
	Vía departamental
	Vía vecinal
	Trocha carrozable
	Curvas de nivel
	Quebradas

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET <small>INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</small>		
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO		
DEPARTAMENTO: AYACUCHO PROVINCIA: SUCRE DISTRITO: QUEROBAMBA		
GEOLÓGICO		
Escala: 1/7,500	Elaborado por: Nuñez, M.	MAPA 01
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2023	Impreso: Julio, 2023	



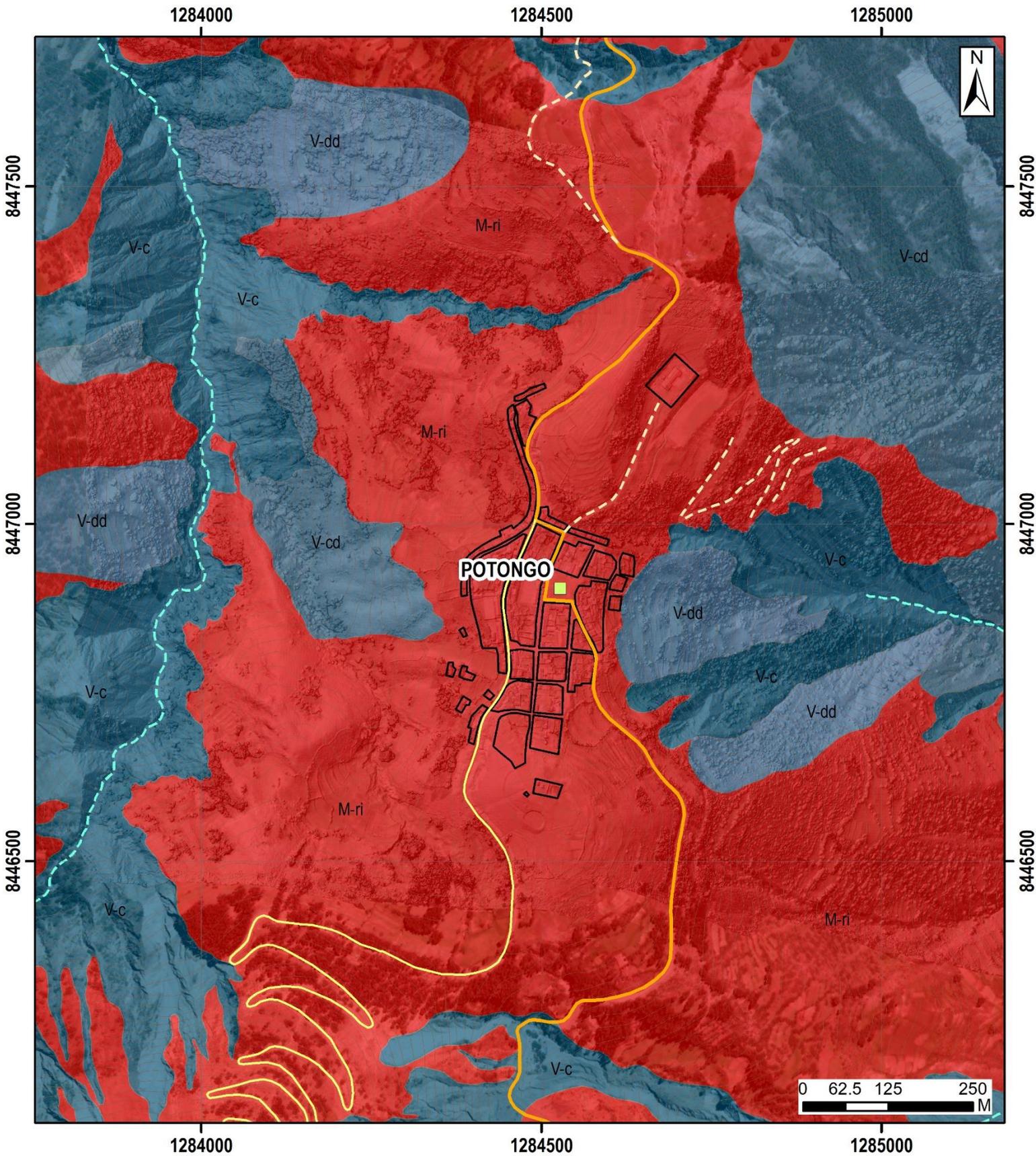
RANGO DE PENDIENTES

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

	C.P. Potongo
	Área urbana
	Vía departamental
	Vía vecinal
	Trocha carrozable
	Quebradas

 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO		
DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO		
DEPARTAMENTO: AYACUCHO PROVINCIA: SUCRE DISTRITO: QUEROBAMBA		
PENDIENTES DE LOS TERRENOS		
Escala: 1/5,000	Elaborado por: Nuñez, M.	MAPA 02
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2023	Impreso: Julio, 2023	



UNIDAD	SUBUNIDAD GEOMORFOLÓGICA	
MONTAÑA	Montaña en roca intrusiva	M-ri
VERTIENTE	Vertiente coluvial	V-c
	Vertiente coluvio-deluvial	V-cd
	Vertiente con depósito de deslizamiento	V-dd

SIMBOLOGÍA	
	C.P. Potongo
	Área urbana
	Vía departamental
	Vía vecinal
	Trocha carrozable
	Curvas de nivel
	Quebradas

<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</p>		
<p>DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO</p>		
<p>DEPARTAMENTO: AYACUCHO PROVINCIA: SUCRE DISTRITO: QUEROBAMBA</p>		
<p>GEOMORFOLÓGICO</p>		
<p>Escala: 1/7,500</p>	<p>Elaborado por: Nuñez, M.</p>	<p>MAPA 03</p>
<p>Proyección: UTM Zona 18 Sur</p>	<p>Datum: WGS 84</p>	
<p>Versión digital 2023</p>	<p>Impreso: Julio, 2023</p>	

1284000

1284500

1285000

8447500

8447500

8447000

8447000

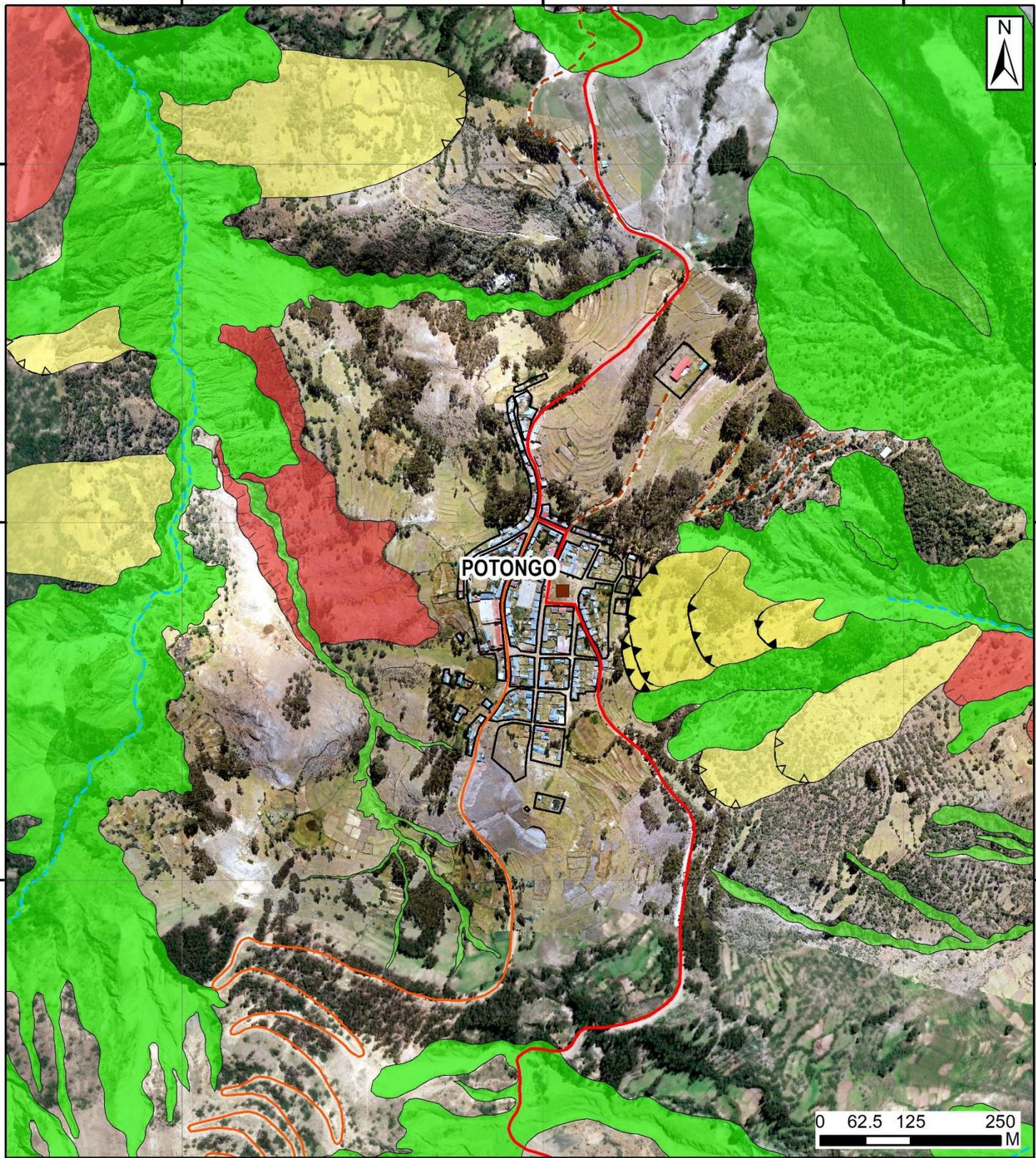
8446500

8446500

1284000

1284500

1285000



LEYENDA	
■	Derrumbe, Activo
■	Derrumbe, Inactivo-latente
■	Deslizamiento, Activo
■	Deslizamiento, Inactivo-latente
■	Erosión en cárcavas, Activo
■	Erosión en cárcava, Inactivo-latente

TRAMA	
	Escarpa de derrumbe antiguo
	Escarpa de derrumbe reciente
	Escarpa de deslizamiento antiguo
	Escarpa de deslizamiento activo

SIMBOLOGÍA	
■	C.P. Potongo
	Vía departamental
	Vía vecinal
	Quebradas
	Trocha carrozable
	Área urbana

DIRECCIÓN DE GEOLÓGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 DEPARTAMENTO: AYACUCHO
 PROVINCIA: SUCRE
 DISTRITO: QUEROBAMBA

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 2023	Impreso: Julio, 2023	