

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7294**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR FLUJO DE DETRITOS EN EL SECTOR LA CALDERA

Departamento Amazonas  
Provincia Utcubamba  
Distrito Jamalca



SETIEMBRE  
2022

## **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR FLUJO DE DETRITOS EN EL SECTOR LA CALDERA**

(Distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas)

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

*Equipo de investigación:*

*Francisco Crithiam Díaz Cruz*

*Luis Miguel León Ordáz*

*Elvis Rubén Alcántara Quispe*

### **Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). *Evaluación de peligros geológicos por flujo de detritos en el sector La Caldera, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas*, Informe Técnico N° A7294, 31p.



## INDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
1.1 Objetivos del estudio .....	2
1.2 Antecedentes y trabajos anteriores .....	2
1.3 Aspectos generales.....	3
<b>2. DEFINICIONES .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ASPECTOS GEOLÓGICOS .....</b>	<b>7</b>
3.1 Unidades litoestratigráficas .....	7
<b>4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS .....</b>	<b>9</b>
4.1 Modelo digital de elevaciones (MDE) .....	9
4.2 Pendientes del terreno .....	10
4.3 Unidades geomorfológicas.....	11
4.4 Características de la quebrada Olón. ....	12
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS .....</b>	<b>14</b>
5.1 Peligros geológicos por movimientos en masa.....	14
5.2 Daños causados por el flujo de detritos del 23 de diciembre del 2021 .....	19
5.3 Factores condicionantes .....	22
5.4 Factores desencadenantes .....	22
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>24</b>
<b>7. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>25</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXO 1: MAPAS .....</b>	<b>27</b>

## RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por flujo de detritos en el sector La Caldera, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas; área destinada para la acogida temporal para los damnificados del sector Aserradero (sismo del 28 de noviembre 2021). El sector pertenece a la jurisdicción distrital de Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas.

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 para los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

En la quebrada Olón, se han cartografiado afloramientos de calizas y lutitas (Grupo Quilquiñán), muy fracturadas y moderadamente meteorizadas, que originan material suelto, coluvial, conformado por un 70% de bloques, cantos, gravas y 30% de matriz arcillo limosa, el cual se acumula en el cauce de la quebrada.

Morfológicamente el sector se encuadra en montañas en rocas sedimentarias con laderas de pendiente muy fuerte (25° a 45°). Lo cual favorece el desplazamiento de la masa inestable cuesta abajo. Este es un factor que influye en los procesos de movimientos en masa.

El albergue improvisado para la población damnificada de la localidad de Aserradero, se encontraba en el cauce de la quebrada Olón. En la parte alta de la quebrada se identificó tres derrumbes y un deslizamiento, ambos activos, estos eventos aportan material suelto al cauce de la quebrada.

El 23 de diciembre de 2022, por la lluvia intensa y prolongada, el material suelto que se encontraba en la ladera fue arrastrado al cauce y formó un flujo de detritos (huaico), que ocasionó dos personas muertas, tres heridos, cuatro afectados y quince damnificados.

La quebrada Olón desemboca en el río Utcubamba (margen derecha), en su desembocadura forma un depósito piedemonte proluvial o aluvio torrencial con pendiente baja (1° a 5°) y está conformada por bloques y gravas en una matriz de arcillas y limos de alta plasticidad.

Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el sector La Caldera, se considera como **ZONA CRÍTICA** y de **PELIGRO MUY ALTO** a la ocurrencia de flujo de detritos.

Finalmente, se recomienda la reubicación de las 8 viviendas inhabitables ubicadas en el área del flujo de detritos, así como, restringir la construcción de viviendas a distancias mayores a 50 m. de las riberas, desarrollar la limpieza y canalización del cauce principal.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, institución 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 (ACT. 11)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico de peligros geológicos por movimientos en masa, entre otros, en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de INDECI, según Oficio N° D000002-2002-INDECI-DDI Amazonas, es en el marco de nuestras competencias que se realizó la evaluación de peligros geológicos por movimientos en el sector de La Caldera.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet designó a los especialistas Luis Miguel León Ordáz, Francisco Cristhiam Díaz Cruz y Elvis Rubén Alcántara Quipe, para realizar la evaluación de peligros geológicos en el centro poblado antes mencionado, cuyo trabajo de campo se realizó los días 06 y 07 de febrero del 2022.

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

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Jamalca y las entidades encargadas de la gestión de riesgos de desastres, 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 flujo de detritos en el sector La Caldera; como procesos geodinámicos que comprometan la seguridad física de la población e infraestructura como viviendas.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de peligros geológicos.
- c) Emitir las recomendaciones generales para la reducción o mitigación de los daños que puedan causar los peligros geológicos identificados.

### 1.2 Antecedentes y trabajos anteriores

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

- A. En el Boletín N° 39, Serie C. “Riesgo Geológico en la región Amazonas” (Medina et al., 2009). Menciona que en sector La Caldera se encuentra afectado por flujos de detritos y según el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa (escala 1/100,000), el área evaluada se sitúa sobre terrenos con susceptibilidad baja a media.

- B. Boletín N° 56, Serie A, Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar 12-g, 12-h, 13-g, 13-h, 13i, 14-h, 15-h (Sánchez, 1995) a escala 1:100 000. En el cuadrángulo de Bagua Grande (12-g) se encuentra el sector estudiado, menciona que el sector La Caldera se encuentra sobre el Grupo Quilquiñán (Ks-qu).
- C. Informe técnico N°A6614, Inspección técnica de peligro geológico del caserío Guayacán, distrito de Jamalca, provincia de Utcubamba, Región Amazonas (Medina, 2012). En este informe que el sector La Calera se tiene un deslizamiento activo, presenta agrietamientos longitudinales. La grieta principal tiene una longitud estimada de 150m, ancho 1 m y altura mayor a 10 m. Se estimó que el deslizamiento en formación tenga una longitud de escarpa de 230 m, con una superficie de rotura rotacional y que afectaría 85 hectáreas de superficie. considerando la zona como peligro muy alto, tanto en temporadas de lluvias, como en un eventual movimiento sísmico fuerte.

### 1.3 Aspectos generales

#### 1.3.1. Ubicación

El sector La Caldera se ubica en el distrito de Jamalca; provincia de Utcubamba, departamento Amazonas (Figura 1), ubicados en las siguientes coordenadas UTM WGS84 – Zona 17S (Tabla 1):

**Tabla 1.** Coordenadas del área de evaluación

N°	UTM - WGS84 - Zona 17S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	806770	9352193	-5.853862°	-78.229845°
2	807421	9352004	-5.855541°	-78.223962°
3	805778	9349775	-5.875755°	-78.238688°
4	806263	9349540	-5.877856°	-78.234301°
Coordenada central de las zonas evaluadas o eventos principales				
5	806722	9350958	-5.865023°	-78.230223°

#### 1.3.2. Accesibilidad

El acceso se realiza desde la ciudad de Cajamarca por vía terrestre, mediante la siguiente ruta (Tabla 2):

**Tabla 2.** Rutas y accesos a la zona evaluada

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Cajamarca – Jaén	Asfaltada	324	7 h 50 min
Jaén – Bagua grande	Asfaltada	72.7	1 h 26 min
Bagua grande – Sector La Caldera	Asfaltada	13	20 min



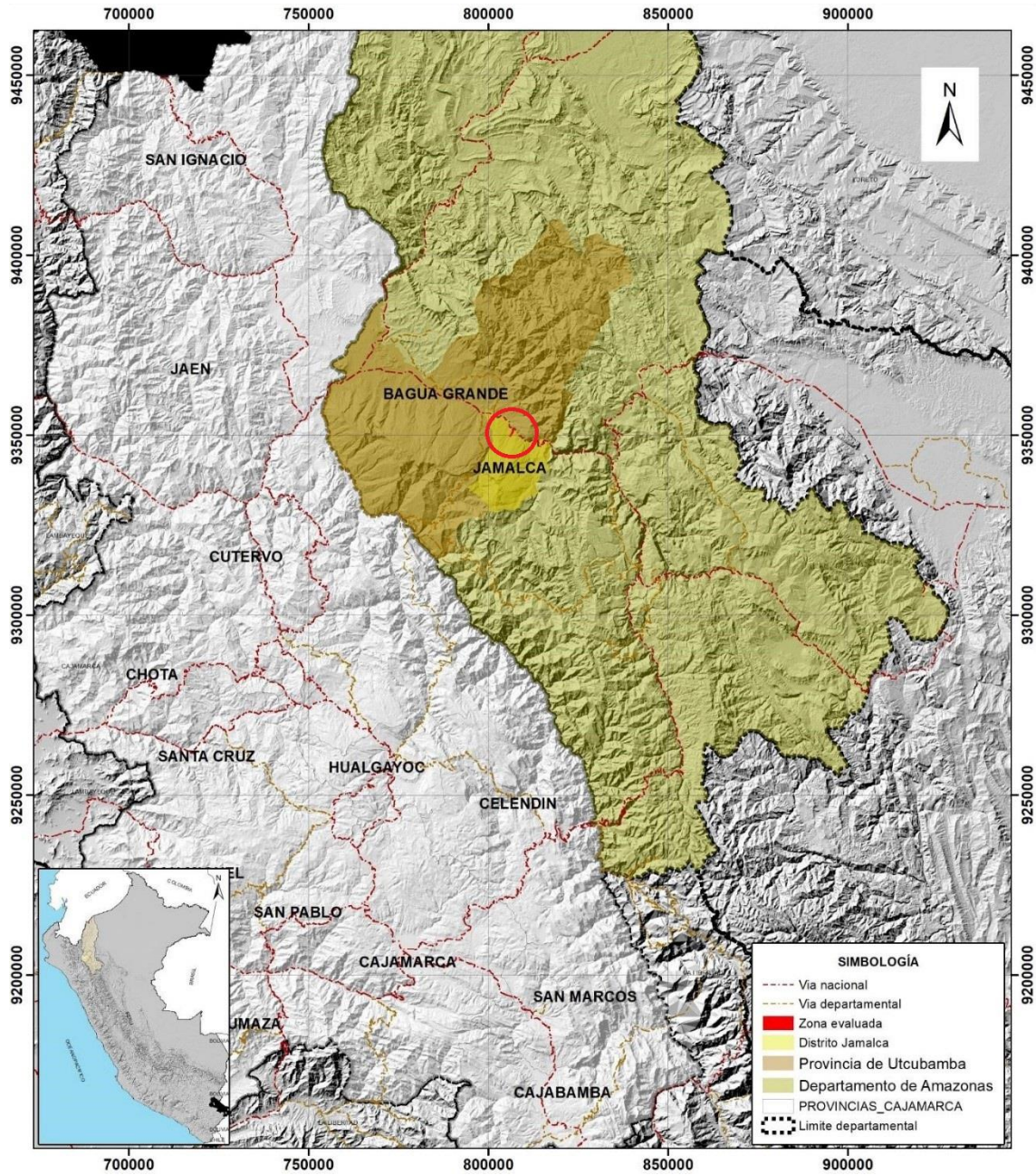


Figura 1. Ubicación de la zona evaluada.

## 2. DEFINICIONES

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

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

**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 un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

**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.

**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.

**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.

**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.

**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.



**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.

**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.

**Peligro muy alto:** Son zonas o áreas con peligros potenciales de acuerdo a la vulnerabilidad asociada (infraestructura y centros poblados), que muestran una recurrencia, en algunos casos, entre periódica y excepcional. Algunas 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.

**Quebrada:** Es un término que se utiliza para nombrar a la hendidura entre dos montañas o cerros, al paso estrecho entre elevaciones o al arroyo o riachuelo que atraviesa una Quebrada, por donde pasa algún arroyo y/o deslizamientos de tierra (huaicos) ocasionados por eventos naturales.

**Riberas:** Las riberas son las áreas de los ríos, arroyos, torrentes, lagos, lagunas, comprendidas entre el nivel mínimo de sus aguas y el que éste alcance en sus mayores avenidas o crecientes ordinarias.

**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.

**Zona crítica:** Zona o área con peligros potenciales de acuerdo a 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

El análisis geológico se revisa y adapta del cuadrángulo de Bagua Grande 12g (Ingemmet, 2017). Actualización de la Carta Geológica a escala 1: 50 000 y del Boletín N° 056 “Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar” (Sánchez, 1995) a escala 1:100 000. Además, se realizó interpretación de imágenes satelitales y trabajos de campo (Anexo 01 Mapa 01):

#### 3.1 Unidades litoestratigráficas

A continuación, se describen las características litológicas locales de las formaciones que afloran en la zona de estudio:

##### 3.1.1. Grupo Quilquiñan

Este grupo se identificó en la parte superior y media de la quebrada Olón, conformado por calizas micríticas y bio micríticas grises a pardo claro con intercalaciones finas, de calizas arcillosas fosilíferas moderadamente fracturadas y meteorizadas de estrato potente, intercaladas con arcillitas grises fisibles y moderadamente meteorizadas (Figura 2).



**Figura 2.** Estratos potentes de calizas arcillosas grises moderadamente fracturadas intercaladas con arcillitas fisibles, de coloración beige, moderadamente fracturadas y meteorizadas.



### 3.1.2. Depósitos cuaternarios

#### Depósito coluvio-deluvial (Q-cd)

Estos depósitos se encuentran acumulados al pie de laderas, como material suelto; constituidos por bloques de caliza con tamaños de 1 m a 4 m, heterométricos, subangulosos y distribuidos de forma caótica en una matriz areno, limosa – arcillosa de compacidad suelta. Los depósitos de esta unidad se originaron debido a movimientos de masas antiguos, estos materiales presentan poca cohesión y conforman taludes de reposo poco estables a lo largo de la quebrada Olón (Vílchez et al., 2020) (Figura 3).



**Figura 3.** Material coluvio-deluvial, constituidos por bloques de caliza 1 m a 4 m sub angulosos y distribuidos de forma caótica en una matriz areno, limosa – arcillosa de compacidad baja.

#### Depósito proluvial (P-pral)

Corresponde a los sedimentos acumulados en el cauce de la quebrada Olón debido a los eventos de flujos de detritos, se encuentran conformados por arenas, gravas, bolones y bloques de 0.10 m a 4 m. son de formas subredondeados (Fotografía 1).



**Fotografía 1.** Material fluvial en la parte alta de la quebrada Olón.



## 4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para el análisis geomorfológico se realizó el levantamiento fotogramétrico con dron en el sector La Caldera, del cual se obtuvo el modelo digital de elevaciones, pendientes y ortofoto con una resolución (GSD) de 7 cm. por pixel.

### 4.1 Modelo digital de elevaciones (MDE)

El MDE muestra que, la zona urbana del sector La Caldera presenta una elevación de 558 a 598 m, luego a elevaciones de 760 a 922 m zonas de derrumbes y un deslizamiento entre los 801 a 882 m; de igual modo a lo largo de la quebrada Olón entre los 558 a 922 m, un flujo de detritos (Figura 4).

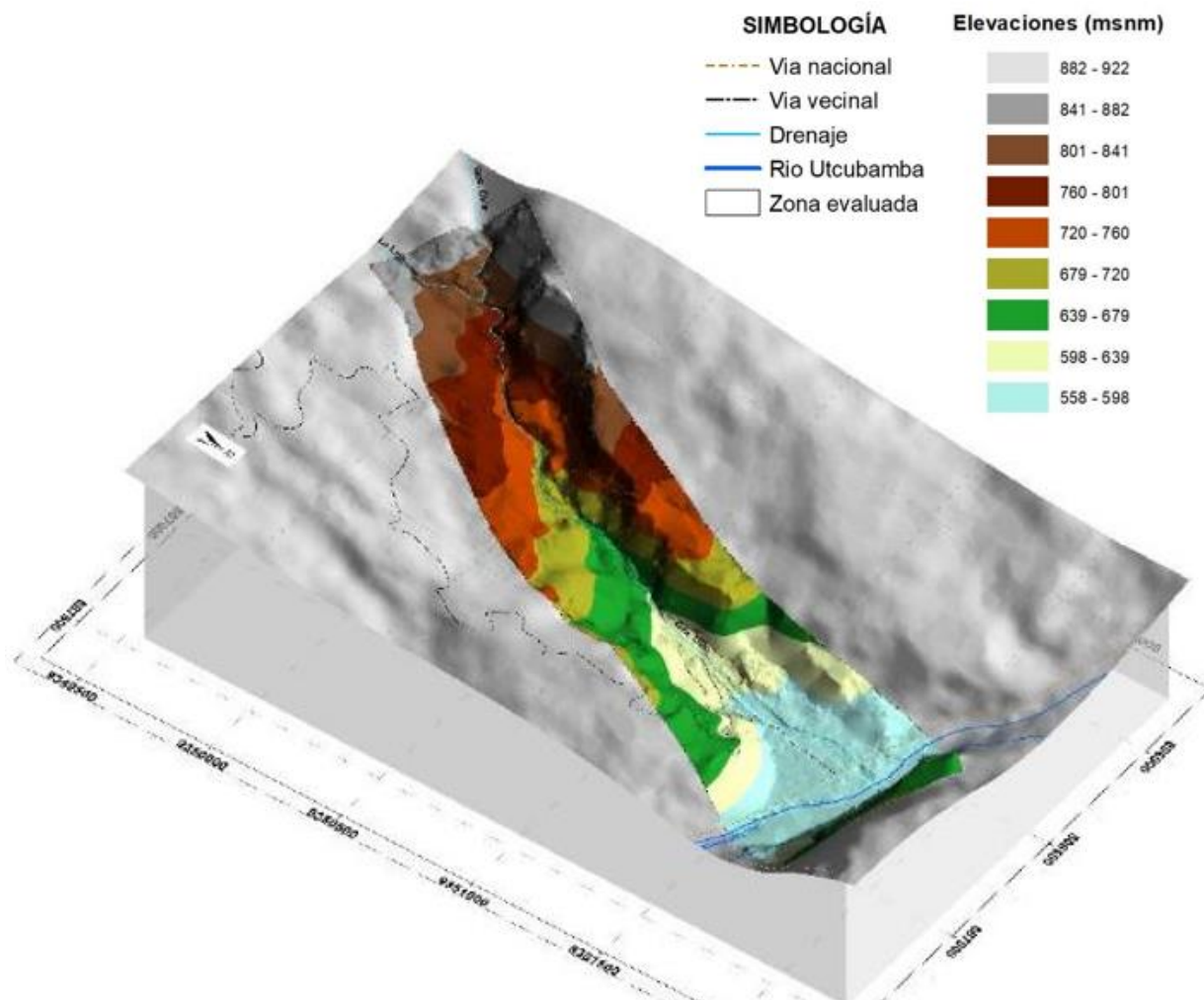


Figura 4. Modelo digital de elevaciones – centro poblado Jamalca.

## 4.2 Pendientes del terreno

A continuación se describen rangos variables de superficies de los terrenos, con pendientes que van desde muy baja ( $<1^\circ$ ) a media ( $5^\circ$  a  $15^\circ$ ) en el sector de La Caldera (zona de campamentos de damnificados de Aserradero y encauzamiento de flujo de detritos), luego a aproximadamente 2 km del sector La Caldera, se observa laderas con pendiente fuerte ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ), muy fuerte ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ) a abrupta ( $>45^\circ$ ); en las cuales se producen movimientos gravitacionales como deslizamiento y derrumbes respectivamente (Figura 5 y Anexo 01: Mapa 02).

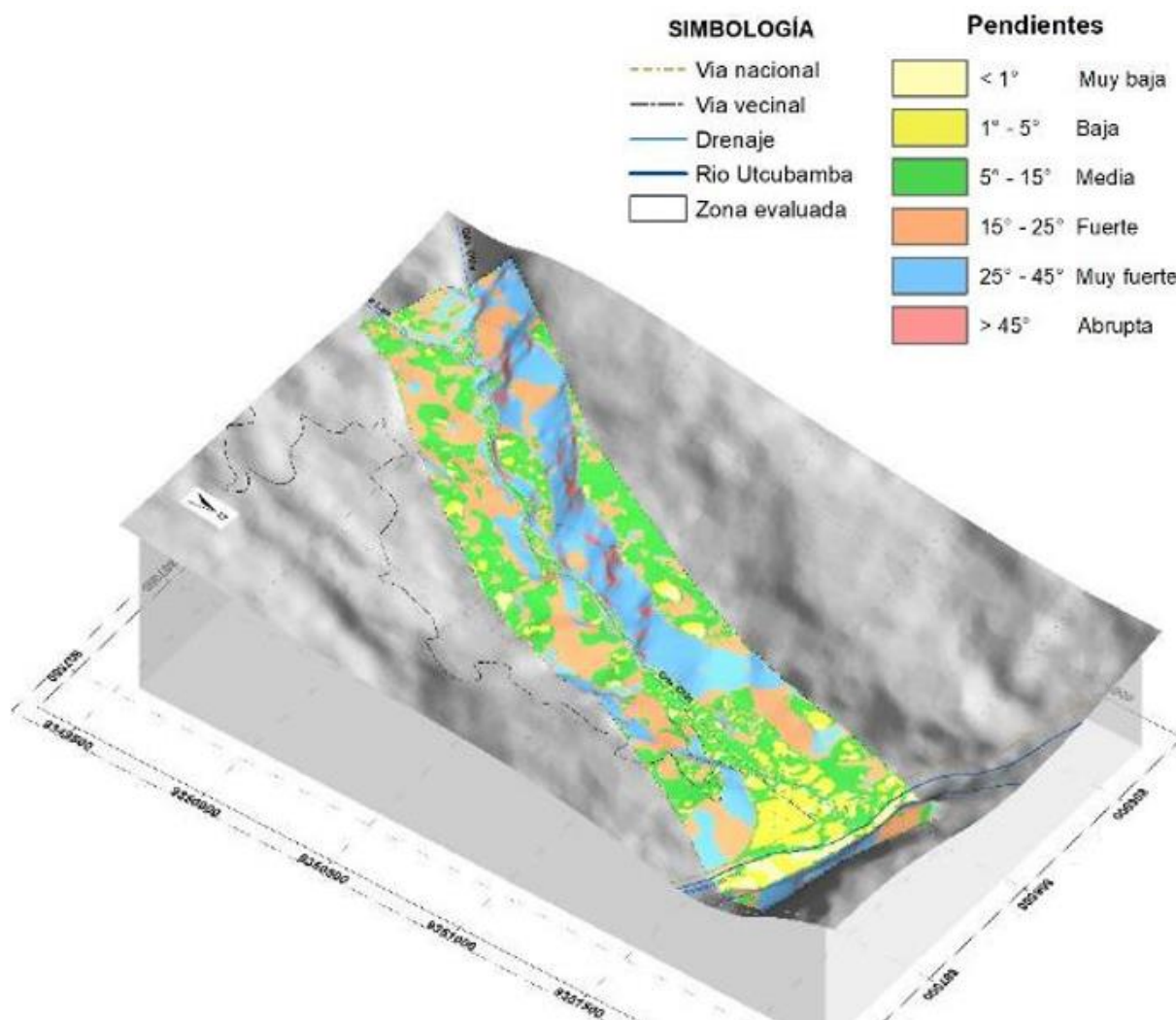


Figura 5. Modelo digital de pendientes – centro poblado Jamalca.

### 4.3 Unidades geomorfológicas.

Las unidades geomorfológicas identificadas se originaron por agentes tectónicos, erosionales y depositacionales, ocurridos a lo largo de su historia geológica. Está ligado al proceso del levantamiento andino (profundización y ensanchamiento de valles), asociado a eventos de glaciación y deglaciación, procesos de movimientos en masa, etc. (Medina et al., 2009).

#### Subunidad montaña es rocas sedimentarias (M-rs)

Esta unidad fue identificada en los márgenes de la parte media e inferior de la quebrada Olón, litológicamente corresponde a rocas sedimentarias del Grupo Quilquiñan. El patrón de drenaje sub paralelo, típico de estas unidades, con valles en forma de V, muestra en sus laderas pendientes que varían entre fuerte ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ) a abruptas ( $>45^\circ$ ) en los alrededores. Dentro de esta unidad geomorfológica las elevaciones existentes son parte de la cordillera, levantadas por la actividad tectónica y modeladas por procesos exógenos degradacionales determinados por la lluvia-escorrentía.

#### Subunidad Piedemonte proluvial o aluvio-torrencial (P-pral)

Son porciones de terreno alargado a ligeramente inclinado (pendiente menor a  $5^\circ$ ) ubicados encima del cauce de la quebrada Olón. Su composición litológica es resultado de la acumulación de fragmentos de roca de diferente granulometría (bloques menores a 4 m, bloques, gravas con matriz de arenas y limos). Sobre estos terrenos se asientan parte de la población del sector La Caldera (Figura 6).



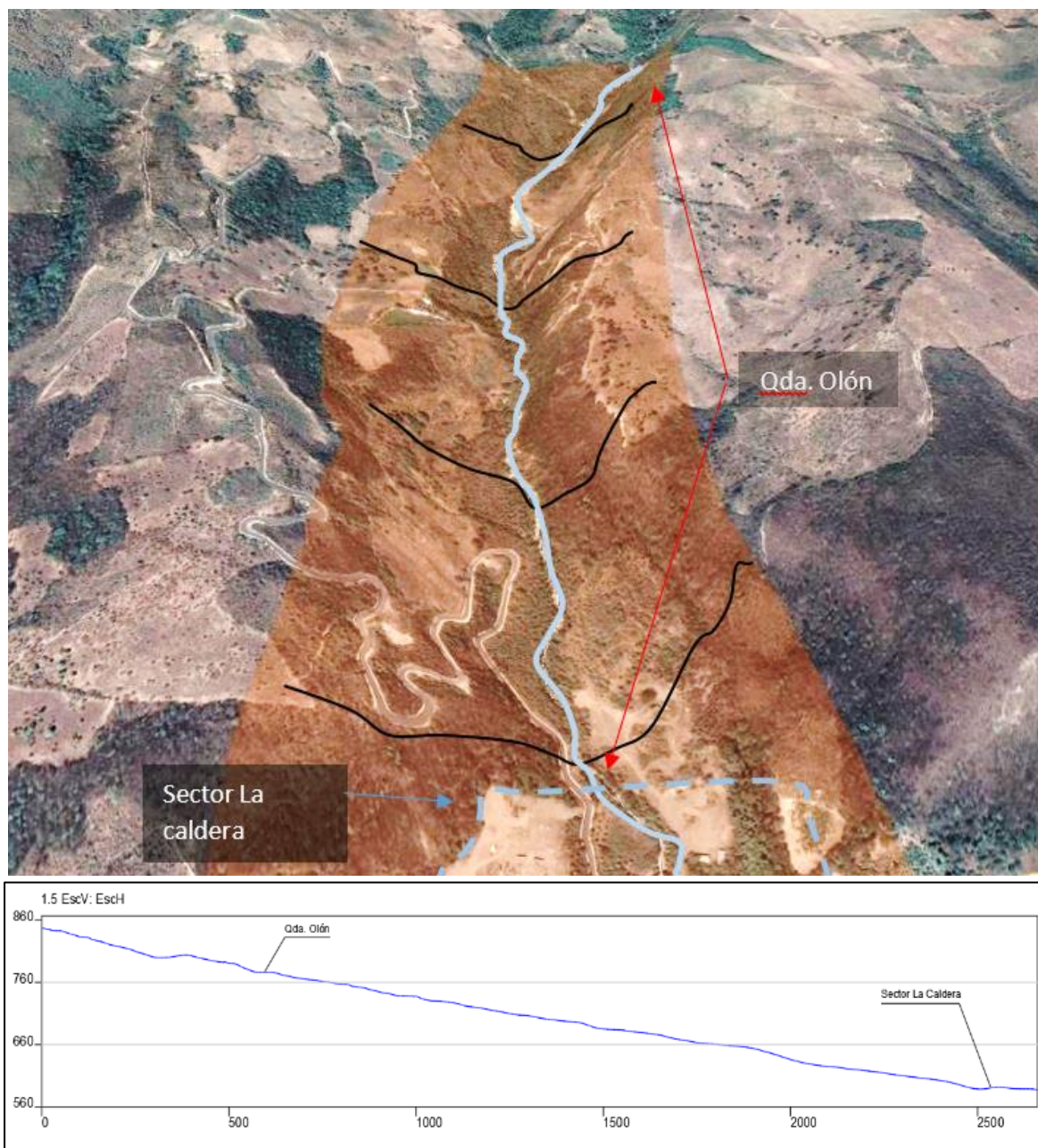
**Figura 6.** Vista de las geoformas del sector La Caldera: Montaña en rocas sedimentarias (M-rs) y piedemonte proluvial o aluvio-torrencial (P-pral)



#### 4.4 Características de la quebrada Olón.

La quebrada Olón pertenece a la cuenca del río Utcubamba, el cual a su vez es tributario del río Marañón. Sus principales tributarios son la quebrada Las Guineas, Ramón Castilla y La Laja; su desembocadura se presenta en la margen izquierda del río Utcubamba aguas abajo, donde forma un abanico proluvial. Presenta un valle fluvial con perfil en “V”, con dirección predominante SO a NE, y ancho variable, sobre la cual entre los 598 y 882 m de altitud se localiza Lea Caldera, circundada por laderas de pendiente fuerte (15° a 25°) a abrupta (>45°), en la cual se generan procesos de remoción en masa (Figura 7, Fotografía 2 y 3).

La zona evaluada de la quebrada Olón tiene una pendiente promedio de 7° del cauce, con una longitud de cauce de 5.5 km aproximadamente.



**Figura 7.** Vista en perfil del cauce y valle en forma de V que forma la quebrada Olón.





**Fotografía 2.** Parte alta del cauce de la Qda. Olón, cubierto por material proveniente de flujo de detritos. Se aprecian bloques con dimensiones menores 2m.



**Fotografía 3.** Parte media del cauce de la Qda. Olón, se aprecia bloques con dimensiones menores a 4 m.

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en la zona evaluada, corresponden a movimientos en masa de tipo deslizamiento y derrumbe, los cuales tuvieron su ocurrencia en zonas aledañas a los márgenes de la quebrada Olón, dichos movimientos generaron material de fácil remoción. Por las intensas lluvias del mes de diciembre del 2021, factor detonante, se generó un flujo de detritos que transportó fragmentos de roca (hasta de 4 m) y palizada, y llegó a afectar al sector La Caldera.

Estos procesos se desarrollaron en relieves modelados por antiguos deslizamientos, que dieron origen a coberturas conformadas por materiales medianamente compactos, porosos, deleznable y susceptibles a erosión, así como materiales calcáreos arcillosos intercalados con arcillitas meteorizadas.

La evolución geodinámica de las zonas dio origen a las geoformas que condicionan junto a la litología, la ocurrencia de movimientos en masa, que son desencadenados por lluvias prolongadas y sismos.

A continuación, se describen los peligros geológicos evaluados, resaltando los daños e infraestructura afectada.

### 5.1 Peligros geológicos por movimientos en masa

Mediante el análisis de fotografías aéreas tomadas por dron, se identificó un deslizamiento rotacional en la margen izquierda de la quebrada Olón, cercano a la confluencia de la quebrada La Laja. Se observó también tres derrumbes en laderas cercanas a los márgenes de la quebrada Olón y un depósito de un flujo de detritos que transportó fragmentos de roca, que afectó 36 carpas instaladas y 8 viviendas en el sector La Caldera.

#### 5.1.1. Deslizamiento D-1

Evento de deslizamiento, etiquetado como D-1, cartografiado in situ en los trabajos de campo:

Se encuentra al suroeste del sector La Caldera, en laderas de montañas de roca sedimentaria con coberturas coluvio-deluviales originadas por antiguos deslizamientos.

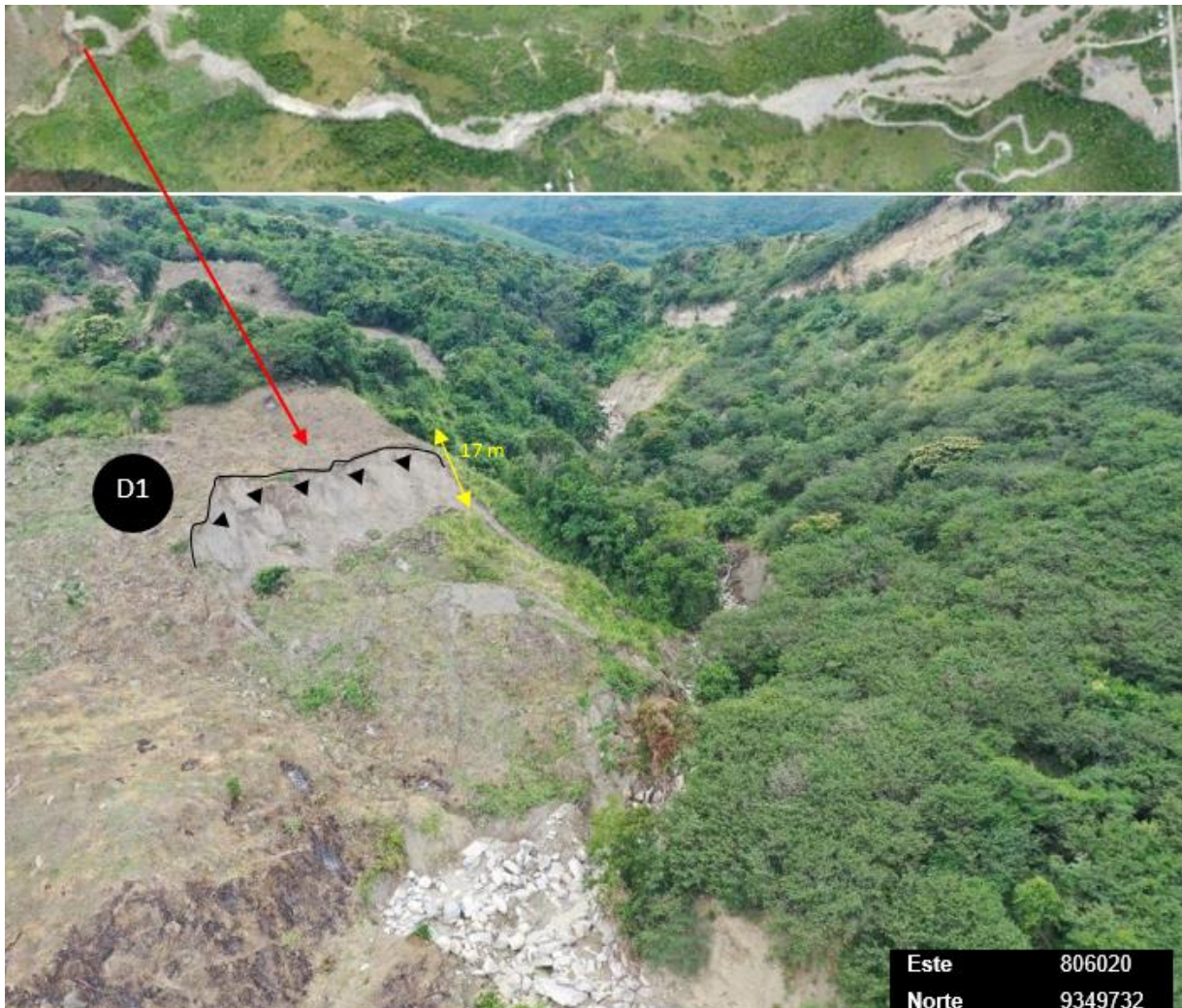
La intercalación de roca sedimentaria compuesta por estratos potentes de calizas grises moderadamente fracturadas con arcillitas fisibles, generan zonas de debilidad producto de la meteorización de arcillitas.

Las lluvias intensas es el factor que desencadenan su fallamiento.

El deslizamiento identificado presenta un escarpe de forma rotacional, con zona de coronación ubicada en elevaciones de 801 a 882 m s.n.m. desplazándose 10 m a 20 m aproximadamente, ladera abajo (Figura 8).



- La longitud de la zona de coronación aproximada es de 123 m
- La superficie de falla es rotacional.
- El salto de falla principal mide aproximadamente 17 m.
- Se muestran evidencias de proceso retrogresivo.



**Figura 8.** Deslizamiento D-1 al suroeste del sector La Caldera, aguas debajo de la margen izquierda de la quebrada Olón.

### 5.1.2. Derrumbes

#### Se identifican tres eventos de derrumbes, diferenciados como (A), (B) y (C)

El denominado A, se ubica a 1.8 km del sector La Caldera, margen izquierda de la quebrada Olón aguas abajo; aportando material de roca fracturada de dimensiones considerables de 1 a 4 m al flujo de detritos (Figura 9).

La disposición de los estratos está en contra de la pendiente; desarrollado en inclinaciones de laderas de muy fuerte ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ) a abrupta ( $>45^\circ$ ).

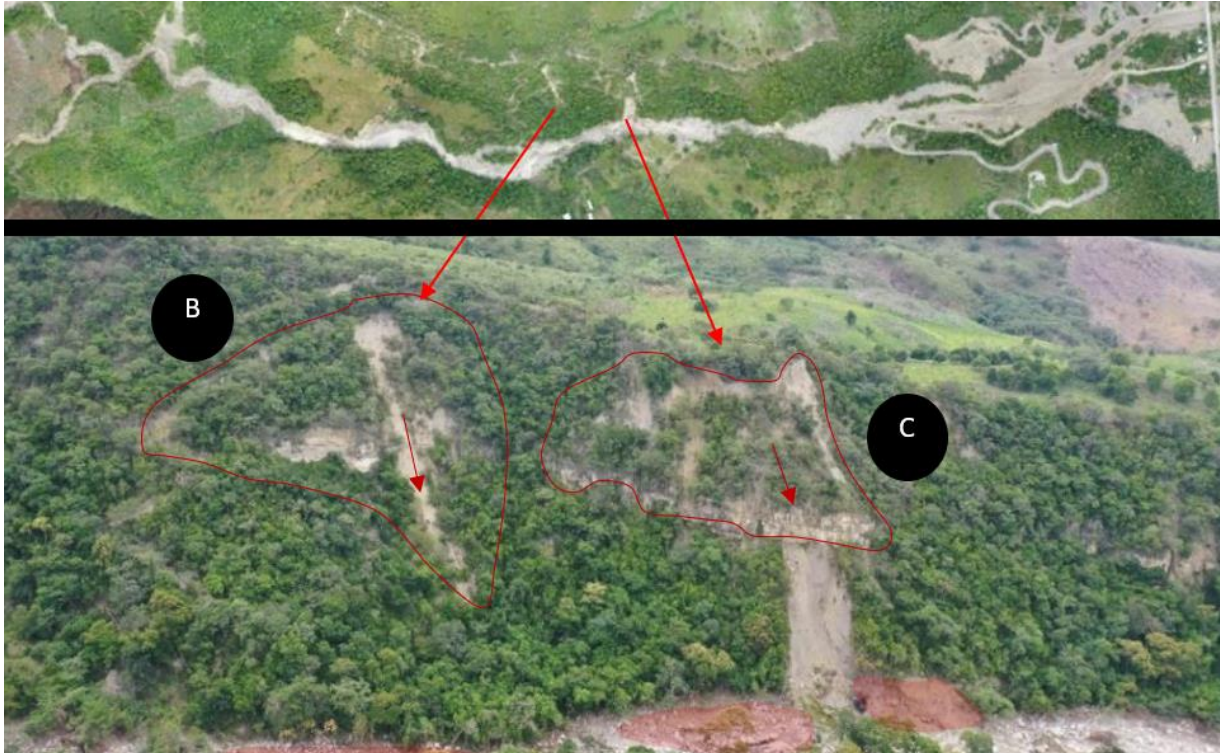


**Figura 9.** Derrumbe (A) en caliza margosa, ubicado a 1.8 km del sector La Caldera.

Los derrumbes (B) y (C) se encuentran a 1 km y 0.85 km del sector La Caldera respectivamente, margen izquierda de la quebrada Olón.

Se tienen estratos de calizas margosas moderadamente fracturada y mediadamente meteorizadas, con dimensiones de 1 a 3 m de espesor de estratos, que aporta material suelto al cauce de la quebrada (Figura 10). Se desarrollan en pendientes de muy fuertes ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ) a abruptas ( $>45^\circ$ ).





**Figura 10.** Derrumbe B y C a 1 km y 0.85 km del sector La Caldera, margen izquierda de la quebrada Olón.

### 5.1.3. Flujo de detritos

El 23 de diciembre del 2021, aproximadamente a las 20:00 horas, a consecuencia de las lluvias intensas registradas en el distrito de Jamalca, la quebrada Olón se activó y generó un flujo de detritos, alimentado por el material proveniente de los deslizamientos y derrumbes de la parte alta, al cauce de la quebrada, compuesto por fragmentos de roca predominantemente con dimensiones entre 1 m a 4 m, también se observó una matriz de limos y arcillas de alta plasticidad; el material fue transportado a lo largo del cauce y generó efectos en el sector de La Caldera (Figura 11, 12 y 13Figura 12).

#### Causas:

- Rocas de mala calidad. Las laderas de la quebrada Olón, se tienen afloramientos de calizas moderadamente meteorizadas y fracturadas.
- La quebrada en la parte media y alta el terreno, las laderas tienen pendientes variables de fuerte ( $25^\circ$  a  $>45^\circ$ ) a abrupta ( $>45^\circ$ ).
- Terreno saturado de agua: El fracturamiento en las rocas permite la infiltración de agua sobre el terreno.
- Material de remoción antiguo: En el cauce de la quebrada se encuentra material susceptible a ser removido por avenidas o crecidas estacionales o excepcionales.
- Derrumbe o deslizamiento: Identificados en la parte alta de la zona evaluada (3 derrumbes y un deslizamiento de tipo rotacional).

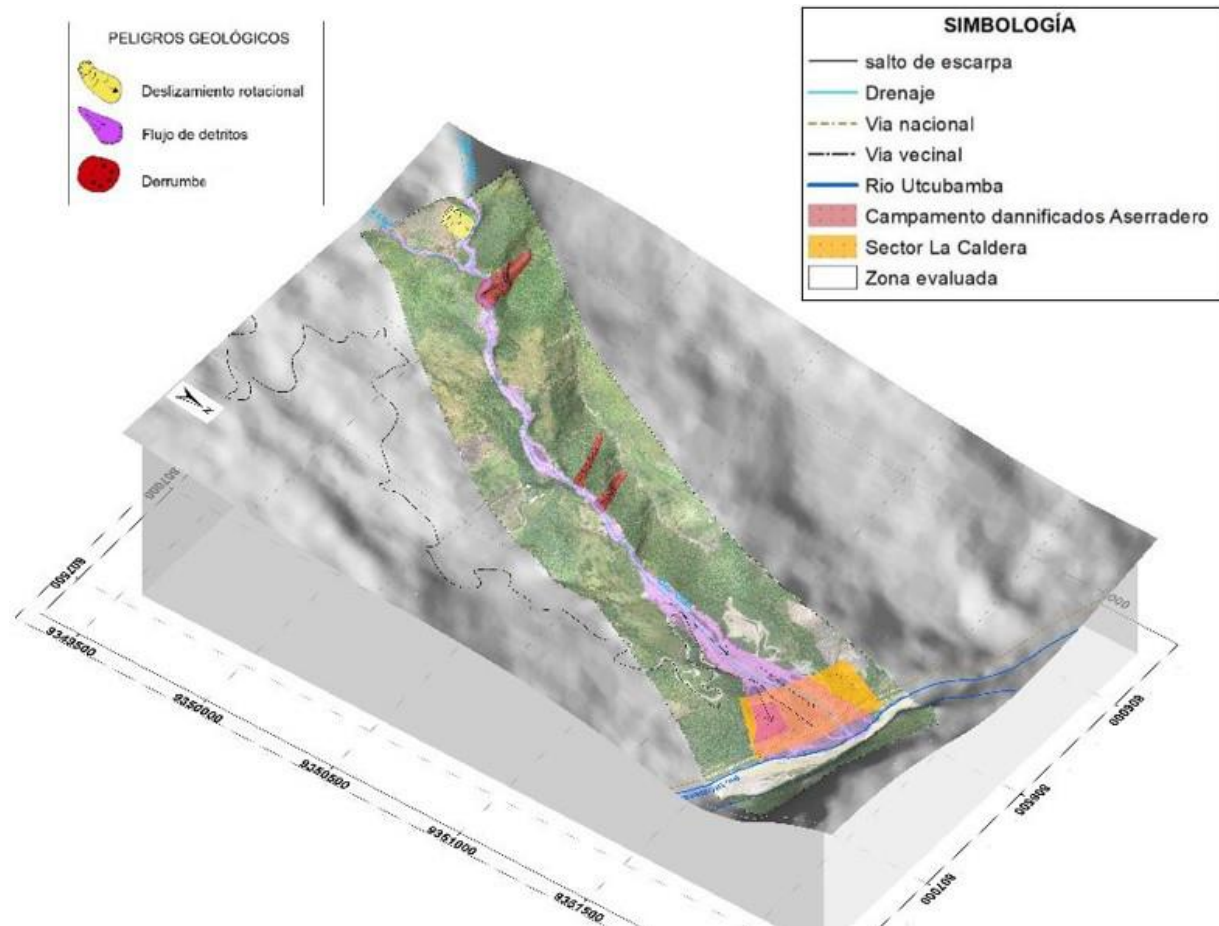




**Figura 11.** Flujo de detritos en el sector La Caldera (polígono magenta).



**Figura 12.** Flujo de detritos (polígono color magenta), efectos en el sector La Caldera y carretera Belaunde Terry afectada (km 256 + 350 y el km 256 + 800).



**Figura 13.** Ortofoto y modelo digital de peligros.

## 5.2 Daños causados por el flujo de detritos del 23 de diciembre del 2021

Al desplazarse el flujo de detritos por el cauce de la quebrada Olón, según la información del Centro de Operaciones de Emergencia Regional Amazonas, se registraron los siguientes daños (Figura 14, Fotografía 4, 5, 6 y 7):

- Dos muertos, tres heridos, 4 afectados y 15 damnificados.
- 36 carpas destruidas del Albergue La Caldera (Albergaban a 37 familias).
- 1 casa afectada y 7 viviendas inhabitables.
- 1 Puente vehicular afectado (La Caldera)
- 450 m de la carretera Belaunde Terry afectada (km 256 + 350 y el km 256 + 800).





**Figura 14.** Flujo de detritos y sus efectos en el albergue La Caldera (damnificados de Aserradero), fragmentos de roca y bolones que fueron transportados.



**Fotografía 4.** Flujo de detritos y sus efectos en el albergue La Caldera (damnificados de Aserradero), 36 carpas afectadas, bolones, fragmentos de roca y palizada transportados.





**Fotografía 5.** Flujo de detritos y sus efectos en el albergue La Caldera (1 casa afectada y 7 viviendas inhabitables).



**Fotografía 6.** Flujo de detritos y sus efectos en el puente La Caldera.



**Fotografía 7.** Km 256 + 350 y el km 256 + 800, carretera Belaunde Terry (450 m afectados).

### **5.3 Factores condicionantes**

#### **5.3.1 Pendiente**

El sector La Caldera se ubica sobre relieves con pendientes muy baja ( $<1^\circ$ ) a media ( $5^\circ$  a  $15^\circ$ ) que corresponde a la zona de la desembocadura de la quebrada. Los derrumbes y deslizamiento observados, se ubican sobre laderas de la quebrada, presentan pendiente fuerte ( $15^\circ$  a  $25^\circ$ ) a abrupta ( $>45^\circ$ ); lo cual favorece al aporte de fragmentos rocosos y material detrítico al cauce de la quebrada Olón.

#### **5.3.2 Litología**

Los tipos de afloramientos presentes en la zona, están conformados por rocas sedimentarias como calizas intercaladas con arcillitas pertenecientes al Grupo Quilquiñan y Grupo Pullucana, las cuales se encuentran fracturadas y moderadamente meteorizadas, siendo la principal fuente de depósitos coluvio-deluviales, acumulado al pie de laderas prominentes, dispuesto como material de escombros. Este tipo de coberturas constituyen zonas muy susceptibles a la generación de movimientos en masa y constituyen la principal fuente de fragmentos de roca y bolones que fueron arrastrados por el flujo de detritos del día 23 de diciembre del 2021.

### **5.4 Factores desencadenantes**

#### **5.4.1 Precipitaciones**

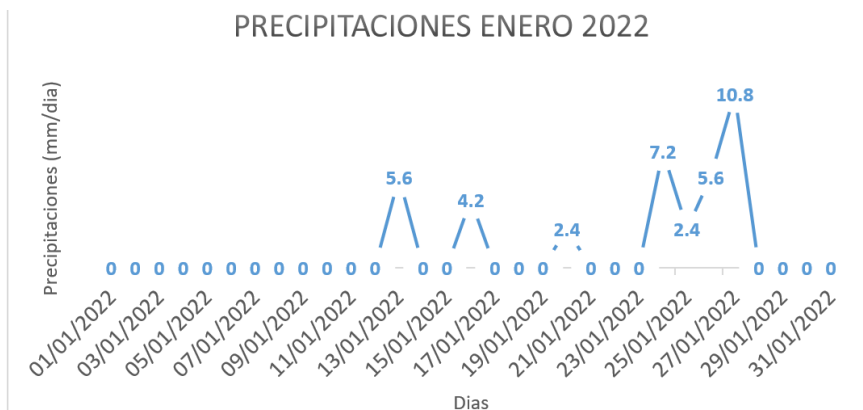
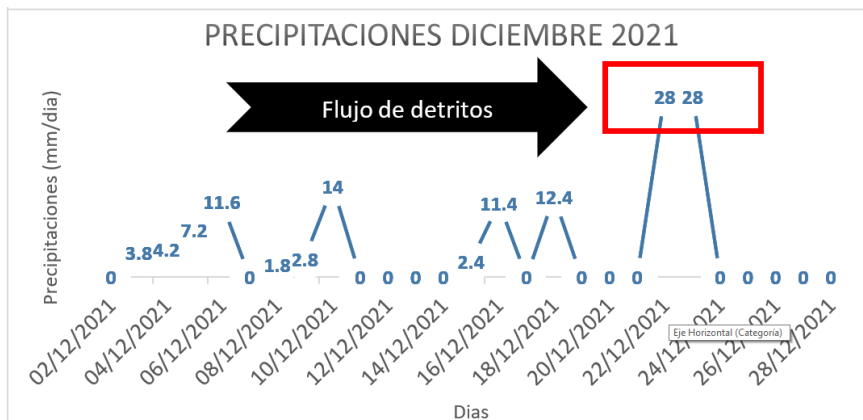
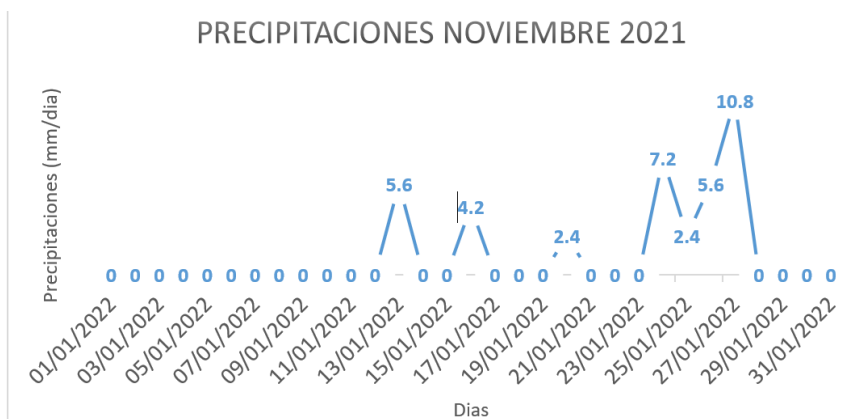
Se considera a las precipitaciones pluviales como los principales factores desencadenantes de los derrumbes, deslizamiento y flujo de detritos evaluados.

Para analizar la influencia que pudo tener las lluvias días previos al evento, se recopiló la información de las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio. Se accedió al servidor del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), donde se recopilaron los datos de la estación meteorológica Jamalca, ubicada a 0.1 km al este del poblado evaluado (Tabla 3, Gráfico 1).

**Tabla 3.** Ubicación de la estación meteorológica próxima al área de estudio.

Estación: Jamalca					
<b>Departamento:</b>	Amazonas	<b>Provincia:</b>	Utcubamba	<b>Distrito:</b>	Jamalca
<b>Latitud:</b>	5°53'33.68" S	<b>Longitud:</b>	78°14'2.19" W	<b>Altitud:</b>	1173 msnm.
<b>Tipo:</b> PLU - Meteorológica					

De estos registros, podemos observar que, entre el 22 al 24 de diciembre del 2021, se presentaron los picos más elevados de precipitación con 28 mm/día, así como un mayor acumulado mensual en el mes de noviembre con 136.2 mm/día, diciembre con 127.6 mm/día y enero con 38.2 mm, siendo el factor desencadenante de derrumbes, deslizamientos y el flujo ocurrido el 23 de diciembre del 2021.





**Gráfico 1.** Precipitaciones diarias, período noviembre 2021 a enero 2022 en la estación Jamalca. Fuente: Senamhi 2022.

## 6. CONCLUSIONES

- a. En el sector de La Caldera, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas, se tiene la quebrada Olón, donde se han identificado tres derrumbes y un deslizamiento activos que aportan material suelto al cauce de la quebrada.
- b. El 23 de diciembre de 2022, se reactivaron los procesos mencionados anteriormente, que alimento con material suelto a la quebrada, ocasionando un flujo de detritos que provocó dos muertos, tres heridos cuatro afectados y quince damnificados; la mayoría formaron parte de un albergue improvisado por la población damnificada de la localidad de Aserradero.
- c. Los derrumbes y el deslizamiento que se presentan a lo largo de las laderas de la quebrada han generado material suelto que aportan al cauce de la quebrada. Este material está conformado por bloques (40%), cantos (15%), grava (15%) y una matriz areno, limo arcillosa en un 30 (%)
- d. El substrato rocoso está conformado por calizas y lutitas muy fracturadas y meteorizadas del Grupo Quilquiñán; presenta terrenos con pendiente muy fuerte (25° a 45°) que conforman geoformas de montañas en rocas sedimentarias.
- e. La zona La Calera se ubica sobre el piedemonte proluvial o aluvio torrencial de la quebrada Olón con pendiente baja (1° a 5°), margen derecha del río Utcubamba; conformado por suelos proluviales de bloques y gravas en matriz arcillo-limosa de alta plasticidad.
- f. El factor detonante del evento (flujo de detritos) del 23 de diciembre de 2021, fueron las intensas lluvias registradas los días 22 y 23 de diciembre 2021 con una precipitación total de hasta 28mm/día.
- g. Debido a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, el sector La Caldera se considera como **ZONA CRÍTICA** y de **PELIGRO MUY ALTO** a la ocurrencia de flujo de detritos.

## 7. RECOMENDACIONES

- a. Ante las condiciones geodinámicas activas y potenciales de la quebrada Olón, el sector La Caldera, debe ser reubicado, ya que está sujeto a condiciones meteorológicas similares y más intensas que las que se presentaron en diciembre del 2021, y se vuelva a generar un flujo de detritos.
- b. Se recomienda, la construcción de viviendas u obras de infraestructura a distancias mayores a 50m. de las riberas de quebradas y ríos.
- c. Realizar la construcción de muros de contención y limpieza continua del cauce de la quebrada Olón, ya que ante crecidas puede arrastrar fragmentos de roca y generar un flujo de detritos que afectaría al tramo de la carretera que conduce del sector La Caldera al C.P. Jamalca, puente La Caldera y carretera Belaunde Terry (km. 256 + 350 y el km. 256 + 800).
- d. Colocar muros disipadores de energía, para ello se tienen que realizar estudios detallados, que deberán ser realizados por especialistas.
- e. Indicándose que, de no realizar dichas recomendaciones podrían generarse nuevamente procesos con pérdidas materiales y humanas.

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

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

## 8. BIBLIOGRAFÍA

Cueva, Evert et al. (2017) Geología del cuadrángulo de Bagua Grande escala 1:50 000 Hoja 12g. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. Ingemmet-Geocatmin, Lima-Perú.

Medina, L.; Vílchez, M. & Dueñas, S. (2009). Riesgo Geológico en la región Amazonas. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 39, 205p.<<https://hdl.handle.net/20.500.12544/244>>

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.  
<<https://hdl.handle.net/20.500.12544/2830>>

Sánchez, A. (1995). Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leymebamba y Bolívar 12-g, 12-h, 13-g, 13-h, 13i, 14-h, 15-h. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, N° 56, 287p.  
<<https://hdl.handle.net/20.500.12544/177>>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2021) “Servicio de Consulta de data meteorológica en línea” SENAMHI. (Consulta: noviembre 2020)  
<<https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>>

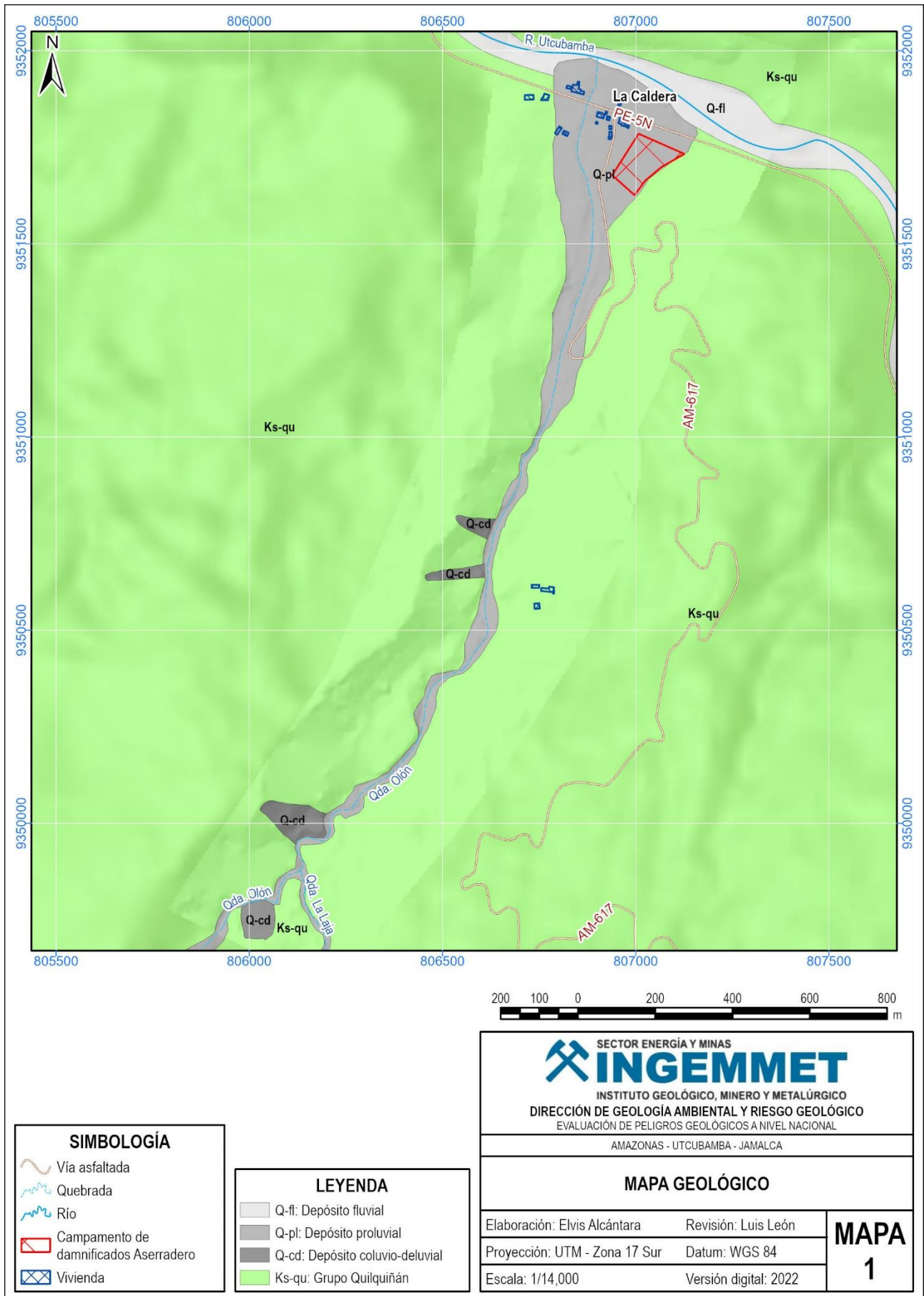
Suarez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN.  
<<https://www.erosion.com.co/deslizamientos-y-estabilidad-de-taludes-en-zonas-tropicales.html>>

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.  
<[https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1855370](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1855370)>

Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. España: Instituto Geográfico Agustín Codazi.  
<<https://searchworks.stanford.edu/view/6532331>>



## **ANEXO 1: MAPAS**



SIMBOLOGÍA	
	Vía asfaltada
	Quebrada
	Río
	Campamento de damnificados Aserradero
	Vivienda

LEYENDA	
	Q-fl: Depósito fluvial
	Q-pl: Depósito proluvial
	Q-cd: Depósito coluvio-deluvial
	Ks-qu: Grupo Quilquiñán

 SECTOR ENERGÍA Y MINAS <b>INGEMMET</b> INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL AMAZONAS - UTCUBAMBA - JAMALCA	
<b>MAPA GEOLÓGICO</b>	
Elaboración: Elvis Alcántara	Revisión: Luis León
Proyección: UTM - Zona 17 Sur	Datum: WGS 84
Escala: 1/14,000	Versión digital: 2022
<b>MAPA 1</b>	



