

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7149

INFORME COMPLEMENTARIO DEL DESLIZAMIENTO Y REPTACIÓN DE SUELOS EN EL SECTOR SOCOSBAMBA-PISCOBAMBA

Región Áncash
Provincia Mariscal Luzuriaga
Distrito Piscobamba



**INFORME COMPLEMENTARIO DEL DESLIZAMIENTO Y REPTACIÓN DE SUELOS EN
EL SECTOR SOCOSBAMBA-PISCOBAMBA**

Región Ancash

Provincia Mariscal Luzuriaga

Distrito Piscobamba

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

Equipo de investigación:

Norma Sosa Senticala

Gonzalo Luna Guillen

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021). Informe complementario del deslizamiento y reptación de suelos en el sector Socosbamba-Piscobamba. Distrito de Piscobamba, provincia de Mariscal Luzuriaga, región Ancash, Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7149, 38p

INDICE

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Objetivos del estudio	3
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores	3
1.3. Aspectos generales	5
1.3.1. Ubicación	5
1.3.2. Accesibilidad	5
1.3.3. Clima	5
2. ASPECTOS GEOLÓGICOS	7
2.1. Unidades litoestratigráficas	7
2.1.1. Formación Chicama	7
2.1.2. Depósitos Cuaternarios.....	7
3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	10
3.1. Pendientes del terreno	10
3.2. Unidades geomorfológicas	10
3.2.1. Geformas de carácter tectónico degradacional y erosional	10
3.2.2. Geformas de carácter tectónico depositacional y agradacional.....	11
4. PELIGROS GEOLÓGICOS	14
4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa	14
4. CONCLUSIONES	33
5. RECOMENDACIONES	35
6. BIBLIOGRAFÍA	36
ANEXO 1: GLOSARIO	37

RESUMEN

El presente informe técnico, es el resultado de la evaluación complementaria de peligros geológicos por movimientos en masa, realizado en el sector Socosbamba-Piscobamba, que pertenece a la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Piscobamba, provincia de Mariscal Luzuriaga, región Ancash.

Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – Ingemmet, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, provincial y nacional) para la gestión del riesgo de desastres.

Las viviendas de Piscobamba y Socosbamba, están asentadas sobre el cuerpo de un deslizamiento antiguo en proceso de reactivación. El material que lo conforma está compuesto por bloques y gravas heterométricos de areniscas cuarzosas, con diámetros que varían entre 0.5 y 3 m, envueltos en matriz limo-arcillosa. Son de fácil remoción.

Geomorfológicamente, Socosbamba se sitúa sobre una vertiente coluvio-deluvial, en la margen izquierda del río Pomabamba, se observa montañas modeladas en roca sedimentaria, con laderas de pendiente moderada a fuerte (15°-25°).

Se evaluó 8 puntos y 4 áreas alrededor del sector Socosbamba-Piscobamba, para determinar el comportamiento actual de los movimientos en masa (deslizamiento y reptación) identificados y cartografiados por Gómez (2015).

Se considera que los factores condicionantes para la ocurrencia de movimientos en masa en los puntos y áreas evaluadas se deben al substrato rocoso poco competente (altamente meteorizado y fracturado), alternado con depósitos detríticos de matriz limoarcillosa, altamente plástica, cohesiva y saturada por las aguas de escorrentía que fluyen a través de canales no impermeabilizados, el mal sistema de riego (riego por gravedad), y vertimiento de aguas de uso doméstico en el terreno.

El área evaluada se considera como zona de **MUY ALTO PELIGRO** a la ocurrencia de deslizamientos y reptación, que pueden ser desencadenados por sismos y/o lluvias de carácter extraordinario.

Finalmente, se recomienda reubicar las viviendas de Socosbamba, impermeabilizar canales de riego, implementar métodos tecnificados de riego (riego por aspersión) así como: construcción de obras transversales hidrológicas (badenes) en vías afectadas.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT11)”, 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 la solicitud de la municipalidad provincial de Mariscal Luzuriaga, según Oficio N° 003-2021-MPML/GM, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos en el sector que involucra las localidades de Socosbamba y Piscobamba de manera complementaria al informe técnico N° A6683 “Deslizamiento y reptación de suelos en el sector de Socosbamba” (Gómez, 2015).

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó al ingeniero Norma Sosa y al geólogo Gonzalo Luna, para realizar la evaluación de peligros geológicos, en coordinación con los representantes de la Municipalidad provincial de Mariscal Luzuriaga. Los trabajos de campo se realizaron el 22 y 23 de enero del 2021.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por Ingemmet, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS, fotografías terrestres y aéreas), el cartografiado geológico y geodinámico, con lo que finalmente se realizó la redacción del informe técnico complementario.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad provincial de Mariscal Luzuriaga, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en el sector de Socosbamba y Piscobamba, eventos que pueden comprometer la seguridad física de personas, vehículos, medios de vida (cultivos agrícolas) y vías de comunicación.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los diferentes peligros identificados.
- c) Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción de los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos publicados por Ingemmet y otras instituciones que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación, desarrollados a escala local (informes técnicos) y regional (boletines).

- a) Deslizamiento y reptación de suelos en el sector Socosbamba (Gómez, 2015): Este informe técnico, describe y evalúa los peligros geológicos ubicados en el sector de Socosbamba, distrito de Piscobamba. Identifica la reactivación de un deslizamiento, así como zonas de reptación que comprometen gran parte de la seguridad física de infraestructura vial y viviendas, determinando **muy alto peligro** en el sector de evaluación.
- b) Boletín N° 38, Serie C, “Riesgos geológicos en la región Ancash”, Zavala et al.,2009, catalogan a Socosbamba como zona crítica. Donde se puede reactivar el deslizamiento y generar nuevos deslizamientos, reptaciones, flujos de tierra, etc., recalca la notoria presencia de ojos y filtraciones de aguas, que saturan el terreno favoreciendo dichos movimientos.
- c) “Mapa de Susceptibilidad por Movimientos en Masa en la región Ancash” a escala 1:250 000 (Zavala et al.,2009), muestra que el sector Socosbamba-Piscobamba se encuentra dentro de una zona de **muy alta susceptibilidad** (figura 1).
- d) Boletín N° 60, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari”, Hojas; 17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-g, 19-i (Wilson et al.,1995). Esta publicación describe las unidades litoestratigráficas a escala 1:100 000 de la hoja de Pomabamba 18-i (cuadrángulo al cual pertenece el distrito de Piscobamba). En el sector Socosbamba-Piscobamba, aflora la Formación Chicama, que está conformada por areniscas cuarzosas intercaladas por lutitas pizarrosas.
- e) Estudio Geodinámico del área de Socosbamba (Galdós, 1974), menciona que el poblado de Socosbamba se encuentra asentado sobre depósitos de un deslizamiento antiguo y recomienda la reubicación de las viviendas.

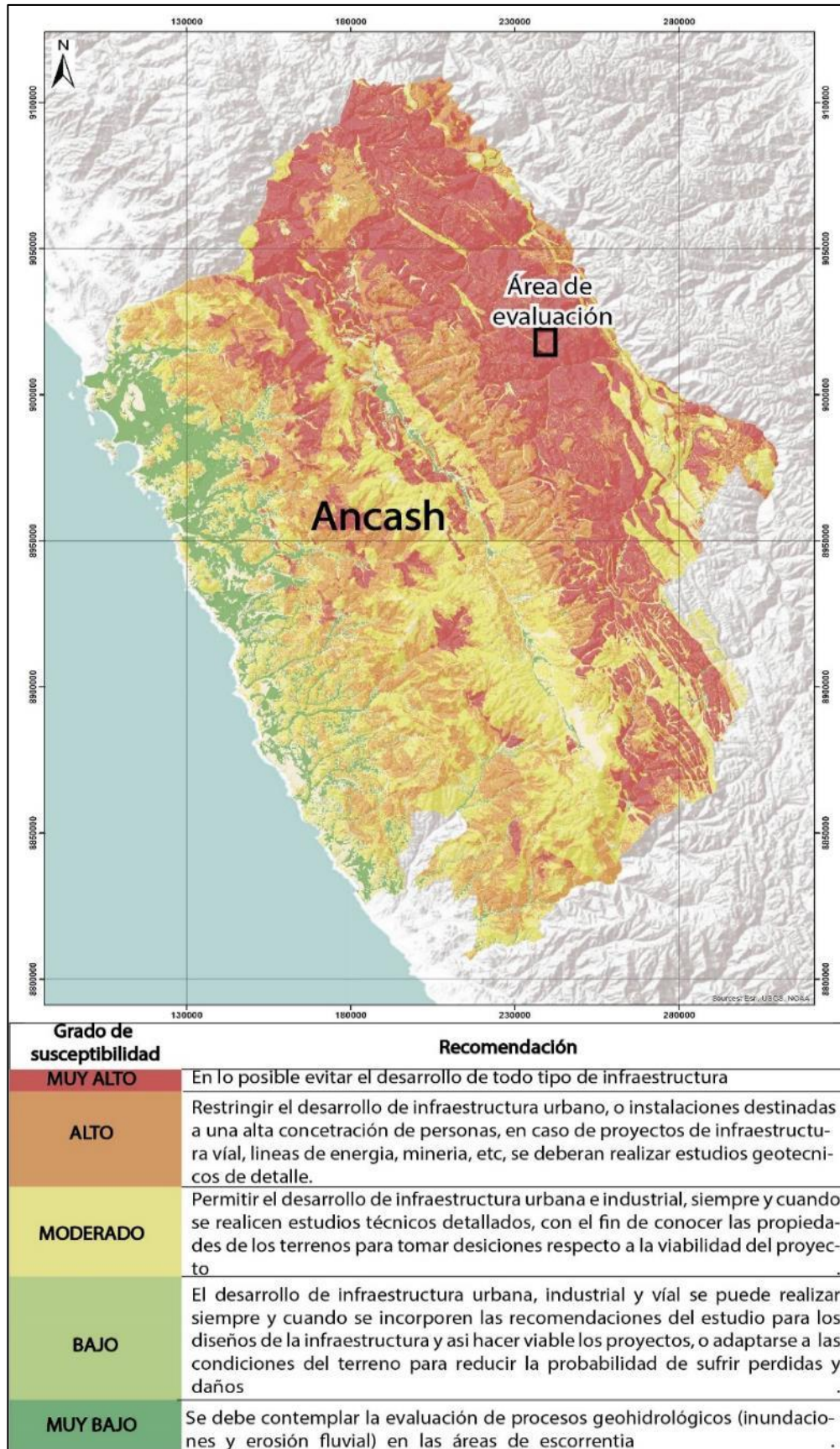


Figura 01. Mapa de Susceptibilidad por movimientos en masa de la región Ancash, 1:250 000. (Zavala et al.,2009)

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El área de inspección corresponde a los sectores de Socosbamba y Piscobamba, perteneciente al distrito de Piscobamba, provincia Mariscal Luzuriaga, región Ancash (figura 02). Geográficamente, se ubica en la margen izquierda del río Pomabamba el área de evaluación se ubica en las coordenadas siguientes:

Cuadro 1. Coordenadas del área de estudio en el sector Socosbamba-Piscobamba.

	<i>UTM - WGS84 - Zona 18S</i>		<i>Geográficas</i>	
	<i>Este</i>	<i>Norte</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>
1	242159 m	9013994 m	8°54'45.32"	77°20'40.76"O
2	242065 m	9021642 m	8°50'36.47"	77°20'42.25"O
3	236656 m	9021753 m	8°50'31.74"	77°23'39.16"O
4	2364471 m	9014139 m	8°54'39.41"	77°23'47.61"O
COORDENADA DEL PUNTO CENTRAL DEL ÁREA EVALUADA				
C	239707. m	9017874 m	8°52'38.58"	77°22'0.17"O

1.3.2. Accesibilidad

El acceso a la zona de estudio se realizó por vía terrestre, desde la ciudad de Lima; siguiendo la ruta: Lima – Carhuaz - Piscobamba (cuadro 2 y figura 2)

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 - Carhuaz	Asfaltada	310	10 hrs
Carhuaz - Piscobamba	Asfaltada/trocha carrozable	156	5.5 horas

1.3.3. Clima

Según el mapa climático nacional (SENAMHI, 2020), los sectores de Socosbamba y Piscobamba pertenecen a un clima de región sierra, característico entre los 3000 y 4000 m s.n.m, se caracterizan por precipitaciones anuales promedio de 700 mm y temperaturas medias anuales de 12 °C. Presenta veranos lluviosos e inviernos secos, con fuertes heladas.

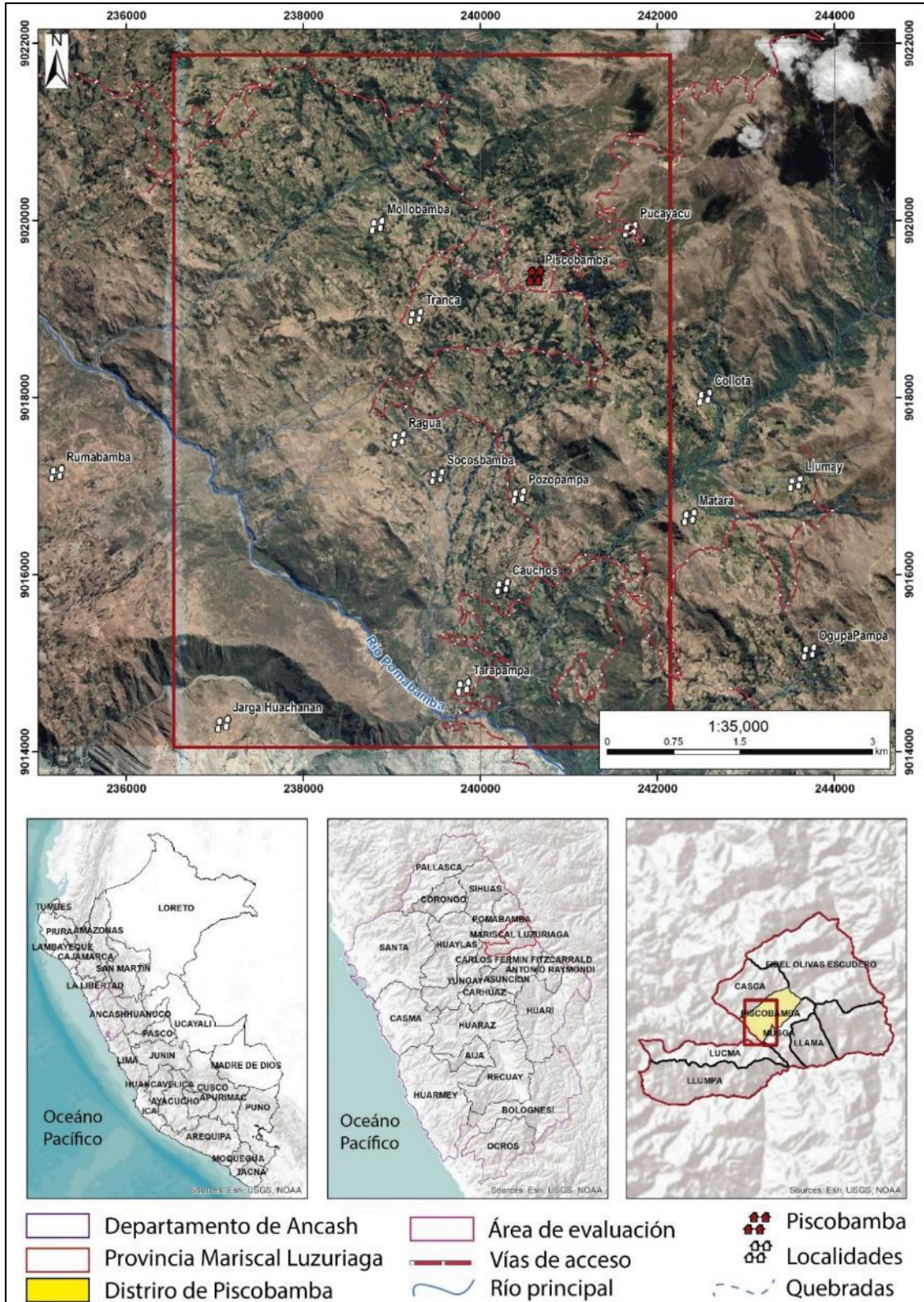


Figura 02. Mapa de ubicación del sector Socosbamba-Piscobamba, ubicado en el distrito de Piscobamba, provincia Mariscal Luzuriaga, región Ancash.

2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio, se elaboró teniendo como base el boletín “Geología del cuadrángulo de Pomabamba”18-i, elaborado por Wilson.(1967), así como el mapa geológico a escala 1:100 000 del cuadrángulo de Pomabamba (18-i), , actualizado e integrado el 2017 por la Dirección de Geología Regional del Ingemmet, de igual manera, se corroboró esta información con trabajos de campo, incrementando descripciones locales.

2.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en el área inspeccionada (Socobamba-Piscobamba) están compuestas por rocas sedimentarias del Jurásico superior; representado por la Formación Chicama, conformada por areniscas cuarzosas y niveles de carbón de espesores delgados, intercalados con limoarcillitas grises a gris oscuras, cubiertas por capas detríticas no consolidadas de depósitos coluviales y coluvio-deluviales (figura 4).

2.1.1. Formación Chicama

Afloran en gran parte del cuadrángulo de Pomabamba, compuesto por lutitas intercaladas con areniscas piritosas con nódulos ferruginosos, se considera un espesor de 1000 m. (Wilson et al.,1967)

Localmente, se observó areniscas cuarzosas de grano fino que afloran dispersamente en el sector de estudio, estas se encuentran muy fracturadas y moderadamente meteorizadas, son capas delgadas que llegan a un máximo de 50 cm, se encuentran intercaladas por estratos de lutitas negras deleznable y meteorizadas (figura 3: A-D).

2.1.2. Depósitos Cuaternarios

- Depósitos aluviales (Qh-al): Están compuestos por fragmentos rocosos heterométricos (arenas, cantos y bolos), transportados por la corriente de los ríos a grandes distancias, en el fondo de valles y depositados en forma de terrazas (Tinta, 2018).

En el sector Socobamba-Piscobamba se identificó depósitos aluviales semiconsolidados, erosionados por el cauce actual del río Pomabamba, estos depósitos corresponden a una mezcla heterogénea de bolones, gravas y arenas, de formas redondeadas a subredondeadas, en una matriz arcillosa, de color oscuro; se asocian principalmente a planicies aluviales (terrazas fluviales inundables) dispuestos en ambas márgenes del río Pomabamba.

- Depósitos coluviales (Qh-co): Son depósitos producto de la acumulación de caídas y derrumbes, su fuente es de origen cercana, están conformados por materiales gruesos, de naturaleza heterogénea, mezclados con materiales finos: limos y arcillas altamente plásticas y cohesivas. Estos depósitos se

observaron al noreste de poblado de Pozobamba y en tramos de la vía de acceso Socosbamba-Piscobamba.

- Depósitos coluvio-deluviales (Qh-cd): Esta unidad agrupa depósitos de piedemonte de diferente origen (gravitacional y flujo gravitacional) que se acumulan en vertientes o márgenes de los valles, se encuentran interstratificados y no se puede diferenciar uno de otro (Vílchez et al.,2019). Las viviendas del sector Socosbamba, se ubican sobre este tipo de depósitos, conformado por bloques de origen sedimentario (areniscas cuarzosas), con diámetros que varían entre 0.5 a 5 m, envueltas en una matriz limoarcillosa no consolidada (figura 3C), de alta plasticidad, alta cohesión y poco competentes. Este depósito, es altamente erosionable, evidencia de ello son los carcavamientos que se presentan en todo el cuerpo coluvio-deluvial, este material se encuentra altamente saturado y en movimiento (deslizamiento y reptación).

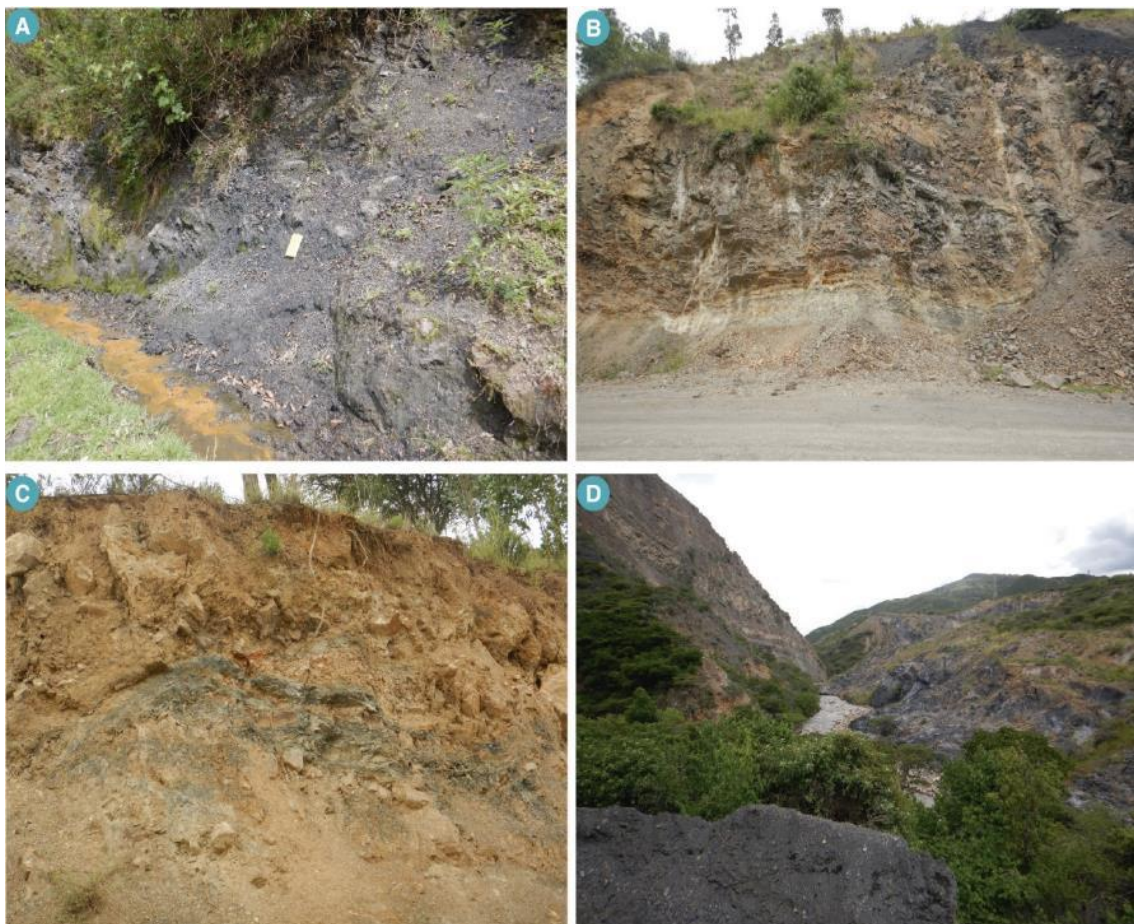


Figura 03. Muestra: A). Lutitas negras pizarrosas, altamente fracturadas y meteorizadas de la Formación Chicama; B) Intercalación de areniscas y lutitas en el corte de carretera Socosbamba-Piscobamba, las areniscas se encuentran fracturadas y altamente meteorizadas; C) lutitas pizarrosas deleznales cubiertas por suelos coluvio-deluviales conformados por bloques de areniscas (~1 m, de diámetro) envueltos en una matriz limoarcillosa plástica y cohesiva; D) areniscas de la Formación Chicama en la margen derecha del río Pomabamba.

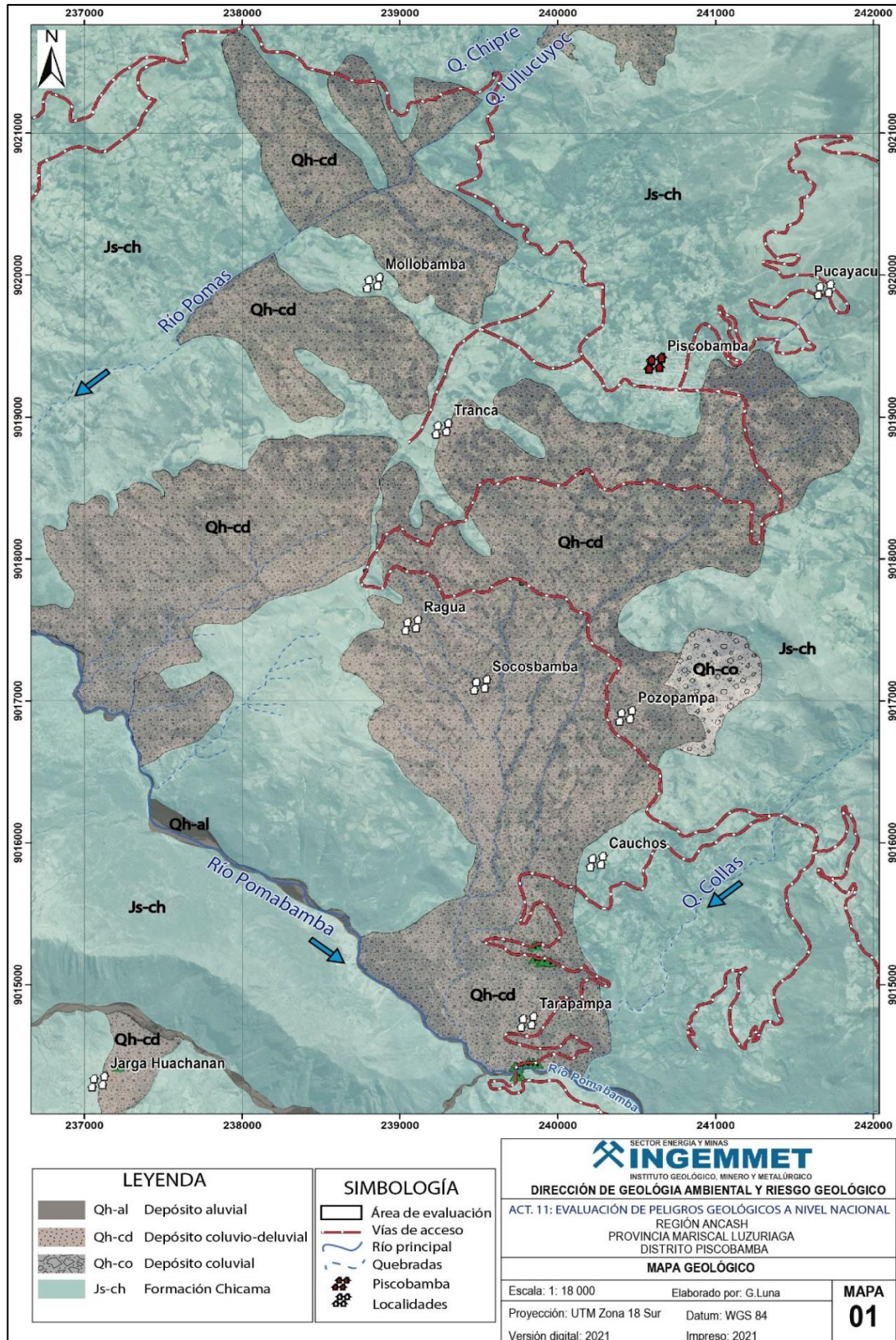


Figura 04. Mapa Geológico del sector Piscobamba-Socobamba y alrededores (modificado de Wilson et al.,1967); Escala 1:100 000.

3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

3.1. Pendientes del terreno

El rango de pendiente en el área evaluada es variable, se representó a través de un modelo digital de elevaciones (DEM) Alos Palsar de resolución 12.5 m/px, clasificándola en 6 rangos (llana, suave, moderada, fuerte, escarpada y muy escarpada), la cual se resumen en la figura 05. El mismo DEM, fue usado para elaborar el mapa de elevaciones del sector Socosbamba-Piscobamba (figura 5).

En el cauce del río se observan terrenos con pendientes llanas a suaves (0° - 1°).

Se tienen laderas con pendientes que varían de fuerte a muy fuerte (15° - 45°) a muy escarpadas (Mayor de 45°). El sector urbano de Socosbamba se encuentra sobre terrenos inclinados a moderados (1° - 15°).

3.2. Unidades geomorfológicas

Para la clasificación y caracterización de las unidades geomorfológicas en el sector Piscobamba-Socosbamba, se ha empleado la publicación 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 (degradacionales o denudativos y agradacionales o deposicionales) en la evolución del relieve.

Geomorfológicamente, el sector Piscobamba-Socosbamba, se sitúa sobre una vertiente coluvio-deluvial, de pendiente suave a moderada, rodeada por montañas en rocas sedimentarias con pendientes fuertes a escarpadas y ocasionalmente muy escarpados-

Las unidades geomorfológicas están representadas en el mapa de la figura 05, las cuales se describen a continuación:

3.2.1. Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

3.2.1.1. Unidad de montañas

Tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel de base local; según el tipo de roca que las conforma y los procesos que han originado su forma actual, se diferencia las siguientes subunidades: Esta unidad geomorfológica conforma alineamientos alargados de dirección andina, están disectadas por el río Pomabamba, Pomas y quebradas secundarias:

Subunidad de montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs)

Su asociación litológica es principalmente sedimentaria; compuesta mayoritariamente por areniscas cuarzosas intercaladas con lutitas negras de la Formación Chicama.

3.2.2. Geoformas de carácter tectónico depositacional y agradacional

Están representadas por formas de terreno resultados de la acumulación de materiales provenientes de los procesos denudativos y erosionales que afectan las geoformas de carácter tectónico degradacional, aquí se tiene:

3.2.2.1. Unidad de piedemonte

La unidad de piedemonte corresponde a una capa de material formada en la base de una montaña o cadena montañosa (American Geological Institute, 1997).

Subunidad de vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)

Son subunidades conformadas por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial. Se encuentran interestratificados y no es posible separarlas como unidades individuales: Esta unidad se encuentra depositada al pie de las laderas de montañas.

Este tipo de depósitos se pueden asociar a la ocurrencia de movimientos en masa de tipo complejos, deslizamientos, reptación de suelos y flujo de detritos (huaicos).

Las viviendas de Socosbamba-Piscobamba se ubican sobre esta subunidad, en la margen izquierda del río Pomabamba, está formado por movimientos en masa antiguos (gravitacionales y fluvio-gravitacionales). Las laderas presentan pendiente moderada (5°-15°).

Subunidad de vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-co)

Son unidades conformadas por la acumulación de depósitos de derrumbe y caída de rocas, en la ladera de las montañas, se identifican al noreste del sector Pozopampa

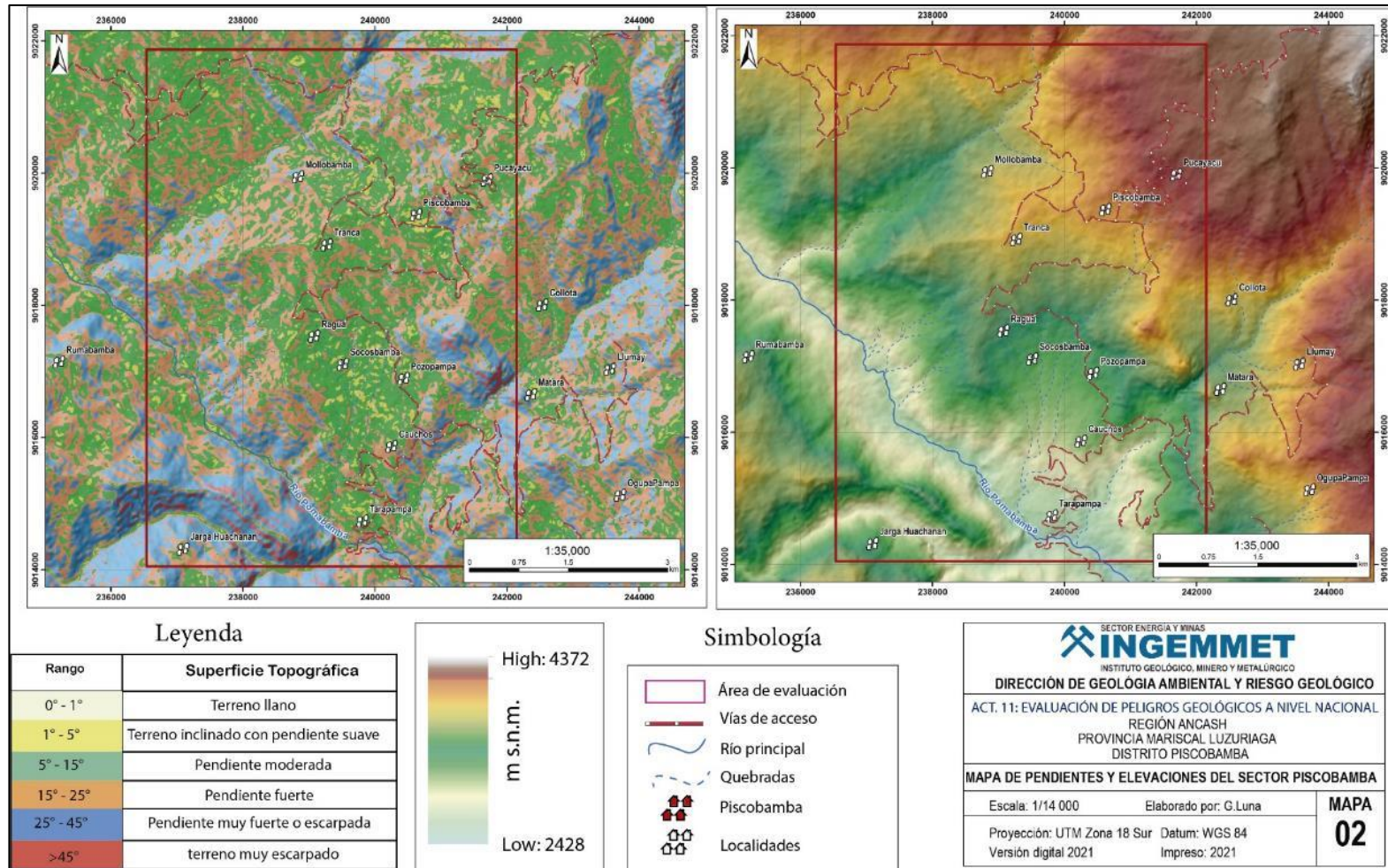


Figura 5. Mapa de elevaciones y pendientes del sector Socosbamba-Piscobamba, en base a un modelo del terreno Alos Palsar de 12.5 m/px

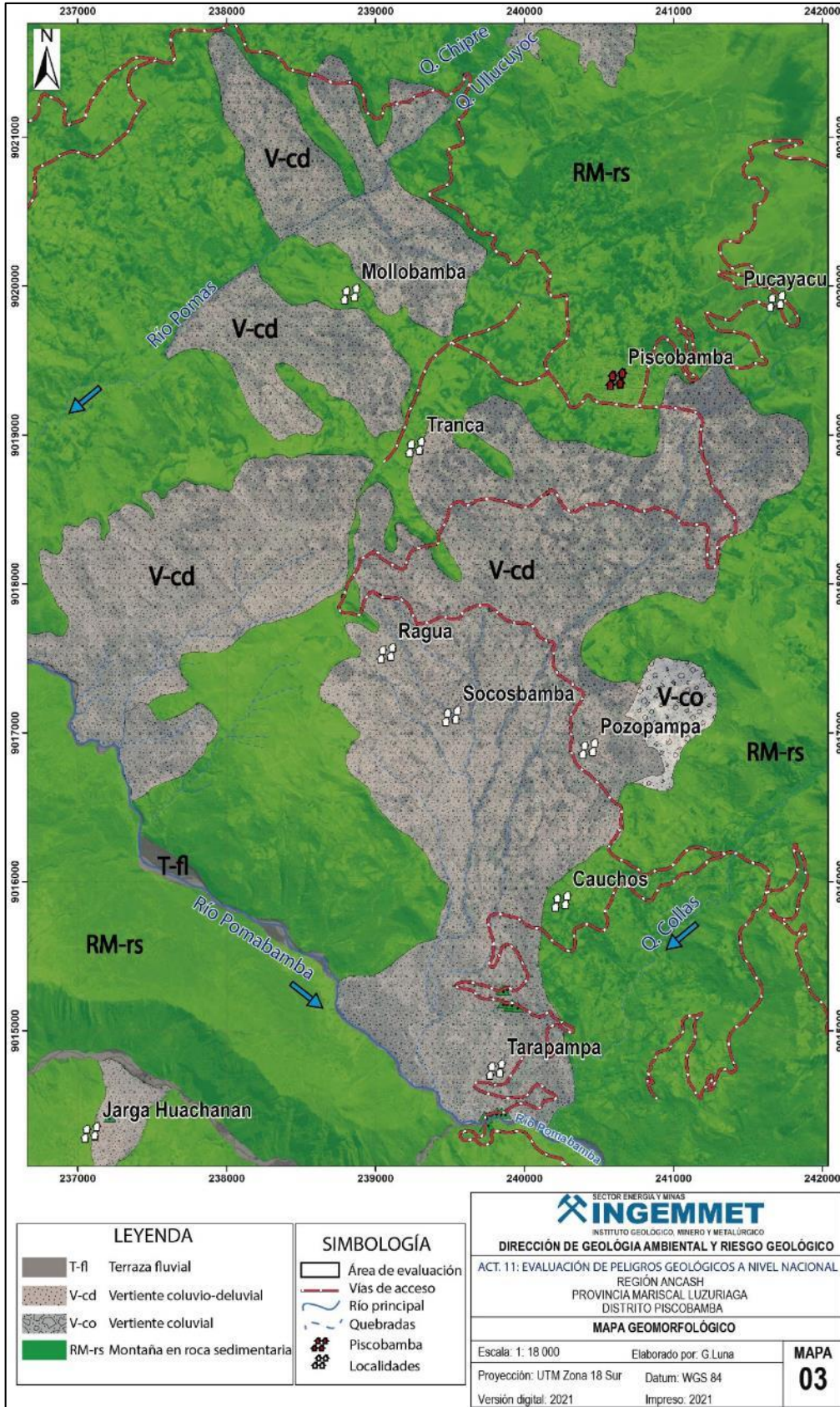


Figura 6. Mapa Geomorfológico del sector Piscobamba-Socosbamba y alrededores.

4. PELIGROS GEOLÓGICOS

Según la clasificación propuesta por el PMA: GCA (2007), los peligros geológicos reconocidos en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamiento, reptaciones y flujo de detritos. Estos procesos se dan sobre la vertiente coluvio-deluvial de la margen izquierda del río Pomabamba, y modifican el relieve del mismo.

Este tipo de movimiento en masa, tiene como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca y/o suelos, y el drenaje superficial. Se tiene como “desencadenantes” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y/o extraordinarias que caen en la zona, así como la sismicidad.

4.1. Peligros geológicos por movimientos en masa

Los movimientos en masa son parte de los procesos denudativos que modelan el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre. La meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la actividad antrópica), actúan sobre las laderas desestabilizándolas y cambian el relieve a una condición más plana (Proyecto Multinacional Andino, 2007).

Gómez (2015), menciona que el 04 de mayo del 2015 se reactivó el deslizamiento, en forma de deslizamiento y reptación de suelos, que afectaron las viviendas de sector Socobamba. El material que lo conforma son bloques y gravas de areniscas, inmersos en matriz limo-arcillosa, altamente plástica, de fácil remoción.

El presente informe técnico, ha evaluado 4 áreas alrededor del sector Socobamba-Piscobamba, donde se han registrado procesos de deslizamiento y reptación de suelos, para determinar el comportamiento actual de los movimientos en masa y afectaciones producidas desde su activación hasta la fecha.

La actividad de movimientos en masa desde el 2015, sigue activa y presenta un avance retrogresivo.

En los sectores evaluados no se han observado obras de control ni mitigación, ejemplo de esto, son los canales de riego no revestidos y la falta de control de las aguas de escorrentía, así como el tipo de riego no tecnificado (por gravedad), que continúan saturando el terreno, incrementando los procesos de reptación de suelos, lo que puede producir la reactivación de nuevos deslizamientos.

El mapa de peligros geológicos (figura 7), muestra la cartografía de los peligros geológicos identificados por Gómez (2015). Comparando lo sucedido en el año 2015, a la actualidad, se evidencia el incremento de las zonas de reptación.

Para realizar un mejor cartografiado e interpretación del área de estudio, se realizó el levantamiento fotogramétrico, el cual permitió caracterizar los eventos, obtener modelos de elevación e imágenes aéreas actualizadas.

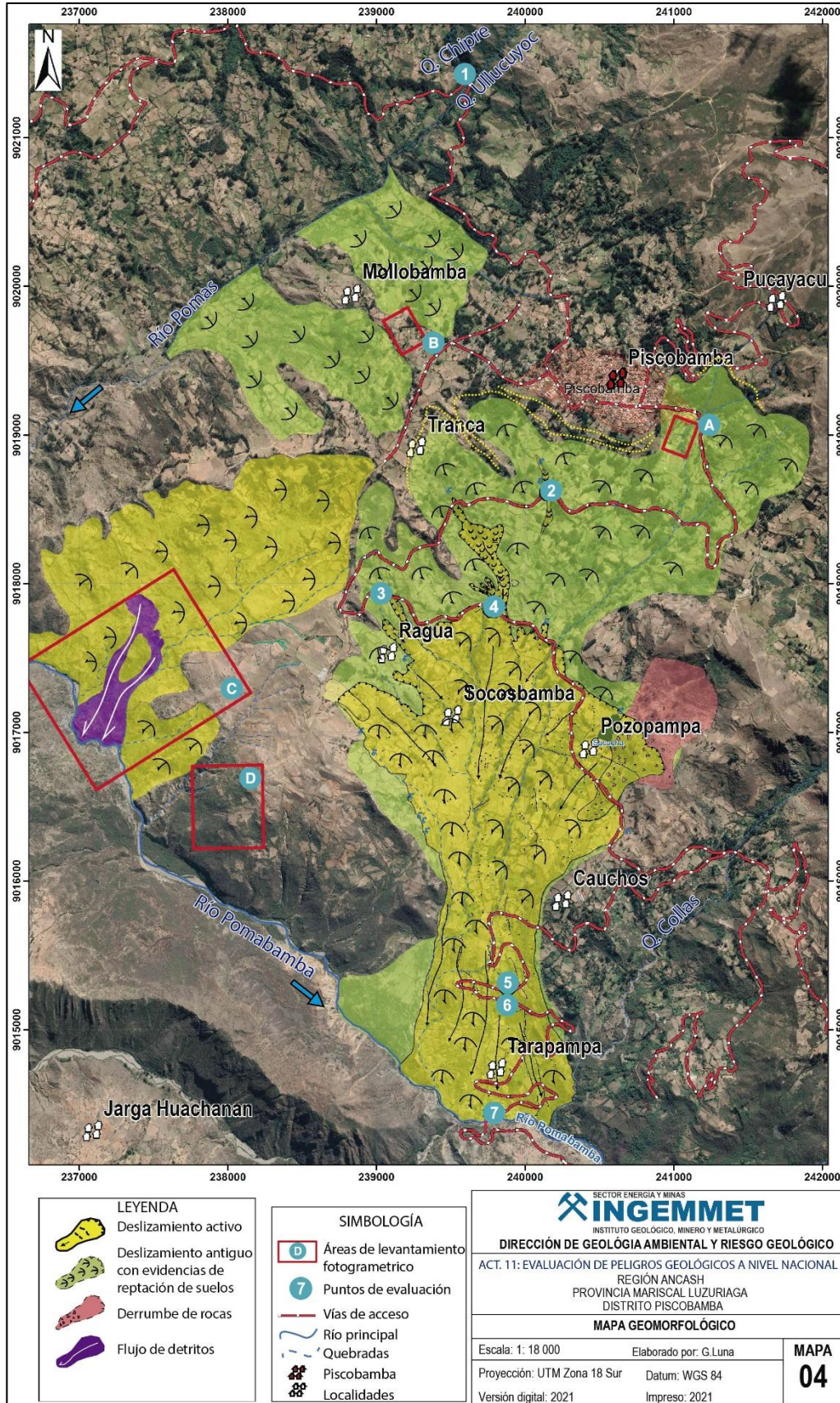


Figura 07. Mapa de peligro geológicos del sector Piscobamba-Socosbamba

4.1.1. Descripción de puntos de observación y áreas de levantamiento fotogramétrico.

Punto 01:

El punto se ubica en las siguientes coordenadas proyección UTM WGS 84 18s

Este: 239598 m

Norte: 9021413 m

Altitud: 3220 m s.n.m

Presenta las siguientes características litológicas y geodinámicas:

Se encuentra ubicado en la margen derecha de río Pomas (afluente del río Pomabamba), entre las quebradas Chipre y Uyucuyoc. En este sector se identificó una zona de derrumbes que afectó 47 m de la carretera Piscobamba-Vilcabamba (figura 8).

Litológicamente, está compuesto por areniscas cuarzosas muy fracturadas, intercaladas con niveles de arcillas pizarrosas foliadas de la Formación Chicama.

Los niveles pizarrosos afloran en la base del río Pomas (figura 9A) y en el corte del talud de la carretera Piscobamba – Vilcabamba (figura 9B). Los estratos tienen rumbo N 300° y buzamiento 60° NE en contra del talud, están cubiertos por depósitos coluvio-deluviales y proluviales, producto de la acumulación de materiales provenientes de derrumbes antiguos y materiales acarreados por la quebrada Uyucuyoc y Chipre. (figura 9 B y C).



Figura 08: Muestra la zona de derrumbes en el punto 1 de evaluación, afectó 47 metros de carretera que conecta los poblados de Piscobamba y Vilcabamba.



Figura 9: A) Muestra afloramientos de pizarras foliadas y fracturadas de la Formación Chicama, B) Muestra el material proluvial de la quebrada Chipre. C) Muestra los depósitos coluvio-deluviales que generan derrumbes en el punto de inspección 1.

Se observó que la carretera presenta un badén que conduce las aguas de la quebrada Uyucuyoc. Sin embargo, la quebrada Chipre que también cruza la carretera, no presenta este tipo de obras, por lo cual el agua fluye directamente sobre la carretera, esto favoreció la erosión del borde izquierdo de la plataforma y la ocurrencia de derrumbes que afectan constantemente dicho tramo, por lo consiguiente se

recomienda la construcción de obras de drenajes transversales en la carretera, que conduzcan las aguas de escorrentía hacia el río Pomas, y eviten la erosión de la carretera.

Punto 02:

Este punto se ubica en las coordenadas (UTM WGS 84-18s)

Este: 240153 m

Norte: 9018610 m

Altitud: 3156 m s.n.m

Presenta las siguientes características litológicas y geodinámicas:

Descrito por Gómez (2015) como un proceso de deslizamiento y reptación de suelos, este evento afectó 50 m (figura 10) de la carretera Socosbamba-Piscobamba

Litológicamente, se observa arcillas pizarrosas deleznales, altamente meteorizadas (figura 12 C), y muy saturados por agua, que proviene de los canales no impermeabilizados de escorrentía superficial y ojos de agua (figura 12 A y B).

Se observó árboles ligeramente inclinados y presencia de suelos ondulados, que evidencian la reptación de suelos. (figura 10 y 11)

Para este sector se recomienda la impermeabilización de los canales de escorrentia superficial, asi como la captación de los ojos de agua. En los terrenos de cultivo que se encuentran aledaños, se deben de regar usando metodos de riego tecnificado, prohibir el riego por gravedad.

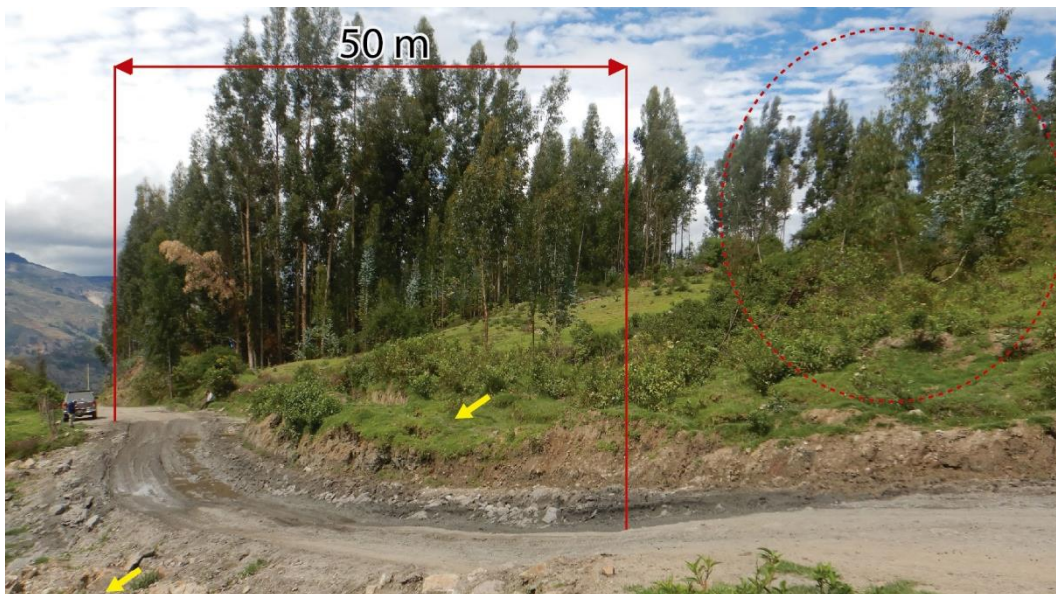


Figura 10: Se observa afectación de la carretera Piscobamba-Socosbamba, en un tramo de 50 m



Figura 11: Vista aérea del punto de evaluación 2, muestra la presencia de suelos ondulados por reptación de suelos.



Figura 12: A: Muestra ojos de agua cercanos al punto de inspección 2. B: Se aprecia canales de riego no impermeabilizados. C: Afloramiento de arcillas pizarrosas altamente saturadas.

Punto 03:

Se encuentra en las coordenadas (UTM WGS 84-18s)

Este: 239022

Norte: 9017925

Altitud: 3041 m s.n.m

Presenta las siguientes características litológicas y geodinámicas:

Se observó reptación de suelos, que afecta depósitos coluvio-deluviales de matriz limo-arcilloso, altamente saturados (figura 13), así mismo, se apreció canales de drenaje no revestidos, que fluyen pendiente abajo, a través de la carretera Socosbamba-Piscobamba (figura 14), ello afectó 55 m de la carretera.

Se recomienda la impermeabilización de los canales de agua y la construcción de obras hidráulicas transversales (badenes) en la carretera. En las área agrícolas se debe usar un riego tecnificado, si es posible por goteo, para evitar la sobresaturación del suelo.



Figura 13: Muestra suelos reptando en el punto de evaluación 3, el terreno presenta una pendiente aproximada de 10°.



Figura 14: Muestra escorrentía superficial de aguas, que saturan los suelos favoreciendo su movimiento pendiente abajo.

Punto 04:

Se ubica en las coordenadas (UTM WGS 84-18s)

Este: 239770

Norte: 9017828

Altitud: 2979 m s.n.m

Presenta las siguientes características litológicas y geodinámicas:

Litológicamente, en este punto se observó secuencias de areniscas cuarzosas fracturadas de la Formación Chicama, que limitan el cuerpo del deslizamiento activo, que se desarrolló en secuencias de lutitas carbonosas deleznales y saturadas cubierta por depósitos coluvio-deluviales, conformado por bloques de areniscas cuarzosas envueltos en una matriz limo-arcillosa altamente cohesiva.

En este punto, el material coluvio-deluvial, se encuentra con basculamiento y agrietamientos en el terreno, se encuentra altamente saturado. El cuerpo del deslizamiento se encuentra disectado por una quebrada, donde se ha formado un flujo de detritos, el material transportado esta conformado por bloques, gravas y material fino.

El basculamiento de los suelos, es producto del movimiento gravitacional y al suelo arcilloso saturado. Además, se tienen entrampamiento de aguas, que saturan el terreno; provocando una lenta, pero constante infiltración que modifica la presión intersticial de los poros y aumenta el peso del material inestable favoreciendo su desplazamiento por gravedad (figura 17).

Se ha generado erosión y hundimiento de la carretera Socosbamba-Piscobamba en 82 m (figura 16).

Para este punto se recomienda, la canalización de las aguas provenientes de quebrada y la construcción de obras hidráulicas transversales a la carretera, así mismo, un constante monitoreo visual y la posibilidad de implementar un monitoreo geodésico.



Figura 15: Se observa areniscas de la Formación Chicama que limitan con el depósito coluvio-deluvial que conforma la parte superior del deslizamiento activo.

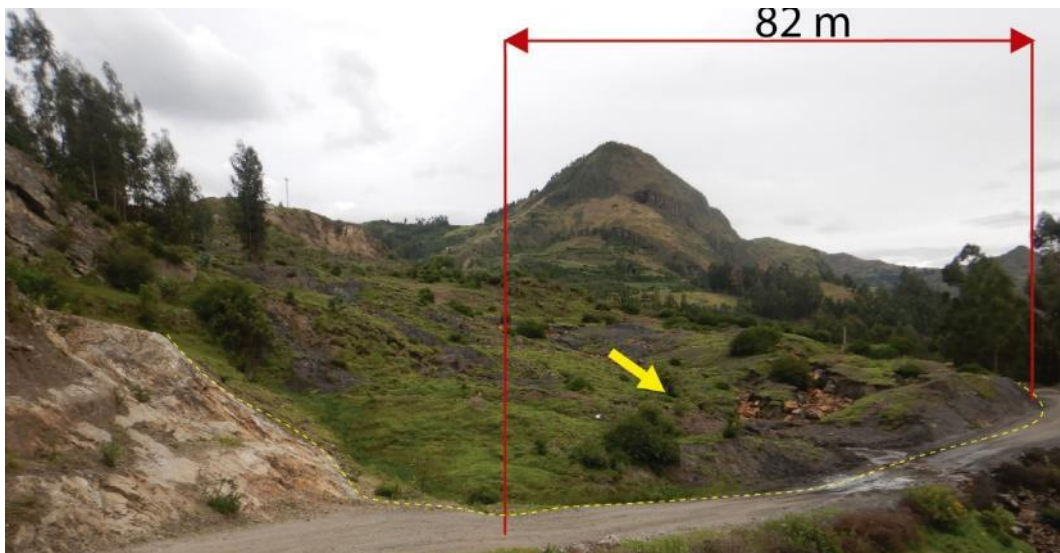


Figura 16: Se observa tramo de carretera Socosbamba-Piscobamba, afectada por deslizamiento. La base de la carretera antes erosionada, fue reconstruida.



Figura 17: A: Zonas de basculamiento de suelos producto del movimiento ladera abajo del deslizamiento. B) Se aprecia agrietamientos en el terreno. C) Muestra flujo de detritos dentro del cuerpo del deslizamiento.



Figura 18: A: Se observa el entrapamiento de aguas en el cuerpo del deslizamiento, B) y C), Se aprecia la escorrentía superficial de aguas provenientes de la quebrada que saturan el terreno.

Puntos 05 y 06:

Están en las siguientes coordenadas (UTM WGS 84-18s)

Coordenadas	Punto 05	Punto 06
Este	239877 m	239883 m
Norte	9015185 m	9015284 m
Altitud	2680 m s.n.m.	2643 m s.n.m.

Presenta las siguientes características litológicas y geodinámicas:

Ambos puntos se presentan derrumbes y caída de bloques, en dos tramos paralelos de la carretera.

En este punto se pueden observar secuencias de areniscas (capas de >50cm) intercaladas por capas delgadas de lutitas (30 cm), ambas altamente fracturas, con rumbo N325° y buzamiento 50°NE, en contra de la pendiente; cubiertos por depósitos coluviales proveniente de derrumbes y caída de rocas (figura 19).

En el corte del talud de la carretera, se observan bloques de areniscas mayores a 1 m, susceptibles a ceder, así como fragmentos de lutitas y materiales finos que por derrumbes han generado cono de detritos (figura 20)



Figura 19: Vista de secuencias de areniscas y lutitas negras de la Formación Chicama, en el corte del talud de carretera, B: Se aprecia secuencias de lutitas negras cubiertas por depósitos coluviales de derrumbes.



Figura 20: A: Derrumbes por corte de talud. B: Se aprecian bloques con diámetros hasta de 1 m, son de formas angulosas, pueden ceder.

En este punto es recomendable, el desquinche de bloques inestables, bajo la supervisión de especialistas.

Punto 07

Se ubica en las coordenadas (UTM WGS 84-18s)

Este: 239772 m
Norte: 9014438 m
Altitud: 2519 m s.n.m.

Este punto tomado en el pie del deslizamiento, se observa lutitas carbonosas de coloraciones grises oscuras y meteorizadas. Se tienen suelos arcillosos con alto contenido en carbón, altamente plásticas y cohesivas, al saturarse se mueven de manera lenta (reptan).

En este punto el movimiento de la masa compromete la vía y el puente de acceso a los sectores de Socosbamba y Piscobamba.

En este sector se recomienda el monitoreo visual de la masa inestable, que podría afectar la estructura del puente, debido a fuerzas de empuje y presión, de ser posible, se debe implementar un monitoreo instrumental.



Fotografía 1: Vista del pie del deslizamiento en la margen izquierda del río Pomabamba, muestra una capa de arcillas negras altamente plásticas y cohesivas.



Fotografía 2: Muestra los estribos de la margen izquierda del puente de acceso a Socosbamba y Piscobamba, que pueden verse afectados por fuerzas de empuje y presión de la masa deslizante.

Área de levantamiento fotogramétrico A:

El área de inspección "A" ubicada en el sector Piscobamba, se encuentra en la margen derecha de una quebrada s/n estacionaria, presenta pendientes suaves a moderadas (1° - 10°).

Localmente se evidenció la presencia de un nivel freático superficial, donde se observa ojos de agua, lo que indica que el suelo está saturado, ello se generó reptación de suelos, favoreciendo la inestabilidad del terreno (figura 21).

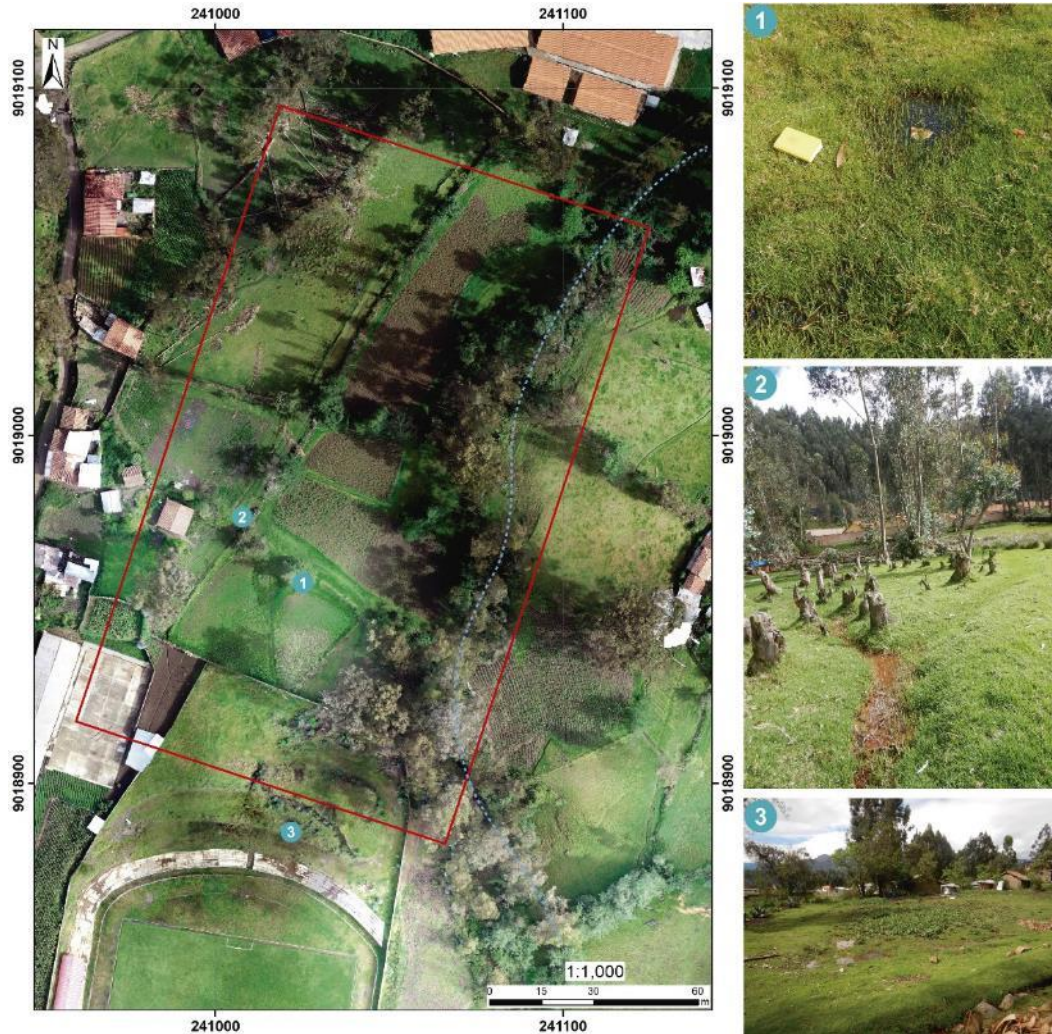


Figura 21: Imagen de la derecha. Área denominada como levantamiento fotogramétrico N°1; 1) Ojos de agua; 2) Canales de riego no impermeabilizados; 3) Se aprecia entrapamientos que favorecen la infiltración de aguas superficiales y saturación de los suelos.

Área de levantamiento fotogramétrico B:

El área de levantamiento fotogramétrico B, se ubica en el sector de Mollobamba al noroeste de Piscobamba, margen izquierda del río Pomas, el terreno presenta una pendiente promedio entre 12° a 15° (pendiente moderada).

Este sector se encuentra sobre un depósito coluvio-deluvial, compuesto por bloques y gravas de areniscas alteración (oxidación), envueltos en matriz arcillosa, color pardusco, altamente plástica y cohesiva. Se evidencian ojos de agua y filtraciones en el terreno, esto favorece a la formación de procesos de reptación, este evento se caracteriza por presentar terrenos con desplazamiento vertical de orden centimétricos, con longitudes de hasta de 0.2 m.

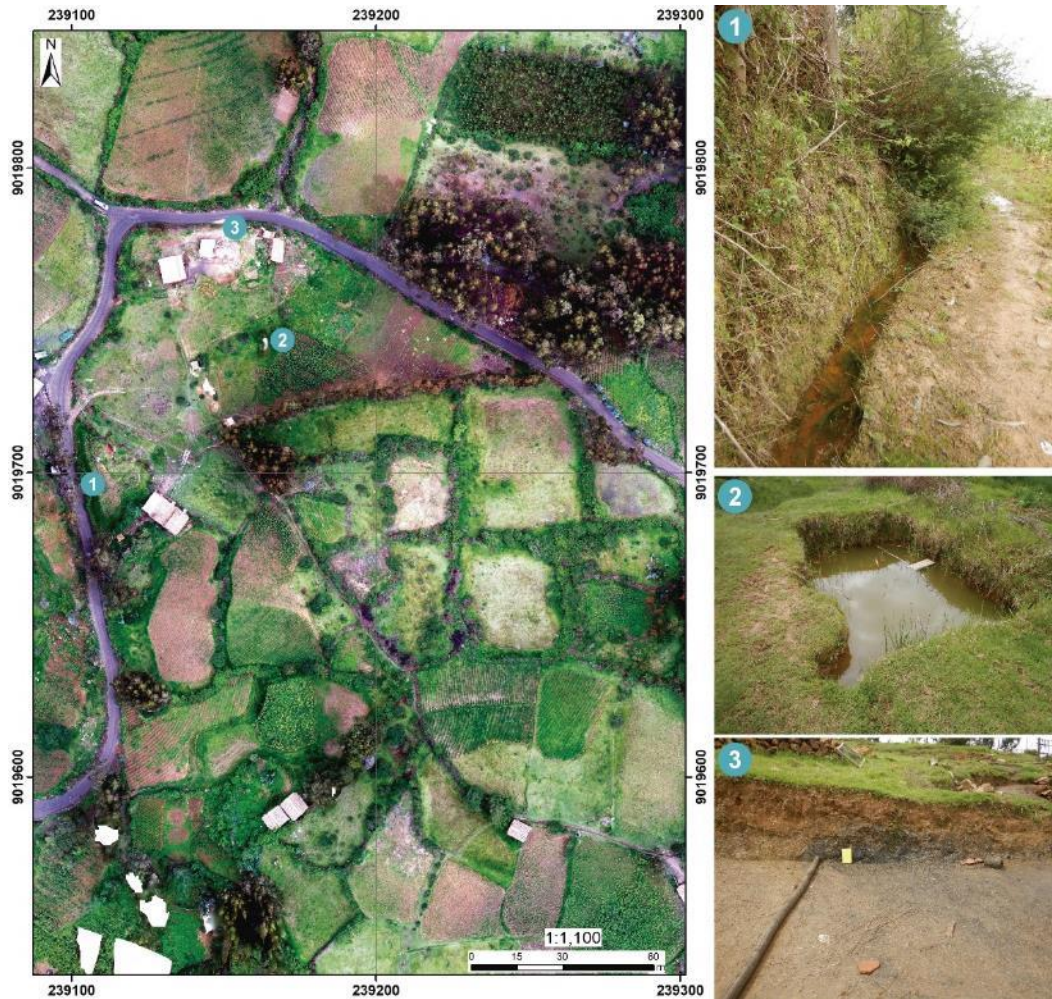


Figura 22: Muestra el área de levantamiento fotogramétrico B. 1) Se aprecia canal de riego no impermeabilizado. 2) muestran ojos de agua en el sector; 3) muestra la composición arcillosa de los terrenos visible en el corte de la trocha carrozable.



Fotografía 01: Muestra suelos de composición arcillosa cubriendo lutitas carbonosas de la Formación Chicama.

Área de levantamiento fotogramétrico C:

El área de levantamiento fotogramétrico C, se ubica al este de Socosbamba, en la margen izquierda del río Pomabamba.

El terreno presenta pendientes fuertes a muy escarpadas (15° - 45°), muestra una intensa actividad geodinámica. Se encuentra sobre el depósito de deslizamiento activo, compuesto por bloques, gravas de areniscas y lutitas negras envueltos en matriz arcillosa altamente plástica y cohesiva, con coloraciones negras y parduscas.

En este sector, se evidencia la reactivación del deslizamiento en forma de deslizamiento, presenta un escarpe de forma semicircular con salto de 12 m.

La matriz limo-arcillosa del depósito del deslizamiento, permite que el agua de la escorrentía superficial se infiltre y se retenga, lo que conlleva a la saturación del terreno.

Se apreció la formación de una quebrada dentro del cuerpo del deslizamiento, donde se discurrió un flujo de detritos, que sus depósitos llegaron hasta el río Pomabamba. (Figura 23).



Figura 23: Muestra escarpes principales de 10m de altura del deslizamiento activo, y la zona de flujo de detritos que llega hasta el río Pomabamba.

En la parte superior de la ladera se evidencian procesos de carcavamientos retrogresivos, con ancho más de 1 m y longitudes superiores a 50 m (figura 24).

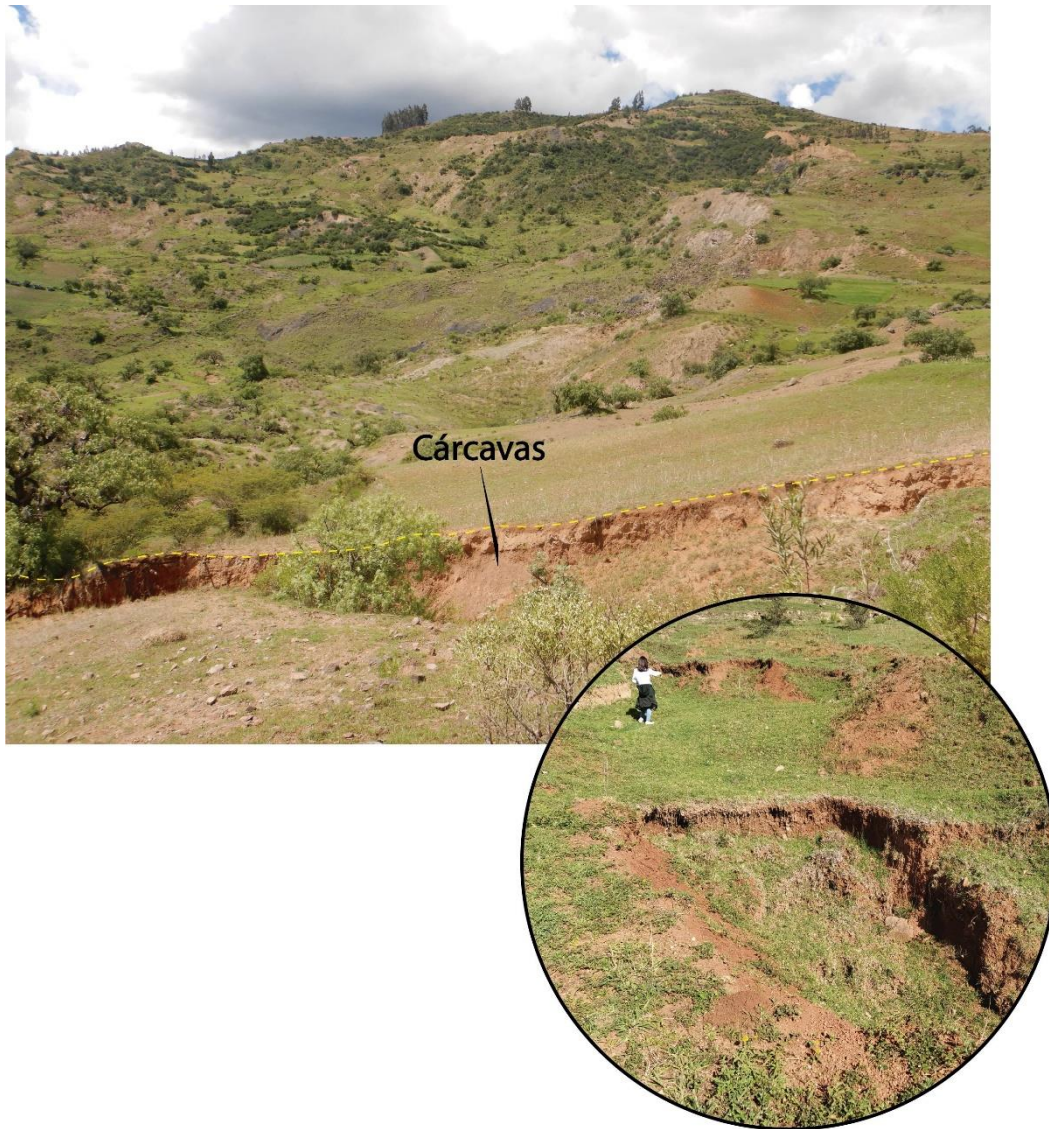


Figura 24: Muestra cárcavas retrogresivas en el área de levantamiento fotogramétrico C.

Si bien, los eventos en este sector no afectan directamente viviendas, caminos o actividades agrícolas, es necesario llevar un control visual del proceso de su evolución geodinámica, ya que, la reactivación del deslizamiento en este sector podría embalsar las aguas del río Pomabamba, cuyo desembalse comprometería la seguridad física de la infraestructura del puente de acceso a Socosbamba y Piscobamba.

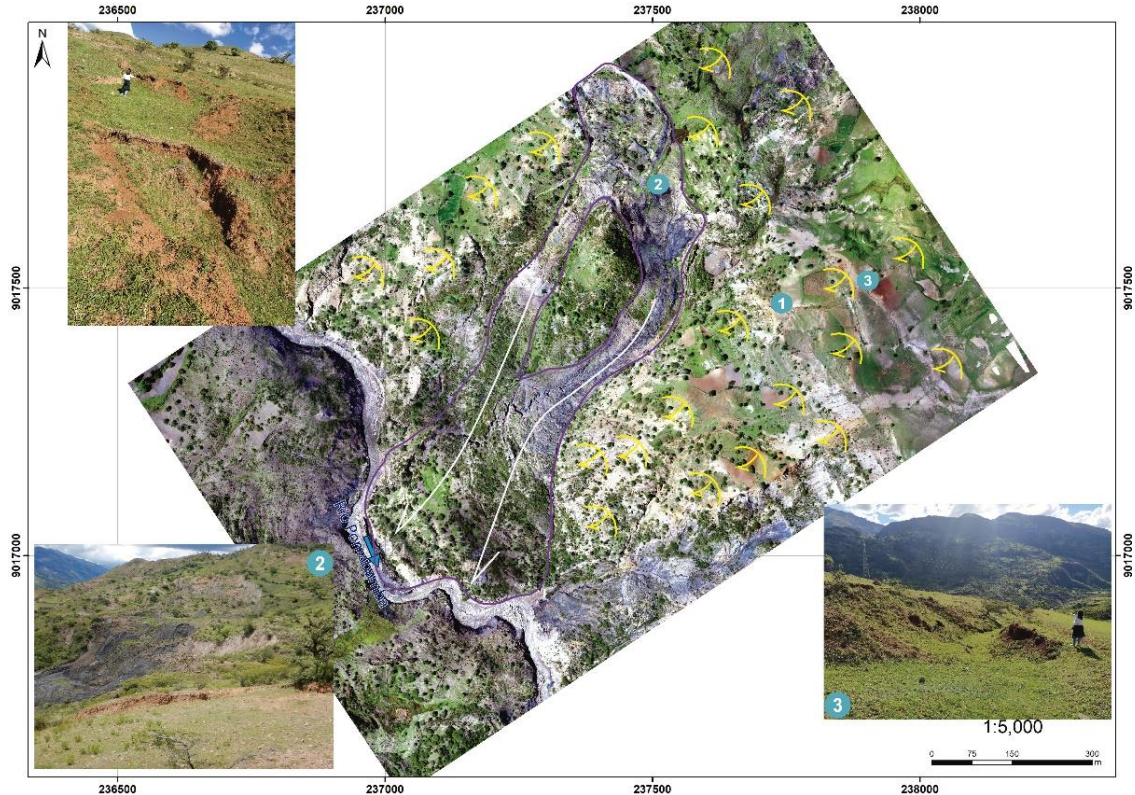


Figura 25: Área de levantamiento fotogramétrico N°3; 1) Muestra zonas de cárcavamientos, se aprecia suelos rojo pardusco; 2) Zona donde se encuentran arcillas de color gris oscuro que delimita la zona saturada; 3) Se aprecian cárcavas.

Área de levantamiento fotogramétrico D:

El área de levantamiento fotogramétrico D, se ubica al suroeste de Socosbamba, sobre depósito coluvio-deluvial

Los terrenos presentan pendientes fuertes a muy escarpadas (15° - 45°), muestra procesos de erosión de laderas en cárcavas.

Por las características litológicas, geomorfológicas y condiciones actuales este sector se considera susceptible a movimientos en masa, como deslizamientos y reptación de suelos.

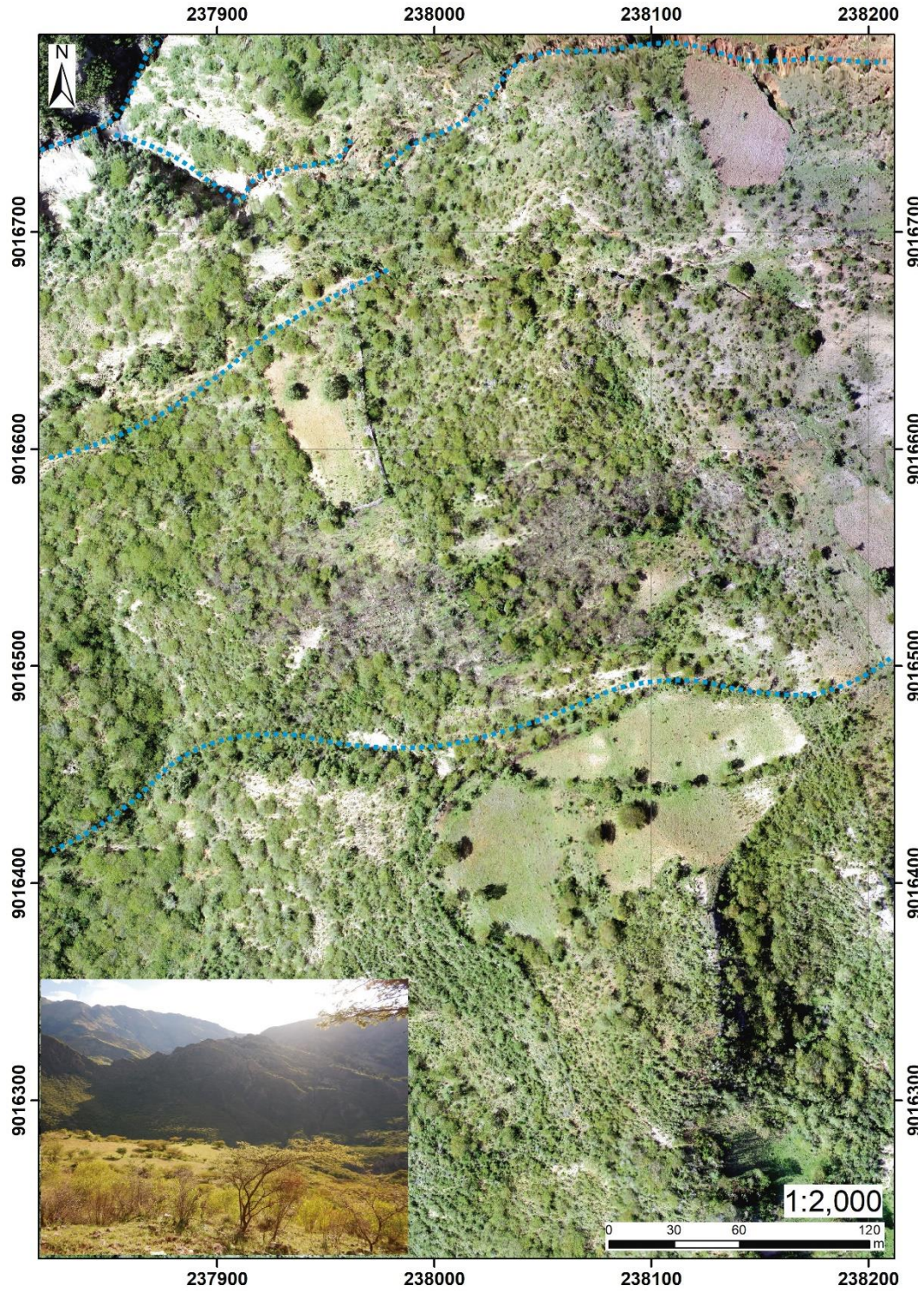


Figura 26: Muestra el área de levantamiento fotogramétrico N°4, donde se observan ondulaciones en el terreno, por reptación.

4. CONCLUSIONES

1. En el sector de Socosbamba, aún siguen las condiciones de inestabilidad. Se aprecia canales sin revestimiento, no cuenta con drenaje, esto permite la infiltración de aguas superficiales al terreno, saturándolo.
2. El sector de Socosbamba-Piscobamba se encuentra sobre depósitos coluvio-deluviales compuestos por bloques y gravas de rocas sedimentarias (areniscas cuarzosas y lutitas negras carbonosas) de la Formación Chicama, envueltos en matriz limo-arcillosa altamente plástica y cohesiva, saturada que favorece los procesos de remoción en masa (reptaciones y deslizamientos).
3. La meteorización de las secuencias lutaceas de la Formación Chicama, han generado depósitos de arcillas altamente plásticas y cohesivas, donde se evidencian los mayores procesos geodinámicos de reptaciones y deslizamientos.
4. Geomorfológicamente, las viviendas de Socosbamba y alrededores se ubican en la vertiente coluvio-deluvial, el terreno presenta pendiente moderada (5°-15°), lo que favorece los procesos de reptación de suelos.
5. Las recomendaciones emitidas en el informe técnico A6683 "Deslizamiento y reptación de suelos en el sector Socosbamba" (2015), hasta la actualidad no se han implementado, lo que ha favorecido el desarrollo de nuevos procesos geodinámicos, que han afectado tramos de la carretera Socosbamba-Piscobamba.
6. El punto de inspección E: 239598, N:9021413, ubicado entre las quebradas Chipre y Uyucuyoc, presenta derrumbes que afectan 47 m, de la carretera.
7. Entre los puntos 2 al 7 de inspección (coordenadas E:240153, S:9018610 y E:239772, S:9014438), se han identificado reptación y deslizamientos (reactivaciones) que han afectado la carretera Socosbamba-Piscobamba en tres tramos de 50, 55 y 82 m.
8. El área de inspección A (coordenada media E:241044, S:9019055), ubicada a 400 m al sureste de Piscobamba, es afectada por reptación. El terreno presenta pendientes bajas (5-10°) y se encuentra saturado, esto favorece la reptación de suelos.
9. El área de inspección B, ubicado en el sector de Mollobamba (coordenada media E: 238806, S:9019966) al este de Piscobamba, presenta suelos arcillosos y saturados, pendientes moderadas y filtraciones de agua, por lo cual se considera como de alta susceptibilidad a reptación.
10. En el área de inspección C (coordenada media E:237499, N:9017362), se ha identificado un deslizamiento, con escarpe circular y salto de 12 m. Además, se tienen procesos de erosiones de ladera, donde se generó un flujo de detritos.

11. El área de inspección D (coordenada media E:237922, N:9016478), presenta terrenos de pendientes fuertes, presenta carcavamientos y es susceptible a reptación de suelos y deslizamientos.

12. Por las condiciones litológicas, geomorfológicas y geodinámicas, que se mantienen constantes desde el 2015, el sector de Socosbamba, se considera de **MUY ALTO PELIGRO**, susceptible a generar movimientos en masa, desencadenados por lluvias intensas y/o extraordinarias, así como por movimientos sísmicos.

5. RECOMENDACIONES

1. Las recomendaciones mencionadas por Gómez (2015), se mantienen y deben implementarse, siendo la principal la reubicación de las viviendas.
2. Impermeabilizar los canales de agua de escorrentía superficial y riego, de esta manera controlar la saturación de terreno.
3. Realizar obras de drenaje en el cuerpo del deslizamiento, se deben canalizar los afloramientos de agua que provienen de bofedales y puquiales.
4. Para el caso del deslizamiento principal de Socosbamba se recomienda implementar una red de monitoreo, puede ser de vigilancia visual, topográfica y de ser posible instrumental en tiempo real para la época de lluvias.
5. Realizar estudios complementarios de evaluación de riesgo-EVAR, para las áreas de reubicación propuestas por Gómez (2015) y otras áreas de interés.
6. Sensibilizar a la población a través de talleres o charlas con el objetivo de concientizar en gestión de riesgos, para evitar asentamientos de viviendas o infraestructura en zonas de peligro.
7. Todas las medidas correctivas estructurales, deben ser planificados y elaborados por especialistas.



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



Ing. NORMA LUZ SOSA SENTICALA
Especialista en Peligros
Geológicos
INGEMMET

6. BIBLIOGRAFÍA

- American Geological Institute, (1997). "Glossary of geology" – fourth edition, 769 p.
- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1966). Landslide types and process, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washinton D. C., National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36-75.
- Galdós J. (1974), Estudio Geodinámico del Área de Socosbamba. Servicio de Geología y Minería – División de Geotecnia
- Gómez D. (2015), Deslizamiento y reptación de suelos en el sector Socosbamba. Región Ancash – provincia Mariscal Luzuriaga – distrito Lucma. INGEMMET, Informe Técnico N° A6683.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2012). Reglamento Nacional de Edificaciones. Actualización de las Normas de Técnicas de Edificación CE. 020 "Estabilización de suelos y Taludes"). Publicado en El Peruano, 09 de noviembre del 2012.
- Nuñez S. & Ochoa M. (2012), Peligro por deslizamiento en el sector Musga. Región Ancash – provincia Mariscal Luzuriaga – distrito Musga – paraje Musga. INGEMMET, Informe Técnico N° A6617.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
- Varnes, D. J. (1978). Slope movements types and processes, en Schuster R.L., y Krizek R.J., ed, Landslides analysis and control: Washington D. C, National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 176, Pág. 9–33.
- Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. España: Instituto Geográfico Agustín Codazi.
- Vílchez, M. Ochoa, M.& (2019) - Peligro geológico en la región Ica. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 67, 218 p, 9 mapas.
- Wilson J., Reyes L., Gorayar J. Boletín N°16 1967, actualizado por la Dirección de Carta Geológica Nacional a (1995). Geología de los Cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari. INGEMMET, Serie A: Carta Geológica, Boletín N°60, 82 pág.
- Zavala, B.; Valderrama, P.; Pari, W.; Luque, G. & Barrantes, R (2009) – Riesgos geológicos en la región Ancash. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 38, 280p.

ANEXO 1: GLOSARIO

En el presente Glosario se describe según los términos establecidos en el Proyecto Multinacional Andino - Movimientos en Masa GEMMA, del PMA: GCA:

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

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

CORONA (crown) 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.

DESLIZAMIENTO (slide) Son movimientos de masas de roca, residuos o tierra, hacia abajo de un talud" (Cruden, 1991), son uno de los procesos geológicos más destructivos que afectan a los humanos, causando miles de muertes y daños en las propiedades, por valor de decenas de billones de dólares cada año (Brabb y Harrod, 1989). Los deslizamientos producen cambios en la morfología del terreno, diversos daños ambientales, daños en las obras de infraestructura, destrucción de viviendas, puentes, bloqueo de ríos, etc.

Los desplazamientos en masa se dividen en subtipos denominados deslizamientos rotacionales, deslizamientos traslacionales o planares y deslizamientos compuestos de rotación. Esta diferenciación es importante porque puede definir el sistema de análisis y el tipo de estabilización que se va a emplear (Suarez J., 2009).

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

FLUJO DE DETRITOS: Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (Índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes. Los flujos de detritos incorporan gran cantidad de material saturado en su trayectoria al descender en el canal y finalmente los depositan en abanicos de detritos

FRACTURA (crack) Corresponde a una estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan.

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

MOVIMIENTO EN MASA (mass movement, landslide) sin.: Fenómeno de remoción en masa (Co, Ar), proceso de remoción en masa (Ar), remoción en masa (Ch), fenómeno de movimiento en masa, movimientos de ladera, movimientos de vertiente. Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991).

REPTACIÓN (creep) 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.