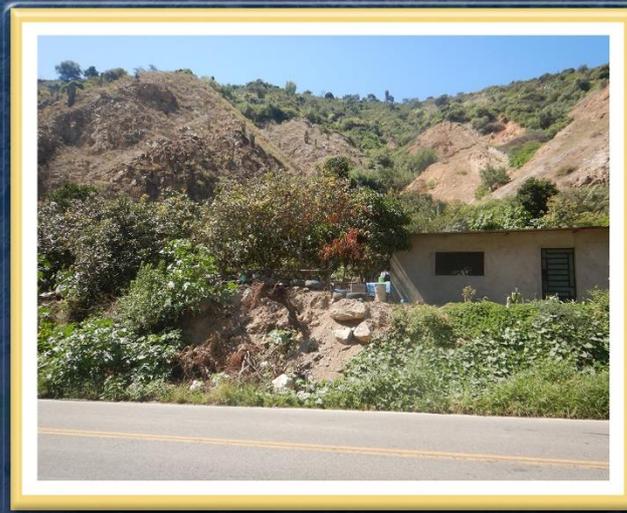


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7575

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS DEL CASERÍO TANIN

Departamento: Ancash
Provincia: Huaraz
Distrito: Pariacoto



DICIEMBRE
2024

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA DEL CASERIO TANIN.

Distrito Pariacoto, provincia Huaraz, departamento Ancash



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

Equipo técnico:

Norma L. Sosa Senticala

Mauricio A. Nuñez Peredo

Referencia bibliográfica

Sosa, N., Nuñez, M. (2024). "Evaluación de peligros geológicos por movimientos del caserío Tanin". Distrito Pariacoto, provincia Huaraz, departamento Ancash. Informe técnico N°A7575, 39p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Objetivos del estudio.....	2
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	2
1.3. Aspectos generales.....	4
1.3.1. Ubicación	4
1.3.2. Población	4
1.3.3. Accesibilidad	4
1.3.4. Clima	7
1.3.5. Zonificación sísmica	8
2. DEFINICIONES	9
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	11
3.1. Unidades litológicas.....	11
3.1.1. Formación Chicama – Miembro Churrín (Jms-chi/chu)	11
3.1.2. Depósitos cuaternarios	12
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	14
4.1. Pendientes del terreno.....	14
4.2. Unidades geomorfológicas.....	17
Piedemonte coluvio-deluvial (P-cd).....	17
Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd).....	17
Piedemonte coluvial (P-co)	17
Piedemonte aluvio-torrencial (P-at).....	17
Terraza aluvial (T-al)	17
4.3. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional	17
4.3.1. Subunidad de colinas y lomadas en rocas sedimentaria (RCL-rs) ..	18
4.3.2. Subunidad de piedemonte coluvio-deluvial (P-cd).....	18
4.3.4. Subunidad de piedemonte coluvial (P-co)	19
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	20
5.1. Movimientos en masa	21
5.1.1. Deslizamientos antiguos.....	21
5.1.2. Deslizamientos activos	22
5.1.3. Caída de rocas	24
5.1.4. Derrumbe	26
5.1.5. Flujo de detritos.....	27
5.1. FACTORES DE INESTABILIDAD DE LADERAS.....	30

5.1.1. Factores condicionantes.....	30
5.1.2. Factores desencadenantes.....	31
5.1.3. Factores antrópicos	31
6. CONCLUSIONES.....	32
7. RECOMENDACIONES.....	33
8. BIBLIOGRAFÍA.....	34
ANEXO 1: MAPAS.....	35

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, tipo deslizamientos, derrumbes, caída de rocas y flujo de detritos, en el caserío Tanin, distrito de Pariacoto, provincia Huaraz, departamento Ancash. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualización, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

En el contexto litológico, afloran lutitas grises a negras laminadas, con aspecto pizarroso intercaladas con calizas gris oscuras y limoarcillitas de la Formación Chicama, las cuales se encuentran altamente meteorizadas, y muy fracturadas, con espaciamientos muy próximos entre sí, de 0.005 a 0.01 m.

Los depósitos recientes, lo conforman depósitos coluvio deluviales (Q-cd), constituidos por gravas, cantos y bloques dispersos, de formas subredondeadas con matriz de arena de grano medio a grueso, depositadas en capas medianamente compactas y porosas.

Las geoformas identificadas van de colinas y lomadas en rocas sedimentarias con laderas cuyos rangos de pendientes van desde moderadas a muy escarpadas (15° a >45°), así como piedemonte (coluvio–deluvial, coluvial, vertiente con depósitos de deslizamiento y aluvio torrencial). Dicho contexto litológico y geomorfológico condicionan una geodinámica activa y significativa en el caserío Tanin, señalándose eventos de moderada magnitud.

Se considera que los principales factores condicionantes para la ocurrencia de movimientos en masa son las características litológicas: rocas de mala calidad con altos grados de fracturamiento y meteorización, la presencia de depósitos inconsolidados, pendientes del terreno que permiten que el material suelto disponible se erosione y remueva fácilmente y factores antrópicos como la actividad agrícola, la presencia de canales no revestidos que favorecen la infiltración de agua al terreno, aumentando la presión de poros y disminuyendo la resistencia de los depósitos.

Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas que presentan las laderas donde se ubica el caserío Tanin, se considera de **Peligro Alto** ante deslizamientos, derrumbes, caída de rocas y flujos, que podrían afectar viviendas, vías de comunicación, canales de riego y cultivos ante lluvias intensas y/o prolongadas o sismos.

Finalmente se recomienda, impermeabilizar los canales de riego ubicados en la parte superior y media del deslizamiento de Minas Pampa, reubicar las viviendas asentadas al pie del flujo de detritos, así como prohibir la construcción de viviendas y/o algún tipo de infraestructura, en estas zonas deslizadas.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital de Pariacoto, según Oficio N°147-2023-MDP/A; es en el marco de nuestras competencias que se realiza la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa y otros peligros geológicos del caserío Tanin.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los Ingenieros Norma Sosa Senticala y Mauricio Núñez Peredo, realizar la evaluación de peligros geológicos respectiva, en el caserío previamente mencionado, la cual se realizó el 31 de mayo del presente, en coordinación con las autoridades locales de la municipalidad de Pariacoto.

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

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Distrital de Pariacoto e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664. A fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa del caserío Tanin.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes de la ocurrencia de peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen caseríos 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: Riesgos Geológicos en la Región Áncash, realizado por Zavala et al., 2009; el cual contiene el inventario de peligros geológicos en la región Ancash, con un total de 2129 ocurrencias.

Así mismo, el presente boletín muestra el mapa regional de susceptibilidad por movimientos en masa, a escala 1:250 000, presentándose el caserío Tanin sobre terrenos de susceptibilidad baja a 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).

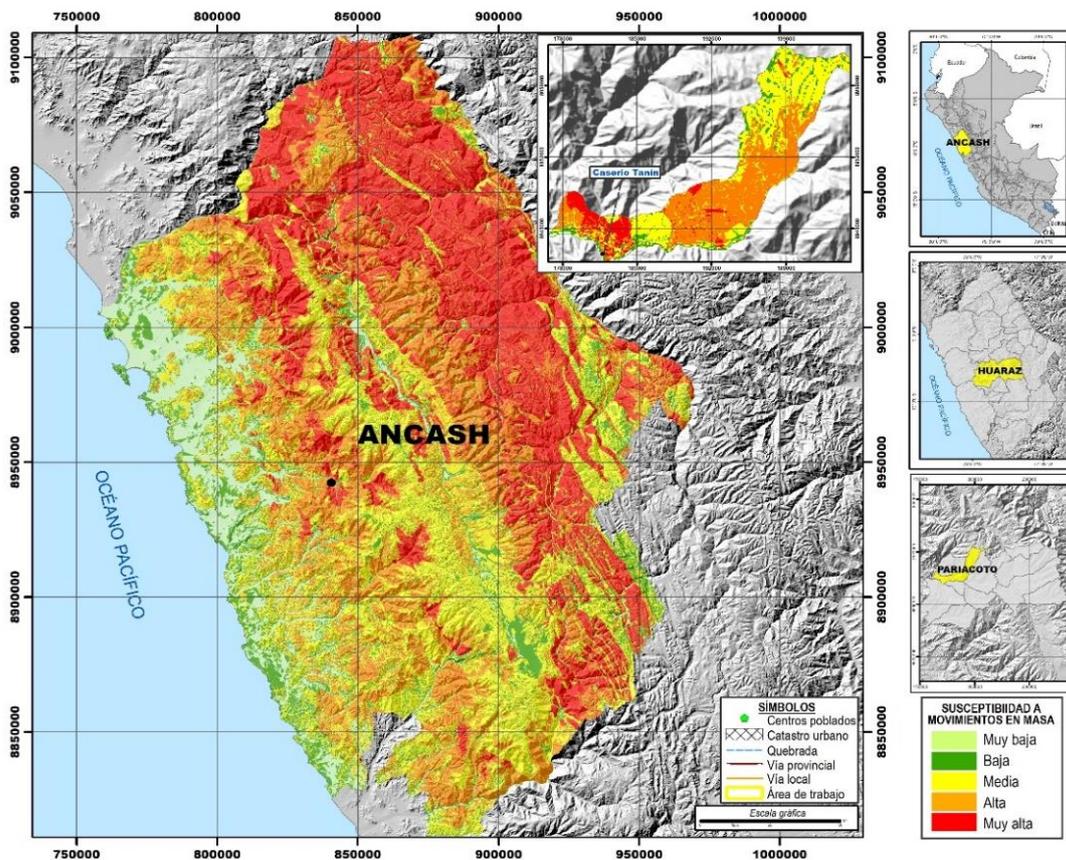


Figura 1: Susceptibilidad por movimientos en masa del caserío Tanin y alrededores.
Fuente: Zavala et al., 2009.

- B) Boletín N° 60, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huarí” (Wilson, J. 1995). En este boletín se muestran las unidades litoestratigráficas identificadas en la zona de estudio y alrededores conformadas por rocas sedimentarias, que corresponde principalmente a la Formación Chicama.
- C) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Carhuaz (19-h) Escala 1: 100 000 (De la Cruz, J. 2003). Este estudio fue realizado dentro del Proyecto de Revisión y Actualización de la Carta Geológica Nacional; contempla la

descripción actualizada de la geología de la zona de estudio, que corresponde y corrobora la presencia de rocas sedimentarias de la Formación Chicama.

- D) Informe técnico: Evaluación de peligro geológico por movimientos en masa en el caserío Minas Pampa, caserío Tanin. Distrito Pariacoto, provincia Huaraz, departamento Ancash (2023), Indican que Tanin y Minas Pampa, presentan Peligro Alto. ante deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas.
- E) Según un reporte periodístico del Diario el Correo El caserío de Tanín, ubicado en el distrito de Pariacoto, provincia de Huaraz, enfrenta un peligro alto ante la ocurrencia de deslizamientos y caída de rocas debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas que presentan las laderas del cerro de caserío Minas Pampa.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El caserío Tanin, se ubica al este del río Chacchan. perteneciente al distrito de Pariacoto, provincia Huaraz, Ancash (figura 2); ubicado en las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) (cuadro 1).

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio.

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	181877.00	8942692.00	-9.552827°	-77.897650°
2	181954.00	8942510.00	-9.554477°	-77.896963°
3	181673.00	8942394.00	-9.555504°	-77.899529°
4	181600.00	8942575.00	-9.553863°	-77.900180°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
	181722.57	8942503.18	-9.554523°	-77.899075°

1.3.2. Población

Según datos del Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, el caserío Tanin presenta una población censada de 48 habitantes, 23 hombres y 25 mujeres, distribuidos en un total de 23 viviendas particulares.

Cuadro 2: Distribución poblacional en el caserío de Tanín.

DISTRITO	POBLADO	POBLACIÓN	VIVIENDA
Pariacoto	Caserío Tanin	48	23

1.3.3. Accesibilidad

El acceso se realiza por vía terrestre desde la ciudad de Lima, mediante la siguiente ruta (tabla 3):

Cuadro 3. Ruta de acceso.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Huaraz	Asfaltada	405	7 horas 10 min
Huaraz - Pariacoto	Asfaltada	87	2 hora 5 min
Pariacoto - Tanin	Asfaltada	4.5	15 min

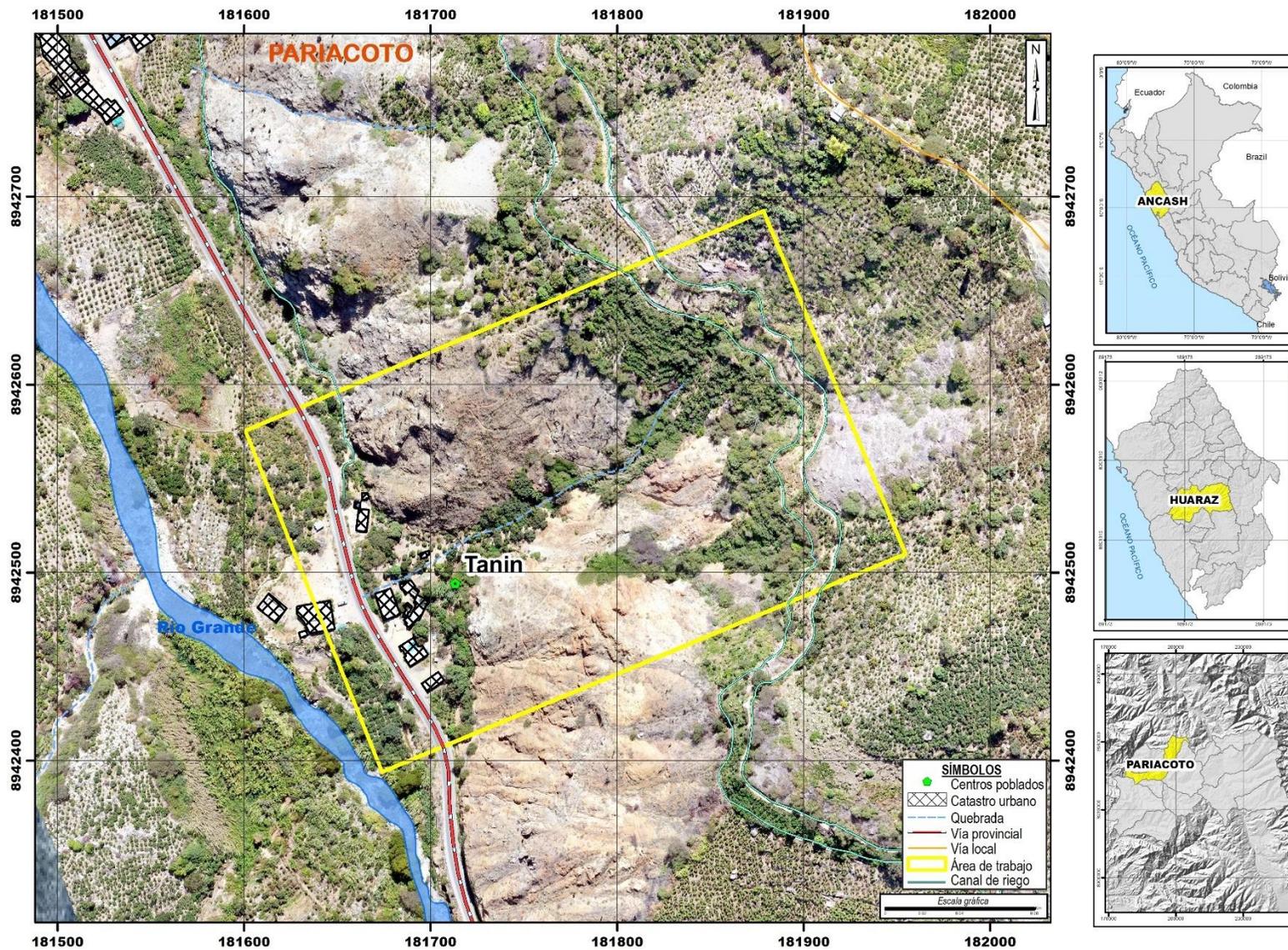


Figura 2: Ubicación del caserío Tanin, distrito de Pariacoto, provincia Huaraz, Ancash.

1.3.4. Clima

El clima en el distrito de Pariacoto es muy variado, caracterizado especialmente por ser templado y seco en la época de estiaje y tornándose relativamente caluroso y húmedo en la temporada de lluvias. Por otro lado, y de forma más específica, según la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2023), el caserío Tanin y alrededores está influenciado por un clima semicálido-semiseco, (figura 3) caracterizado por una deficiencia de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa del 65% a 84%. Calificada como húmeda.

En cuanto a la cantidad de lluvia, según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos ráster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el periodo 2024 fue de 21.5 mm, (figura 4). Cabe recalcar que las lluvias son de carácter estacional, es decir, se distribuyen muy irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de diciembre a marzo.

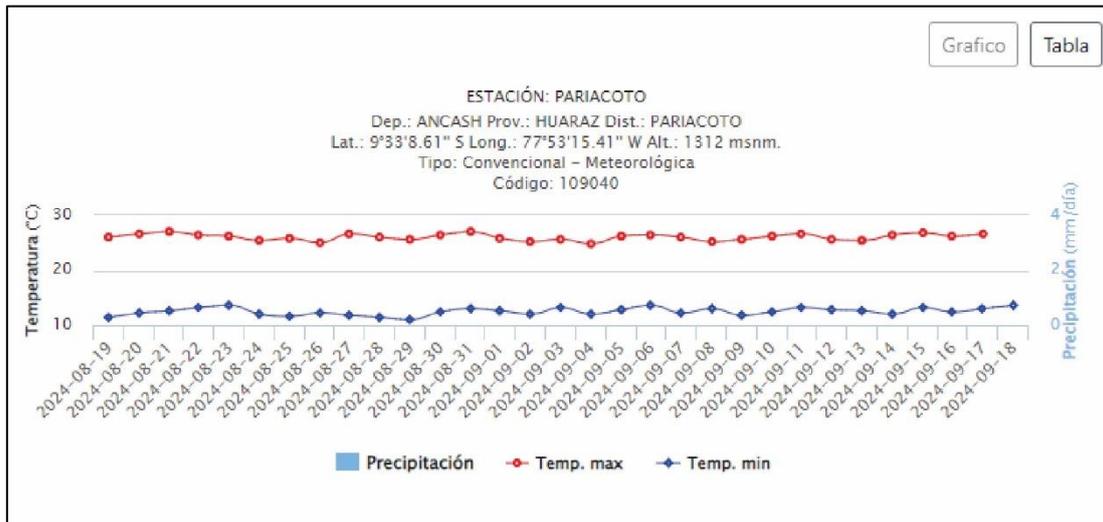


Figura 3. Temperaturas máximas (línea roja) y mínimas diarias (línea azul), promedio diario, para el distrito de Pariacoto. **Fuente:** Senamhi, 2023.

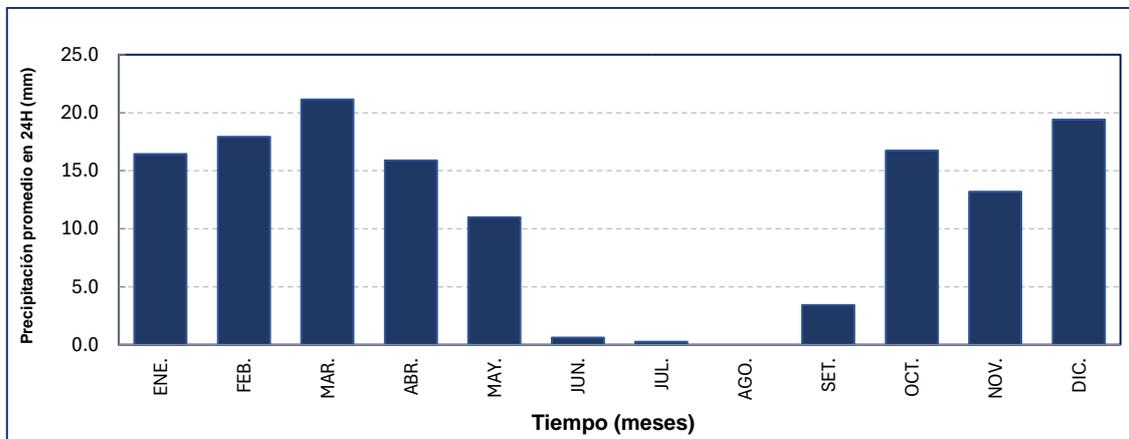


Figura 4. Precipitación promedio anual (periodo 2019-2024), distribuidas a lo largo del año para la estación Pariacoto. **Fuente:** SENAMHI

1.3.5. Zonificación sísmica

De acuerdo a los niveles de zonificación sísmica en el Perú (figura 5); el área de estudio se ubica en la Zona 3 (sismicidad Muy Alta), localizada desde la línea de costa hasta el margen occidental de la Cordillera de los Andes, determinándose aceleraciones de 0.45 g.

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

Cuadro 4. Factores de zona Z.

Zona	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

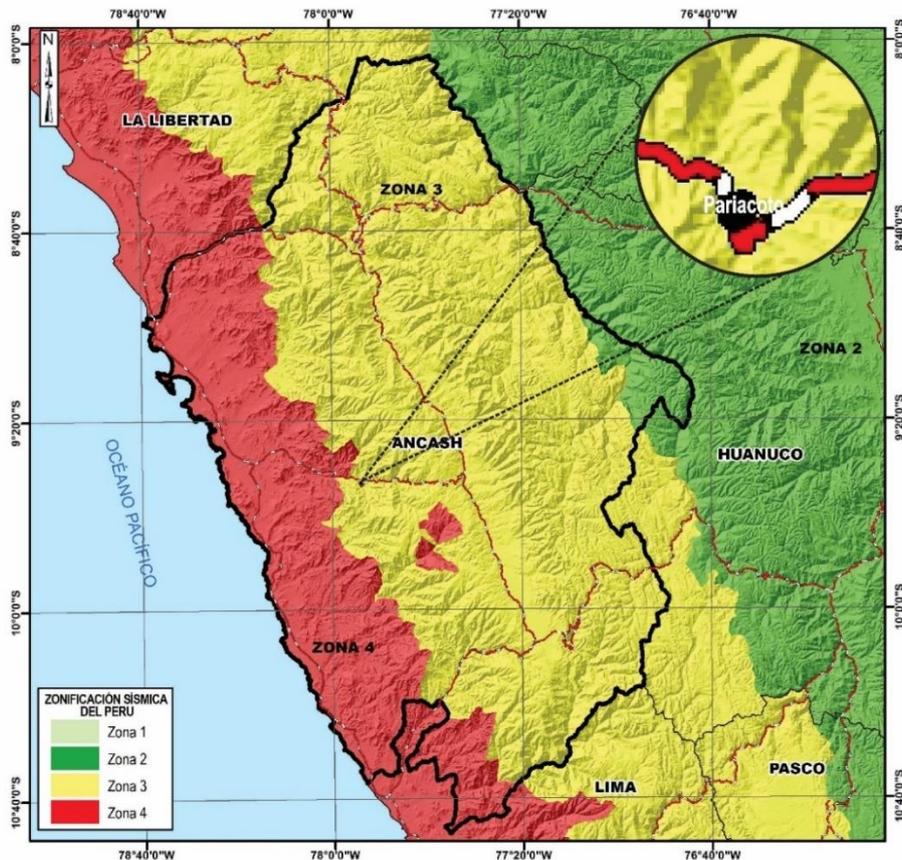


Figura 5. Zonificación sísmica del Perú.

Fuente: Norma sismorresistente NTE 030 MVCS, 2016.

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos; es por ese motivo, considerando como base el libro de “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), se desarrolla algunas definiciones:

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

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

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

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

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

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

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

ESCARPE O ESCARPA: Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

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

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

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

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

METEORIZACIÓN: Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes.

MOVIMIENTO EN MASA: Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. Los tipos más frecuentes son: caídas, deslizamientos, flujos, vuelcos, expansiones laterales, reptación de suelos, entre otros. Existen movimientos extremadamente rápidos (más de 5 m por segundo) como avalanchas y/o deslizamientos, hasta extremadamente lentos (menos de 16 mm por año) a imperceptibles como la reptación de suelos.

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

REACTIVADO: Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.

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

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

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

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La caracterización geológica del área de estudio se desarrolló teniendo como base el mapa geológico del cuadrángulo de Huaráz, 20h, escala 1:100,000 (Cobbing, E.J.; et al 1996), Esta información fue actualizada en el año 2007, donde se elaboró el Mapa geológico del Cuadrángulo de Huaráz – Hoja 20-h-IV a escala 1:50 000. En ambos cuadrángulos, se describen afloramientos de rocas sedimentarias de la Formación Chicama, ambos publicados por Ingemmet.

3.1. Unidades litológicas

Las unidades litológicas que afloran en el área de estudio son principalmente de origen sedimentario de edad Mesozoica. Esta unidad se encuentra cubierta por depósitos recientes del tipo coluvio-deluvial, coluvial y glacio-fluvial, que han sido acumulados desde el Pleistoceno hasta la actualidad, (**Anexo 1: Mapa 01**).

3.1.1. Formación Chicama – Miembro Churrín (Jms-chi/chu)

Cruz & Chacaltana, describen esta unidad conformada por lutitas y algunos horizontes de areniscas finas que afloran en la parte sureste y noreste de la hoja de Huaráz. La base de esta unidad no ha podido ser observada en este cuadrángulo, se presume que sobryace en discordancia sobre formaciones más antiguas. El contacto superior está en discordancia paralela con la Formación Oyón.

Para el área de estudio se identificó rocas sedimentarias de tipo lutitas grises a negras laminadas, con aspecto pizarroso intercaladas con calizas gris oscuras y limoarcillitas, se encuentran muy fracturados (F4), con espaciamientos muy próximos entre sí, de 0.005 a 0.01 m. con estratos decimétricos. Se encuentran altamente meteorizadas (A4). (figura 6). En los cortes de talud se aprecian secuencias con condiciones geomecánicas muy desfavorables.

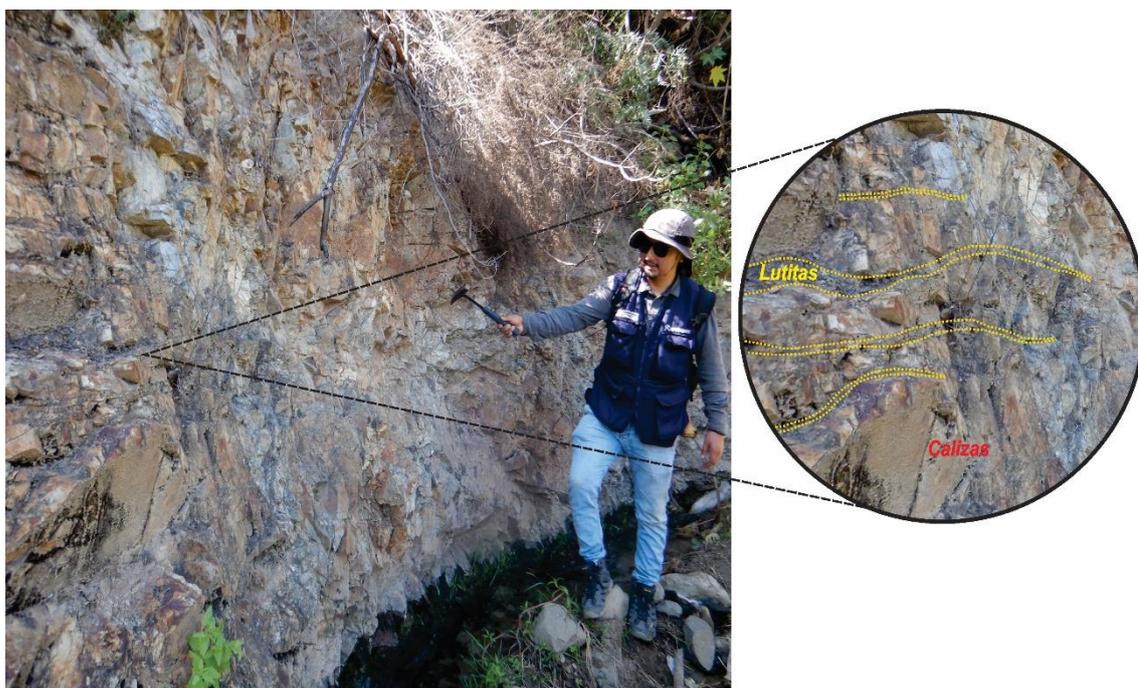


Figura 6. Vista con dirección al noreste de Pariacoto, se observó afloramientos de origen sedimentario constituidos por lutitas intercaladas con calizas muy alteradas.

3.1.2. Depósitos cuaternarios

a) Depósito coluvio-deluvial (Q-cd):

Corresponden a la combinación de depósitos coluviales y deluviales; además, son acumulaciones que ubican generalmente en la vertiente con talud suave a moderado. Su origen está asociado a flujos no canalizados. Estos depósitos han sido removidos por la escorrentía formada por precipitaciones pluviales, la cual no se encuentra encauzada o ha sido transportada por torrentes de corto recorrido; asimismo, se les encuentra como capas de suelo fino y arcillas arenosas con inclusiones de fragmentos rocosos pequeños y redondeados, (figura 7). y es de alta susceptibilidad por la ocurrencia de movimientos en masa de tipo deslizamientos, derrumbe y caída de rocas.



Figura 7. Depósito coluvio-deluvial, compuesto por fragmentos de rocas sedimentarias subangulosas a subredondeadas, heterométricas y envueltas en matriz de arcillas, limos y arenas, estas se encuentran a un lado del canal.

b) Depósito coluvial (Q-co):

Son depósitos inconsolidados, compuestos por fragmentos de roca angulosos, heterométricos y de naturaleza litológica homogénea, en forma de conos o canchales. Los bloques más gruesos se depositan en la base y los tamaños menores disminuyen gradualmente hacia el ápice (figura 8). Carecen de matriz, son sueltos sin cohesión.

Conforman taludes de reposo poco estables; se encuentran acumulados al pie de taludes escarpados; generalmente corresponde a depósitos de derrumbes, caídas de rocas y deslizamientos. Se ubican a un costado del canal de riego.

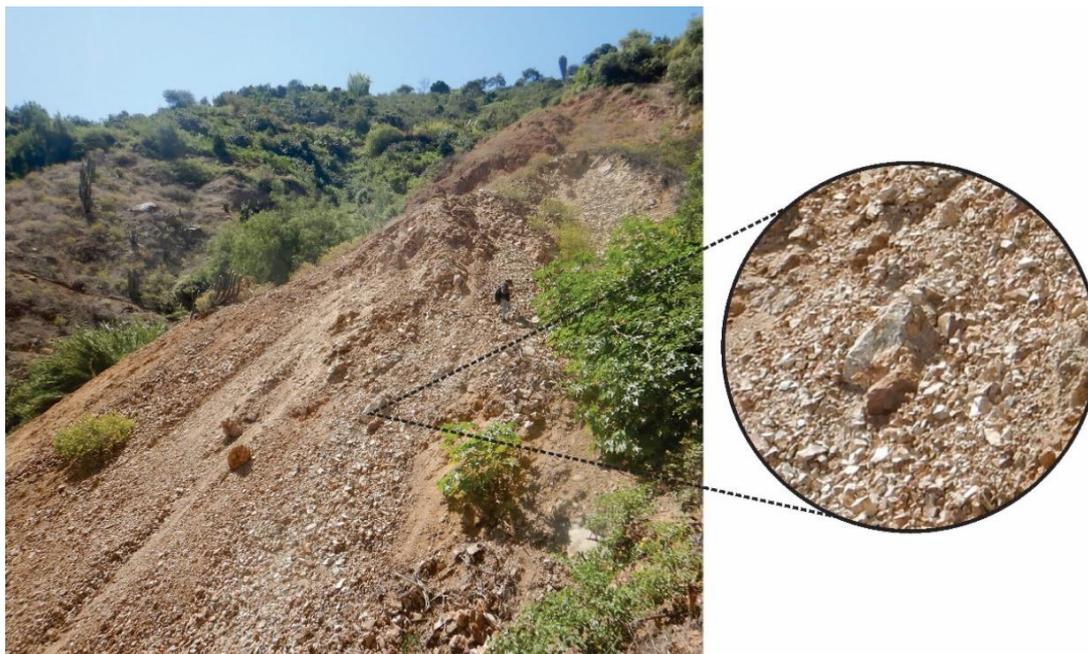


Figura 8. Depósito coluvial, ubicado en la parte media- alta de la ladera, con matriz de arcillas, limos y arenas.

c) Depósito aluvial (Q-al):

Son depósitos conformados por materiales poco consolidados compuestos de arenas, gravas y clastos redondeados que conforman terrazas con espesores 1 a 3 m ubicados en ambas márgenes del río Chacchan. (figura 9).

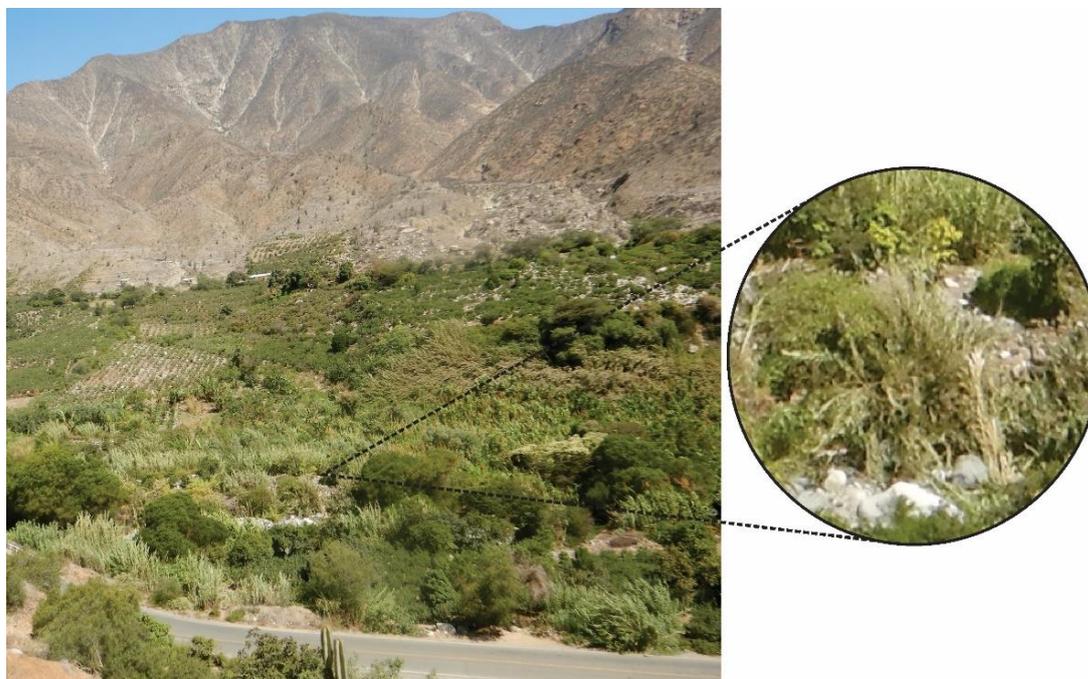


Figura 9. Depósito aluvial, ubicado en ambas márgenes del Chacchan, con matriz de arcillas, limos y arenas.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

La pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de la misma. En ese sentido, se elaboró el mapa de pendientes para identificar zonas de aporte y recepción de materiales provenientes de deslizamientos y avalanchas antiguas y que condicionan los peligros geológicos recientes.

En el **Anexo 1: Mapa 02**, se presenta el mapa de pendientes elaborado en base a información del modelo de elevación digital (DEM) de 0.15 m de resolución obtenido de sobrevuelos de dron, realizados en el mes de mayo del 2024.

De acuerdo a este mapa, la zona de evaluación se localiza en laderas de montañas cuyos rangos de pendiente van desde moderadas a muy escarpadas (15° a >45°). Este rango de pendiente es el resultado de una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre.

En la figura 10, se muestra el mapa de pendientes y elevaciones del caserío Tanin y alrededores, elaborado en base al modelo de elevación digital (con 0.096 m/píxel de resolución) resultado del levantamiento fotogramétrico con dron en la zona de estudio.

Cuadro 5. Rango de pendientes del terreno.

Pendiente	Rango	Descripción
0°-1°	Llano	Son terrenos llanos cubiertos por depósitos cuaternarios, se distribuyen mínimamente en las cimas de montañas, en dirección noroeste del caserío Tanin. Estos terrenos presentan, procesos de erosión de ladera (especialmente cuando se presenta lluvias excepcionales).
1°a 5°	Inclinación suave	Terrenos planos a ligeramente ondulados que se distribuyen a lo largo de planicies. Estos terrenos están sujetos a, erosiones fluviales e inundaciones de tipo fluvial y pluvial (especialmente cuando se presenta el fenómeno de El Niño), así como en el rango anterior; esta se presenta en ambas márgenes del río Chacchan.
5°a 15°	Moderado	Terrenos con moderada pendiente presentan buena distribución en la zona de montañas, colinas y lomadas; también, en vertientes con depósitos de deslizamientos, vertientes aluvio-torrenciales y vertientes coluvio-deluviales, dentro de este rango se asienta el caserío Putaca, principalmente en las laderas de montañas sedimentarias, sobre este rango se asienta el caserío Tanin. Estos terrenos están sujetos a deslizamientos, derrumbes y procesos de erosión de ladera.

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 deslizamiento, avalancha de detritos y derrumbes.
25°a 45°	Muy Fuerte	Terrenos con distribución restringida a la zona de montañas, colinas y bordes de mesetas que forman acantilados, ocupan áreas muy grandes. En este rango se generó los deslizamientos , derrumbes y caída de rocas.
>45°	Muy escarpado	Ocupa áreas esta distribuida a lo largo de laderas y cumbres de montañas. Estos terrenos están sujetos a caídas de rocas, deslizamientos y derrumbes se inventariaron en terrenos con pendientes abruptas. Estas se localizan al noreste y norte del caserío Tanin.

Fuente: Elaboración propia

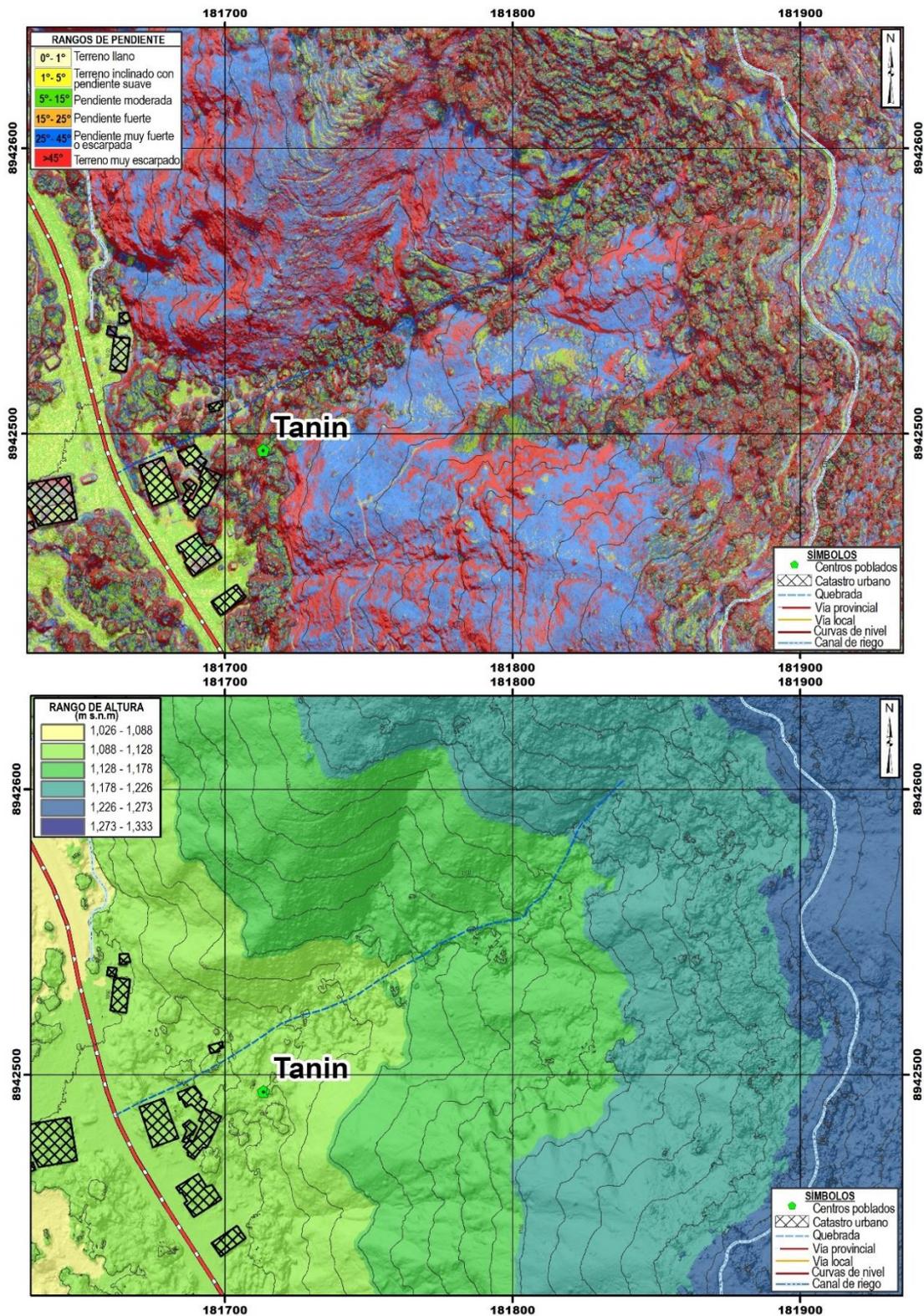


Figura 10. Pendiente del terreno (parte superior) y Elevación del terreno (parte inferior) elaborado en base a la información obtenida del levantamiento fotogramétrico con dron en caserío Tanin y alrededores.

4.2. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio (**Anexo 1: Mapa 03**), se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación con la erosión, denudación y sedimentación; además se usó como referencia el mapa geomorfológico regional a escala 1:250 000 (Zavala *et al.*, 2009).

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

Cuadro 6. Unidades y subunidades geomorfológicas

Unidades geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	
Unidad	Subunidad
Colinas y Lomadas	Colinas y lomadas en rocas sedimentaria (RCLrs)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	
Unidad	Subunidad
Vertiente	Piedemonte coluvio-deluvial (P-cd)
	Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)
	Piedemonte coluvial (P-co)
	Piedemonte aluvio-torrencial (P-at)
Planicie	Terraza aluvial (T-al)

Fuente: Elaboración propia

4.3. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional

Las unidades 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 gradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005):

A) Unidad de montañas

Es la unidad o componente de cualquier cadena montañosa y se define como una gran elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 m de desnivel, cuya cima puede ser aguda, sub aguda, semiredondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares a complejas y que presenta un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968, citado por Villota. 2005, p. 43).

4.3.1. Subunidad de colinas y lomadas en rocas sedimentaria (RCL-rs)

Esta unidad está representada por relieves con pendiente escarpada cuyo substrato rocoso está conformado por lutitas, limoarcillitas y calizas. Las colinas y lomadas se distribuyen en gran parte del área de evaluación, conforman relieves con alturas que superan los 1250 m

Por la configuración geomorfológica de estas, se les considera susceptibles a deslizamientos y derrumbes.



Figura 11. Vista de la subunidad de colinas y lomadas en rocas sedimentaria, ubicadas al noreste y noroeste del caserío Tanin.

B) Unidad de vertiente y piedemonte

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

4.3.2. Subunidad de piedemonte coluvio-deluvial (P-cd)

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

Están compuestos principalmente por fragmentos líticos de rocas sedimentarias, heterométricos.(Figura 12) Esta unidad se encuentra ampliamente desarrolladas en las laderas de montañas, con pendientes predominantes entre muy fuerte a muy escarpado (25°- >45°) y fáciles de remover.

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

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

Esta morfología se observa cómo cuerpos de deslizamientos antiguos y recientes depositadas en las laderas superiores, donde las pendientes van de fuerte a muy fuerte (15° - 45°).



Figura 12. Relieve en una ladera coluvio-deluvial, actualmente se encuentra al canal de riego cubierto de vegetación.

4.3.4. Subunidad de piedemonte coluvial (P-co)

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

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

C) Unidad de Planicies

Área adyacente al río Chacchan, formada por desbordamientos recurrentes. Planicies aluviales aledañas a las corrientes de agua superficiales como ríos, arroyos y lagunas, las cuales se han formado en el pasado con los sedimentos que periódicamente han depositado las inundaciones fluviales.

4.3.5. Subunidad de terraza aluvial (T-al)

Constituyen relieves formados por la acumulación de fluviales, que se encuentran emplazados en las márgenes y terrazas del río Chacchan a diferentes niveles ligeramente más elevados (0.5 a 1.5 m), (Figura 13). Conforman terrazas aluviales, sobre las cuales se encuentran asentadas viviendas y se desarrollan terrenos de cultivo.

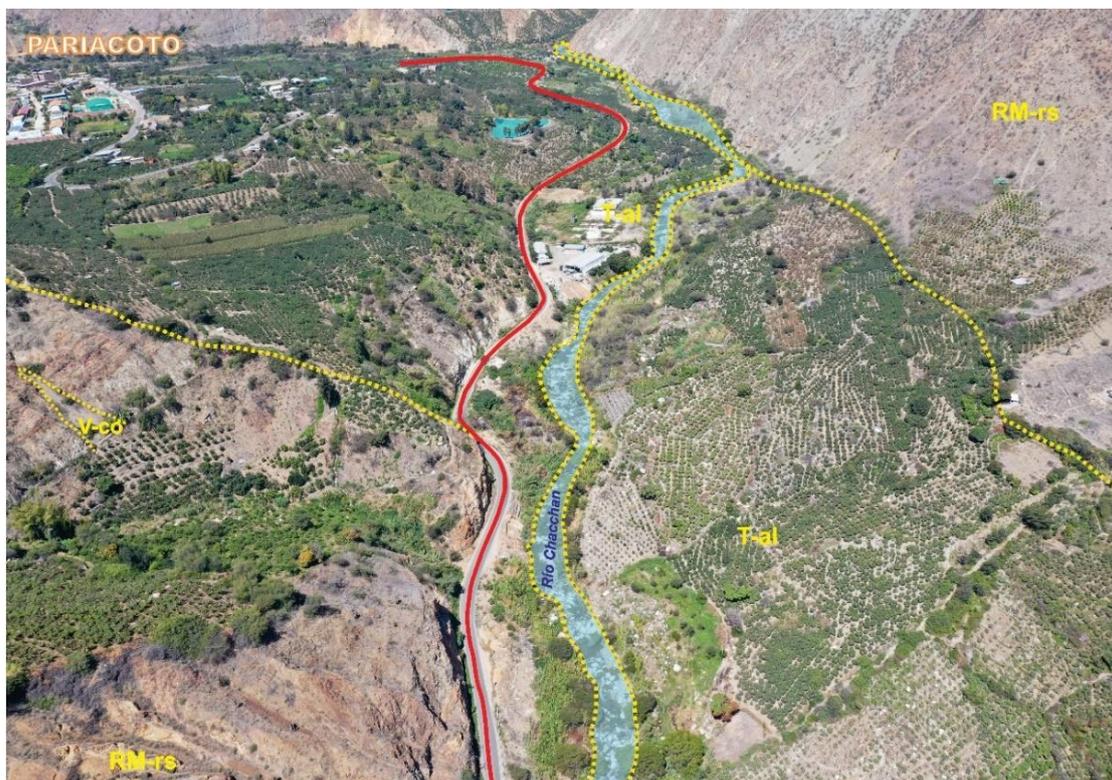


Figura 13. Se observa las subunidades de terrazas aluviales, en las márgenes del río, así como relieve montañoso de roca sedimentaria y vertiente o piedemonte coluvial, que abarcan en el caserío evaluado.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el área de estudio se ha identificado movimientos en masa tipo, deslizamientos, derrumbes, 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**).

Los peligros geológicos identificados en el caserío Tanin y alrededores corresponden a los peligros geológicos de movimientos en masa, subtipo, derrumbe, caída de rocas, deslizamientos y erosión en cárcava.

5.1. Movimientos en masa

La caracterización de estos eventos, se realizó en base a la información obtenida durante los trabajos de campo, donde se identificaron los tipos de movimientos en masa a través del cartografiado geológico y geodinámico, basado en la observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo se tomó datos GPS, fotografías a nivel de terreno y levantamiento fotogramétrico con dron, a partir del cual se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico con una resolución de 0.15 y 0.05 cm/pixel respectivamente, complementada con el análisis de imágenes satelitales.

5.1.1. Deslizamientos antiguos

En el caserío Tanin se ha identificado dos deslizamientos antiguos de 590 y 345 m de largo y 100 m de ancho aproximadamente. El escarpe principal se estima en 407 m de largo, la zona de arranque se ubica a 1167 m de altitud se evidencia en depósitos coluvio deluviales conformada por bloques subredondeados. (Figura 14). Los cuales se detallan en el cuadro 7.

Cuadro 7. Ubicación de los deslizamientos antiguos en el área evaluada.

TIPO DE PELIGRO	ACTIVIDAD	CODIGO	COORDENADAS		
			Norte	Este	Cota (m s.n.m)
Deslizamiento	Antiguo	D(a)1	8942668	181996	1287
		D(a)2	8942892	181843	1241

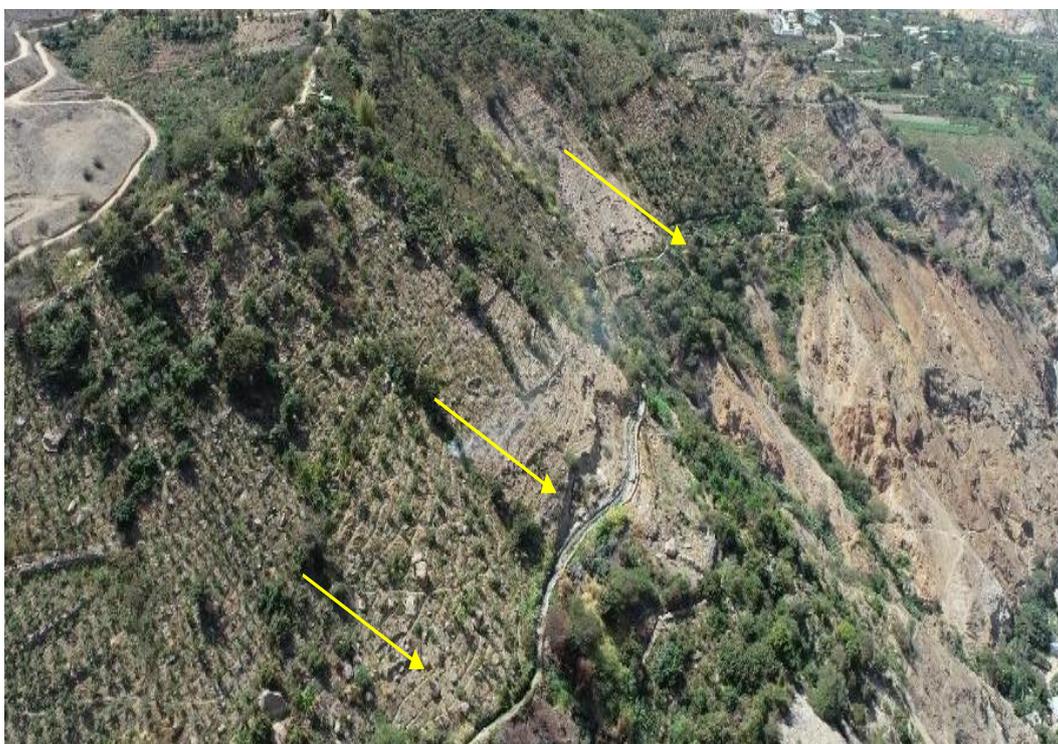


Figura 14. Vista aérea del deslizamiento antiguo D(a)1 del caserío Minas Pampa. (Ingemmet, 2023)

El deslizamiento está produciendo empuje o emplazamiento horizontal, con una dirección hacia el río Chacchan, la misma que se encuentra inclinada y cubierta por parte del material del evento.

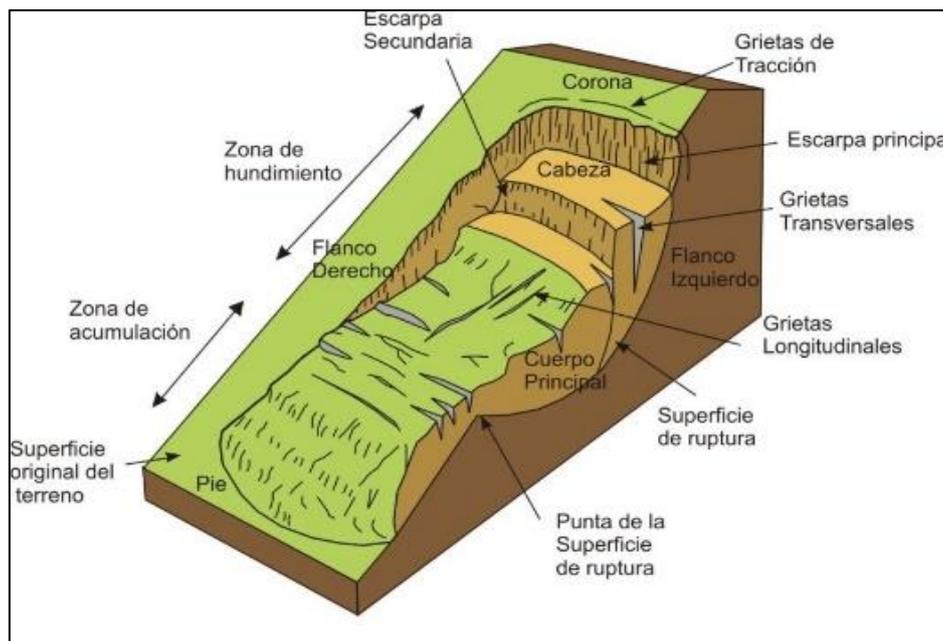


Figura 15. Partes de un deslizamiento de tipo rotacional.

5.1.2. Deslizamientos activos

Según versiones de los pobladores del caserío, desde el año 2016 y 2017 la ladera se empezó a agrietar. Para el mes de junio del 2017 el escarpe medía más de 50 cm. El domingo 13 de marzo 2022, las autoridades de Oficina de INDECI de la Municipalidad Distrital de Pariacoto, reportaron un deslizamiento que ocurrió en el caserío Minas Pampa del caserío Tanin, movimiento en masa localizado en las coordenadas centrales UTM 8942695 N, 181786 E y 1150 m s.n.m; específicamente a 3.35 km de Pariacoto

En la figura 14, se observa el deslizamiento rotacional activo, imagen tomada con el dron del 2023, y una fotografía tomada en junio del presente año. El deslizamiento tiene un escarpe semicircular y alargado de 110 m de longitud y 2 m de salto donde se pueden apreciar estrías de falla debido al movimiento, los saltos varían de 1 a 2.5 m, y el desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento es 78 m.

La parte superior o la zona de arranque, no ha sufrido desplazamientos ladera abajo, pero si deformaciones, que originan grietas por tracción o tensión que se emplazan de forma paralela o semiparalela al escarpe; mientras que, en el cuerpo del deslizamiento se pueden apreciar basculamientos del material deslizado, árboles y la plataforma de la vía.

Al momento de la evaluación de campo, el canal de riego está cubierto con una geomembrana de PVC; el tramo afectado se desplazó ladera abajo hasta 7 m con dirección hacia el oeste.

El factor desencadenante fue la presencia de canales de riego sin revestir que permitieron que parte del agua se infiltrara al subsuelo muy poroso, el efecto del agua infiltrada saturó las capas superficiales incrementando la carga, esto se combinó con las propiedades físico- mecánicas de los materiales cuaternarios (poco consolidados), rocas de muy mala calidad y la pendiente de la ladera moderada a fuerte (5°- 25°) a muy fuerte y muy escarpadas (25°-90°).



Figura 16. Vista del deslizamiento rotacional activo del caserío Tanin, ubicado entre las coordenadas UTM 8942695 N, 181786 E, donde se ve que la escarpa se ubica próximo a la escarpa del evento.

Características visuales

El deslizamiento rotacional activo identificado en el caserío Tanin, en general tiene las siguientes características:

- Estado de la actividad del movimiento: Activo
- Longitud de la escarpa: 110m
- Ancho de escarpa: 98 m.
- Forma de la escarpa principal: semicircular y discontinua.
- Salto principal: 0.80 a 1.5 m.
- Saltos secundarios: 0.20 a 0.80 m.
- Velocidad del movimiento: muy lento.

- Área aproximada: 0.85 ha.

Daños ocasionados por el deslizamiento

El evento afectó al caserío Tanin generando los siguientes daños:

- Afectó el canal de riego con geomembrana : 88 m.
- Afectó y podría afectar terrenos de cultivo: 0.85 ha.
- Podría afectar canal sin revestimiento: 115 m.
- Podría afectar camino de herradura: 90 m.
- Podría afectar tuberías de uso para riego: 70 m aprox.

5.1.3. Caída de rocas

La ladera donde se origina la caída de rocas está conformada por afloramientos de granitos y granodioritas fuertemente fracturadas desplazados desde la parte más alta. Los desprendimientos de rocas ocurren en la parte media y baja de la zona del deslizamiento, a pocos metros del canal y de la vía asfaltada.

Cabe mencionar que algunos bloques caídos obstruyen el canal de riego de cubierto con geomembrana que pasa por el caserío. (fotografía 1, 2 y 3). Las zonas de caídas de rocas presentan bloques dispersos, cantos y clastos de tamaños variables entre 0.50 m a 1.7 m de diámetro y material detrítico subanguloso a subredondeado en la parte baja y colgados a media ladera que pueden caer y rodar desencadenados por sismos de regular magnitud.



Fotografía 1. Caída de rocas, ubicada en la parte alta entre las coordenadas UTM N 8942570, E 181946 con una cota de 1247 m s.n.m. con bloques de tamaños que van de 0.50 m a 1.7 m.



Fotografía 2. Se observa bloques de hasta 1.7 m de diámetro, producto de la caída de rocas, las que en ocasiones tienden a caer en el canal de riego.



Fotografía 3. Caída de rocas a un costado de la carretera Pariacoto – Racrao.

5.1.4. Derrumbe

Se observaron derrumbes en la parte media de la ladera, las cuales aportan material hacia la quebrada (fotografías 4, 5 y 6), Estos procesos geodinámicos originan depósitos coluviales, constituidos por gravas angulosos a subangulosos pobremente gradados; en su mayoría con poca matriz o con ausencia de esta, generalmente suelta a medianamente densa.

Cabe precisar que, ante movimientos sísmicos de moderada a fuerte magnitud se podrían generar nuevos procesos de caídas de rocas y derrumbes que posiblemente generarían daños en la zona de estudio. Estos derrumbes están retenidos por los cultivos y vegetación característica de la zona.



Fotografía 4. Se observa derrumbe en la parte alta de la quebrada, conformada por rocas y depósitos antiguos, ubicada entre las coordenadas UTM N 8942527, E 181799 con una cota de 1163 m s.n.m.



Fotografía 5. Vista aguas abajo; materiales constituidos por gravas angulosas a subangulosas, producto del derrumbe generado en la quebrada.



Fotografía 6. Vista de derrumbes a media ladera del caserío Tanin,

5.1.5. Flujo de detritos

En el área de estudio se identificaron quebradas que se activan en temporada de lluvias generando flujos de detritos, el principal factor condicionante son las coberturas detríticas y arenosas provenientes de afloramientos muy fracturados. Actualmente este evento está generando preocupación en los pobladores asentados al pie de la quebrada, se reactivó el 25 de abril del 2023 y en marzo del presente año. El flujo de detritos reactivado, tipo avalancha de detritos que involucró depósitos

coluvio-deluviales provenientes de un movimiento antiguo, .(fotografía 7 y 8) . Abarca un área de 871 m² la longitud que tiene entre el ápice y el pie de flujo reactivado es de 86.5 m, el ancho es de 27 m, el material al desprenderse, se canalizó por la quebrada Tanin hacia las viviendas ubicadas al pie de la quebrada. (Figura 17),

Actualmente existen 6 viviendas, de las cuales 2 están deshabitadas y 4 habitadas. Los flujos, a diferencia de los deslizamientos, presentan un desarrollo más rápido a la rotura. Según el contenido de agua o por efecto de la pendiente.

Estos terrenos son susceptibles a activarse con lluvias extraordinarias como las que ocurrió en el fenómeno El Niño o el Ciclón Yacu u otros, así como por el discurrimiento del canal de riego que discurre aguas abajo.



Figura 17. Flujo de detritos reactivado en marzo del 2024 (color morado) y flujo antiguo que haría llegar hasta el río Chacchan (color rosado)

Características visuales del evento

Se trata de un flujo de detritos reactivado:

- Estado de la actividad del movimiento: Reactivado
- Distancia de ápice y el pie de flujo reactivado: 86.5 m
- Ancho del flujo de detritos: 27 m
- El abanico aluvial presenta un ancho de 120 m
- Pendiente de las laderas varía entre 15° a 25°.
- Área que cubre el flujo de detritos: 871 m²

Daños por el flujo de detritos

Flujo antiguo

- Podría afectar a las 6 viviendas ubicadas al pie de la quebrada.
- Podría afectar 100 m de la vía principal.
- Podría represar parte del río.

Flujo reactivado

- Afectó de 8 m del camino de herradura.
- Podría afectar a las 5 viviendas ubicadas al pie de la quebrada.
- Podría afectar algunos árboles y arbustos ubicados en el caserío.
- Podría obstruir el paso peatonal y/o animales en un tramo de 12 m.



Fotografía 7. Viviendas asentadas sobre el flujo de detritos, el cual habría llegado hasta el río Chacchan.



Fotografía 8. Flujo de detritos, ubicada entre las coordenadas UTM N 8942473, E 181672, con una cota de 1092 m s.n.m.

5.1. FACTORES DE INESTABILIDAD DE LADERAS

5.1.1. Factores condicionantes

Se detalla los principales factores que podrían condicionar la ocurrencia de peligros geológicos y otros peligros, los cuales se detallan en el cuadro 8, el cual se detalla a continuación:

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

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
<p>Litológico-estructural</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Substrato rocoso compuesto de lutitas grises a negras laminadas, con aspecto pizarroso intercalas con calizas gris oscuras y limoarcillitas, se encuentran muy fracturados F4, con espaciamentos muy próximos entre sí, de 0.005 a 0.01 m; en estratos decimétricos, altamente meteorizados A4. lo que permite mayor infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, originando inestabilidad en las laderas En los cortes de talud se aprecian secuencias con condiciones geomecánicas muy desfavorables • Suelos inconsolidados (depósitos coluvial, coluvio-deluvial, proluvial y fluvial), desarrolladas en la margen derecha del río Chacchan, compuestos principalmente por fragmentos líticos de rocas sedimentarias, subangulosos a subredondeados con diámetros que varían entre 0.03 a 0.11 m envueltos en una matriz de arenas, limos y arcillas, producto de la meteorización de las rocas sedimentarias y removidos por procesos de movimientos en masa antiguos y la filtración de

	aguas provenientes de los diferentes ojos de agua que se presentan en el área de estudio.
Geomorfológico	<ul style="list-style-type: none"> Se identificaron laderas de montañas en roca sedimentaria cuyos rangos de pendientes van desde moderadas a muy escarpadas (15° a >45°). Este rango de pendientes es el resultado de una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre lo que permite que el material suelto disponible se erosione y remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía.

5.1.2. Factores desencadenantes

Se detalla los principales factores que podrían desencadenar la ocurrencia de peligros geológicos y otros peligros, los cuales se detallan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Factores desencadenantes por movimientos en masa.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Precipitaciones	<ul style="list-style-type: none"> Intensas precipitaciones pluviales y/o excepcionales, principalmente entre los meses de diciembre a abril.
Sismos	<ul style="list-style-type: none"> La presencia de sismos de gran magnitud, que según el Mapa de distribución de Máximas Intensidades Sísmicas (Alva & Meneses, 1984), el área de estudio se encuentra ubicada en la zona 3 que corresponde a sismicidad alta.

5.1.3. Factores antrópicos

El factor antrópico se detalla en el cuadro 10:

Cuadro 10. Factores desencadenantes por movimientos en masa.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Ocupación y actividad inadecuada del suelo por el hombre	<ul style="list-style-type: none"> Canal de riego revestidos que atraviesan por la parte alta de los deslizamientos antiguos, . En tres puntos se evidenció desborde del canal, lo que está aportando con la saturación de terreno. Riego de cultivos para la actividad agrícolas

6. CONCLUSIONES

- 1) El terreno sobre el cual se asienta el caserío Tanin, se ha conformado por depósitos de remoción de deslizamientos derrumbe, caídas de rocas y flujos recurrentes y periódicos. Algunos de ellos se muestran activas y otros presentan reactivaciones en el área de influencia de los mismos, como los registrados en marzo del presente año.
- 2) El deslizamiento rotacional activo, tiene un escarpe semicircular y alargado de 110 m de longitud y 2 m de salto donde se pueden apreciar estrías de falla debido al movimiento, los saltos varían de 1 a 2.5 m, y el desnivel entre la escarpa y el pie del deslizamiento es 78 m.
- 3) Los derrumbes y caída de rocas fueron originada por el movimiento inducido del deslizamiento y condicionada por el fuerte fracturamiento de los afloramientos de granitos y granodioritas ubicadas en la parte media y baja de la ladera.
- 4) El flujo de detritos reactivado abarca un área de 871 m² la longitud que tiene entre el ápice y el pie de flujo reactivado es de 86.5 m, el ancho es de 27 m, el material al desprenderse, se canalizó por la quebrada Tanin.
- 5) La ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa en la zona evaluada está condicionada por los siguientes factores:
 - Substrato rocoso compuesto por lutitas grises a negras laminadas, con aspecto pizarroso intercalas con calizas gris oscuras y limoarcillitas, se encuentra altamente meteorizada, lo que permite mayor infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, originando inestabilidad en las laderas; muy fracturadas con espaciamientos muy próximos entre sí, de 0.005 a 0.01 en estratos decimétricos.
 - Suelos inconsolidados (depósitos coluviales, coluvio-deluviales, proluvial y fluvial), adosados a las laderas de las colinas producto de la meteorización de rocas sedimentaria y removidos por procesos de movimientos en masa antiguos y activos.
 - Colinas y lomadas en rocas sedimentarias, cuyas laderas presentan pendientes desde moderadas a muy escarpadas (15° a >45°); lo que permite que el material suelto disponible se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía.
- 6) Los factores desencadenantes para la ocurrencia de movimientos en masa en el caserío Tanin, se les atribuye a las precipitaciones pluviales y/o excepcionales, condicionado por la filtración del canal de riego, que contribuye enormemente en la activación y/o reactivación de la quebrada, el cual aporta a la saturación del terreno
- 7) Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas descritas, en el caserío Tanin se considera como **Peligro Alto** a la ocurrencia de deslizamientos derrumbes, caída de rocas y flujos, que pueden ser desencadenados en temporada de lluvias intensas y/o excepcionales y/o extraordinario.

7. RECOMENDACIONES

En base al informe técnico N°A7356 (2023), se reiteran las siguientes recomendaciones, en caso no se encuentren implementadas:

- 1) Realizar trabajos de banqueteo de la ladera, con la finalidad de reducir la pendiente muy fuerte a muy escarpada (25° a $>45^\circ$) a moderada o fuerte (5° a 25°), esta modificación tiene que ser implementada con un adecuado drenaje pluvial. Para ello se deben realizar estudios geotécnicos por especialistas.
- 2) Restringir la construcción o implementación de nuevos canales en la parte superior de la ladera afectada, el canal afectado debe ser impermeabilizados por medio de coberturas de PVC.
- 3) Implementar un programa de monitoreo de las laderas del caserío Minas Pampa en el caserío Tanin, con la finalidad de medir de forma periódica las grietas, hundimientos y escarpes identificados. Esto sirve para determinar el desplazamiento del deslizamiento.
- 4) Se debe implementar el cambio del tipo de cultivo, riego tecnificado y uso controlado del agua para riego, ya que la zona tiene alta a muy alta susceptibilidad a movimientos en masa.

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

- 1) Se recomienda la reubicación a mediano plazo, de las viviendas ubicadas al pie de la quebrada del caserío Tanin.
- 2) Prohibir la construcción de viviendas y/o algún tipo de infraestructura dentro del área de estudio.
- 3) Los canales de riego deben de ser revestidos, para controlar la infiltración y la saturación de terrenos. porque esta acción incrementa la saturación del terreno y por ende su contribuye con la inestabilidad del terreno Estos trabajos deben ser realizados por un especialista.
- 4) Con apoyo de especialista acreditado, realizar la evaluación del riesgo (EVAR) de desastres por deslizamiento aplicando la normatividad vigente, para determinar las áreas de riesgo y ratificar o descartar las medidas de mitigación propuestas.
- 5) Realizar charlas de sensibilización y concientización del peligro al que se encuentran expuestos en el caserío Tanin y alrededores.
- 6) Prohibir el pastoreo de animales y el desplazamiento de personas, dentro del cuerpo del deslizamiento, con el objetivo de evitar incidencias.



Ing. NORMA LUZ SOSA SENTICALA
Especialista en Peligros
Geológicos
INGEMMET



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

8. BIBLIOGRAFÍA

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, 76, 297 p.

Diario el CORREO, Actualizado el 07/05/2023 <https://diariocorreo.pe/peru/ancash-caserio-de-tanin-en-peligro-alto-ante-posible-deslizamiento-de-cerro-peru-noticia/?ref=dcr>

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). Evaluación de peligro geológico por movimientos en masa en el sector Minas Pampa, caserío Tanin. Distrito Pariacoto, provincia Huaraz, departamento Ancash. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7356, 36 p. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/4379>

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

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

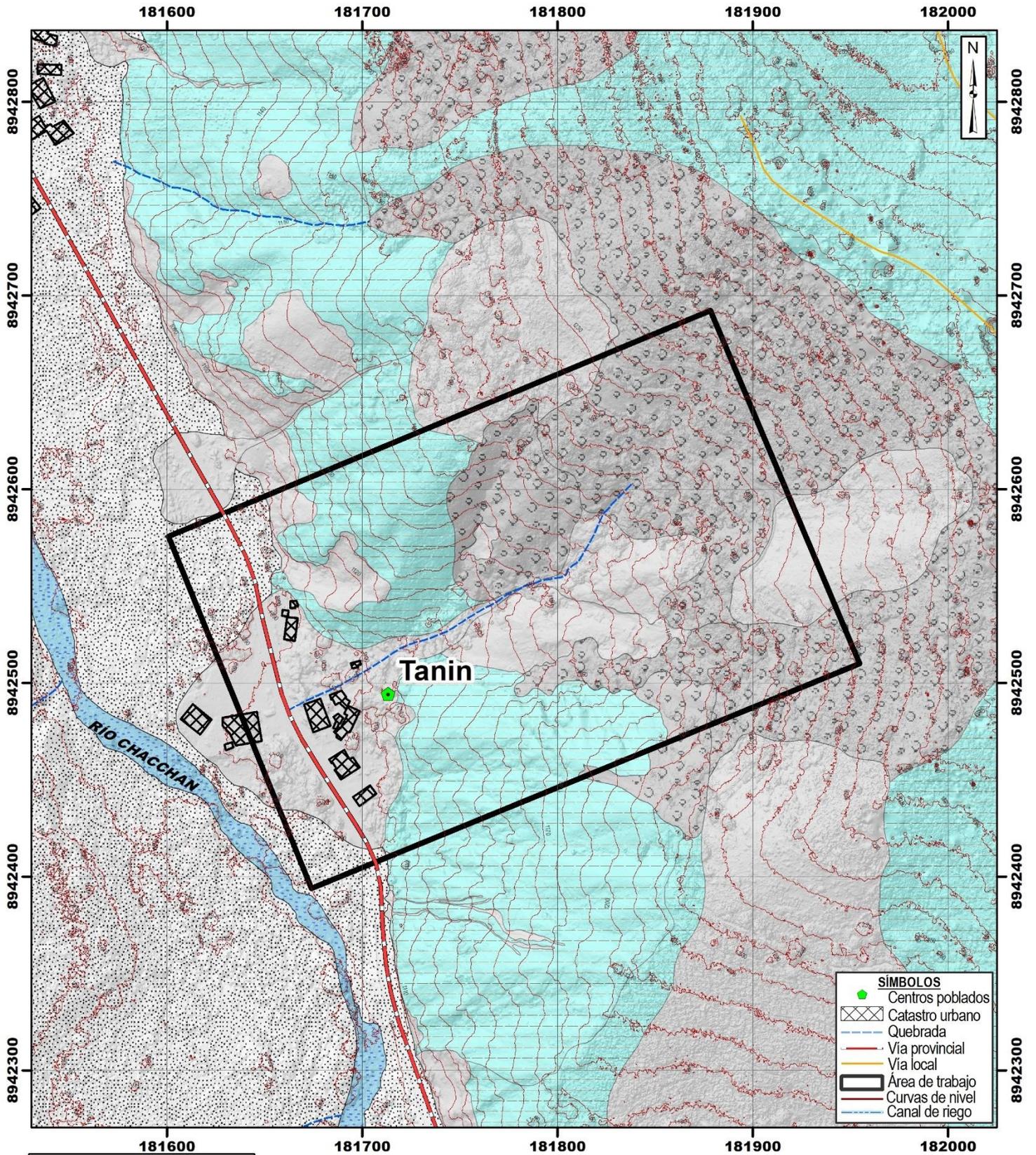
Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrológica, SENAMHI (2020) – Mapa de clasificación climática del Perú (Texto). Lima, Perú. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2185020/Climas%20del%20Per%C3%BA%3A%20Mapa%20de%20Clasificaci%C3%B3n%20Clim%C3%A1tica.pdf>

Suarez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN.

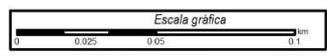
Zavala, B., Valderrama, P., Pari, W., Luque G., Barrantes R.(2009). Geodinámica e Ingeniería Geológica: "Riesgos Geológicos en la Región Ancash, Boletín N° 38, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, INGEMMET, 280 p., 18 mapas <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/243>

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



- SÍMBOLOS**
- Centros poblados
 - Catastro urbano
 - Quebrada
 - Via provincial
 - Via local
 - Área de trabajo
 - Curvas de nivel
 - Canal de riego



LEYENDA			
Era	Sistema	Unidades litoestratigráficas	
Cenozoico	Cuaternario	 Q-fi	Depósito fluvial
		 Q-al	Depósito coluvial
		 Q-co	Depósito coluvio-deluvial
		 Q-cd	Depósito proluvial
Mesozoico	Jurásico	 Jms-chichu	Formación Chicama - Miembro Churrín



SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

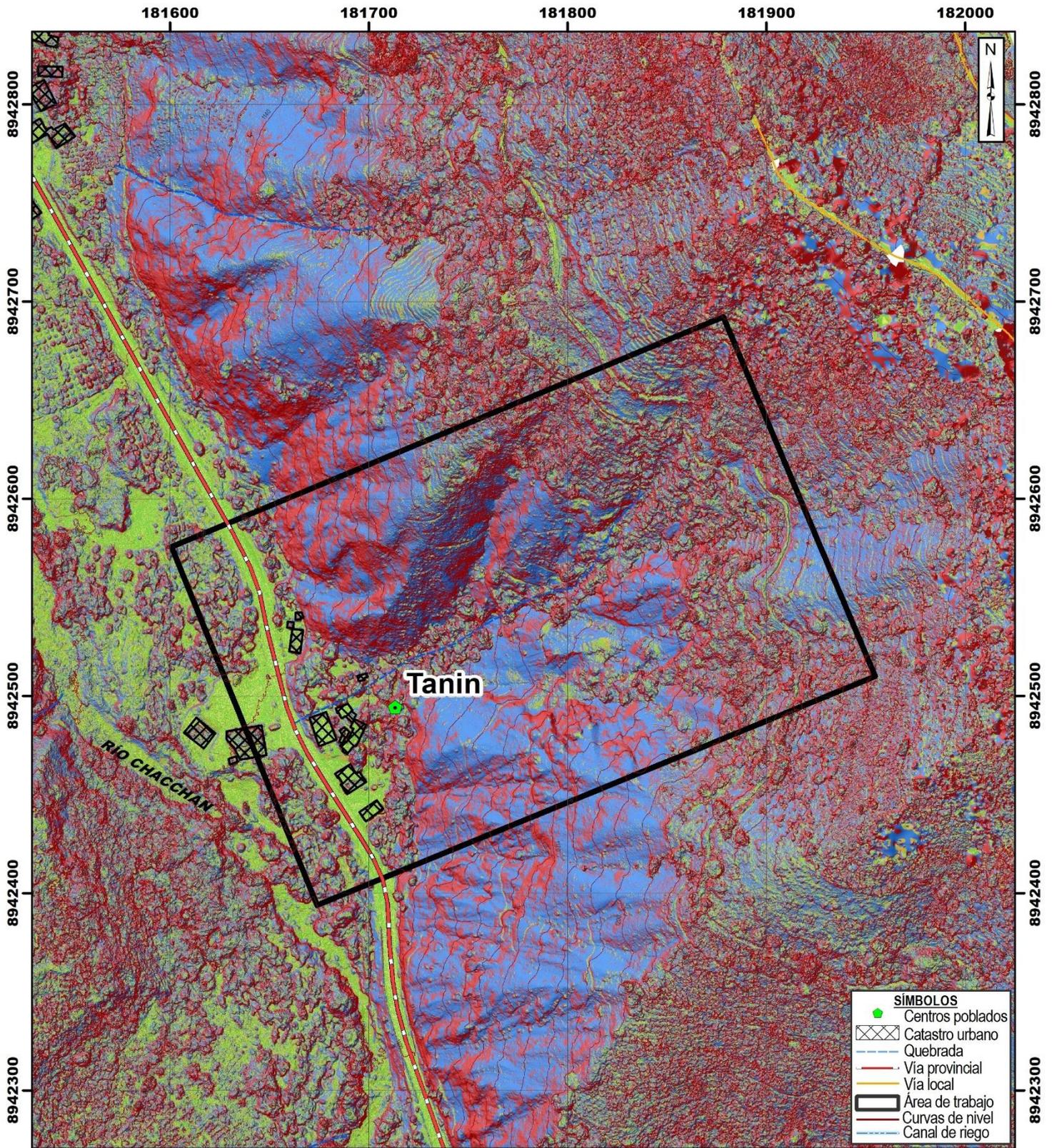
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO: ANCASH
PROVINCIA: HUARAZ
DISTRITO: PARIACOTO

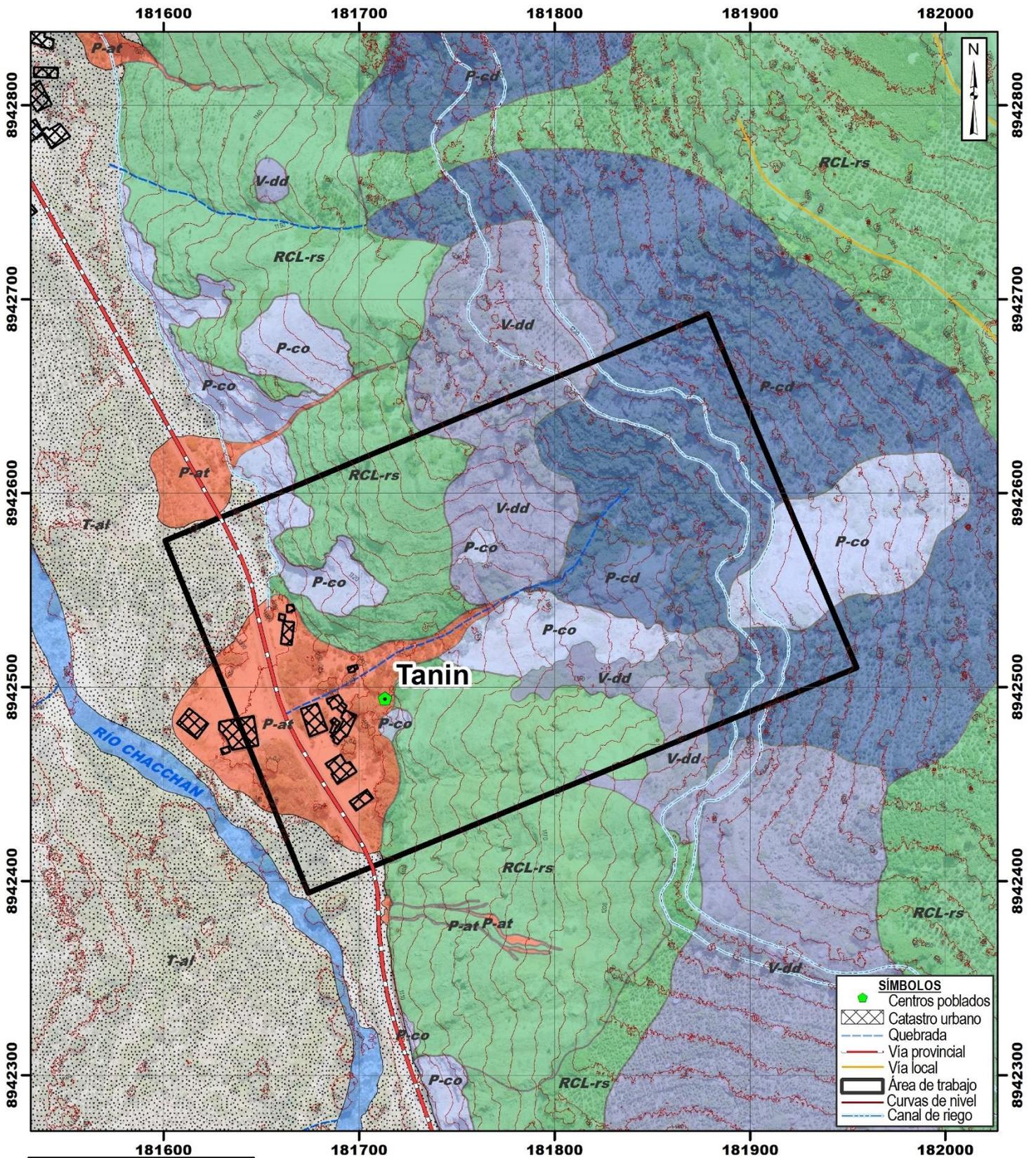
GEOLOGÍA DEL CASERÍO TANIN

Escala: 1/2,600	Elaborado por: Sosa, N.
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Versión digital 2024	Impreso: Setiembre, 2024

01



<p style="font-size: small; margin: 0;">SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO</p>	
<p>DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO</p> <p>DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: HUARAZ DISTRITO: PARIACOTO</p>	
<p>PENDIENTE DEL CASERÍO TANIN</p>	
Escala: 1/2,600	Elaborado por: Sosa, N.
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84	02
Versión digital 2024	



LEYENDA		
Unidad	Código	Unidades geomorfológicas
Colina y lomada	RCL-rs	Colina y lomada en roca sedimentaria
	P-cd	Piedemonte coluvio-deluvial
Vertiente o piedemonte	V-dd	Vertiente con depósitos de deslizamiento
	P-co	Piedemonte coluvial
Planicie	P-at	Piedemonte aluvio-torrencial
	T-al	Terraza aluvial


 SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 DEPARTAMENTO: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: PARIACOTO

GEOMORFOLOGÍA DEL CASERÍO TANIN

Escala: 1/2,600	Elaborado por: Sosa, N.
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84
Versión digital 2024	Impreso: Setiembre, 2024

03

