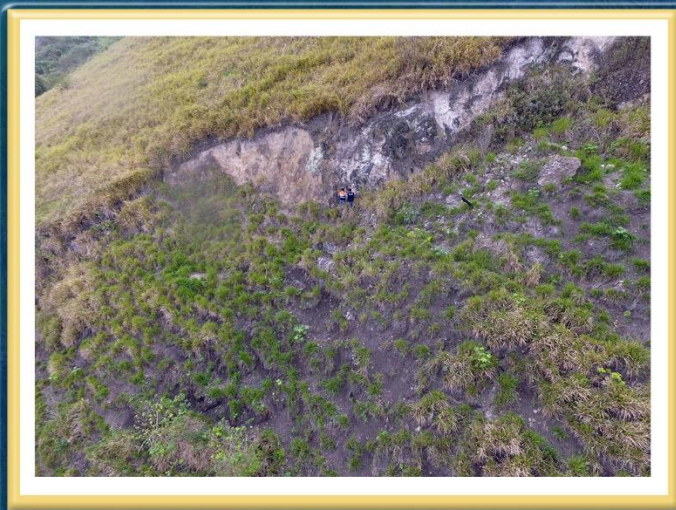


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7128**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CASERÍO SAN ISIDRO

Región Amazonas  
Provincia Utcubamba  
Distrito Cajaruro



MARZO  
2021

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

*Equipo de investigación:*

*Luis León Ordáz*

*Cristhian Chiroque Herrera*

#### **Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). Evaluación de peligros geológicos en el caserío San Isidro. Distrito Cajaruro, provincia de Utcubamba, región Amazonas. INGEMMET, Informe Técnico A7128, 38 p.

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>1.1. Objetivos del estudio</b> .....	2
<b>1.2. Antecedentes y trabajos anteriores</b> .....	3
<b>1.3. Aspectos generales</b> .....	5
1.3.1. UBICACIÓN .....	5
1.3.2. ACCESIBILIDAD .....	7
<b>2. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	7
<b>2.1. Unidades litoestratigráficas</b> .....	8
2.1.1. FORMACIÓN CAJAMARCA (Ki-c).....	9
2.1.2. FORMACIÓN CELENDÍN (Ki-ce).....	9
2.1.3. GRUPO PUCARA (TsJi-pu) .....	10
2.1.4. DEPÓSITOS COLUVIO DELUVIALES (Q-cd) .....	10
<b>3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	11
<b>3.1. Pendientes del terreno</b> .....	11
<b>3.2. Modelo digital de elevaciones</b> .....	12
<b>3.3. Unidades geomorfológicas</b> .....	13
3.3.1 GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL .....	13
3.3.2 GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSITACIONAL Y AGRADACIONAL .	14
<b>4 PELIGROS GEOLÓGICOS</b> .....	15
<b>4.1 Peligros geológicos por movimientos en masa</b> .....	17
<b>4.2 Deslizamiento en el caserío San Isidro</b> .....	17
4.2.1 CARACTERÍSTICAS VISUALES DEL EVENTO .....	17
4.2.2 FACTORES CONDICIONANTES.....	23
4.2.3 FACTORES DETONANTES O DESENCADENANTES .....	25
4.2.4 DAÑOS POR PELIGRO GEOLÓGICO .....	25
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	27
<b>5. RECOMENDACIONES</b> .....	28

<b>6. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>29</b>
<b>ANEXO 1: GLOSARIO.....</b>	<b>30</b>
<b>ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN .....</b>	<b>31</b>

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizados en el caserío San Isidro, que pertenece a la jurisdicción de la Municipalidad Distrital de Cajaruro, provincia de Utcubamba, región Amazonas. 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 actualización, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

Las unidades geológicas que afloran en la zona evaluada corresponden a rocas de origen sedimentario, encontrando al Grupo Pucará, conformado por calizas grises, altamente meteorizadas y muy fracturadas, intercalada con lutitas gises, con presencia de fósiles; la Formación Celendín, conformada por calizas margosas nodulares intercaladas con lutitas y limolitas abigarradas, en estratos delgados, en los escarpes dejados por los eventos de movimiento en masa, se observa la roca altamente meteorizada y muy fracturada y Depósitos Coluvio deluviales, conformados por clastos y bloques de origen calcáreos dentro de una matriz de limoarcillas.

Las geoformas identificadas corresponden a las de origen tectónico-degradacional (montaña estructural, colinas y lomadas en rocas sedimentarias) y Geoformas de carácter depositacional y agradacional principalmente originada por la ocurrencia de movimientos antiguos, que configuran geoformas de Piedemonte (piedemonte aluvio-torrencial, abanico de piedemonte y depósitos de deslizamiento). Se considera que los principales factores condicionantes que originan la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa, son la pendiente del terreno que va de moderado ( $5^{\circ}$  -  $15^{\circ}$ ), fuerte ( $15^{\circ}$  -  $25^{\circ}$ ) y muy fuerte o escarpada (de  $25^{\circ}$  a  $45^{\circ}$ ), (considerados estos valores como el principal factor condicionante donde se originan la ocurrencia de peligros geológicos por flujos de detritos, caídas de rocas y cárcavas), donde se realizaban prácticas de agricultura con riego permanente (cultivos de arroz con riego permanente por inundación), contribuyendo a la saturación del terreno.

Los procesos identificados en el caserío San Isidro corresponden a los denominados movimientos en masa (deslizamientos, flujo de detritos y derrumbes), eventos antiguos que se reactivan con la presencia de lluvias intensas. Estos procesos han afectado terrenos de cultivo, tramos de la trocha carrozable y viviendas.

Se concluye que el área de estudio es considerada de **Muy Alto** peligro a la ocurrencia de deslizamientos, que pueden ser desencadenados en la temporada de lluvias y por movimientos sísmicos.

Finalmente, se brinda recomendaciones como, la implementación de un sistema de riego tecnificado por parte de los agricultores, reubicar el caserío de San Isidro y las viviendas ubicadas dentro del cuerpo del deslizamiento, considerando importante, que las autoridades competentes pongan en práctica las recomendaciones.

## 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 y consideraciones geotécnicas a nivel nacional (ACT. 7)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa) en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Municipalidad Distrital de Cajaruro, según Oficio N° 177-2020-MDC/A, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de los eventos de tipo deslizamiento ocurridos el día 09 y 10 de marzo del 2009 que afectó terrenos de cultivo y viviendas ubicadas en el cuerpo del deslizamiento, el cual se reactiva con la presencia de lluvias intensas.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó a los Ingenieros Luis León y Cristhian Chiroque para realizar la evaluación geológica, geomorfológica y geodinámica de los peligros geológicos que afectan terrenos de cultivo agrícola y viviendas en el caserío San Isidro, los trabajos de campo se realizaron el día 08 de octubre del 2020.

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

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Cajaruro, Gobierno Regional de Amazonas, oficina de INDECI y COER - Amazonas, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

### 1.1. Objetivos del estudio

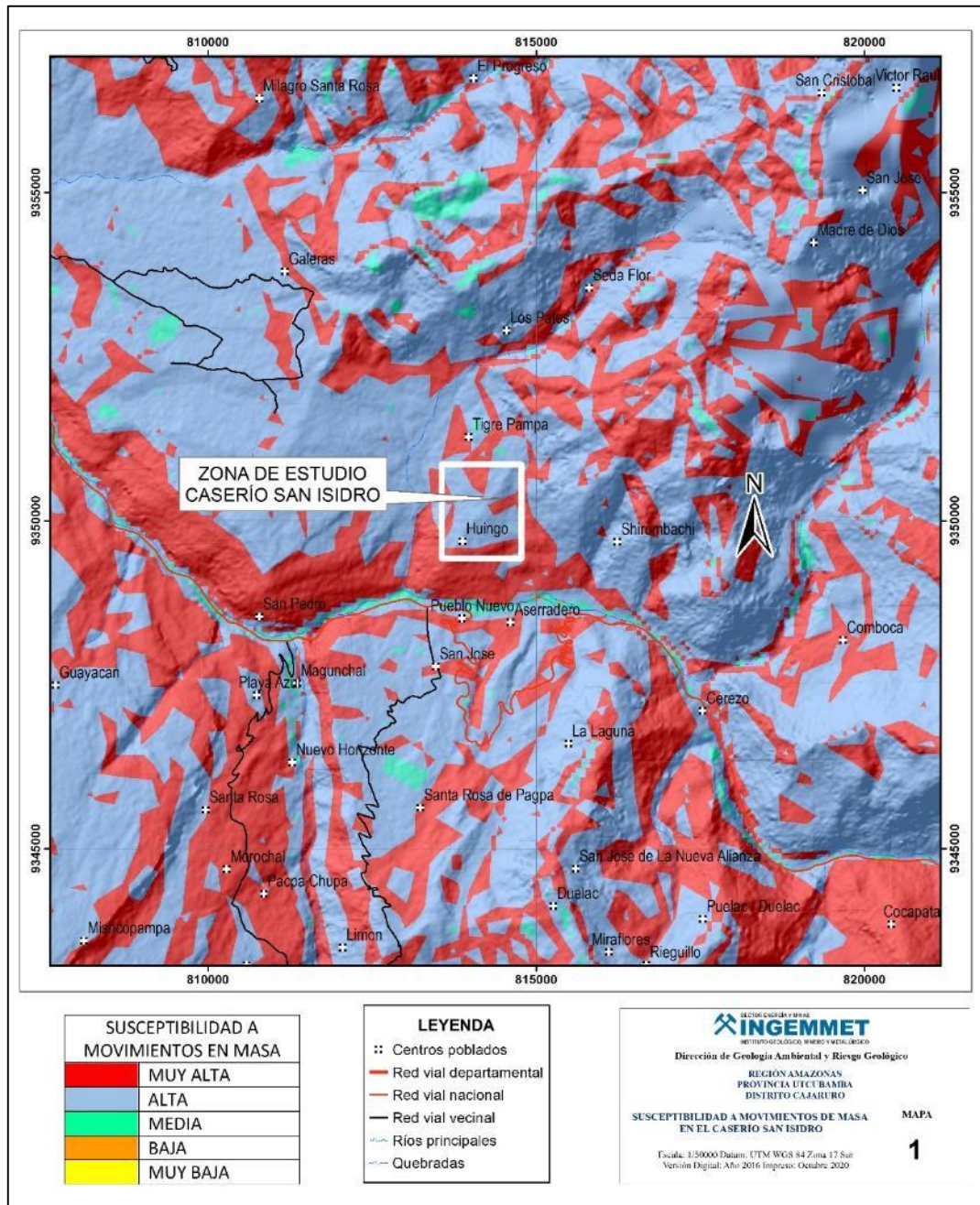
El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en el caserío San Isidro, eventos que pueden comprometer la seguridad física de personas, vehículos, medios de vida (cultivos agrícolas) y vías de comunicación en la zona de influencia de los eventos.”
- b) Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados.

## 1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones, relacionados a temas de geología y geodinámica externa, de los cuales destacan los siguientes:

- a) Informe técnico preliminar “Zonas críticas de la Región Amazonas” (Medina y Dueñas, 2007), en el inventario de puntos críticos se identificaron varios deslizamientos, así como áreas susceptibles a la ocurrencia de derrumbes, que afectan la carretera Fernando Belaunde Terry. Cabe destacar, que durante los trabajos de campo se identificaron varios deslizamientos antiguos.
- b) INDECI (2009), en el informe de emergencia N° 073 – 13/03/2009/COEN-SINADECI/15:00 HORAS (INFORME N° 18), indica que el martes 04 de noviembre 2008, a consecuencia de intensas precipitaciones pluviales, se produjo: en el distrito de Jamalca, provincia Utcubamba: Un deslizamiento en el cerro San Isidro, afectando 150 metros del Km 266 de la carretera Fernando Belaúnde Terry (cerca al Centro Poblado Menor de El Aserradero) y el Cementerio Municipal. Código SINPAD: 00030240.
- c) Riesgo Geológico en la Región Amazonas (Medina *et al.*, 2009). El estudio destaca que la zona de estudio presenta alta susceptibilidad a la ocurrencia de procesos de remoción en masa. Se adjunta una tabla de zonas afectadas por deslizamientos describiendo substratos de mala calidad afectados por procesos antiguos debido a la pendiente del terreno, intensas precipitaciones y uso inadecuado de agua y escorrentía (figura 1).
- d) Boletín N° 39, serie C, 2019, geodinámica e ingeniería geológica: “Riesgo Geológico en la Región Amazonas”; se identifican los peligros geológicos y geohidrológicos que pueden causar desastres. Se identificó un total de 1452 ocurrencias de peligros, 31% corresponden a deslizamientos; además 107 zonas críticas, el cual una de las recomendaciones para el distrito de Bagua Grande y Cajaruro recomiendan no permitir la expansión urbana hacia la zona que va liberando el río Utcubamba; así mismo menciona que el deslizamiento en el anexo de Pacpa, distrito de Aserradero (Utcubamba): Ocurrió en forma escalonada y progresiva, con longitudes promedio de 900 m entre la zona de arranque y el pie deslizamiento, con un ancho de 300 a 350 m, saltos verticales o escarpas de 20 a 25 m; el mismo que está ubicado en la parte baja del caserío de San Isidro.
- e) Medina (2011), en el Informe Técnico N° A6571, Peligros Geológicos: Km. 254 de la carretera Fernando Belaunde Terry – Sector El Salao, menciona que, el 21 de abril del presente año, a la altura del Km 254 de la carretera Belaunde Terry, se originó un movimiento en masa del tipo flujo de tierra, que represó parcialmente el río Utcubamba.



**Figura 1.** Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de la región Amazonas y el área de evaluación (Medina et al., 2009).



### 1.3. Aspectos generales

#### 1.3.1. UBICACIÓN

El área evaluada corresponde al caserío San Isidro que pertenece al distrito de Cajaruro, provincia Utcubamba, región Amazonas (figura 2), en las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 17S) siguientes:

**Cuadro 01.** Coordenadas del área de estudio

N°	UTM - WGS84 - Zona 17S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	814135	9350191	5° 52' 17.83" S	78° 9' 47.89" O
2	815086	9350330	5° 52' 13.15" S	78° 9' 17.02" O
3	815380	9348666	5° 53' 7.22" S	78° 9' 7.9" O
4	814195	9348481	5° 53' 13.44" S	78° 9' 45.65" O
<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b>				
C	814902	9349853	5° 52' 28.69" S	78° 9' 22.92" O

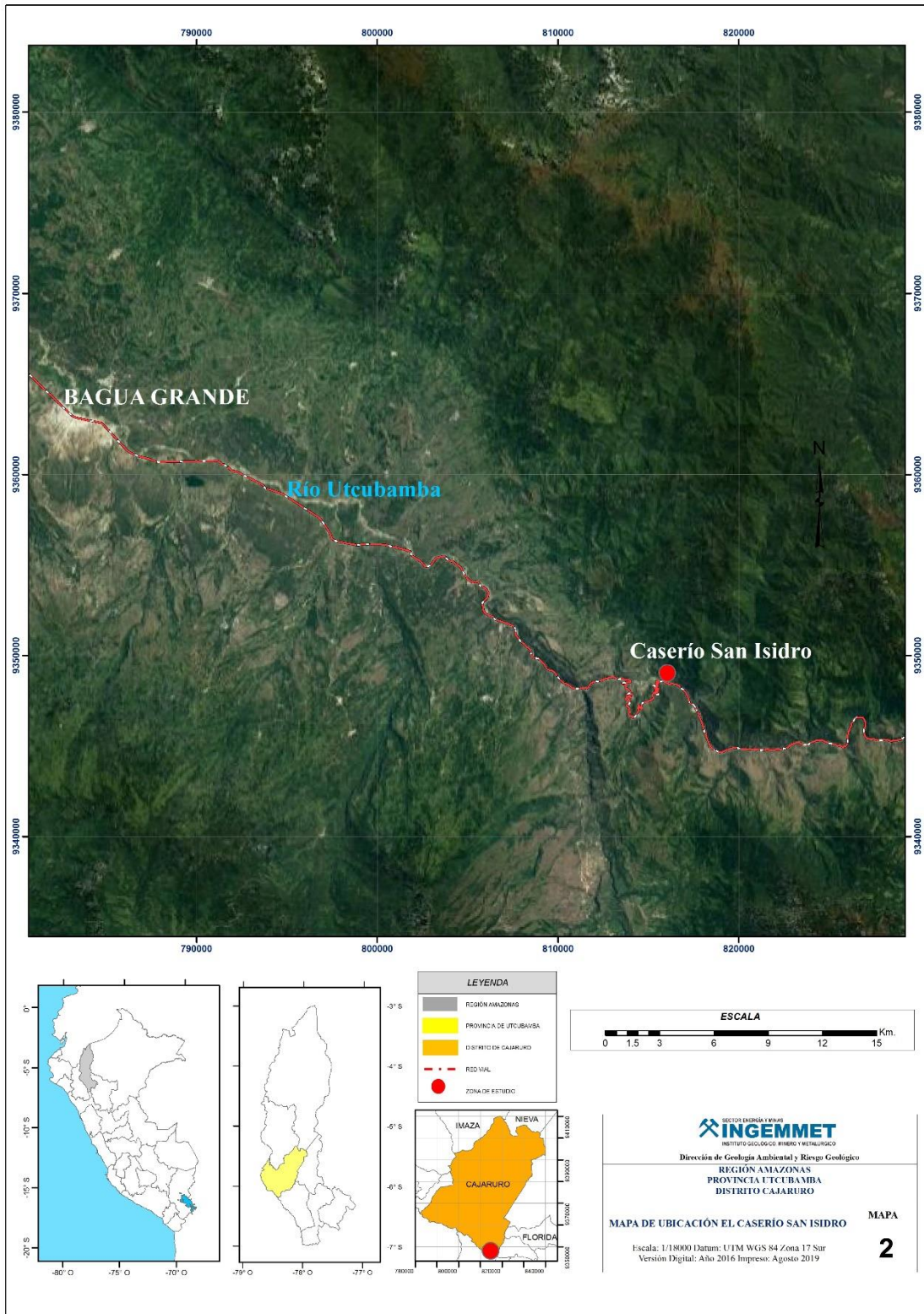


Figura 2. Mapa de ubicación.

### 1.3.2. ACCESIBILIDAD

El acceso a la zona, utilizando un vehículo desde el INGEMMET (OD Cajamarca), se realizó mediante 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>
Cajamarca – Cutervo	Asfaltada	210	5 horas 45 minutos
Cutervo - Bagua Grande	Asfaltada	142	3 horas 25 minutos
Bagua Grande - San Isidro	Asfaltada Trocha Carrozable	43	1 hora 30 minutos

## 2. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base la revisión y actualización del cuadrángulo Bagua Grande Hoja 12 g – II (Waldir *et al.*, 2010), donde se tiene principalmente afloramientos de la Formación Celendín y Formación Cajamarca, La geología se complementó con trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotos aéreas y observaciones de campo (figura 3).

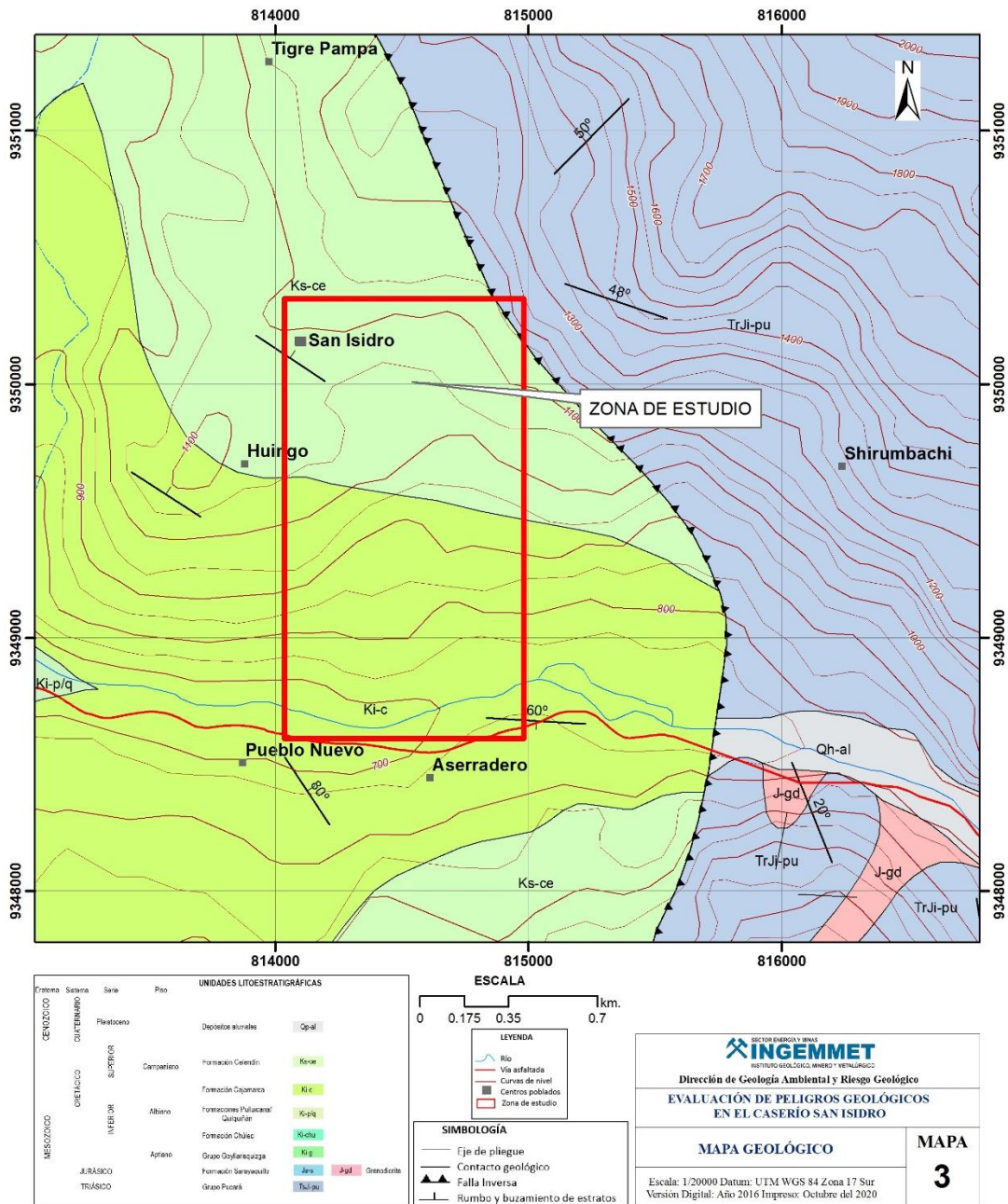


Figura 3. Geología del cuadrángulo 12 – g, de Bagua Grande (Chacaltana et al., 2011).

## 2.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona inspeccionada y alrededores son de origen sedimentario, descritas a continuación:

### 2.1.1. FORMACIÓN CAJAMARCA (Ki-c)

Esta unidad está conformada por calizas grises intercaladas con lutitas pardo amarillentas, las mismas que se encuentran altamente meteorizadas y medianamente fracturadas, afloran al sur del caserío San Isidro

### 2.1.2. FORMACIÓN CELENDÍN (Ki-ce)

En el área inspeccionada afloran principalmente rocas sedimentarias de la Formación Celendín (fotografía 1). El movimiento evaluado, se originó en calizas margosas nodulares intercaladas con lutitas y limolitas abigarradas, en estratos delgados, en los escarpes dejados por los eventos de movimiento en masa, se observa la roca altamente meteorizada y muy fracturada. Debido a la actividad tectónica en la zona, se observa también un intenso fallamiento local (figura 4), estas características de las rocas, hacen que las precipitaciones pluviales se infiltren fácilmente en su interior y generen inestabilidad en las laderas.



**Fotografía 1.** Lutitas grises con nódulos calcáreos meteorizados de la Formación Celendín, ubicadas en las coordenadas UTM WGS-84, Zona 17S, Este:814330 y Norte: 9350044.



**Figura 4.** Flanco izquierdo del escarpe principal, conformado por calizas grises margosas meteorizadas, Formación Celendín.

#### 2.1.3. GRUPO PUCARA (TsJi-pu)

Constituida principalmente por calizas grises altamente meteorizadas y muy fracturadas, con intercalaciones de margas y lutitas negras carbonosas, con presencia de fósiles de amonites y bivalvos, aflora al oeste del caserío San Isidro.

#### 2.1.4. DEPÓSITOS COLUVIO DELUVIALES (Q-cd)

Sedimentos constituidos por gravas angulosas dentro de un matriz limo arcillosa; se presentan sueltos y con escasa cohesión, los cuales presentan malas características geotécnicas (fotografía 2).



**Fotografía 2.** Depósito coluvio deluvial clastos y bloques angulosos, envueltos en una matriz limo arcillosa, ubicado en las coordenadas UTM WGS-84, Zona 17S, Este:814754 y Norte: 9350020.

### 3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

#### 3.1. Pendientes del terreno

El área de evaluación abarcó un total de 180 ha, los rangos de pendiente en la zona inspeccionada van de rangos de terrenos inclinados con pendientes de (5°-15°), con un cambio a terrenos de fuerte pendiente (15°-25°) en la parte más alta las pendientes son muy fuertes, oscilando desde los 25° a 45°, están configuradas por los escarpes de los deslizamientos identificados (figura 5), del mapa de pendientes se concluye que, el área evaluada presenta relieves con pendientes fuertes a muy escarpadas determinadas por la morfología de la zona.

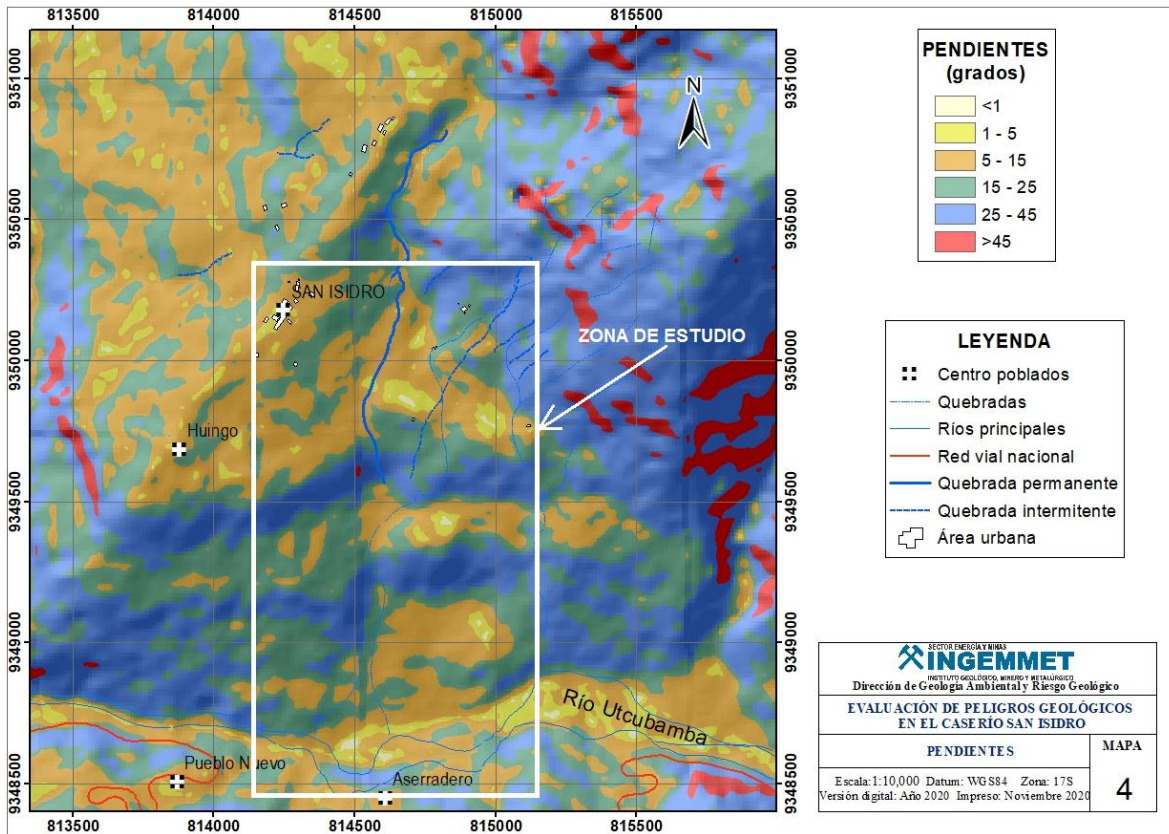


Figura 5. Mapa de pendientes.

### 3.2. Modelo digital de elevaciones

El área urbana del caserío San Isidro se asienta sobre relieve con elevaciones entre 1048 m s.n.m y 1160 m s.n.m., las viviendas están ubicadas en la parte superior de una loma y el deslizamiento está ubicado al suroeste, las máximas elevaciones en la zona evaluada alcanzan los 1780 m s.n.m. hacia el norte y descendiendo hacia el sur a 680 m s.n.m. en el río Utcubamba (figura 6).



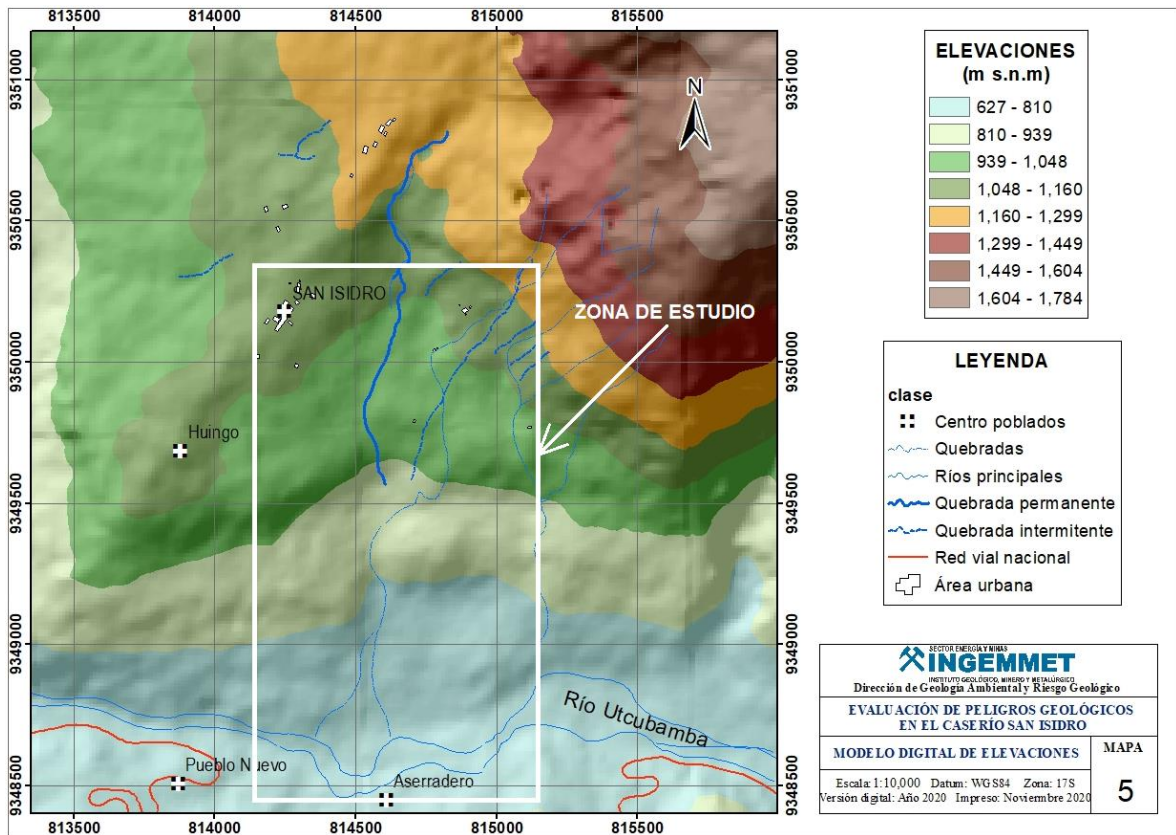


Figura 6. Mapa de elevaciones (Elaboración propia).

### 3.3. Unidades geomorfológicas

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el área de estudio, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión, denudación y sedimentación (Vilchez et al., 2019).

#### 3.3.1 GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005), (figura 6).

##### 3.3.1.1 Unidad de montaña

Se considera dentro de esta unidad a las geformas con alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de base local. Se reconocen como cimas o cumbres agudas, subagudas, semiredondeada, redondeada o tubular y estibaciones, producto de las deformaciones sufridas por la erosión y la influencia de otros eventos de diferente naturaleza

(levantamiento, glaciación, etc.). Sus laderas presentan pendientes promedio superior al 30% (Villota, 2005).

#### **Subunidad de montaña estructural (Me)**

Su asociación litológica es principalmente sedimentaria; estructuralmente se presentan con alineamientos montañosos compuestos con secuencias estratificadas plegadas y/o con el buzamiento de las capas de roca que controlan la pendiente de las laderas, se encuentran conformando anticlinales, sinclinales, cuevas y espinazos, que le dan una característica particular en las imágenes satelitales, tienen un alineamiento de dirección suroeste-noreste. Varían en pendiente desde moderada a muy fuerte.

Geodinámicamente, se asocian a erosión de laderas y flujo de detritos y se ubica en la parte superior del deslizamiento.

#### **3.3.1.2 Unidad de colinas y lomadas**

Las colinas y lomadas son de menor altura que las montañas, generalmente no superan los 300 metros desde la base hasta la cima; se puede subdividir según su naturaleza litológica, morfología estructural y grado de erosión o disección; la inclinación de sus laderas en promedio es superiores a los 16% (FAO, 1968).

#### **Subunidad de colinas y lomadas estructurales en rocas sedimentarias (RCE-rs):**

Están conformadas por rocas sedimentarias, modeladas por procesos tectónicos que dieron origen a relieves redondeados y alargados, sobre las cuales se desarrollan principalmente actividades agrícolas.

### **3.3.2 GEOFORMAS DE CARÁCTER 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 anteriores aquí (figura 7), se tiene:

#### **3.3.2.1 Unidad de piedemonte**

Esta unidad son resultado de procesos geomorfológicos constructivos determinados por fuerzas de desplazamiento como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los glaciares, las corrientes marinas, las mareas y los vientos, los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados (Sosa & Lara, 2019).

#### **Subunidad abanico de Piedemonte (Ab)**

Es una forma del relieve depositacional originado en la base o pie de un frente montañoso, asociada a la descarga de sedimentos de un curso de agua (río o quebrada), drena desde un área topográficamente elevada a un área baja y plana adyacente.

### Subunidad de vertiente o piedemonte aluvio-torrencial (P-at)

Están conformadas por planicies inclinadas a ligeramente inclinadas, suelen ser amplias y se ubican al pie de las estibaciones andinas y sistemas montañosos. Está formado por la acumulación de sedimentos transportados por corrientes de agua de carácter excepcional provocadas por lluvias anómalas, usualmente asociadas al fenómeno de “El Niño”.

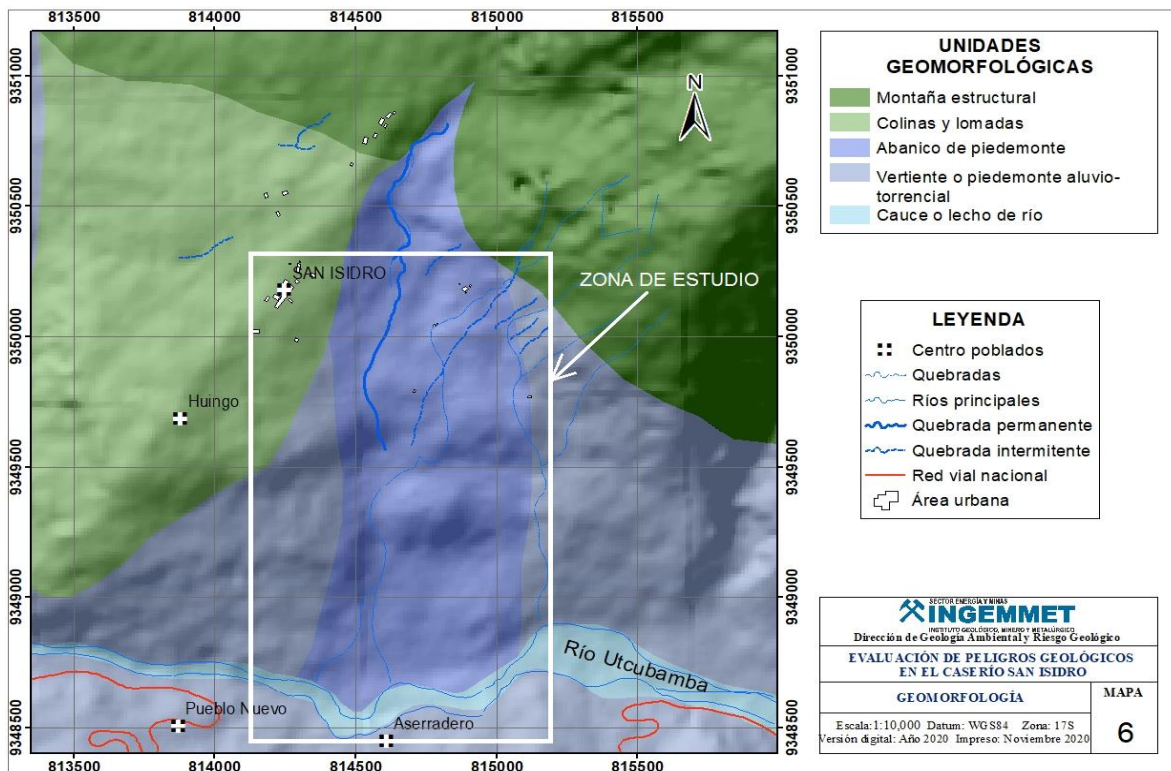


Figura 7. Mapa geomorfológico del caserío San Isidro (elaboración propia).

## 4 PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos reconocidos en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa, donde se ha identificado tipo deslizamiento (deslizamiento rotacional), movimiento complejo y caídas (derrumbes) (PMA: GCA, 2007). Estos procesos son resultado del proceso de modelamiento del terreno, así como la incisión sufrida en los cursos de agua en la Cordillera de los Andes, 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.

Estos movimientos en masa, tienen como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, el tipo de roca, el tipo de suelos, el drenaje superficial-subterráneo, la cobertura vegetal. Se tiene como “detonantes” de estos eventos las precipitaciones pluviales periódicas y extraordinarias, así como la sismicidad y factores antrópicos como la migración de cultivos, con riego constante por inundación que saturan los terrenos en las laderas, generando inestabilidad (figura 8).

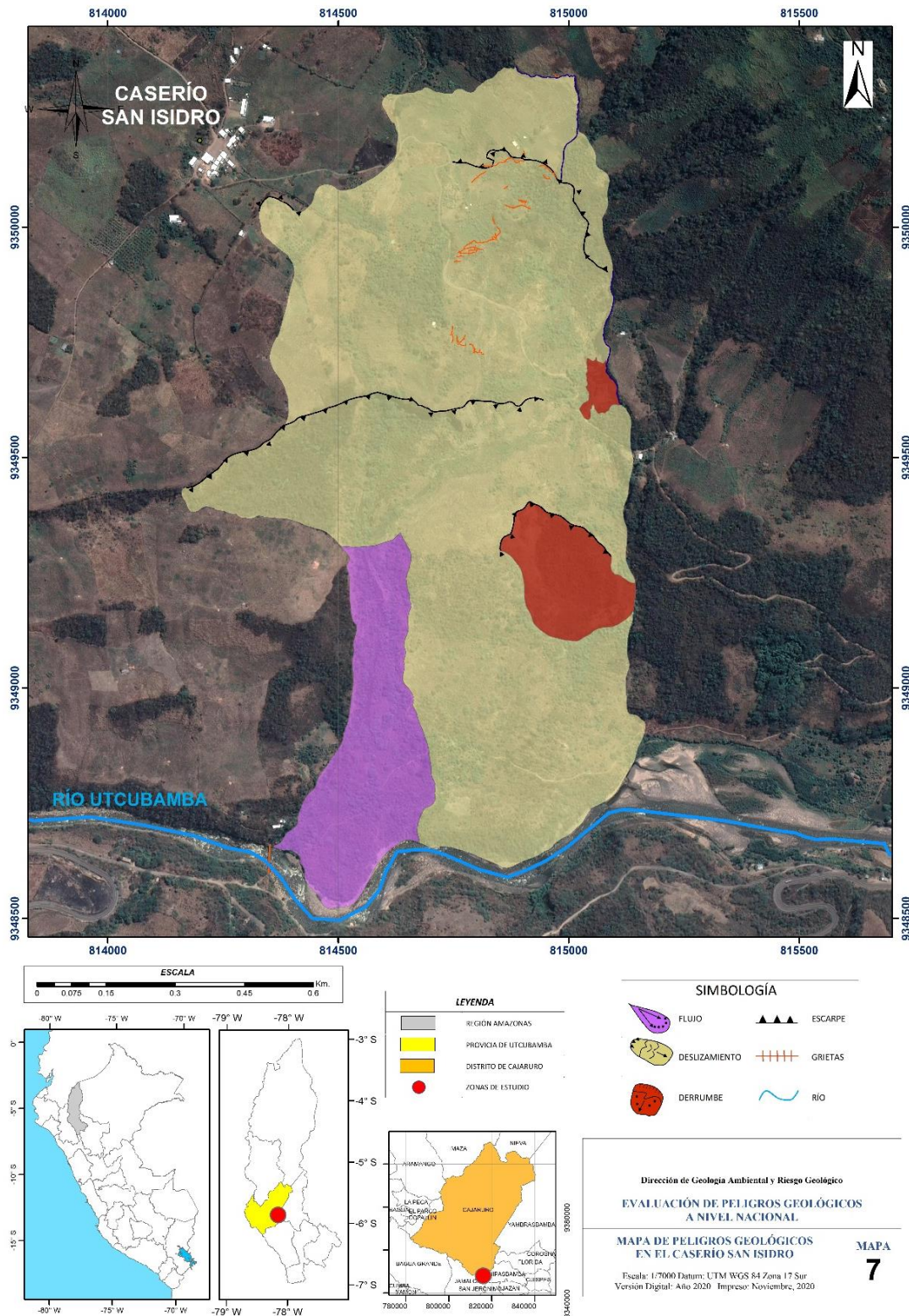


Figura 8. Mapa de Peligros Geológicos caserío San Isidro (elaboración propia).

#### **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).

En la zona de estudio se han identificado y caracterizado los siguientes peligros geológicos:

Los peligros geológicos reconocidos en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa donde se ha identificado: deslizamiento, movimiento complejo (derrumbe-flujo) y caída de detritos.

#### **4.2 Deslizamiento en el caserío San Isidro**

Para caracterizar los eventos geodinámicos ocurridos en el caserío San Isidro se realizaron los trabajos de campo en donde se identificaron los tipos de movimientos en masa a través del cartografiado geológico y geodinámico basado en la observación y descripción morfométrica in situ, la toma de datos GPS, fotografías a nivel del terreno, fotografías aéreas, ortofotos y modelos digitales de terreno.

##### **4.2.1 CARACTERÍSTICAS VISUALES DEL EVENTO**

Evento localizado en la margen derecha del río Utcubamba; un área a de 110 hectáreas (incluyendo la zona de arranque y el depósito), por los antecedentes, en la parte baja del caserío San Isidro, el deslizamiento ocurrió en el año 2009 afectó el centro poblado El Aserradero, la carretera Fernando Belaunde Terry y embalsó temporalmente el río Utcubamba; hacia el este el escarpe alcanza una altura de 25 m, originando derrumbe de detritos hacia el cuerpo del deslizamiento afectando caminos de herradura; así mismo se identifica la presencia de flujo de detritos al sureste del cuerpo deslizado, el cual llega hasta el río Utcubamba.

Por versión de la señora Juanita Pardo Herrera, pobladora del sector afectado, desde el 2009, cada vez que se presentan lluvias intensas, se evidencia desplazamiento de sus terrenos en dirección a río Utcubamba, afectando los terrenos (los cuales estaban ocupados inicialmente por cultivos de arroz, con riego por inundación permanente, lo cual incrementó la saturación de los terrenos), los escarpes que presentan los terrenos de la señora Juana se ubican a 200 m de la zona más poblada del caserío San Isidro.

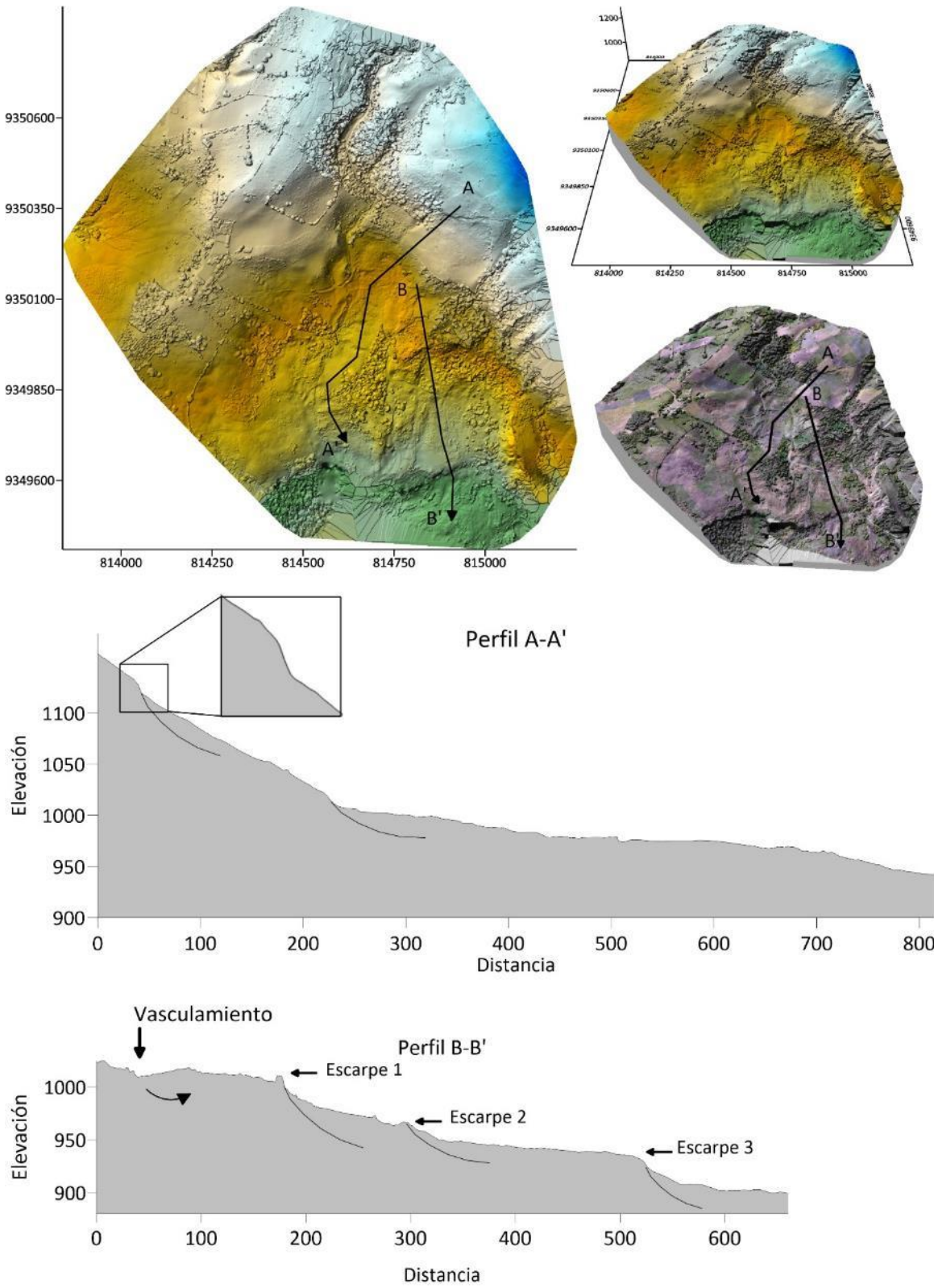
En el 2009, se produjo el colapso de la ladera que produjo la caída de un gran volumen de material conformado principalmente por clastos y bloques de rocas, con una fracción de material fino de naturaleza limo-arcillosa.

El deslizamiento en el caserío San Isidro presenta las siguientes características y dimensiones (figura 9, 10, 11, 12, 13 y 14), (fotografía 3 y 4):

- Área deslizada: 110 has.
- Escarpe principal: 872 m.
- En el escarpe se puede apreciar un sistema de fallas conjugadas en donde la principal tiene una dirección N45°E
- Forma de la superficie de rotura: irregular alargada
- Diferencia de altura aproximada de la corona a la base del derrumbe: 530 m.
- Largo: 1700; ancho: 748.
- Grietas de hasta 7 m de largo y 0.50 m de ancho.
- La velocidad del movimiento fue muy rápida disminuyendo hasta muy moderada.
- El deslizamiento se presentan evidencias de comportamiento retrogresivo.



**Figura 9.** En la foto se puede ver un sistema de fallas conjugadas en donde la principal tiene una dirección N45°E, inclinación de 70°, ubicado en las coordenadas UTM WGS-84, Zona 17S, Este:815098 y Norte: 9349833..



**Figura 10.** Perfil de la morfometría del deslizamiento.



**Figura 11.** Escarpe Principal, altura promedio de 25 metros, ubicado en las coordenadas UTM WGS-84, Zona 17S, Este:815092 y Norte: 9349684.



**Figura 12.** Escarpes secundarios dentro del cuerpo del deslizamiento y agrietamientos con 9 m de largo y 0.40 m de ancho.





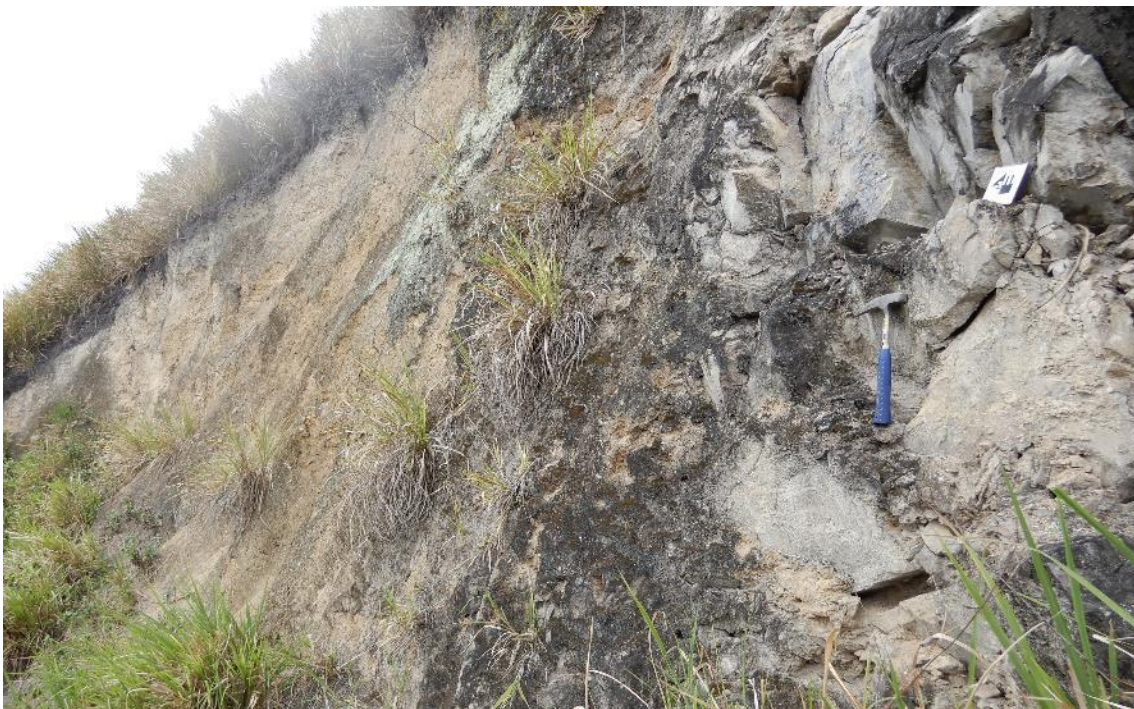
**Figura 13.** movimiento complejo (deslizamiento – flujo), con dirección noroeste, hacia el río Utcubamba, captura de imagen, Google Earth 2016.



**Figura 14.** Derrumbe, en el flanco izquierdo del escarpe principal, material constituido por lutitas, limoarcillas y nódulos calcáreos, meteorizados muy deleznales.



**Fotografía 3.** Suelos denudados de cobertura nativa para instalación de cultivos agrícolas sin sistema de drenaje, son más susceptibles a saturación con presencia de lluvias intensas.



**Fotografía 4.** Calizas grises muy meteorizadas en el flanco izquierdo del escarpe principal, ubicado en las coordenadas UTM WGS-84, Zona 17S, Este:814943 y Norte: 9350323.

## 4.2.2 FACTORES CONDICIONANTES

### 4.2.2.1 Litología

En la zona de estudio afloran limo arcillas abigarradas con nódulos calcáreos, con presencia de fósiles correspondiente a la Formación Celendín, esta litología forma suelos erosionables y poco compactos (fotografía 5).



**Fotografía 5.** Lutitas y limoarcillas con nódulos calcáreos de la Formación Celendín, muy meteorizados y fácilmente erosionables.

### 4.2.2.2 Geomorfología

Los deslizamientos se desarrollan en una superficie de colinas y lomadas con pendientes moderadas a muy fuertes ( $15^{\circ}$  -  $45^{\circ}$ ), este factor junto con el tipo de litología condiciona los procesos de remoción (fotografía 6 y 7).



**Fotografía 6.** Vista panorámica de la zona afectada, vista de sur a norte.



**Fotografía 7.** Vista panorámica de la zona afectada, vista de norte a sur.

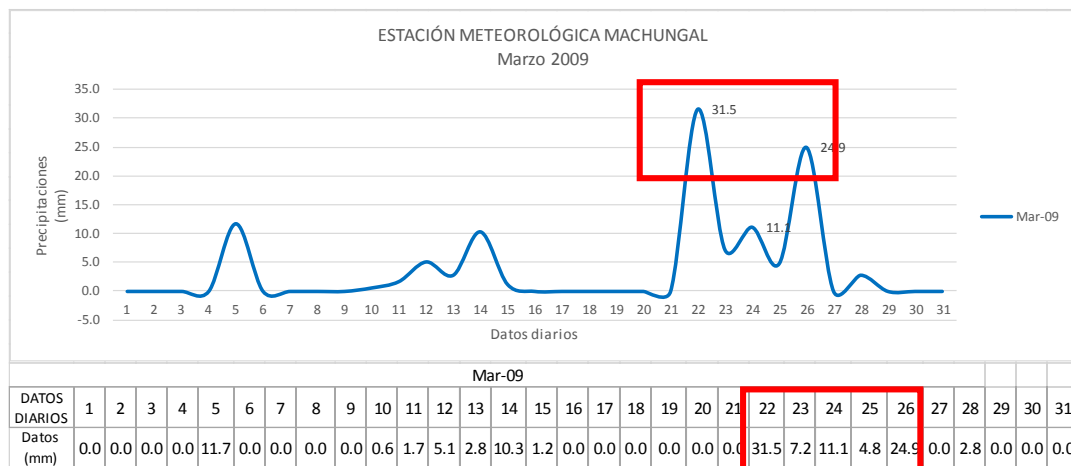
### 4.2.3 FACTORES DETONANTES O DESENCADENANTES

Los deslizamientos ocurridos en el caserío San Isidro, tienen registro desde el año 2009, se recopiló la información de las estaciones meteorológicas más cercanas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), los datos extraídos no tienen un control de calidad, pero son tomados como referencia para el análisis de las precipitaciones en la zona.

Para el año 2009, se tomaron los datos de la Estación Meteorológica “Machungal” ubicada a 4 km de la zona de estudio, durante los meses de enero a abril se registraron picos máximos de 70 mm; los deslizamientos se desencadenaron entre los días 24 y 26 de marzo (cuadro 03 y gráfico 01).

Estación : MAGUNCHAL					
Departamento :	AMAZONAS	Provincia :	UTCUBAMBA	Distrito :	JAMALCA
Latitud :	5°53'27.8" S	Longitud :	78°11'19.9" W	Altitud :	632 msnm.
Tipo :	Convencional - Meteorológica		Codigo :	105046	

**Cuadro 03.** Ubicación de la estación meteorológica Machungal.



**Gráfico 01.** Precipitaciones registradas por la estación Machungal durante el mes de marzo.

En el mes de marzo del 2009, se registraron lluvias que alcanzaron hasta 31 mm diarios, del 22 al 26 de marzo llegó a un acumulado de 79 mm en 5 días.

### 4.2.4 DAÑOS POR PELIGRO GEOLÓGICO

En el caserío San Isidro, se vieron afectados terrenos con cultivos de arroz en un aproximado de 15 hectáreas (figura 15), 4 viviendas quedaron inhabitables, y 300 metros lineales de canales de riego .




**Figura 15.** Zona afectada, ocupada antes del deslizamiento por cultivos de arroz.

## CONCLUSIONES

- a) Las unidades litoestratigráficas que afloran en la parte alta (norte), del caserío San Isidro están conformadas por lutitas, limoarcillas, calizas y margas correspondientes a la Formación Celendín y en la parte baja encontramos calizas grises intercaladas con lutitas. Litología muy meteorizada que en presencia de lluvias son susceptibles a movimientos en masa.
- b) El caserío San Isidro se ubica sobre una lomada con pendiente inclinada que se emplazan con dirección sureste hacia el río Utcubamba, sobre estos relieves se desarrollaban cultivos de arroz (bajo riego por inundación y permanente, incrementando la saturación de los terrenos; al sureste se encontramos colinas y lomadas estructurales con pendientes moderadas a muy escarpadas donde se desarrolla deslizamiento.
- c) El área urbana está a 200 m del deslizamiento registrados desde el año 2009, los cuales se reactivan cuando se presentan lluvias intensas.
- d) Las condiciones geomorfológicas actuales determinan que, el caserío San Isidro tiene un “Peligro Muy Alto” por deslizamientos, expuestos a nuevos procesos de reactivación ante la presencia de lluvias intensas, por lo que se plantea reubicar las viviendas del caserío San Isidro el cual se encuentra muy cerca al escarpe del deslizamiento, el cual presenta un comportamiento retrogresivo.

## RECOMENDACIONES

- a) Implementar un sistema de monitoreo permanente, futuras reactivaciones pueden producir daños a viviendas y vías de acceso.
- b) Tomar en cuenta los peligros geológicos y geoformas susceptibles a deslizamientos antiguos y recientes para evitar la expansión urbana del caserío San Isidro, con el objetivo de disminuir el crecimiento indiscriminado y no planificado de la población, lo que representaría su exposición en zonas de alto peligro, realizar la reubicación del área urbana del caserío.
- c) No construir infraestructura o viviendas dentro y en el entorno del área afectada por el deslizamiento, susceptible a la ocurrencia de nuevos deslizamientos, ya que están clasificadas como zonas de alto peligro por ocurrencia de procesos de remoción en masa.
- d) Evitar la tala de especies nativas (denudación de terrenos) y la migración de cultivos agrícolas con riego por inundación sobre el escarpe del deslizamiento, para evitar la saturación de los terrenos y el avance del mismo.
- e) Prohibir la construcción de carreteras, caminos de herradura, canales de riego u otra actividad antrópica, dentro y en los alrededores del cuerpo activo del deslizamiento.
- f) Implementar un sistema de drenaje para el manejo de la escorrentía superficial con el objetivo de conducir adecuadamente el agua proveniente de la parte alta, sellar agrietamientos y realizar actividad agrícola con riego por aspersión y por goteo, estas actividades realizar con asesoramiento de las entidades correspondientes, con la finalidad de evitar la saturación del terreno y como consecuencia la reactivación del deslizamiento.
- g) Sensibilizar a la población a través de talleres o charlas con el objetivo de concientizarlos en temas de gestión de riesgos, para evitar asentamientos de viviendas o infraestructura y proponer nuevas técnicas de irrigación y nuevos tipos de cultivos.

  
LUIS MIGUEL LEON ORDAZ  
Ingeniero Geólogo  
Reg. CIP. N° 215610

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



## BIBLIOGRAFÍA

Chacaltana, C; Valdivia, W; Peña, D. & Rodríguez, R. (2011). Geología de los cuadrángulos de Aramango (11-g) y Bagua (12-g). INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 142, 125 p., 8 mapas.

INDECI (2009). Informe de emergencia N° 073–13/03/2009/COEN-SINADECI, 72 p.

Manual para Terraplenes de Carretera en Japón (2004). Instituto de Investigación de Trabajos Públicos Japón.

Medina, A. & Dueñas, B. (2007). Informe de zonas críticas de la Región Amazonas.

Medina, L.; Vílchez, M.; Dueñas, SH. (2009). Riesgo geológico en la Región Amazonas. INGEMMET. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, n. 39, 205 p.

Medina (2011). Informe Técnico N° A6571, Peligros Geológicos: Km. 254 de la carretera Fernando Belaunde Terry – Sector El Salao, 24 p.

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.

Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. España: Instituto Geográfico Agustín Codazi.

Vílchez, M. & Ochoa, M. (2019). Estudio de zonas críticas por peligros geológicos en la región Huancavelica, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico – INGEMMET.

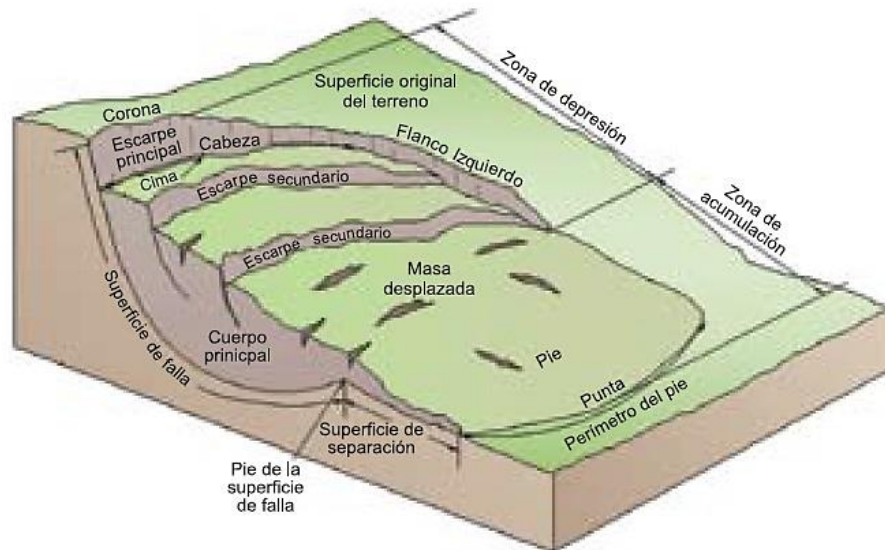
Waldir *et al.* (2010). Mapa Geológico del cuadrángulo de Bagua Grande (12-g) hoja 12-g-II, serie A, Carta Geológica del Perú – escala 1:50 000, INGEMMET.

Sosa, N & Lara, J (2019). Informe Técnico N° A6908, Evaluación de Peligros Geológicos en los caseríos de Huertapampa, Santa Rita y el Anexo Misca, 33 p.

## ANEXO 1: GLOSARIO

### Deslizamiento

Según la Guía para Evaluación de Amenazas de Movimientos en Masa en la Región Andina (PMA, 2007), los deslizamientos son movimientos ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante (figura 16).



**Figura 16.** Diagrama de bloque de un deslizamiento (WP/WLI, 1990).

### Erosión de laderas (cárcavas)

Las incisiones que constituyen las cárcavas, se ven potenciadas por avenidas violentas y discontinuas, lluvias intensas o continuas sobre terrenos desnudos o por la concentración de flujos superficiales fomentados por obras de drenaje de caminos o carreteras.

En general, los cursos de agua fluctúan hacia un punto de equilibrio, de forma que, si el caudal se incrementa, el canal se ensanchará, profundizará o incrementará su pendiente hasta conseguirlo, y sólo podrá recuperar su estado original si las alteraciones son leves; pero si la cárcava comienza, será necesario un esfuerzo de mayor magnitud para conseguir volver a esa situación inicial. En la denominada erosión por cárcavas, el escurrimiento superficial es grande y con elevada energía erosiva, de forma que se concentra dando lugar a surcos o cárcavas que pueden alcanzar decenas de metros, tanto en dimensión longitudinal como altitudinal.

La FAO (1967) describe el crecimiento de las cárcavas como el resultado de la combinación de diferentes procesos, los cuales pueden actuar de manera aislada. Estos procesos comprenden:

- Erosión en el fondo o en los lados de la cárcava por la corriente de agua y materiales abrasivos (fragmentos de roca o partículas de suelo).
- Erosión por el agua de escorrentía que se precipita en la cabecera de la cárcava y que ocasiona la regresión progresiva de ésta.

- Derrumbes en ambos lados de la cárcava por erosión de las aguas de escorrentía.

Las cárcavas inicialmente tienen una sección transversal en forma de “V” pero al presentarse un material más resistente a la erosión o interceptar el nivel freático, se extienden lateralmente, tomando una forma en “U” (figura 17).

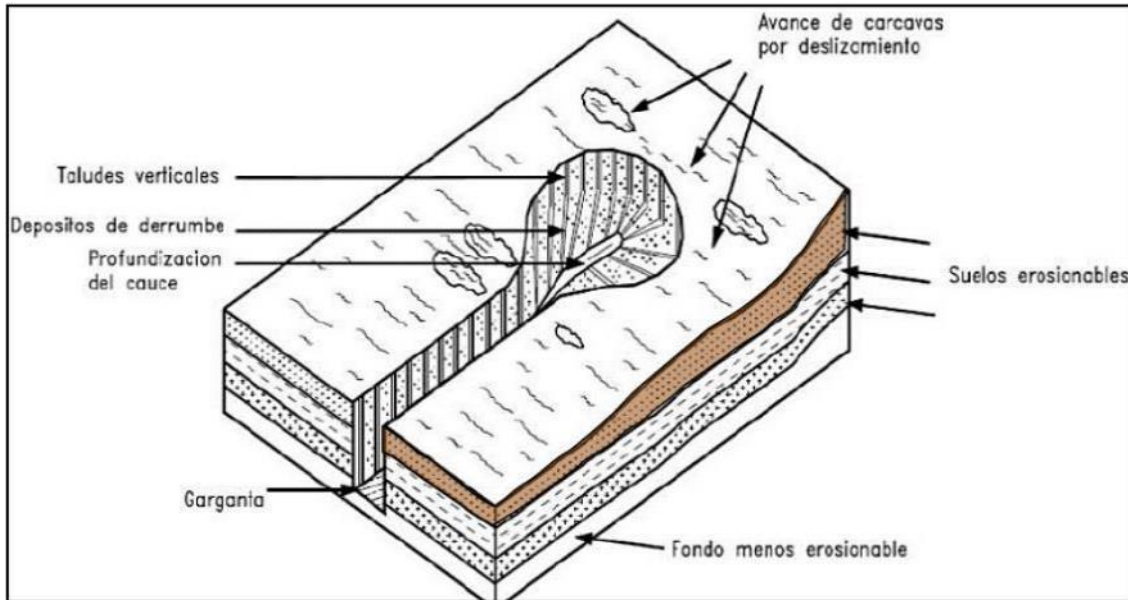


Figura 17. Esquema general de una cárcava. Tomado de Suárez (1998).

## ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

### Para deslizamientos

Los deslizamientos ocurren esencialmente de forma natural pero también por la actividad antrópica (agrícola, deforestación) mal desarrollada que acelera el proceso; asimismo por el socavamiento al pie de laderas, la utilización de canales sin revestir, etc. A continuación, se proponen algunas medidas para el manejo de estas zonas:

- Manejo agrícola: evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos y frecuentes, de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos.
- El sistema de riego de cultivo debe ser tecnificado, por aspersión controlada o por goteo.
- La remoción de la tierra para realizar el cultivo debe ser superficial pues una remoción más profunda realizada con maquinaria puede favorecer la infiltración y saturación del terreno.
- El desarrollo de vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes; no obstante, este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.
- Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural conformada por pastos, malezas y arbustos.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles a utilizar deben contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzaran versus la pendiente y profundidad de los suelos; se recomienda que las

plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración con el objeto de captar el agua y controlar la erosión.

g) Evitar el sobre pastoreo que produzca deterioro y destrucción de la cobertura vegetal, se debe realizar un manejo de las zonas de pasturas mediante el repoblamiento de pasturas nativas, empleando sistemas de pastoreo rotativo, evitar la quema de pajonales.

h) Construir zanjas de coronación en la corona o en la parte alta de un talud, Figura 18, las cuales son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas lluvias y evitar su paso por el talud. La zanja de la corona no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe.

i) Se debe tener en cuenta el mantenimiento periódico que debe efectuarse en las zanjas de coronación, a fin de evitar problemas que pueden incidir en la estabilidad del talud.

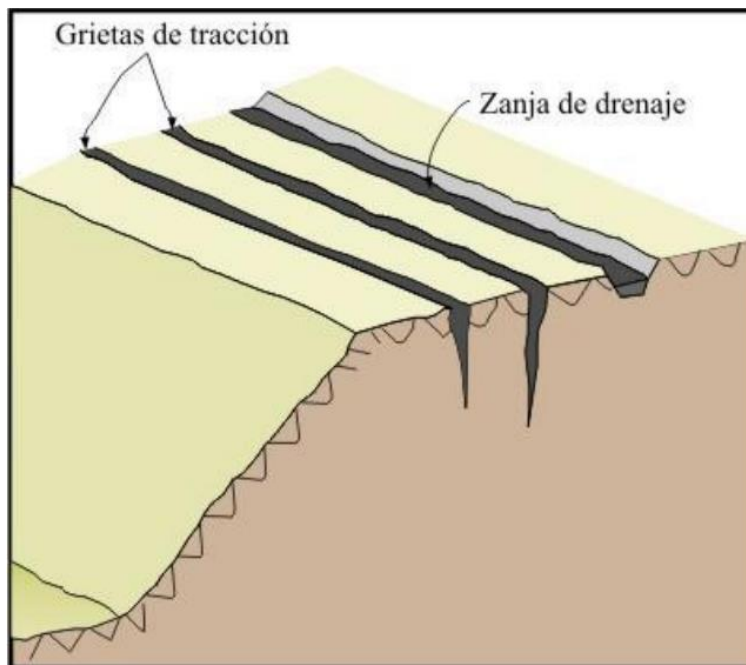


Figura 18: Canales de coronación

j) Construir un sistema de drenaje tipo Espina de Pescado para disminuir la infiltración de agua en las áreas arriba del talud, se construyen canales colectores en Espina de Pescado, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas generalmente a los canales en gradería o torrenteras, Figura 19. Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la infiltración del agua.



Figura 19: Sistema de drenaje tipo espina de pez

k) Implementar un sistema de monitoreo de la zona de arranque, que permita determinar la existencia de movimiento en la masa deslizante, este puede estar constituido por estacas de madera o varillas de hierro, las cuales deben estar colocadas tanto dentro del deslizamiento, como en una zona estable (fuera o encima del cuerpo de deslizamiento), realizándose medidas de la distancia entre estacas, cada cierto tiempo, aumentando la frecuencia de medidas durante periodos de lluvia. De detectarse movimientos rápidos, se informará a la población para que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas.