

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7709**

# EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE PFACO

Departamento: Apurímac

Provincia: Cotabambas

Distrito: Coyllurqui



DICIEMBRE  
2025

## EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE PFACTO

Distrito Coyllurqui, Provincia Cotabambas, Departamento Apurímac



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

*Equipo técnico:*

*Yhon Soncco Calsina*

### Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). “Evaluación de peligro geológico por deslizamiento en la comunidad campesina de Pfacto”. Distrito Coyllurqui, Provincia Cotabambas, Departamento Apurímac. INGEMMET, Informe Técnico N° A7709, 34P.

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>1.1. Objetivos del estudio</b> .....	5
<b>1.2. Antecedentes y trabajos anteriores</b> .....	5
1.2.1. Ubicación .....	6
1.2.2. Precipitación pluvial .....	9
<b>2. DEFINICIONES</b> .....	9
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	12
<b>3.1. Unidades litoestratigráficas</b> .....	13
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	13
<b>4.1. Pendientes del terreno</b> .....	13
<b>4.2. Unidades Geomorfológicas</b> .....	15
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS</b> .....	15
<b>5.1. Deslizamiento</b> .....	16
<b>5.2. Derrumbe</b> .....	23
<b>5.3. Factores condicionantes</b> .....	23
<b>5.4. Factores desencadenantes</b> .....	23
<b>6. CONCLUSIONES</b> .....	25
<b>7. RECOMENDACIONES</b> .....	26
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	27
<b>ANEXO 1 MAPAS</b> .....	29

## RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos realizada en la comunidad campesina de Pfacó, ubicada en el distrito de Coyllurqui, provincia de Cotabambas, departamento de Apurímac. Con este trabajo, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), cumple con una de sus funciones de asistencia técnica en la identificación y evaluación de peligros geológicos en los tres niveles de gobierno.

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias del Grupo Yura, correspondientes a las formaciones Hualhuani, Murco y Arcurquina, las cuales se encuentran medianamente fracturadas y moderadamente meteorizadas. Sobre estas unidades reposan depósitos coluviales no consolidados, originados por antiguos movimientos en masa, que conforman el sustrato sobre el cual se asienta la comunidad campesina de Pfacó.

Las unidades geomorfológicas identificadas corresponden a montaña y colina en roca sedimentaria, vertiente piedemonte coluvio-deluvial, vertiente con depósito de deslizamiento y terraza indiferenciada. En estas unidades se desarrollan procesos geodinámicos de deslizamientos y derrumbes.

Se identificó un deslizamiento antiguo, sobre el cual se han desarrollado deslizamientos secundarios, presenta reactivaciones y derrumbes. Este proceso presenta evidencias de reactivación parcial, como grietas longitudinales y transversales con salto de hasta 20 cm, afecta terrenos agrícolas y viviendas. El río Coyllurqui, al erosionar la base del talud, contribuye a la pérdida de soporte y al debilitamiento progresivo del pie del deslizamiento.

Los principales factores condicionantes de la inestabilidad son la presencia de materiales coluviales no consolidados, con pendientes muy fuerte (25°–45°) y drenaje deficiente; mientras que los factores desencadenantes corresponden a las lluvias intensas estacionales (de diciembre a marzo) y la sismicidad regional, con aceleraciones estimadas entre 210 y 230 gals según el IGP.

A partir del análisis geológico, geomorfológico y geodinámico, se concluye que la comunidad campesina de Pfacó se encuentra en una zona de **PELIGRO ALTO a MUY ALTO**, y debe ser considerada **ZONA CRÍTICA** frente a la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes.

Finalmente, se plantean medidas estructurales y no estructurales para la mitigación del peligro, tales como: control de drenaje superficial, protección ribereña, impermeabilización de canales, monitoreo geotécnico y programas de sensibilización comunitaria, en coordinación con la Municipalidad Distrital de Coyllurqui, el Gobierno Regional de Apurímac y las entidades del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).

## 1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) el “Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT16)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo el oficio N°0283-2025-A-MDC/C, emitido por la municipalidad distrital de Coyllurqui, en el cual solicitan evaluación de peligros geológicos en la comunidad campesina de Pfacó. Es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos. En el distrito de Coyllurqui, Provincia Cotabambas, del departamento de Apurímac.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó al ingeniero Yhon Soncco, para realizar la evaluación geológica, geomorfológica, geodinámica y del peligro geológico en la comunidad campesina de Pfacó. El trabajo de campo se realizó el 04 de septiembre del 2025.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: i) Gabinete I (Pre-campo), recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del Ingemmet; ii) Campo, se realizó la observación de procesos de movimientos en masa, tomando datos y evidencias que contribuyan a su evaluación (sobrevuelos dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado geodinámico, recopilación de información y testimonios de población local afectada; y iii) Gabinete II, se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone a consideración del distrito de Coyllurqui, 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 el peligro geológico en la comunidad campesina de Pfacó.
- b) Determinar los factores condicionantes y detonantes que influyen en la ocurrencia de movimientos en masa.
- c) Emitir las recomendaciones generales para la reducción o mitigación de los daños.

### 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional se tienen:

- a) Villacorta, et al. (2012). “Primer reporte de zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos en la región Apurímac.” Informe Técnico N.º A6594, Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET. Como resultado del cartografiado e inventario de peligros geológicos a escala 1:50 000 en la región Apurímac, se

registró un total de 692 procesos geológicos potencialmente peligrosos, entre deslizamientos, caídas de rocas, flujos, erosión e inundaciones. Este estudio permitió identificar y delimitar las primeras 22 zonas críticas en el departamento, constituyéndose en una base fundamental para la gestión del riesgo de desastres y la planificación territorial en Apurímac.

- b) Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). “Evaluación de peligro geológico por flujo de detritos (huaico) en la quebrada Inqui. Distritos Tambobamba, Provincia Cotabambas, Departamento Apurímac”, INGEMMET, Informe Técnico N° A7629, 34P. Estudio en el cual se identificaron peligros por flujos de detritos en la quebrada Inqui en Tambobamba, el informe es de un ámbito próximo a Coyllurqui.
- c) Municipalidad Distrital de Coyllurqui (2021), menciona que el 12 de enero de 2021 el distrito quedó aislado tras el deslizamiento de toneladas de tierra y piedras que afectaron la vía en el sector Matalla – Comunidad de Pfacó. La emergencia fue provocada por las intensas lluvias registradas en del departamento de Apurímac. Este evento constituye un antecedente directo del proceso de inestabilidad que actualmente se evalúa (Fuente: Municipalidad Distrital de Coyllurqui, publicación oficial, 12 de enero de 2021).
- d) Villacorta et al. (2019). Evaluación integral de la cuenca del río Mariño (Abancay, Apurímac) para la prevención de desastres de origen geológico y geohidrológico”. El autor presenta un mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de la región de Apurímac; en el cual el área de estudio del presente informe se encuentra en una zona de susceptibilidad media y alta.

### 1.2.1. Ubicación

La comunidad campesina Pfacó, está ubicado en el distrito de Coyllurqui, Dentro de las coordenadas siguientes:

**Cuadro 1.** Coordenadas de área evaluado.

Área de estudio	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
Comunidad campesina Pfacó	774887	8470113	-13.825509°	-72.457185°



**Figura 1.** Vista aérea de la comunidad campesina de Pfacó en el distrito de Coyllurqui.



**Figura 2.** Vista de la comunidad campesina de Pfacó en el distrito de Coyllurqui.

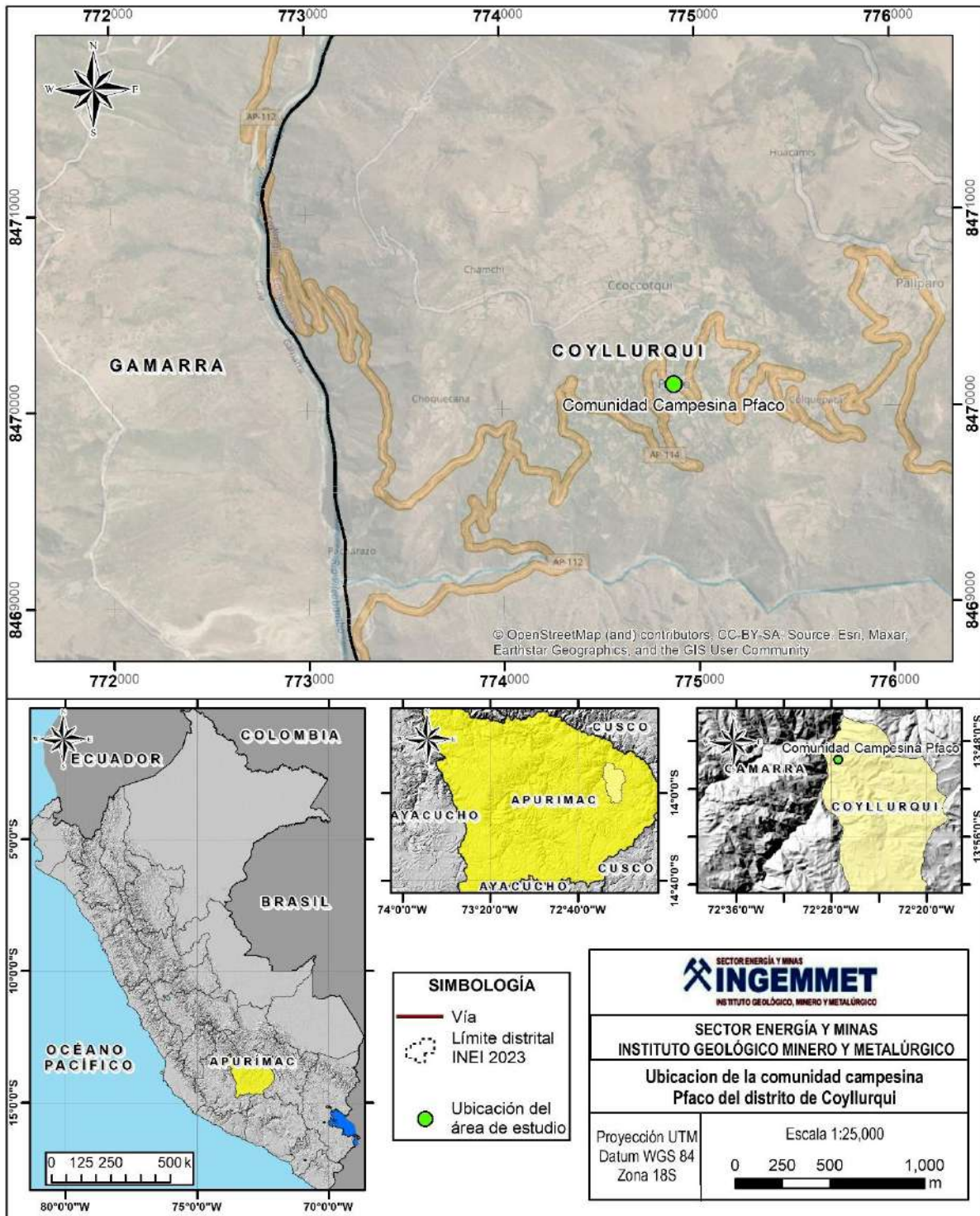


Figura 3. Ubicación del área de estudio en Coyllurqui

El acceso al área de estudio se realizó por vía terrestre partiendo desde Lima, siguiendo la siguiente ruta:

Cuadro 2. Rutas y accesos a la zona evaluada.

<i>Ruta</i>	<i>Tipo de vía</i>	<i>Distancia (km)</i>	<i>Tiempo estimado</i>
<b>Lima – Abancay</b>	Asfaltada	906	15 h 16 min
<b>Abancay – Cotabambas</b>	Asfaltada	253	7 h
<b>Cotabambas - Coyllurqui</b>	Trocha	43	1 h 43 min

### 1.2.2. Precipitación pluvial

Según la información disponible para el entorno del área de estudio, se emplearon los registros de la estación meteorológica Tambobamba, ubicada en el distrito homónimo, a aproximadamente 33 km de la comunidad de Pfacó. Esta estación pertenece al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) (figuras 4 y 5).

Durante los últimos meses del año 2024, se registraron precipitaciones máximas del orden de 10 mm; sin embargo, en el periodo de septiembre del año 2025, se evidenciaron precipitaciones que alcanzaron los 18 mm (figura 5), mostrando un incremento notable en la intensidad de las lluvias recientes.

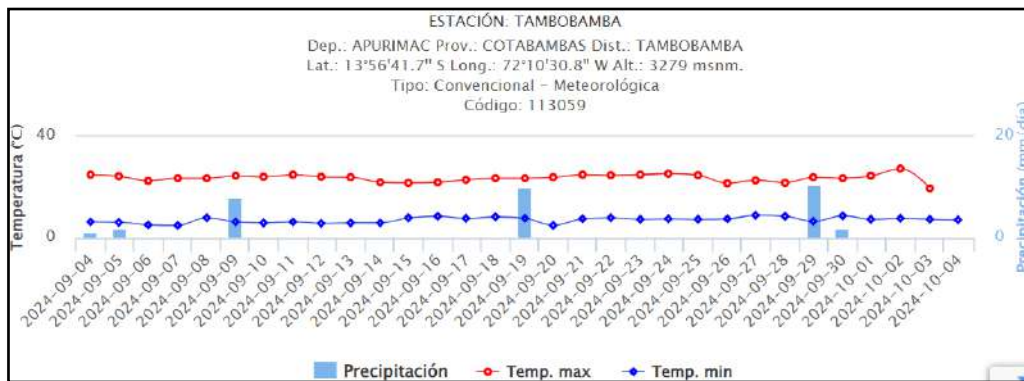


Figura 4. Precipitación diaria según la estación Tambobamba – septiembre - 2024.

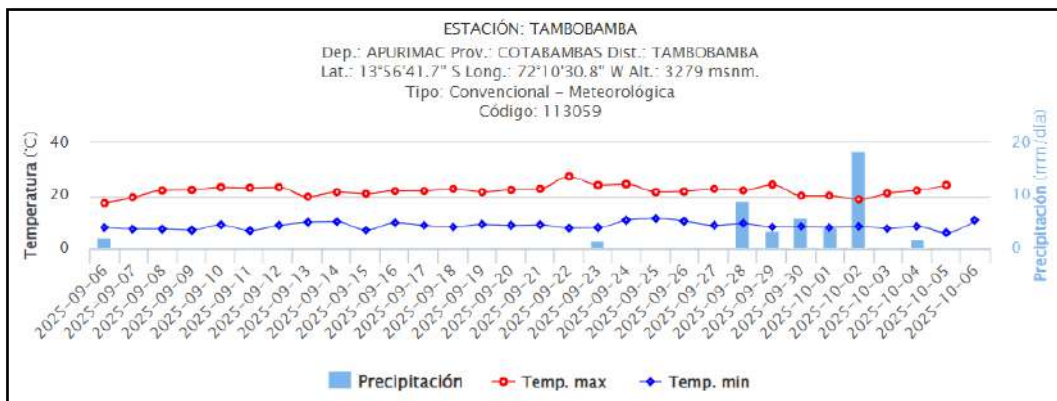


Figura 5. Precipitación diaria según la estación Tambobamba – Septiembre - 2025.

## 2. DEFINICIONES

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

**Actividad:** La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).

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

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

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

**Avalancha de detritos:** Flujo no canalizado de detritos saturados o parcialmente saturados, poco profundos, muy rápidos a extremadamente rápidos. Estos movimientos comienzan como un deslizamiento superficial de una masa de detritos que al desplazarse sufre una considerable distorsión interna y toma la condición de flujo (Hung et al., 2001).

**Avalancha de roca:** Movimiento tipo flujo, extremadamente rápido y masivo de roca fragmentada proveniente de un gran deslizamiento de roca, o de una caída de roca (Hung et al., 2001).

**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.

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

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

**Deluvial:** Terreno constituido por enormes depósitos de materiales que fueron transportados por grandes corrientes de agua.

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

**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).

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

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

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

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

**Formación geológica:** Unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por presentar propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

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

**Inactivo abandonado:** Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la causa de la inestabilidad del movimiento ha dejado de actuar (WP/WLI, 1993).

**Inactivo estabilizado:** Movimiento en masa cuyo desplazamiento ha cesado debido a la ejecución de obras correctivas o de control (Cruden y Varnes, 1996).

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

**Inactivo relicto:** Movimiento en masa que claramente ocurrió bajo condiciones geomórficas o climáticas diferentes a las actuales, posiblemente hace miles de años (Cruden y Varnes, 1996).

**Ladera:** Superficie natural inclinada de un terreno.

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

**Movimiento complejo:** Tipo de movimiento en masa que involucra una combinación de uno o más de los tipos principales de movimientos, ya sea dentro de las diferentes partes que componen la masa en movimiento, o en los diferentes estados de desarrollo

del movimiento (Varnes, 1978). Los más comunes son: deslizamiento-flujo, derrumbe-flujo, deslizamiento-caída de rocas, deslizamiento-flujo, deslizamiento-reptación, entre otros.

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

**Peligro o amenaza geológica:** Proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

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

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

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

**Suspendido:** Movimiento en masa que se desplazó durante el último ciclo anual de las estaciones climáticas, pero que en el momento no presenta movimiento (Varnes, 1978).

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

**Vuelco:** Movimiento en masa en el cual hay una rotación generalmente hacia delante de uno o varios bloques de roca o suelo, alrededor de un punto o pivote de giro en su parte inferior. Este movimiento ocurre por acción de la gravedad, por empujes de las unidades adyacentes o por la presión de fluidos en grietas (Varnes, 1978).

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Para el análisis geológico se tomó como referencia el Mapa Geológico del Cuadrángulo de Tambobamba (28-r) elaborado por R. Marocco et al. (1999), así como la Memoria Descriptiva de la Revisión y Actualización del Cuadrángulo de Tambobamba (28-r) desarrollada por Galdós et al. (2002).

Este análisis fue complementado con la interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas y con observaciones directas realizadas en campo, lo que permitió precisar las unidades litológicas y estructuras geológicas presentes en el área de estudio.

### 3.1. Unidades litoestratigráficas

**Formación Hualhuani:** Esta unidad se presenta juntamente con otras del Grupo Yura. Litológicamente en el nivel superior se observan areniscas cuarzosas.

En la parte media de la secuencia se observa una intercalación de areniscas blanquecinas. Hacia la parte inferior se observan estratos de hasta 50 cm de areniscas blancas cuarzosas de grano fino a medio. Toda la unidad tiene un grosor aproximado de 500 m. Infrayace discordantemente a la Formación Murco. La unidad se aprecia medianamente fracturada y moderadamente meteorizada.

**Formación Murco:** Litológicamente está constituida por una intercalación de limoareniscas y limoarcillas en estratos delgados con un grosor de hasta 200 m. En la parte media se observan intercalaciones de areniscas blanquecinas a rojizas en estratos delgados con limoareniscas y limoarcillas.

Sus mejores afloramientos se observan en la naciente de la quebrada Ñihuaqui al este del poblado de Coyllurqui. La unidad se aprecia medianamente fracturada y moderadamente meteorizada.

**Formación Arcurquina:** Litológicamente se le distingue tres secuencias estratificadas de calizas micríticas grises moderados. Se distinguen tres divisiones: La secuencia inferior destaca por sus estratos de caliza con grosores hasta de 2 m. La parte media es una intercalación de estratos delgados de caliza con niveles esporádicos de dolomita. En la parte superior, se observan estratos de caliza de grosores hasta de 3 m alternando con niveles de caliza. Unidad medianamente fracturada y moderadamente meteorizada.

**Deposito coluvial:** Conformado por una mezcla heterogénea de bloques angulosos y heterométricos, inmersos en una matriz de materiales finos (arenas y limos). Estos depósitos suelen encontrarse muy sueltos, formando escombreras o acumulaciones al pie de laderas.

Afloran principalmente en la margen derecha del río Coyllurqui, sobre los cuales se asienta la comunidad campesina de Pfacó. Se trata de un depósito no consolidado, que proviene de movimientos en masa antiguos, cuyos escarpes o cicatrices son visibles en la parte alta de las laderas.

## 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

### 4.1. Pendientes del terreno

La comunidad campesina de Pfacó y sus alrededores presentan pendientes que varían de suaves a fuertemente inclinadas ( $15^{\circ}$ – $35^{\circ}$ ). En determinados sectores se observan pendientes fuertes a muy fuertes ( $25^{\circ}$ – $45^{\circ}$ ), mientras que en zonas más abruptas se identifican sectores escarpados con inclinaciones superiores a  $45^{\circ}$ .

Se elaboró un mapa de pendientes en base al modelo de elevación digital (DEM), de 12 m, (anexo 1, mapa 2).

Eratema	Sistema	Serie	Unidad Litoestratigráfica	Grosor (m)	Litología	Descripción	
CUATERNARIO		Holocena	Dep. bofedal			Suelos orgánicos con limos y arenas finas	
			Dep. aluvial			Arenas finas, limos y cantos rodados	
		Pleistocena	Dep. coluvial			Gravas, arenas redondeadas con buena clasificación	
			Dep. Fluvioglacial			Material fragmentario, heterogéneos en forma y	
MESOZOICA	CRETÁCEO	Inferior	Formación Maras	300		Areniscas arcósicas de grano medio a fino, areniscas finas en capas y delgados niveles de limoarcillitas rojas.	
			Formación Arcurquina	Arcurquina Superior	300		Secuencia de caliza micrítica en estratos gruesos, alternando con niveles delgados de dolomita.
				Arcurquina Medio	500		Calizas en estratos delgados intercalados con niveles de areniscas calcáreas en estratos delgados y niveles de dolomita
				Arcurquina Inferior	300		Calizas en estratos gruesos y monotonos de caliza micrítica de hasta 2 metros de grosor.
			Formación Murco	200		Intercalación de arenisca, lutitas y escasos niveles delgados de color rojizo	
			Formación Huahuaní	600		Arenas cuarzosas en estratos submétricos intercalados con esporádicos niveles de arenisca cuarzofeldespática.	

Figura 6. Columna Estratigráfica del Cuadrángulo de Tambobamba 28-r.



Figura 7. Muestra las distintas pendientes en inmediaciones del área de estudio.

**Tabla 1.** Clasificación de pendientes del terreno.

Rangos de pendientes del terreno (°)	CLASIFICACIÓN
<1	Llano
1 – 5	Suavemente inclinado
5 – 15	Moderado
15 – 25	Fuerte
25 – 45	Muy fuerte ha escapado
>45	Muy escarpado

#### 4.2. Unidades Geomorfológicas

Para la clasificación y caracterización de las unidades geomorfológicas en el sector, se ha empleado la propuesta de Villota (2005) y usadas en los estudios del Ingemmet (escala 1:200.000); cuyas concepciones se basan en considerar el efecto de los procesos morfodinámicos siguientes:

La evolución del relieve en el área evaluada se presenta en el (Anexo 1, mapa 2). Estas unidades geomorfológicas reflejan la evolución estructural del valle del río Coyllurqui, donde predominan formas de erosión fluvial y procesos gravitacionales antiguos y recientes.

**Montaña y colina en roca sedimentaria:** Elevaciones naturales del terreno cuyas laderas y cimas están formadas por rocas que se originaron de la acumulación y cementación de sedimentos, como limos, arenas, arcillas y calizas. La principal diferencia radica en su tamaño y forma: las montañas son formaciones más grandes y escarpadas, mientras que las colinas son más pequeñas y de forma redondeada.

**Terraza indiferenciada:** Llamada también terraza poligénica, que se forma por la fusión de múltiples terrazas de diferentes edades que pertenecen a un mismo ciclo erosivo. Estas superficies planas, ubicadas por encima del nivel máximo de las aguas de un río, son remanentes de sedimentación en las que no es posible distinguir los distintos niveles de terraza a partir del nivel actual.

**Vertiente piedemonte coluvio-deluvial:** Sobre las laderas, se tienen acumulaciones de materiales de origen coluvial (transporte por gravedad) y deluvial (transporte por agua). Estos depósitos están interestratificados y no se pueden separar como unidades individuales.

**Vertiente con depósito de deslizamiento:** sobre la ladera se tienen acumulaciones de materiales provenientes de movimientos en masa antiguos o recientes, como deslizamientos, avalanchas de rocas o movimientos complejos. Estos depósitos suelen ser de materiales no consolidados a ligeramente consolidados, con una morfología convexa y disposición semicircular o alargada en relación con la zona de origen del movimiento.

#### 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

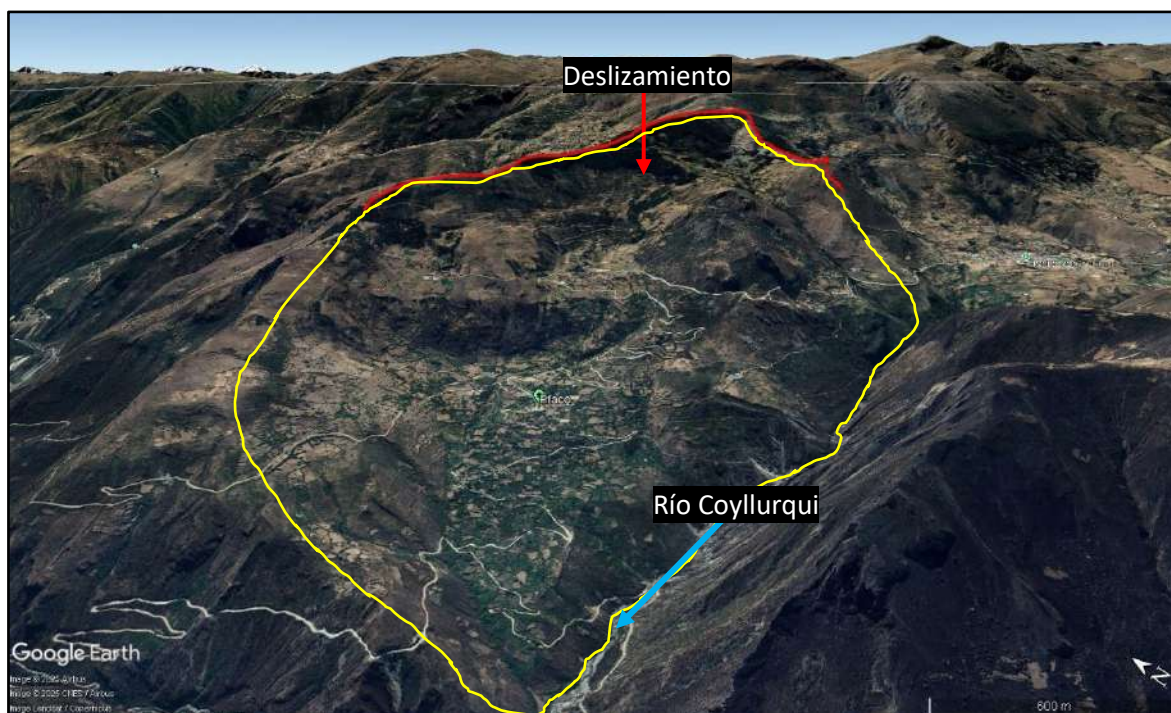
En inmediaciones de la comunidad campesina Pfacó, se identificó peligro geológico de tipo deslizamiento y derrumbes. Estos procesos tienen como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca, el tipo de suelo, el drenaje superficial y la cobertura vegetal. Como factores “detonantes” se tiene las lluvias periódicas y extraordinarias que caen en el área; así como, la actividad sísmica.

## 5.1. Deslizamiento

La comunidad campesina de Pfacó, ubicada en el distrito de Coyllurqui, se asienta sobre el cuerpo de un deslizamiento antiguo. Este movimiento en masa presenta evidencias de estabilidad relativa, aunque su morfología indica procesos de retrabajo y reactivación parcial a lo largo del tiempo. Sobre este terreno se han desarrollado deslizamientos secundarios y locales, asociados principalmente a la saturación de los suelos por lluvias intensas y a la presencia de materiales coluviales poco consolidados. A continuación, se describen los principales deslizamientos identificados en el área de estudio.

**Deslizamiento antiguo:** En el área de estudio se identificó un deslizamiento antiguo, donde se han desarrollado tres deslizamientos, que evidencian una evolución progresiva de la inestabilidad de ladera a lo largo del tiempo. Cada una de estas reactivaciones presenta características morfológicas y grados de conservación diferentes, reflejando distintos episodios de movimiento y reactivación del terreno.

*Deslizamiento inactivo relictó*, constituye la principal forma del relieve en el área donde se emplaza la comunidad campesina de Pfacó. Este deslizamiento presenta una corona irregular y discontinua ubicada en la parte alta del cerro, la cual marca el límite superior del cuerpo deslizado y se extiende con una longitud de 5 km (aprox.) (figura 8).



**Figura 8.** Deslizamiento antiguo en la comunidad campesina Pfacó.

La masa movilizada se desplazó desde una altitud de 3929 m s.n.m. hasta alcanzar los 2380 m s.n.m., generando un desnivel aproximado de 1549 m. La dirección general del movimiento fue hacia el suroeste, siguiendo la pendiente natural del terreno hasta confluir en el cauce del río Coyllurqui, donde se desarrolla la zona de acumulación.

El cuerpo del deslizamiento está conformado por materiales heterométricos no consolidados, compuestos por bloques y gravas de rocas sedimentarias englobados en

matriz limoarcillosa. La morfología superficial presenta ondulaciones suaves, microrelieves irregulares y evidencias de reactivaciones parciales, así como de procesos erosivos diferenciales a lo largo del tiempo.

Actualmente, el deslizamiento se encuentra aparentemente estabilizado, aunque persisten sectores con remociones secundarias, especialmente en áreas con pendientes moderadas a fuertes, donde se concentran viviendas y terrenos agrícolas. La presencia de drenajes locales mal definidos, junto con la infiltración de aguas pluviales, constituye un factor que podría favorecer la reactivación parcial del movimiento durante periodos de lluvias intensas.

*Deslizamientos antiguos abandonados*, presentan morfologías degradadas, lóbulos suavizados y depósitos parcialmente integrados al paisaje actual. Estos movimientos se habrían originado bajo condiciones geodinámicas y climáticas distintas a las actuales, lo que reduce significativamente su potencial de reactivación. No obstante, sus formas aún son reconocibles en la topografía, permitiendo reconstruir la evolución geomorfológica e identificar la dinámica de inestabilidad que ha afectado históricamente la zona.

*Deslizamientos antiguos reactivaciones antiguas - latente*, se distinguen por la presencia de coronas irregulares, escarpes aún visibles y depósitos con morfologías relativamente frescas. Estos deslizamientos mantienen condiciones de inestabilidad residual que podrían propiciar nuevamente su reactivación ante precipitaciones intensas, eventos sísmicos o intervenciones antrópicas en la ladera (como cortes, rellenos, riego indiscriminado o sobrecarga estructural). En ese sentido, estos deslizamientos constituyen los sectores de mayor susceptibilidad local dentro del cuerpo del movimiento principal, (figura 9).

*Deslizamientos antiguos con reactivaciones recientes*, en la actualidad, los terrenos de cultivo de la comunidad campesina de Pfacó presentan agrietamientos longitudinales y transversales que alcanzan saltos de hasta 20 cm, los cuales se hacen más notorios durante la temporada de lluvias. Estas evidencias reflejan movimientos diferenciales del terreno y una pérdida progresiva de estabilidad superficial asociada a la infiltración de agua y a la saturación de los suelos coluviales, (figuras 10 y 11).

Asimismo, se observan fisuras y grietas en las viviendas construidas sobre la ladera, las cuales evidencian deformaciones lentas del terreno y desplazamientos milimétricos del material coluvial, indicando un proceso activo de inestabilidad. Esta situación representa un riesgo creciente para las estructuras habitacionales y agrícolas, debido al posible incremento de la deformación durante episodios de lluvias intensas o sismos moderados, (figuras 12, 13 y 14).

En la parte baja del deslizamiento, zona por donde discurren las aguas del río Coyllurqui, se aprecia una intensa erosión fluvial que viene socavando la base del talud y generando la pérdida de soporte de los terrenos agrícolas. Este proceso erosivo contribuye al debilitamiento continuo del pie del deslizamiento, aumentando la probabilidad a reactivaciones parciales.

Por tanto, la comunidad campesina de Pfacó se encuentra emplazada dentro de una zona de alta susceptibilidad a movimientos en masa, donde la combinación de condiciones geológicas desfavorables, erosión fluvial activa y actividad antrópica incrementa significativamente el potencial de reactivación del deslizamiento antiguo.



**Figura 9.** Deslizamiento Antiguo latente en la comunidad campesina Pfaco.



Figura 10. Grietas en la zona agrícola de la comunidad campesina de Pfacó.



Figura 11. Grietas en la zona agrícola de la comunidad campesina de Pfacó.



**Figura 12.** Grietas en los pisos de las viviendas en la comunidad campesina de Pfacó.



**Figura 13.** Grietas en las paredes de las viviendas la la comunidad campesina de Pfacó.



**Figura 14.** Grietas en las paredes de las viviendas de la comunidad campesina de Pfacó.

*Deslizamiento antiguo con reactivación reciente:* Se han identificado reactivaciones del deslizamiento que se han dado recientemente, se encuentran en la parte baja de la comunidad campesina Pfacó, localizados principalmente en los sectores colindantes al cauce del río Coyllurqui. Estos movimientos corresponden a deslizamientos tipo “suspendido reciente”, que se desarrollan sobre los materiales del deslizamiento descrito líneas arriba.

La presencia de estas remociones superficiales constituye una evidencia clara del empuje y reajuste interno del cuerpo principal del deslizamiento antiguo, el cual mantiene cierta actividad residual asociada a la saturación del suelo por infiltración de aguas pluviales, aguas de regadío y al socavamiento fluvial en su base.

Los deslizamientos de reactivación reciente presentan escasos volúmenes movilizados, pero con evidencias morfológicas frescas, tales como coronas definidas, grietas de tracción, superficies de ruptura visibles y acumulaciones de material coluvial en la parte baja de la pendiente. Estas características indican procesos activos que se pueden presentar durante los periodos de lluvias intensas.

En conjunto, estos indicios reflejan que la ladera donde se asienta la comunidad de Pfacó sobre el cuerpo de un deslizamiento antiguo que tiene procesos de reactivación, por las condiciones hidrometeorológicas o antrópicas (como el riego constante, cortes de ladera o sobrecarga estructural) podrían reactivar parcialmente el deslizamiento principal o generar nuevas reactivaciones.



**Figura 15.** Deslizamiento reciente en la parte baja de la comunidad campesina Pfacó.

## 5.2. Derrumbe

Se han identificado derrumbes recientes localizados en la parte baja del deslizamiento antiguo, específicamente en el pie de ladera adyacente al cauce del río Coyllurqui. Estos procesos se desarrollan como resultado del socavamiento lateral y basal producido por la erosión fluvial continua, la cual debilita progresivamente el talud inferior y reduce la capacidad de soporte de los materiales coluviodeluvial.

Los derrumbes generan fragmentos de roca que se acumulan en la ribera del río y pueden ser removilizados por la acción hidráulica, contribuyendo al ensanchamiento del cauce. Este proceso evidencia una dinámica erosiva activa que afecta directamente la estabilidad del pie del deslizamiento.

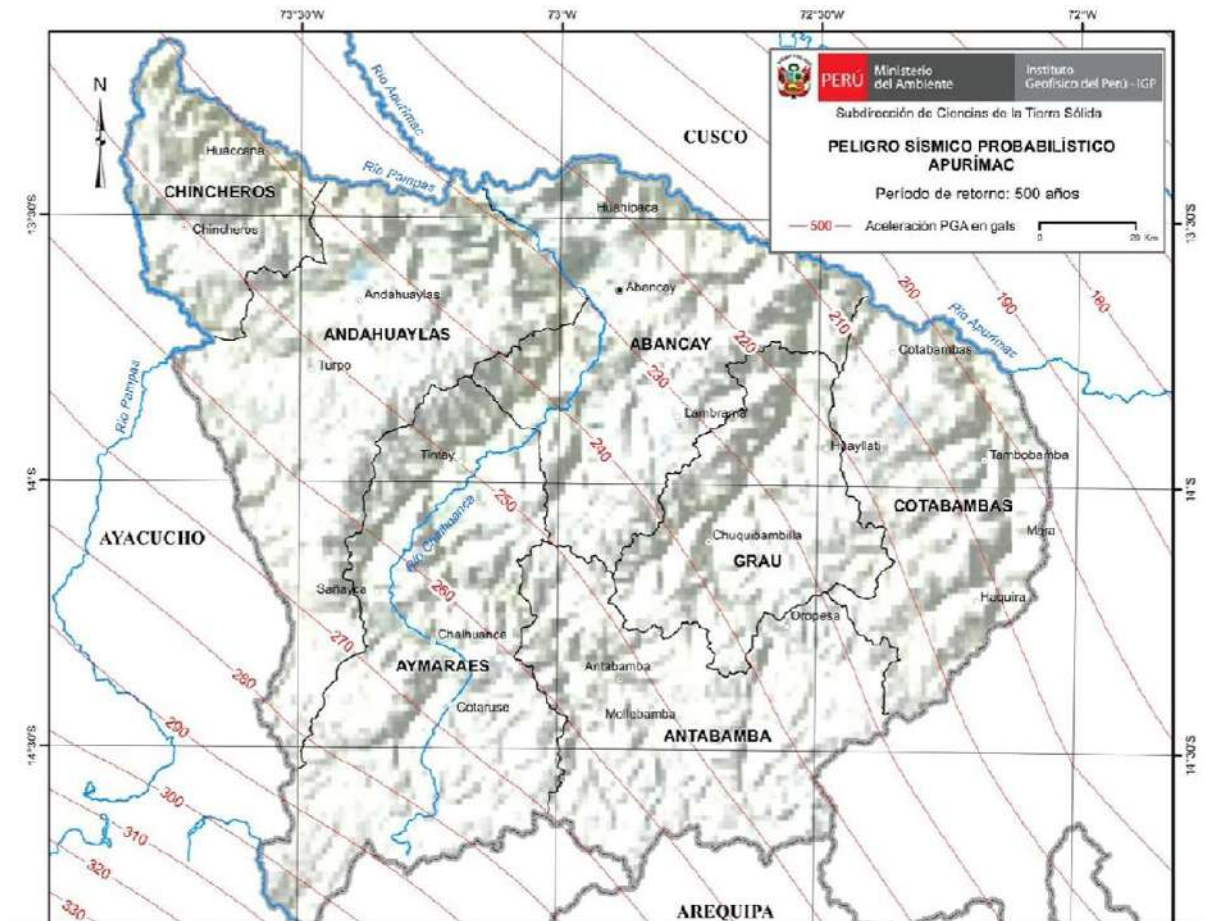
La interacción entre la erosión fluvial, la saturación hídrica del terreno y la pendiente pronunciada del sector constituye el principal factor detonante de estos derrumbes.

## 5.3. Factores condicionantes

- Presencia de depósitos coluviales no consolidados, originados por movimientos en masa antiguos.
- Laderas con pendientes muy fuertes ( $\approx 35^\circ$ ) a escarpadas ( $>45^\circ$ ), que favorecen la inestabilidad.
- Identificación de unidades geomorfológicas de vertiente con deslizamientos.

## 5.4. Factores desencadenantes

- Sismos: Los movimientos sísmicos constituyen uno de los factores detonantes más importantes en la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes, especialmente en laderas con materiales poco consolidados o con antecedentes de inestabilidad. De acuerdo con el Mapa de Peligros Sísmicos del Instituto Geofísico del Perú (IGP), elaborado para un período de retorno de 500 años, el departamento de Apurímac puede registrar aceleraciones máximas del suelo (PGA) entre 200 y 300 gals. En particular, el área de estudio correspondiente a la comunidad campesina de Pfacó se ubica dentro de una zona donde las aceleraciones esperadas oscilan alrededor de 210 a 230 gals, lo que evidencia un nivel significativo de amenaza sísmica. Estos valores indican que, ante un evento sísmico de magnitud moderada o alta, el terreno podría experimentar reajustes estructurales, reapertura de grietas existentes y reactivación parcial de los deslizamientos antiguos y latentes identificados en la zona, incrementando el riesgo de movimientos en masa secundarios y afectaciones en viviendas e infraestructura local.
- Lluvias intensas: Las precipitaciones extremas constituyen uno de los principales factores desencadenantes de los procesos de remoción en masa, favoreciendo la ocurrencia de deslizamientos y derrumbes. Estos eventos están directamente relacionados con la saturación de los suelos, la reducción de la cohesión de los materiales y la pérdida de resistencia al corte en laderas con pendientes moderadas a fuertes. En la sierra del Perú, las lluvias se concentran principalmente durante los meses de diciembre a marzo. Durante esta temporada, el incremento de la infiltración hídrica en los suelos coluviales y residuales puede generar reajustes del terreno, activación de deslizamientos antiguos y formación de nuevos movimientos superficiales, incrementando la inestabilidad del terreno.



**Figura 16.** Aceleraciones para periodos de retorno de 500 años para el departamento de Apurímac. Unidad de medida gals. Tomado de: Catálogo general de isosistas para sismos del Perú (IGP, 2014).

## 6. CONCLUSIONES

Del análisis geológico, geomorfológico, trabajos de campo y evaluación de peligros en la zona de estudio, se concluye lo siguiente

1. En el área de estudio afloran rocas sedimentarias moderadamente meteorizadas y fracturadas, pertenecientes a las formaciones Hualhuani, Murco y Arcurquina; sobre las cuales se disponen depósitos coluviales no consolidados derivados de antiguos movimientos en masa. Estos materiales conforman el sustrato donde se asienta la comunidad campesina de Pfacó.
2. Las unidades geomorfológicas identificadas corresponden a montaña y colina en roca sedimentaria, vertiente piedemonte coluviodeluvial, vertiente con depósito de deslizamiento y terraza indiferenciada. Las dos primeras unidades conforman las zonas más estables del relieve, mientras que las vertientes con depósito de deslizamiento concentran la mayor susceptibilidad a procesos de remoción en masa, debido a la presencia de materiales sueltos y pendientes fuertes.
3. El principal peligro geológico identificado en la comunidad campesina de Pfacó corresponde a un deslizamiento antiguo, sobre el cual se desarrollan deslizamientos secundarios y recientes, así como derrumbes localizados en la parte baja del cuerpo principal. Este deslizamiento constituye la forma dominante del relieve y presenta un estado de equilibrio inestable.
4. En la parte baja del cuerpo principal del deslizamiento antiguo se identifican reactivaciones como deslizamientos y derrumbes menores, relacionados con el socavamiento del río Coyllurqui.
5. En las zonas agrícolas y urbanas se observan grietas y fisuras con saltos de hasta 20 cm, que se intensifican durante la temporada de lluvias. Estas deformaciones reflejan movimientos diferenciales del terreno y procesos de inestabilidad superficial asociados a la saturación de suelos coluviales, representando un riesgo creciente para viviendas e infraestructura agrícola.
6. Los factores condicionantes predominantes son: la presencia de depósitos coluviales no consolidados, laderas con pendientes muy fuertes ( $\approx 35^\circ$ ) a escarpadas ( $>45^\circ$ ) y unidades geomorfológicas de vertiente con deslizamientos. Como factores desencadenantes destacan las lluvias intensas estacionales (de diciembre a marzo) y actividad antrópica (regadío por inundación).
7. En conjunto, la comunidad campesina de Pfacó, distrito de Coyllurqui, presenta un PELIGRO ALTO a MUY ALTO frente a la ocurrencia de movimientos en masa, principalmente deslizamientos y derrumbes. Por ello, debe ser considerada una ZONA CRÍTICA en el marco de la gestión del riesgo de desastres, requiriendo la implementación de medidas de prevención y control geodinámico.

## 7. RECOMENDACIONES

A continuación, se brindan recomendaciones generales orientadas a la reducción y mitigación del riesgo en la comunidad campesina de Pfacó. La implementación de estas medidas contribuirá a disminuir el riesgo ante la posible reactivación del deslizamiento y la ocurrencia de nuevos procesos de remoción en masa.

### Medidas estructurales

1. Implementar obras de drenaje superficial, tales como cunetas, canales de coronación y drenes filtrantes en las zonas de mayor saturación, con el fin de controlar la infiltración pluvial y reducir la presión de poros en los suelos coluviales.
2. Impermeabilizar los canales de conducción de agua y reservorios, utilizando tuberías de PVC o mangueras flexibles, para evitar filtraciones hacia el subsuelo, principalmente en las zonas agrícolas.
3. Reforzar y proteger las riberas del río Coyllurqui mediante obras de encauzamiento y protección ribereña, evitando la erosión lateral que contribuye a la pérdida de soporte del talud y a la inestabilidad del pie del deslizamiento.
4. Evitar excavaciones, cortes o rellenos no controlados en la ladera donde se ubica la comunidad, porque estas acciones pueden modificar el equilibrio del terreno y generar reactivaciones locales.
5. Instalar sistemas de monitoreo geotécnico local, como puntos de control topográfico y medición de grietas, para evaluar la evolución de las deformaciones en viviendas y terrenos de cultivo.

### Medidas no estructurales

1. Implementar sistemas de riego tecnificado, preferentemente por goteo, en reemplazo del riego por inundación, con el fin de reducir las infiltraciones de agua en el suelo y disminuir la saturación de los materiales coluviales, bajo asesoramiento técnico especializado.
2. Sensibilizar a la población local, a través de talleres y charlas de capacitación en gestión del riesgo de desastres, promoviendo la no construcción de viviendas e infraestructura en áreas inestables.
3. Implementar un monitoreo temporal del deslizamiento, utilizando equipos GPS diferencial o estaciones topográficas, para registrar la velocidad, dirección y magnitud de los desplazamientos, generando información técnica útil para la toma de decisiones.
4. Elaborar un Estudio de Evaluación de Riesgos (EVAR) a cargo de un evaluador acreditado por CENEPRED, con el propósito de cuantificar el nivel de riesgo existente y definir medidas de mitigación complementarias en coordinación con la Municipalidad Distrital de Coyllurqui y el Gobierno Regional de Apurímac.
5. Promover la conservación de la cobertura vegetal y reforestación con especies nativas de raíces profundas en las zonas altas y medias de la ladera, a fin de reducir la erosión superficial y favorecer la estabilidad del terreno.

## BIBLIOGRAFÍA

Cruden, D.M. y Varnes, D.J. (1966). Landslide types and process, Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C., National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, 36-75 p.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2000). Estudio de Riesgo Geológico del Perú, Franja N°1. INGEMMET. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, n. 23, 290 p.

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

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas – PMA: GCA (2007). Movimientos en masa en la región andina: Una guía para la evaluación de amenazas.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). Evaluación de peligros geológicos por caída de rocas en el cerro Challhuacheta, distrito Challhuahuacho, provincia Cotabambas, INGEMMET, Informe Técnico N° A7358, 24P.

PREDES. 2012. “Amenazas ante eventos de movimientos en masa e inundaciones, áreas críticas y medidas de mitigación en la región Apurímac”. Serie de investigación regional N° 17. Programa de Adaptación al Cambio Climático PACC-Perú.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2013). Segundo reporte de zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos en la región Apurímac. INGEMMET, Informe Técnico N° A6624, 46P.

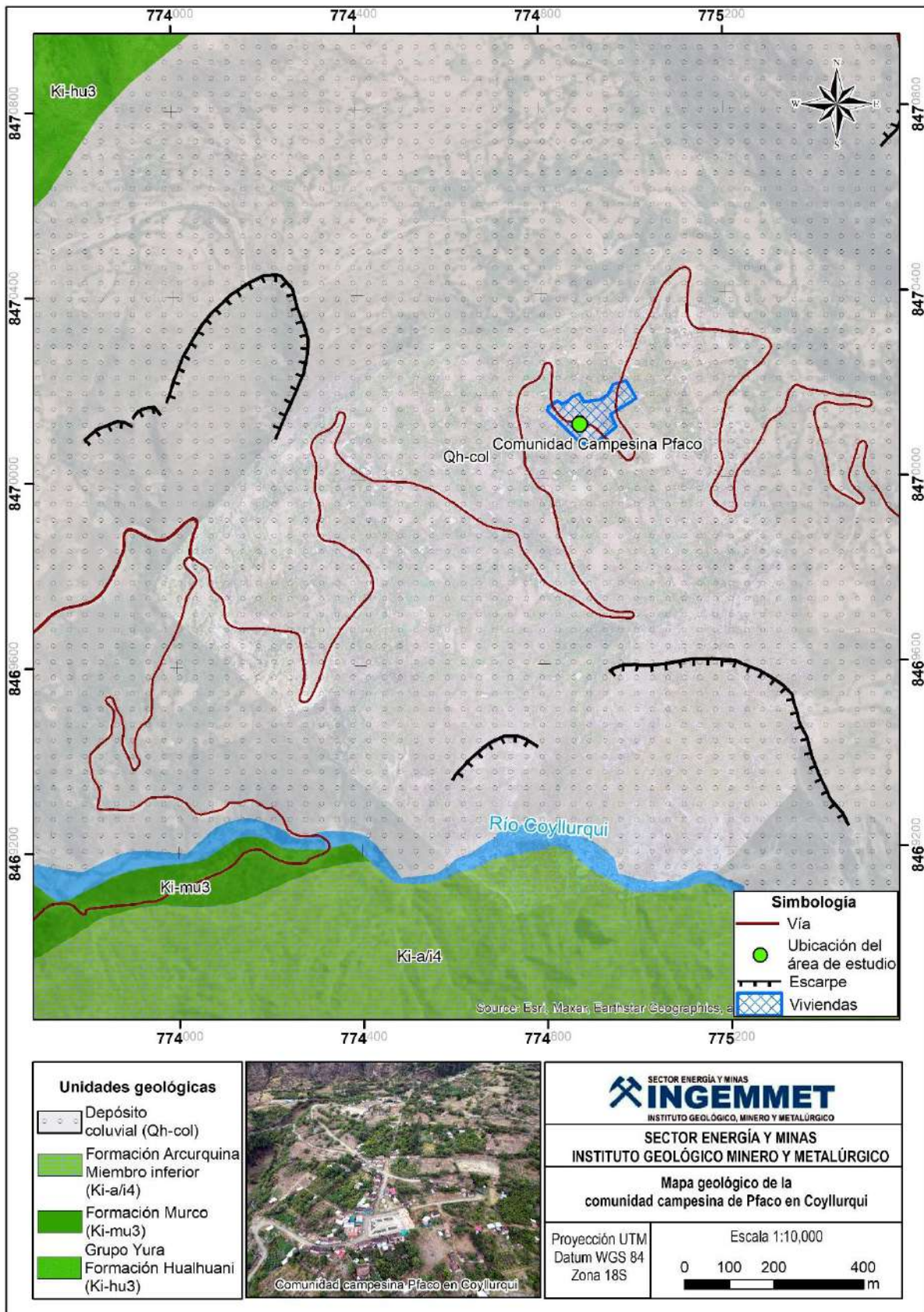
Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). “Evaluación de peligro geológico por flujo de detritos (huaico) en la quebrada Inqui. Distritos Tambobamba, Provincia Cotabambas, Departamento Apurímac”, INGEMMET, Informe Técnico N° A7629, 34P.

Galdós, J. et al (2002) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Tambobamba (28-r)

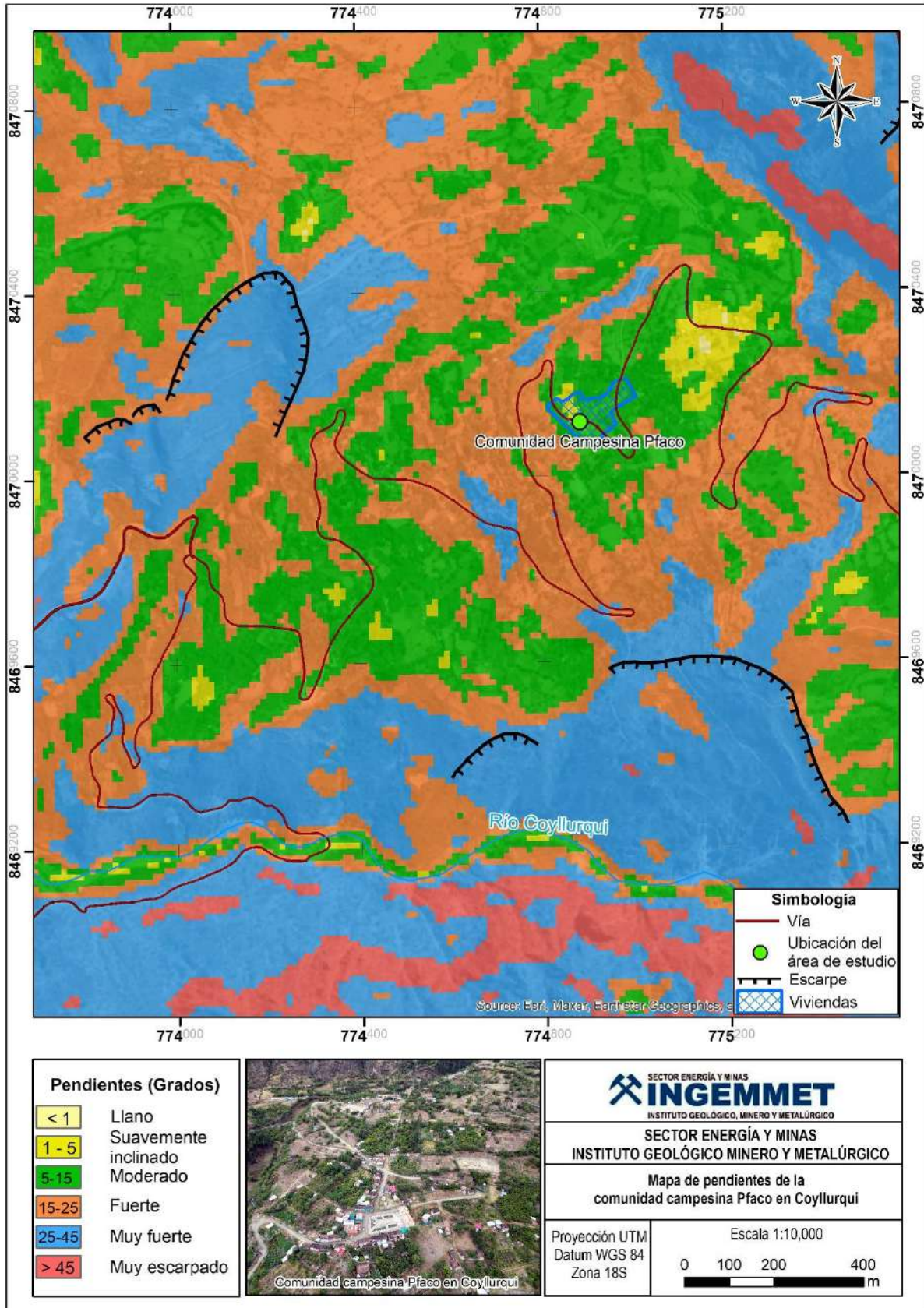
Marocco, R. (1975) - Geología de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas. Inst. Geol. Min., Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 27, 51 p

Corominas, J. & García Y agüe A. (1997). Terminología de los movimientos de ladera. I V Simposio Nacional sobre Taludes y Laderas Inestables. Granada. Vol. 3,1051-1072

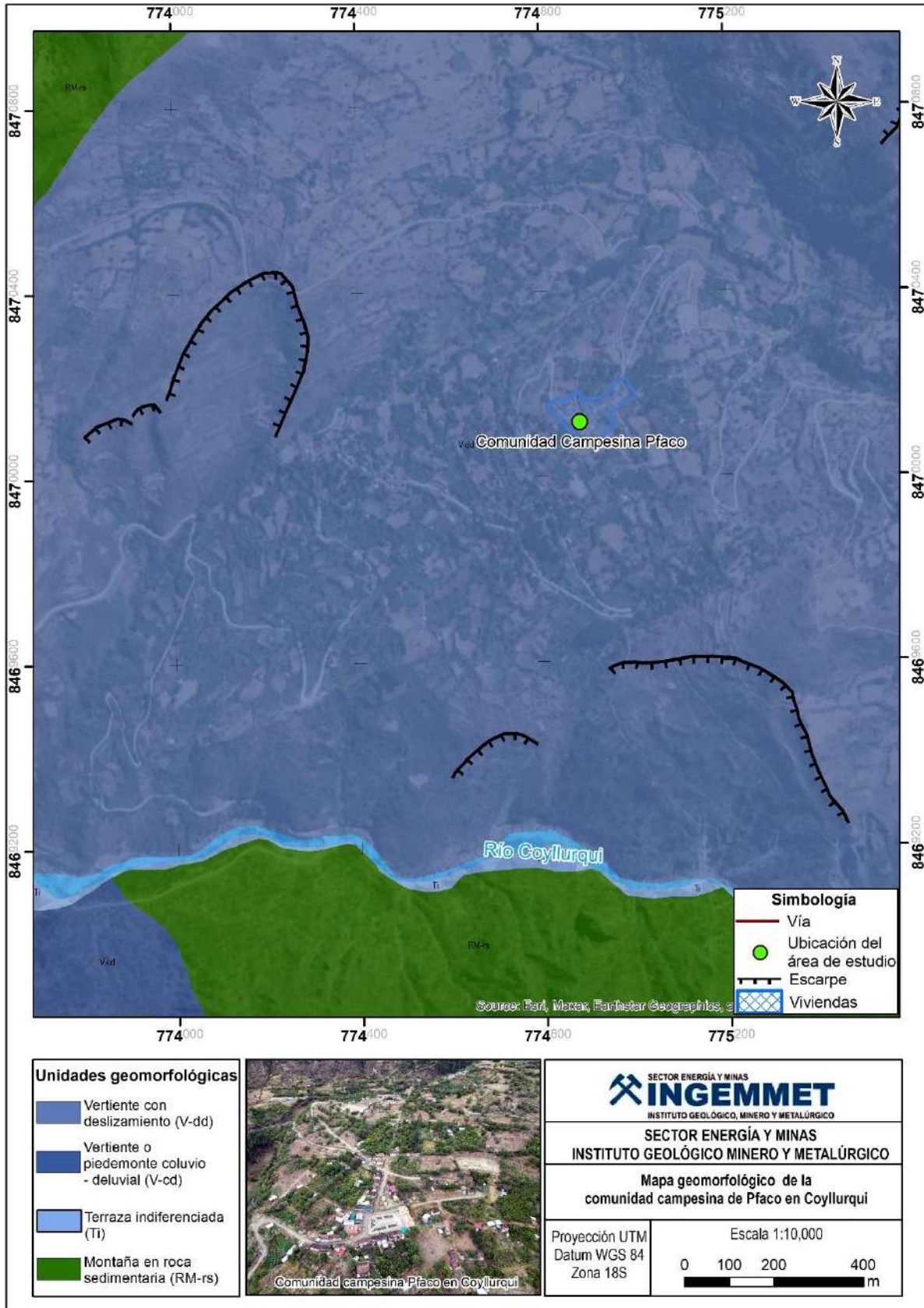
**ANEXO 1 MAPAS**



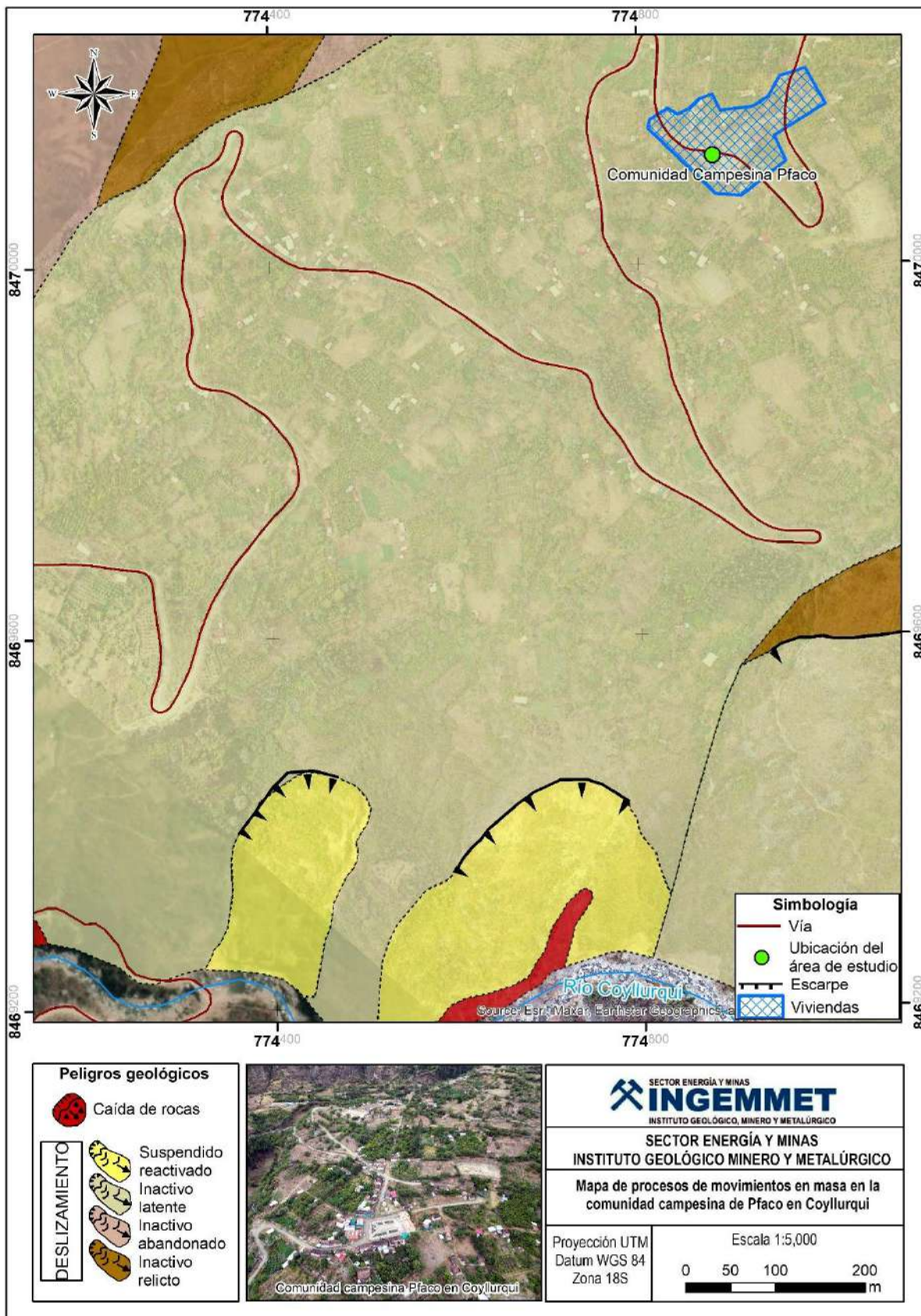
Mapa N°1. Mapa geológico del área de trabajo. Tomado y modificado del mapa geológico del cuadrángulo de Tambobamba 28-r, J. Galdós, et al (2002).



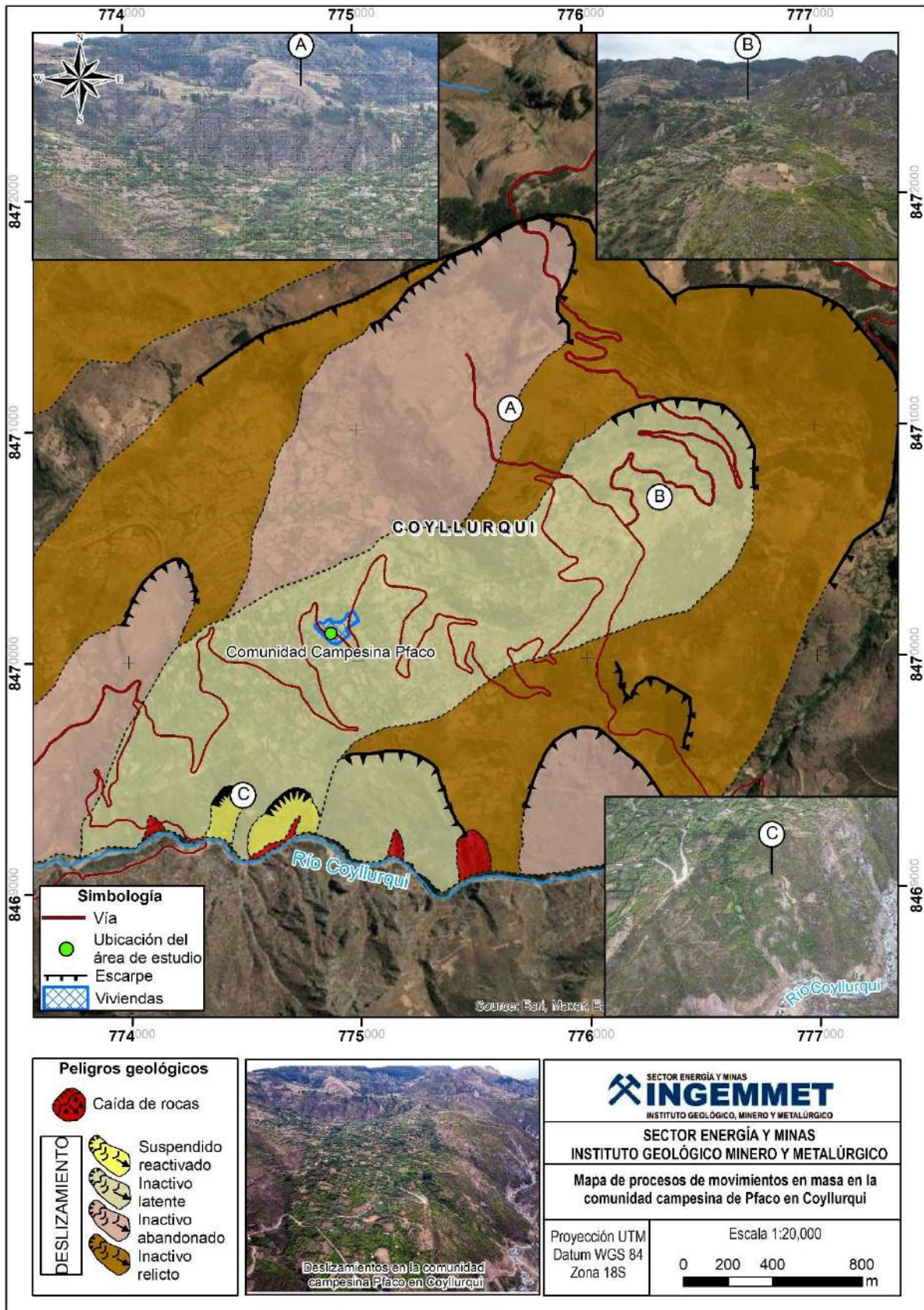
Mapa N°2. Pendientes del área evaluada. Fuente: propia.



Mapa N° 3. Unidades geomorfológicas del área de trabajo. Tomado y modificado del mapa geomorfológico a escala 1:200,000 del Ingemmet.



Mapa N° 4. Cartografía de procesos de movimientos en masa en la comunidad campesina de Pfacó en el distrito de Coyllurqui, a escala 1:5,000. Elaboración propia.



Mapa N° 5. Cartografía de procesos de movimientos en masa en la comunidad campesina de Peñacocha en el distrito de Coyllurqui, a escala 1:20,000. Elaboración propia.