

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7672

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL CENTRO POBLADO PARCO

Departamento: Áncash
Provincia: Recuay
Distrito: Cátac



OCTUBRE
2025

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL CENTRO POBLADO PARCO

Distrito Cátac, provincia Recuay, departamento Áncash



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

Equipo técnico:

Norma Luz Sosa Senticala

Ely Ccorimanya Chalco

Referencia bibliográfica

Sosa, N. (2025). *Evaluación de Peligros geológicos por movimientos en masa del centro poblado Parco*. Distrito Cátac, provincia Recuay, departamento Áncash. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7672, 40 p.

ÍNDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Objetivos del estudio	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	2
1.3. Aspectos generales	4
a) Ubicación	4
b) Accesibilidad	4
c) Poblado	5
d) Clima e hidrografía	7
e) Uso de suelo	7
f) Zonificación sísmica	8
g) Fallas activas	9
2. DEFICIONES GEOLÓGICAS	9
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	12
3.1. Unidades litoestratigráficas	12
3.1.1. Grupo Calipuy (Nm-cher/2c, Nm-cher/4g)	12
3.1.2. Depósitos cuaternarios	14
a) Vertiente coluvio-deluvial (Qh-cd):	14
b) Depósito aluvial (Q-al):	14
c) Depósito fluvial (Q-fl)	15
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	16
4.1. Pendientes del terreno	16
4.2. Índice topográfico de humedad	18
4.3. Unidades geomorfológicas	21
4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	21
4.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	22
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	24
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	25
5.1.1. Deslizamiento del centro poblado de Parco	25
5.1.2. Reptación de suelo	28
5.1.3. Avalancha de rocas	30
5.2. Factores condicionantes	32
5.3. Factores desencadenantes	32
6. CONCLUSIONES	33

7. RECOMENDACIONES	34
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35

RESUMEN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) y el “Servicio de Asistencia técnica en evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, contribuyen con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico.

En el Centro Poblado Parco, se observan afloramientos de andesitas de color gris de grano fino, de resistencia alta (más de 4 golpes del martillo de geólogo), y moderadamente meteorizadas (A3), (figura 6), con espaciamientos muy próximos entre sí (0.05 a 0.30 m) y aberturas algo abiertas (0.1-1.0 mm), lo que permite la filtración de agua proveniente de las lluvias, medianamente fracturas de tipo (F3). Así mismo se tienen depósitos coluvio-deluviales originados por deslizamientos y derrumbes, depósitos aluviales y fluviales.

Las unidades geomorfológicas identificadas son montañas en roca volcánica con pendiente de terreno moderada a muy fuerte (15°-45°), donde se ubican geoformas de tipo piedemonte coluvio-deluvial y terraza aluvial con pendientes que van de moderada a muy fuerte (5° - 45°). originados por procesos de movimientos en masa, antiguos y/o recientes. presentan terrenos de pendiente moderada a fuerte (5°-25°). Así como la terraza fluvial se presenta baja (1° - 5°), geodinámicamente asociada a inundaciones. Los peligros geológicos identificados en el centro poblado de Parco, corresponden a movimientos en masa de tipo: deslizamiento, reptación de suelo, avalancha de rocas y erosión de ladera (cárcava).

Los factores condicionantes para la ocurrencia de movimientos en masa de tipo deslizamiento, reptación de suelo, avalancha de rocas y erosión de ladera (cárcava) son la presencia de depósitos inconsolidados pertenecientes a movimientos en masa antiguos y recientes, y un macizo rocoso medianamente meteorizado. Así mismo, la presencia de relieves montañoso de roca volcánicas con laderas de pendiente moderadas a fuertes (15°-45°), coadyuvado por la presencia de canal de riego sin revestimiento, generando saturación en el terreno. Como factor detonante, se tiene la ocurrencia de lluvias intensas y/o excepcionales, así como ocurrencia de sismos.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas, geohidrológicas y geodinámicas, el centro poblado de Parco y alrededores, donde ocurrió la reactivación de deslizamientos, reptación de suelo, y avalancha de rocas, lo que considera al centro poblado como **Zona crítica** y de **Peligro Alto** ante la generación de estos procesos, sujeto a reactivación ante lluvias y/o sismos, que podrían ocasionar daños en los alrededores.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones a fin de que las autoridades competentes pongan en práctica; como realizar zanjas de coronación y espina de pescado revestidas, para drenar el cuerpo del deslizamiento, así evitar la infiltración. derivar el canal de riego que discurre en el cuerpo del deslizamiento e Implementar sistemas de drenaje subterráneo; así como realizar el EVAR correspondiente.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico -Ingemmet, ente técnico-científico desarrolla a través de los proyectos y actividades de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) “Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)” contribuyendo de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico.

En atención al oficio N° 0187-2025-MD/A, y en el marco de las competencias del Ingemmet, se realiza la evaluación de peligros geológicos del centro poblado Parco ubicado en el distrito de Cátaç, provincia de Recuay, departamento Áncash.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó a las Ingenieras Norma Sosa y Ely Ccorimanya para realizar la evaluación técnica correspondiente, la cual se realizó el 21 de julio del 2025, en coordinación con las autoridades locales de la Municipalidad Distrital de Cátaç.

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

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad distrital de Cátaç, Gobierno Regional de Áncash, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER-Huaraz) y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres-CENEPRED, 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 del centro poblado Parco.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de la ocurrencia de peligros geológicos.
- c) Emitir recomendaciones pertinentes para la reducción y mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados 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° 38, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Riesgos Geológicos en la región Áncash” (Zavala et al., 2009). En el contiene el inventario de peligros geológicos en la región Áncash, en el cual se registró un total de 2129 ocurrencias.

Así mismo, el presente boletín muestra el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:500 000, donde el centro poblado de Parco se localiza en zonas de **susceptibilidad Media a Muy Alta**, (figura 1). Entendiéndose, la susceptibilidad a movimientos en masa, como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos.

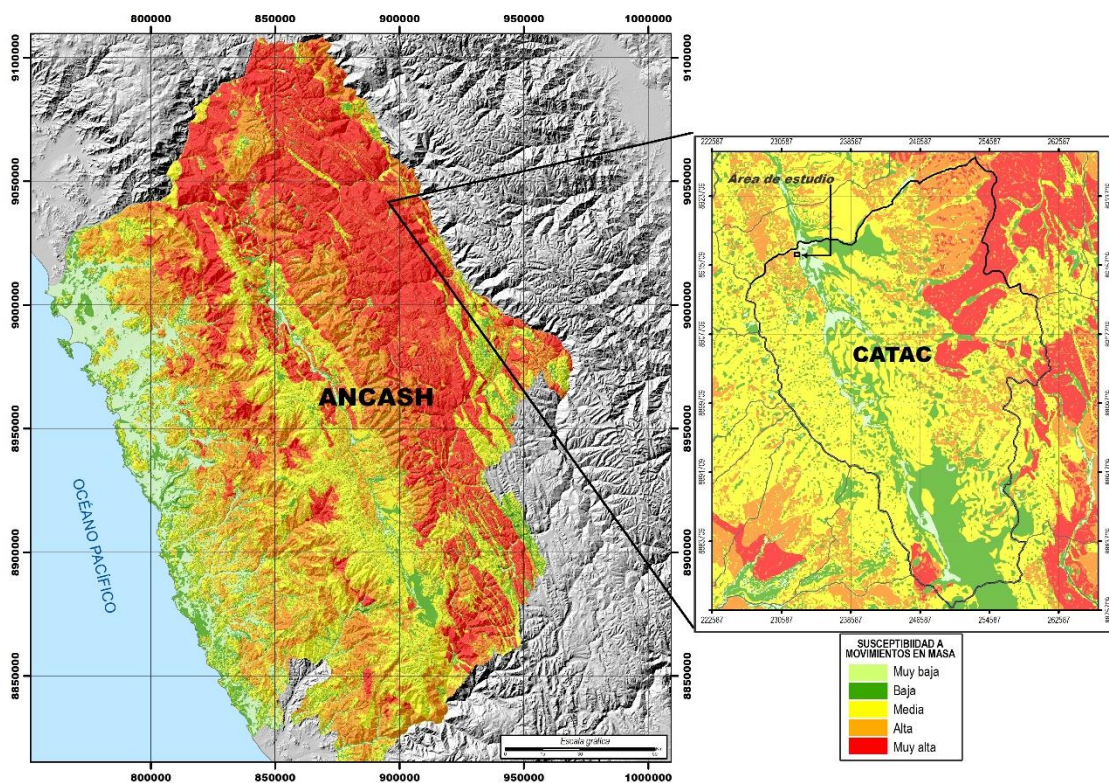


Figura 1. Susceptibilidad por movimientos en masa en el área de estudio y alrededores (Zavala et al., 2009).

- B) Boletín N° 76, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian y Yanahuanca” (1996); donde diferencia las unidades litoestratigráficas identificadas en la zona de estudio y alrededores que corresponden al Grupo Calipuy, compuesto por centros volcánicos, así como depósitos cuaternarios.
- C) INFORME DE EMERGENCIA N° 807- 7/4/2025 / COEN - INDECI / 23:15 HORAS (Informe N.º 1), ocurrido el 29 de marzo del 2025, donde se registraron lluvias intensas que ocasionaron daños materiales (viviendas) en el centro poblado de Parco, distrito Cátac, provincia de Recuay. (figura 2)



Figura 2. Ubicación de la zona afectada por las lluvias, centro poblado de Parco, distrito Cátac

1.3. Aspectos generales

a) Ubicación

El centro poblado de Parco, políticamente pertenece al distrito de Cátac, provincia de Recuay, departamento Áncash (figura 3).

Las coordenadas UTM (WGS84-Zona 18S) del área de estudio se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Coordenadas del área de evaluación

Vértice	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	232180	8917131	-9.787325°	-77.441432°
2	232603	8917135	-9.787317°	-77.437587°
3	232602	8916802	-9.790317°	-77.437618°
4	232180	8916802	-9.790298°	-77.441463°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	232511	8916959	-9.788901°	-77.438437°

b) Accesibilidad

El acceso al centro poblado de Parco, se realizó por vía terrestre desde la ciudad de Lima, mediante la carretera Panamericana; mediante la siguiente ruta (cuadro 2):

Cuadro 2. Rutas y accesos a las áreas evaluadas.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima - Barranca	Asfaltada	190	3 h 10 min
Barranca - Cátac	Asfaltada	182	3 h 55 min
Cátac – C.P. Parco	Asfaltada	3.5	10 min

c) Poblado

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, el centro poblado de Parco, del distrito de Cátac presenta una población censada de 255; varones 112 y mujeres 143 habitantes distribuidos en un total de 82 viviendas respectivamente (cuadro 3):

Cuadro 3. Población y viviendas censadas.

Centro poblado	Población			Número de viviendas
	Varones	Mujeres	Total	
Centro poblado de Parco	112	143	255	82

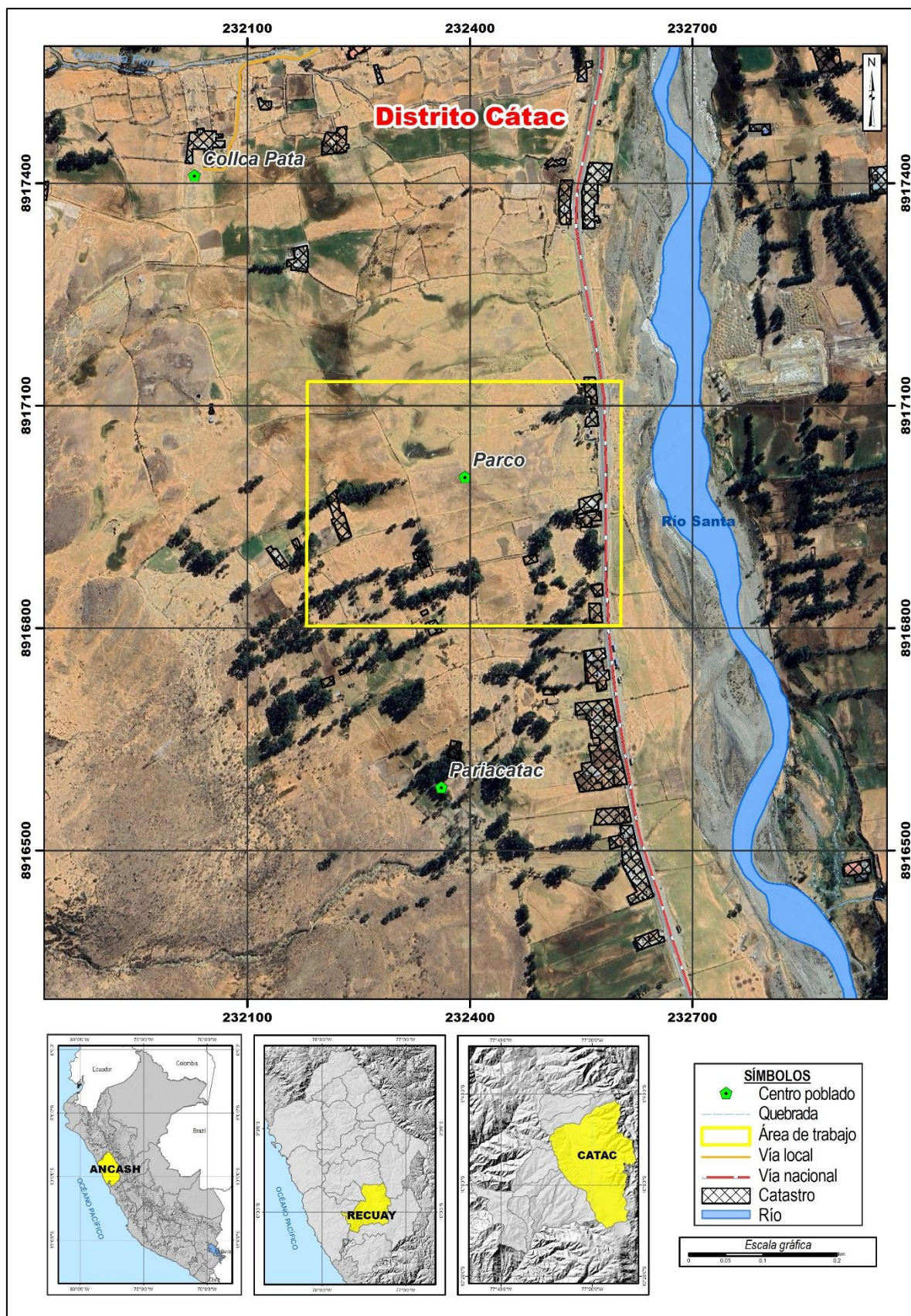


Figura 3. Ubicación del centro poblado de Parco y alrededores, distrito y provincia de Huaaraz, departamento de Áncash.

d) Clima e hidrografía

El clima en el distrito de Cátac es muy variado, caracterizado especialmente por tener un clima semifrío con temperaturas promedio de 1.9° en invierno y 17.1° en verano.

Por otro lado, y de forma más específica, según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2010), el centro poblado de Parco y alrededores está influenciada por un clima semifrío-semiseco, caracterizado por una deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa del 65% a 84%. Calificada como húmeda.

En cuanto a la cantidad de lluvia y de acuerdo a la fuente de datos hidrometeorológico de la Estación Aija (SENAMHI), la precipitación máxima registrada en el último periodo agosto, 2024 – abril, 2025 fue de 14.2 mm, (figura 4). Así mismo, las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente entre los meses de noviembre a abril.

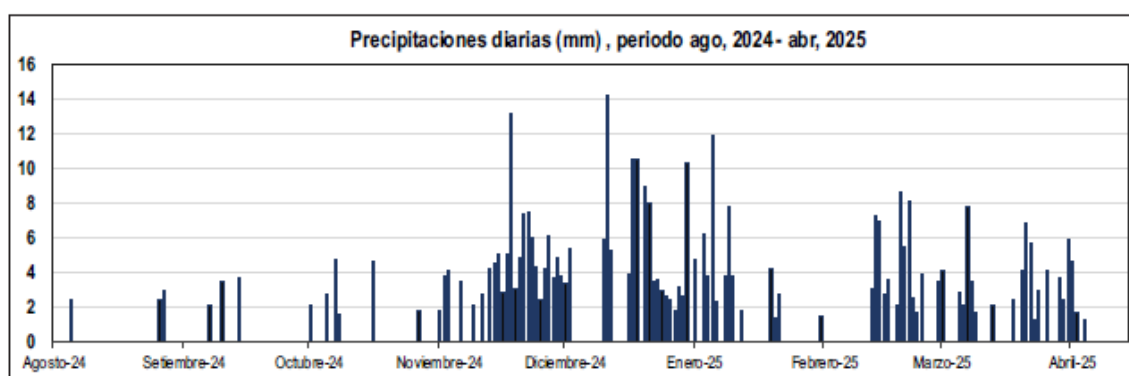


Figura 3. Precipitación diaria en mm, distribuidas a lo largo del último periodo: Ago,2024 – abr,2025, para el distrito de CátacAija. **Fuente:** Estación Aija, SENAMHI.

La temperatura anual oscila entre máxima de 21.3°C en verano y mínima de -0.6°C en invierno, (figura 5). Presenta una humedad promedio de 72.8% durante casi todo el año, (Fuente: Estación Cátac, SENAMHI).

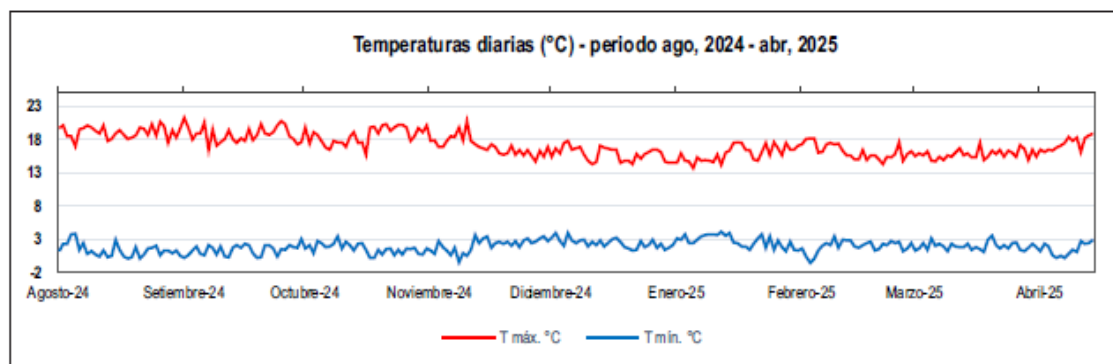


Figura 4. Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del último periodo: Ago,2024 – abr,2025, para el distrito de Aija. **Fuente:** Estación Cátac, SENAMHI

e) Uso de suelo

En relación al uso del suelo, la ladera del centro poblado de Parco y alrededores, posee una pendiente moderada a alta (5° - 25°), No adecuada para habilitación urbana. Se observa el desarrollo de actividad agrícola. (fotografía 1).



Fotografía 1. Terrenos utilizados para el cultivo de cebada, en la ladera media del centro poblado Parco.

f) Zonificación sísmica

Tomando como referencia, los niveles de zonificación sísmica en el Perú, el área de estudio se ubica en la Zona 3 (sismicidad alta) figura 4, localizada principalmente en la margen occidental de la Cordillera de los Andes, determinándose aceleraciones de 0.35 g (cuadro 4 y figura 6). 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 4. 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 N° 003-2016-VIVIENDA).

Cuadro 4. 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 del MVCS (2016).

g) Fallas activas

El centro poblado de Parco se ubica a 11.5 km al este, de la falla de la Cordillera Blanca. Sus movimientos son normales a ligeramente sinestrales, el sistema de fallas tiene una longitud de 190 km y cada una de las fallas que la conforman no tiene más de 8 km. Los saltos verificables son variables y están comprendidos entre 1 y 50 m.

2. DEFICIONES GEOLÓGICAS

En el informe se desarrollan 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. La terminología técnica utilizada, tiene 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), 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 anexos 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).

- **Movimiento en masa activo:** Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.
- **Movimiento en masa reactivado:** Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.
- **Movimiento en masa suspendido:** Movimiento en masa que se desplazó durante el último ciclo anual de las estaciones climáticas, pero que en el momento no presenta movimiento (Varnes, 1978).
- **Movimiento en masa antiguo:** 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).

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

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

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

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

Condicionante: se refiere a todos aquellos factores naturales o antrópicos que condicionan o contribuyen a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituyen el evento detonante del movimiento.

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

Cohesión: parámetro de resistencia de un suelo que expresa la fuerza por la cual las moléculas homogéneas de un cuerpo se adhieren unas con otras (Holtz y Kovacs, 1991).

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: Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla (Cruden y Varnes, 1996). Según la forma de la superficie de falla se clasifican en traslacionales (superficie de falla plana u ondulada) y rotacionales (superficie de falla curva y cóncava).

Deslizamiento rotacional: Tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los deslizamientos rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y, un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

Detonante (sin.: disparador, desencadenante, gatillante): 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 y la sobrecarga de una ladera.

Erosión: parte del proceso denudativo de la superficie terrestre que consiste del arranque y transporte de material de suelo o roca por un agente natural como el agua, el viento y el hielo, o por el hombre. De acuerdo con el agente, la erosión se puede clásica en eólica, fluvial, glacial, marina y pluvial. Por su aporte, de acuerdo a las formas dejadas en el terreno afectado se clásica como erosión en surcos, erosión en cárcavas y erosión laminar.

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.

Falla activa: importantes fuentes sismogénicas originadas en continente, estas estructuras son capaces de generar sismos con magnitudes de hasta 7 Mw. A diferencia de los sismos originados por la subducción de la placa de Nazca por debajo de la placa Sudamericana, las fallas geológicas activas presentan sismicidad superficial, es decir, tienen epicentros superficiales (<30 km aprox.), característica que hace de estas estructuras geológicas, sean muy peligrosas ante posibles reactivaciones, que pueden producir fenómenos de movimientos en masa y licuefacción de suelos.

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

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

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

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

Macizo rocoso Es el conjunto de material de roca in situ y sus discontinuidades. La presencia de discontinuidades de diverso tipo confiere al macizo un carácter heterogéneo y un comportamiento no continuo, condicionado por la naturaleza, frecuencia y orientación de

los planos de discontinuidad de los cuales dependen el comportamiento geomecánico e hidráulico del mismo.

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.

Movimientos en masa: son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. En el territorio peruano, los tipos más frecuentes corresponden a caídas, deslizamientos, flujos, reptación de suelos, entre otros.

Peligro geológico: es un 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.

Susceptibilidad: 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.

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.

Zona de arranque: zona de despegue, zona de desprendimiento. Área dentro de la cual el material desplazado se encuentra por debajo de la superficie original del terreno.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La geología del área de estudio se describe teniendo como base el mapa geológico del cuadrángulo de Recuay, 20i3, escala 1:50,000 (Navarro, et al, 2011), así como la información contenida en el Boletín N° 76: "Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquian, y Yanahuanca" (Cobbing, et al., 1996), 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.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran son principalmente de origen volcánico, representada por el Grupo Calipuy; así como depósitos recientes coluvio-deluvial, aluvial, y fluvial, (**Anexo 1: Mapa 1**).

3.1.1. Grupo Calipuy (Nm-cher/2c, Nm-cher/4g)

Navarro et al, (2024), describe la composición principalmente de rocas piroclásticas gruesas de composición andesítica, pero también son abundantes lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas. Se ha subdividido en dos formaciones, la parte inferior conformada por depósitos de flujos

piroclásticos de ceniza rico en cristales, gris oscuro a pardusco, textura porfiritica. Presenta alteración leve y grosores entre 50 y 80 m y en la parte superior presenta depósitos de flujos piroclásticos de pómez y ceniza guinda, textura porfiritica. Presenta pómez y abundante fragmento lítico gris verdusco.

En el área de estudio se observó andesitas de color gris de grano fino, de resistencia alta (más de 4 golpes del martillo de geólogo), estos estratos se encuentran moderadamente meteorizadas (A3), (figura 6), con espaciamientos muy próximos entre sí (0.05 a 0.30 m) y aberturas algo abiertas (0.1-1.0 mm), lo que permitiría la filtración de agua proveniente de las lluvias, medianamente fracturadas (F3).

Así mismo se identificaron dentro del área de estudio; un par de bloques rodados, producto de la caída de rocas antigua. (fotografía 2)

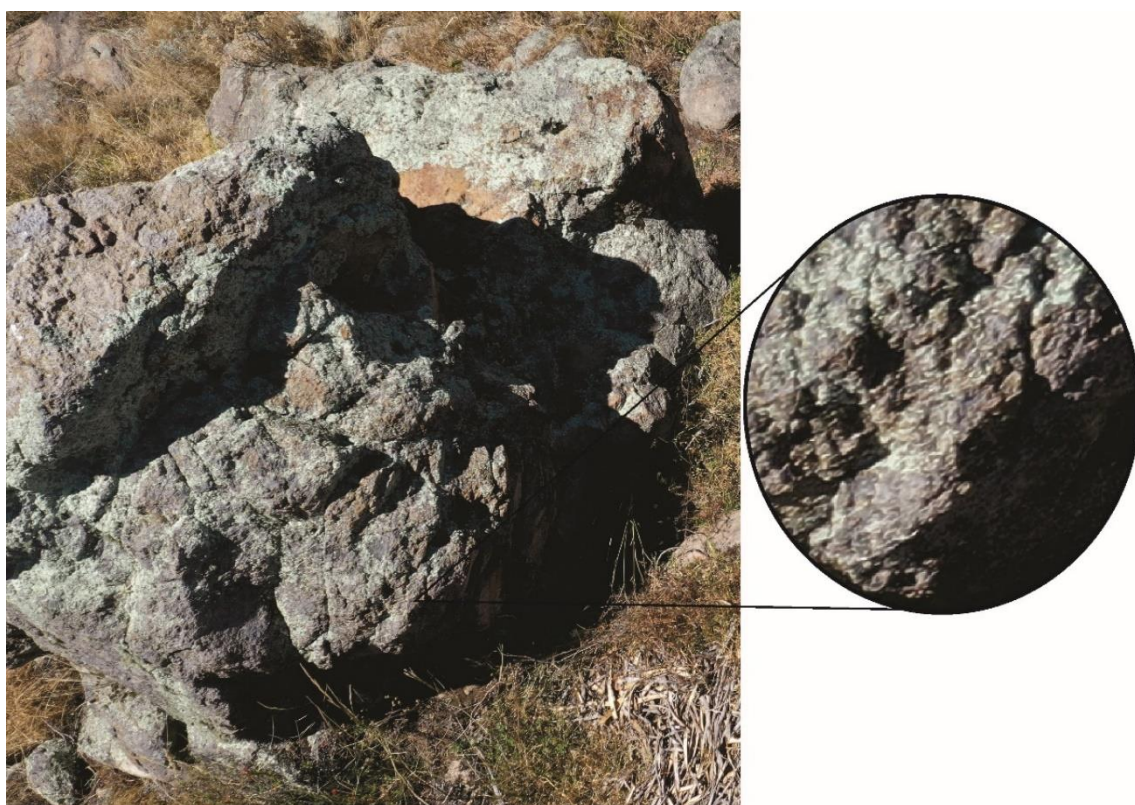


Figura 6. Vista al oeste, donde se identificaron rocas del Grupo Calipuy, compuesto de andesitas de coloración gris, de resistencia alta.



Fotografía 2. Vista de bloques de hasta 2 m de diámetro de andesitas, ubicadas en la parte alta del centro poblado Parco, específicamente entre las coordenadas UTM 8916566 N, 231970 E.

3.1.2. Depósitos cuaternarios

a) Vertiente coluvio-deluvial (Qh-cd):

Se localizan al pie de laderas acumuladas por acción de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía. Están compuestos principalmente por fragmentos líticos de rocas sedimentarias, subangulosos a subredondeados con diámetros que varían entre 0.03 a 0.25 m, envueltos en matriz limo arcilloso - arenoso, se disponen en forma caótica.

Este depósito es producto de la meteorización de las rocas volcánicas y removidos por procesos de movimientos en masa, (figura 7); que se presentan en el área de estudio.

b) Depósito aluvial (Qh-al):

Son depósitos semi-consolidados, estos últimos generados por la acumulación de material transportado, ubicadas en las márgenes de del río Santa. Este depósito corresponde a una mezcla heterogénea de gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, así como limos y arcillas; estos materiales tienen selección de regular a buena, presentándose niveles y estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial. (figura 8);

Su permeabilidad es media a alta y se asocia principalmente a terrazas aluviales, susceptibles a la erosión fluvial e inundación.

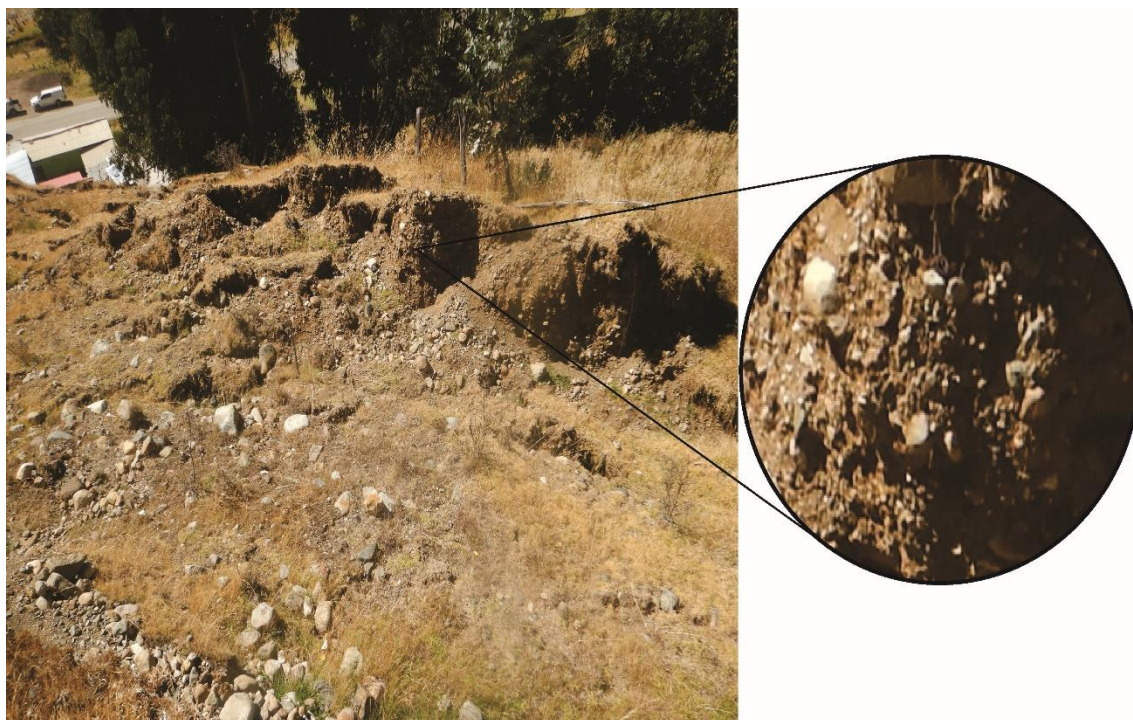


Figura 7. Vista de depósito coluvio-deluviales, próximos a las viviendas, compuesto por fragmentos líticos de rocas sedimentarias, subangulosos a subredondeados



Figura 8. Depósitos aluviales, estas se ubican en ambas márgenes del río Santa, varias viviendas se asientan sobre esta unidad.

c) Depósito fluvial (Qh-fl)

Corresponde a bloques y gravas redondeadas a subredondeadas de diferente composición envueltos en matriz arenosa y areno-limosa. Los bloques y gravas se

componen de materiales aflorantes en gran parte del área de drenaje del río Santa, (figura 9); correspondientes a rocas sedimentarias.

Estos terrenos son susceptibles a procesos de erosión e inundación en temporada de lluvias extraordinarias, intensas y/o prolongadas, como las generadas en los últimos años por el Fenómeno El Niño y Yaku.

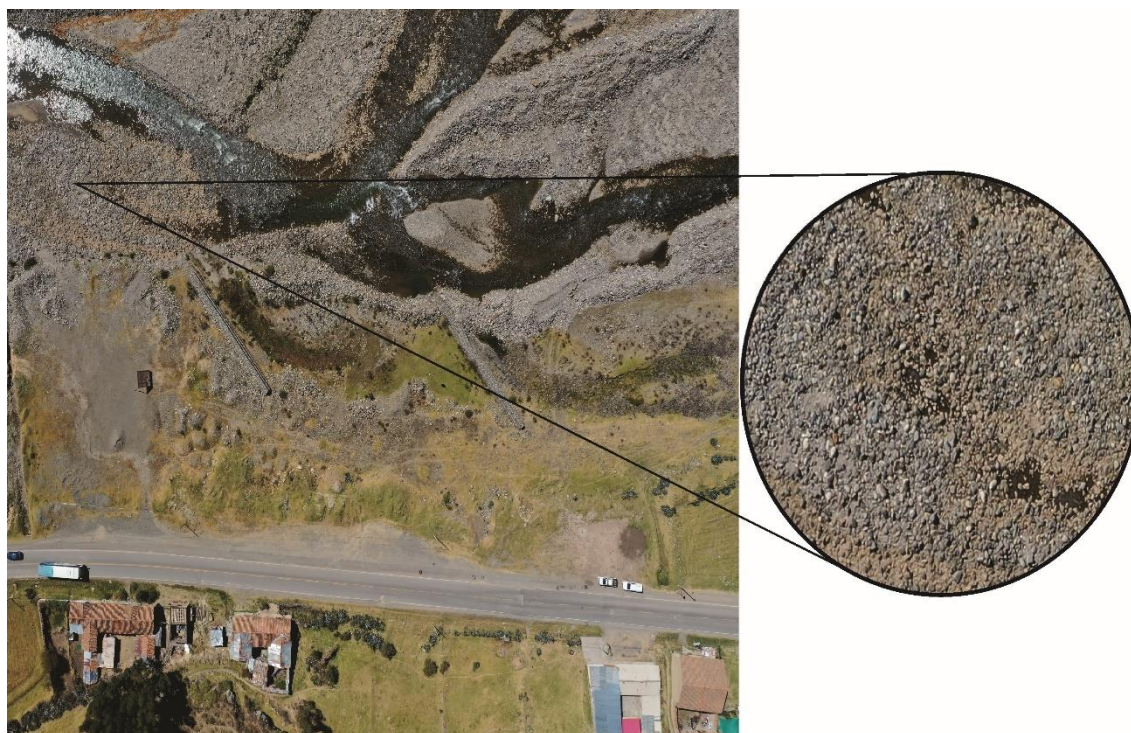


Figura 9. Se observa material de depósito fluvial, en medio del río, producto del material aflorantes Santa (antiguos y recientes).

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para el análisis geomorfológico, se utilizaron modelos digitales de terreno de 10 m de resolución (USGS) y de resolución 0.15 m de resolución obtenido mediante sobrevuelo con dron. También se realizó el análisis de imágenes satelitales para el estudio de la morfometría del relieve, complementada con los trabajos de campo.

Como parte de este análisis, se consideraron los rangos de pendiente establecidos por el Ingemmet (pendiente del terreno llano a muy escapado) y elaborados en base a los modelos digitales del terreno, así como la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación).

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 2**, se presenta el mapa de pendientes de terreno, elaborado en base a la información del modelo de elevación digital (DEM) de 10 m de resolución (USGS), ver cuadro 5.

A partir de este mapa el centro poblado Parco y alrededores presenta terrenos con pendiente suave a fuerte (5° - 25°). Este rango de pendientes es el resultado de una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre, en caso de sismos, lluvias o cualquier otra agente facilita la ocurrencia de movimientos en masa como derrumbes, deslizamiento y procesos de erosión.

Cuadro 5. Rango de pendientes del terreno

Pendiente	Rango	Descripción
0°-1°	Llano	Son terrenos llanos que corresponden a depósitos cuaternarios. Se distribuyen mínimamente en los cauces de quebradas. Estos terrenos pueden ser susceptibles a procesos de inundación fluvial durante lluvias excepcionales. Es común que se produzca en sus márgenes activas erosión fluvial y socavamiento de taludes.
1°a 5°	Inclinado-suave	Terrenos planos a ligeramente ondulados que se distribuyen a lo largo de las quebradas. Estos terrenos están sujetos a inundaciones de tipo fluvial y pluvial (especialmente cuando se presenta el fenómeno de El Niño). En este rango se asientan terrazas aluviales, ubicadas en ambas márgenes del río Santa.
5°a 15°	Moderado	Terrenos con moderada pendiente que presentan buena distribución en las laderas de las montañas, así como en las vertientes con depósitos de deslizamientos y vertientes coluvio-deluviales. Estos terrenos están sujetos a deslizamientos, derrumbes y procesos de erosión de ladera. Sobre este rango En este rango se asienta parte del centro poblado de Parco.
15°a 25°	Fuerte	Son pendientes que se distribuyen indistintamente en las laderas de las montañas; a su vez, estas inclinaciones condicionan la erosión de laderas en las vertientes o piedemontes, donde se registran procesos de deslizamientos, y derrumbes. Sobre este rango se asienta mínimamente el centro poblado de Parco.
25°a 45°	Muy fuerte a escarpado	Terrenos con distribución restringida a la zona de montañas que ocupan áreas muy grandes de la zona de estudio. Las laderas de las montañas en roca sedimentaria presentan pendiente del terreno muy fuerte a escarpado y en estas zonas se podrían generar procesos como deslizamientos, derrumbes y erosión de laderas.
>45°	Muy escarpado	Ocupa áreas muy reducidas y distribuidas a lo largo de laderas y cumbres de montañas. Estos terrenos están sujetos a caídas de rocas y derrumbes por la pendiente del terreno muy escarpado. Este rango de pendiente se localiza en toda la zona de estudio y condiciona la ocurrencia de los procesos mencionados anteriormente.

Fuente: Ingemmet (2009).

En la figura 10, se presenta el mapa de pendientes y elevaciones elaborado en base a información del modelo de elevación digital (DEM) de 0.15 m. de resolución obtenido de sobrevuelos de dron para la zona de estudio.

A nivel general en el área de estudio, la pendiente del terreno va de suave a muy fuerte (5 - 45°).

4.2. Índice topográfico de humedad

El índice topográfico de humedad (TWI) permite identificar los lugares potenciales donde se concentra la humedad o las zonas de acumulación de agua de escorrentía superficial. La obtención de este indicador fue realizada mediante una secuencia de análisis de modelos digitales de terreno (MDT) de alta resolución y precisión (obtenido de la fotogrametría del dron) y procesados en SAGA GIS.

Se observa el descenso de acumulación de agua desde la parte baja - alta de la ladera donde está asentado el centro poblado de Parco, presentando acumulación de agua, desde donde discurre agua en varias direcciones de manera moderada. Para el centro poblado de Parco, se observa mayor cantidad de acumulación de agua en el sector donde se reactiva periódicamente las reptaciones de suelo, discurriendo hacia el noroeste, desembocando en el río Santa. (figura 11); lo cual podría incrementarse producto de las precipitaciones pluviales, aumentado la inestabilidad y generar deslizamientos, reptaciones de suelo.

De la misma forma se observa al suroeste del centro poblado de Parco, acumulación de moderada a baja cantidad, hacia unas pequeñas áreas, cabe mencionar que toda la zona evaluada presenta una regular cantidad de drenajes, que discurren ladera abajo en temporada de lluvias intensas.

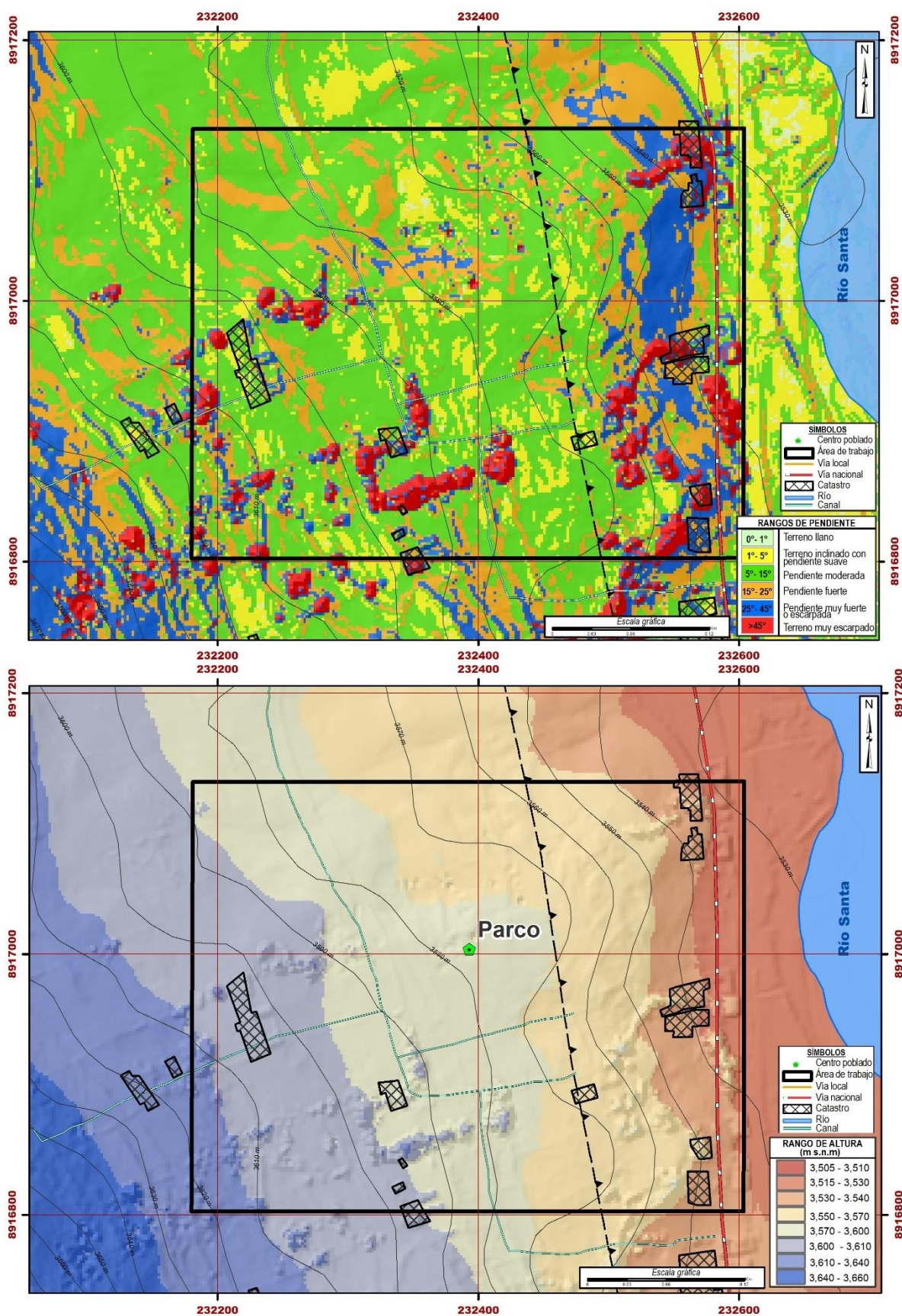


Figura 10. Pendiente del terreno (parte superior) y Elevación del terreno (parte inferior), elaborado en base a la información obtenida del levantamiento fotogramétrico con dron del centro poblado de Parco.

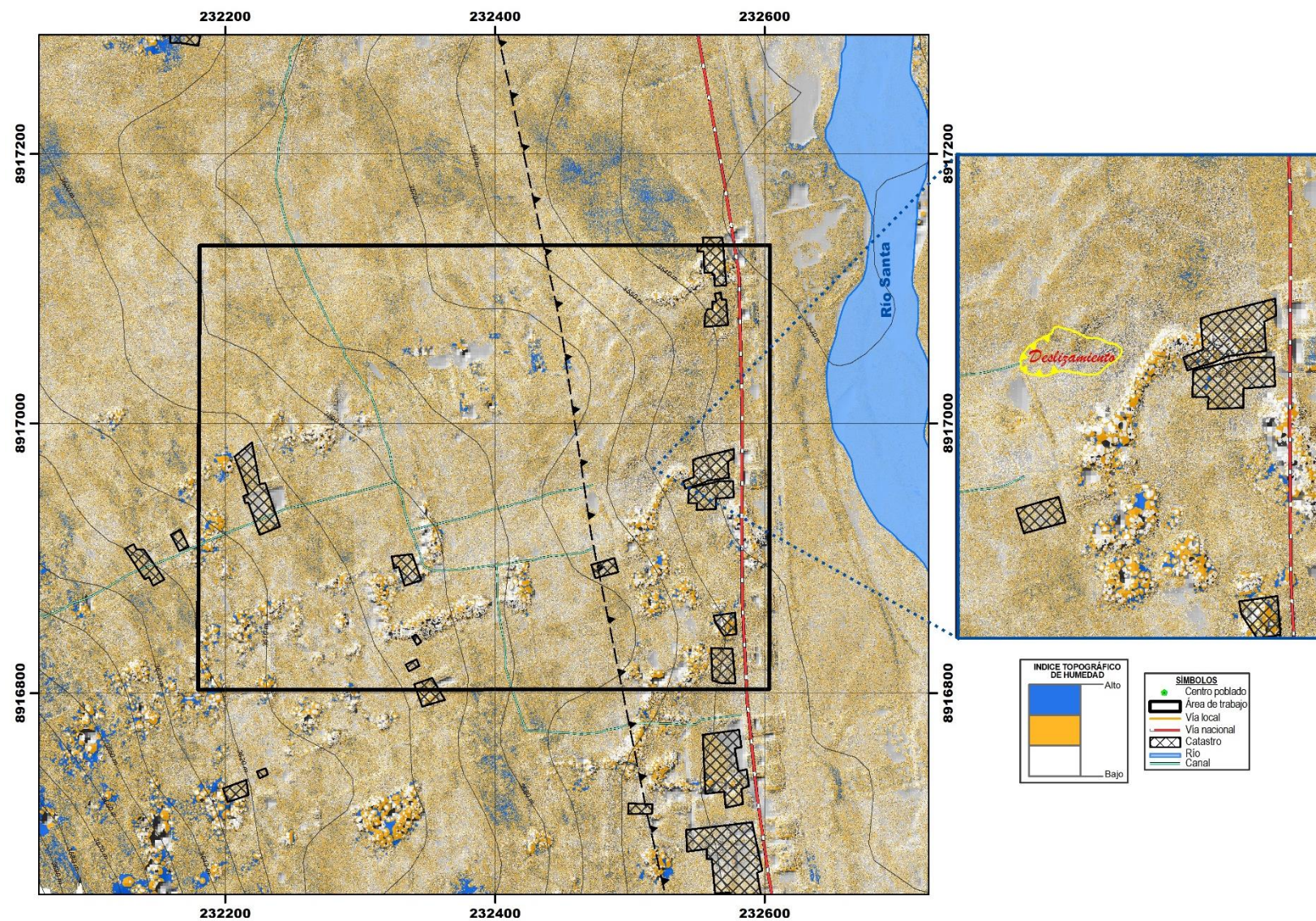


Figura 11. Mapa de la acumulación de agua (TWI) del centro poblado de Parco y alrededores.

4.3. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (**Anexo 1: Mapa 3**), 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: 250000 elaborado por Ingemmet.

En la zona evaluada y alrededores se han diferenciado las siguientes geoformas (Ver cuadro 6).

Cuadro 6. Unidades y subunidades geomorfológicas

Unidades geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	
Unidad	Subunidad
Montaña	Montaña en roca volcánica (RM-rv)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	
Unidad	Subunidad
Vertiente o piedemonte	Piedemonte coluvio-deluvial (P-cd)
	Terraza aluvial (T-al)
Planicie inundable	Terraza fluvial (T-fl)

Fuente: Elaboración propia

4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

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

Los paisajes morfológicos, resultantes de los procesos denudativos forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo se tiene la siguiente unidad:

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).

- Relieve de colinas y lomadas en rocas sedimentarias (RCL-rs)

Corresponde a las cadenas montañosas modeladas en rocas volcánicas. Esta subunidad está conformada por montañas con laderas y crestas de topografía

abrupta (25 - 45°) con elevaciones que alcanzan los 3780 m s.n.m. Se encuentran constituidos por rocas volcánicas de composición intermedia a ácida, principalmente de tipo andesitas; estos se meteorizan y forman suelos arenosos y arcillosos (figura 12). Estos se encuentran en la parte alta del centro poblado de Parco. Geodinámicamente se asocian a procesos de derrumbes, caída de rocas, deslizamiento y procesos de erosión de laderas.



Figura 12. Vista al oeste donde se observa montañas en rocas volcánicas, en la parte alta del centro poblado de Parco.

4.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se les denomina “agradacionales o constructivos”. Son determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los vientos y glaciares. Tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados (Villota, 2005). Dentro de este grupo se tienen las siguientes unidades:

B) Unidad de piedemonte:

Los piedemontes corresponden a un conjunto de depósitos conformando una superficie inclinada y disectada que se extiende al pie de sistemas montañosos y que ha sido formada por la depositación sucesiva de materiales transportados por corrientes de agua que emergen desde los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas y abiertas (Villota, 1991). Dentro de esta unidad se tienen las siguientes subunidades:

- **Vertiente o piedemonte coluvio deluvial (V-cd)**

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 recientes y acumulaciones de material movilizado por la escorrentía superficial que se acumulan lentamente al pie de las montañas. (figura 13).



Figura 13. Vista de la subunidad de piedemonte coluvio-deluvial, próximos a las viviendas.

- **Terraza aluvial (T-al)**

Son porciones de terreno alargadas a ligeramente inclinadas (1° a 5°), con altura relativamente marcada. Se encuentran en ambos márgenes del río Santa (figura 14). Su composición litológica es resultado de la acumulación de fragmentos de roca de diferente granulometría (bolos, cantos, gravas con matriz de arenas y limos). Sobre estos terrenos se desarrollan extensas zonas de cultivo. Está sujeta a erosión fluvial en temporadas de lluvias excepcionales.

Las terrazas presentan alturas que varían de 1.2 m a 6 metros aproximadamente, en la margen derecha del río Santa, sobre esta unidad se observaron viviendas.

C) Unidad de Planicie:

Son superficies bajas, adyacentes al fondo del valle de los ríos y al mismo curso fluvial, sujetas a inundaciones recurrentes, ya sean estacionales o excepcionales.

Morfológicamente, por lo general se distinguen como terrenos planos compuestos de material gravo-arenoso con limos, no consolidado y removible con cada subida estacional de caudal del río.

- Terraza fluvial (T-fl)

Superficies bajas, adyacentes a los fondos de valles principales y al mismo curso fluvial, sujetas a inundaciones recurrentes, ya sean estacionales o excepcionales. (figura 14). Morfológicamente se distinguen como terrenos planos compuestos de material gravo-arenoso con limos, no consolidado y removible con cada subida estacional del caudal del río Santa.

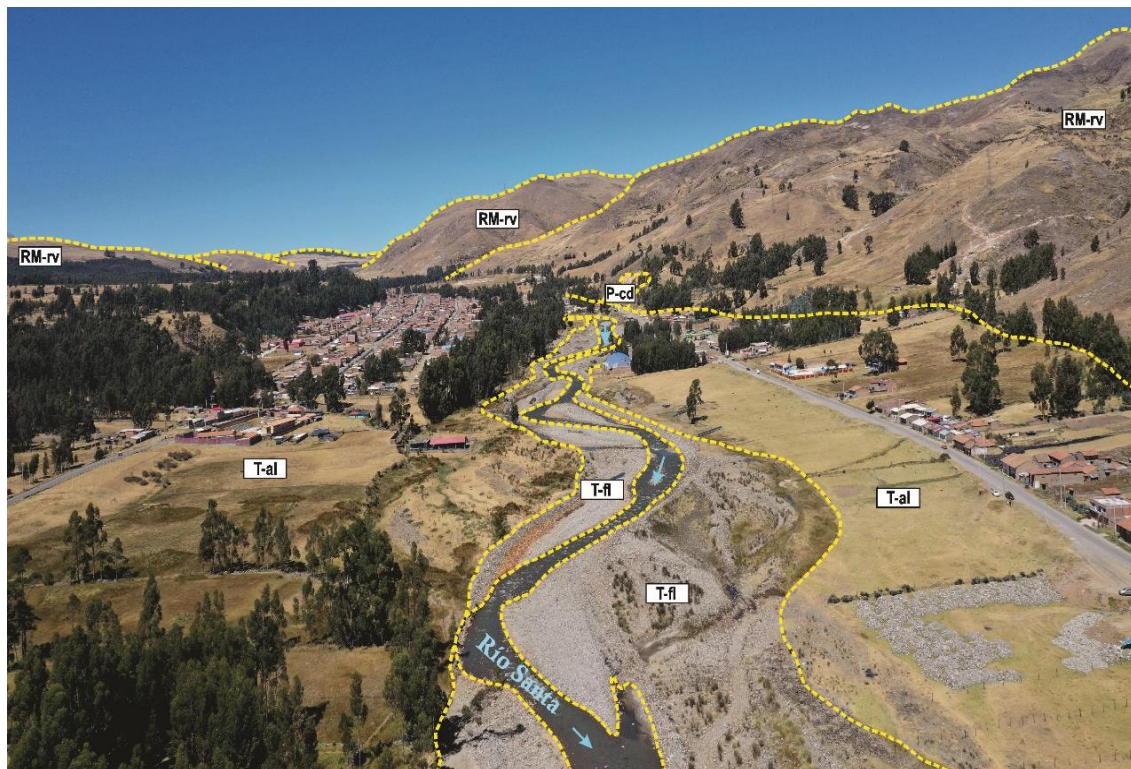


Figura 14. Vista aérea, se observa unidades geomorfológicas que se identificaron en el área de estudio: relieve de relieve montañoso de roca volcanica (RM-rv), piedemonte coluvio- deluvial (V-cd), terraza aluvial (T-al) y terraza fluvial (T-fl).

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el área de estudio se ha identificado movimientos en masa tipo, deslizamientos (figura 15), reptación de suelos, avalancha de rocas, hacia la parte alta de ladera, así como otros peligros tipo erosión de laderas en cárcavas (Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas, 2007). Estos peligros son resultado del proceso de modelamiento del terreno, coadyuvado por las condiciones del macizo rocoso (afloramiento meteorizado y fracturado) y depósito de eventos antiguos. Así también, el factor antrópico contribuye en la ocurrencia de estos procesos (**Anexo 1: Mapa 4**).

La cartografía geodinámica en la zona de estudio permitió diferenciar procesos de movimientos en masa antiguos y evidencias de movimientos activos, asociados a

eventos de tipo deslizamiento, avalancha de rocas (antiguo) y procesos de erosión de ladera (cárcavas).

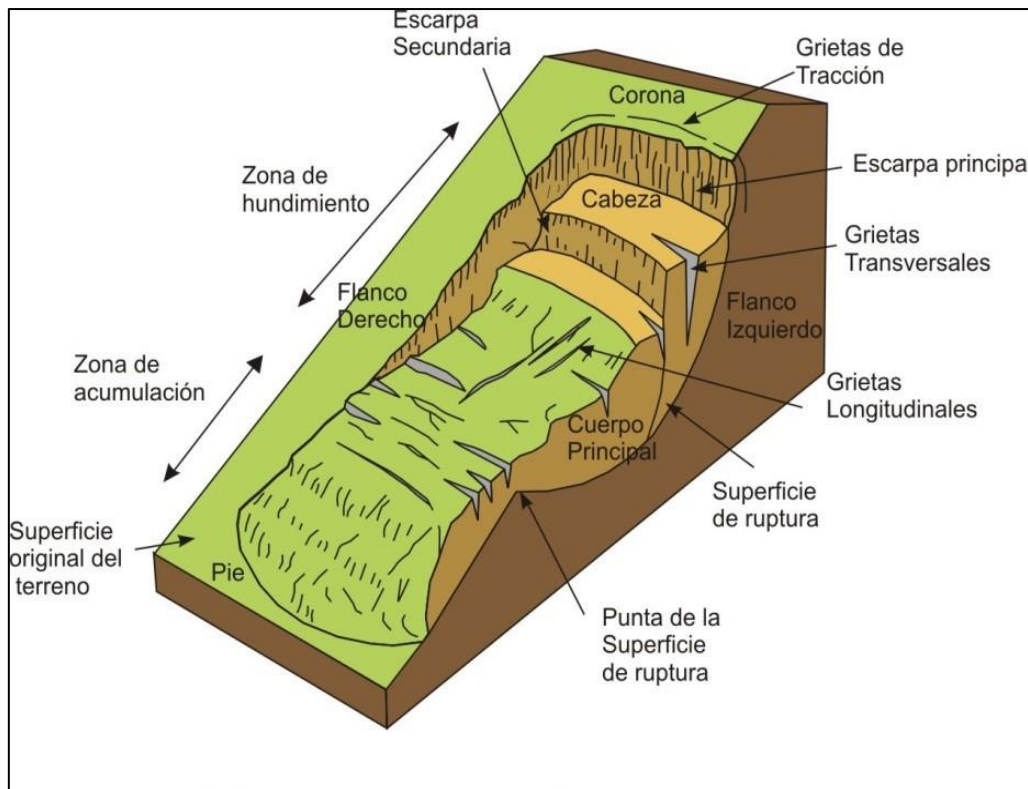


Figura 15. Partes de un deslizamiento de tipo rotacional. (Modificado de: Cruden & Varnes), 1996).

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

La caracterización de estos eventos, se realizó en base a la información obtenida durante los trabajos de campo, donde se identificaron movimientos en masa, 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.

5.1.1. Deslizamiento del centro poblado de Parco

De acuerdo con los testimonios de los pobladores, el 29 de marzo del 2025, la ladera empezó a agrietarse formándose un deslizamiento de tipo rotacional, producto de las lluvias intensas, ubicada entre las coordenadas UTM 8916959 N, 232510 E con una cota de 3536 m, margen izquierda del río Santa. (figura 16).

En la figura 15, se observa el deslizamiento rotacional activo, imagen tomada con el dron del 2025, y una fotografía tomada en julio del presente año. El deslizamiento tiene un escarpe semicircular y alargado de 32 m de longitud, saltos que varían de

1 m a 2.5 m, y el desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento es 41 m. (figura 17)

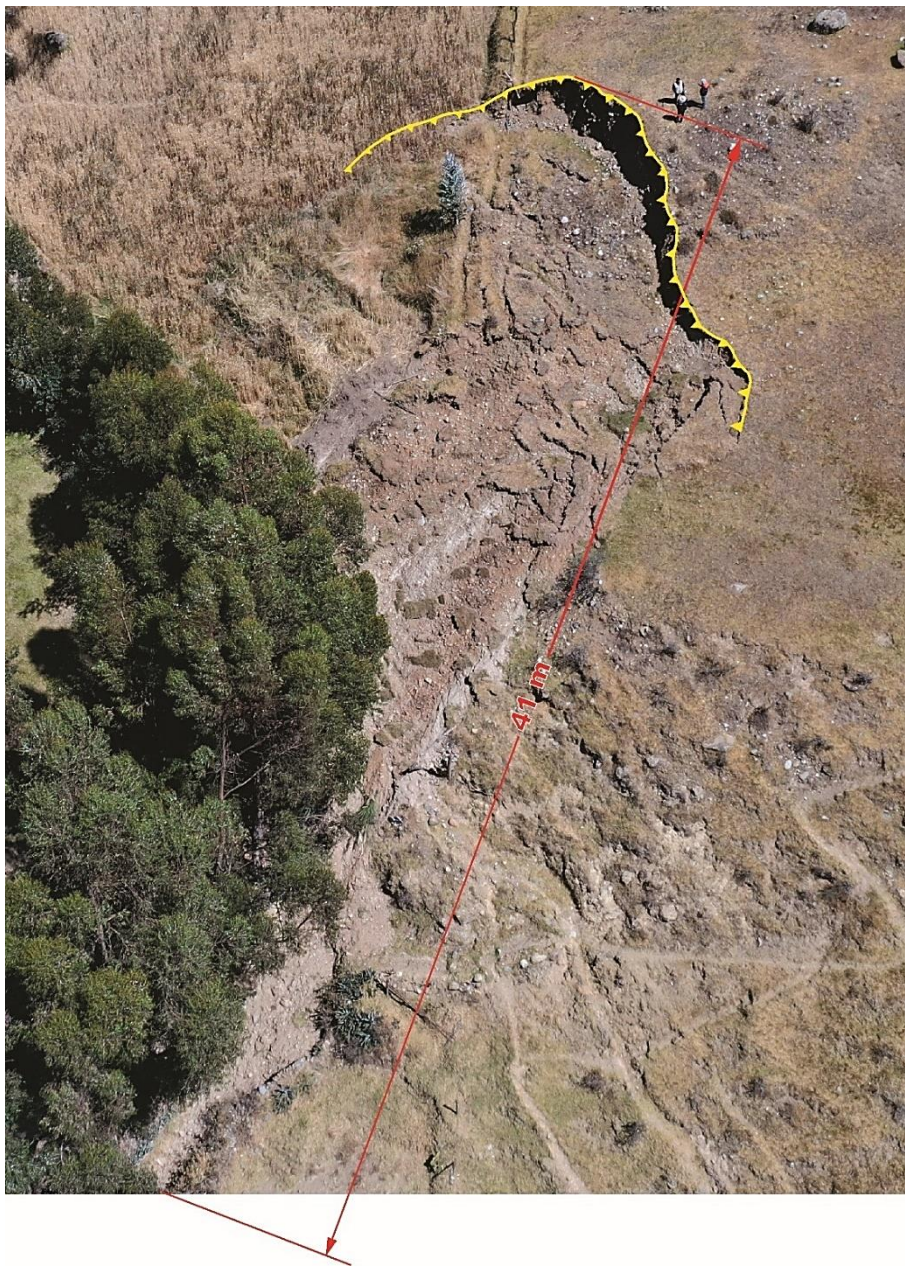


Figura 16. Vista del deslizamiento rotacional, ocurrido en marzo del 2025, dentro de la jurisdicción del centro poblado de Parco.

Al momento de la evaluación de campo, se evidenció que un canal de riego, sin revestimiento desemboca específicamente en el cuerpo del deslizamiento, desplazándose ladera abajo hasta 7 m con dirección hacia el este.(figura 18). Cabe precisar que este canal tiene una circulación de agua en temporada de lluvias entre los meses de noviembre – febrero. Estos canales tienen un ancho de 0.35 m, profundidad de 25 m, con longitudes que varían de 142 a 400 de longitud

Así mismo se identificó dos puntos de emanación de agua (figura 19); el cual , según información de un poblador hace más de 15 años existía un ojo de agua en el cuerpo

del deslizamiento, donde emanaba regular cantidad de agua; incrementándose esta en temporadas de lluvia.



Figura 17. Vista de saltos de deslizamientos de 2.5 m a 1 m, en dirección hacia el río Santa.



Figura 18. Vista panorámica, de canales de riego sin revestimiento (líneas de color naranja, margen izquierda), canales de tienen un ancho de 0.35 m, profundidad de 25 m



Figura 19. Puntos de surgencia de agua subterránea. identificado por los pobladores posterior a la ocurrencia del deslizamiento.

▪ Características visuales del deslizamiento

El deslizamiento identificado en la ladera del centro poblado de Parco, presenta las siguientes características:

- o Escarpa principal con longitud: 32 m.
- o Estado de la actividad del movimiento: Activo
- o Forma de la escarpa principal: Semicircular
- o Superficie de rotura: Elongada, irregular.
- o Salto de la escarpa, comprendido entre 1 m a 2.5 m, con dirección este.
- o Desnivel entre escarpa y pie: 41 m.
- o Ancho del cuerpo del deslizamiento, varía entre 13 a 19 m.
- o Tipo de avance: Ensanchándose.
- o Abarca un área aproximada de: 512 m²

▪ Daños ocasionados por el deslizamiento

- o Afectó 80 m². de cultivos de cebada.
- o Podría afectar 03 viviendas de adobe ubicados a 37 m del deslizamiento

5.1.2. Reptación de suelo

Los procesos de reptación se refieren a aquellos movimientos lentos del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La reptación puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno o denominarse verdadera cuando hay desplazamiento relativamente continuo (con o sin presencia de lluvias) (Vílchez et al.,2019).

En el área de estudio, se presentan hacia la margen izquierda del deslizamiento, coordenadas UTM 8917050 N, 232340 E con una cota de 3557 m s.n.m. (figura 20), con pendientes baja a moderadas (1° - 15°), generando desgarr de cobertura vegetal.

Además, se presenta sobresaturación de los ojos de agua, lluvias y mal manejo de riego de terrenos de cultivos, se identificó 04 sectores, los cuales se detallan en el cuadro 7:

Cuadro 7. Inventario de la reptación de suelo

CODIGO	COORDENADAS UTM, WGS-84			AREA (m ²)
	Norte	Este	Cota (m s.n.m.)	
R_1	8917041	232311	3561	11.964
R_2	8917230	232367	3544	10.380
R_3	8917144	232191	3569	11.635
R_4	8917383	232179	3568	3.687

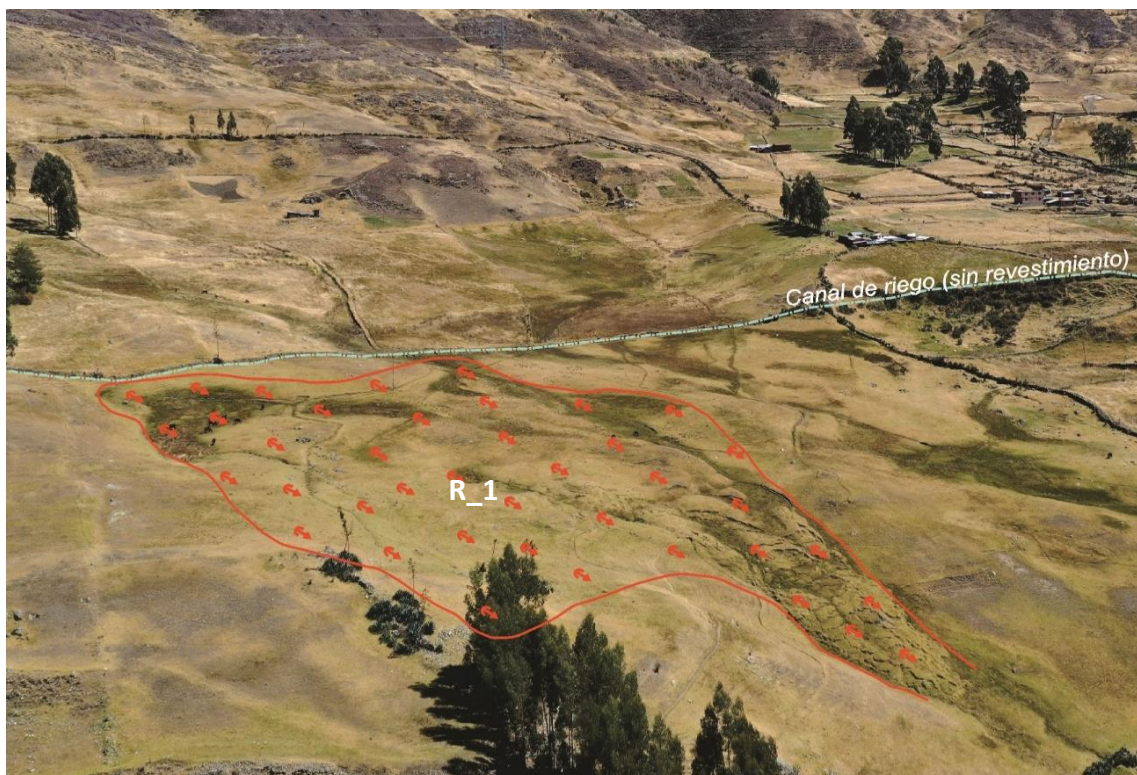


Figura 20. Vista de reptación de suelos, ubicado al noroeste del deslizamiento, ha ido generando agrietamientos en los terrenos de pastoreo.

▪ Características de la reptación de suelo

Las reptaciones de suelo identificado en la ladera del centro poblado de Parco, presenta las siguientes características:

- o Ladera: Suave
- o Presenta desgarr: En cobertura vegetal
- o Saturación y remisión del suelo superficial
- o Zonas involucradas: Pastizales y bofedales
- o Área afectada: entre 3.687 a 11.964 m²

▪ **Daños ocasionados por reptación de suelo**

- o Afectó terrenos de pastoreo, en un perímetro de 2707 m
- o Podría afectar el canal de riego 100 m.
- o Podría afectar 02 viviendas



Figura 21. Se observa procesos de reptación de suelo, ubicados en la margen izquierda del deslizamiento.

5.1.3. Avalancha de rocas

Observado en la ladera sur del centro poblado de Parco; se presenta inactivo-abandonado, que abarcan un área aproximada de 17.6 ha. Este evento inicia a una altitud de 3775 m, teniendo un recorrido de aproximadamente 675 m, su corona es de forma elongada. (figura 22).

El cuerpo de la avalancha de detritos tiene una morfología variable - ondulado, de pendiente fuerte a muy escarpada (25°- 45°) en promedio, el mismo que se ubica a 285 m de la escarpa del deslizamiento.

Se identificó algunos bloques rodados, que presentan diámetro de 2.5 a 1 m próximos al deslizamiento; cabe indicar que estos bloques rodados son utilizados para realizar el pircado de terrenos. (figura 23)

▪ **Características de la avalancha**

- o Estado de la actividad del movimiento: Inactivo-abandonado
- o Forma de la escarpa principal: elongada
- o Superficie de rotura: Elongada, irregular.
- o Altura de arranque: 25 m.

- o Salto de la escarpa, comprendido entre 1 a 3 m, con dirección este.
- o Desnivel entre escarpa y pie: 430 m.
- o Ancho del cuerpo de la avalancha de detritos, varía entre 170 a 576 m.



Figura 22. Vista de la escarpa de la avalancha de rocas, ubicada en la parte alta del centro poblado de Parco.



Figura 23. Bloques desplazados muy próximo a la escarpa del deslizamiento el mismo que se encuentra entre las coordenadas UTM 8916936 N, 232415 E.

5.2. Factores condicionantes

Son todos aquellos factores naturales o antrópicos que condicionan o contribuyen a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituyen el evento detonante del movimiento; se detallan en el cuadro 8:

Cuadro 8. Factores condicionantes de los procesos por movimientos en masa.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Litológico	- Andesitas de grano fino, de resistencia alta (más de 4 golpes del martillo de geólogo), con espaciamientos muy próximos entre sí (0.05 a 0.30 m) y aberturas algo abiertas (0.1-1.0 mm); lo que permitiría la filtración de agua proveniente de las lluvias. - Presencia de depósitos inconsolidados, tipo: coluvio-deluvial, aluvial y fluvial. - Geotécnicamente estos estratos encuentran moderadamente meteorizadas (A3) y medianamente fracturadas (F3).
Geomorfológico	- La subunidad geomorfológica de montañas en roca volcánica presenta laderas de pendiente moderada a muy fuerte (15°-45°), por lo cual son susceptibles a la ocurrencia de avalancha de rocas, deslizamientos y derrumbes. - Las subunidades de piedemonte coluvio-deluvial y piedemonte y terraza aluvial originados por procesos de movimientos en masa, antiguos y/o recientes. presentan terrenos de pendiente moderada a fuerte (5°-25°). Están asociada a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo deslizamiento, derrumbe y procesos de erosión de ladera.
Antrópico	Canales de riego sin revestimiento.

5.3. Factores desencadenantes

Corresponden a eventos naturales o antrópicos, que son la causa directa e inmediata de un peligro geológico. Se detallan en el cuadro 9:

Cuadro 9. Factores desencadenantes por movimientos en masa.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Precipitaciones	Precipitaciones pluviales Intensas y/o excepcionales, entre los meses de diciembre a abril.
Sismos	Sector situado en zona 3 que corresponde a sismicidad alta.
Actividad antrópica	- Canales de riego sin revestimiento; lo que está aportando con la saturación de terreno. - Existencia de bofedales en algunos puntos del sector evaluado.

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, se emiten las siguientes conclusiones:

1. La filtración de agua en andesitas de grano fino y la presencia de depósitos inconsolidados coluvio-deluviales, aluviales y fluviales se presentan inestables, generando reptación de suelos y deslizamientos.
2. Geomorfológicamente, la zona de estudio presenta montañas en roca volcánica y piedemonte coluvio-deluvial, con pendiente moderada a muy fuerte (15°-45°); originan procesos de movimientos en masa, antiguos y/o recientes gravitacionales, tipo: deslizamiento, reptación de suelo, avalancha de rocas y procesos de erosión de ladera (cárcava). El primero, ocurrido el 29 de marzo del 2025.
3. El principal peligro, corresponde a un deslizamiento de tipo rotacional, que presenta una escarpa de 32 m. de longitud, y saltos de 1 a 2.5 m, abarcando un área aproximada de: 512 m². De continuar expandiéndose el deslizamiento en el centro poblado de Parco, podría afectar tres viviendas de adobe ubicados a 37 m del deslizamiento y afectó 80 m². de terrenos de cultivos.
4. En cuanto a la reptación de suelo, se identificó cuatro sectores con desgarre de cobertura vegetal, generando saturación y remoción del suelo superficial, afectando a pastizales y bofedales; en áreas de 3.687 m² a 11.964 m²
5. Los factores que condicionan la ocurrencia de peligros geológicos en el área de trabajo, son la presencia de depósitos inconsolidados pertenecientes a movimientos en masa antiguos y recientes, ubicados sobre macizo rocoso medianamente meteorizado. Además de la presencia de relieves montañoso de roca volcánicas con laderas de pendiente moderadas a fuertes (15°-45°) así como la presencia de canal de riego sin revestimiento, generando saturación en el terreno.
6. Los factores desencadenantes para la ocurrencia de movimientos en masa en el centro poblado de Parco y alrededores corresponden a lluvias excepcionales como las registradas en los meses de marzo – abril (con umbrales de 14.2 mm por día); además de presencia de canales de riego sin revestimiento, que desembocan en el cuerpo del deslizamiento), riego y la existencia de bofedales dentro del área de trabajo.
7. Por las condiciones expuestas el área evaluada se considera como **Zona crítica** con **Peligro Alto** ante la generación de deslizamiento, reptación de suelo, avalancha de roca y erosión de ladera (cárcava). Se recomienda derivar el canal de riego que va en dirección hacia el deslizamiento, para evitar avances del deslizamiento.

7. RECOMENDACIONES

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

1. Realizar zanjas de coronación y espina de pescado revestidas, para drenar el cuerpo del deslizamiento, así evitar la infiltración y sobrecarga de peso.
2. Desviar la dirección del canal de riego que desemboca en el cuerpo del deslizamiento, para evitar reactivaciones. Todos los canales de agua en el sector deberían ser impermeabilizados para evitar la infiltración en los terrenos. Con el objetivo de conducir adecuadamente las aguas pluviales, impermeabilizar el mayor porcentaje de superficie incluyendo canales (tubería de PVC o manguera flexibles) para evitar infiltraciones de agua al subsuelo.
3. Prohibir el riego de cultivos, en especial en zonas donde se ubican las viviendas asentadas próximo al pie del deslizamiento.
4. Realizar una Evaluación del Riesgo de Desastres Originados por Fenómenos Naturales (EVAR)
5. Implementar sistemas de drenaje subterráneo con el objeto disminuir las presiones de poro o impedir que estas aumenten generando el incremento en los vectores de movimiento de las masas inestables. (para la reptación de suelo)
6. Sensibilizar la población sobre los peligros geológicos que presenta el sector, para que puedan hacer un monitoreo sobre el avance del deslizamiento y con estos conocimientos puedan tener una correcta reacción en caso se reactive este evento.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cobbing, E.J.; Sánchez, A.; Martínez, W. & Zárate, H. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Huaraz, Recuay, La Unión, Chiquián y Yanahuanca. Hojas: 20-h, 20-i, 20-j, 21-i, 21-j. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, (Escala 1: 100 000), 280 p.
<https://hdl.handle.net/20.500.12544/199>
- Informe de emergencia N° 807- 7/4/2025 / COEN - INDECI / 23:15 HORAS (Informe N.º 1), ocurrido el 29 de marzo del 2025, donde se registraron lluvias intensas que ocasionaron daños materiales (viviendas) en el centro poblado de Parco, distrito Cátac, provincia de Recuay
<https://portal.indeci.gob.pe/emergencias/reporte-preliminar-n-0827-30-3-2025-coen-indeci-0630-horas-lluvias-intensas-en-el-distrito-de-recuay-Áncash/>
- 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. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2830>
- Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.
- Vílchez, M.; Ochoa, M., & Pari, W. (2019). Peligro geológico en la región Ica. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 67, 212 p., 9 mapas.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2353>
- Zavala, B., Valderrama, P., Pari, W., Luque, G., (2009) Riesgos Geológicos en la región Áncash, Boletín N° 38, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, 280 p., 18 mapas.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/243>

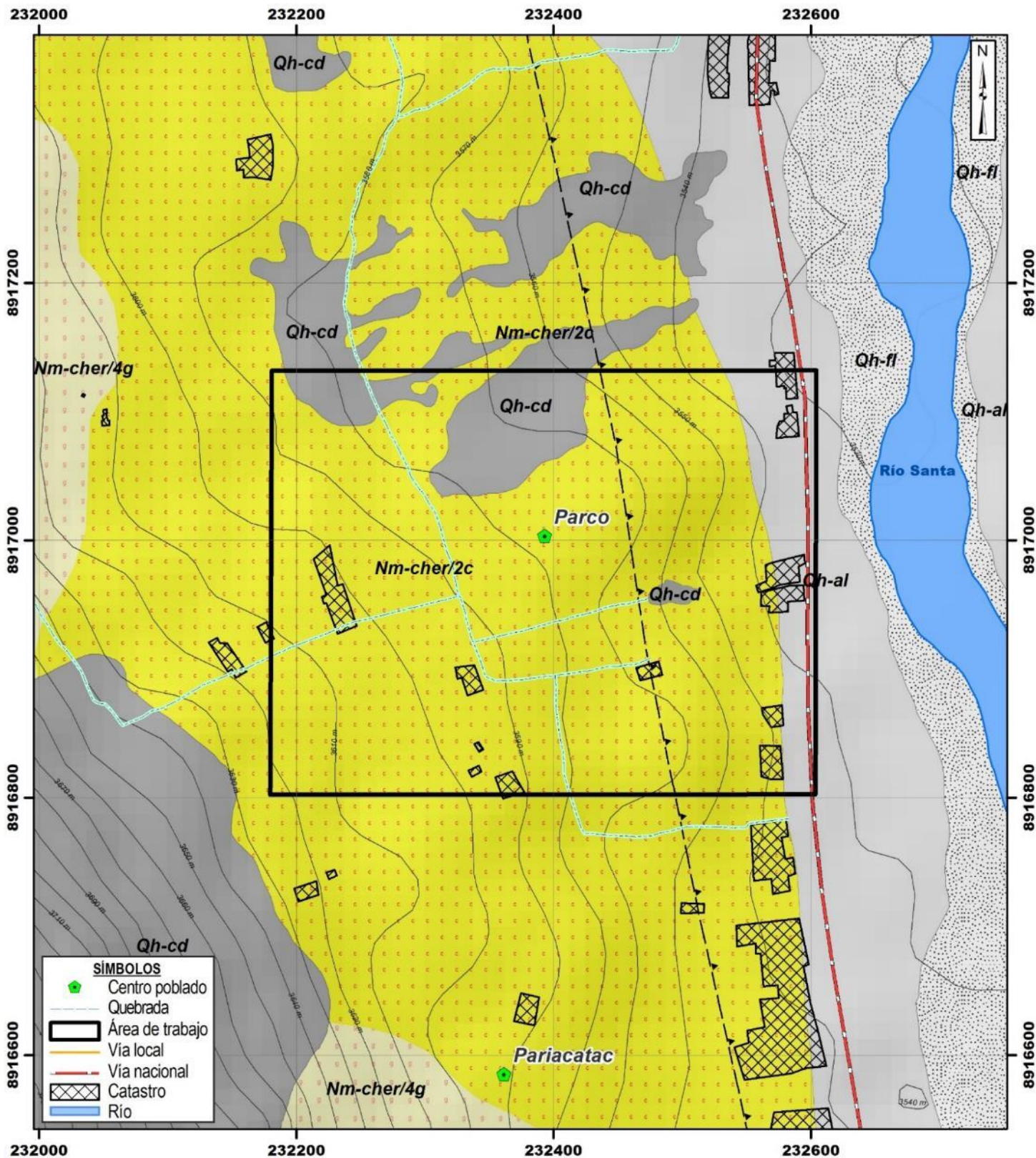
ANEXO 1: MAPAS

Mapa 1. Mapa geológico

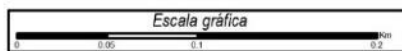
Mapa 2. Mapa de pendientes de terreno

Mapa 3. Mapa geomorfológico

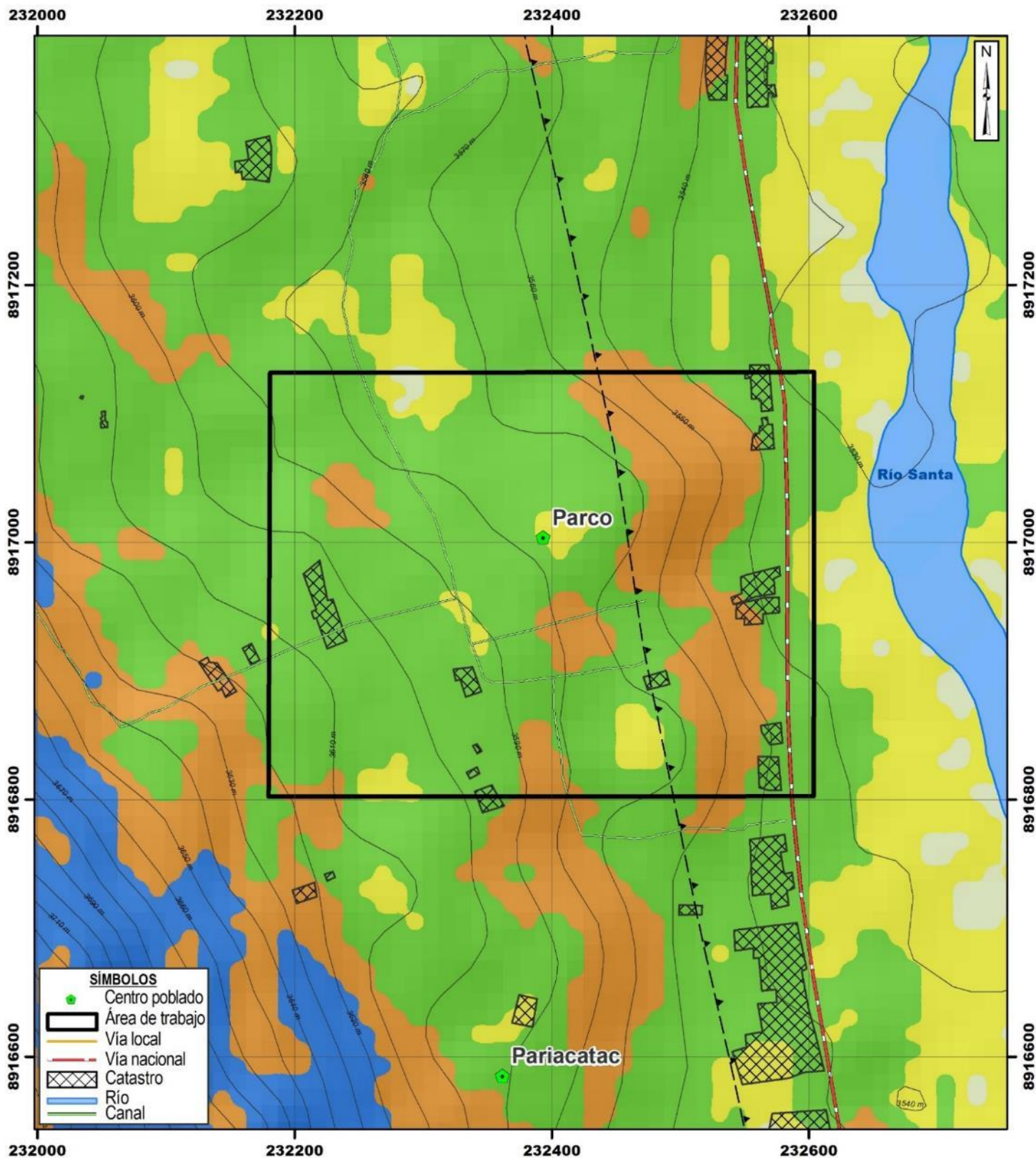
Mapa 4. Cartografía de peligros geológicos



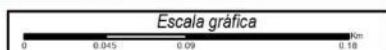
LEYENDA		
Era	Sistema	Unidades litoestratigráficas
Cenozoico	Cuaternario	Qh-fl Depósito fluvial
		Qh-al Depósito aluvial
		Qh-cd Depósito coluvio-deluvial
Neógeno	Nm-cher/2c	Grupo Calipuy
	Nm-cher/4g	



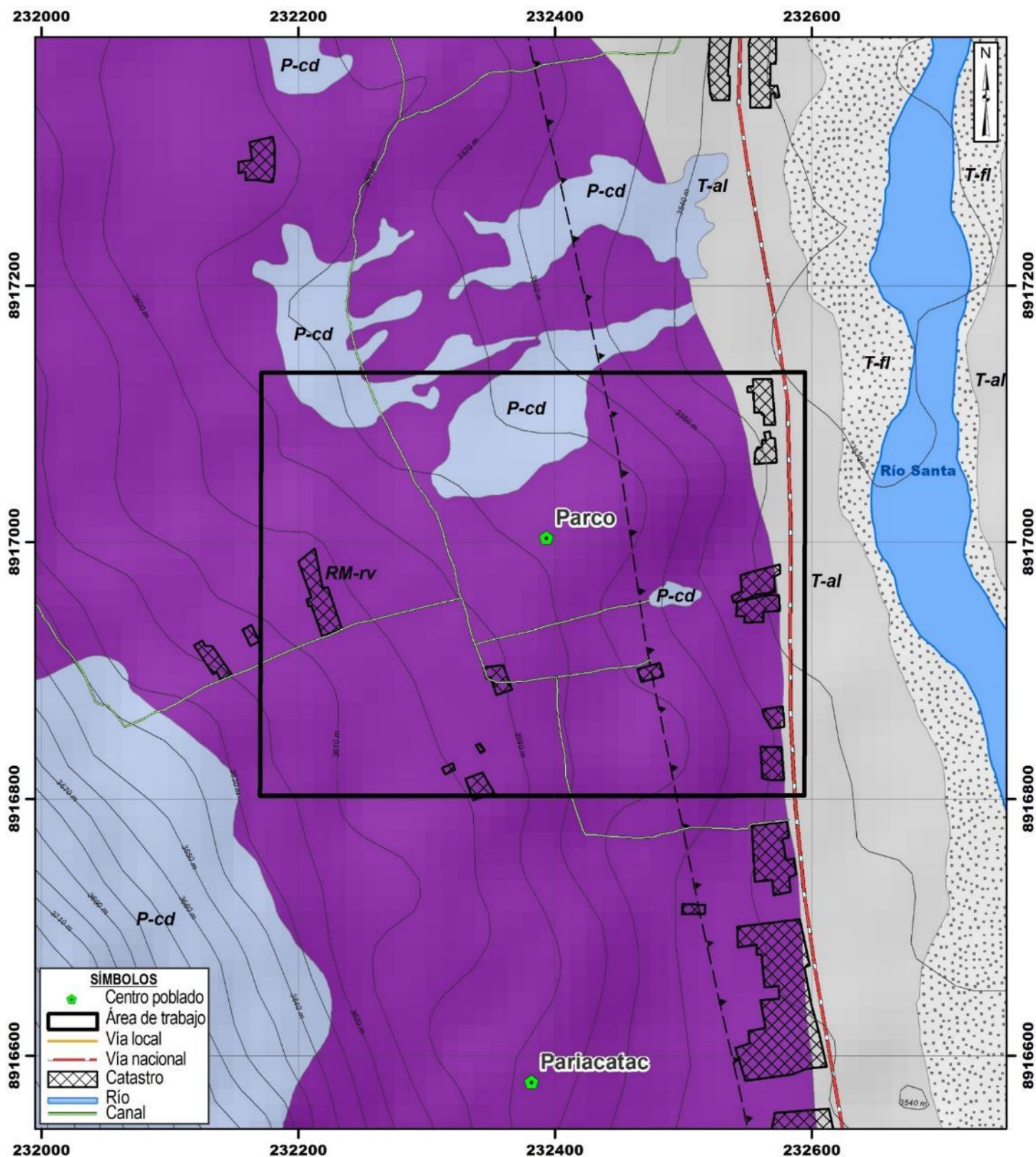
SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO		
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO		
DEPARTAMENTO: ANCASH		
PROVINCIA: RECUAY		
DISTRITO: CÁTAC		
GEOLOGÍA DEL CENTRO POBLADO PARCO		
Escala: 1/4,000	Elaborado por: Sosa, N.	01
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		
Versión digital 2025	Impreso: Agosto, 2025	



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



 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO		
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO		
DEPARTAMENTO: ANCASH		
PROVINCIA: RECUAY		
DISTRITO: CÁTAC		
PENDIENTE DEL CENTRO POBLADO PARCO		
Escala: 1/4,000	Elaborado por: Sosa, N.	02
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84		
Versión digital 2025	Impreso: Agosto, 2025	



LEYENDA		
Unidad	Código	Unidades geomorfológicas
Montaña	RM-rv	Montaña en roca volcánica
Vertiente o piedemonte	P-cd	Piedemonte coluvio-deluvial
	T-al	Terraza aluvial
Planicie inundable	T-fl	Terraza fluvial





SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: ANCASH
PROVINCIA: RECUAY
DISTRITO: CÁTAC

GEOMORFOLOGÍA DEL CENTRO POBLADO PARCO

Escala: 1/4,000

Elaborado por: Sosa, N.

Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84

Versión digital 2025

Impreso: Agosto, 2025

03

