

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7268

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR FLUJO DE DETRITOS EN EL CENTRO POBLADO ACOCHACÁN

Departamento Huánuco
Provincia Ambo
Distrito San Francisco



JUNIO
2022

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR FLUJO DE DETRITOS EN EL CENTRO POBLADO ACOCHACÁN

(Distrito San Francisco, provincia Ambo, departamento Huánuco)

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

Equipo de investigación:

Ely Milder Ccorimanya Challco

Guisela Choquenaira Garate

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022) - *Evaluación de peligros geológicos por flujo de detritos en el Centro Poblado Acochacán. Distrito San Francisco, provincia Ambo, departamento Huánuco.* Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7268, 40 p.

CONTENIDO

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	5
1.3.1. Ubicación	7
1.3.2. Población	7
1.3.3. Accesibilidad.....	8
1.3.4. Clima	8
2. DEFINICIONES.....	9
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	11
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	11
3.1.1. Diorita del Batolito de Huánuco (KP-c-di)	11
3.1.2. Depósito coluvio - deluvial (Q-cd).....	12
3.1.3. Depósito proluvial (Q-pl).....	12
3.1.4. Depósito aluvial (Q-al)	13
3.1.5. Depósito fluvial (Q-fl)	13
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	14
4.1. Pendientes del terreno.....	14
4.2. Unidades geomorfológicas.....	14
4.2.1. Unidad de montañas.....	15
4.2.2. Unidad de piedemonte.....	15
4.2.3. Unidad de Planicies.	18
4.2.4. Unidad de Planicies inundables.....	18
5. PELIGROS GEOLÓGICOS	19
5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	19
5.1.1. Flujo de detritos en la quebrada Derrumbe de Gálvez	19
5.2. Análisis de perfil Transversal:	30
5.3. Factores condicionantes.....	31
5.4. Factores desencadenantes.....	31
6. CONCLUSIONES	32
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXO 1: MAPAS	35
ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	40

RESUMEN

El presente informe, es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el centro poblado Acochacán, perteneciente al distrito de San Francisco, provincia Ambo, departamento de Huánuco. 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 actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología, en los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

El substrato rocoso que afloran en la zona evaluada y alrededores, corresponden a rocas intrusivas dioríticas, ligeramente meteorizadas y muy fracturadas, con espaciamientos de 0.10 m a 0.15 m. Esta unidad está cubierta por depósitos coluvio-deluviales, compuestos por gravas y bloques comprendidos entre 2 cm a 40 cm, de formas angulosas a subangulosas, en matriz limo-arenosa; y depósitos proluviales, compuestos por bloques de roca intrusiva con diámetro hasta de 3.10 m, y gravas, envueltas en matriz areno limosa; estos depósitos se presentan inconsolidados.

El contexto geomorfológico está definido por montañas modeladas sobre rocas intrusivas, cuyas laderas poseen pendientes muy fuertes (25°- 45°) y muy escarpadas (>45°). El abanico proluvial, ha formado superficies con inclinaciones entre 1° - 10°.

En la quebrada denominada Derrumbe de Gálvez, anualmente ocurre al menos cuatro eventos de flujos de detritos de diferentes magnitudes y alturas de avenidas, de acuerdo a la cantidad de material de aporte dispuesto en el cauce de la quebrada.

En marzo del año 2019, ocurrió un huaico (flujo de detritos), que alcanzó una altura de 6 m en el cauce de quebrada, depositándose en el abanico, con altura de 1 m; ello colapsó 2 viviendas y afectó un miniván. El presente año 2022, han ocurrido 4 eventos que alcanzaron alturas de 3.6 m, 2.0 m, 1.8 m y 1.0 m respectivamente, que se evidenciaron en el ápice de la quebrada (354394 E, 8861529N).

El factor detonante de estos fenómenos corresponde a las intensas y/o prolongadas lluvias registradas en la zona, con umbrales de 39.2 mm por día, coadyuvados y sumados a ellos los factores de sitio como: substrato rocoso muy fracturado, presencia de suelos inconsolidados de fácil erosión y remoción, laderas con pendientes muy fuertes (25°-45°) a muy escarpados (>45°), y surgencia de aguas subterráneas.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas mencionadas anteriormente, el centro poblado Acochacán, se considera de **Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de flujo de detritos, susceptibles a ser reactivados con lluvias intensas y/o prolongadas.

Finalmente, se brinda recomendaciones que se consideran importantes para que las autoridades competentes tomadores de decisiones pongan en práctica en el área evaluada con la finalidad de minimizar las ocurrencias de daños que pueden ocasionar el flujo de detritos.

1. INTRODUCCIÓN

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

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital de San Francisco, Oficio N° 137-2020-A-MDSF-A; en el marco de nuestras competencias se realizó la evaluación de peligros geológicos, de movimientos en masa, tipo flujo de detritos, que ocurrieron al menos cuatro veces en temporadas de precipitaciones pluviales anualmente.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designaron a la Ing. Guisela Choquenaira Garate y geóloga Ely Ccorimanya Chalco, realizar la evaluación de peligros geológicos en el sector previamente mencionado, llevada a cabo los días 02 y 03 de mayo del año 2022, en coordinación con representantes de la Unidad de Defensa Civil de la Municipalidad Distrital de San Francisco y representantes del Centro Poblado Acochacán.

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

Este documento técnico se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de San Francisco, Gobierno Regional de Huánuco y entidades encargadas de la gestión del riesgo de desastres, donde se proporcionan resultados de la evaluación y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastre, a fin de que sea un instrumento para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar, tipificar y caracterizar el peligro geológico que ocurre en la zona
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros.
- c) Proponer alternativas de prevención, reducción y mitigación ante el peligro geológico identificado en trabajo de campo.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

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

- A) En el boletín de **Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco** de la Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, elaborado por Zavala & Vélchez. (2006), en el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa a escala de análisis (1:300 000.), se caracteriza al área de estudio con susceptibilidad alta (figura 1).

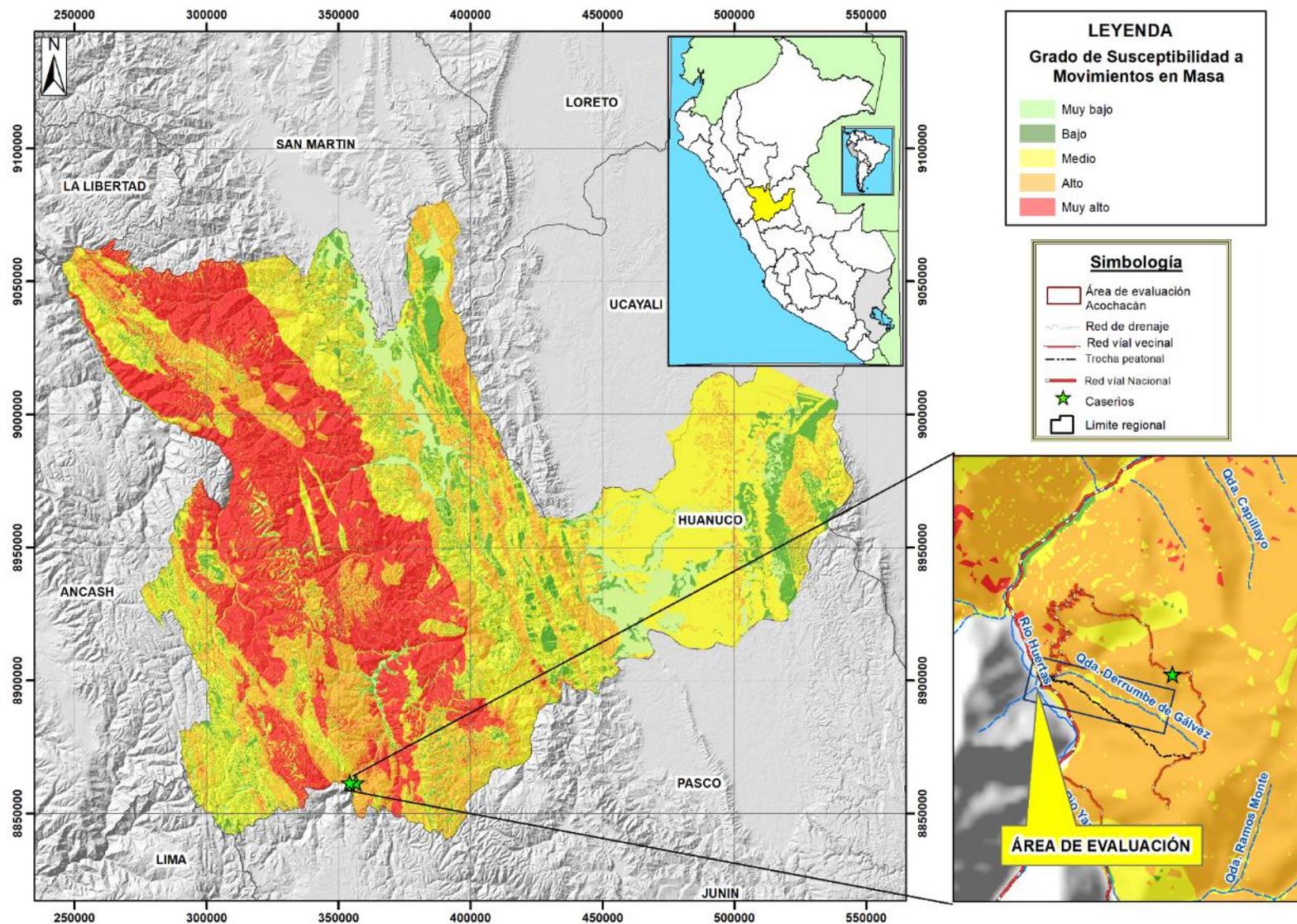


Figura 1. Susceptibilidad a movimientos en masa del Centro Poblado Acochacán. Fuente: Zavala & Vílchez, 2006

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El centro poblado Acochacán, políticamente pertenece al distrito San Francisco, provincia Ambo, departamento de Huánuco (figura 2). Cuenta con las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 s) mostradas en el cuadro 1:

Cuadro 1. Coordenadas del área de evaluación Centro Poblado Acochacán

N°	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	354000	8863000	-10.278838°	-76.333210°
2	358000	8863000	-10.278987°	-76.296690°
3	358000	8860000	-10.306102°	-76.296801°
4	354000	8861000	-10.296915°	-76.333286°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
C	354334	8861504	-10.292372°	-76.330217°

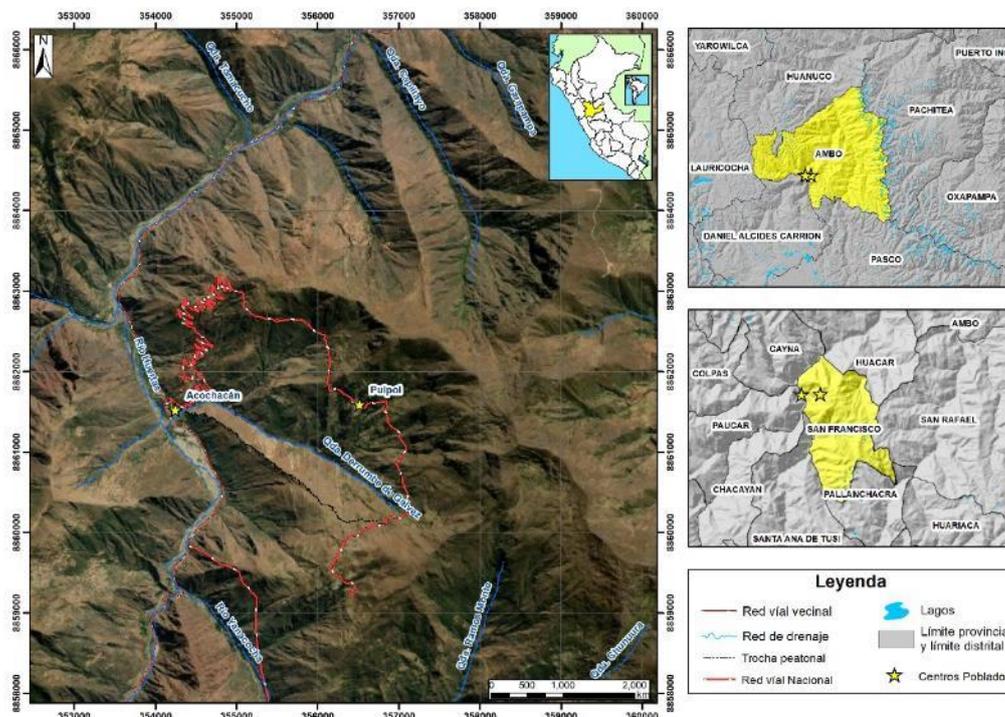


Figura 2. Ubicación del área de evaluación – Centro poblado Acochacán.

1.3.2. Población

De acuerdo al directorio nacional de Centros Poblados, Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, el Centro Poblado Acochacán cuenta con 109 habitantes, distribuidos en 51 viviendas.

DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO									
CÓDIGO	CENTROS POBLADOS	REGIÓN NATURAL (según piso altitudinal)	ALTITUD (m s.n.m.)	POBLACIÓN CENSADA			VIVIENDAS PARTICULARES		
				Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas 1/	Desocupadas
0215	TURUCASHA	Quechua	3 030	-	-	-	1	1	-
0216	CHULLIN	Quechua	3 395	-	-	-	2	-	2
0217	ROSA PATA	Quechua	3 215	2	1	1	4	4	-
0218	PACUSH	Quechua	2 994	23	12	11	11	9	2
100206	DISTRITO SAN FRANCISCO			1 561	794	767	845	655	190
0001	MOSCA	Suni	3 521	371	192	179	194	166	28
0002	UCHUCYACU	Yunga fluvial	2 278	59	31	28	24	24	-
0003	SOGO	Quechua	3 048	15	9	6	6	6	-
0004	BUENOS AIRES	Yunga fluvial	2 298	-	-	-	2	-	2
0005	SHIGUINTUYOG (SHAUYONUINTO)	Yunga fluvial	2 299	-	-	-	1	1	-
0006	ACOHACAN (PACUYA)	Quechua	2 361	109	54	55	53	51	2
0007	CHURRIAS	Quechua	2 771	1	1	-	1	1	-
0008	HUACA CORRAL	Quechua	2 740	-	-	-	4	1	3
0009	PULPOL	Quechua	3 309	47	22	25	26	26	-
0010	JIRCAN PATA	Quechua	3 434	78	36	42	33	33	-
0011	SAN ANTONIO DE QUIRCAN	Quechua	3 417	110	57	53	52	50	2
0012	MUÑAURA (UÑAURA)	Suni	3 589	-	-	-	2	-	2
0013	RUMICHACA	Suni	3 892	5	4	1	2	1	1
0014	RANRAMAYO	Quechua	3 332	29	20	9	13	12	1
0015	ACOHINCHAN	Quechua	3 303	-	-	-	1	-	1

Figura 3. Población Censada por centros poblados.

Fuente: INEI. Censo Nacional 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas

1.3.3. Accesibilidad

El acceso a Acochacán se realiza desde la ciudad de Lima por vía terrestre, mediante las siguientes rutas mencionadas en el cuadro 2:

Cuadro 2. Rutas y accesos

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Lima – Ambo	Carretera asfaltada	350	9 horas
Ambo – Centro Poblado Acochacán	Carretera asfaltada y trocha	30	1 hora y 45 minutos

1.3.4. Clima

Según el Mapa de Clasificación Climática de Thornthwaite (SENAMHI, 2020), el centro poblado Acochacán, se encuentra dentro de dos tipos de clima, lluvioso con otoño e invierno seco, con ambiente frío y húmedo.

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 último periodo 2018-2022, fue de 39.2 mm (figura 4). Cabe recalcar que las lluvias son abundantes en los periodos (diciembre a marzo).

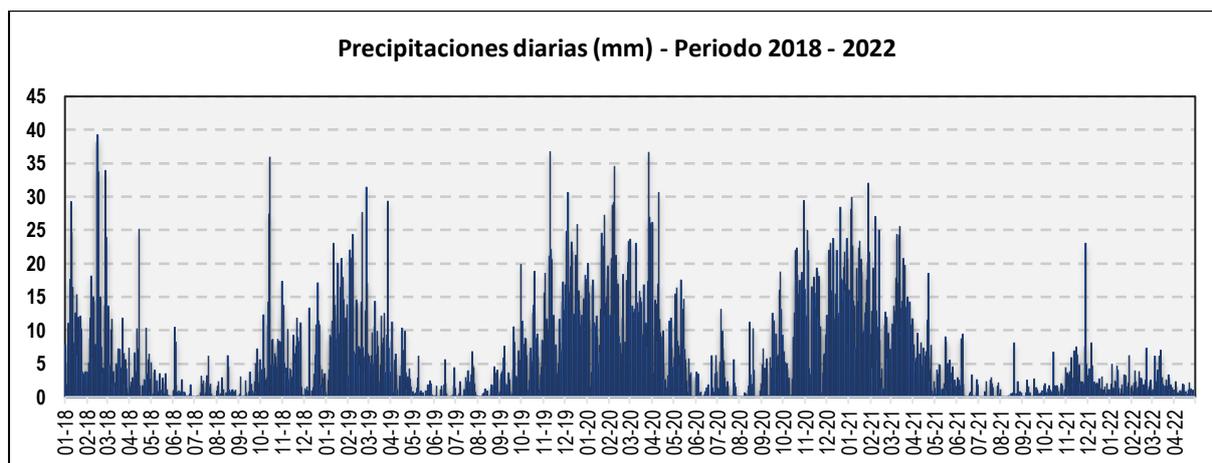


Figura 4. Precipitaciones máximas diarias en mm, distribuidas a lo largo del periodo 2018-2022. La figura permite analizar la frecuencia de las anomalías en las precipitaciones pluviales que inducen a la ocurrencia de procesos de movimientos en masa. **Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>

La temperatura en la zona de estudio oscila entre un máximo de 21 °C en verano y un mínimo de -5 °C en invierno (figura 5), y humedad promedio de 74.15 % durante casi todo el año, (Servicio aWhere).

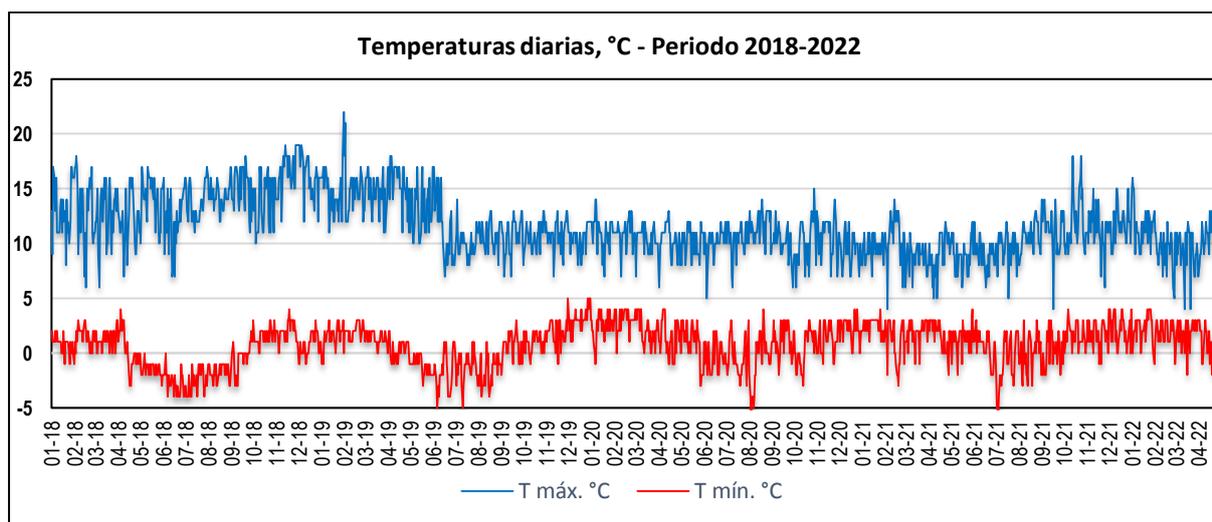


Figura 5. Temperaturas máximas y mínimas diarias, distribuidas a lo largo del periodo 2018-2022. La figura permite analizar a partir de datos históricos, la variedad, saltos extremos de temperatura, duración y regularidad. **Fuente:** Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>

2. DEFINICIONES

Considerando que el presente informe de evaluación técnica está dirigido a las autoridades, personal no especializado y tomadores de decisiones que no son necesariamente geólogos; es por ese motivo que se desarrolla algunas definiciones relevantes, 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)

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

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

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

Corona: Zona adyacente arriba del escarpe principal de un deslizamiento que prácticamente no ha sufrido desplazamiento ladera abajo. Sobre ella suelen presentarse algunas grietas paralelas o semi paralelas conocidas como grietas de tensión o de tracción

Deslizamientos: Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla. 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).

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.

Erosión: Parte del proceso denudativo de la superficie terrestre que consiste en el 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 con las formas dejadas en el terreno afectado se clasifica como erosión en surcos, erosión en cárcavas y erosión laminar.

Escarpe, sin.: (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.

Formación geológica. Es una unidad litoestratigráfica formal que defino cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

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.

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.

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 o amenaza geológica: 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.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La caracterización de los aspectos geológicos (mapa 1) se realizó tomando como base el mapa de la memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Ambo (21-k), a escala 1/100 000, elaborado por Zapata et al., (2003). Además, se realizó trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotos aéreas y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas aflorantes en el área evaluada (mapa 1), están conformadas por rocas intrusivas del Batolito de Huánuco, depósitos coluvio-deluviales, proluviales, aluviales y fluviales. La descripción se desarrolló en base a la información de Zapata et al., (2003).

3.1.1. Diorita del Batolito de Huánuco (KP-c-di)

Roca intrusiva que aflora en el área de estudio, se caracterizan por presentar una textura granular holocristalina, donde predominan las plagioclasas, este cuerpo intrusivo se encuentra controlada por la falla Chaulán-Rondoni. Presentan una resistencia moderada (estimada manualmente con el martillo de geólogo), muy fracturada (F4) con espaciamientos próximas entre sí (0.10 m – 0.15 m) y ligeramente meteorizada (A2), es decir existe decoloración en la roca y en superficies de discontinuidades (fracturas) (figura 6).



Figura 6. Afloramiento de roca diorita del batolito de Huánuco, con coordenadas UTM (WGS 84): 357011 E; 8860778 N a 3350 m s.n.m.

3.1.2. Depósito coluvio - deluvial (Q-cd)

Agrupación de depósitos de origen gravitacional, acumulados en la vertiente o márgenes del valle; constituyen escombros de laderas que cubren parcialmente a los afloramientos del Batolito de Huánuco.

Estos depósitos se originan por eventos de deslizamientos, grandes y pequeños derrumbes. Está compuesto por fragmentos de roca comprendidos entre 2 cm a 40 cm, son de formas angulosas a subangulosas, conformados por dioritas, envueltas en una matriz limo-arenosa, poco consolidado, en algunos sectores se encuentra saturado por las surgencias de aguas subterráneas que afloran en las laderas de la quebrada denominada como Derrumbe de Gálvez. (fotografía 1).



Fotografía 1. Depósitos coluvio-deluviales ubicados sobre la vía Pulpol – C.P. Mosca, con coordenadas UTM (WGS 84): 357039 E; 8860198 N.

3.1.3. Depósito proluvial (Q-pl)

Los depósitos proluviales se originan a partir de los depósitos de flujos, por la existencia de material detrítico suelto acumulado y cuando ocurren precipitaciones pluviales intensas se saturan, pierden su estabilidad y se movilizan torrente abajo por las quebradas. El material inconsolidado, está conformado por fragmentos de rocas con diámetros que varían de 5 cm hasta bloques de 3.10 m de diámetro, son de formas angulosas a subangulosas, envueltos en una matriz areno limoso (fotografía 2).



Fotografía 2. Depósito proluvial (Q-pl), ubicado en la quebrada Derrumbe de Gálvez, discurre en dirección SE-NW.

3.1.4. Depósito aluvial (Q-al)

Los depósitos aluviales están compuestos por una mezcla de fragmentos heterométricos (bolos, gravas, arenas, etc.), de regular a buena selección; son subangulosos a subredondeados, transportados por la corriente de los ríos y quebradas a grandes distancias. Finalmente, son depositadas en los márgenes de los ríos formando terrazas (figura 7).

3.1.5. Depósito fluvial (Q-fl)

Constituyen los materiales ubicados en el cauce del río Huertas y llanuras inundables. Están constituidos por cantos y gravas subredondeadas a redondeadas en matriz areno-limosa, son depósitos poco consolidados, fácilmente removibles (figura 7).



Figura 7. Vista del depósito aluvial (Q-al), enmarcado en líneas amarillas y depósito fluvial (Q-fl) enmarcada en líneas rojas, ubicados en el lecho del río Huertas que discurre en dirección SE-NW.

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; ya que actúa como uno de los factores condicionantes y dinámico en la generación de movimientos en masa.

En el mapa 02, se presenta el mapa de pendientes de la zona de estudio y alrededores elaborado en base a la información producto de imagen ALOS PALSAR, DEM con 12.5 de resolución.

Se consideraron 6 rangos de pendientes que varían de: 0°-1° (considerados terrenos llanos); 1° a 5° (terrenos inclinados con pendiente suave); 5° a 15° (pendiente moderada); 15° a 25° (pendiente fuerte); 25° a 45° (pendiente muy fuerte a escarpado); finalmente, mayor a 45°, denominado como terreno muy escarpado.

La pendiente promedio que circunda las laderas a la quebrada Derrumbe de Gálvez, varía de 35° a > 45°, caracterizados de muy fuerte hasta muy escarpado (mapa 2).

4.2. Unidades geomorfológicas

La caracterización de las unidades y subunidades geomorfológicas en el área de estudio se realizó utilizando el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve.

Asimismo, para la delimitación de las subunidades geomorfológicas, se consideró los límites de las unidades litoestratigráficas (substrato rocoso y depósitos superficiales).

En el mapa 3, se presentan las subunidades geomorfológicas modeladas y conformadas en el área de evaluación.

4.2.1. Unidad de montañas

Las montañas, presentan la mayor distribución en la zona de evaluación; son geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local (citado por Villota, 2005) donde se reconocen cumbres y estribaciones producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza. Se encuentran conformadas por alineamientos constituidos principalmente de rocas intrusivas.

Dentro de esta unidad se tienen las siguientes subunidades.

Montaña en roca intrusiva (RM-ri)

Esta subunidad geomorfológica corresponde a relieve moldeado en roca intrusiva del Batolito de Huánuco, conformado por dioritas (figura 8).

Debido a la forma del terreno mixto (cóncavo y convexo) las pendientes de la ladera de las montañas varían principalmente de muy fuertes ($25^\circ - 45^\circ$) a muy escarpados ($>45^\circ$).

En la zona de evaluación, geodinámicamente se encuentra activa, asociado a movimientos en masa de tipo deslizamientos, derrumbes y erosión de laderas en cárcava.



Figura 8. Subunidades geomorfológicas conformadas por montaña en roca intrusiva (RM-ri)

Fuente: Imagen tomada con dron Mavic

4.2.2. Unidad de piedemonte

Corresponde a la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afecta las unidades de montaña, generalmente se encuentran en las laderas y piedemontes, aquí se tienen:

Piedemonte o vertiente coluvio-deluvial (V-cd)

Corresponde a los paisajes originados por procesos gravitacionales, varían de pequeños a grandes dimensiones, detonados por la pendiente y lluvias excepcionales.

Agrupar depósitos de piedemonte de origen gravitacional y fluvio-gravitacional, acumulado en las vertientes o márgenes del valle; en muchos casos, son resultado de una mezcla de ambos, constituyendo escombros de laderas que cubren parcialmente los afloramientos de dioritas del batolito de Huánuco.

Esta subunidad en el área de evaluación corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa (derrumbes antiguos y derrumbes recientes), así como a las acumulaciones de material fino y detrítico movilizadas por escorrentía superficial, los que se acumulan lentamente en las laderas (figura 9).

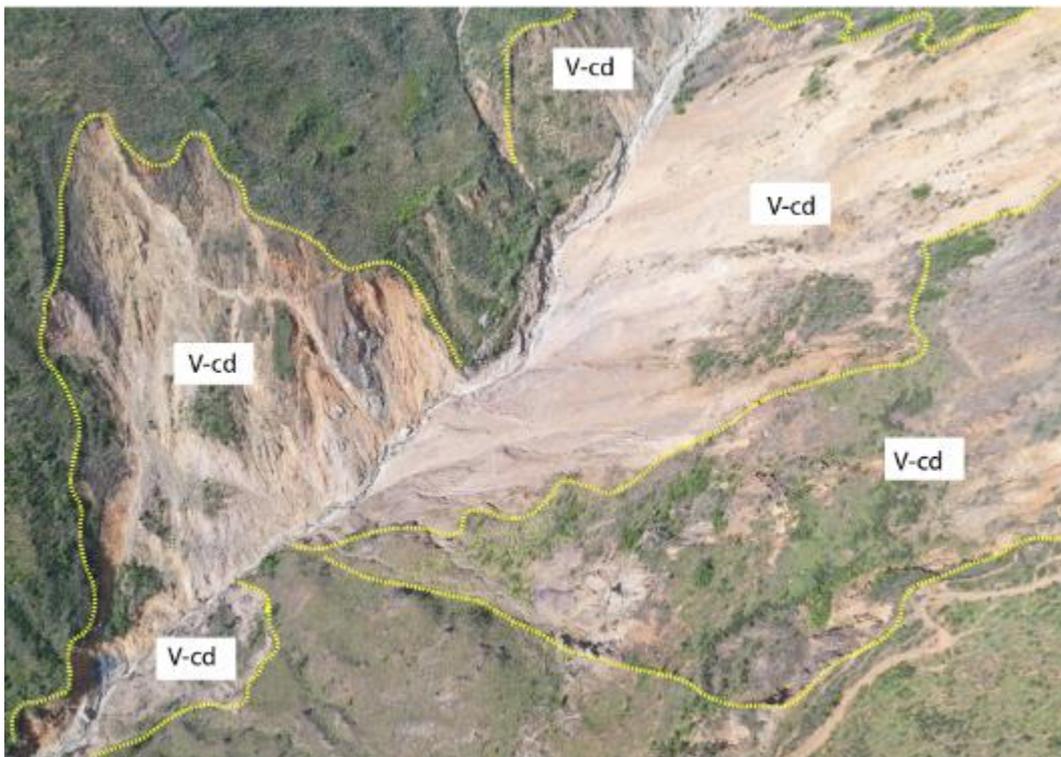


Figura 9. Vista de las subunidades geomorfológicas conformadas por piedemonte coluvio-deluvial (V-cd), enmarcado en líneas amarillas, se encuentran distribuidos a lo largo de las laderas que circundan la quebrada Derrumbe de Gálvez.

Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)

Corresponde a zonas de acumulaciones en laderas originadas por procesos de movimientos en masa de tipo deslizamientos antiguos y recientes. Generalmente su composición litológica es heterogénea; con materiales poco consolidados de corto a mediano recorrido. Cuya morfología es usualmente convexa y su disposición es semicircular en relación con la zona de arranque del deslizamiento (figura 10).

Estas geofomas se observaron como cuerpos de deslizamientos antiguos y reciente depositadas a la margen derecha de la quebrada Derrumbe de Gálvez y alrededores del centro poblado Acochacán, donde las pendientes van desde muy fuerte a muy escarpado.

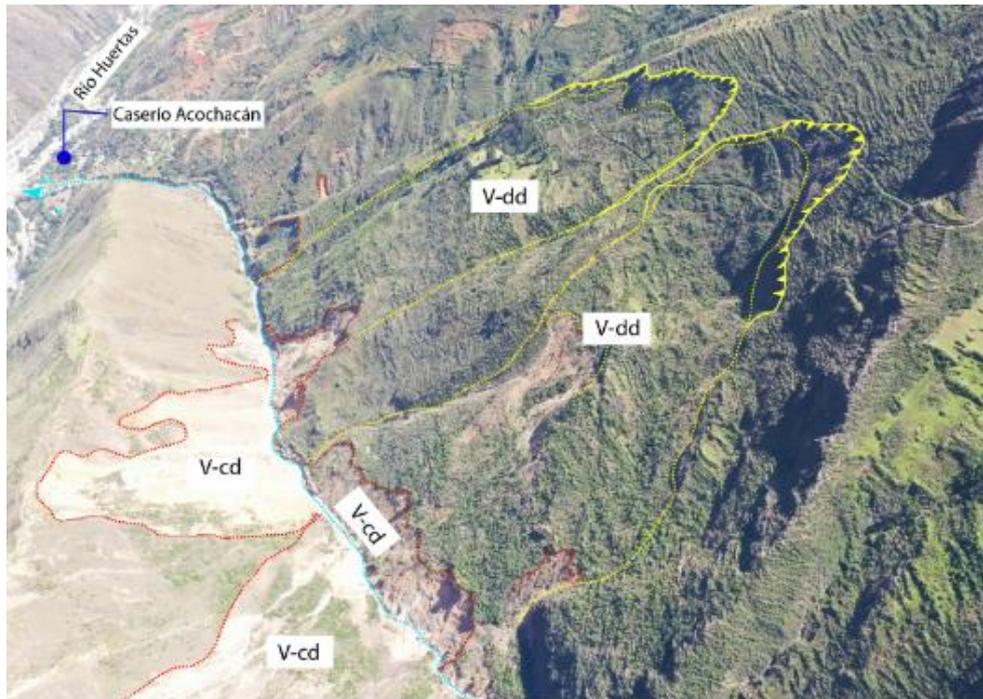


Figura 10. Vista de la subunidad geomorfológica, vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd), corresponde al cuerpo de deslizamientos antiguos y recientes y piedemonte coluvio-deluvial (V-cd).

Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)

Son el resultado de la acumulación de material movilizado a manera de flujos, modifican localmente la dirección de los cursos de ríos y se ubican en las desembocaduras de quebradas hacia los ríos principales.

En la zona de estudio, se pudo identificar antiguos y recientes depósitos de flujos en el cauce de la quebrada Derrumbe de Gálvez que discurre en dirección SE-NW y en la desembocadura de la quebrada se identificaron en forma de conos deyectivos (figura 11).



Figura 11. Subunidades geomorfológicas conformadas por Vertiente aluvio-torrencial (P-at), se emplazan en el cauce y desembocadura de la quebrada Derrumbe de Gálvez.

Fuente: Fotografía tomada con Dron.

4.2.3. Unidad de Planicies.

Esta unidad es de origen depositacional, presentan una pendiente menor a los 10°, en la zona de evaluación se diferenció una terraza aluvial.

Terraza aluvial (T-al)

Corresponde a superficies de morfología plana de origen aluvial, con pendientes suaves a moderadas de 1° a 15°.

Sobre esta subunidad, se asientan viviendas y terrenos de cultivos (figura 12).

4.2.4. Unidad de Planicies inundables.

Llanura o planicie inundable (PI-i)

Una llanura de inundación es la superficie aluvial adyacente a un curso fluvial y que frecuentemente suele inundarse. Están constituidas por depósitos que los ríos movilizan por excavación de los canales o por migración lateral (Bridge, 2003).

En la zona de evaluación, esta subunidad geomorfológica se distribuye en los márgenes del río Huertas, el cual discurre en dirección SE-NW (figura 12).



Figura 12. Vista de subunidades geomorfológicas conformadas por Terraza aluvial (T-al) enmarcado en líneas celeste y llanura o planicie inundable (PI-i), enmarcado en líneas rojas, se emplazan en las márgenes del río Huertas.

Fuente: Fotografía tomada con Dron.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

5.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

La caracterización de los eventos geodinámicos, se realizó sobre la base de la información recabada durante los trabajos de campo, donde se identificó el tipo de peligro, los factores condicionantes basado en la observación y descripción morfométrica in situ; de igual modo se toma puntos GPS, fotografías del terreno y el levantamiento fotogramétrico con dron, a partir del cual se obtuvo un modelo digital de terreno y un ortomosaico, con una resolución de 0.108 y 0.054 cm/pixel respectivamente, complementada con la fotointerpretación de las imágenes satelitales.

La quebrada denominada “Derrumbe de Gálvez”, se ubica a 40 m al este del centro poblado Acochacán, presenta una geodinámica activa, representada por deslizamientos antiguos y reactivados, derrumbes antiguos y reactivados, flujos de detritos antiguos y recientes.

Cabe mencionar que, según estudios de Zavala & Vílchez, 2006, la zona presenta alta susceptibilidad a movimientos en masa.

A continuación, se describen los principales eventos identificados y evaluados:

5.1.1. Flujo de detritos en la quebrada Derrumbe de Gálvez

Según testimonios de los pobladores, en marzo del 2019, a horas 11 a.m. a consecuencia de las lluvias intensas registradas en la zona, la quebrada Derrumbe de Gálvez se activó y generó un flujo de detritos, que llegó a ingresar 100 m por la margen derecha del cauce, con dirección a la vía principal Ambo – Yanahuanca, donde colapsaron 2 viviendas, arrastró 01 miniván que circulaba por la vía y llegó a transportar bloques de hasta 10 m de diámetro.

En las laderas de la quebrada Derrumbe de Gálvez, se presentan derrumbes, deslizamientos y erosión de laderas (figura 13).



Figura 13. Vista con dirección NE aguas arriba de la quebrada Derrumbe de Gálvez, donde se observa la dinámica activa que existe en las laderas en ambas márgenes de la quebrada.

Fuente: Fotografía tomada con Dron.

En la figura 14, se observa 3 imágenes satelitales multitemporales de los años 2011, 2014 y mayo 2022, que muestran, la evolución de los procesos de flujos, registrándose con mayor magnitud en el año 2019, donde el evento alcanzó una altura de 6 m (según información corroborada por versión de los pobladores).



Figura 14. Vista de imágenes satelitales multitemporales, donde se observa el proceso de flujo de detritos.

Cabe mencionar que anualmente en periodo de lluvias, la quebrada se reactiva en promedio 4 veces (según testimonio de los pobladores).

Teniendo así, para el presente año 2022, los siguientes acontecimientos:

- Primer evento: Ocurrió la primera semana de febrero, cuyo flujo alcanzó 3.60 m de altura (figura 15).
- Segundo evento: Ocurrió la segunda semana de febrero, cuyo flujo alcanzó 2 m de altura.
- Tercer evento: Ocurrió a fines del mes de febrero, cuyo flujo alcanzó 1.80 m de altura (figura 15).
- Cuarto evento: Ocurrió el 06 de marzo, el cual alcanzó 1 m de altura.

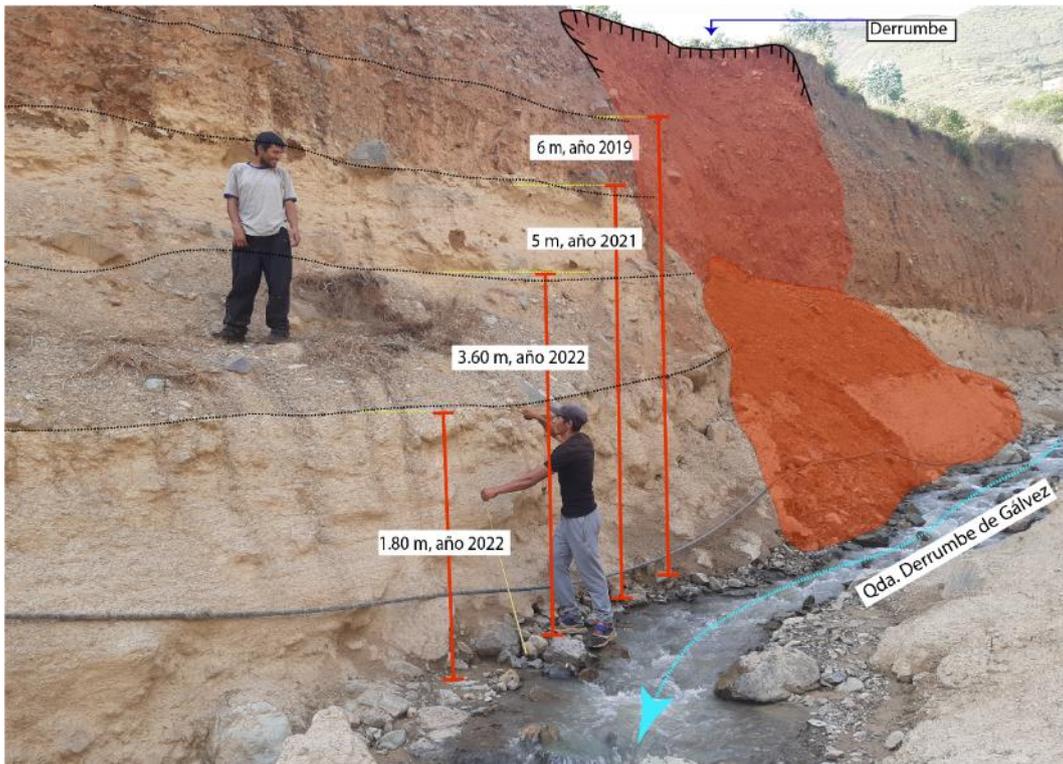


Figura 15. Vista de las huellas que dejó los flujos de detritos, suscitados en diferentes años, dentro del cauce de la quebrada Derrumbe de Gálvez, ubicado con coordenadas 354394 E, 886529 N y 2413 m s.n.m.

Debido a la recurrencia de este evento, a partir del punto con coordenadas 354382 E, 8861517 N, con 2419 m, los pobladores en forma comunal realizan la limpieza anualmente, arrojando el material en ambas márgenes del cauce, formando barreras de contención de forma artesanal, con el fin de proteger la población y encausar el flujo de detritos. Este muro está compuesto de material detrítico que acarrió la quebrada Derrumbe de Gálvez en años pasados (figura 16).



Figura 16. Vista de las barreras de contención con 2.5 m de altura, producto del material arrimado en ambas márgenes del cauce del flujo de detritos.

Características visuales del evento

El flujo de detritos recorrió aproximadamente 3 km desde la zona de arranque hasta la desembocadura en el río Huertas. En su trayecto profundiza y erosiona el lecho de la quebrada.

Características y dimensiones:

- Estado de la actividad: Activo.
- Depósito: Cono / abanico.
- Material: Heterogéneo y heterométrico.
- Flujo de material: canalizado.
- Tamaño de clastos: Bloq/Bol (30%), Gr (35%), Ar/Lim (35%).
- La quebrada presenta múltiples eventos anualmente en temporada de lluvias

El flujo de detritos corresponde a un material inconsolidados a poco consolidado (depósitos de flujos de detritos antiguos), conformado por bloques de formas sub angulosos a angulosos, con diámetros que varían de 0.10 a 0.50 m envueltos en una matriz fina, permeable limo arenoso. Los flujos de detritos antiguos transportaron bloques de 1.10 m a 5 m de longitud, depositados en ambas márgenes del cauce de la quebrada (fotografías 3 y 4).



Fotografía 3: Vista de bolones y gravas englobados en una matriz areno-limoso, depositados en la desembocadura de la quebrada Derrumbe de Gálvez.



Fotografía 4. Vista de los bloques de 1.20 m, 3 m de longitud, depositados en las márgenes del cono/abanico del flujo de detritos.

Cabe mencionar que, el año 2008 se construyó un muro de contención de concreto (ubicado con coordenadas UTM: 354291 E, 8861448 N), con una longitud de 5 m y 2.6 m de altura en la margen

derecha del cauce del flujo de detritos; el cual fue destruido por un huaico en el mes de diciembre del mismo año (fotografía 5).



Fotografía 5. Vista del muro de contención de concreto, ubicado en la margen derecha del cauce con coordenadas UTM: 354291 E, 8861448 N.

Los trabajos de campo realizados los días 02 y 03 de mayo del 2022, permitieron identificar en las laderas de la quebrada, múltiples derrumbes antiguos y reactivados (figura 17 y cuadro 3), deslizamientos antiguos y reactivados y erosión de laderas que aportan gran cantidad de material detrítico al cauce de la quebrada, los cuales son acarreados por las precipitaciones pluviales quebrada abajo.



Figura 17. Vista de múltiples derrumbes en la Quebrada Derrumbe de Gálvez, cartografía realizada el mes de mayo en gabinete con los puntos de control y sobre el ortomosaico obtenido con el dron.

Cuadro 3. Listado de derrumbes identificados en la quebrada Derrumbe de Gálvez.

Pto. Control	Coordenadas UTM		Tipo de Peligro
	ESTE	NORTE	
D1	357029.62	8860187.05	Derrumbe activo
D2	356763.55	8860497.10	Derrumbe activo
D3	356718.04	8860501.34	Derrumbe activo
D4	356682.06	8860565.90	Derrumbe inactivo-latente
D5	356591.04	8860596.59	Derrumbe activo
D6	356522.25	8860682.31	Derrumbe activo
D7	356401.60	8860713.00	Derrumbe activo
D8	356374.08	8860765.92	Derrumbe activo
D9	356310.58	8860816.72	Derrumbe inactivo-latente
D10	356317.99	8860774.39	Derrumbe activo
D11	356351.86	8860756.40	Derrumbe activo
D12	356247.08	8860838.95	Derrumbe activo
D13	356211.10	8860888.69	Derrumbe activo
D14	356144.42	8860885.51	Derrumbe activo
D15	356138.07	8860909.85	Derrumbe activo
D16	356105.27	8860913.03	Derrumbe activo
D17	356065.26	8860942.66	Derrumbe activo
D18	355994.14	8860967.22	Derrumbe activo
D19	355921.33	8861052.73	Derrumbe activo
D20	355867.99	8861052.73	Derrumbe activo
D21	355728.29	8861079.82	Derrumbe activo
D22	355660.55	8861137.40	Derrumbe activo
D23	355581.81	8861130.62	Derrumbe inactivo-latente
D24	355436.19	8861172.96	Derrumbe activo
D25	355356.60	8861244.92	Derrumbe activo
D26	355267.70	8861307.58	Derrumbe activo
D27	355204.20	8861339.75	Derrumbe activo
D28	355106.83	8861399.02	Derrumbe inactivo-latente
D29	354995.92	8861487.92	Derrumbe inactivo-latente
D30	354895.17	8861528.56	Derrumbe inactivo-latente
D31	354752.08	8861585.28	Derrumbe inactivo-latente

De igual modo en la quebrada alta y media, se identificaron cinco deslizamientos rotacionales antiguos y reactivados, con escarpes semicirculares.

En la parte media, margen derecha de la quebrada, se identificó una reactivación de un deslizamiento rotacional, que presenta un escarpe único de forma irregular, con ancho promedio de 190 m y una distancia de 330 m entre la escarpa y pie de deslizamiento. Cabe mencionar que, al pie del deslizamiento por efectos de la erosión fluvial y la pendiente, ocurre derrumbes (figura 18 y cuadro 4).

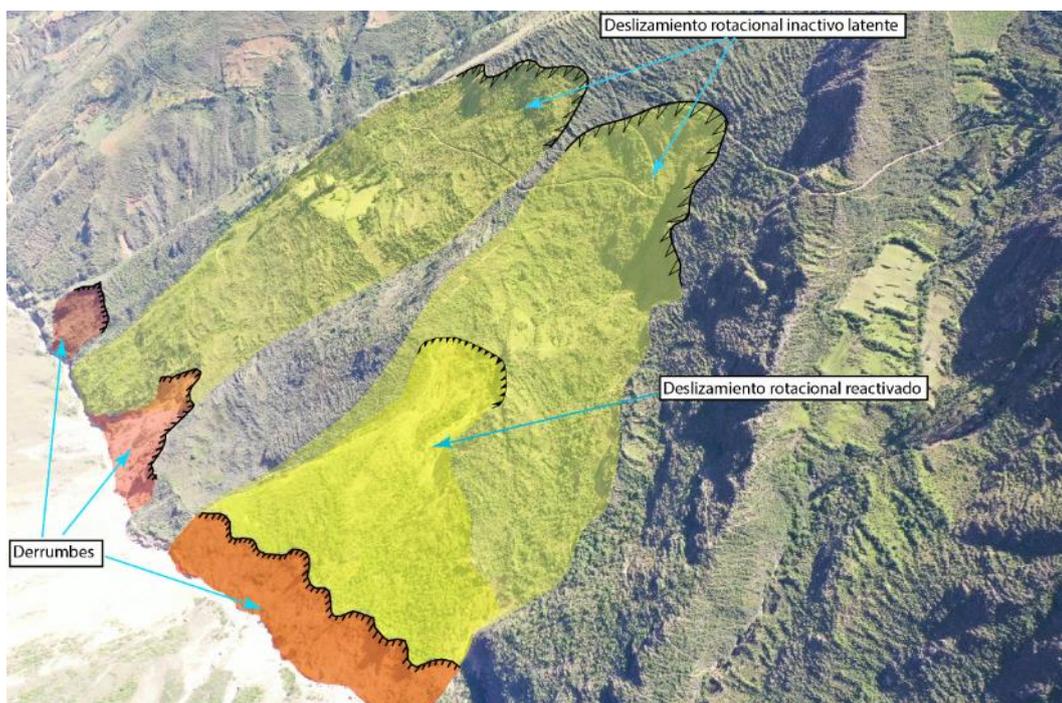


Figura 18. Vista de deslizamientos antiguos y deslizamiento reactivado, ubicado en la quebrada media, margen derecha.

Cuadro 4. Listado de deslizamientos identificados en la quebrada Derrumbe de Gálvez.

Pto. Control	Coordenadas UTM		Tipo de Peligro
	ESTE	NORTE	
DZ-1	357175.88	8860390.00	Deslizamiento rotacional inactivo latente
DZ-2	356305.40	8860567.27	Deslizamiento rotacional inactivo latente
DZ-3	355691.56	8861231.38	Deslizamiento rotacional activo
DZ-4	355921.75	8861464.21	Deslizamiento rotacional inactivo latente
DZ-5	355524.88	8861649.42	Deslizamiento rotacional inactivo latente

Además, en varios puntos de las laderas que circundan a la quebrada se identificaron aproximadamente siete puntos de surgencia de aguas subterráneas, evidentemente controlados por el fracturamiento de la roca y cambio litológico (cobertura de depósitos superficiales). Estas filtraciones saturan el terreno (fotografía 6, cuadro 5 y figura 19), lo cual contribuye en la reactivación de nuevos derrumbes y deslizamientos.



Fotografía 6. Vista de una surgencia de aguas subterráneas, ubicado con coordenadas UTM (WGS 84): 356595 E; 8860133 N.

Cuadro 5. Listado de surgencia de agua en las laderas que circundan la quebrada Derrumbe de Gálvez.

Pto. Control	Coordenadas UTM		Ocurrencia
	ESTE	NORTE	
SA-1	356311.28	8860609.27	Surgencia de agua
SA-2	356263.87	8860600.46	Surgencia de agua
SA-3	355998.36	8860953.69	Surgencia de agua
SA-4	355989.72	8860955.89	Surgencia de agua
SA-5	355992.43	8860969.44	Surgencia de agua
SA-6	357039.00	8860198.00	Surgencia de agua
SA-7	356595.00	8860133.00	Surgencia de agua



Figura 19. Se evidencia presencia de surgencias de aguas subterráneas en el cuerpo de los derrumbes activos, distribuidos en las laderas de la quebrada Derrumbe de Gálvez.

Finalmente, se ha de mencionar que, en las laderas de la quebrada ocurren procesos de erosión de laderas en cárcavas activos e inactivo latente. Estos, al igual que los derrumbes activos van acumulando detritos en el cauce de la quebrada (fotografía 7).



Fotografía 7. Vista de la erosión de laderas en cárcava activo, ubicado en la margen izquierda de la quebrada Derrumbe de Gálvez.

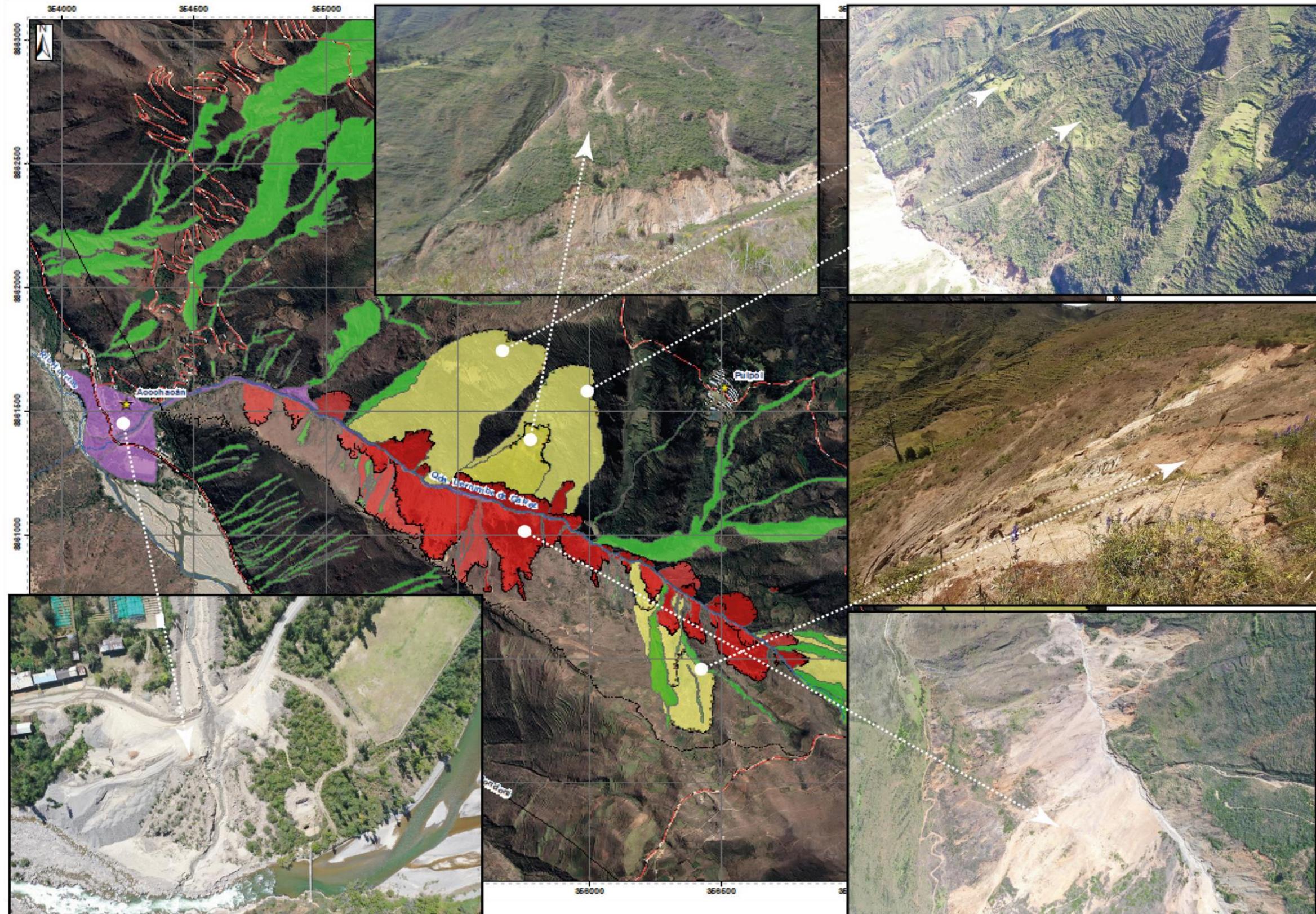


Figura 20. Mapa de cartografía de peligros geológicos en la quebrada Derrumbe de Gálvez, en las fotografías se muestran los eventos tipos representativos.
Fuente: Elaboración propia.

5.2. Análisis de perfil Transversal:

Con el levantamiento fotogramétrico “dron” se generó el Modelo Digital de Terreno (MDT) y se elaboró dos perfiles transversales (figura 21) con el objetivo de caracterizar la morfometría de los depósitos de flujo de detritos ubicados en la quebrada Derrumbe de Gálvez, descritos a continuación:

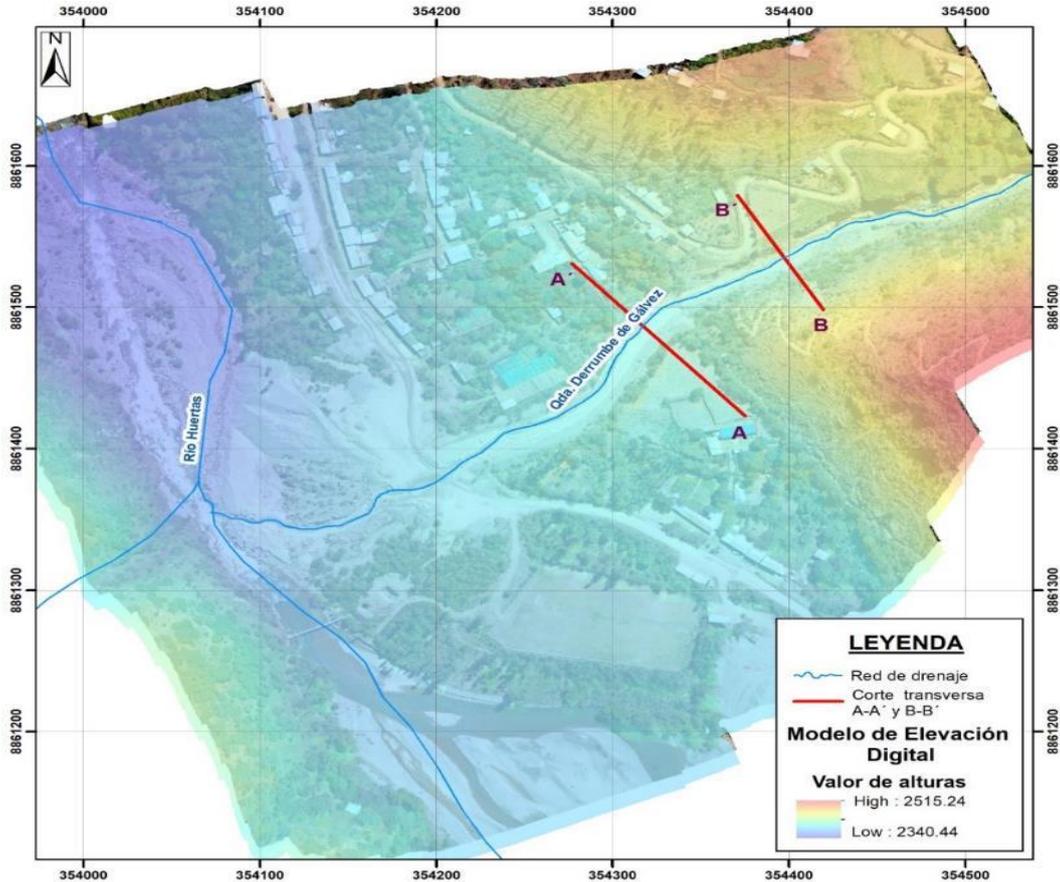


Figura 21. Vista de las secciones A-A' y B-B', los cuales cortan de SE-NW el cauce de la quebrada Derrumbe de Gálvez.

El perfil A-A', corta en dirección SE-NW, muestra gráficamente el depósito de flujo de detritos, así como la colocación de los muros con material arrimado hacia ambas márgenes del cauce (figura 22).

Mientras que, en el perfil B-B', corta en dirección SE-NW, se muestra gráficamente la composición litológica de depósito de flujo de detritos, depósito coluvio-deluvial y el substrato rocoso que corresponde a dioritas (figura 23).

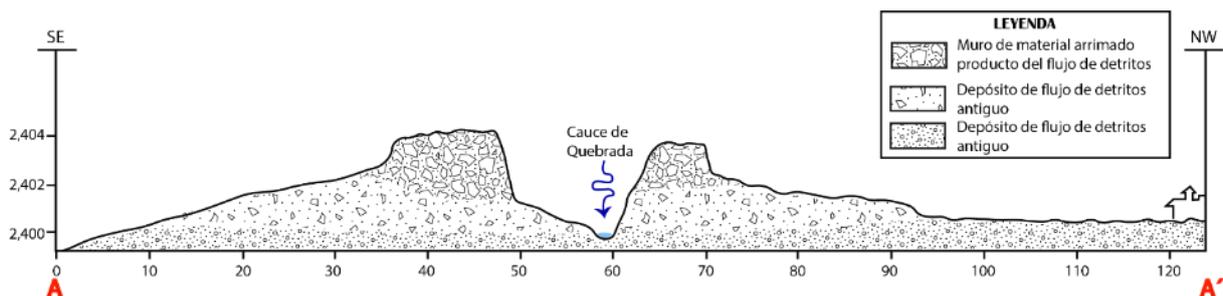


Figura 22. Perfil transversal A-A' sobre el modelo (MDT), se muestra el perfil del cauce de la quebrada Derrumbe de Gálvez.

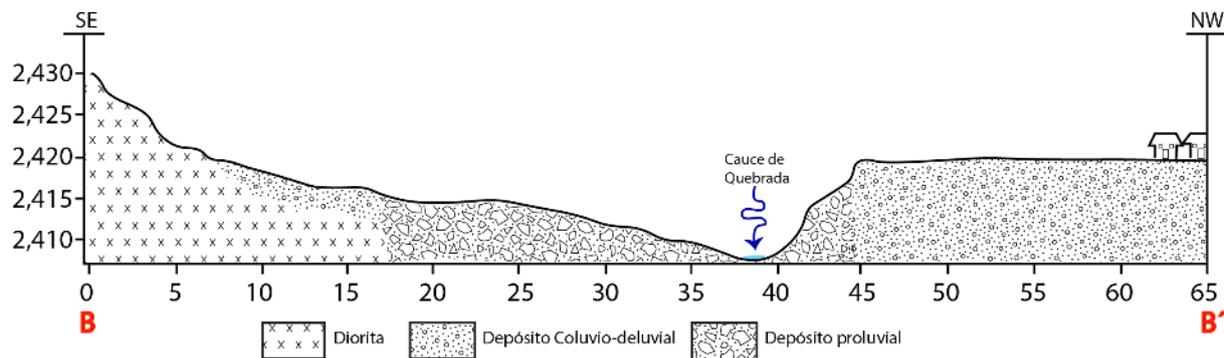


Figura 23. Perfil transversal B-B' sobre el modelo (MDT), se muestra el perfil del cauce de la quebrada Derrumbe de Gálvez.

5.3. Factores condicionantes

Factor litológico-estructural

- Presencia de un substrato rocoso intrusivo de dioritas muy fracturadas con espaciamientos próximas entre sí (0.10 – 0.15 m) y ligeramente meteorizada, lo que permite mayor infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, originando inestabilidad en las laderas.
- Disposición de suelos inconsolidados (depósitos coluvio-deluviales), en laderas, compuestos por fragmentos de dioritas, con diámetros que varían entre 2 cm a 40 cm, de formas angulosos a subangulosos, envueltos en una matriz limo-arenosa; los cuales se muestran poco consolidados de fácil erosión y remoción ante precipitaciones pluviales intensas.

Factor geomorfológico

- Unidad geomorfológica de montañas modeladas en rocas intrusivas, cuyas laderas presentan pendiente muy fuertes (25°- 45°) a muy escarpados (>45°), coberturada por material suelto, disponible a que se erosione y se remueva fácilmente pendiente abajo por efecto de la gravedad y acción de las aguas de escorrentía.

Factor hidrogeológico

- Presencia de varios puntos y surgencias de agua subterránea (ojos de agua y manantiales), los cuales saturan el terreno.

5.4. Factores desencadenantes

- **PRECIPITACIONES:** precipitaciones pluviales intensas estacionales y/o excepcionales, que alcanzan un máximo de 39.2 mm, en el periodo de 2018 – 2022, los cuales activan los procesos de movimientos en masa como los deslizamientos y derrumbes existentes en las laderas de la quebrada, desencadenando en flujo de detritos.

6. CONCLUSIONES

1. Las laderas de quebrada Derrumbe de Gálvez se encuentran conformadas por rocas intrusivas (diorita), muy fracturados y ligeramente meteorizado del Batolito de Huánuco, así como depósitos inconsolidados (depósitos coluvio-deluvial y proluvial), que condicionan la naturaleza susceptible de erosión, remoción y saturación de los mismos, ante precipitaciones pluviales.
2. En la quebrada “Derrumbe de Gálvez”, anualmente ocurre al menos 4 eventos de flujos de detritos, con diferentes alturas de avenidas, las cuales se diferencian en espesor y naturaleza litológica de acuerdo con la cantidad y tipo de material de aporte dispuesto en el cauce de la quebrada. Según testimonios de los pobladores, en marzo del año 2019, ocurrió un huaico, alcanzado una altura de 6 m, el material transportado se depositó en el abanico con 1 m de altura; ello afectó 2 viviendas y un miniván.
3. El 2022, en el cauce de la quebrada ocurrió 4 eventos alcanzando diferentes alturas de 3.60 m, 2 m, 1.80 m y 1 m, las cuales se evidencian en el ápice de la quebrada (354394 E, 8861529N).
4. Los factores de sitio:
 - Rocas intrusivas muy fracturado y ligeramente meteorizado. Se tienen suelos inconsolidados adosados a las laderas.
 - Montañas modeladas en rocas intrusivas, con laderas de pendiente fuertes a muy fuertes.
 - Acción de aguas subterráneas que emergen en la zona de las laderas que circundan la quebrada.
5. El factor desencadenante, para la ocurrencia y activación de movimientos en masa en la quebrada Derrumbe de Gálvez se atribuye a las lluvias intensas y/o prolongadas registradas en la zona, con umbrales de 39.2 mm por día y la presencia de surgencias de aguas subterráneas.
6. Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas mencionadas anteriormente, el centro poblado Acochacán se considera de **Peligro Muy Alto** a la ocurrencia de flujo de detritos, susceptibles a ser reactivados con lluvias intensas y/o prolongadas.

RECOMENDACIONES

1. La Municipalidad Distrital de San Francisco debe coordinar y supervisar el mantenimiento y limpieza periódica del material acumulado dentro del cauce de la quebrada, con el fin de reducir la cantidad de material aportante que pueda acarrear el flujo, con ello se logra reducir su intensidad del flujo; logrando así encauzar dicha quebrada (anexo 2 – fotografía 8).
2. Restringir la construcción de viviendas en una distancia de 30 m, en ambos márgenes del cauce, por ser una zona de alta susceptibilidad a movimientos en masa, por flujos de detritos.
3. En la parte alta de las laderas, evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos. De igual forma se debe favorecer el cultivo de plantas que requieran poca agua y proporcionen una buena cobertura del terreno para evitar el impacto directo de la lluvia sobre el terreno.
4. Reforestar las laderas de la quebrada. Si bien es cierto la vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuyen a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes; no obstante, este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa (anexo 2 – figuras 24, 25 y 26).
5. Se propone la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) para flujos, con los respectivos sensores y sistemas de comunicación – alarma, que avise con anticipación la ocurrencia de un nuevo evento de flujo de detritos a la población que vive alrededores de la desembocadura de la quebrada Derrumbe de Gálvez.
6. Sensibilizar a la población a través de talleres o charlas con el objetivo de concientizar en gestión de riesgos para evitar asentamientos de viviendas o infraestructura en zonas de riesgo.



Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET



Ing. Guisela Choquenaira Garate

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del Servicio aWhere, Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/7843428>

Directorio Nacional de Centros Poblados, Censos Nacionales 2017: **XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas**:
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm

Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (2009) - *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. Ginebra: Naciones Unidas, UNISDR, 38 p.
https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf

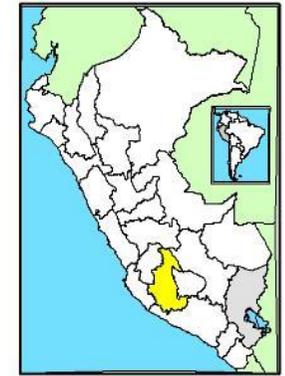
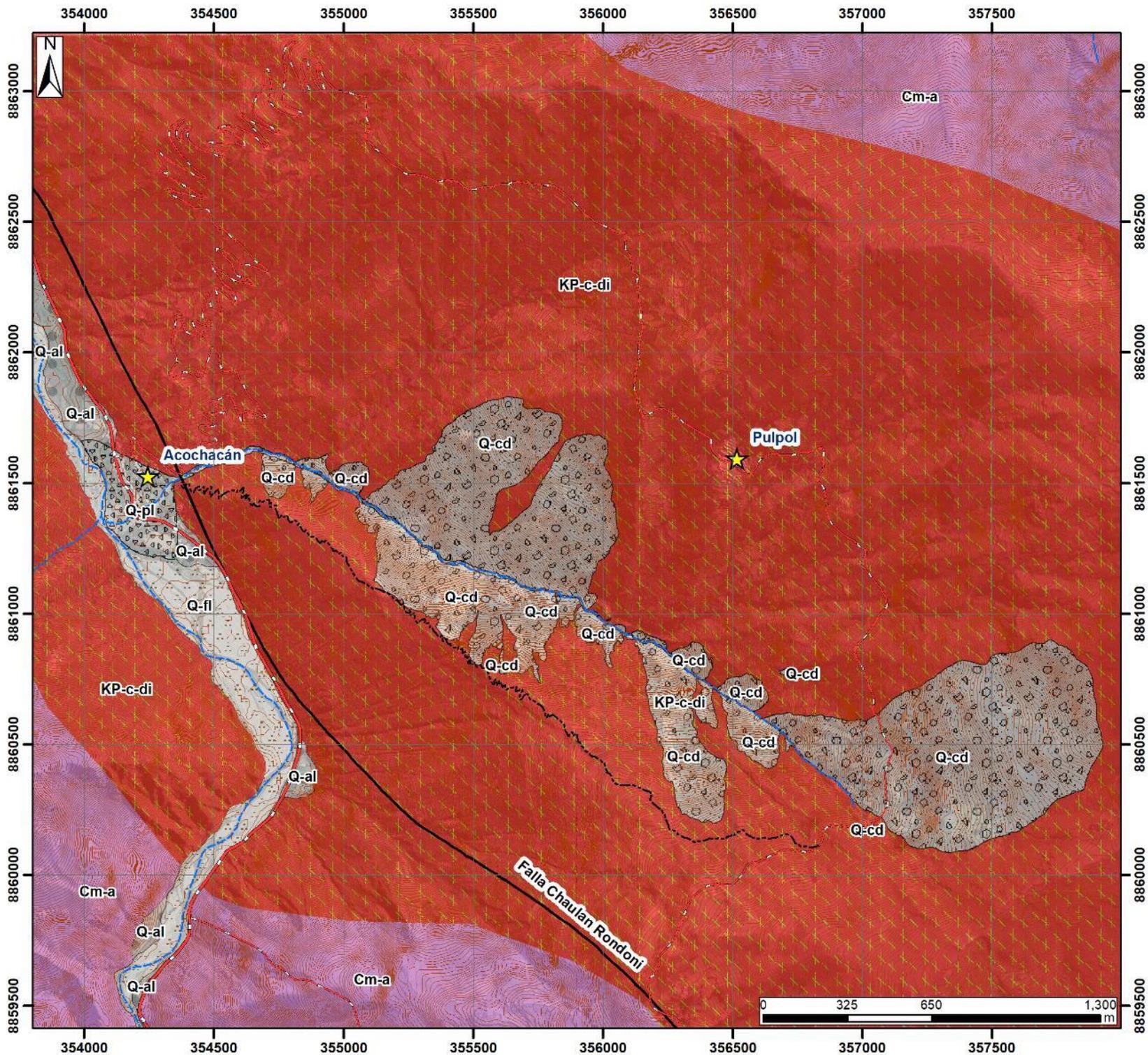
Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) - *Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería, 432 p., Publicación Geológica Multinacional, 4. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>

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

Zapata., et.al. (2003) – Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Ambo (21-k), Escala 1:100 000. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2153>

Zavala, B., & Vilchez, M., (2006). Estudio de Riesgos Geológicos en la Región Huánuco. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica; N° 34.
<https://hdl.handle.net/20.500.12544/278>

ANEXO 1: MAPAS



LEYENDA

Q-fl	Depósito fluvial
Q-al	Depósito aluvial
Q-cd	Depósito coluvio-deluvial
Q-pl	Depósito proluvial
Cm-a	Grupo Ambo
KP-c-di	Diorita

Simbología

★	Centros Poblados
---	Trocha peatonal
—	Red vial Nacional
- - -	Vía vecinal
~	Curvas de nivel
—	Red de drenaje
—	Falla normal Chauhan Rondoni

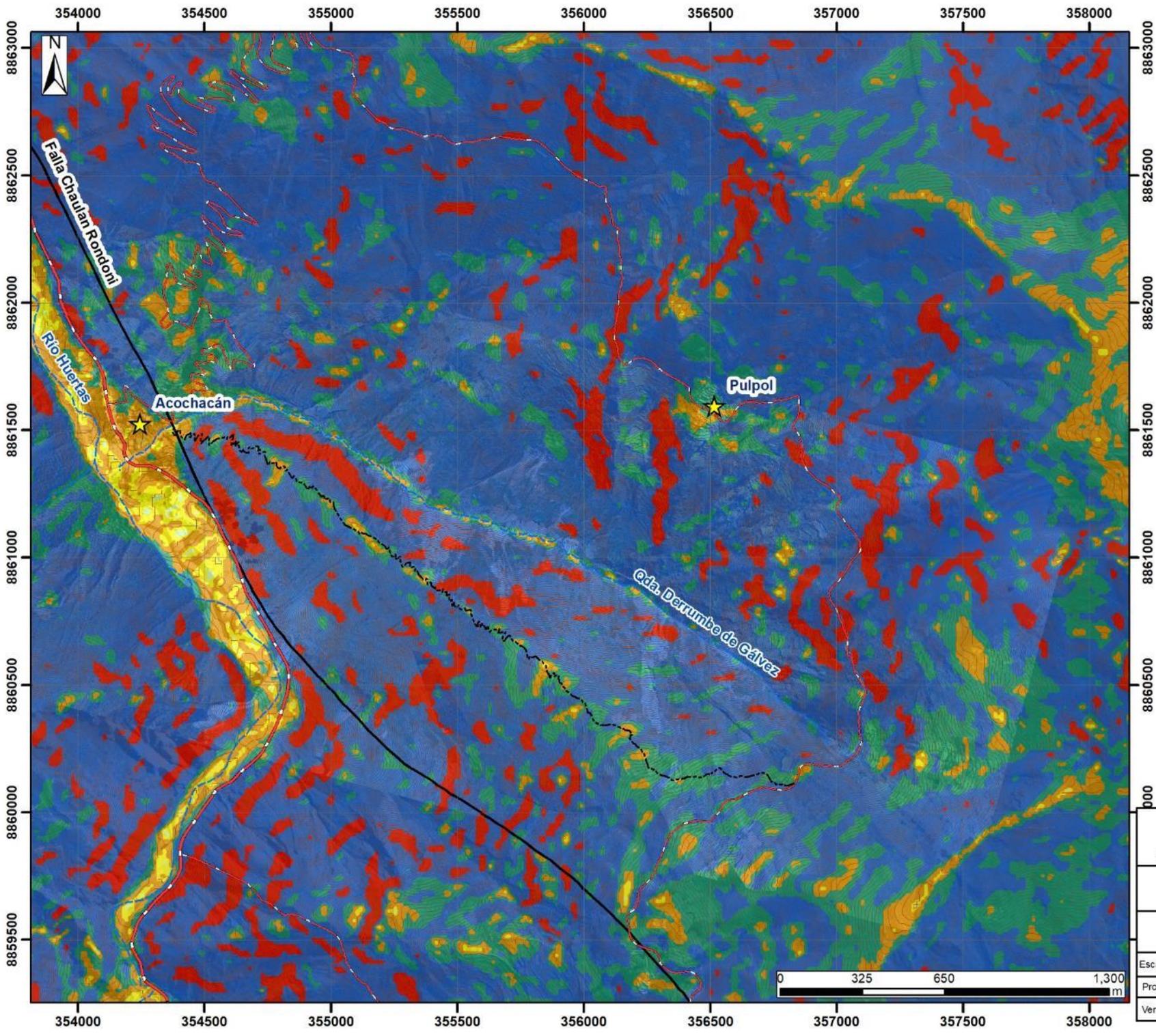
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Región Huanuco
 Provincia Ambo
 Distrito San Francisco
 Centro Poblado Acochacán

MAPA GEOLÓGICO

Escala: 1/20000	Elaborado por: Ccorimanya Ely	MAPA 01
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2022	Impreso: Mayo 2022	



Simbología

- ★ Centros Poblados
- Trocha peatonal
- Red vial Nacional
- Vía vecinal
- ~ Curvas de nivel
- ~ Red de drenaje
- Falla normal Chaulan Rondoni

RANGO DE PENDIENTES

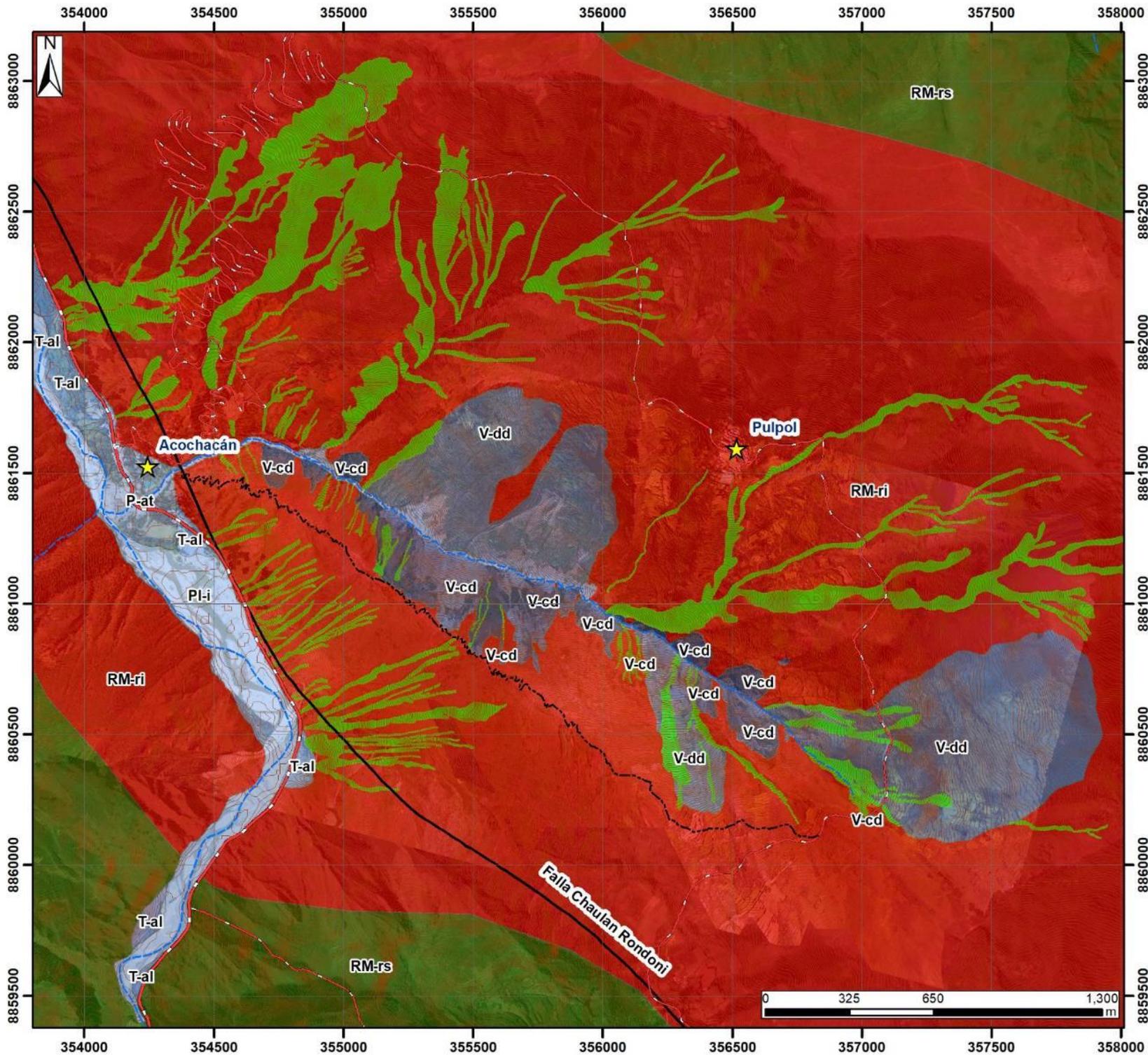
0°-1°	Llano
1° - 5°	Inclinación suave
5°-15°	Moderado
15-25°	Fuerte
25°-45°	Muy fuerte
> 45°	Muy escarpado


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO
 Región Huanuco
 Provincia Ambo
 Distrito San Francisco
 Centro Poblado Acochacán

MAPA DE PENDIENTES

Escala: 1/20000 Proyección: UTM Zona 18 Sur Versión digital 2022	Elaborado por: Ccorimanya Ely Datum: WGS 84 Impreso: Mayo 2022	MAPA 02
--	--	--------------------





Simbología

- ★ Centros Poblados
- Trocha peatonal
- Red vial Nacional
- Vía vecinal
- ~ Curvas de nivel
- ~ Red de drenaje
- Falla normal Chauhan Rondoni
- Erosión en cárcavas

LEYENDA

Subunidades Geomorfológicas

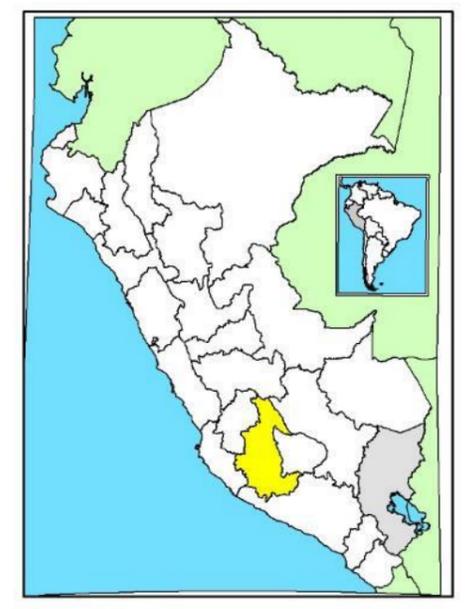
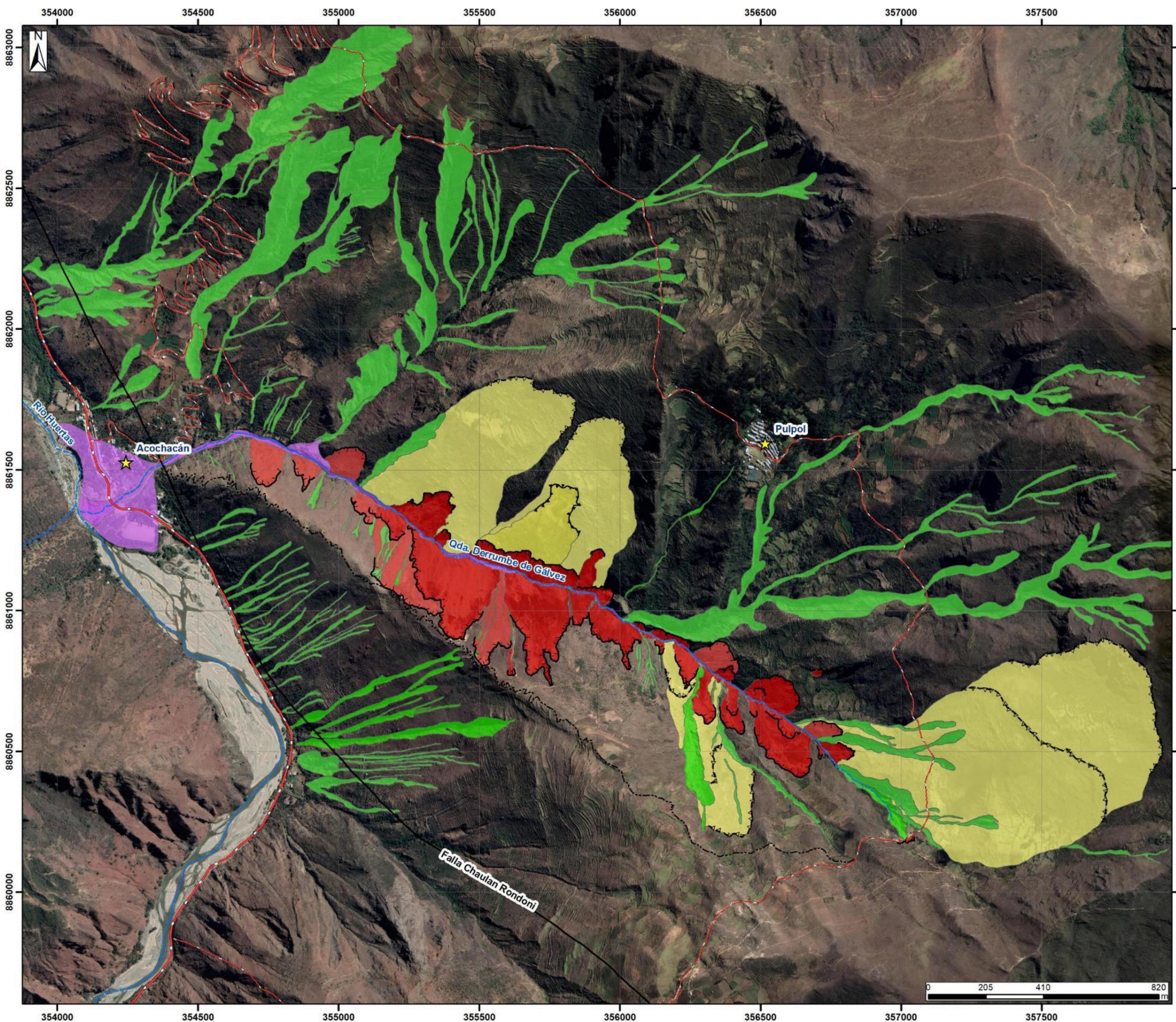
- PI-i Llanura o planicie inundable
- RM-ri Montaña en roca intrusiva
- RM-rs Montaña en roca sedimentaria
- T-al Terraza aluvial
- V-dd Vertiente con depósito de deslizamiento
- P-at Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial
- V-cd Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial

INGEMMET
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO

Región Huanuco
 Provincia Ambo
 Distrito San Francisco
 Centro Poblado Acochacán

MAPA GEOMORFOLÓGICO

Escala: 1/20000 Elaborado por: Ccorimanya Ely **MAPA**
 Proyección: UTM Zona 18 Sur Datum: WGS 84 **03**
 Versión digital 2022 Impreso: Mayo 2022



Simbología

- ★ Centros Poblados
- Trocha peatonal
- Red vial Nacional
- Vía vecinal
- Curvas de nivel
- Red de drenaje
- Falla normal Chaulan Rondoni

LEYENDA

Tipo de peligros geológicos

- Derrumbe activo
- Derrumbe inactivo latente
- Deslizamiento rotacional activo
- Deslizamiento rotacional inactivo latente
- Erosión en cárcava Inactivo latente
- Erosión en cárcava activo
- Flujo de detritos activo
- Flujos de detritos inactivo latente

Trama

- ▲▲ Corona de deslizamiento rotacional antiguo
- ▲▲ Corona de deslizamiento rotacional reciente
- Escarpe de derrumbe

INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Región Huancayo
Provincia Ambo
Distrito San Francisco
Caserío Acochacán

MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

Escala: 1/12,500	Elaborado por: Ccorimanya Ely	MAPA 04
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: WGS 84	
Versión digital 2022	Impreso: Mayo 2022	



ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE PROBLEMAS GEODINÁMICOS

A continuación, se presentan algunas propuestas generales de solución para los problemas geodinámicos que afectan la zona de estudio. Las mismas que están encaminadas a prevenir los procesos y mitigar los daños ante la ocurrencia de fenómenos naturales, tales como flujo de detritos que afectan el área.

Medidas correctivas para las zonas de arranque de las avalanchas de detritos

- a) **Reforestar**, los canales formados por la erosión de laderas, sus cabeceras, para evitar su ensanchamiento, los derrumbes, con ello se va a detener la erosión retrogresiva (generación de derrumbes).

Dentro de los efectos está el control de la erosión, protección del suelo contra el viento, lluvia y heladas, creación de hábitat para la flora y fauna del lugar, reduciendo el impacto de los flujos de detritos (huaicos). Figuras 24, 25 y 26

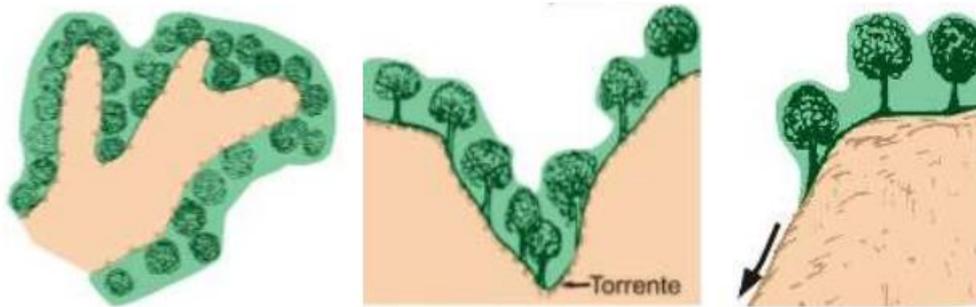


Figura 24, 25 y 26. Obras de reforestación en zonas de cabeceras.

- b) **Descolmatación del cauce de la quebrada:** Es importante descolmatar anualmente el cauce de la quebrada, retirando el material acumulado por los eventos de flujos de detritos anteriores.



Fotografía 8. Descolmatación y limpieza del cauce de una quebrada, afectada por flujo de detritos.