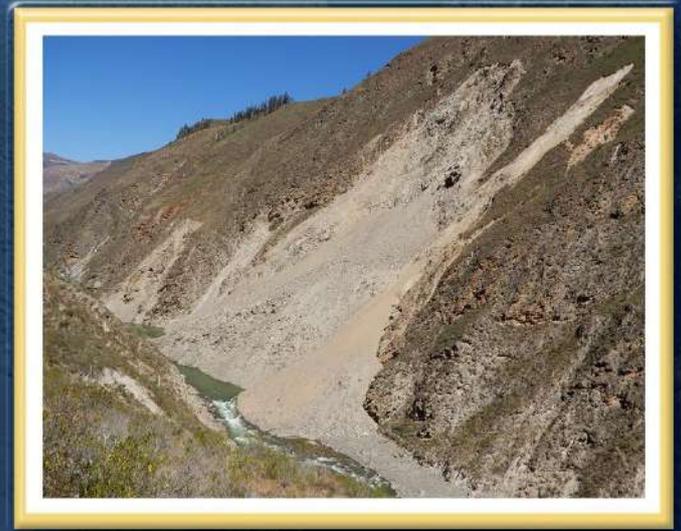


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7539

EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DERRUMBE Y REPRESAMIENTO EN EL RÍO MARAÑÓN DEL 13 DE JUNIO DEL 2024

Departamento: Huánuco
Provincia: Humalíes
Distrito: Singa



OCTUBRE
2024

EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DERRUMBE Y REPRESAMIENTO EN EL RÍO MARAÑÓN DEL 13 DE JUNIO 2024

*Distrito de Singa
Provincia Huamalés
Departamento Huánuco*



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

Equipo de investigación:

Lucio Medina Allcca

Mauricio A. Núñez Peredo

Referencia bibliográfica

Medina, L. & Núñez, M. (2024). Evaluación de peligro geológico por derrumbe y represamiento en el río Marañón del 13 de junio del 2024. Distrito de Singa, provincia Huamalés, departamento Huánuco. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7539, 39 p.

CONTENIDO

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3. Aspectos generales	6
1.3.1. Ubicación	6
1.3.2. Población	7
1.3.3. Accesibilidad.....	8
1.3.4. Clima	8
2. DEFINICIONES	9
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	12
3.1. Unidades litoestratigráficas	12
3.1.2. Depósito deluvial (Q-dl)	16
3.1.3. Depósito coluvial (Q-cl).....	16
3.1.4. Depósito fluvial (Q-fl).....	16
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	18
4.1. Pendientes del terreno	18
4.2. Unidades geomorfológicas	18
4.2.1. Unidad de Montañas	19
4.2.2. Unidades de vertiente y piedemonte	19
4.2.3. Unidad de terraza	19
5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR DERRUMBE	20
5.1. Derrumbe	21
5.1.1. Factores condicionantes.....	28
5.1.2. Factores desencadenantes.....	29
6. CONCLUSIONES	30
7. RECOMENDACIONES	32
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXO 1: MAPAS	34

RESUMEN

El presente informe, es el resultado de la evaluación del derrumbe y represamiento del río Marañón que ocurrió el 13 de junio del presente año, en el límite entre los distritos de Singa y Chavín de Pariarca, provincia Huamalfés, departamento Huánuco. Con este trabajo, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – Ingemmet a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico cumple con la función de brindar asistencia técnica en el tema de peligros geológicos a los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

Litológicamente, el área evaluada está conformada por macizos rocosos compuestos por esquistos del Complejo Marañón, muy fracturado y perturbado con superficie fuertemente meteorizada; además, se encuentra cubierto parcialmente por depósitos deluviales.

La ladera donde ocurrió el derrumbe del 13 de junio es parte de una montaña modelada en roca metamórfica, con pendientes del terreno entre 25° a mayor de 45° caracterizada de muy fuerte a muy escarpada.

En el área seleccionada para la evaluación, se identificó 7 ocurrencias de movimientos en masa de tipo derrumbes, incluido el derrumbe del 13 de junio; 5 de estos, se encuentran activos y 2 inactivos latentes; además, en la ladera superior de los derrumbes, se observan grietas y una escarpa con desplazamiento vertical.

La grieta principal se ubica a 150 m del derrumbe del 13 de junio con longitud aproximada de 160, abertura entre 5 a 10 cm y profundidad indeterminada; así mismo, la escarpa de deslizamiento confinado se ubica a 510 m, con una longitud discontinua visible de 640m.

El peligro geológico principal del área corresponde al derrumbe del 13 de junio que represó río Marañón. La longitud de arranque mide 300 m, 150 m de ancho y el desnivel entre la corona principal y la punta del derrumbe 386 m.

El derrumbe represó el río Marañón el 13 de junio y su desembalse en forma natural se produjo el 15 de junio. La altura estimada del dique formada por el derrumbe es de 10 m con una longitud 230 m aproximadamente.

La laguna que se formó a causa del derrumbe midió aproximadamente 3,000 m de largo y entre 40 a 60 m de ancho. En la actualidad el río se encuentra parcialmente represado sin causar daño a la población.

Los factores que condicionan la ocurrencia del derrumbe, corresponden a: macizo compuesto por esquistos muy fracturado y perturbado con intersección de numerosas discontinuidades, morfología del terreno muy escarpada con pendiente mayor a 45°; además, de acuerdo a las características del movimiento, se pudo inferir que éste fue causado por las filtraciones de agua acumuladas entre el período lluvioso de diciembre 2023 a mayo 2024, que ayudaron a humedecer el depósito deluvial ubicado en la ladera, provocando sobresaturación interna del suelo y éste a su vez generó presión litostática en el macizo rocoso pendiente abajo.

Por las condiciones mencionadas en el párrafo anterior, el área evaluada se considera de Peligro Alto a la ocurrencia de derrumbes y podría ocasionar nuevamente el represamiento del río Marañón y afectar el centro poblado de Chuquibamba ubicado a 7.40 km si la altura del dique del represamiento supera los 30 m.

Finalmente, en el informe de evaluación técnica se brinda recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades competentes y tomadores de decisiones pongan en práctica en el área evaluada con la finalidad de minimizar los daños que se puedan generar.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “asistencia técnica en 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 de la Gerencia General Regional del Gobierno Regional de Huánuco, Oficio N° 561-2024-GRH-GGR; en el marco de nuestras competencias se realizó la evaluación del evento de tipo derrumbe que represó el río Marañón el 13 de junio del 2024 en el límite entre los distritos de Singa y Chavín de Pariarca.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Lucio Medina Allcca y Mauricio A. Núñez Peredo, realizar la evaluación de peligros geológicos in situ, la cual se llevó a cabo entre el 1 al 5 de julio del 2024. El trabajo de campo se realizó con la presencia de un representante de Defensa Civil COEP de la Municipalidad Provincial de Huamalíes para la margen izquierda del río y un representante de la Municipalidad Distrital de Chavín de Pariarca para la margen derecha.

La evaluación técnica se realizó en 03 etapas: etapa de pre-campo con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del Ingemmet; etapa de campo a través de la observación, toma de datos (sobrevuelos dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y para la etapa final de gabinete se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone en consideración del Gobierno Regional de Huánuco 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 y la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar el peligro geológico por derrumbe que represó el río Marañón el 13 de junio del 2024 en el límite entre los distritos de Singa y Chavín de Pariarca.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia del derrumbe.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante el peligro geológico evaluado en trabajo de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional, que involucra la zona de evaluación, tenemos:

- A) El Boletín N° 34 de la Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco, elaborado por Zavala & Vílchez (2006). El estudio contiene información básica sobre los peligros geológicos presentes en la región Huánuco y los factores que los condicionan para su ocurrencia. El área de

evaluación es considerada de muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa.

- B) Boletín N° 67 de la Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Singa. Hojas 19-j” donde se describen los aspectos geológicos y estructurales a escala 1/100 000.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El sector evaluado corresponde al derrumbe que ocurrió en el río Marañón el 13 el junio del 2024, entre el límite de los distritos de Singa y Chavín de Paríarca, provincia Huamalíes, departamento Huánuco (figura 1). Las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) del área evaluada se muestran en la tabla 1:

Tabla 1. Coordenadas del área de evaluación

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	304500	8961500	-9.390311°	-76.780340°
2	304500	8960700	-9.397543°	-76.780377°
3	303700	8960700	-9.397506°	-76.787660°
4	303700	8961500	-9.390274°	-76.787623°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	304177	8961101	-9.393903°	-76.783299°

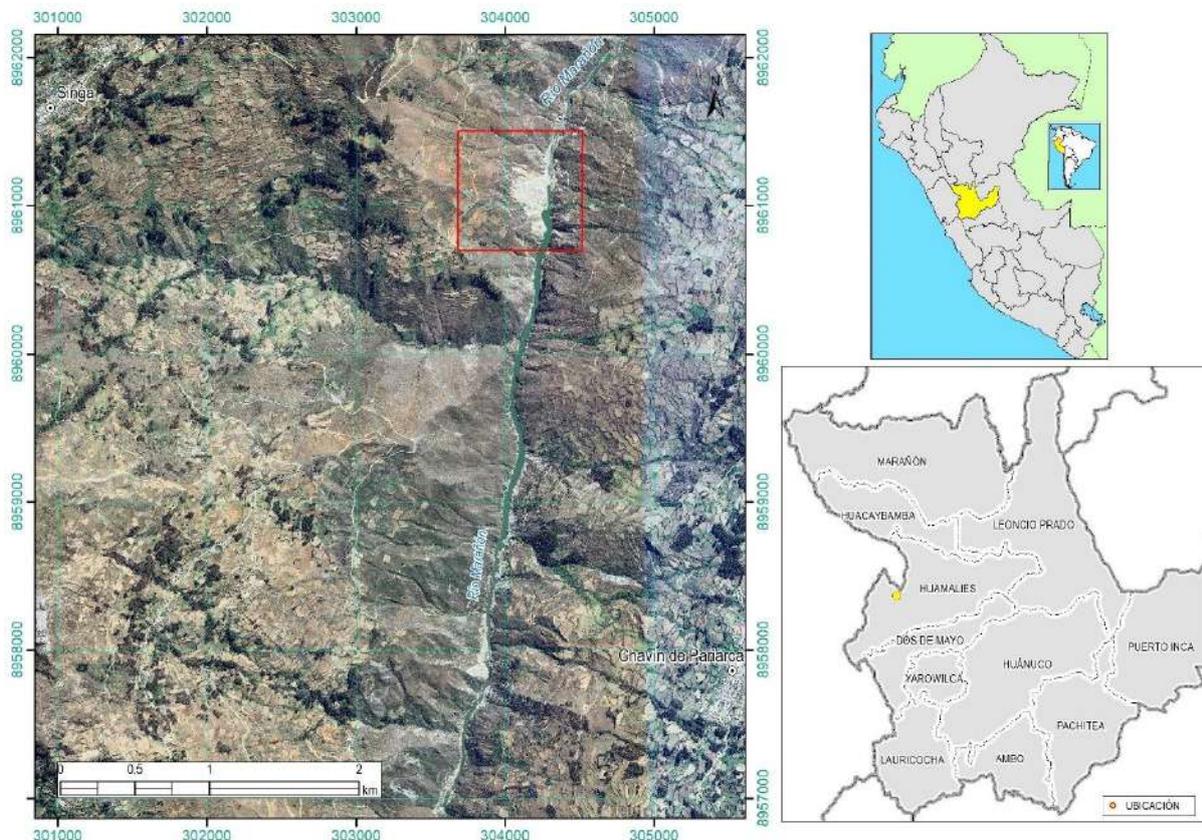


Figura 1. Ubicación del área de evaluación

1.3.2. Población

El centro poblado más cercano al derrumbe y represamiento del río Marañón del 13 el junio del 2024 denominada Chuquibamba (Figura 2 y Fotografía 1) se ubica a 7.40 Km aguas arriba. El mencionado centro poblado, según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, cuenta con una población de 234 habitantes distribuidas en 96 viviendas particulares. La población según el censo pertenece al distrito de Punchao; sin embargo, se observó pobladores en la jurisdicción del distrito de Chavín de Pariarca.

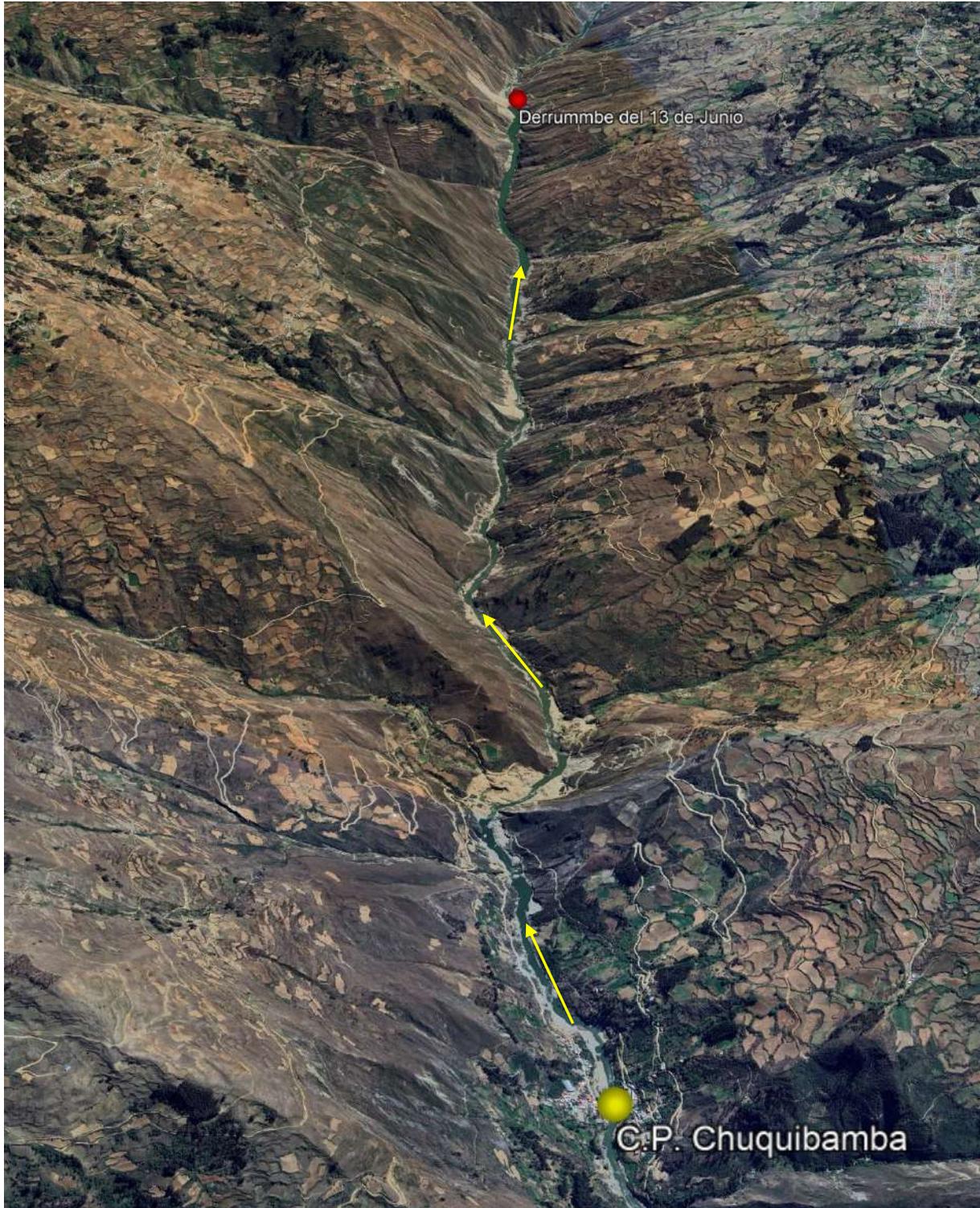


Figura 2. Vista satelital del río Marañón entre el centro poblado Chuquibamba y el derrumbe del 13 de junio 2024 (distancia 7.40 km). Las flechas muestran la dirección del flujo de agua.



Fotografía 1. Población del centro poblado Chuquibamba ubicada entre los distritos de Punchao y Chavín de Pariarca, ubicado a 7.38 km del derrumbe del 13 de junio 2024.
 UTM: 303576 / 8953993, Zona 18.

1.3.3. Accesibilidad

Para acceder al área de evaluación, se parte de ciudad de Lima siguiendo las siguientes rutas mencionadas en el cuadro 1:

Cuadro 1. Rutas y accesos

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
Lima – Barranca	Asfaltada	206	4 horas
Barranca - Llata	Asfaltada	291	6 horas
Llata – Singa – Área de evaluación (margen izquierda del río)	Carretera afirmada	64	2 horas 30 minutos
Singa – Chavín de Pariarca – Área de evaluación (margen derecha del río)	Carretera afirmada y trocha carrozable	44	2 horas

1.3.4. Clima

Según el método de clasificación climática de Warren Thornthwaite (Senamhi, 2020), la zona de evaluación presenta un clima semiseco templado y con otoño e invierno seco; además, en promedio las temperaturas máximas varían de 23°C a 27°C y temperaturas mínimas de 5°C a 11°C. Asimismo, los acumulados anuales de lluvias alcanzan valores desde los 500 mm hasta los 900 mm aproximadamente.

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 de enero 2021 a julio 2024 fue de 53.2 mm (figura 1).

En la figura 3 se observa el análisis de la frecuencia de las anomalías en las precipitaciones pluviales que inducen al desarrollo de la erosión del suelo.

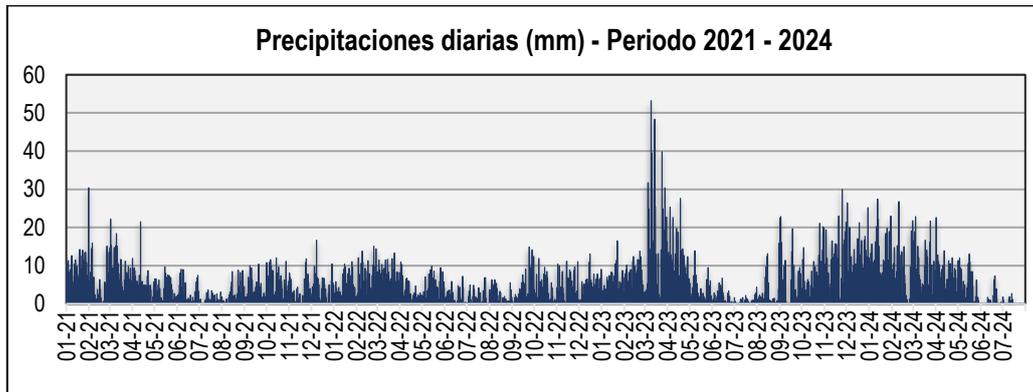


Figura 3. Precipitaciones máximas diarias en mm entre enero 2021 a julio 2024. Fuente: Landviewer.

La temperatura anual analizado para la zona de evaluación entre enero 2021 a julio 2024 oscila entre un máximo de 21.0°C en verano y un mínimo de 1.0°C en invierno (Figura 4). Así mismo, presenta una humedad promedio de 70.8% durante casi todo el año (Servicio aWhere).

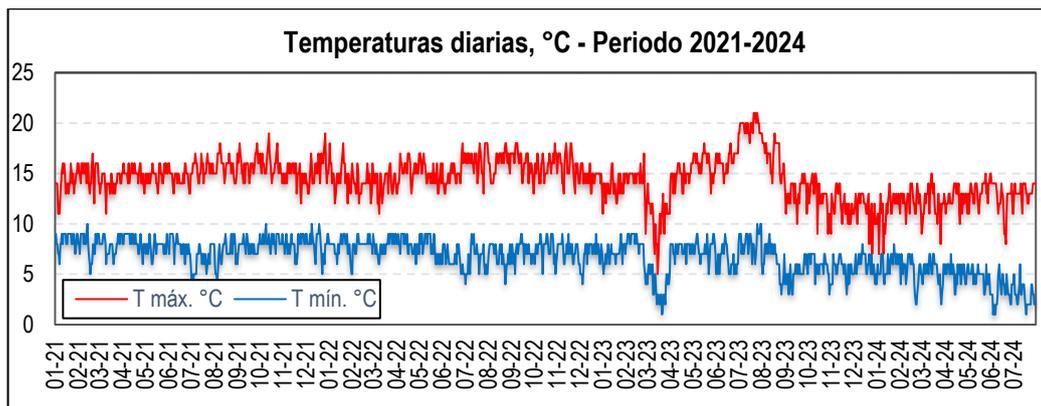


Figura 4. Temperaturas máximas y mínimas diarias durante el mes de enero 2021 a julio 2024. Fuente: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/10221786>.

2. DEFINICIONES

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

Actividad: La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del

desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).

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

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

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

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

Buzamiento: Ángulo que forma la recta de máxima pendiente de un plano con respecto a la horizontal y puede variar entre 0° y 90°.

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

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

Deluvial: Capas de suelo fino y arcillas arenosas con inclusiones de fragmentos rocosos pequeños a medianos, que se depositan y cubren las laderas de montañas o colinas, con taludes suaves a moderados; depósitos de ladera removidos por agua de lluvia.

Derrumbe: Desplome de una masa de roca, suelo o ambos por gravedad, sin presentar una superficie o plano definido de ruptura, y más bien una zona irregular. Se producen por lluvias intensas, erosión fluvial; rocas muy meteorizadas y fracturadas.

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.

Erosión fluvial: Este fenómeno está relacionado con la acción hídrica de los ríos al socavar los valles, profundizarlos, ensancharlos y alargarlos. Ocurre cuando periodos con abundantes o prolongadas precipitaciones pluviales, en las vertientes o quebradas, aumentan el caudal de los ríos principales o secundarios que drenan una cuenca.

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.

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.

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

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

Inundación fluvial: La inundación fluvial se define como el terreno aledaño al cauce de un río, que es cubierto por las aguas después de una creciente. Las causas principales de las inundaciones son las precipitaciones intensas, las terrazas bajas, la dinámica fluvial y, en algunos casos, la deforestación.

Ladera: Superficie natural inclinada de un terreno, pueden ser de pendiente suaves o pronunciadas.

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

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

Peligro o amenaza geológica: Proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.
Proluvial: Complejo sedimento deltaico friable de material fragmental, acumulado al pie de una pendiente como resultado de una ocasional avenida torrencial.

Retrogresivo: Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado (Cruden y Varnes, 1996).

Runup: Desplazamiento hacia arriba del pie de un deslizamiento que ocurre cuando la masa de este pega contra una ladera opuesta a la zona de arranque.

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

Suelo residual: Suelo derivado de la meteorización o descomposición de la roca in situ. No ha sido transportado de su localización original, también llamado suelo tropical.

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

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

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

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

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La información base para el análisis de los aspectos geológicos se obtuvo del boletín N° 67 elaborado por Jacay (1996) y del mapa geológico integrado del Perú a escala 1:50 000 versión 2022 publicado en el Sistema de Información Geográfica (Geocatmin) del Ingemmet. Además, se realizó trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotos aéreas y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

El área evaluada está compuesta por rocas metamórficas Neoproterozoicas del Complejo Marañón, depósitos, aluvial, coluvial y deluvial (Mapa 1).

3.1.1. Complejo de Marañón (NP-cm-esq,gn)

El macizo del área de evaluación está conformado por rocas de tonalidad gris verdosa en roca intacta y marrón rojiza en superficie (Fotografía 2). Además, está compuesto por esquistos de feldespato, clorita y epidota con crenulaciones y lentes de cuarzo de segregación (lechoso) deformado (Fotografía 3). Con rumbos de esquistosidad entre N52°W y N11°W y buzamientos entre 42° y 22°; de forma caótica.

Geotécnicamente, según el método de clasificación GSI (Figura 5) el macizo rocoso se encuentra muy fracturado y perturbado, con bloques angulosos formados por la intersección de numerosas discontinuidades y foliaciones. La condición de superficie es pobre y fuertemente meteorizada. En relación a la resistencia de la matriz rocosa, esta fue estimada mediante ensayos in-situ de impacto con el martillo de Schmidt (Fotografía 4), según las normas sugeridas por la ISRM. En general las rocas presentan una resistencia baja (25-50 MPa).



Fotografía 2. Macizo compuesto por esquistos tonalidad gris verdosa en roca intacta y marrón rojiza en superficie.
UTM: 304045 / 8961103, Zona 18.



Fotografía 3. Presencia de lente de cuarzo.
UTM: 303680 / 8961884, Zona 18.



Fotografía 4. Ensayo con martillo de Schmidt del macizo rocoso.
UTM: 303680 / 8961884, Zona 18.

	Estructura	CONDICIÓN DE SUPERFICIE				
		MUY BUENO	BUENO	EQUITATIVO	POBRE	MUY POBRE
		Drecese la calidad de Superficie				
	INTACTO O MASIVO - Macizo rocoso in situ o especímenes de roca intacta, con escasa discontinuidades ampliamente espaciadas.	90 80			N/A	N/A
	FRACTURADO EN BLOQUE - Masa de roca bien unido, consiste de un bloque cubico formado por 3 conjuntos de intersecciones discontinuas.		70 60			
	FUERTEMENTE FRACTURADO EN BLOQUES Macizo rocoso algo perturbado, conformado por trozos o bloques de roca trabados de varias caras angulosos y definidos por cuatro o más conjuntos de familias.			50		
	FRACTURADO Y PERTURBADO - Macizo rocoso plegado y/o fallado con bloques angulares formado por la intersección de numerosos sets de estructuras.			40	30	
	DESINTEGRADO - Macizo rocoso muy fracturado y quebrado conformado por un conjunto pobremente trabado de bloques y trozos de roca angulosos y también redondeados.				20	
	LAMINADO/CIZALLADO - Rocas débiles plegadas y cizalladas tectónicamente. Carencia de formación de bloques debido a la esquistocidad que prevalece sobre otras estructuras.	N/A	N/A			10



Figura 5. Clasificación GSI del macizo rocoso del área de evaluación

3.1.2. Depósito deluvial (Q-dl)

Corresponde a depósitos característicos con pendientes pronunciadas donde la acción del agua y el viento es mínima, suelen encontrarse en ladera de montañas como es el caso del área de evaluación (Fotografía 5). Está conformado por capas de suelo color marrón rojizo compuesto principalmente por limos y arcillas con inclusiones de fragmentos de roca metamórfica (Fotografía 6). Este depósito de corto recorrido ha sido formado por la escorrentía (pequeños chorros) precipitaciones pluvial típicos de la zona.

3.1.3. Depósito coluvial (Q-cl)

Corresponde al depósito producto de la meteorización mayormente física (derrumbes), resultantes principalmente de la acción transportadora de la gravedad (Fotografía 7).

Están formados por material de naturaleza ligeramente homogénea, con fragmentos de roca heterométricos mezclados con materiales finos como limo y arcilla principalmente.

3.1.4. Depósito fluvial (Q-fl)

Conformado por bloques, gravas y arenas mal seleccionadas en matriz areno-limoso; se ubica en el curso principal del río Marañón (Fotografía 8).



Fotografía 5. Depósito deluvial ubicado en el talud superior del lugar donde ocurrió derrumbe que represó el río Marañón.

UTM: 303785 / 8961177, Zona 18.



Fotografía 6. Depósito deluvial de color marrón rojizo compuesto por limos, arcillas e inclusiones de fragmentos de roca metamórfica.
UTM: 303785 / 8961177, Zona 18.



Fotografía 7. Depósito coluvial conformado por fragmentos de roca metamórfica y limos principalmente.
UTM: 303785 / 8961177, Zona 18.



Fotografía 8. Depósito fluvial ubicado en la margen izquierda del río Marañón
UTM: 304406 / 8961674, Zona 18.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

La caracterización de la pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa; ya que actúa como uno de los factores condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa; además, muestra las características morfométricas del terreno.

Para el área evaluada, la pendiente del terreno se caracterizó en base a la información del modelo de elevación digital de 0.4 m de resolución espacial generado a partir de imágenes captadas con dron Matrice 300 RTK.

En la caracterización se consideraron 6 rangos de pendientes como son: de 0°-1° considerados terrenos llanos; 1° a 5° terrenos inclinados con pendiente suave; 5° a 15° pendiente moderada; 15° a 25° pendiente fuerte; 25° a 45° pendiente muy fuerte a escarpado; finalmente, mayor a 45° terreno como muy escarpado.

En el mapa 2 se observa pendiente muy fuerte a muy escarpado (25° a mayor a 45°) en la ladera de la montaña; además, específicamente en la escarpa del derrumbe muestra pendiente muy escarpado (mayor a 45°) y el depósito, pendiente muy fuerte (25° a 45°).

4.2. Unidades geomorfológicas

La caracterización de las unidades y subunidades geomorfológicas (Figura 6) se realizó utilizando el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve individualizando tres tipos generales y específicos del relieve en función de su altura relativa, diferenciándose montañas, piedemontes y planicies.

Además, para la delimitación se consideró los límites de las unidades metamórficas (substrato rocoso) dando énfasis en la diferenciación de los depósitos recientes (depósitos superficiales); sobre todo depósitos de movimientos en masa identificados en campo y con ayuda de las fotografías aéreas captadas por dron e imágenes satelitales de alta resolución.

En el mapa 3, se muestra las subunidades geomorfológicas identificadas dentro del área de evaluación.

4.2.1. Unidad de Montañas

La unidad de montañas consiste en geformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local (citado por Villota, 2005) donde se reconocen cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza.

En el área de evaluación se identificó la siguiente subunidad geomorfológica (Mapa 3):

Subunidad de montañas en roca metamórfica (M-rm):

Relieve modelado en rocas metamórficas de composición esquistosa con formas variable entre cóncavas a convexas y pendiente del terreno desde fuerte (15° a 25°) a muy escarpado (mayor a 45°).

4.2.2. Unidades de vertiente y piedemonte

Se identificó las siguientes subunidades:

Vertiente deluvial (V-d)

Está subunidad se formó por la acción de la escorrentía superficial en ladera de montaña con pendiente del terreno variable entre 5° a 25° caracterizado como moderada a fuerte; también, presenta lugares con pendiente entre 1° a 5° considerado inclinado a suave asociado a cortes realizados para accesos y tierras de cultivo esporádico.

Piedemonte coluvial (P-c)

Subunidad formada principalmente por proceso de movimientos en masa de tipo derrumbe, su composición litológica es homogénea a causa de su corto a mediano recorrido, está compuesta por materiales inconsolidados. Además, en superficie están formados por la acción de la escorrentía, litológicamente está compuesto por fragmentos de roca metamórfica de tipo esquistoso.

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

Presenta superficie ligeramente escalonada relacionada con las escarpas principales y secundarias del derrumbe; a nivel general, la pendiente del terreno que varía entre 15° a 45° caracterizado como fuerte a escarpado.

4.2.3. Unidad de terraza

Se identificó la siguiente subunidad:

Terraza aluvial (T-f)

Subunidad formada por la corriente actual de los ríos, litológicamente está compuesto por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.); conforma la llanura de inundación o el lecho del río Marañón.

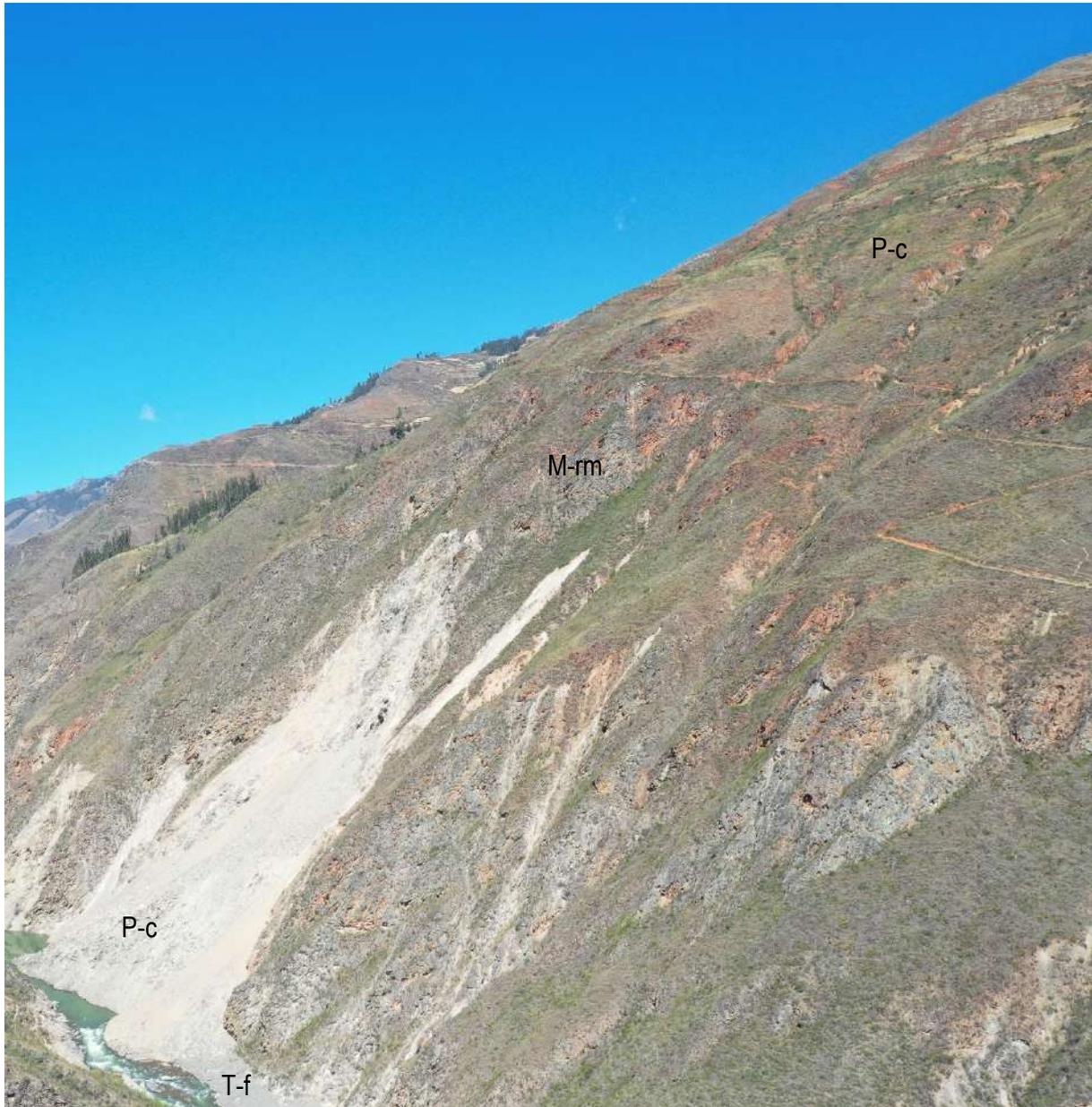


Figura 6. Se observa las subunidades geomorfológicas como montañas en roca metamórfica (M-rm), Vertiente deluvial (V-d), Piedemonte coluvial (P-c) y Terraza aluvial (T-f).

5. PELIGROS GEOLÓGICOS POR DERRUMBE

La evaluación de peligros geológicos se realizó en base a la información obtenida en los trabajos de campo, donde se identificaron los tipos de movimientos en masa inactivos y activos a través del cartografiado geológico y geodinámico, basado en el método de observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo, se tomó datos GPS, fotografías a nivel de terreno dron y se complementó con el análisis de imágenes satelitales de alta resolución disponibles en SASPlanet.

En el sector donde se represó el río Marañón el día 13 de junio del presente año (límite entre los distritos de Singa y Chavín de Pariarca) se ubica al fondo de dos montañas, geodinámicamente de pasado activo, representada por las ocurrencias de movimiento en masa tipo derrumbe (Mapa 4).

5.1. Derrumbe

A nivel general, dentro del área de evaluación se identificó 7 ocurrencias de movimientos en masa de tipo derrumbes (Figura 7); de los cuales, 5 eventos de encuentran activos y 2 inactivos latentes; además, en la ladera superior donde ocurren derrumbes, se observan grietas de longitudes variables (Fotografías 9, 10 y 11) y una escarpa de desplazamiento del suelo deluvial. Ver Mapa 4.

La grieta principal tiene forma semicircular (Figura 8) y se ubica a 150 m de la escarpa principal del derrumbe, la longitud visible mide aproximadamente 160 m con abertura entre 5 a 10 cm (Fotografías 9 y 10) y profundidad indeterminada. Además, a 510 m se observa una escarpa de deslizamiento confinado (Fotografía 12 y figura 8) discontinuo con una longitud visible en imagen satelital de 640 m.

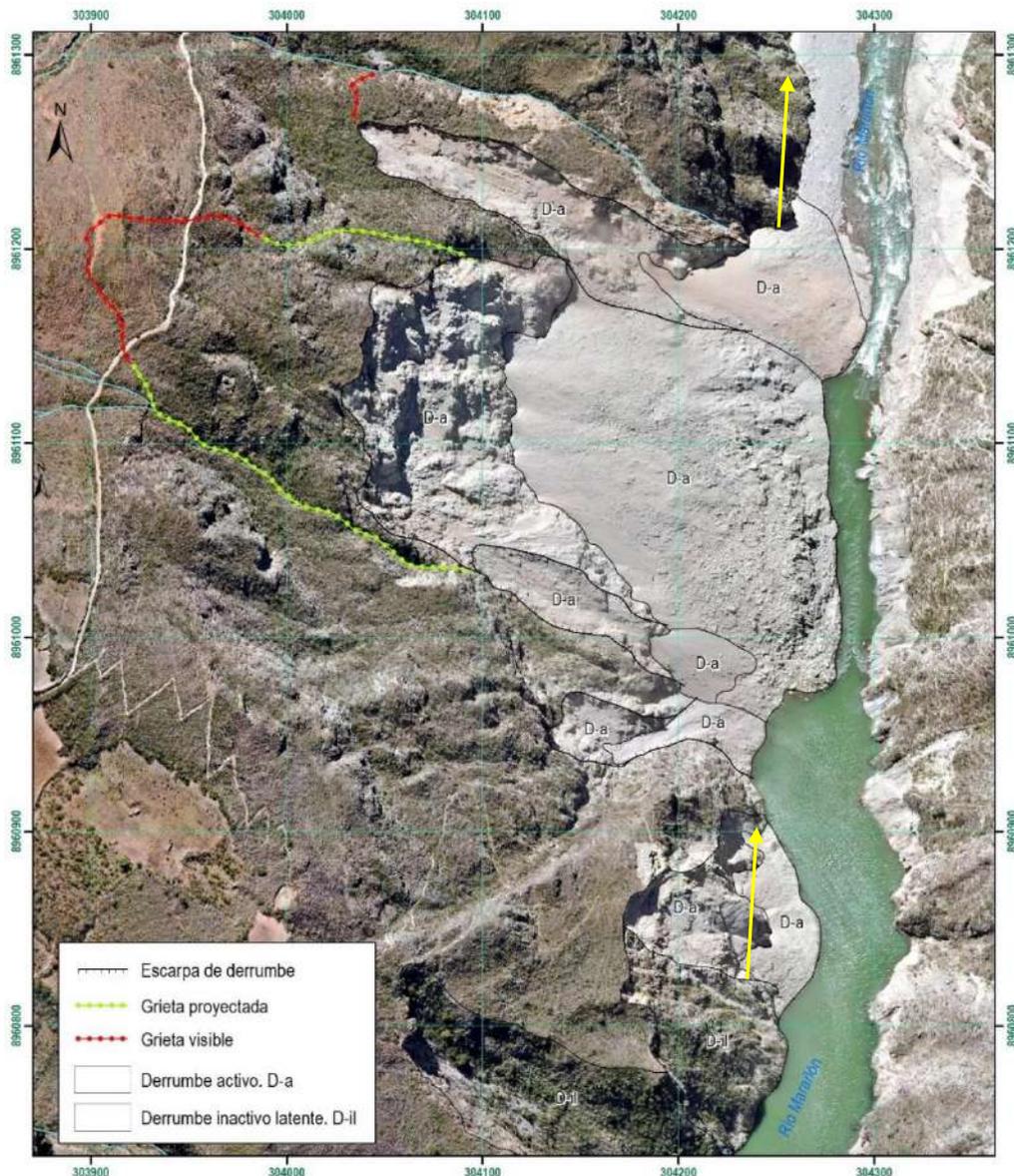


Figura 7. Ocurrencia de derrumbes de avance retrogresivo en el área evaluada.

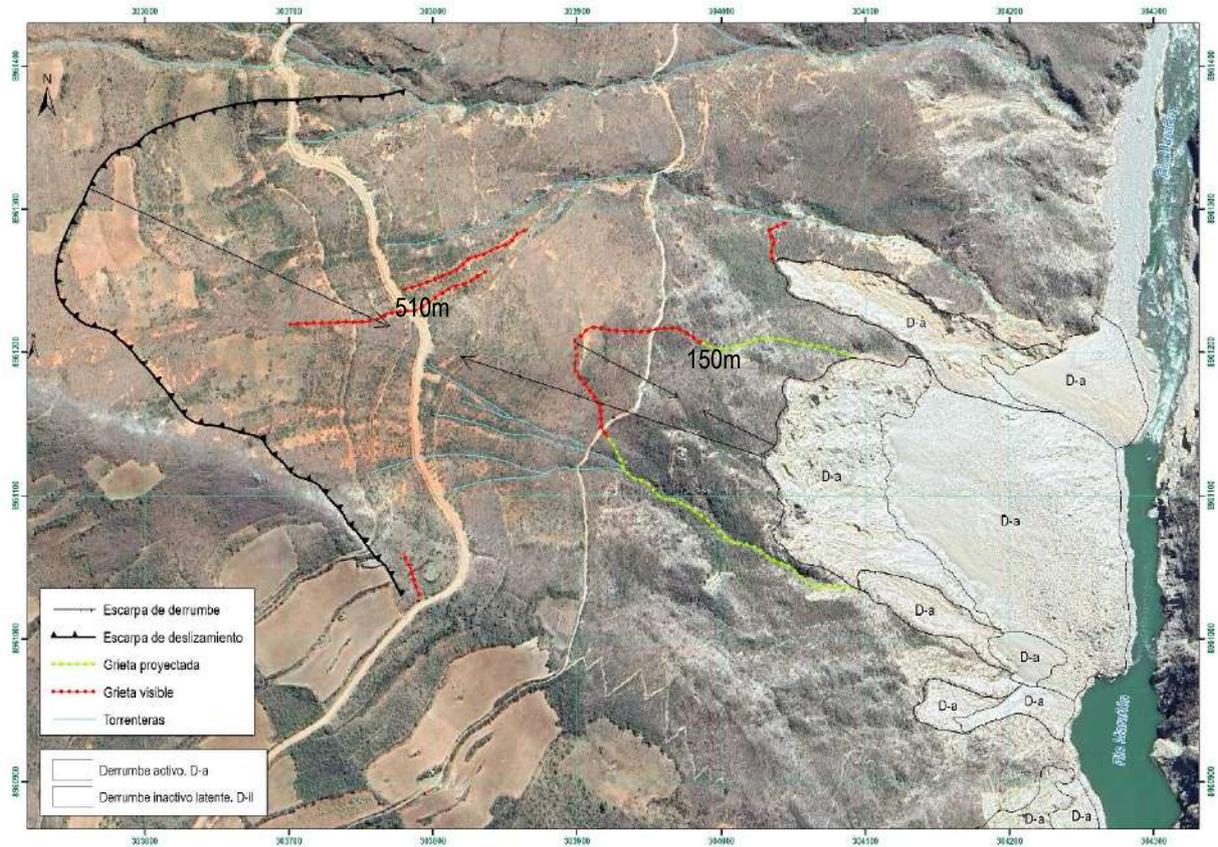


Figura 8. Muestras sobre la imagen satelital de las distancias entre derrumbe y grieta, y entre el derrumbe – y la escarpa principal del deslizamiento.



Fotografía 9. Presencia de grietas en camino de herradura a 150 m del derrumbe; lado izquierdo. UTM: 303917 / 8961148, Zona 18.



Fotografía 10. Presencia de grietas en camino de herradura a 150 m del derrumbe; lado derecho.
UTM: 303952 / 8961215, Zona 18.



Fotografía 11. Presencia de grietas en carretera afirmada
UTM: 303700 / 8961375, Zona 18.



Fotografía 12. Escarpa de deslizamiento confinado ubicado a 500 m de la escarpa principal del derrumbe
UTM: 303760 / 8961059, Zona 18.

El derrumbe que represó el río marañón el día 13 de junio del 2024 se encuentra en estado activo de avance retrogresivo y su superficie de falla es de tipo planar; el macizo donde se generó el derrumbe se encuentra conformado por esquisto muy fracturado y perturbado. La forma en la zona de arranque es irregular discontinua y las características del depósito es tipo canchal. La longitud de arranque mide 300 m, el ancho promedio 150 m y el desnivel entre la corona principal y la punta del derrumbe es 386 m. Ver figura 10

El derrumbe generó cambios morfológicos en la ladera y represamiento en el río Marañón (Figuras 11 y 12). Según información periodística, el represamiento inició a las 3 horas del 13 de junio y el desembalse natural ocurrió el 15 de junio a las 15 horas aproximadamente. En total el río marañón estuvo represado durante 3 días (fuente: tudiarío.pe). La altura estimada del dique de represamiento es de 10 m y longitud 230 m; además, el tipo de represamiento según la clasificación de Costa y Schuster (1988) que se ilustra en la figura 4 es tipo I.

La laguna que se formó a causa del represamiento del río midió aproximadamente 3,000 m de largo y ancho variable entre 60 a 40 m. En la actualidad el río Marañón continua parcialmente represado sin causar daño a las poblaciones aledañas.

Características visuales del derrumbe que represó el río marañón el día 13 de junio del 2024:

A continuación, se detalla las características más relevantes:

- Estado de actividad: activo.
- Avance del derrumbe: retrogresivo
- Tipo de rotura: planar
- Litología de la zona de arranque: esquisto
- Arranque: talud rocoso fracturado

- Forma de la zona de arranque: irregular discontinua
- Características del depósito: canchal
- Longitud de arranque: 300 m
- Ancho promedio del derrumbe: 150 m
- Desnivel entre la corona principal y la punta del derrumbe: 386 m.
- Efecto principal: Obstrucción de 160 m de cauce de río.

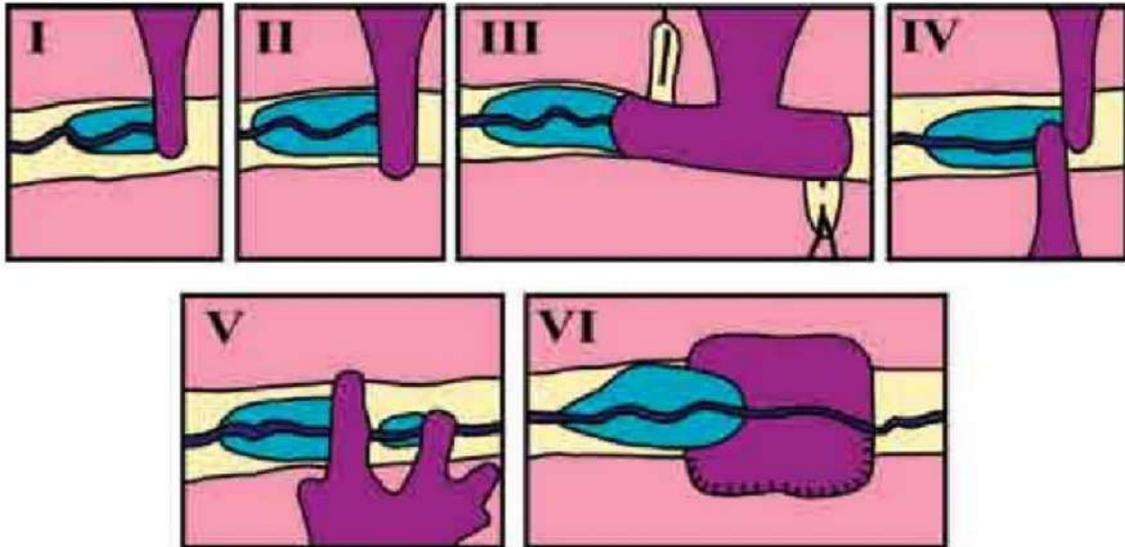


Figura 9. Tipos de represamiento según la clasificación de Costa y Schuster (1988).



Fotografía 12. El derrumbe del día 13 de junio del 2024 que represó el río marañón por la margen izquierda, distrito de Singa. Fotografía tomada el 2 de julio 2024.
 UTM: 304406 / 8961110, Zona 18.

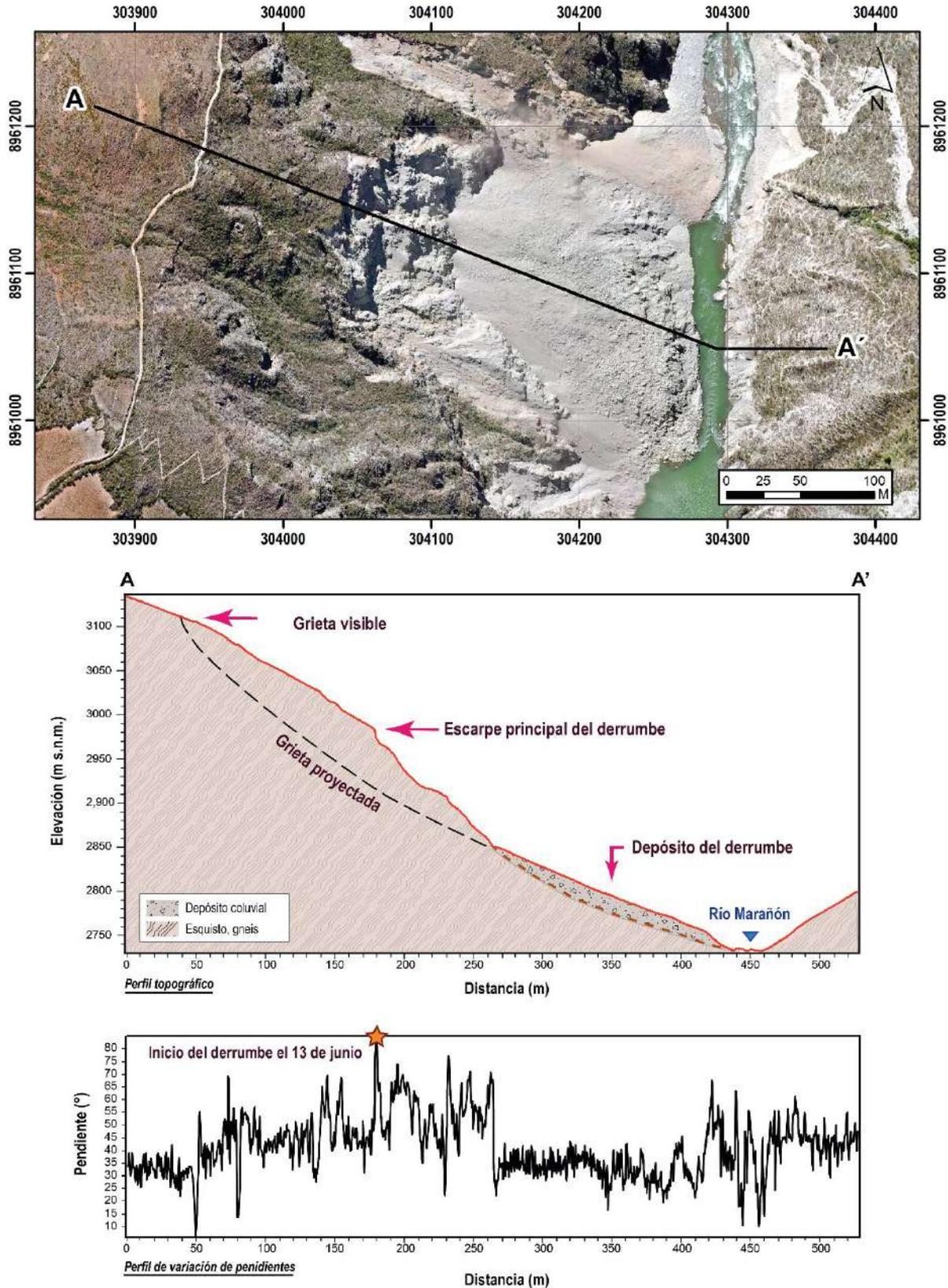


Figura 10. Perfil transversal de la proyección del derrumbe y pendiente del terreno.



Figura 11. Comparación de imágenes satelitales entre el año 2013 y 2024 donde se observa cambios morfológicos ocasionado por el derrumbe del 13 de junio del 2024.



Figura 12. Muestra de embalse (a) y desembalse (b) del río Marañón a causa del derrumbe del 13 de junio del 2024.

5.1.1. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

Macizo rocoso compuesto por esquisto muy fracturado y perturbado con intersección de numerosas discontinuidades; además, la superficie se encuentra de pobre a fuertemente meteorizada.

Este tipo de litología permite la filtración y retención del agua, lo que aumenta el peso de la masa inestable.

Factor geomorfológico

Ladera de montaña modelada en roca metamórfica con pendiente del terreno mayor a 45°, considerado como muy escarpada. Es la inestabilidad, es posible que haya influido la erosión fluvial al socaba el pie de la montaña.

Factor antropogénico

En la zona no se evidenció actividad antropogénica que haya influido en la ocurrencia del derrumbe del 13 de junio del 2024.

5.1.2. Factores desencadenantes

De acuerdo con las características del movimiento, se infiere que fue causado por las filtraciones de agua acumuladas entre el período lluvioso de diciembre 2023 a mayo 2024 (Figura 13), que ayudaron a humedecer el depósito deluvial ubicado en la ladera, provocando sobresaturación interna del suelo y éste a su vez generó presión litostática en el macizo rocoso desencadenando agrietamiento y el derrumbe del 13 el junio del 2024.

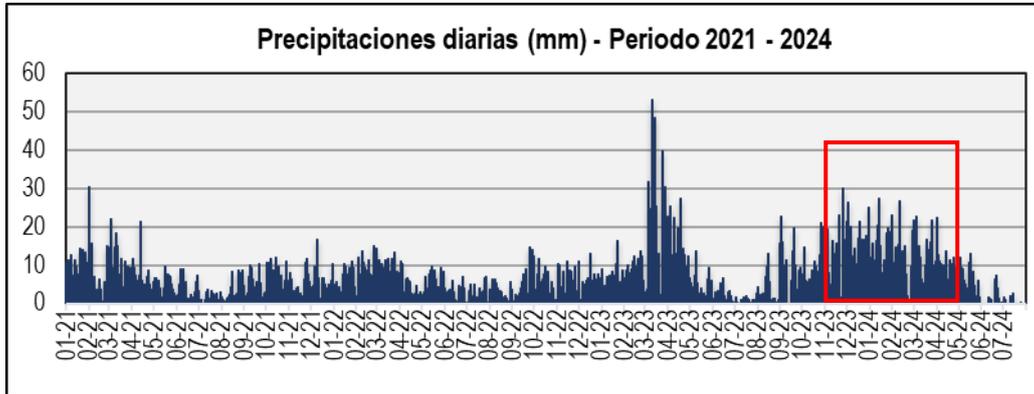


Figura 13. Muestra de precipitaciones continuas entre los meses de diciembre 2023 a mayo 2024

6. CONCLUSIONES

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

1. El macizo rocoso en el área evaluada está compuesto por esquisto muy fracturado y perturbado con superficie fuertemente meteorizada. Además, el macizo se encuentra cubierto parcialmente por depósitos deluviales generados por escorrentías superficiales.
2. En la ladera de montaña modelada en roca metamórfica donde se ubica el derrumbe presenta pendiente del terreno que varía principalmente entre 25° a mayor de 45° caracterizada como muy fuerte a muy escarpada; específicamente en la escarpa del derrumbe muestra pendiente muy escarpada (mayor a 45°) y el depósito, pendiente muy fuerte (25° a 45°).
3. Dentro del área de evaluación se identificó 7 ocurrencias de movimientos en masa de tipo derrumbes; de los cuales, 5 de encuentran activos y 2 inactivos latentes; además, en la ladera superior donde ocurren derrumbes, se observan grietas y una escarpa de desplazamiento. La grieta principal tiene forma semicircular y se ubica a 150 m de la escarpa principal del derrumbe con longitud aproximada de 160, abertura entre 5 a 10 cm y profundidad indeterminada; la escarpa de deslizamiento se ubica a 510m con una longitud discontinua visible de 640m.
4. El peligro geológico principal identificado en el área corresponde a un derrumbe que represó río Marañón el 13 el junio del presente año. La longitud de arranque mide 300m, el ancho promedio 150m y el desnivel entre la corona principal y la punta del derrumbe de 386 m.
5. El derrumbe generó cambios morfológicos en la ladera y represamiento en el río Marañón. El represamiento inició a las 3 horas del 13 de junio y el desembalse ocurrió el 15 de junio a las 15 horas aproximadamente en forma natural. La altura estima del dique de represamiento midió 10 m y longitud 230m aproximadamente.
6. La laguna que se formó a causa del represamiento del río midió aproximadamente 3,000 m de largo y ancho variable entre 60 a 40 m. En la actualidad el río se encuentra parcialmente represado sin causar daño a la población ubicada a 7.40 km aguas arriba.
7. Los factores que condicionan la ocurrencia del derrumbe el 13 de junio, corresponden a: macizo compuesto por esquisto muy fracturado y perturbado con intersección de numerosas discontinuidades, morfología del terreno muy escarpada con pendiente mayor a 45°
8. De acuerdo a las características del movimiento, se pudo inferir que éste fue causado por las filtraciones de agua acumuladas entre el período lluvioso de diciembre 2023 a mayo 2024, que ayudaron a humedecer el depósito deluvial ubicado en la ladera, provocando sobresaturación interna del suelo y éste a su vez generó presión litostática en el macizo rocos pendiente abajo.
9. El pueblo más cercano que podría ser afectado por el agua de posible nuevo evento de represamiento del río Marañón a causa de derrumbe se denomina Chuquibamba; el área poblada está ubicado entre los distritos de Punchao y Chavin de Pariarca; además, se ubica a 7.40 km del área del derrumbe con una

diferencia de altura entre el pie del derrumbe y el área poblada de aproximadamente 30 m.

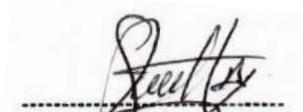
10. El sector donde ocurrió el derrumbe y represamiento del río Marañón el 13 de junio del presente año se considera de Peligro Alto. Por las grietas identificadas en la zona, el área del derrumbe podría aumentar su tamaño y ocasionar nuevamente el represamiento del río Marañón.

7. RECOMENDACIONES

1. Reforestar la parte superior del derrumbe con plantas nativas de la zona (evitar la plantación de eucaliptos y pinos), bajo el asesoramiento técnico especializado.
2. Realizar monitoreo visual y geodésico para analizar la evolución de los agrietamientos y el deslizamiento.
3. Implementar un Sistema de Alerta Temprana y elaborar un plan de contingencia ante posible inundación para el centro poblado de Chuquibamba.



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

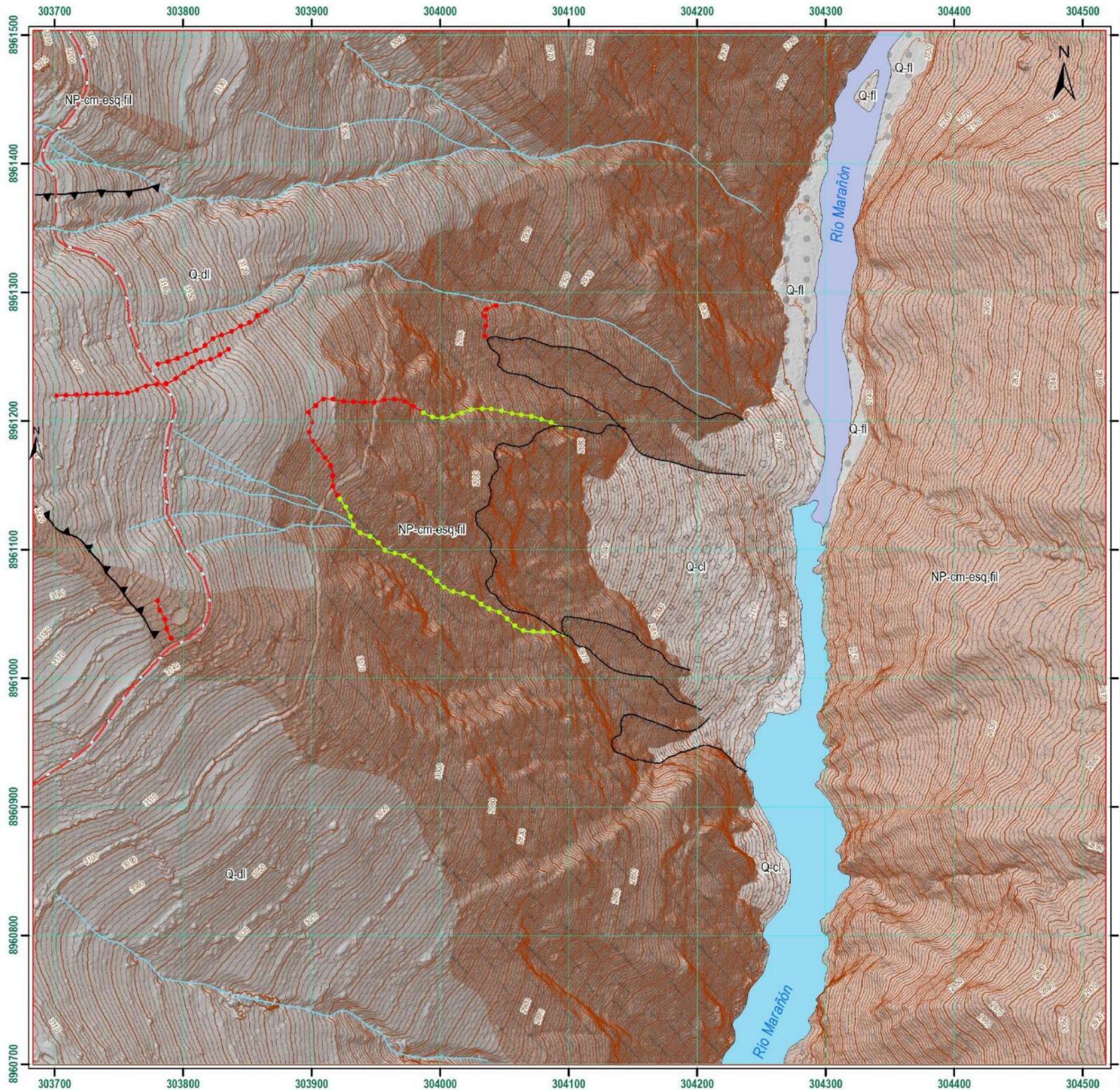


LUCIO MEDINA ALLCCA
Ingeniero Geólogo
CIP N° 101456

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Costa J. E. & Schuster R. L. (1988) - The formation and failure of natural dams. Geological Society of America Bulletin, 100: 1054-1068.
- Datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del Servicio aWhere, Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>
- Directorio Nacional de Centros Poblados, Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (2009) - *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Ginebra: Naciones Unidas, UNISDR, 38 p. https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - *Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>
- Torres D., Machaca C., Cueva E., Baez D. & Sanchez E. (2024) Mapa Geológico del Cuadrángulo de Singa (19j3), escala 1:50 000, Lima: INGEMMET.
- Villota, H. (2005) - *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.

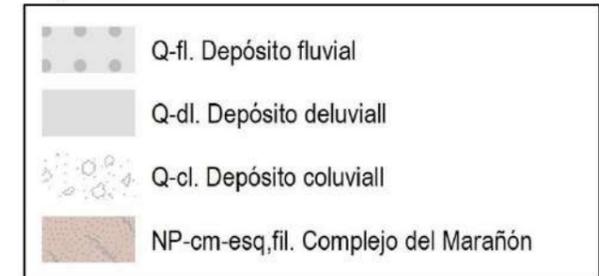
ANEXO 1: MAPAS



Símbolo



Leyenda



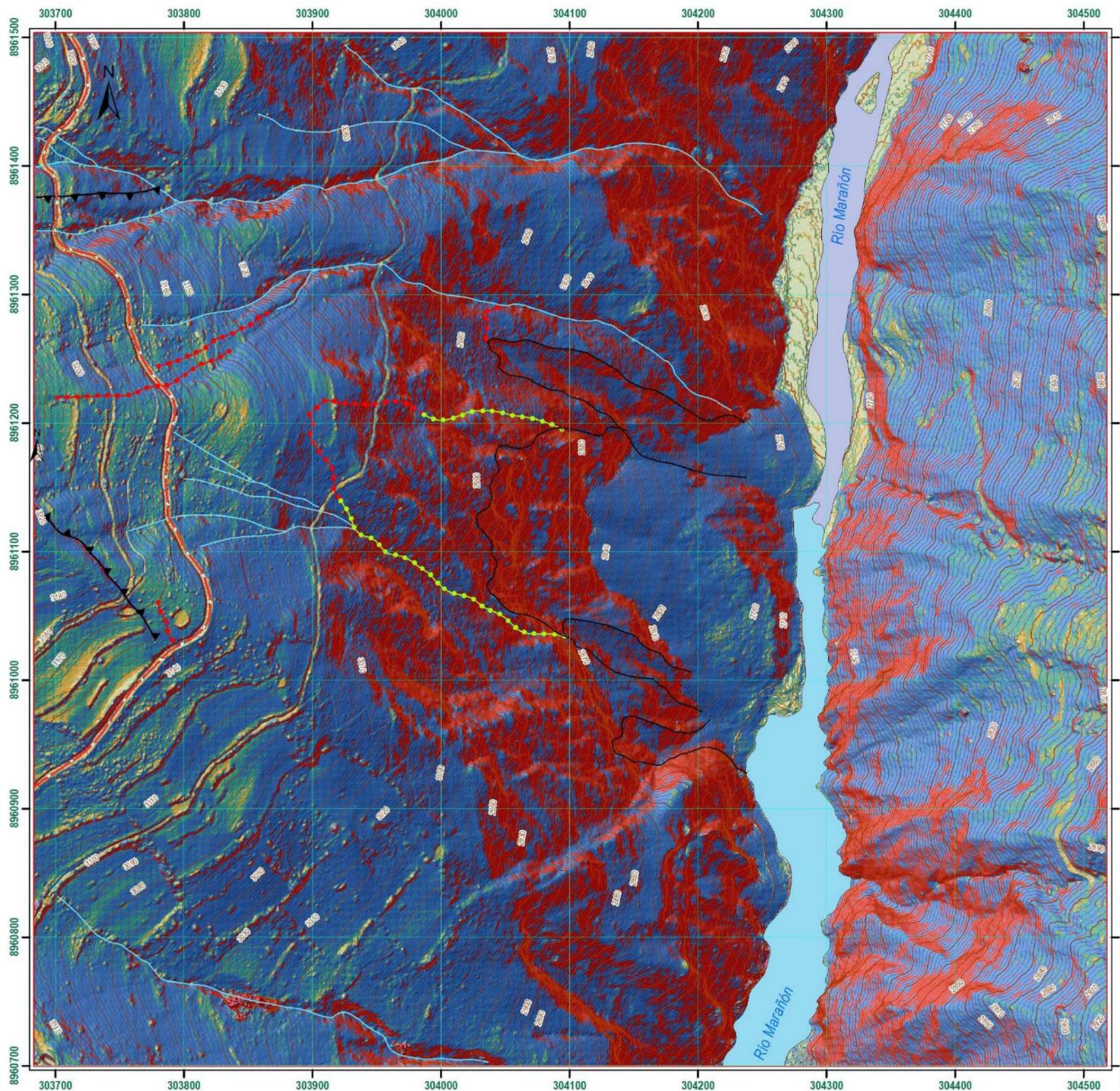
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

GEOLÓGICO

RÍO MARAÑÓN - DISTRITOS DE SINGA Y CHAVÍN DE PARIARCA

VERSIÓN DIGITAL Año 2024	 Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur	MAPA: 1
-----------------------------	--	--------------------------



Símbolo

	Escarpa de derrumbe
	Escarpa de deslizamiento confinado
	Grieta proyectada
	Grieta visible
	Red vial vecinal
	Torrenteras
	Curvas nivel índice
	Curvas nivel intermedia
	Área de evaluación
	Cauce de río
	Cauce de río parcialmente represado

Leyenda

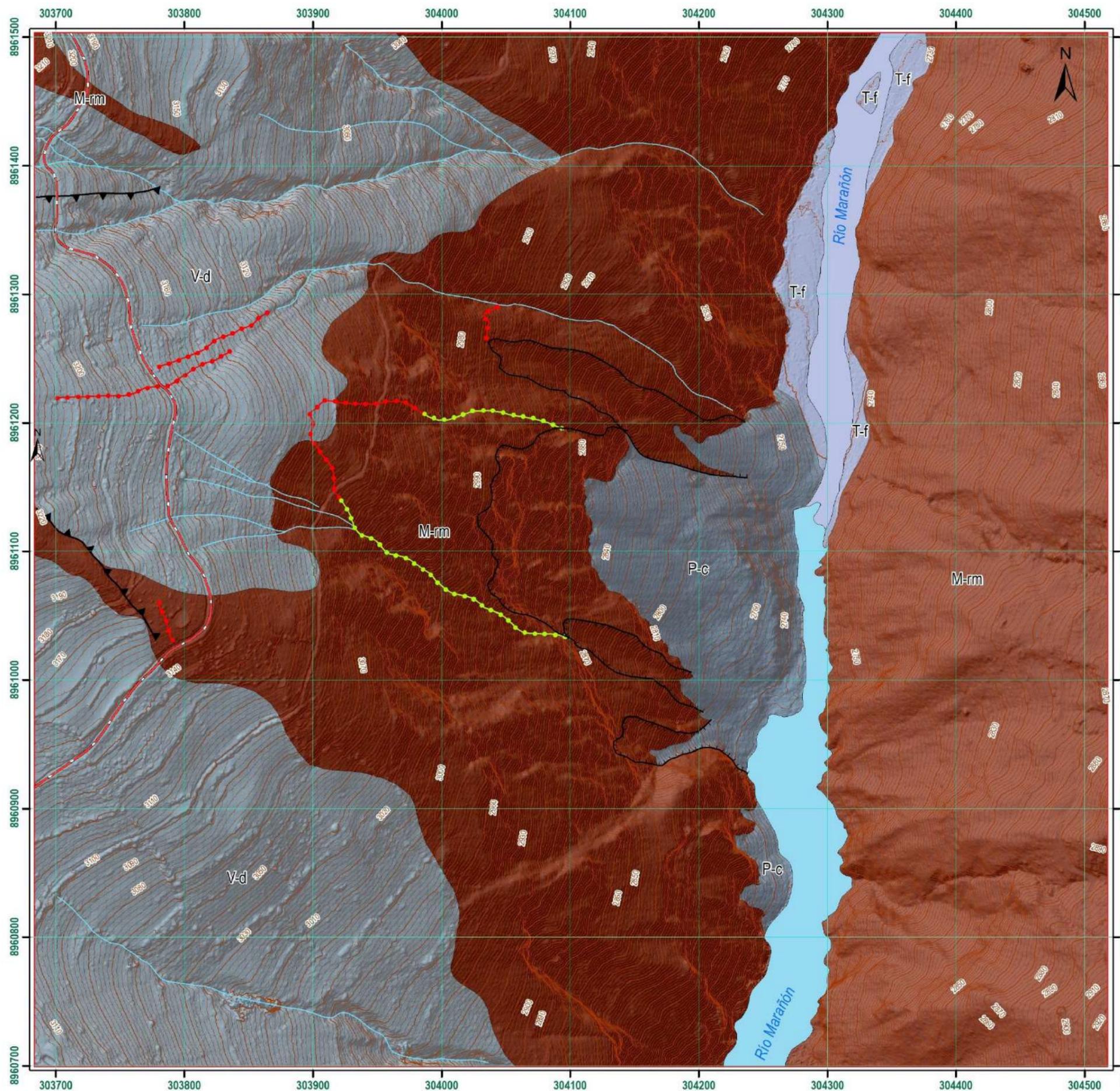
Rango de pendiente	Color	Superficie topográfica
0° - 1°		Terreno llano
1° - 5°		Terreno inclinado con pendiente suave
5° - 15°		Pendiente moderada
15° - 25°		Pendiente fuerte
25° - 45°		Pendiente muy fuerte a escarpado
> 45°		Terreno muy escarpado

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

PENDIENTE DEL TERRENO
RÍO MARAÑÓN - DISTRITOS DE SINGA Y CHAVÍN DE PARIARCA

VERSIÓN DIGITAL Año 2024	 Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur	MAPA: 2
-----------------------------	--	--------------------------



Símbolo

	Escarpa de derrumbe
	Escarpa de deslizamiento confinado
	Grieta proyectada
	Grieta visible
	Red vial vecinal
	Torrenteras
	Curvas nivel indice
	Curvas nivel intermedia
	Área de evaluación
	Cauce de río
	Cauce de río parcialmente represado

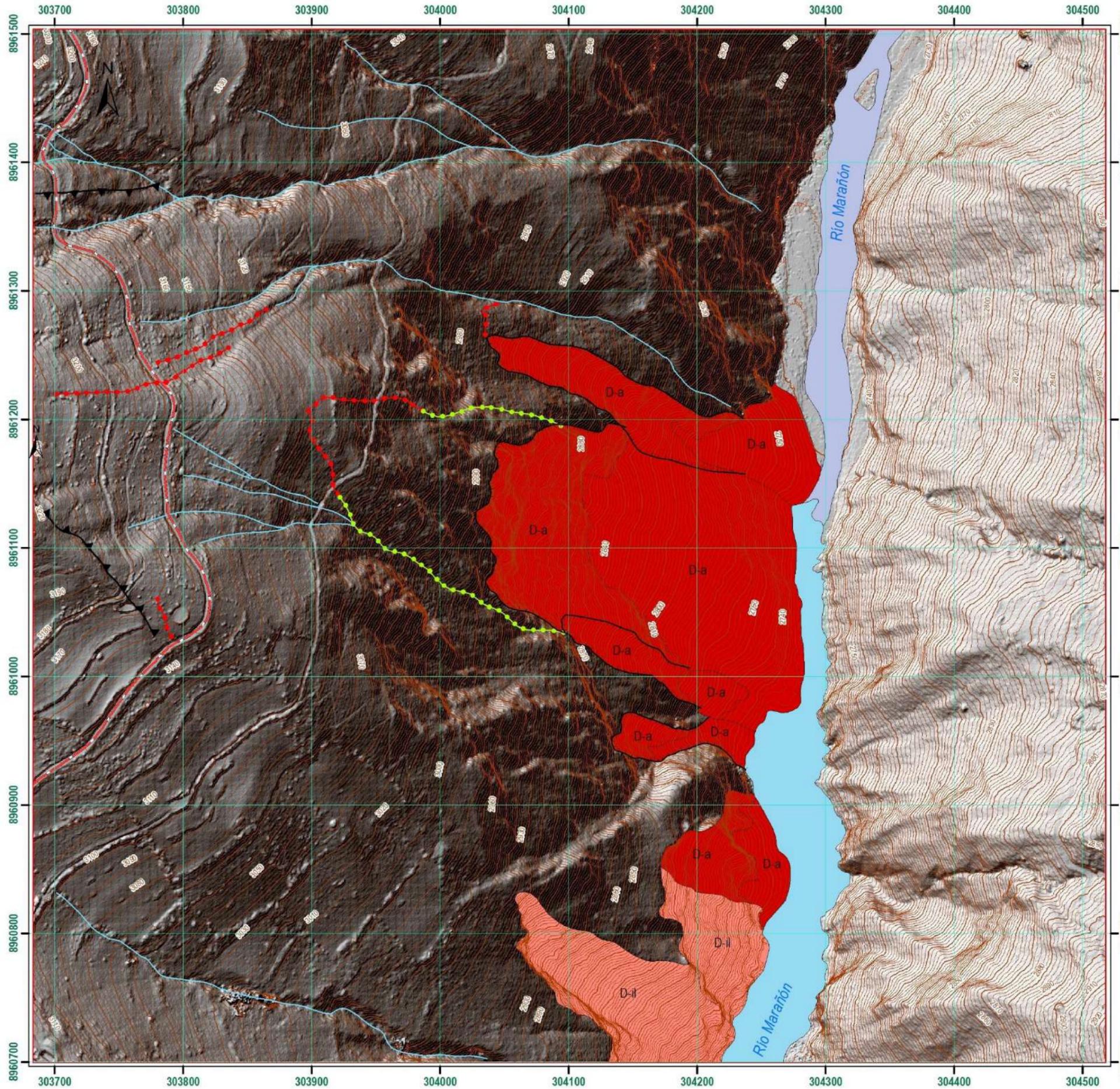
Leyenda

	M-rm. Montaña en roca metamórfica
	V-d. Vertiente deluvial
	P-c. Piedemonte coluvial
	T-f. Terraza fluvial

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

GEOMORFOLÓGICO
RÍO MARAÑÓN - DISTRITOS DE SINGA Y CHAVÍN DE PARIARCA

VERSIÓN DIGITAL Año 2024	 Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur	MAPA: 3
-----------------------------	--	--------------------------



Símbolo

	Escarpa de derrumbe
	Escarpa de deslizamiento confinado
	Grieta proyectada
	Grieta visible
	Red vial vecinal
	Torrenteras
	Curvas nivel índice
	Curvas nivel intermedia
	Área de evaluación
	Cauce de río
	Cauce de río parcialmente represado

Leyenda

	Derrumbe activo. D-a
	Derrumbe inactivo latente. D-il

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 ASISTENCIA TÉCNICA EN LA EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL

**PELIGRO GEOLÓGICO POR DERRUMBE
 RÍO MARAÑÓN - DISTRITOS DE SINGA Y CHAVÍN DE PARIARCA**

VERSIÓN DIGITAL Año 2024	 Datum: WGS 84, Proyección: UTM Zona 18 Sur	MAPA: 4
-----------------------------	--	--------------------------