

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7593

EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN LA COMUNIDAD CAMPESINA ASMAYACU

Departamento: Apurímac
Provincia: Abancay
Distrito: Curahuasi



FEBRERO
2025

EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DESLIZAMIENTO EN LA COMUNIDAD CAMPESINA ASMAYACU

Distrito Curahuasi, Provincia Abancay, 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 Asmayacu. Distrito Curahuasi, provincia Abancay, departamento Apurímac. INGEMMET, Informe Técnico N° A7593, 29 p.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio.....	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores.....	5
1.3. Aspectos generales	6
1.3.1. Ubicación	6
1.3.2. Población	8
1.3.3. Accesibilidad.....	8
1.3.4. Clima	8
2. DEFINICIONES	9
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	14
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	14
3.1.1. Unidad Cotabambas (Peo-cot2-gb).....	14
3.1.2. Depósito coluvial (Qh-col).....	14
3.1.3. Depósito aluvial (Qh-al).....	14
3.1.4. Depósito colivo-deluvial (Q-cd).....	14
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	15
4.1. Pendientes del terreno	15
4.2. Unidades Geomorfológicas	15
4.2.1. Unidad de Montaña.....	15
4.2.2. Unidad de Piedemonte	16
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	16
5.1 Deslizamientos y flujos de tierra	16
5.2 Factores condicionantes	22
5.3 Factores desencadenantes.....	22
6. CONCLUSIONES	23
7. RECOMENDACIONES	24
BIBLIOGRAFÍA.....	25
ANEXO 1 MAPAS	26

RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos realizada en la comunidad campesina de Asmayacu, del Distrito Curahuasi, Provincia Abancay, Departamento Apurímac. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos en los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

En el área de estudio afloran rocas moderadamente meteorizada y medianamente fracturadas, conformadas por dioritas, gabros, granodioritas, sienitas y tonalitas perteneciente a la unidad Cotabambas. También se aprecian depósitos cuaternarios entre proluviales, coluviales y aluvial, los cuales se encuentran no consolidados.

En inmediaciones de Asmayacu los relieves modelados corresponden a: montaña modelada en roca intrusiva con pendiente de hasta 35°; vertiente o piedemonte aluvio-torrencial con inclinaciones entre (10° - 25°) y vertiente con depósito de deslizamiento con pendientes fuertes a muy fuertes (25° - 45°).

En la comunidad campesina de Asmayacu se han identificado cuatro deslizamientos antiguos y uno reciente; un flujo de tierra antiguo y tres flujos de tierras reciente.

Los factores condicionantes de peligro geológico son: Presencia de depósitos coluviales y proluviales no consolidados, conformados por bloques y cantos angulosos de tamaños variables, envueltos en matriz areno arcillosa, material proveniente de deslizamientos antiguos. Pendientes desde fuerte a muy fuertemente (25° - 45°). Esto permite que el material suelto que se encuentra en la ladera se desplace cuesta abajo con facilidad por la acción de la gravedad. Presencia de unidades geomorfológicas de montaña en roca intrusiva, vertiente o piedemonte coluvio-deluvial y vertiente con depósito de deslizamiento. Canales de agua sin revestimiento.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se concluye que la comunidad campesina de Asmayacu es considerado de **PELIGRO ALTO**, frente a movimientos en masa de tipo deslizamiento y flujos de tierra.

Finalmente, se brindan recomendaciones para las autoridades competentes, como: Conducir adecuadamente las aguas de los canales, proveniente de la parte alta de la comunidad campesina Asmayacu, se recomienda cambiar los canales por tuberías, e impermeabilizar todos los reservorios, así como construir más reservorios de agua.

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°322-2024-A.MDC, emitido por la Municipalidad Distrital de Curahuasi; es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos en la comunidad campesina de Asmayacu. Distrito Curahuasi, Provincia Abancay, Departamento Apurímac.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó al ingeniero Yhon Soncco, para realizar la evaluación geológica, geomorfológica, geodinámica y de los peligros geológicos en la comunidad campesina de Asmayacu. Los trabajos de campo se realizaron los días 10 y 11 de noviembre del 2024.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: a) Gabinete I-Pre-campo, recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del Ingemmet; b) 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 c) 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 de las Municipalidad Distrital Curahuasi 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 Asmayacu, distrito Curahuasi; eventos que pueden comprometer la seguridad física de terrenos agrícolas y vías de comunicación.
- b) Determinar los factores condicionantes y detonantes que influyen en la ocurrencia de movimientos en masa.
- c) Emitir las recomendaciones 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) Reporte complementario N° 4173-27/4-2022 COEN – INDECI. El 13 de abril de 2022, a las 16:00 horas aproximadamente, se produjo el deslizamiento de un cerro, ocasionado el embalse del río Apurímac, causando daños a los

cultivos en la localidad de Carmen, sector de Campanayoc, distrito de Curahuasi, provincia de Abancay.

- b) Reporte complementario N° 1562 - 23/3/2021 / COEN – INDECI. El 22 de marzo de 2021, a las 19:20 horas, a consecuencias de las intensas precipitaciones pluviales se produjo un deslizamiento de lodo y piedras a la altura del Km 865 + 700 de la Red Vial longitudinal de la sierra sur, distrito de Curahuasi, provincia de Abancay.
- c) Valdivia & Latorre 2003. Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Abancay, hoja (28-q). En inmediaciones del área de estudio aflora la unidad Cotabambas, plutón de dioritas, gabros, granodioritas, sienitas y tonalitas.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área evaluada está ubicada en la comunidad campesina de Asmayacu, distrito Curahuasi, provincia de Abancay, departamento Apurímac, dentro de las coordenadas siguientes:

Cuadro 1. Coordenadas del punto central del área evaluado en la comunidad campesina Asmayacu

Punto central	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
Asmayacu	745606	8497059	-13.584708°	-72.730226°

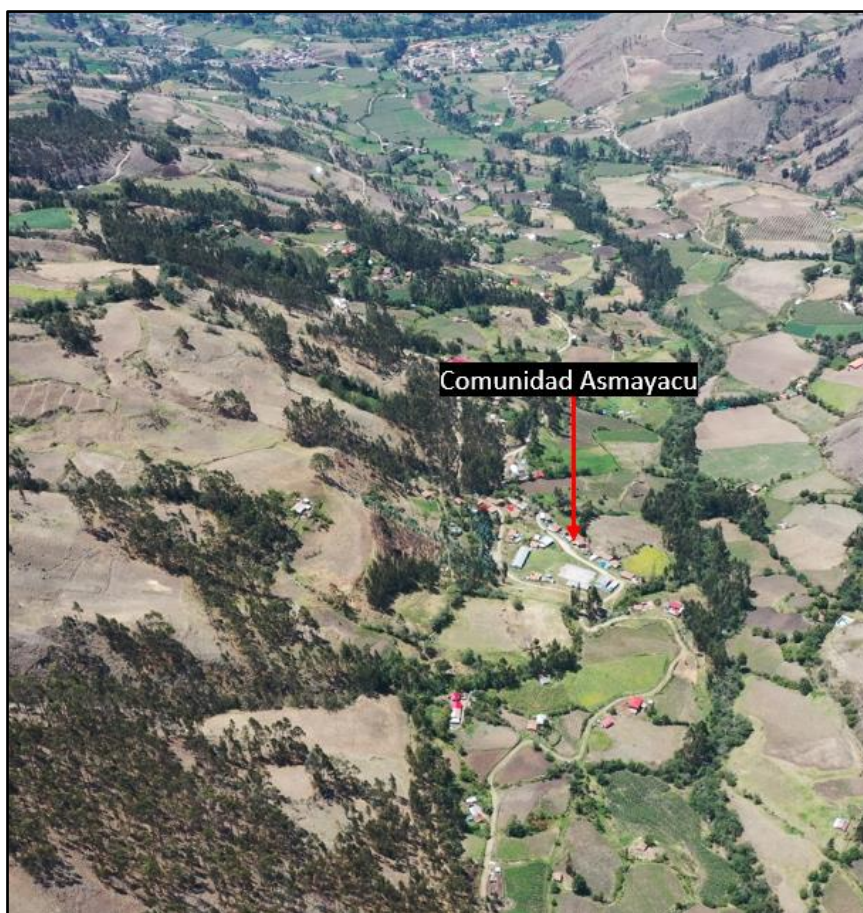


Figura 1. Comunidad campesina Asmayacu

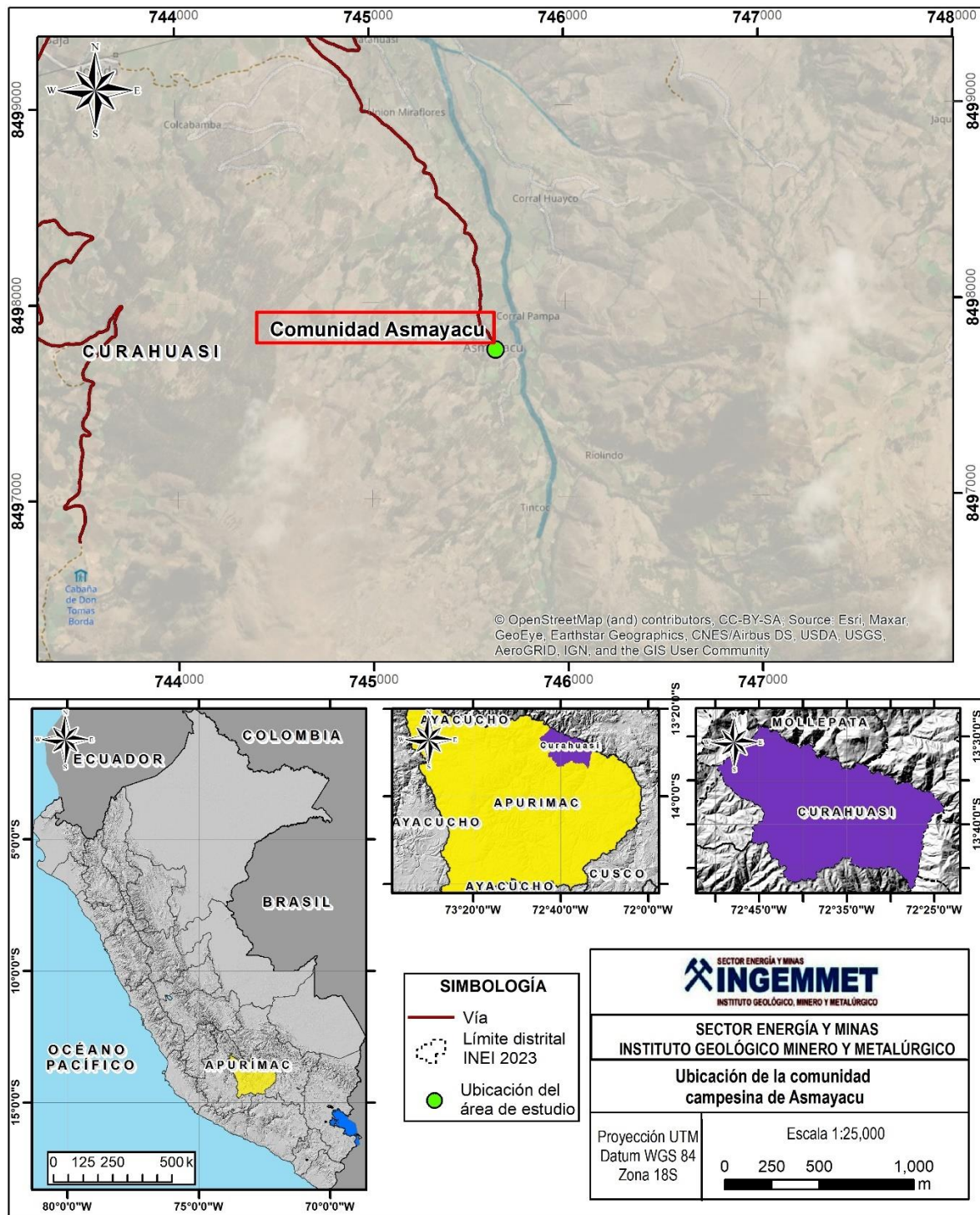


Figura 2. Ubicación de las áreas de evaluación en la comunidad campesina Asmayacu.

1.3.2. Población

En la provincia de Abancay, los distritos con más población son Abancay, Curahuasi y Tamburco, de acuerdo con el XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda (CPV, 2017). En total la provincia posee 110520 habitantes (Gráfico 1).

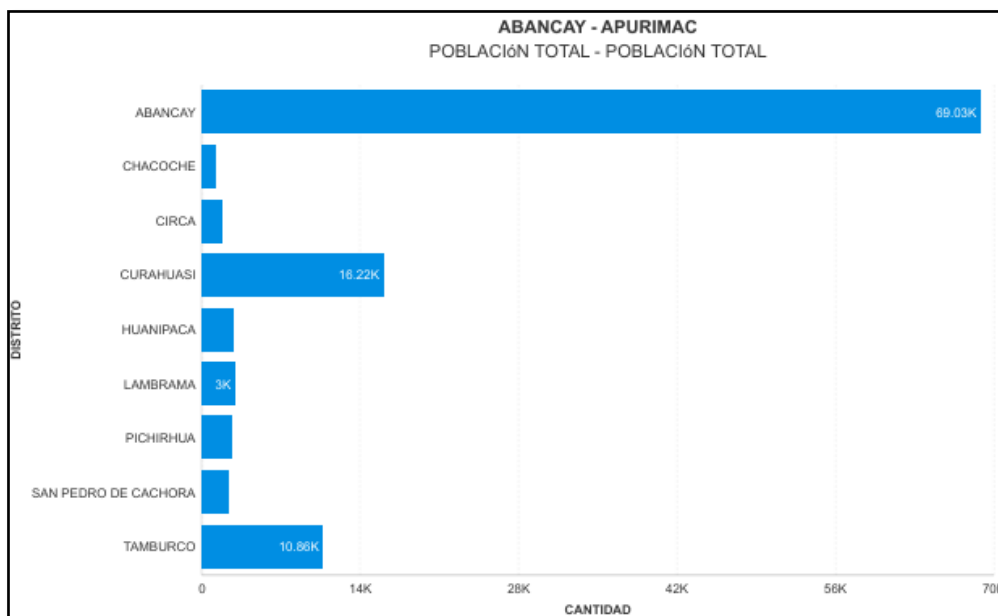


Gráfico 1. Población por distritos de la provincia Abancay. (<https://cenepred.gob.pe/web/>)

Según el Censo Nacional 2017, Curahuasi es el segundo distrito más poblado de la provincia de Abancay.

1.3.3. Accesibilidad

El acceso al área de estudio se realizó por vía terrestre partiendo desde Lima y se siguió 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>
Lima – Abancay	Asfaltada	906	15 h 16 min
Abancay – desvío sector Asmayacu	Asfaltada	58	1 h 45 min
Desvío sector Asmayacu – Comunidad Asmayacu	Trocha	3.25	15 min

1.3.4. Clima

Precipitación pluvial

Para contar con información de un periodo de tiempo largo, se tomó en cuenta la estación Curahuasi, este cuenta con información desde 1962 hasta el 2011. Donde la precipitación máxima es de 60 mm/día, y la precipitación promedio es de 30 mm, siendo la precipitación mínima de 00 mm.

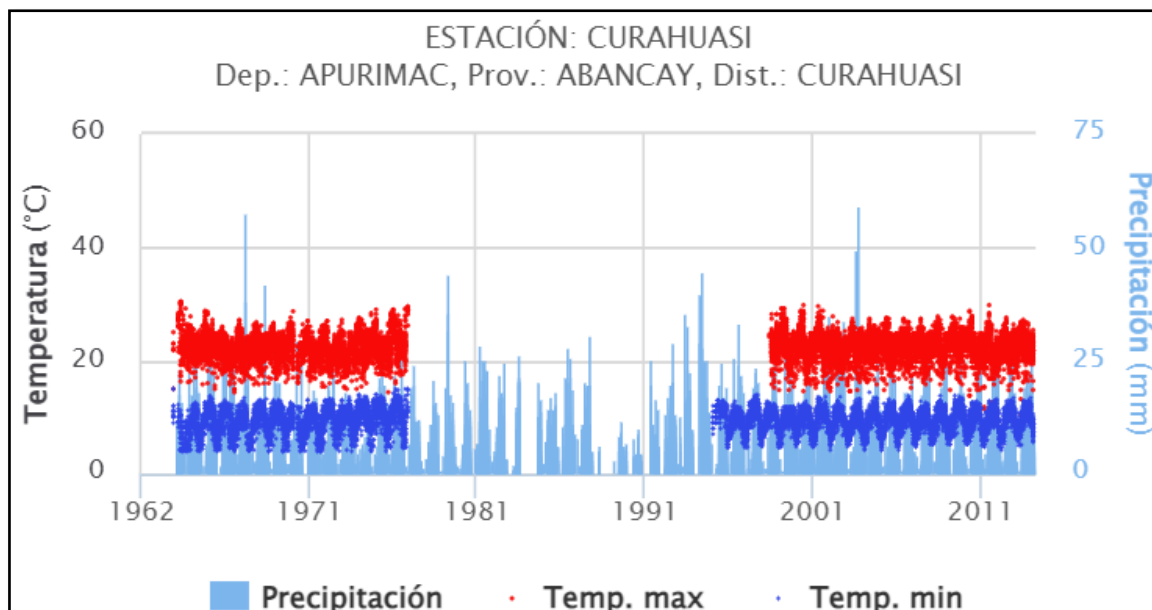


Figura 3. Precipitación según la estación Curahuasi. Periodo de registro 1962 al 2011.

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.

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

Aluvi3n: Flujo extremadamente rápido que desciende por cauces definidos, formando ríos de roca y lodo, alcanzando grandes velocidades, con gran poder destructivo. Están relacionados a lluvias excepcionales, aludes en nevados, movimientos sísmicos,

ruptura de lagunas o embalses artificiales y desembalse de un río producido por un movimiento en masa.

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).

Buzamiento: Ángulo que forma la recta de máxima pendiente de un plano con respecto a la horizontal y puede variar entre 0° y 90°.

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 interstratificados y por lo general no es posible diferenciarlos.

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.

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 muy 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).

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

y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

Deslizamiento traslacional: Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada. En general, estos movimientos suelen ser más superficiales que los rotacionales y el desplazamiento ocurre con frecuencia a lo largo de discontinuidades como fallas, diaclasas, planos de estratificación o planos de contacto entre la roca y el suelo residual o transportado que yace sobre ella (Cruden y Varnes, 1996).

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.

Erosión fluvial: Este fenómeno está relacionado con la acción hídrica de los ríos al socavar los valles, profundizarlos, ensancharlos y alargarlos. Ocurre cuando periodos con abundantes o prolongadas precipitaciones pluviales, en las vertientes o quebradas, aumentan el caudal de los ríos principales o secundarios que drenan una cuenca.

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.

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

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

Flujo de lodo: Tipo de flujo con predominancia de materiales de fracción fina (limos, arcillas y arena fina), con al menos un 50%, y el cual se presenta muy saturado.

Flujo de tierra: Movimiento intermitente, rápido o lento, de suelo arcilloso plástico. Los flujos de tierra desarrollan velocidades moderadas, con frecuencia de centímetros por año, sin embargo, pueden alcanzar valores hasta de metros por minuto. El volumen de los flujos de tierra puede llegar hasta cientos de millones de metros cúbicos.

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.

Hundimiento: Desplazamiento vertical brusco de una masa de suelo o roca debido en muchas ocasiones a la falla estructural de la bóveda de una cavidad subterránea. Suelen estar asociados a procesos de disolución de rocas carbonatadas o a la minería subterránea (Hauser, 2000).

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.

Licuefacción: Pérdida de la resistencia al corte de un suelo debido a un incremento rápido de la presión de poros del agua. El caso más común se presenta cuando ocurre un sismo en suelos granulares finos saturados con baja densidad relativa. Sin.: licuación.

Lutita: Roca sedimentaria de grano muy fino, de textura pelítica, es decir integrada por detritos clásticos constituidos por partículas de tamaños de la arcilla y del limo.

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, completamente 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.

Proluvial: Complejo sedimento deltaico friable de material fragmental, acumulado al pie de una pendiente como resultado de una ocasional avenida torrencial.

Propagación lateral: Expansión de una masa de roca o suelo cohesivo, combinada con una subsidencia general de la masa fracturada de material. Sin.: extensión lateral, expansión lateral.

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

Reptación de suelos: Movimiento lento del terreno en donde no se distingue una superficie de falla. La reptación puede ser de tipo estacional, cuando se asocia a cambios climáticos o de humedad del terreno, y verdadera cuando hay un desplazamiento relativamente continuo en el tiempo.

Retrogresivo: Tipo de actividad de un movimiento en masa, en el cual la superficie de falla se extiende en la dirección opuesta al movimiento del material desplazado (Cruden y Varnes, 1996).

Runup: Desplazamiento hacia arriba del pie de un deslizamiento que ocurre cuando la masa de este pega contra una ladera opuesta a la zona de arranque.

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.

Suelo residual: Suelo derivado de la meteorización o descomposición de la roca in situ. No ha sido transportado de su localización original, también llamado suelo tropical.

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.

Velocidad: Para cada tipo de movimiento en masa se describe el rango de velocidades, parámetro importante ya que ésta se relaciona con la intensidad del evento y la amenaza que puede significar. De acuerdo con Cruden y Varnes (1996), las escalas de velocidades corresponden a: extremadamente lenta, muy lenta, lenta, moderada, rápida, muy rápida y extremadamente rápida.

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).

Zona crítica: Zona o área con peligros potenciales de acuerdo con la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Pueden presentarse durante la ocurrencia de lluvias excepcionales y puede ser necesario considerarlas dentro de los planes o políticas nacionales, regionales y/o locales sobre prevención y atención de desastres.

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Para el análisis geológico se tomó como referencia el mapa geológico del cuadrángulo de Abancay (28-q) elaborado por J. Caldas, et al (1981); la memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Abancay, hoja (28-q) (Valdivia & Latorre 2003).

Se complementó con trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotografías aéreas y observaciones de campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

3.1.1. Unidad Cotabambas (Peo-cot2-gb).

Esta Unidad aflora ampliamente en los alrededores del área de estudio (Mapa 1), se trata de un Plutón conformado por dioritas, gabros, granodioritas, sienitas y tonalitas. Se encuentra moderadamente meteorizada y medianamente fracturadas.

3.1.2. Depósito coluvial (Qh-col)

Esta unidad aflora en la parte central del área de estudio (Mapa 1). Litológicamente compuesto por bloques y cantos angulosos de tamaños variables, envueltos en una matriz areno arcillosa, todo el material proveniente de deslizamientos antiguos ocurridos en la zona. El depósito se encuentra poco consolidado.

3.1.3. Depósito aluvial (Qh-al)

El depósito se aprecia al noroeste del área de estudio (Mapa 1). Son depósitos constituidos principalmente, por gravas, arenas y limos en terraza. Están estrechamente relacionados con el cauce de los ríos. Se aprecian no consolidados.

3.1.4. Depósito colivo-deluvial (Q-cd)

Esta unidad aflora en las laderas próximos a la zona urbana de la comunidad campesina de Asmayacu, (Mapa 1). Litológicamente compuesto con fragmentos heterométricos de bloques, gravas y arenas conformado la matriz, el material proviene de procesos de flujos de tierra. El depósito se encuentra poco consolidado.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

Las pendientes de los terrenos en el área evaluada, varía desde moderado a fuertemente inclinado, ellas se aprecian en la cima de las colinas ($10^\circ - 25^\circ$), las laderas presentan pendientes fuertes a muy fuerte ($25^\circ - 45^\circ$), y en la parte alta de los cerros y en las márgenes de los ríos se tiene un cambio abrupto a terrenos escarpados ($> 45^\circ$). Se elaboró un mapa de pendientes en base al modelo de elevación digital (DEM - noviembre del 2024), de 10 cm/píxel, a partir de fotogrametría con dron (Anexo 1, mapa 2).

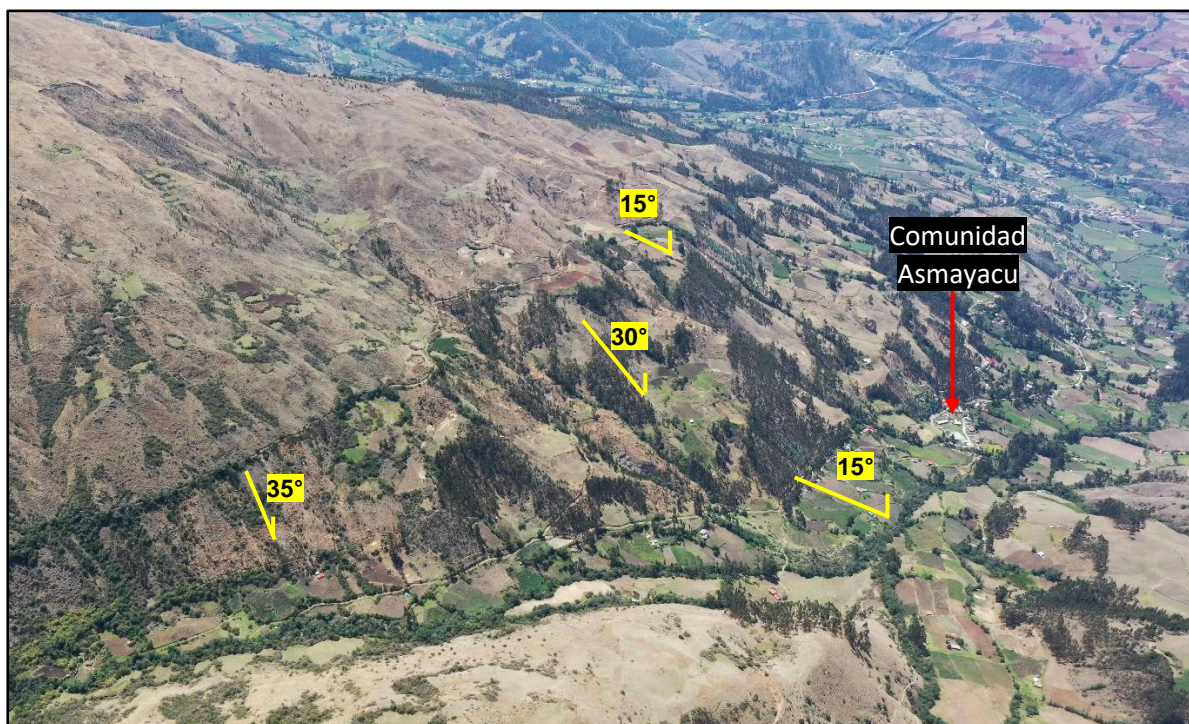


Figura 4. Muestra las distintas pendientes en la comunidad campesina Asmayacu.

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 la clasificación de unidades geomorfológicas utilizadas en los estudios del Ingemmet; 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).

4.2.1. Unidad de Montaña

La unidad de montañas consiste en 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.

Montaña en roca intrusiva (RM-ri): Se encuentran conformando elevaciones alargadas y de pendiente mayores a 35°, compuesto por rocas intrusiva, las cuales se encuentran moderadamente alteradas y medianamente fracturadas. Se identificó esta geoforma en la parte central del área de estudio. Esta unidad es susceptible a generar derrumbes, deslizamientos y flujo de detritos.

4.2.2. Unidad de Piedemonte

Ambiente de agradación que constituye una transición entre los relieves montañosos, accidentados y las áreas bajas circundantes; en este ambiente predominan los depósitos continentales coluviales y las acumulaciones forzadas, las cuales están relacionadas con el repentino cambio de los perfiles longitudinales. Las subunidades de piedemonte identificadas son las siguientes:

Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at): Unidad extendida al pie de estribaciones andinas o los sistemas montañosos; con laderas de pendientes que varían entre 10° y 25°. Está formado por la acumulación producto de corrientes de agua. Se ubica en el sector Humaccata.

Vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd): Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa, prehistóricos, antiguos y recientes, que pueden ser del tipo deslizamientos, avalancha de rocas y/o movimientos complejos. Esta unidad se aprecia en la parte central del área de estudio, en la parte alta de la zona urbana de la comunidad campesina de Asmayacu. Es una unidad susceptible a genera deslizamientos.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos son resultados del proceso de modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida en los valles de la Cordillera de los Andes por los ríos, que conllevó a la generación de diversos movimientos en masa, que modificaron la topografía de los terrenos y movilizaron cantidades variables de materiales desde las laderas hacia el curso de los ríos.

5.1 Deslizamientos y flujos de tierra

En la parte alta de la comunidad campesina de Asmayacu se han identificado una serie de depresiones que corresponden a distintos episodios de movimientos en masa de tipo deslizamientos y flujos de tierra.

Da-1: Se trata de un deslizamiento rotacional antiguo, su corona se encuentra erosionada, por el alto grado de meteorización, sin embargo, se puede inferir que posee una longitud de 900 m, la distancia desde la corona hasta el pie del deslizamiento es de 1.18 km. Este evento está comprendido entre las cotas 3595 a 3094 m s.n.m. es decir presenta un desnivel de 501 m, la masa movilizada se estima que afectó un área 15 has, (figuras 5 y 6).

Durante los trabajos de campo, en el cuerpo del deslizamiento se identificaron algunos sectores reactivados; además de procesos de derrumbes ubicados dentro del cuerpo del deslizamiento, y con mayor afectación en la parte baja del deslizamiento, aparentemente por la presencia de canales de agua que no cuentan con el revestimiento adecuado.

Da-2: Deslizamiento rotacional antiguo, su corona no se distingue, se puede inferir que tiene una longitud de 333 m, la distancia de la corona hasta el pie del deslizamiento es 767 m. Este evento está comprendido entre las cotas 3382 a 3052 m s.n.m. es decir presenta un desnivel de 330 m, la masa movilizada afectó un área 8 has, (figura 7).

Durante los trabajos de campo, en el cuerpo del deslizamiento se identificaron procesos de agrietamientos en la parte baja del cuerpo del deslizamiento.

La causa principal de los agrietamientos son las filtraciones de agua de canales de agua sin revestimiento.

Da-3: Deslizamiento rotacional antiguo, su corona se encuentra erosionada, por el alto grado de meteorización, sin embargo, se puede inferir que posee una longitud de 1.15 km, la distancia desde la corona hasta el pie del deslizamiento es de 1.58 km. Este evento está comprendido entre las cotas 3837 a 3166 m s.n.m. es decir presenta un desnivel de 671 m, la masa movilizada afectó un área 44 has.

Se identificaron en el cuerpo del deslizamiento, sectores reactivados; procesos de derrumbes, la mayor afectación se encuentra en la parte baja del deslizamiento.

La causa principal de las reactivaciones es por las filtraciones de agua que provienen de los canales de agua que se encuentran en malas condiciones.

Da-4: Deslizamiento rotacional antiguo, su corona se encuentra erosionada, por el alto grado de meteorización, sin embargo, se puede inferir que posee una longitud de 325 m, la distancia desde la corona hasta el pie del deslizamiento es de 915 m. Este evento está comprendido entre las cotas 3328 a 2996 m s.n.m. es decir presenta un desnivel de 332 m, la masa movilizada afectó un área 23 has.

En la parte media – baja del deslizamiento se identificaron sectores reactivados como flujos de tierra.

Una de las causas de la reactivación son infiltraciones de aguas, que provienen de los canales no revestidos en el sector.

Dr-1: Deslizamiento rotacional reciente, la corona tiene una longitud de 50 m, la distancia desde la corona hasta el pie del deslizamiento es 57 m. Este evento está comprendido entre las cotas 3250 a 3240 m s.n.m. es decir presenta un desnivel de 10 m, la masa movilizada afectó un área 0.12 has, (figura 7).

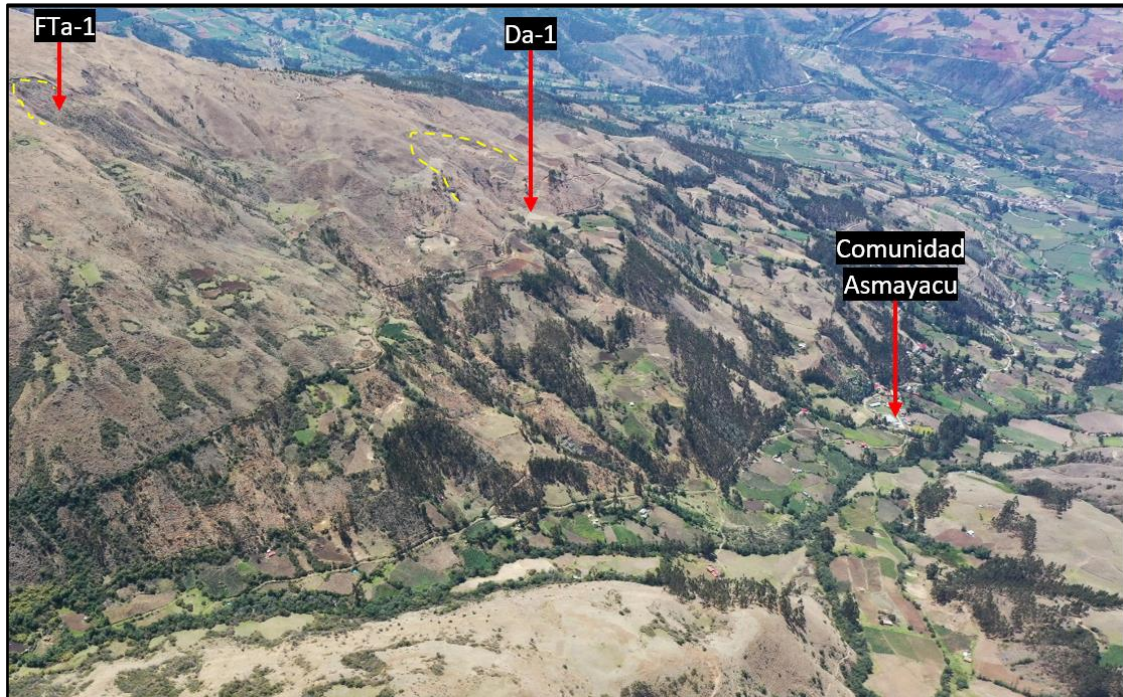


Figura 5. Procesos de movimientos en masa antiguos en inmediaciones de la comunidad campesina de Asmayacu, primera perspectiva.

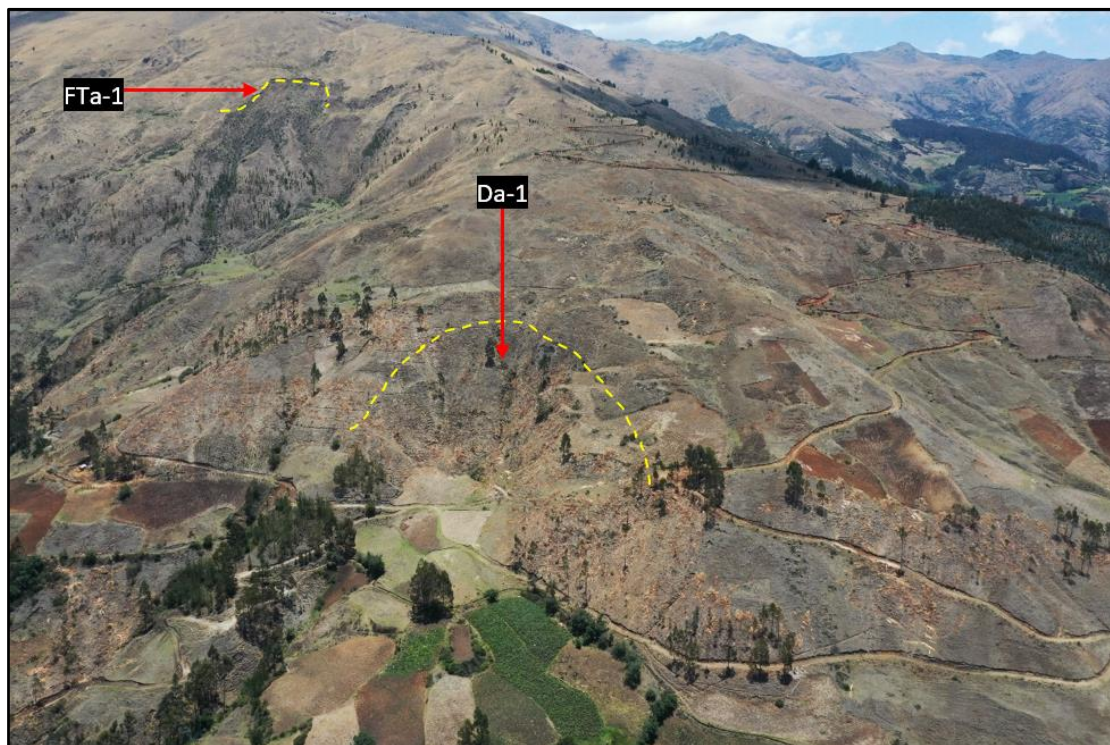


Figura 6. Procesos de movimientos en masa antiguos en inmediaciones de la comunidad campesina de Asmayacu, segunda perspectiva.

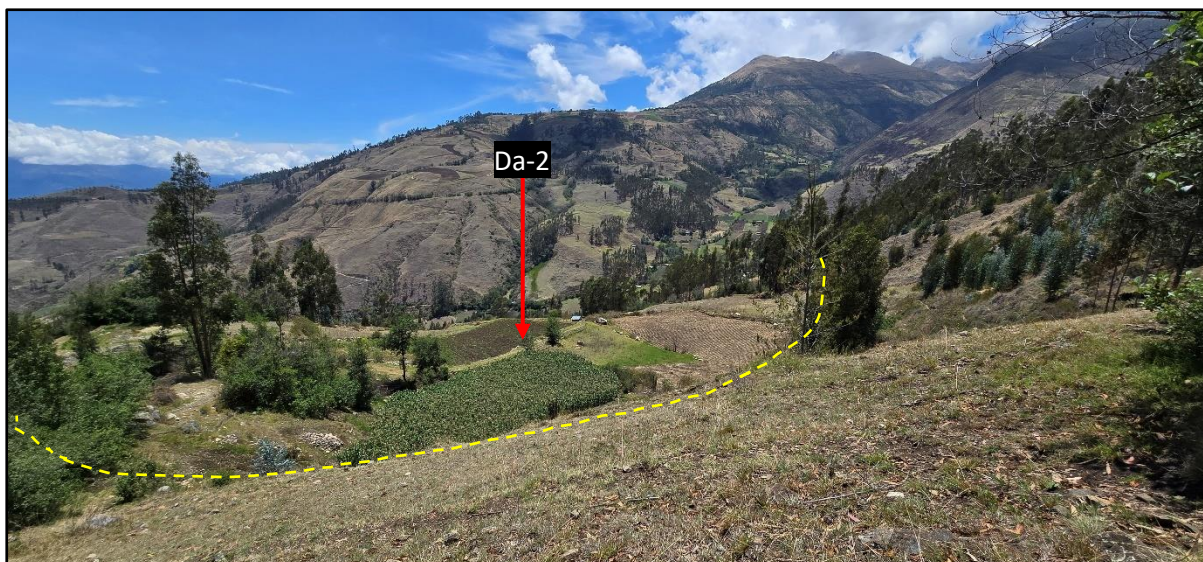


Figura 7. Procesos de movimientos en masa antiguos en inmediaciones de la comunidad campesina de Asmayacu, Deslizamiento antiguo 2

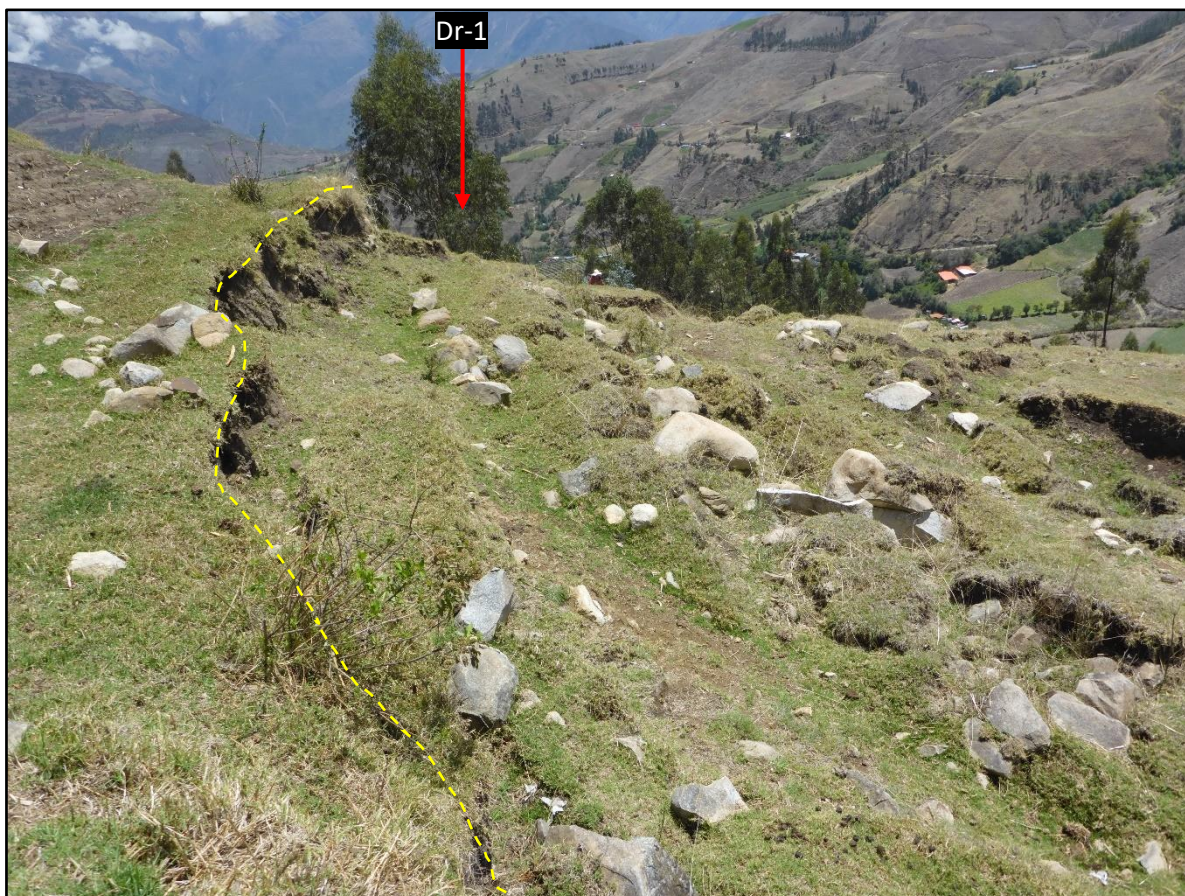


Figura 8. Procesos de movimientos en masa recientes en inmediaciones de la comunidad campesina de Asmayacu, (Dr-1).

FTa-1: Es un flujo de tierra antiguo, la cicatriz de rotura del evento presenta una longitud de 150 m, la distancia de recorrido del flujo desde su origen hasta el pie del es de 512 m. La masa movilizada afectó un área 5 has, (figura 6).

FTr-1, 2 y 3: Son flujos de tierra recientes, que ocurren en el cuerpo de los deslizamientos antiguos, se dan por la sobresaturación de los terrenos, debido a la excesiva filtración de aguas provenientes de los canales de riego, que no poseen revestimiento, (figura 11).



Figura 9. Procesos de movimientos en masa antiguos en inmediaciones de la comunidad campesina de Asmayacu, flujo de tierra reciente 1.



Figura 10. Procesos de movimientos en masa antiguos en inmediaciones de la comunidad campesina de Asmayacu, flujo de tierra reciente 2.



Figura 11. Canal de agua sin revestimiento.



Figura 12. Material suelto y ligeramente humedecido.

5.2 Factores condicionantes

- **Factor litológico:** Presencia de depósitos coluviales y proluviales no consolidados, conformados por bloques y cantos angulosos de tamaños variables, envueltos en una matriz areno arcillosa, material proveniente de deslizamientos antiguos.
- **Factor Geomorfológico:** Pendientes desde fuerte a muy fuertemente (25° - 45°). Esto permite que el material suelto que se encuentra sobre la ladera se desplace cuesta abajo con facilidad por la acción de la gravedad.
- **Factor antrópico:** Canales de agua sin revestimiento y el tipo de riego por gravedad, saturan los terrenos en el área de estudio.

5.3 Factores desencadenantes

- Los sismos pueden desencadenar los deslizamientos. Según el diseño sismorresistente, del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por decreto supremo N°011-2006-vivienda, la zona evaluada se ubica en la zona 3, con un factor Z de 0.35. "El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

6. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica y geomorfológica de la zona de estudio, así como a los trabajos de campo, y la evaluación de peligros geológicos, emitimos las siguientes conclusiones:

- a) En inmediaciones de la comunidad campesina Asmayacu afloran rocas moderadamente meteorizada y medianamente fracturadas, conformadas por dioritas, gabros, granodioritas, sienitas y tonalitas perteneciente a la (unidad Cotabambas). También se aprecian depósitos proluviales, coluviales y aluvial, los cuales se encuentran no consolidados.
- b) En el área de estudio se encuentran las siguientes unidades geomorfológicas: montaña modelada en roca intrusiva con ladera de pendiente de hasta 35°; vertiente o piedemonte aluvio-torrencial con inclinaciones entre (10° - 25°) y vertiente con depósito de deslizamiento con terrenos de pendientes fuertes a muy fuertes (25° - 45°).
- c) Los deslizamientos y los flujos están condicionados por: Presencia de depósitos coluviales y proluviales no consolidados. Pendientes desde fuerte a muy fuertemente (25° - 45°). Presencia de unidades geomorfológicas de montaña en roca intrusiva y vertiente o piedemonte coluvio-deluvial.
- d) La causa principal de la reactivación de los deslizamientos son los canales riego que no cuentan revestimiento, por lo cual el agua satura al terreno. Por ende, hay un incremento de peso de la masa inestable que se encuentra sobre la ladera.
- e) En la comunidad campesina de Asmayacu se han identificado cuatro deslizamientos antiguos y uno reciente; un flujo de tierra antiguo y tres flujos de tierras reciente.
- f) Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se concluye que la comunidad campesina de Asmayacu, presenta **PELIGRO ALTO**, frente a movimientos en masa de tipo deslizamiento y flujos de tierra.

7. RECOMENDACIONES

A continuación, se brindan recomendaciones con la finalidad de mitigar el impacto de los movimientos en masa. La implementación de estas recomendaciones permitirá mitigar el impacto de los riesgos geológicos.

1. Revestir los canales de agua, proveniente de la parte alta de la comunidad campesina Asmayacu, para evitar la infiltración de agua al subsuelo.
2. Implementar un sistema de drenaje, de los cuerpos de los deslizamientos, para evitar la infiltración de agua y así evitamos que se siga saturando.
3. Construir reservorios y canales para un mejor manejo de las aguas, estas obras deben estar impermeabilizados.
4. Todos los reservorios de agua en el sector deben ser impermeabilizados para evitar la infiltración en los terrenos.
5. Sensibilizar a la población a través de talleres y charlas con el objetivo de concientizar en gestión de riesgos para evitar construcción de viviendas o infraestructura en área susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa.
6. La población debe ser incentivada a la migración a nuevos tipos de cultivos y técnicas de irrigación, evitando las prácticas de riego por inundación.



Segundo A. Núñez Juárez
Jefe de Proyecto-Act. 11

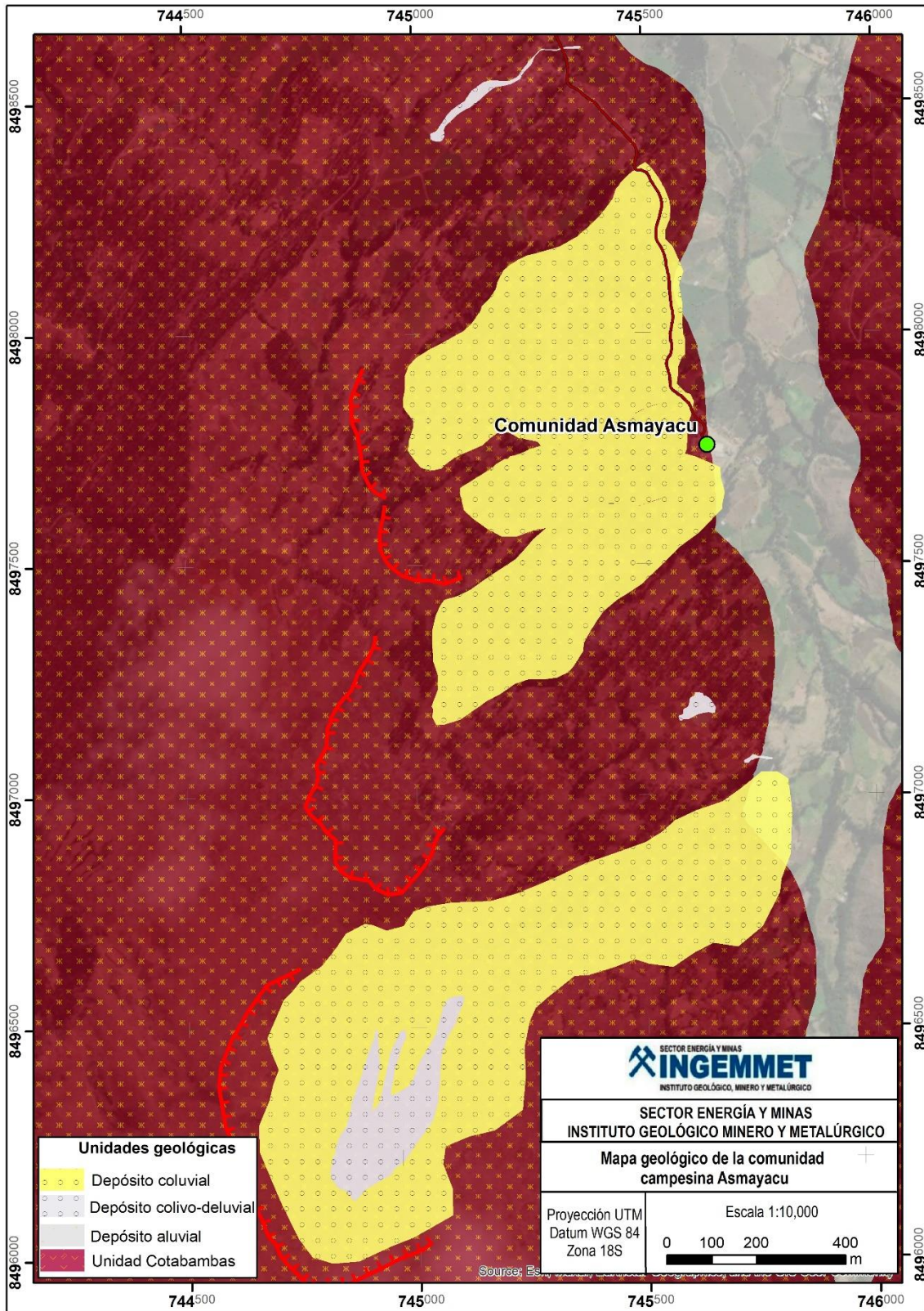


Ing. BILBERTO ZAVALA CARRIÓN
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

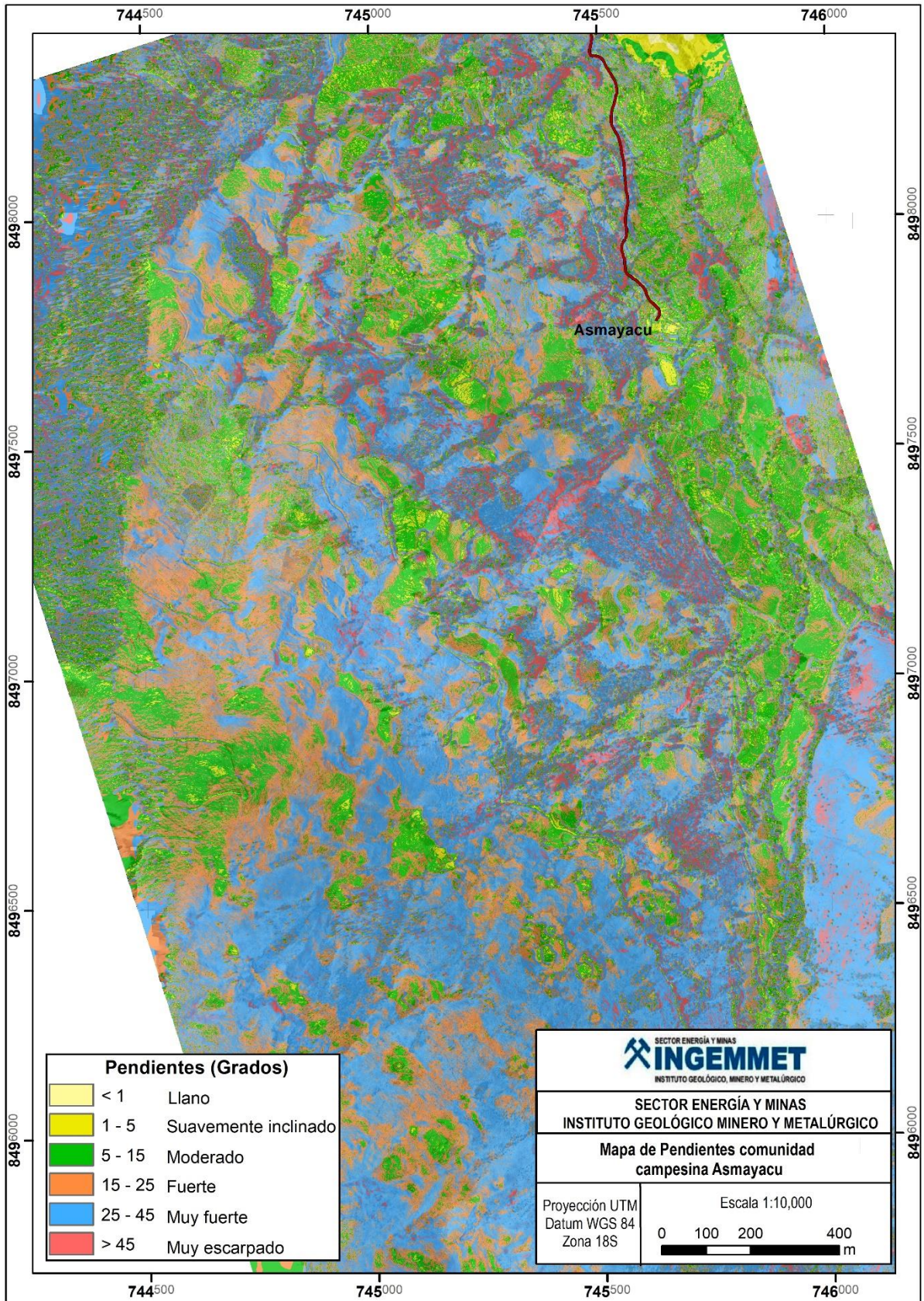
BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- Cruden, D. M., Varnes, D.J., (1996). Landslide types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslide's investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportatiön researchs board Special Report 247, p. 36-75.
- Caldas, et al (1981). Mapa geológico del cuadrángulo de Abancay (28-q)
- Evans, S. G., y Hungr, O., (1993). The analysis of rock fall hazard at the base of talus slope: Canadian Geotechnical Journal, v. 30p.
- González de Vallejo, L., Ferrer, M., Ortuño, L. y Oteo, C. Ingeniería Geológica. 2002 (1ra. Ed); 2004 (2da. Ed); 2009 (3ra. Ed) Prentice Hall Pearson Educación, Madrid, pp 750.
- 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.
- Marocco, R. (1981). Geología de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay Y Cotabambas. Instituto Geología y Minería, 60p.
- Valdivia y Latorre (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Abancay (28-q)
- Varnes, D. J. (1978). Slope movement types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ad, Landslides analisys and control: Washintong D. C, National Academy Press, Transportatiön researchs board Special Report 176, p. 9-33.
- Villacorta, et al. (2013). Segundo reporte de zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos en la región Apurímac. Informe Técnico; N° A6624.
- Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. España: Instituto Geográfico Agustín Codaz

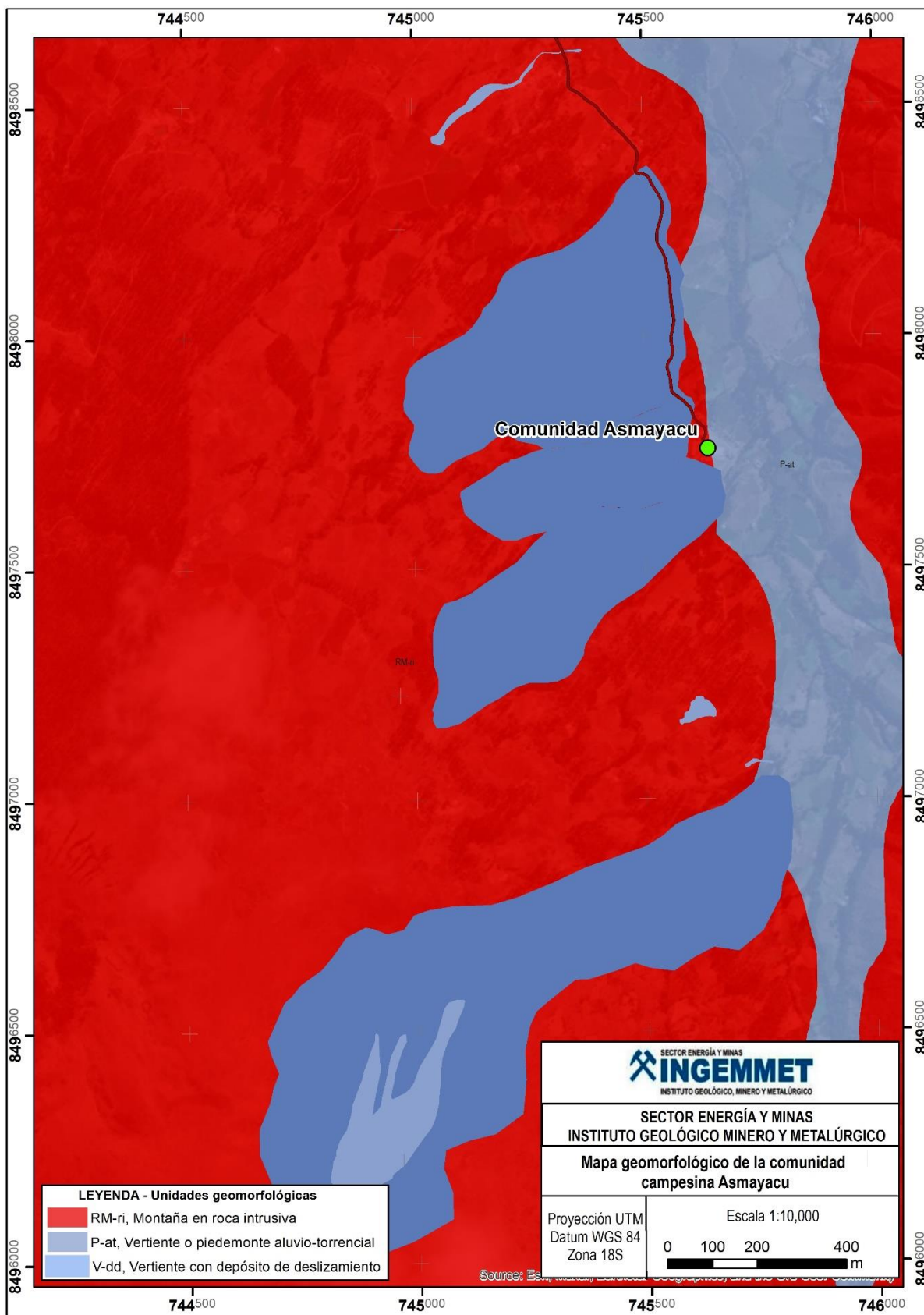
ANEXO 1 MAPAS



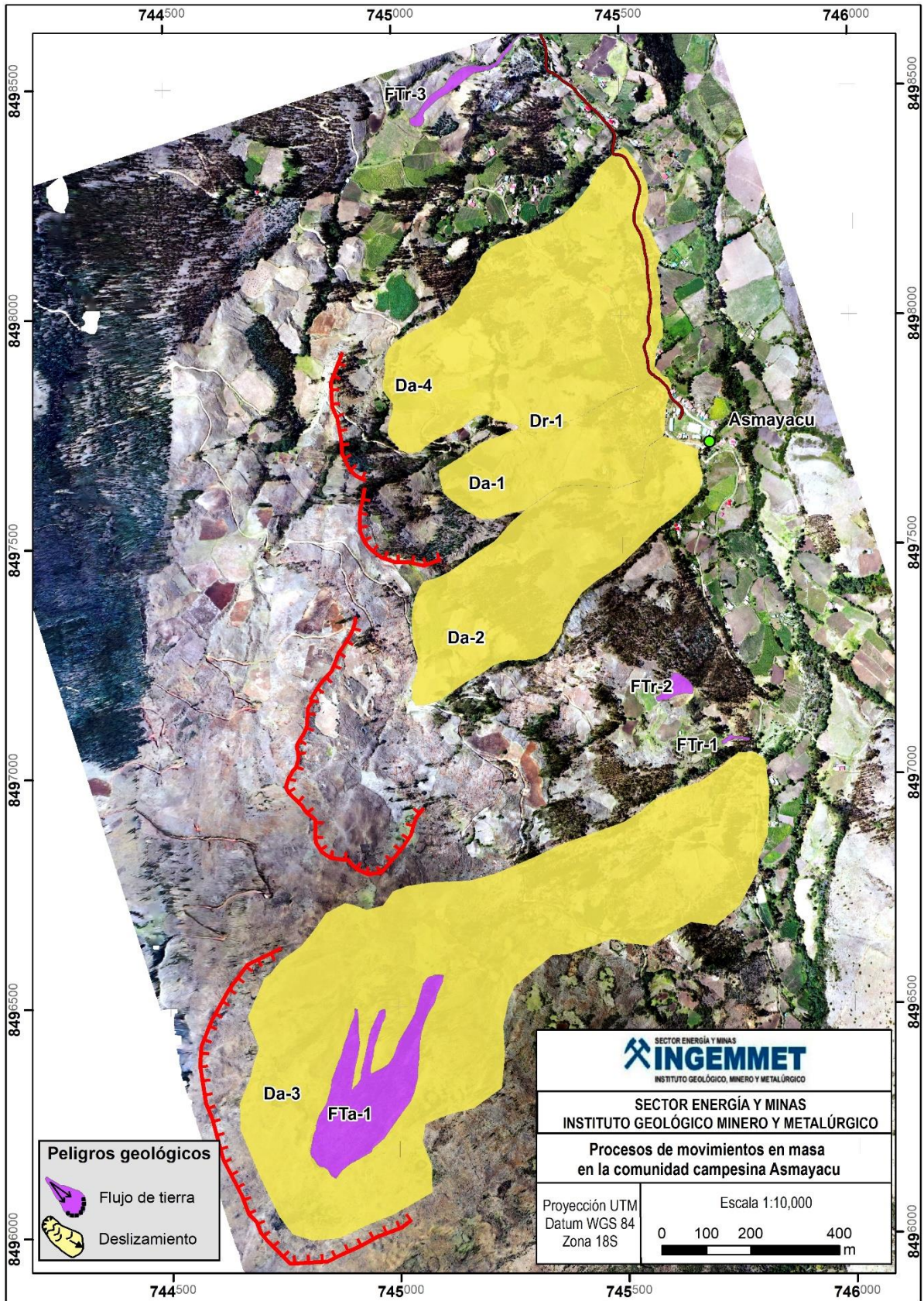
Mapa N°1. Mapa geológico del área de trabajo. Tomado y modificado del mapa geológico del cuadrángulo de Abancay 28-q, de J. Caldas, et al (1981).



Mapa N°2. Mapa de pendientes del terreno, se elaboró un mapa de pendientes en base al modelo de elevación digital (DEM - noviembre del 2024), de 50 cm/píxel.



Mapa N°3. Mapa geomorfológico 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 Asmayacu. Elaboración propia.