

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7722

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA DE LOS SECTORES: COLLPA, TUCURURI, QUILLIPURURI, TRANCARURI E ICHIC URAN

Departamento: Áncash
Provincia: Carhuaz
Distrito: Yungar



ENERO
2026

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA DE LOS SECTORES: COLLPA, TUCURURI, QUILLIPURURI, TRANCARURI E ICHIC URAN

Distrito Yungar, provincia Carhuaz, departamento Áncash



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

Equipo técnico:

Norma Luz Sosa Senticala

Referencia bibliográfica

Sosa, N. (2026). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa de los sectores: Collpa, Tukururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran*. Distrito Yungar, provincia de Carhuaz, departamento Áncash. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7722 p.

ÍNDICE

RESUMEN	5
1. INTRODUCCIÓN	7
1.1. Objetivos del estudio	7
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	7
1.3. Aspectos generales	9
a) Ubicación	9
b) Accesibilidad	9
c) Poblado	9
d) Clima	11
e) Uso de suelo	12
f) Zonificación sísmica	12
g) Fallas activas	13
2. DEFICIONES GEOLÓGICAS	13
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	16
3.1. Unidades litoestratigráficas	16
3.1.1. Grupo Carhuaz (Ki-ca)	16
3.1.2. Formación Santa (Ki-ca)	17
3.1.3. Grupo Calipuy (Peo-c-lv,pi)	18
3.1.4. Depósitos cuaternarios	18
a) Depósito coluvio-deluvial (Q-cd):	18
b) Depósito aluvial (Q-al):	19
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	20
4.1. Pendientes del terreno	20
4.2. Índice topográfico de humedad	21
4.3. Unidades geomorfológicas	23
4.3.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	23
4.3.2. Geoformas de carácter depositacional y agradacional	23
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	25
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	25
5.1.1. Sector Collpa	26
○ Características visuales del Flujo de detritos	28
○ Daños del flujo de detritos	29
5.1.2. Sector Quillipururi	29
○ Características visuales del derrumbe	30

○ Daños del derrumbe	31
5.1.3. Sector Tukururi	31
○ Características visuales del derrumbe	31
○ Daños ocurridos y/o probables del derrumbe.....	32
○ Características visuales del deslizamiento	33
○ Daños ocurridos y/o probables del deslizamiento	33
5.1.4. Sector Trancaruri	35
○ Características visuales de la erosión de ladera	37
○ Daños ocurridos y/o probables de la erosión de ladera.....	37
5.1.5. Sector Ichic Uran	37
○ Características visuales del deslizamiento	39
○ Daños ocurridos y/o probables del deslizamiento	39
5.2. Factores condicionantes.....	40
5.3. Factores desencadenantes.....	40
6. CONCLUSIONES.....	42
7. RECOMENDACIONES	44
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

RESUMEN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Servicio de Asistencia técnica en 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.

En el contexto litológico afloran areniscas con lutitas, de la Formación Carhuaz, así como de calizas de coloración gris de la Formación Santa; estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas y muy fracturada. También se tienen depósitos coluviales originados por deslizamientos y derrumbes, así como depósitos aluviales.

Las unidades geomorfológicas identificadas son montañas en roca sedimentaria y volcánica con terreno de pendiente fuerte a muy escarpado (15° a $>45^\circ$), también se identificaron geoformas de tipo coluvio-deluvial con terrenos de pendiente moderada a fuerte (5° - 25°). Además, existen subunidades de terraza aluvial y fluvial con terreno de pendiente suave a moderada (1° - 15°).

Los peligros geológicos identificados, corresponden a movimientos en masa de tipo: deslizamientos, derrumbes y flujos, así como otros peligros geológicos: erosión de ladera de tipo cárcava.

En el sector Collpa, se identificó un flujo de detritos antiguo, no canalizado, compuesto por material fino. Presenta una longitud de arranque de 83 m, un ancho del evento 48 m, desnivel entre la longitud de arranque y el pie es de 410 m; abarcando un área aproximada de 3.05 ha.

En Quillipururi, se identificó un derrumbe reactivado, con arranque de longitud de 24 m, desnivel entre el arranque y al pie del derrumbe es 42 m, con bloque colgados y aislados con diámetro entre 10 a 30 cm.

En Tucururi, se identificó un derrumbe activo, presenta un arranque de 31 m, un ancho de 13 m, el desnivel entre el arranque al pie del derrumbe es 12 m. en la ladera se tienen bloques colgados y aislados con diámetro de 1 m a 3 m; así mismo se identificó un deslizamiento rotacional antiguo, presenta una escarpa con longitud de 62 m, el cuerpo presenta un ancho promedio de 42 m, escarpes secundarios con saltos de 1 a 1.8 m, en dirección al norte. La escarpa principal es elongada, irregular y un desnivel entre escarpa y pie es 28.5 m. El depósito presenta un volumen aproximado de 926.71 m².

En Trancaruri, se identificó procesos de erosión de ladera abarca un área aprox. de 9481.8 m². Este proceso se encuentra en la margen derecha de la quebrada Santa Rosa, cabe indicar que la ladera está poblada por árboles y cubierta vegetal característico de la zona en la parte alta. Presenta pendiente alta a escarpada 15° a $>45^\circ$.

En Ichic Uran, se identificó un deslizamiento rotacional reactivado; presenta una escarpa con longitud de 54 m, de forma elongada, saltos de 1.5 m; el cuerpo del deslizamiento

presenta un ancho de 50 m a 62 m, la distancia entre la escarpa al pie del deslizamiento es 50 m. El depósito tiene un volumen aproximado de 6755.75 m²

Los factores condicionantes para la ocurrencia de movimientos en masa y otros peligros geológicos mencionados, son: a) depósitos no consolidados (cuerpos de deslizamientos antiguos) de fácil remoción; b) rocas sedimentarias y volcánicas moderadamente meteorizadas y muy fracturada que permite la infiltración de agua; c) laderas de montañas en roca sedimentaria y volcánica con pendiente fuerte a muy escarpado; d) depósitos coluvio-deluvial con terrenos de pendiente moderada a fuerte. También se tiene subunidades de terraza aluvial y fluvial con terreno de pendiente suave a moderada.

Como factor detonante, se tienen las lluvias intensas y/o excepcionales, así como ocurrencia de sismos.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas, geohidrológicas y geodinámicas, los sectores Collpa, Tukururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran, se les considera como **Peligro Alto**, se pueden generar flujo de detritos, derrumbe, deslizamiento, y erosión de ladera, podrían reactivarse ante lluvias y/o sismos.

Finalmente, se brinda algunas recomendaciones a fin de que las autoridades competentes pongan en práctica, como:

- Prohibir la acumulación de desmonte y basura dentro de la quebrada (Collpa)
- Mantenimiento periódico del canal de riego de concreto (Quillipururi)
- Evitar el riego por inundación en el cuerpo de los deslizamientos y derrumbes (Tukururi),
- En temporadas de lluvias monitorear la quebrada, ya que esta podría llevar material en forma de huaico hasta el sector de Santa Rosa (Trancaruri)
- Construir sistemas de drenaje, como zanjas de coronación y drenaje tipo espina de pescado, próximo a la escarpa del deslizamiento (Ichic Uran).

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)” contribuye 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° 0195-2025-MDY/A, y en el marco de las competencias del Ingemmet, se realiza la evaluación de peligros geológicos de los sectores: Collpa, Tukururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran, en el distrito Yungar,

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó a la Ingeniera Norma Sosa para realizar la evaluación técnica correspondiente, la cual se realizó el 29 de setiembre del 2025, en coordinación con las autoridades locales de la Municipalidad Distrital de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento Áncash.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGEMMET, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS 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 provincial de Huaraz, Gobierno Regional de Áncash, 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.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa de los sectores: Collpa, Tukururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran.
- 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, de los sectores Collpa, Tukururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran, se localizan 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.

- B) Boletín N° 60, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari.” (1995); muestran las unidades litoestratigráficas identificadas en la zona de estudio y alrededores que corresponden principalmente al Grupo Calipuy, así como depósitos cuaternarios.

- C) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Carhuaz (19-h) (2003), a escala 1:100 000, describen a los flujos piroclásticos del Grupo Calipuy, así como la Formación Carhuaz, compuesto de areniscas intercalada con lutitas.

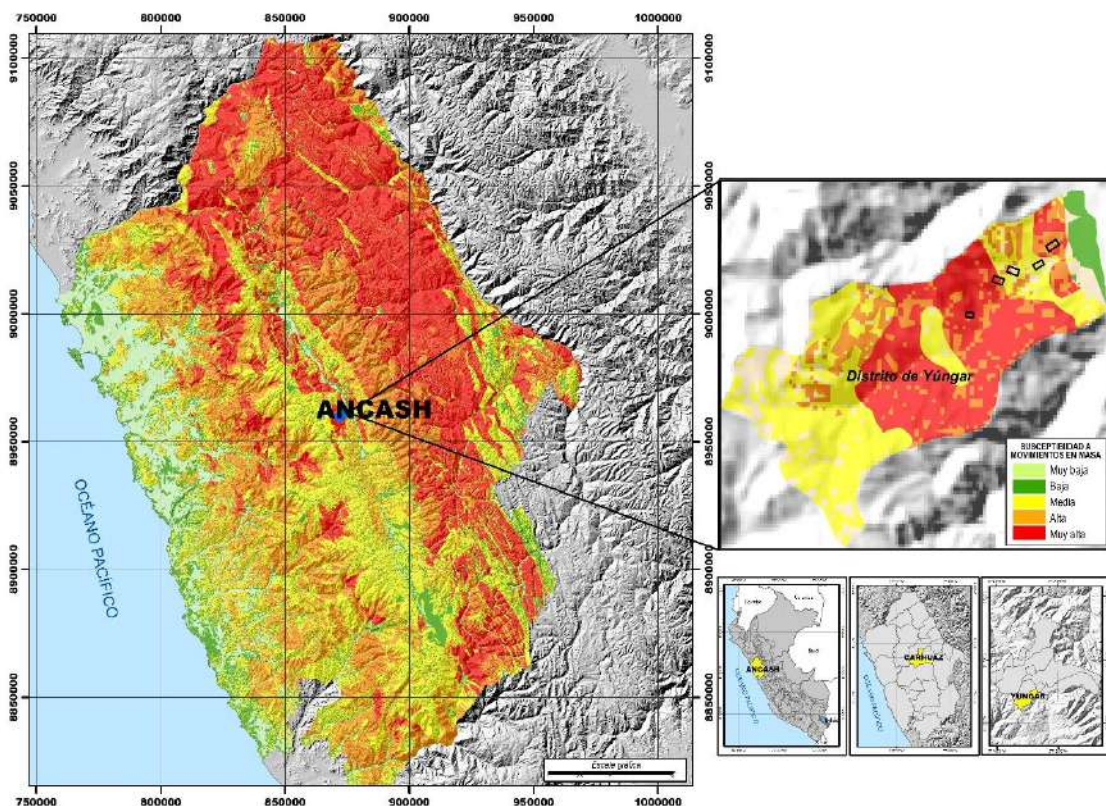


Figura 1. Susceptibilidad por movimientos en masa en el área de estudio y alrededores (Zavala et al., 2009).

1.3. Aspectos generales

a) Ubicación

Los sectores Collpa, Tukururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran, políticamente pertenece al distrito de Yungar, provincia de Carhuaz, departamento Áncash (figura 2).

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
Sector 1	214792	8962287	-9.378178°	-77.596669°
Sector 2	214400	8961741	-9.382892°	-77.600290°
Sector 3	213693	8961614	-9.384202°	-77.606773°
Sector 4	213207	8961343	-9.386602°	-77.611271°
Sector 5	212481	8960360	-9.395408°	-77.617894°

b) Accesibilidad

El acceso a los sectores Collpa, Tukururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran, 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 - Huaraz	Asfaltada	218	4 h 5 min
Huaraz – distrito de Yungar	Asfaltada - trocha	30	1 h

c) Poblado

Según el Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, el distrito de Yungar presenta una población censada de 2992; varones 1455 y mujeres 1537 habitantes distribuidos en un total de 1292 viviendas respectivamente (cuadro 3):

Cuadro 3. Población y viviendas censadas.

Centro poblado	Población			Número de viviendas
	Varones	Mujeres	Total	
Distrito de Yungar	1455	1537	2992	1292

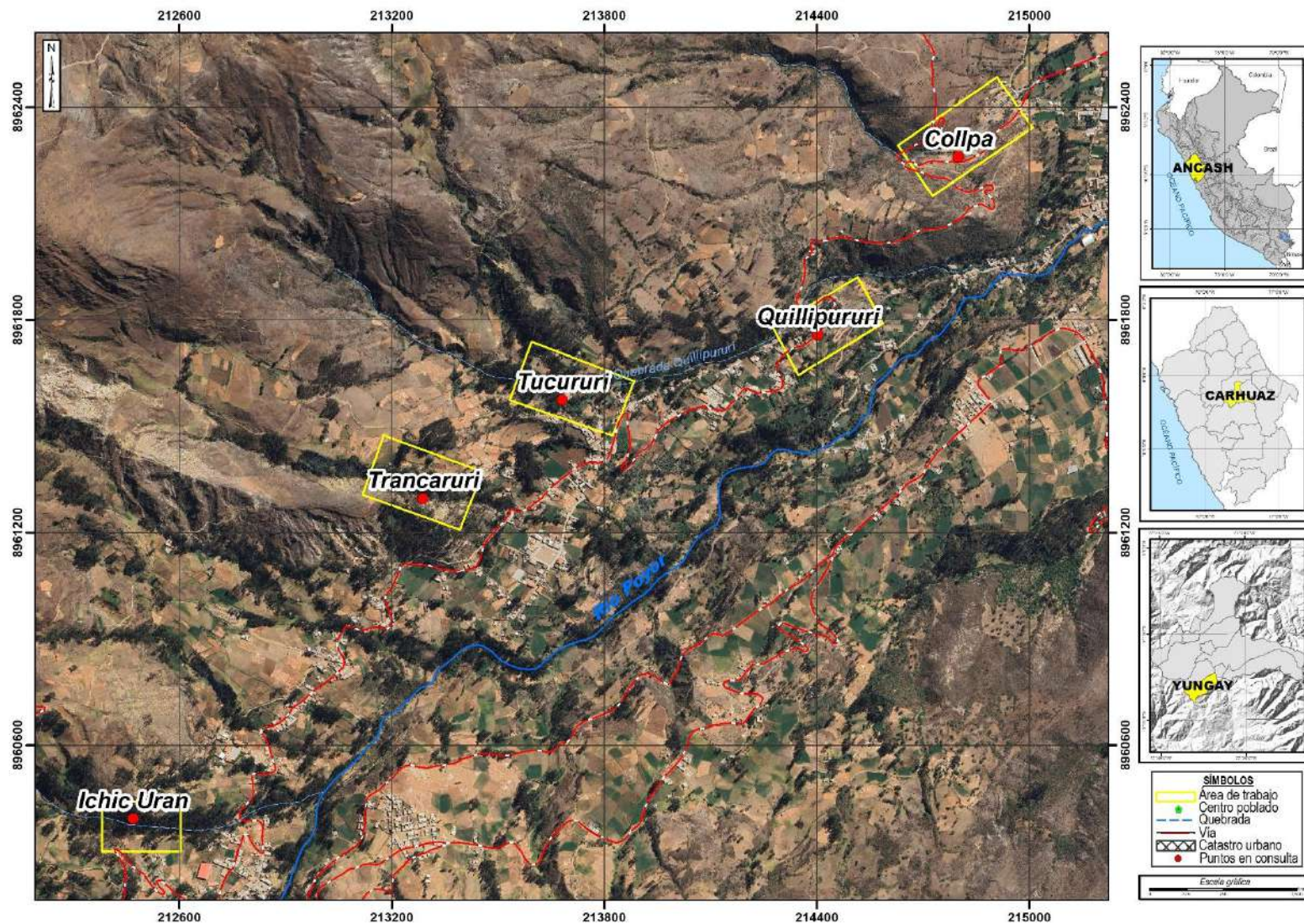


Figura 2. Ubicación de los sectores Collpa, Tucururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran, distrito Yungar, provincia de Carhuaz, departamento de Ancash.

d) Clima

De acuerdo con el Mapa climático del Perú, elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI, el distrito Yungar, es muy variado, caracterizado especialmente por tener un clima templado y seco en el día y tornándose frío en las noches. Localmente, de acuerdo con la clasificación climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), los sectores Collpa, Tukururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran está influenciada por un clima semicálido-semiseco, caracterizado por una deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa del 65% a 84%. Calificada como húmeda.

La precipitación pluvial es variable y está vinculada estrechamente a la altitud. La precipitación media anual registrada en la estación pluviométrica de Yungay en los últimos 4 años (periodo 2020-2024), es de 22.6 mm. 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).

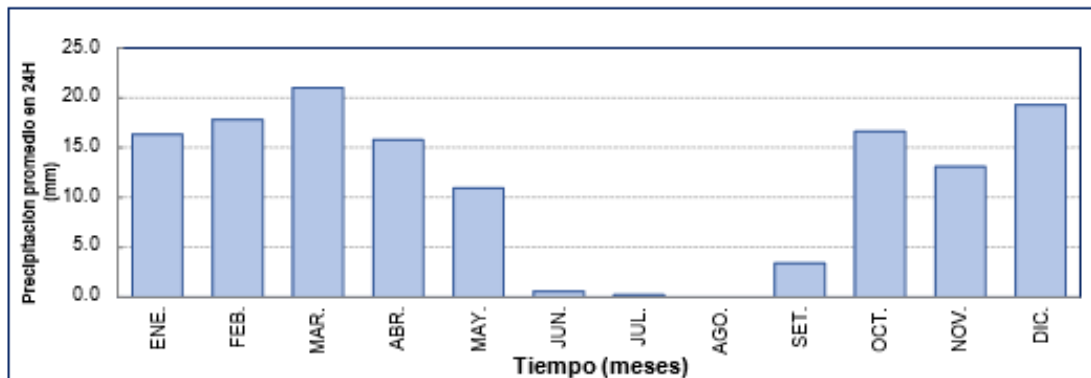


Figura 3. Precipitaciones máximas diarias en mm, distribuidas a lo largo del periodo julio, 2020 - julio, 2024. La figura permite analizar la frecuencia de las anomalías en las precipitaciones pluviales que inducen al desarrollo de la erosión del suelo. **Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/8321220>

La temperatura máxima anual oscila entre máxima de 22°C en verano y mínima de 8°C en invierno (figura 4).



Figura 4. Temperaturas máximas (línea roja) y mínimas diarias (línea azul), promedio diario, para el distrito de Yungar. Fuente: Weather Spark, 2024.

e) Uso de suelo

En relación al uso del suelo, de sectores Collpa, Tukururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran, distrito Yungar es utilizada para la actividad agrícola y asentamiento de viviendas, estos sectores presentan pendiente baja a moderada (fotografía 1).



Fotografía 1. Terrenos utilizados para la actividad agrícola, en este sector se identificó cultivos de alfalfa.

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 5).

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

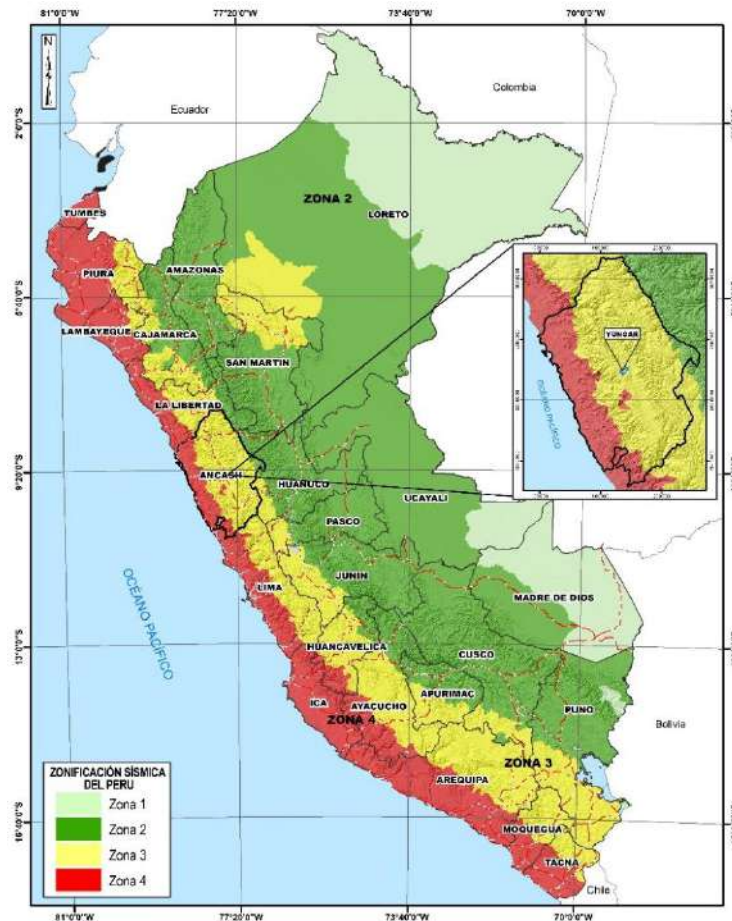


Figura 5. Zonificación sísmica del Perú.

Fuente: Norma sismorresistente NTE 030 del MVCS (2016).

g) Fallas activas

Los sectores Collpa, Tukururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran, distrito Yungar se ubica a 12.2 km al oeste, de la falla de la Cordillera de Blanca, es de tipo normal, el cual está cortando depósitos glaciares de la zona.

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).

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, una 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

clasificar en eólica, fluvial, glaciar, marina y pluvial. Por su aporte, de acuerdo a las formas dejadas en el terreno afectado se clasifica 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 de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari, Hojas 17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-g y 19-i, escala 1:100,000 (Wilson, et al, 1995), así como la información contenida de la Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Carhuaz (19-h), (De la Cruz, et al., 2003), publicados por Ingemmet.

De igual manera, esta información se complementó con trabajos de interpretación de imágenes de satélite, vuelos de dron y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran son principalmente de origen sedimentario y volcanico; así como depósitos recientes coluvial, proluvial y aluvial. (**Anexo 1: Mapa 1**).

3.1.1. Grupo Carhuaz (Ki-ca)

De acuerdo con De La Cruz y Chacaltana (2003), consiste de areniscas y areniscas cuarzosas beige en capas delgadas intercaladas con arcillitas. En algunas áreas es posible encontrar intercalaciones de caliza y algo de yeso cerca a la base de la formación, suprayacen a la Formación Pariahuanca, Chuléc y Pariatambo.

En la zona de estudio se identificaron afloramientos de areniscas grises y en algunos puntos se observó intercalaciones de areniscas con lutitas (figura 6 y 7). Las rocas se encuentran moderadamente meteorizadas (A3), es decir menos de la mitad del material rocoso está descompuesto o desintegrado; muy fracturas (F4); con espaciamientos entre sí que varían entre 10 a 20 cm, aberturas de 4mm y sin relleno visible, la roca se rompe 2 a 3 golpes de la picota.



Figura 6. Afloramiento de rocas piroclásticas de composición andesítica del Grupo Carhuaz, muy fracturado, con espaciamentos entre sí que varían entre 10 a 20 cm.,

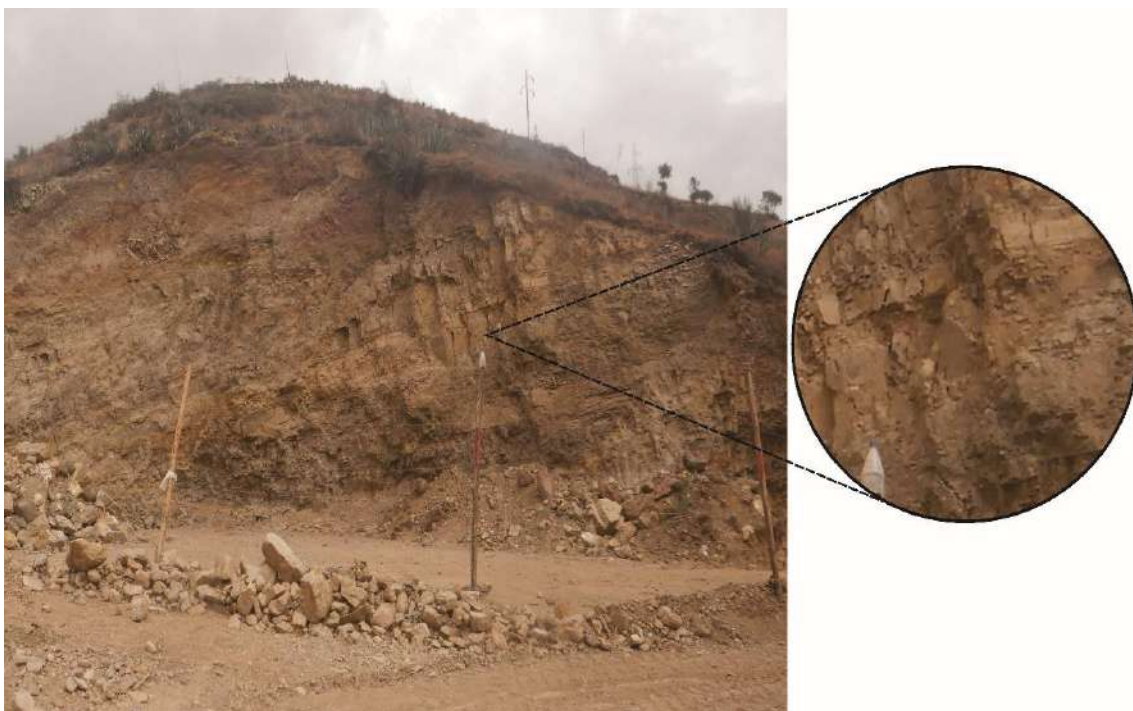


Figura 7. Vista del sector Collpa, se observa Intercalaciones de areniscas y lutitas en el sector Collpa.

3.1.2. Formación Santa (Ki-ca)

Litológicamente Consiste de 100-380 m. de calizas y arcillitas calcáreas que sobreyacen a la Fm. Chimú é infrayacen a la Fm. Carhuaz; ambos contactos con discordancia paralela. En las hojas, esta Formación ha sido cartografiada junto a la Fm. Carhuaz, como Santa-Carhuaz dado su grosor restringido y, en muchos casos, con litologías similares. Sin embargo, la Fm. Santa ha sido cartografiada en el Callejón de Huaylas,

donde alcanza un grosor mayor, extendiéndose al SE, pero con un grosor restringido (Wilson, 1963).

Se observa afloramientos de caliza grisácea medianamente facturada (A3) en parte del poblado Quillipururi (figura 8), ubicado en la margen izquierda del río Poyor. donde se observan estos afloramientos con moderado grado de meteorización A3.

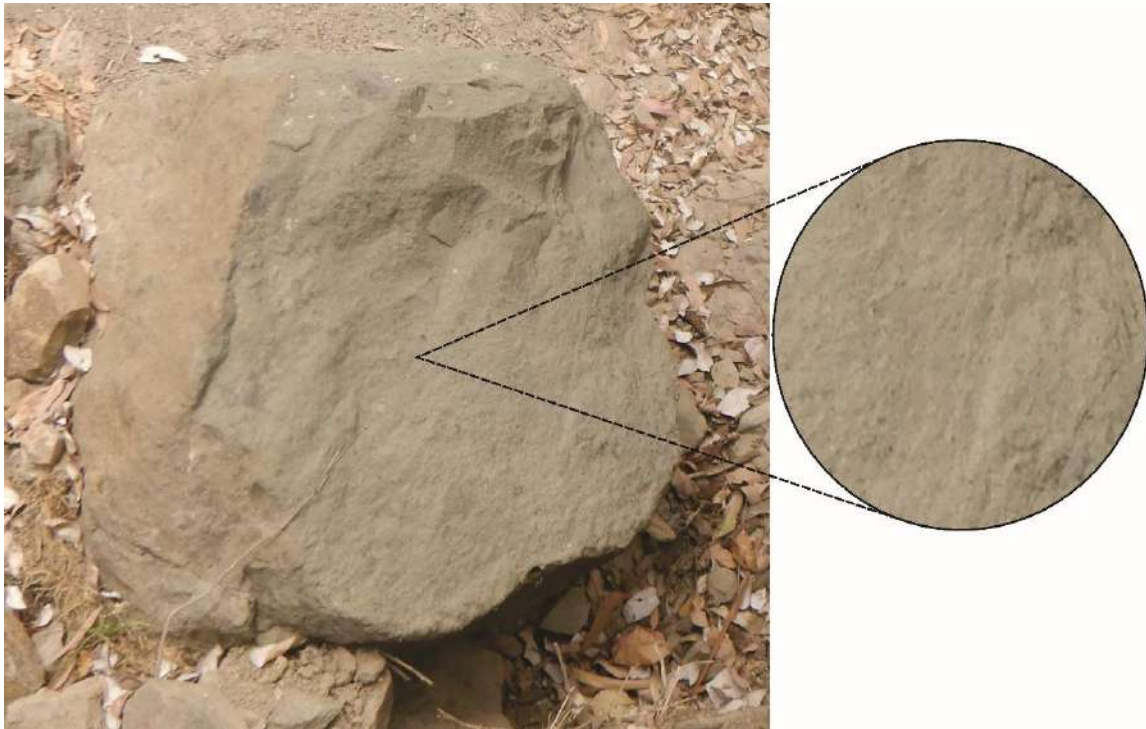


Figura 8. Bloques de calizas rodadas, de la Formación Santa.

3.1.3. Grupo Calipuy (Peo-c-lv,pi)

Según Cobbing, et al., (1996) esta unidad consiste de por lo menos 2000 m y en algunos sectores más de 3000 m de estratos volcánicos variados. Estos son principalmente rocas piroclásticas gruesos de composición andesítica rico en cristales de biotita, horblenda, cuarzo y abundantes lavas andesíticas e ignimbritas dacíticas.

Las rocas de esta unidad se presentan en forma de grandes bloques colgados de hasta 5 m de diámetro, muy fracturadas (F4), con espaciamientos entre sí que varían entre 10 a 20 cm, aberturas de 4mm y sin relleno visible. Además, estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas (A3).

3.1.4. Depósitos cuaternarios

a) Depósito coluvio-deluvial (Q-cd):

Se localizan al pie de laderas por acción de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía. Están compuestos principalmente por fragmentos líticos de rocas volcánicas, 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 sedimentarias y removidos por procesos de movimientos en masa, (figura 9); se presentan en el sector Collpa, margen izquierdo del río Santa.

b) Depósito aluvial (Q-al):

Los depósitos aluviales los conforman las extensas llanuras aluviales y terrazas a diferentes niveles sobre los valles principales y tributarios mayores; sus depósitos van desde no consolidados a semi-consolidados, éstos últimos por estar erosionados por los cauces actuales. Estos depósitos generalmente corresponden a una mezcla heterogénea de gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas. ubicadas en las márgenes de los ríos Poyor y santa(figura 10)

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



Figura 9. Depósito coluvio-deluvial identificado a un lado de la vía, donde se observan bloques y gravas de naturaleza sedimentaria, subangulosas a redondeados, envueltas en matriz limo arcilloso – arenoso.



Figura 10. Vista de depósitos aluviales identificados en la quebrada Quillipururi, margen izquierda del río Santa.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para el análisis geomorfológico, se utilizaron modelos digitales de terreno de 12.5 m de resolución (USGS) 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 pendientes 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.

De acuerdo con este mapa y el rango de pendientes del terreno los sectores Collpa, Tukururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran, presentan terrenos con pendiente suave a muy fuerte (5 - 45°). Este rango de pendientes es el resultado de suaveintensa erosión y desgaste de la superficie terrestre, en caso de sismos, lluvias o cualquier otra agente facilita la ocurrencia de movimientos en masa.

Cuadro 5. Rango de pendientes del terreno

Pendiente	Rango	Descripción
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 algunas viviendas del poblado Santa Rosa, margen izquierda del río Poyor.
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 poblado Trigopampa, , Santa Rosa y el cementerio del sector Collpa.
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 parte de los sectores Trancaruri, Tucururi, Quillipururi, y Collpa.
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 procesos de erosión de laderas.

Fuente: Ingemmet (2009).

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 media - alta de la ladera donde está asentado de los sectores Collpa, Tucururi, e Ichic Uran, donde se observa acumulación alta de agua, debido a que estas se encuentran en medio de las quebradas, las cuales discurren hacia el río Poyor. (figura 11)

Para los sectores Quillipururi y Trancaruri, se ubican encuentra en un sector de acumulación media, de igual manera a los anteriores sectores ; estas discurren en dirección al río Poyor, para finalmente desembocaren el río Santa ubicado al noreste los cuales se incrementan producto de las precipitaciones pluviales, aumentado la inestabilidad y generar flujos (huaicos). cabe mencionar que toda la zona evaluada presenta una importante cantidad de drenajes, que discurren ladera abajo en temporada de lluvias intensas.

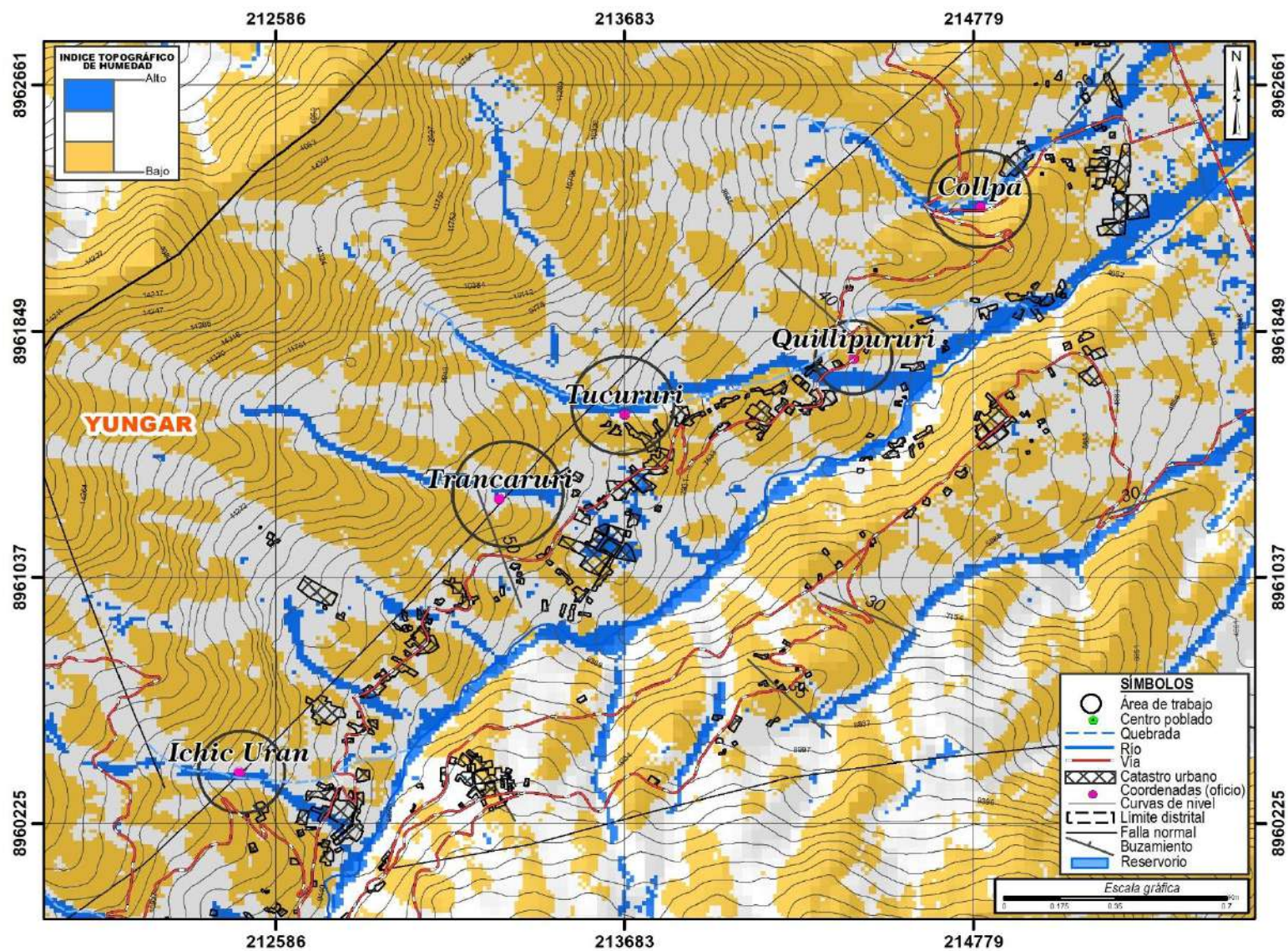


Figura 11. Mapa de la acumulación de agua (TWI) de los sectores: Collpa, Tukururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran.

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.

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:

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).*

- Subunidad de montañas en rocas sedimentarias (RM-rs)

Corresponde a las cadenas montañosas en roca sedimentaria donde los procesos denudativos (fluvio-erosionales) afectaron rocas sedimentarias de la Formación Carhuaz. Las montañas cubren gran parte de la zona de estudio, cuyas laderas de pendientes moderada a escarpada varían de 15° a 45°. Los sectores Ichic Uran, Trancaruri y Qillipururi, (figura 12). Sus relieves se encuentran asociadas a deslizamientos, caídas y procesos de erosión de laderas.

- Subunidad de montañas en rocas volcánicas (RM-rv)

En general conforman alineamientos alargados de dirección andina, que sobrepasan los 300 m del nivel de base local, constituidos por rocas volcánicas, con diferentes estados de meteorización superficial y de erosión. En el sector Tukururi se presentan laderas con pendientes que varían entre 15° a 45°, modeladas sobre rocas piroclásticas de composición andesítica, con cimas amplias y subredondeadas. Sus relieves se encuentran asociadas a procesos dominantes de erosión de ladera, caída de rocas, deslizamientos y procesos de erosión de laderas.

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:

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)**

Son depósitos inconsolidados, localizados al pie de laderas de colinas y lomadas, 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 y agua de escorrentía superficial. Son altamente susceptibles a sufrir procesos geodinámicos como derrumbes y deslizamientos. (figura 12).

Están compuestos principalmente por fragmentos líticos heterométricos. Estas geoformas se encuentran ampliamente desarrolladas sobre las laderas de las colinas y lomadas, con pendientes predominantes de moderado a escarpado (15°- 45°) y fáciles de remover.

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 aluvial (T-al)**

Son porciones de terreno alargado a moderado (1° a 5°), con altura relativamente marcada. Se encuentran en ambos márgenes del río Santa (figura 12). 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.

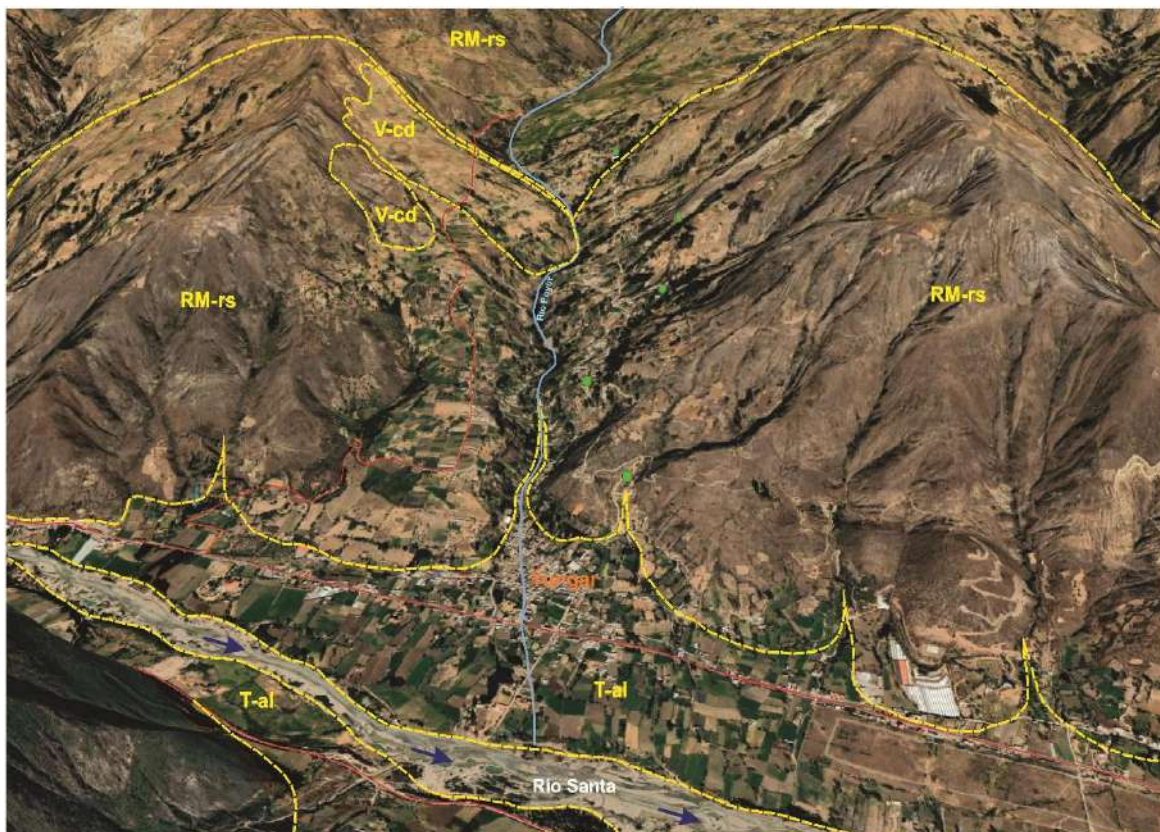


Figura 12. Vista aérea, se observa unidades geomorfológicas que se identificaron en el área de estudio: relieves montañosos de roca sedimentaria (RM-rs), vertiente coluvio- deluvial (V-cd) y terraza aluvial (T-al).

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en los sectores de Collpa, Tucururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran, corresponden a movimientos en masa, tipo: flujo de detritos, derrumbe, deslizamiento, según el Proyecto Multinacional Andino: GCA, 2007 (**Mapa 4, Anexo 1**); así como otros peligros geológicos, tipo: erosión de laderas (cárcavas).

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, derrumbe y caída de rocas.

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.

Según el inventario de peligros geológicos Ingemmet, (2019), en este sector se identificó deslizamiento dentro del sector Trigopampa, con el código de inventario: 13636, y erosión de ladera con el código de inventario: 020611, ubicado a 1 km. del sector Collpa.

5.1.1. Sector Collpa

El sector Collpa ubicado entre las coordenadas UTM 8962280 N, 214795 E, se identificó un flujo de detritos antiguo; (fotografía 2) donde actualmente se asienta el cementerio Las Flores de Yungar.



Fotografía 2. Vista de la quebrada S/N, donde se observa asentado el cementerio Las Flores de Yungar, de construcciones resientes.

Es una quebrada seca, sin embargo, se observó material removido antiguo, el cual es arrastrado en poca cantidad. Actualmente la quebrada está siendo usada como cantera; principalmente la margen izquierda de la quebrada, así como depósito de desmonte por la población. (figura 13).

Cabe indicar que por la quebrada cruza un canal, exactamente por la frentera del cementerio Las Flores de Yungar, este canal se encuentra revestido de concreto, con dimensiones que van: ancho 30 cm, profundidad 35 cm y longitud aproximada de 75 m. (figura 14). Así mismo de reactivarse el flujo de detrito podría afectar 100 m de la trocha carrozable Yungar – Pariahuanca.



Figura 13. Vista panorámica con dirección al este de la quebrada donde se observa la cantera, así como el depósito de desmonte; estas ubicadas en medio de la quebrada.



Figura 14. Canal de concreto que cruza por la quebrada, pasa por la frentera del cementerio.

○ **Características visuales del Flujo de detritos**

El flujo de detritos identificado en la quebrada S/N del sector Colpa, presenta las siguientes características:

- Estado de actividad: Antiguo
- Forma del depósito: Abanico
- Flujo de material: Canalizado
- Material: >50% fino
- Pendiente promedio del terreno: >20°
- Ancho del evento reactivado: 48 m
- Longitud de arranque y el pie del flujo: 410 m
- Área: 3.1 ha



Figura 15. Vista donde se observa a) en dirección oeste, la cantera, así como el depósito de desmonte en medio de la quebrada, b) Vista con dirección oeste, se aprecia el cementerio, así como algunos árboles dentro del cauce de la quebrada.

○ **Daños del flujo de detritos**

Podría afectar:

- Nichos ubicados en el cementerio Las Flores de Yungar
- Canal que cruza la quebrada (75 m)
- Árboles y vegetación ubicada en el cauce de la quebrada.
- Trocha carrozable (100m)
- Cantera.

5.1.2. Sector Quillipururi

El sector Quillipururi se ubica entre las coordenadas UTM 8961757 N, 214404 E en el sector se identificó un derrumbe, a un costado de la trocha carrozable entre los sectores de Quillipururi – Tucururi, (fotografía 3). Presenta un arranque con longitud de 24 m, un ancho promedio de 12 m. La distancia del arranque al pie del depósito es 42 m.



Fotografía 3. Vista del derrumbe, ubicado a un costado de la trocha carrozable, entre los sectores de Quillipururi – Tucururi, la cabecera de la misma se observó vegetación característica del sector.

○ **Características visuales del derrumbe**

El derrumbe identificado en el sector Quillipururi, presenta las siguientes características:

- Estado de actividad: Reactivado.
- Arranque: Talud rocoso fracturado compuesto principalmente de areniscas.
- Longitud de arranque: 24 m.
- Tipo de rotura: Vuelco.
- Desnivel entre la longitud de arranque y el pie del derrumbe: 42 m.
- Forma de zona de arranque: Irregular, discontinua.
- Características del depósito: Bloques colgados y aislados (figura 16).
- Tamaño de bloques: Diámetros de 10 a 30 cm
- Pendiente del terreno: $>15^\circ$

Se observó un canal de riego de concreto que pasa por el pie del derrumbe, el cual es afectado en temporadas de lluvia, por reactivaciones del derrumbe. El derrumbe se encuentra hacia el noreste.



Figura 16. Arranque del derrumbe, afecta 10 a 12 m de la trocha carrozable; así como el canal de riego de concreto, ubicado al pie del derrumbe.

○ **Daños del derrumbe**

- Afectó el canal de riego en 15 m.
- Afectó la trocha carrozable entre los sectores de Quillipururi – Tukururi, en 15 m.
- Podría afectar 01 poste de tendido eléctrico, ubicado a 6 m del pie de derrumbe.
- Podría afectar la trocha carrozable 15 m, con una nueva reactivación.



Figura 17. Tramo de la carretera, donde se observa el canal de riego de concreto; así como un poste de tendido eléctrico de concreto ubicado a 6 m del pie del derrumbe.

5.1.3. Sector Tukururi

El sector Tukururi se ubica entre las coordenadas UTM 8961608 N, 213690 E, se identificó un derrumbe y un deslizamiento antiguo; una en cada margen de la quebrada Quillipururi. A continuación, se describen los eventos:

Derrumbe: ubicado en la margen derecha de la quebrada Quillipururi, entre las coordenadas 8961578 N, 213613 E, con una de 3122 m s.n.m. presenta una escarpa 31 m de longitud, un ancho de 13 m, una distancia entre la escarpa y pie de 12 m. (figura 18)

○ **Características visuales del derrumbe**

El derrumbe identificado en el sector Tukururi, presenta las siguientes características:

- Estado de actividad: Activo
- Arranque: Talud rocoso fracturado compuesto por areniscas.
- Longitud de escarpa: 31 m
- Ancho del derrumbe: 13 m
- Tipo de rotura: Vuelco

- Desnivel entre la longitud de arranque y el pie del derrumbe: 12 m
- Forma de zona de arranque: Irregular, discontinua
- Características del depósito: Bloques colgados y aislados
- Tamaño de bloques: 1 a 3 m de diámetro

○ **Daños ocurridos y/o probables del derrumbe**

- De continuar el proceso, podría obstruir la vía en un tramo de 13 m. De obstruir la quebrada, su desembalse podría generar un huaico a futuro.
- Podría afectar vegetación característica de la zona.
- Podría afectar a animales y personas que transcurren por la quebrada.



Figura 18. Vista frontal del derrumbe, margen derecha de la quebrada Quillipururi.

Deslizamiento: Ubicado en la margen izquierda de la quebrada Quillipururi, es un deslizamiento de tipo rotacional antiguo, ubicado entre las coordenadas 8961640 N, 213562 E, con una cota de 3141 m s.n.m. este presenta una escarpa de 62 m de longitud, 42 m de ancho, saltos de 1.5 m y con distancia entre la escarpa y el pie de 28.5 m. (figura 19)

En el sector se observaron canales de riego; sin revestimiento, cabe indicar que discurre hacia un reservorio de 4X3 m (coordenadas UTM 8961644 N, 213599 E, con una cota de 3133 m s.n.m. el mismo que tampoco cuenta con revestimiento como se muestra en la figura 20, cabe indicar que este canal se desplaza por más de 100 m de longitud, ubicada en la ladera de la margen izquierda de la quebrada Quillipururi.

A 100 m al sur se identificó otro reservorio de 4X5 m, con profundidad de 4 m; también, se observó canales de riego, con un ancho de 40 cm y 35 de profundidad y una longitud aproximada de canal revestido de 80 m (figura 21).



Figura 19. Deslizamiento rotacional antiguo, ubicado en la margen izquierda de la quebrada Quillipururi, cubierta por vegetación.

○ **Características visuales del deslizamiento**

El deslizamiento antiguo identificado en el sector Tukururi, presenta las siguientes características:

- Longitud de escarpa: 62 m
- Forma de la escarpa principal: Elongada, irregular
- Superficie de rotura: Irregular.
- Salto de la escarpa, comprendido entre 1 m a 80 m, con dirección norte.
- Desnivel entre escarpa y pie: 28.5 m.
- Ancho del cuerpo del deslizamiento: 42 m.
- Tipo de avance: Ensanchándose.
- Volumen de depósito aproximado: 926.71 m²

○ **Daños ocurridos y/o probables del deslizamiento**

- Podría afectar parte de la quebrada en un tramo aprox. de 40 m
- Podría afectar el canal de riego rustico en un tramo aprox. de 30 m
- Afectará vegetación del sector (árboles, arbusto y pastos).



Figura 20. Vista del reservorio rustico, ubicado en la margen izquierda de la quebrada Quillipururi, el canal que deriva el agua hacia el reservorio rustico, que tampoco cuenta con revestimiento.



Figura 21. Tramos de canal de riego revestido, así como la presencia de un reservorio.

5.1.4. Sector Trancaruri

El sector Trancaruri se ubica entre las coordenadas UTM 8961296 N, 213267 E con una cota de 3215 m s.n.m., margen derecha de la quebrada Santa Rosa, se identificó procesos de erosión de ladera.

La erosión de ladera abarca un área de 9481.8 m² aprox. de la ladera, se ubicada en la margen derecha de la quebrada Santa Rosa, cabe indicar que la ladera está ocupada por árboles y cubierta vegetal. característico de la zona en la parte alta. (figura 22).



Figura 22. Vista con dirección al norte de la erosión de ladera, ubicado en la margen derecha de la quebrada Santa Rosa.

La formación de erosiones de ladera en esta área esta condicionada por varios factores:

- **Escorrentía superficial:** El agua de lluvia u otros flujos de agua corren por la superficie de la ladera, y en su trayecto erosionan y generan surcos con cárcavas, en este proceso arrastran limo arcilla.
- **Pendiente pronunciada:** La ladera tiene una pendiente $>25^\circ$, aumenta la velocidad del agua de escorrentía y por ende la erosión, lo cual acelera el proceso.

- Inestabilidad del terreno: La presencia de sedimentos coluvio-deluviales indica que el terreno ha experimentado procesos de movimiento de masas. La inestabilidad del terreno puede conducir a la formación de surcos o cárcavas a medida que los sedimentos son arrastrados y erosionados por la acción del agua.

Se identificó canales de riego, que cuentan con revestimiento de concreto, próximo al proceso de erosión de ladera, son canales por donde discurren agua en temporadas de estiaje según indican los pobladores de la zona.(figura 23). Los canales tienen 40 cm de ancho, 50 cm de alto y una longitud aproximada de 150 m.



Figura 23. Se identificó canales de riego con revestimiento de concreto, en un tramo aproximado de 150 m parte del canal cruza la quebrada santa rosa, en un tramo de 15 m. aprox. Entre las coordenadas N8961288 N, 213474 E,

○ **Características visuales de la erosión de ladera**

La erosión de ladera identificado en el sector Trancaruri, presenta las siguientes características:

- Estado de la actividad del movimiento: Reactivado
- Tipo de erosión: En cárcavas
- Dimensiones:
 - longitud: 150 m
 - Área: 9481.8 m²
- Terrenos dañados o afectados: Pastizales
- Pendiente: >25°

○ **Daños ocurridos y/o probables de la erosión de ladera**

- Podría afectar parte de la quebrada en un tramo: de 70 m aprox.
- Podría afectar un tramo del canal: 25 m
- Afectará vegetación del sector (árboles, arbusto y pastos)

5.1.5. Sector Ichic Uran

El sector Ichic Uran se ubica entre las coordenadas UTM 8960391 N, 212470 E, con una cota de 3316 m s.n.m.

En la margen derecha de la quebrada s/n se identificó un deslizamiento rotacional activo; presenta una escarpa con longitud tiene 54 m, saltos de 1.5 m, presenta un ancho que varía de 50 m a 62 m y la distancia entre la escarpa y el pie de 50 m (figura 24)



Figura 24. Vista al norte, donde se observó un deslizamiento rotacional reactivo, el cual afectó varios árboles de eucalipto, el material se depositó en la quebrada.

Se observó que, un tramo del camino de herradura, contaban con sacos térreos, lo cual que indica que el deslizamiento afectó un tramo del camino de herradura



Figura 25. Se observa (a) La escarpa del deslizamiento, algunos árboles caídos y otros por caer; b) Camino de herradura afectado por el deslizamiento, en un tramo de 10 m, así como tubería de agua potable, el mismo que pasaba por un costado del camino de herradura, actualmente se encuentra colgado.



Figura 26. Cerca del escarpe del deslizamiento se observan arboles inclinados y otros próximos a ceder.

○ **Características visuales del deslizamiento**

La erosión de ladera identificado en el sector Ichic Uran, presenta las siguientes características:

- Estado de la actividad del movimiento: Activado
- Longitud de escarpa: 54 m
- Forma de la escarpa principal: Elongada, continua
- Superficie de rotura: Irregular.
- Altura de arranque: 1 m.
- Salto de la escarpa, comprendido entre 1 m a 1.5 m, con dirección norte.
- Desnivel entre escarpa y pie: 50 m.
- Ancho del cuerpo del deslizamiento: 50 m a 62 m
- Tipo de avance: Progresivo
- Volumen de depósito aproximado: 6755 m²

○ **Daños ocurridos y/o probables del deslizamiento**

- Afectó un tramo de 10 m. del camino de herradura.
- Afectó árboles de eucalipto (10 unid aprox.)
- Podría afectar terreno de cultivo de maíz (16 m²)
- Podría continuar afectando el camino de herradura.

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 6:

Cuadro 6. Factores condicionantes de los procesos por movimientos en masa.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS
Litológico	• Intercalación de areniscas con lutitas, de la Formación Carhuaz, así como de las calizas de coloración gris de la Formación Santa. También se identificó depósitos cuaternarios compuestos por (coluviales y aluviales) • Geotécnicamente estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas (A3) y muy fracturada, con espaciamientos entre sí que varían entre 10 a 20 cm, con aberturas de 4mm y sin relleno visible.
Geomorfológico	• La subunidad geomorfológica de montañas en rocas sedimentarias y volcánica presenta laderas de pendiente fuerte (15°-25°) a muy escarpado (>45°), por lo cual son susceptibles a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y erosión de ladera. • Las subunidades de vertiente coluvio-deluvial, se originó por procesos de movimientos en masa, antiguos y/o recientes. Presenta terrenos de pendiente moderada (5°-15°) a fuerte (15°-25°). está asociada a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo deslizamiento, derrumbe y procesos de erosión de ladera. • La subunidad de terraza aluvial se presenta baja a media (5°-15°), geodinámicamente asociada a flujos.
Antrópico	• Riego de cultivos, generando inestabilidad en el terreno.

5.3. Factores desencadenantes

Corresponden a eventos naturales o antrópicos, que son la causa directa e inmediata de un peligro geológico. Entre ellos pueden estar, por ejemplo: los terremotos; las lluvias (lluvia acumulada de larga duración o lluvias intensas de corta duración); la excavación del pie de una ladera y la sobrecarga de una ladera. Los que se detallan en el cuadro 7:

Cuadro 7. Factores desencadenantes por movimientos en masa.

FACTORES	CARACTERISTICAS
Precipitaciones	Precipitaciones pluviales Intensas y/o excepcionales, principalmente entre los meses de diciembre a marzo.
Sismos	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.
Actividad antrópica	Riego por inundación de los terrenos de cultivo, están contribuyendo con la saturación de terreno, que conlleva a la inestabilidad del terreno.

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 zona de estudio está compuesta Intercalación de areniscas con lutitas, de la Formación Carhuaz, así como de las calizas de coloración gris de la Formación Santa, estas rocas se encuentran moderadamente meteorizadas y muy fracturada. También se tienen depósitos coluviales originados por deslizamientos y derrumbes, así como depósitos aluviales.
2. Geomorfológicamente, la zona de estudio presenta montañas en roca sedimentaria y volcánica con terreno de pendiente fuerte a muy escarpado (15° a $>45^\circ$), también se identificaron geoformas de tipo coluvio-deluvial con terrenos de pendiente moderada a fuerte (5° - 25°). Además, existen subunidades de terraza aluvial y fluvial con terreno de pendiente suave a moderada (1° - 15°).
3. Los peligros geológicos identificados, corresponden a movimientos en masa de tipo: deslizamientos, derrumbes y flujos, así como otros peligros geológicos como la erosión de ladera de tipo cárcava, se identificó:

En Collpa, un flujo de detritos no canalizado, el material que lo conforma es fino, presenta una longitud de arranque de 83 m, un ancho del evento 48 m, desnivel entre el arranque al pie es 410 m; abarcando un área aproximada de 3.05 ha.

Quillipururi, un derrumbe reactivado, arranque con longitud de 24 m, desnivel entre arranque y el pie del derrumbe es 42 m. Se aprecian bloques colgados y aislados con diámetro entre 10 a 30 cm.

Tucururi, un derrumbe activo, presenta un arranque de 31 m, un ancho de 13 m, desnivel entre el arranque al pie del derrumbe en 12 m. Se aprecian bloques colgados y aislados con diámetro de 1 m a 3 m. También, se identificó un deslizamiento rotacional antiguo, presenta una escarpa de forma elongada e irregular, con longitud de 62 m, el cuerpo un ancho promedio de 42 m, saltos de 1 a 1.8 m, con dirección al norte, entre el escarpe y piel deslizamiento se tiene un desnivel de 28.5 m; y un Volumen de depósito aproximado: 926.71 m^3

Trancaruri, erosión de ladera, abarca un área de 9481.8 m^2 aprox. de la ladera, se ubicada en la margen derecha de la quebrada Santa Rosa, que está poblada por árboles y cubierta vegetal característico de la zona. La ladera presenta pendiente alta a escarpada 15° a $>45^\circ$.

Ichic Uran, un deslizamiento rotacional activado; presenta una escarpa de forma elongada con longitud de 54 m, salto promedio de 1.5 m, ancho comprendido entre 50 m a 62 m, la distancia entre la escarpa al pie es 50 m. el depósito presenta un volumen de 6755 m^3

4. Los factores que condicionan la ocurrencia de peligros geológicos en los sectores evaluados son: a) intercalación de areniscas con lutitas y las calizas fracturadas que permite la infiltración de agua al subsuelo. b) depósitos cuaternarios, permite la fácil infiltración de agua y son de fácil erosión. c) montañas en rocas sedimentarias y volcánica con laderas de pendiente fuerte a muy escarpado (15° - 25°) que permite que el material inestable de la ladera se movilice cuesta abajo. La combinación de estos factores hace que el terreno sea inestable; al incrementarse las filtraciones de agua por el material o por la roca hay un incremento de peso de la masa inestable que, sumado con la pendiente del terreno, hace que la masa inestable que se encuentre sobre la superficie se desplace cuesta abajo. Las subunidades de vertiente coluvio-deluvial, se originó por procesos de movimientos en masa, antiguos y/o recientes, Presenta terrenos de pendiente moderada (5° - 15°) a fuerte (15° - 25°), y la subunidad de terraza aluvial se presenta baja a media (5° - 15°), geodinámicamente asociada a flujos de detritos.
5. Los factores desencadenantes para la ocurrencia de movimientos en masa de los de los sectores: Collpa, Tucururi, Quillipururi, Trancaruri e Ichic Uran, corresponden a lluvias ocurridas en los periodos lluviosos y la actividad antrópica (canales de riego sin revestimiento), riego por inundación.
6. Por las condiciones expuestas el área evaluada se considera como **Peligro Alto** ante la generación de deslizamientos, derrumbes y flujos, así como otros peligros geológicos como la erosión de ladera de tipo cárcava.

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) Sector Collpa:

- a) Prohibir la construcción de viviendas o nuevas infraestructuras dentro la quebrada.
- b) Prohibir la acumulación de desmonte y basura dentro de la quebrada.
- c) Es necesario realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce en las quebradas y ríos; asimismo establecer también periodos para la ejecución del mismo, siendo recomendable efectuarlas en épocas de estiaje
- d) Realizar una Evaluación del Riesgo de Desastres Originados por Fenómenos Naturales (EVAR), con la finalidad de identificar, analizar y determinar los niveles de riesgo ante fenómenos naturales para poder implementar medidas de prevención, mitigación y reducción de desastres, sirviendo como un instrumento clave para la toma de decisiones en la gestión del riesgo en gobiernos locales y regionales, protegiendo a la población y su entorno.
- e) Realizar charlas de sensibilización y concientización sobre el peligro al que se encuentran expuestos los pobladores del sector Collpa.

2) Sector Quillipururi:

- a) Mantenimiento periódico del canal de riego de concreto.
- b) Evitar el riego por inundación en el cuerpo del derrumbe.
- c) Construir sistemas de drenaje, como zanjas de coronación y drenaje tipo espina de pescado.
- d) Monitoreo del derrumbe en temporada de lluvias.
- e) Realizar charlas de sensibilización y concientización sobre el peligro al que se encuentran expuestos los pobladores del sector Quillipururi.

3) Sector Tucururi:

- a) Para el derrumbe, se recomienda que en temporadas de lluvia se evite el tránsito de personas y animales próximo al evento.
- b) Reforestar la ladera, con árboles característicos de la zona.
- c) Señalizar los sectores con el objetivo de evitar algún incidente.
- d) Evitar el riego por inundación en el cuerpo de los deslizamientos y derrumbes, principalmente.
- e) Para el deslizamiento, evitar el riego de cultivos próximo a la escarpa, con el objetivo de minimizar el avance del deslizamiento.
- f) Revestir el canal rustico, con el objetivo de evitar pérdida de agua, con ello se minimiza la saturación del suelo.
- g) Realizar charlas de sensibilización y concientización sobre el peligro al que se encuentran expuestos los pobladores del sector Tucururi.
- h) Monitoreo en temporada de lluvias del derrumbe y deslizamiento.

- 4) Sector Trancaruri
 - a) Es necesario realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce en la quebrada, del material deposita por la erosión de ladera.
 - b) En temporadas de lluvias monitorear la quebrada, ya que esta podría llevar material en forma de huaico hasta el sector de Santa Rosa.
 - 5) Sector Ichic Uran
 - a) Construir sistemas de drenaje, como zanjas de coronación y drenaje tipo espina de pescado, próximo a la escarpa del deslizamiento.
 - b) Prohibir el riego de cultivos, ubicados próximos al deslizamiento.
 - c) Cambiar de trazo del camino de herradura.
 - d) Prohibir la construcción de viviendas u otra infraestructura próximo al deslizamiento.
 - e) Considerar la colocación de señalética en vías de acceso y áreas en peligro, en el tramo de corte de carretera (indicar coordenadas), advirtiendo la posible reactivación del deslizamiento.
 - f) Realizar charlas de sensibilización y concientización sobre el peligro al que se encuentran expuestos los pobladores de Ichic Uran.
 - g) Evitar realizar cortes del talud, de realizarse deben ser con dirección técnica, para no generar inestabilidad.
- *Las recomendaciones estructurales deben ser realizados por profesionales especialistas en el rubro.*

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De la Cruz., S, Chacaltana., C, (2003) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Carhuaz (hoja 19-h). INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional (Escala 1:100 000), 14 p.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2156>
- Instituto Nacional de Defensa Civil. Dirección de Preparación (2017). Escenario sísmico para Lima Metropolitana y Callao: Sismo 8.8 Mw, 54 p
<https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201711231521471-1.pdf>
- Palacios, O., Sánchez, W., Herrera, F. (1995) - Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. (hojas: 17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-h, y 19-i). INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional (Escala 1:100 000), 61 p.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/182>
- 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>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2024) – SENAMHI. Disponible en:
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>
- Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.
- 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>

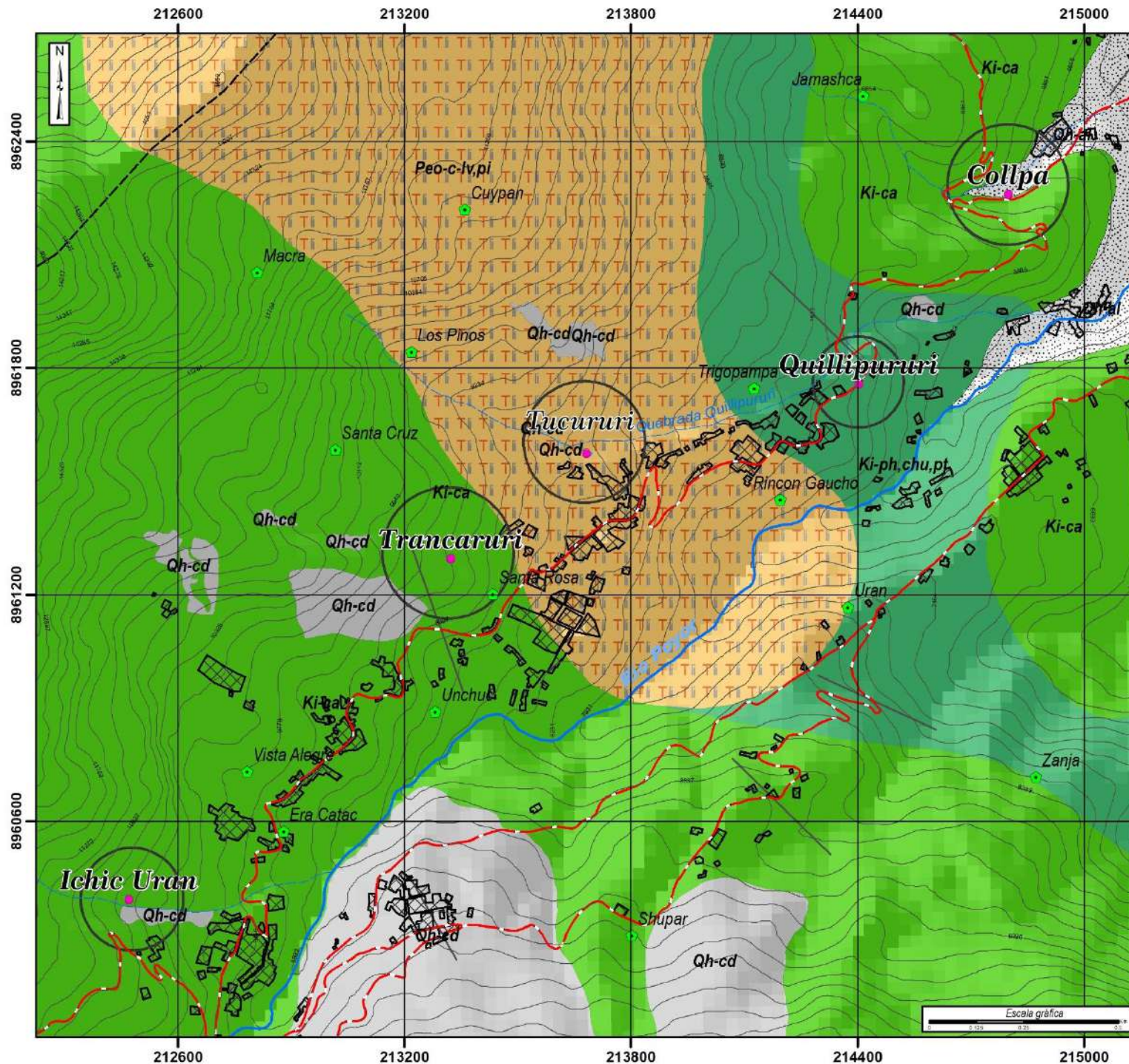
ANEXO 1: MAPAS

Mapa 1. Mapa geológico

Mapa 2. Mapa de pendientes de terreno

Mapa 3. Mapa geomorfológico

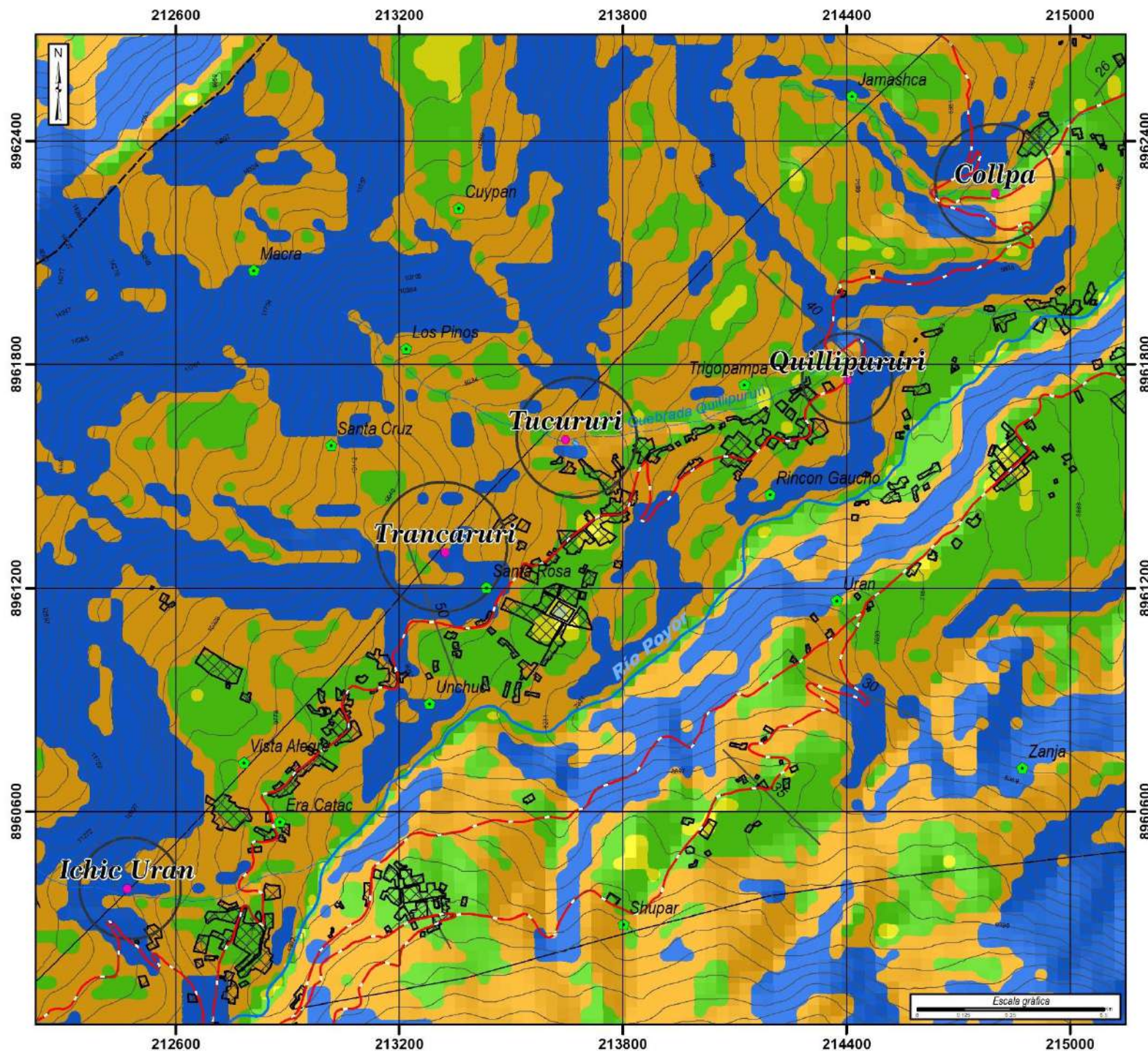
Mapa 4. Cartografía de peligros geológicos



LEYENDA		
Era	Sistema	Unidades litoestratigráficas
Cenozoico	Cuaternario	Qh-al Depósito aluvial
		Qh-cd Depósito coluvio-deluvial
Mesozoico	Cretáceo	Peo-c-lv,pi Grupo Calipuy - lavas, rocas piroclásticas
		Ki-ph,chu,pt Formación Pariahuanca, Chulec, Pariatambo
		Ki-ca Formación Carhuaz

89606060

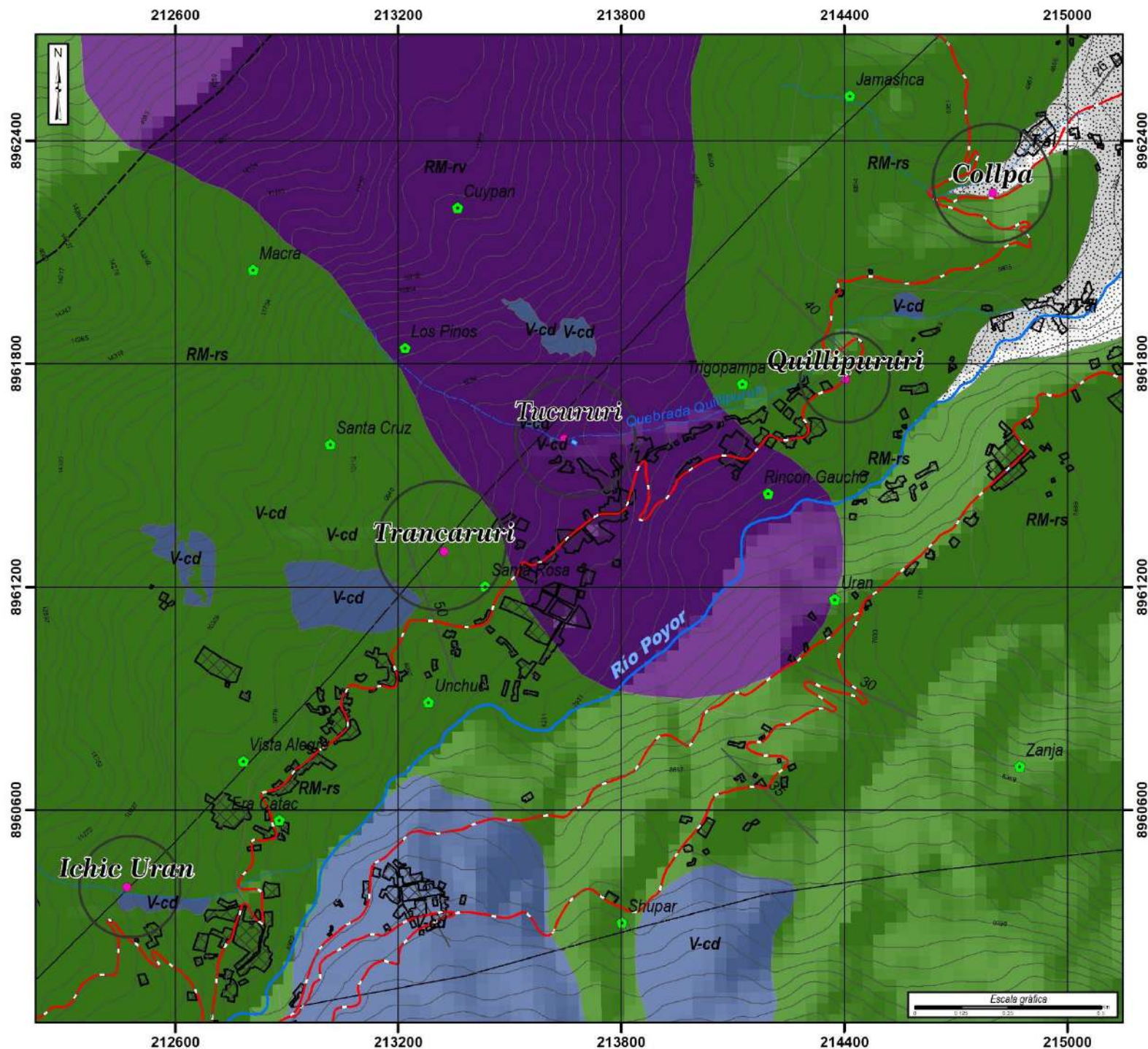
 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
DEPARTAMENTO: ÁNCASH	
PROVINCIA: CARHUAS	
DISTRITO: YUNGAR	
GEOLOGÍA DE LOS SECTORES: COLLPA, TUCURURI, QUILLIPURURI, TRANCARURI E ICHIC URAN	
Escala: 1/14,000	Elaborado por: Sosa, N.
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84	01
Versión digital 2025	
Impreso: Octubre, 2025	



SÍMBOLOS	
	Área de trabajo
	Centro poblado
	Quebrada
	Río
	Vía
	Catastro urbano
	Coordenadas (oficio)
	Curvas de nivel
	Límite distrital
	Falla normal
	Buzamiento

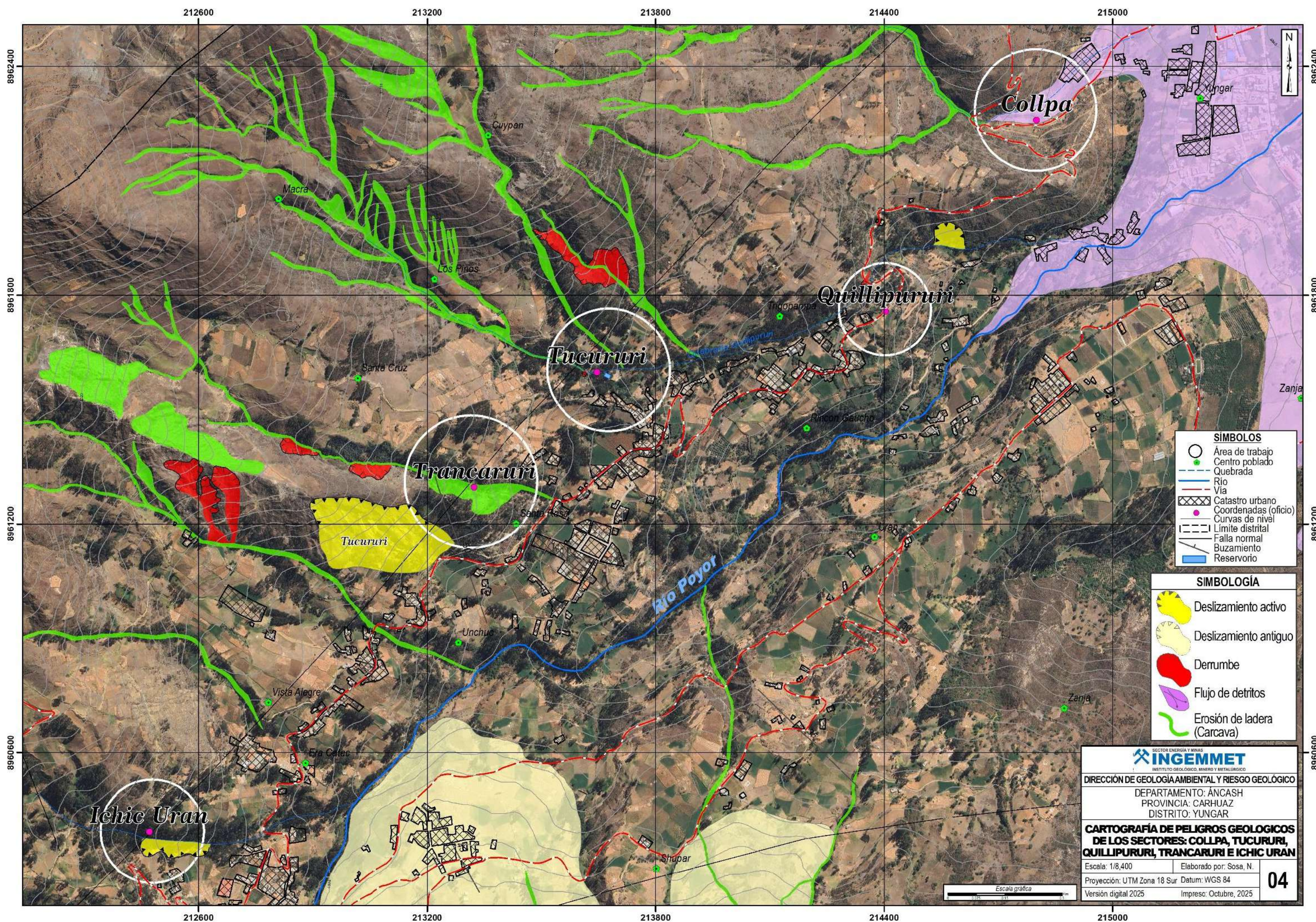
RANGOS DE PENDIENTE	
0° - 1°	Terreno llano
1° - 5°	Terreno inclinado con pendiente suave
5° - 15°	Pendiente moderada
15° - 25°	Pendiente fuerte
25° - 45°	Pendiente muy fuerte o escarpada
>45°	Terreno muy escarpado

 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO	
DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: CARHUAZ DISTRITO: YUNGAR	
PENDIENTE DE LOS SECTORES: COLPA, TUCURURI, QUILLIPURURI, TRANCARURI E ICHIC URAN	
Escala: 1/14,000	Elaborado por: Sosa, N.
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84	
Versión digital 2025	Impreso: Octubre, 2025



LEYENDA		
Unidad	Código	Unidades geomorfológicas
Montaña	RM-rs	Montaña en roca sedimentaria
	RM-rv	Montaña en roca volcánica
Vertiente o piedemonte	V-cd	Piedemonte coluvio-deluvial
	T-al	Terraza aluvial

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
DEPARTAMENTO: ANCASH PROVINCIA: CARHUAZ DISTRITO: YUNGAR	
GEOMORFOLOGÍA DE LOS SECTORES: COLLPA, TUCURURI, QUILLIPURURI, TRANCARURI E ICHIC URAN	
Escala: 1/14,000	Elaborado por: Sosa, N.
Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84	
Versión digital 2025	Impreso: Octubre, 2025



SIMBOLOS	
	Área de trabajo
	Centro poblado
	Quebrada
	Rio
	Vía
	Catastro urbano
	Coordenadas (oficio)
	Curvas de nivel
	Límite distrital
	Falla normal
	Buzamiento
	Reservorio

SIMBOLOGÍA	
	Deslizamiento activo
	Deslizamiento antiguo
	Derrumbe
	Flujo de detritos
	Erosión de ladera (Carcava)

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO

DEPARTAMENTO: ÁNCASH
PROVINCIA: CARHUAZ
DISTRITO: YUNGAR

**CARTOGRAFÍA DE PELIGROS GEOLOGICOS
DE LOS SECTORES: COLLPA, TUCURURI,
QUILLIPURUM, TRANCARURI E ICHIC URAN**

Escala: 1/8,400 Elaborado por: Sosa, N.

Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84

Versión digital 2025 Impreso: Octubre, 2025

04

