

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7009**

# EVALUACIÓN DE MOVIMIENTOS EN MASA EN LA QUEBRADA GUICHMAL

Región Amazonas  
Provincia Chachapoyas  
Distrito Magdalena



FEBRERO  
2020

## CONTENIDO

RESUMEN .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO .....	2
GENERAL.....	2
ESPECÍFICOS .....	2
3. ANTECEDENTES .....	2
4. ÁREA DE ESTUDIO.....	3
4.1. UBICACIÓN .....	3
4.2. ACCESIBILIDAD .....	3
5. GEOLOGÍA LOCAL.....	5
5.1. UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS .....	5
5.1.1 AFLORAMIENTOS.....	5
5.1.2 DEPÓSITOS CUATERNARIOS .....	5
6. GEOMORFOLOGÍA.....	7
6.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y DENUACIONAL.....	7
6.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL.....	7
7. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	8
7.1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	8
7.1.1 DESLIZAMIENTO .....	9
7.1.2 FLUJO .....	10
7.2. SECTOR GUICHMAL .....	10
7.3. EL EVENTO DE DESLIZAMIENTO – FLUJO.....	12
7.3.1 <i>Condiciones del Terreno</i> .....	12
7.3.2 <i>Condiciones del material de origen</i> .....	14
7.3.3 <i>Condiciones de las lluvias</i> .....	14
7.3.4 <i>Proceso de formación</i> .....	15
CONCLUSIONES.....	27
RECOMENDACIONES .....	28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29

## RESUMEN

En la quebrada Guichmal, ubicado en el distrito de Magdalena, provincia de Chachapoyas y región Amazonas; se ha identificado un movimiento de masas complejo tipo deslizamiento – flujo, este último afecta viviendas en la zona urbana del distrito de Magdalena, generando zozobra en la población.

El 26 de octubre del 2019, se produjo un deslizamiento y posterior flujo de arena que alcanzó la parte distal del abanico aluvial de la quebrada Guichmal. El flujo se originó en la parte alta de la quebrada y llegó a la zona urbana del distrito de Magdalena, a las 16:30 horas aproximadamente, en su trayecto erosionó caminos y terrenos de cultivo. Al llegar a su curso medio cerca al pueblo corrió ocupando todo su cauce, afectando viviendas, un muro de contención, la trocha carrozable en la calle Bolognesi y la carretera Nuevo Tingo – Magdalena. Finalmente llegó hasta el río Utcubamba sin llegar a represar su cauce.

El movimiento en masa en la quebrada Guichmal es producto de la interacción de varios factores entre los cuales tenemos la litología, las condiciones hidrogeológicas, la pendiente del terreno y las condiciones meteorológicas (lluvias intensas), siendo el factor detonante, las lluvias intensas que saturaron la masa en movimiento. Además, este fenómeno es de tipo compuesto y se puede dividir, según el proceso de formación, en la zona A (zona de deslizamiento), en la zona B (zona de transición), la zona C (zona de transporte) y la zona D (zona de deposición).

Como resultado de la evaluación, se ha determinado que la quebrada Guichmal afectada por fenómenos de movimientos en masa, corresponde a una como **zona crítica de peligro muy alto por deslizamiento - flujo**, ante la presencia de lluvias intensas o extraordinarias y movimientos sísmicos, pudiendo afectar gravemente la zona urbana del distrito de Magdalena en la provincia de Chachapoyas; por ende, se recomienda el desalojo de las viviendas ubicadas en el área de influencia directa a fin de evitar pérdidas humanas y la posterior reubicación de los moradores afectados por este fenómeno.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como ente técnico-científico, incorpora, dentro de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), el apoyo y/o asistencia técnica a los gobiernos regionales y locales en la planificación territorial y la gestión del riesgo.

La Municipalidad Distrital de Magdalena, por medio del alcalde José Luis Tenorio Tauma mediante Oficio N° 0183-2019-A-MD/M de fecha 08 de noviembre del 2019, solicitó al INGEMMET el apoyo con evaluadores de riesgo, a fin de determinar el peligro geológico en el sector Guichmal, ubicado en el distrito Magdalena, provincia Chachapoyas y región Amazonas.

Para lo cual, se dispone la evaluación de la zona por parte de los ingenieros Luis León y Diana Vigo, los días 21, 22 y 23 de noviembre del año 2019. Dicha evaluación se basa en la recopilación y análisis de antecedentes, obtención e interpretación de imágenes satelitales, elaboración de mapas para trabajos de campo, toma de datos (puntos de control GPS, fotografías y llenado de formatos de identificación de peligros), cartografía geológica y geodinámica, análisis y procesamiento de información y redacción del informe final.

El presente informe se pone a disposición de la Municipalidad Distrital de Magdalena, el Gobierno Regional de Amazonas y el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, autoridades locales y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción de riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

## 2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

### GENERAL

- Evaluar los peligros geológicos en la quebrada Guichmal, distrito de Magdalena, provincia de Chachapoyas y región Amazonas.

### ESPECÍFICOS

- Cartografiar la geodinámica de la quebrada Guichmal.
- Determinar los factores condicionantes y detonantes de los fenómenos de remoción en masa.
- Formular recomendaciones y acciones de prevención o mitigación de los peligros identificados.

## 3. ANTECEDENTES

Medina *et al.* (2009) en el estudio denominado “Riesgo Geológico en la Región Amazonas”, indican que la frecuencia de peligros en la Región Amazonas es el resultado de la interacción de una variedad de climas, complejidad geológico-geomorfológica y sismicidad moderada que determina la ocurrencia de inundaciones, erosiones fluviales, movimientos en masa y sismos. Asimismo, indican que las zonas de alta y muy alta

susceptibilidad a los movimientos en masa son generalmente áreas en las que ocurrieron deslizamientos en el pasado o relativamente poco tiempo atrás, o en las que se reactivaron antiguos movimientos cuando sus taludes fueron modificados, sea por deslizamientos, derrumbes o movimientos complejos; éstos están concentradas en terrenos cuyo substrato rocoso es de mala calidad y en laderas con pendiente entre 15° y 45°.

Medina y Dueña (2007), en el Informe titulado “Zonas críticas en la región Amazonas” mencionan que, en la región Amazonas se han identificado un total de 1452 peligros (peligros geológicos y geohidrológicos) y 105 zonas críticas. La mayor cantidad de zonas críticas se ubican en la provincia de Utcubamba (25), seguido por las provincias de Chachapoyas (23), Bagua (19), Rodríguez de Mendoza (13), Luya (08) y Condorcanqui (04).

#### 4. ÁREA DE ESTUDIO

##### 4.1. UBICACIÓN

Políticamente, la zona de estudio se localiza en el sector Guichmal, distrito de Magdalena, provincia de Chachapoyas, región Amazonas. A una altitud promedio de 1929 m s.n.m., en las coordenadas UTM (WGS84 – 18 S) que se presentan la tabla 01. Su ubicación respecto a la ciudad de Chachapoyas se presenta en la figura N° 01.

**Tabla 01:** Ubicación de la zona de estudio

Punto	Norte (m.)	Este(m.)	Altitud (m s.n.m.)
1	178927	9294943	1840
2	180469	9294992	2278
3	180576	9294385	2303
4	178942	9294509	1879

##### 4.2. ACCESIBILIDAD

El acceso a la zona de estudio por vía terrestre desde la ciudad de Cajamarca, sigue la ruta que se presenta en la tabla 2.

**Tabla 02:** Ubicación de la zona de estudio

Ruta	Km	Tipo de vía	Tiempo
Cajamarca – Chota – Cutervo – Jaén – Bagua Grande	349.3	Asfaltada	7 h 53 min
Bagua Grande – Magdalena	131.3	Asfaltada / Trocha	2 h 34 min

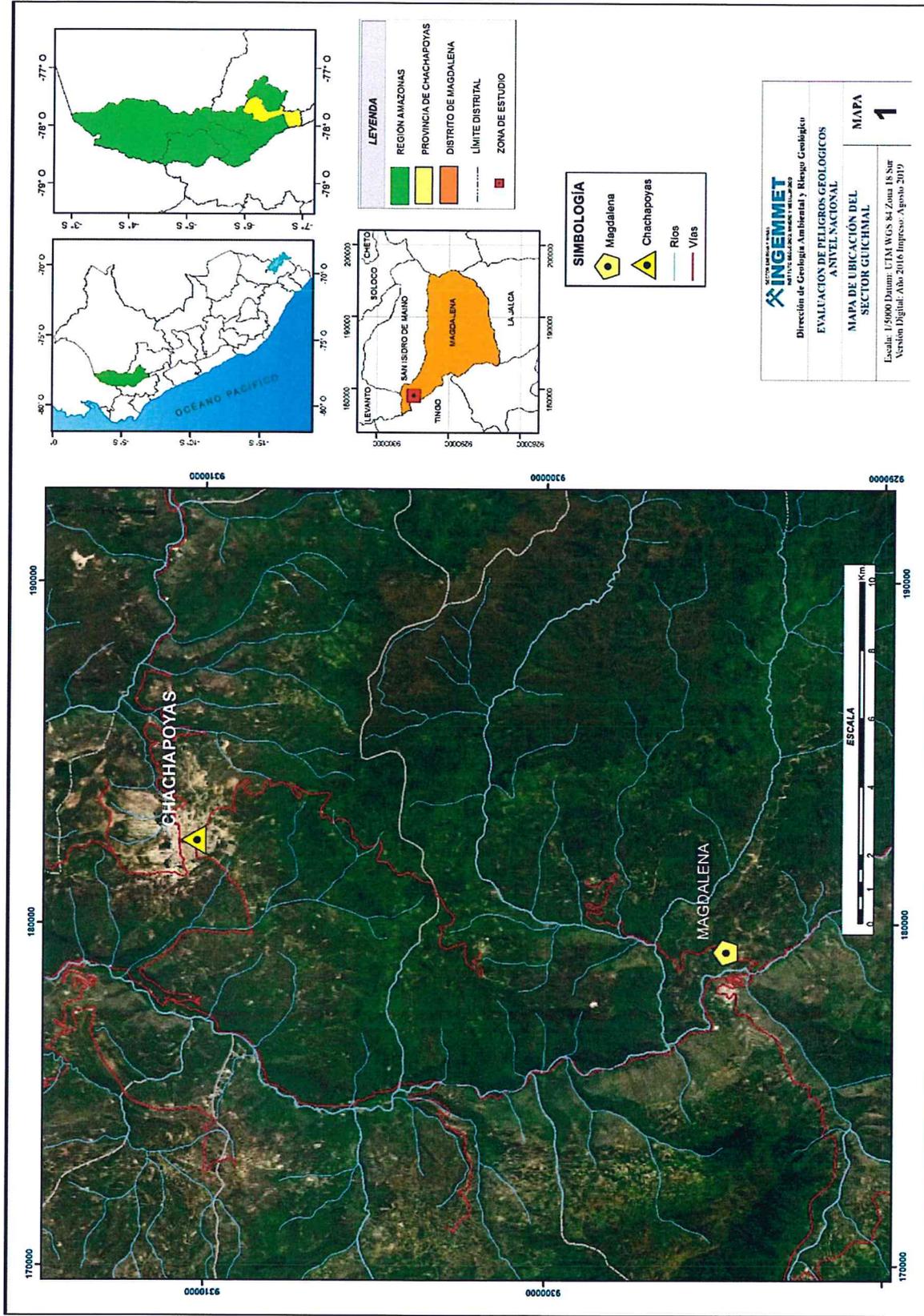


Figura 1: Ubicación del distrito de Magdalena respecto a la ciudad de Chachapoyas.

## 5. GEOLOGÍA LOCAL

La geología local del área de estudio se ha evaluado teniendo como base el Boletín N° 147 (Serie A: Carta Geológica Nacional) denominado Geología del Cuadrángulo de Chachapoyas, hoja 13-h (Rodríguez et al, 2012).

En la zona de estudio aflora una secuencia sedimentaria de la Formación Aramachay, conformada por calizas tabulares de color grisácea y en la parte superior areniscas inconsolidadas blanquizcas de grano fino pertenecientes al grupo Goyllarisquizga.



**Foto 1:** Viviendas de los pobladores del sector Guichmal, emplazadas en la unidad geomorfológica piedemonte. Nótese en el fondo (vista hacia el Este) la unidad de montañas.

### 5.1. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona de estudio, corresponden a afloramientos de rocas sedimentarias, cuyas características se mencionan a continuación.

#### 5.1.1 AFLORAMIENTOS

##### **Grupo Goyllarisquizga**

Corresponde al Cretáceo inferior. Litológicamente, está conformado por una secuencia de areniscas de grano fino, de color crema claro, poco consolidadas. Este grupo es superyacente a las calizas de la Formación Aramachay (foto 2).

##### **Formación Aramachay**

Esta unidad infrayace al Grupo Goyllarisquizga, se observan calizas bituminosas de color gris a negro con estrato tabulares intercaladas con arcillitas, limitados por superficies planas y paralelas, las mismas que se encuentran muy fracturadas (figura 2).

#### 5.1.2. DEPÓSITOS CUATERNARIOS

##### **Depósito coluvio - aluvial**

Ubicado en el piedemonte de las laderas. En las zonas evaluada se puede evidenciar

una mezcla heterogénea de arenas, con presencia de clastos angulosos a subredondeados y en menor proporción limos, con alta permeabilidad. Esta unidad en el sector Guichmal la encontramos bajo la zona urbana del distrito de Magdalena.



**Foto 2:** Areniscas color crema pertenecientes al grupo Goyllarisquizga, se aprecia que no están consolidadas, evidenciándose procesos de erosión pluvial sobre ellas.



**Figura 2:** Calizas tabulares fracturadas, intercaladas con limoarcilitas de la Formación Aramachay.

agentes móviles; tales como el agua de escorrentía y los vientos. Éstos últimos, tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.



Figura 3: Unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio – Sector Guichmal.

### 6.2.1 UNIDAD DE PIEDEMONTE

**Subunidad de Piedemonte aluvio-coluvial (P-ac):** Está constituido por arenas limosas y clastos angulosos y redondeados. La pendiente en esta unidad es de 5° a 15°. Estos materiales han sido transportados por las quebradas intermitentes y depositados generalmente en forma de cono, en esta unidad es donde se encuentran cimentadas las viviendas de la zona urbana del distrito de Magdalena (ver, foto 1).

## 7. PELIGROS GEOLÓGICOS

Para la descripción de los peligros geológicos se ha considerado como base la clasificación de Varnes (1978, 1996) y la terminología sobre Movimientos en Masa en la región Andina preparado por el Grupo GEMMA (2007).

### 7.1. CONCEPTOS BÁSICOS

A continuación, se definen algunos conceptos básicos referentes a peligros geológicos que serán utilizados en el presente informe.

### 7.1.1 DESLIZAMIENTO

Es un movimiento 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 se produce una gran deformación cortante.

A menudo, los primeros signos de movimiento son grietas en la superficie del terreno original a lo largo del cual se formará la escarpa principal del deslizamiento (Turner y Schuster, 1996). En el sistema de Varnes (1978), los deslizamientos se clasifican, según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales.

#### – Deslizamiento Rotacional

Es un tipo de deslizamiento en el cual la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. En la figura 4, se presenta las partes de este tipo de deslizamiento. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y una contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal.

La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca. Debido a que el mecanismo rotacional es auto-estabilizante, y éste ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas. Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s.

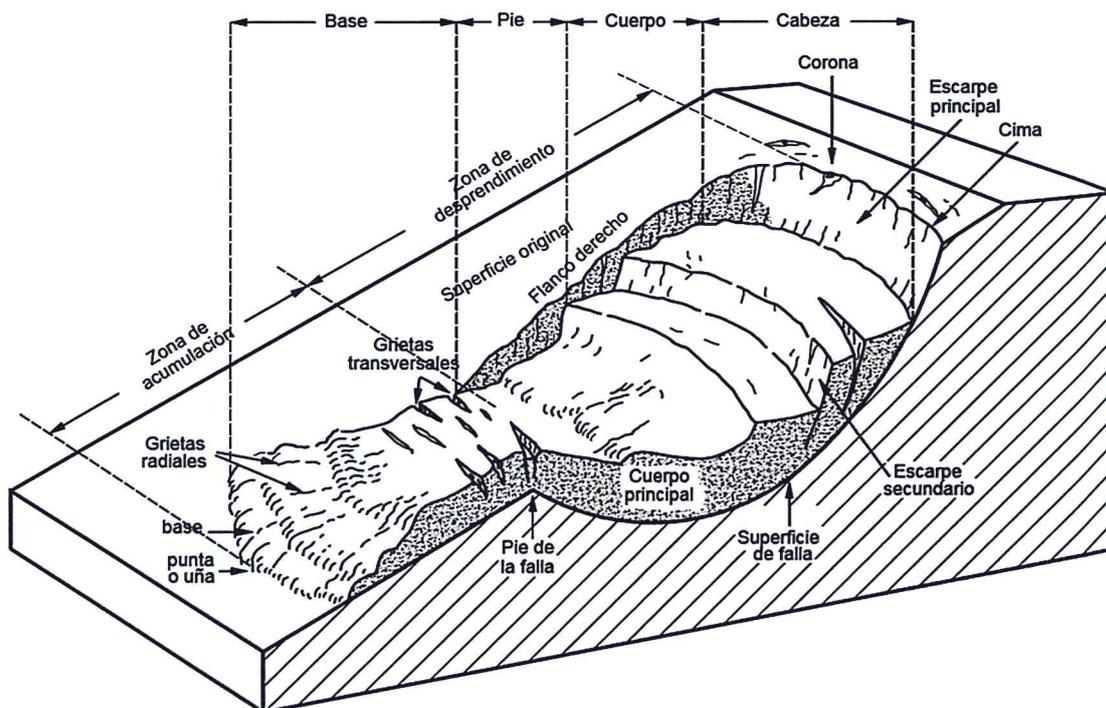


Figura 4: Esquema general de un deslizamiento rotacional (Suarez, 2009).

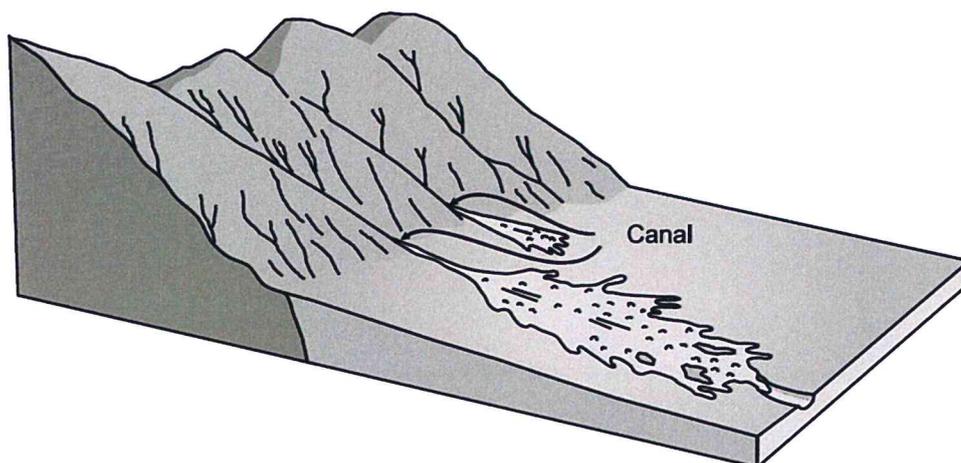
## 7.1.2 FLUJO

Según Varnes (1978), un flujo es un tipo de 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.

### – 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 (figura 5).

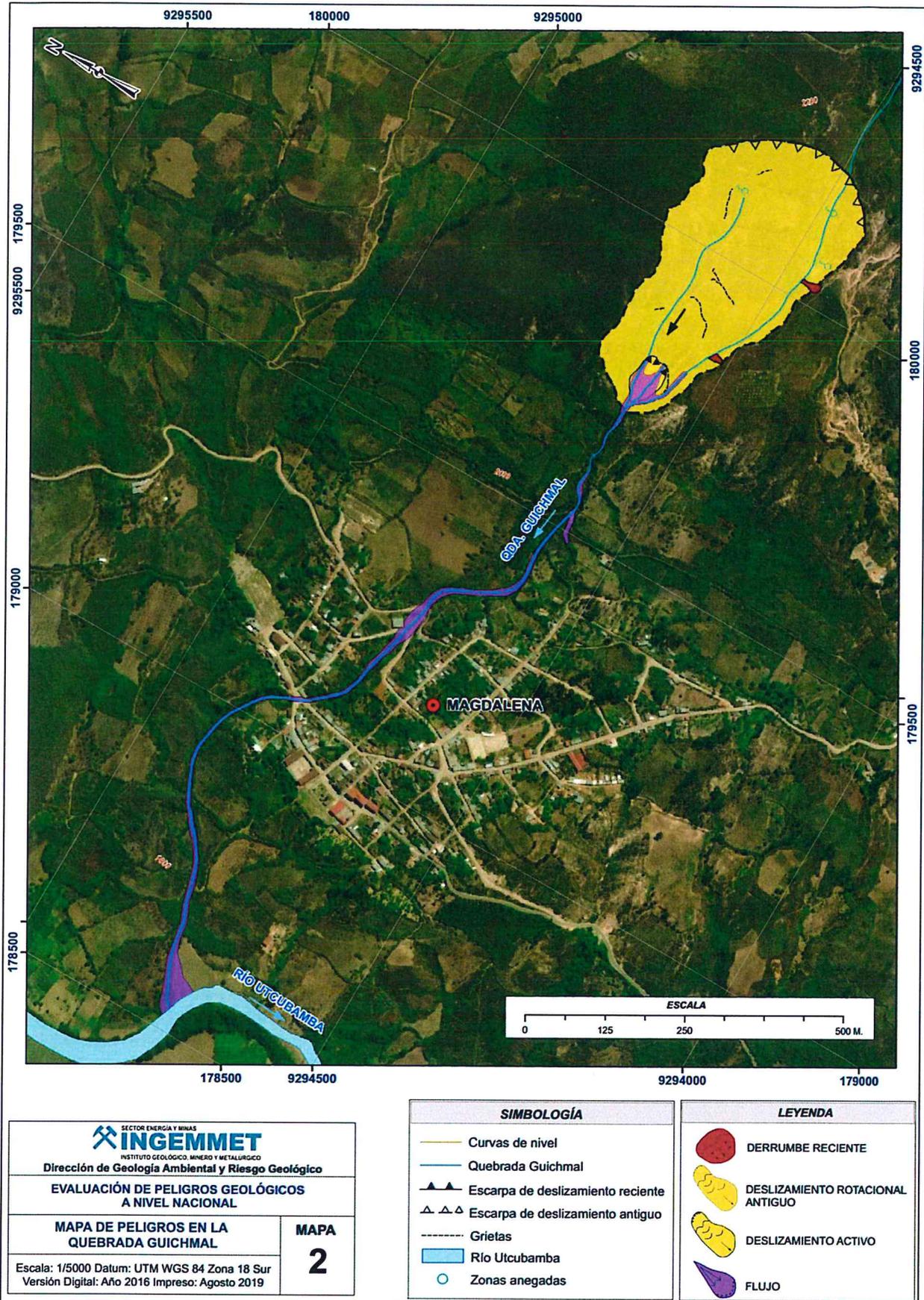
Los flujos de detritos desarrollan pulsos usualmente con acumulación de bloques en el frente de onda. Como resultado del desarrollo de pulsos, los caudales pico de los flujos de detritos pueden exceder en varios niveles de magnitud a los caudales pico de inundaciones grandes (GEMMA, 2007). Esta característica hace que los flujos de detritos tengan un alto potencial destructivo.



**Figura 5:** Esquema de un flujo canalizado (Cruden y Varnes, 1996).

## 7.2. SECTOR GUICHMAL

En el sector Guichmal, se ha determinado movimientos en masa del tipo compuesto Deslizamiento – Flujo, el cual afecta la zona urbana del distrito de Magdalena, atentando contra la integridad física de las personas. En la figura 6, se presenta el mapa de peligros de la zona de estudio, y en líneas posteriores se detalla las características de este movimiento compuesto.



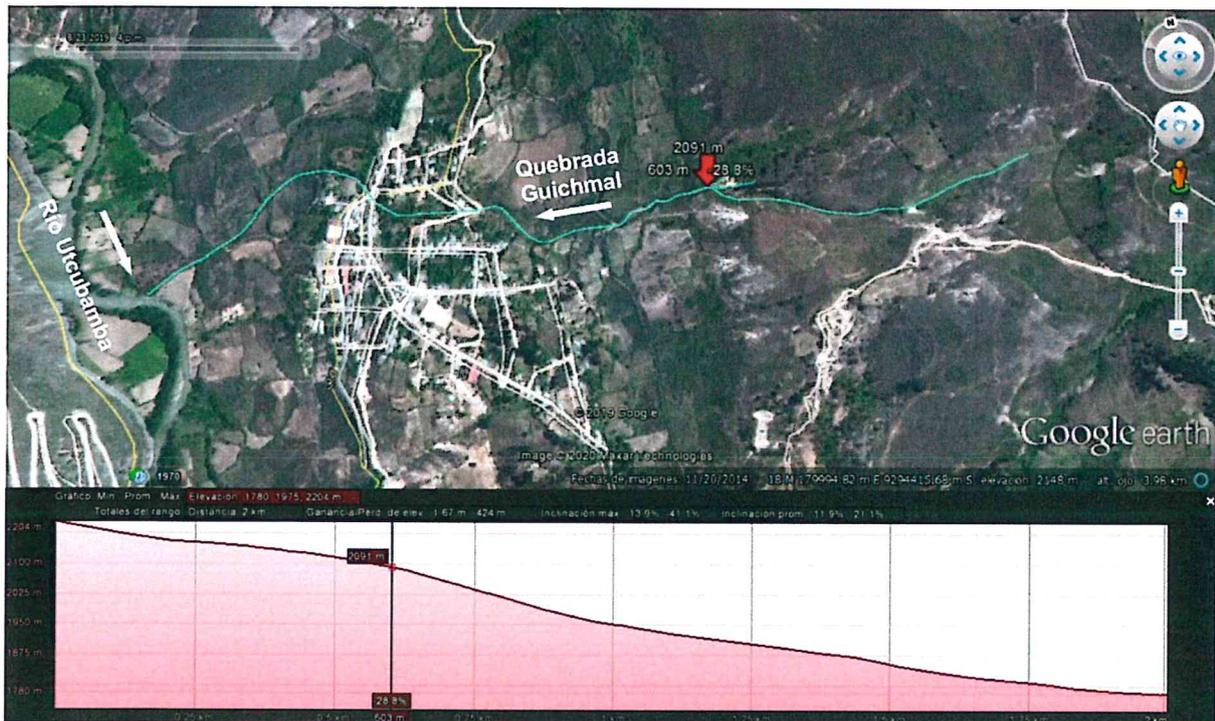
**Figura 6:** Mapa de peligros del sector Guichmal. Nótese, que un sector de la zona urbana de Magdalena es afectado por el fenómeno de deslizamiento – flujo.

### 7.3. EL EVENTO DE DESLIZAMIENTO – FLUJO

#### 7.3.1 Condiciones del Terreno

La quebrada Guichmal en su curso alto tiene una gradiente que oscila entre  $3^\circ - 10^\circ$ , es decir, la pendiente es suave a moderada (figura 7). Aquí, se han identificado sectores anegados (figura 8), indicativo de que el nivel freático se encuentra relativamente superficial. Además, en el curso alto se ha identificado un deslizamiento antiguo que presenta grietas bien desarrolladas (figura 9). Estos factores proporcionan condiciones favorables para la ocurrencia de deslizamientos recientes.

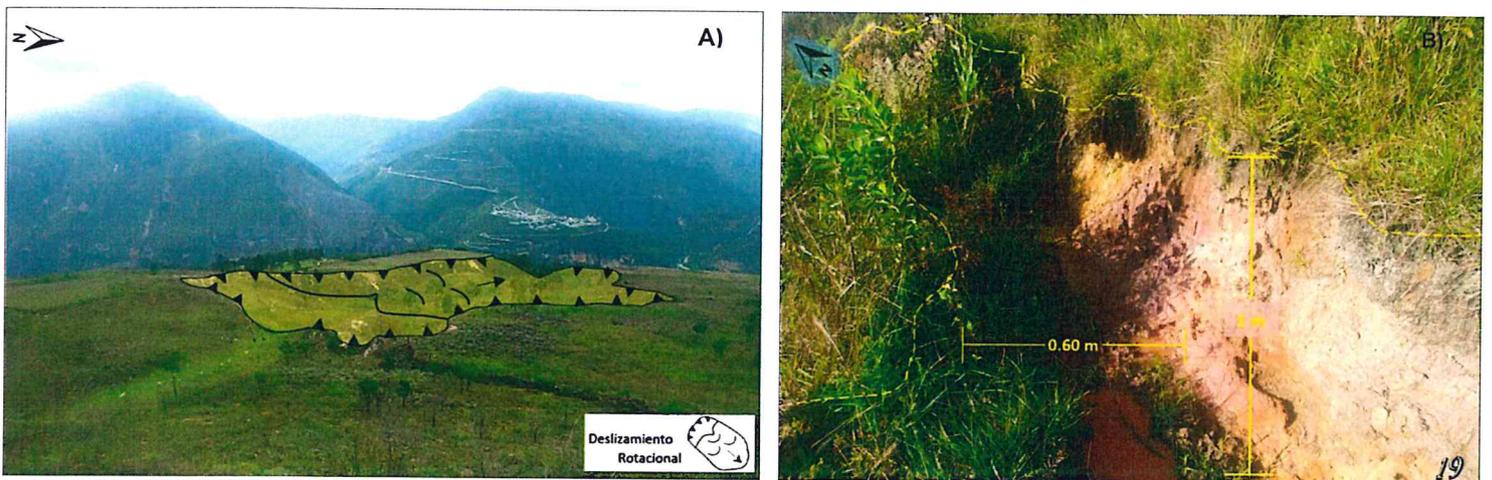
En su curso medio, la quebrada tiene una pendiente fuerte entre  $15^\circ - 25^\circ$ , además, el canal se estrecha (debido al afloramiento de rocas) y ambas márgenes son altas y empinadas (figura 10). Ambos factores pueden contribuir a la rápida confluencia de la lluvia y al rápido movimiento de los flujos de escombros.



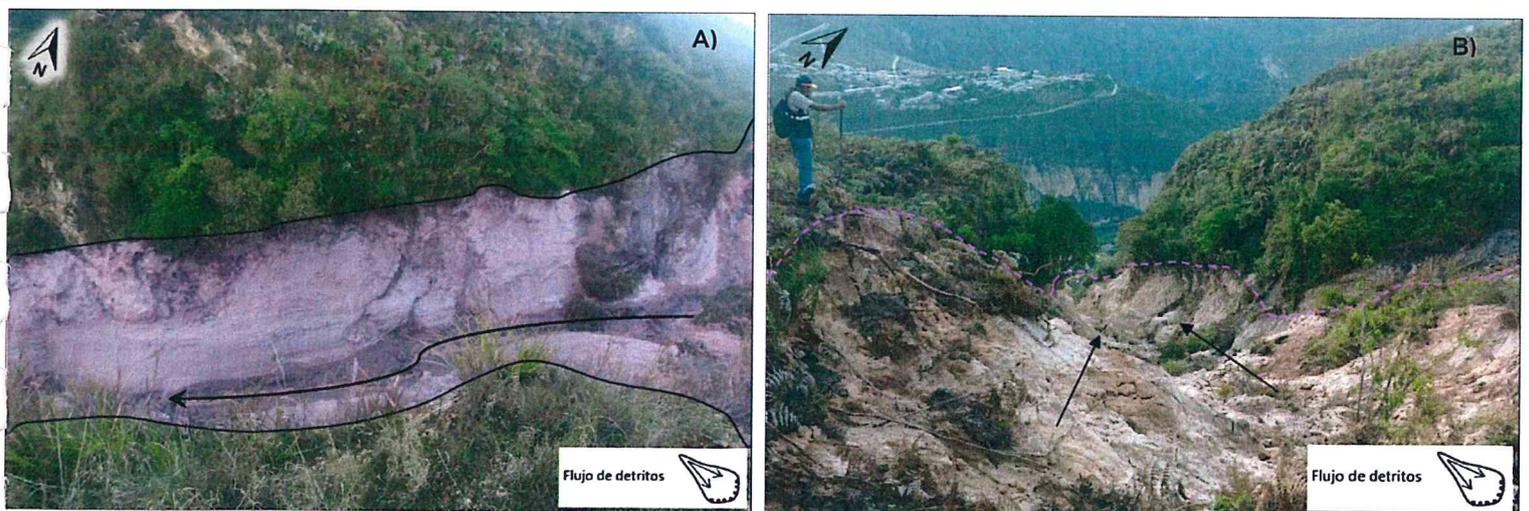
**Figura 7:** Perfil longitudinal del cauce de la quebrada Guichmal. Advértase, que la fecha roja indica el inicio del curso medio del río, donde se inicia también el flujo de detritos.



**Figura 8:** Surgencia de agua cerca a la naciente de la quebrada Guichmal (N: 9294494, E: 180335). Surgencia de agua en depósito coluvio aluvial (N: 9294471, E:180071)



**Figura 9:** Vistas del curso alto de la quebrada Guichmal. A) Escarpa de deslizamiento antiguo. B) Grieta saturada con agua (1 m de profundidad, ancho 0.60 m y 1m la altura de escarpa), compuesta por arenas finas con arcilla color beige.

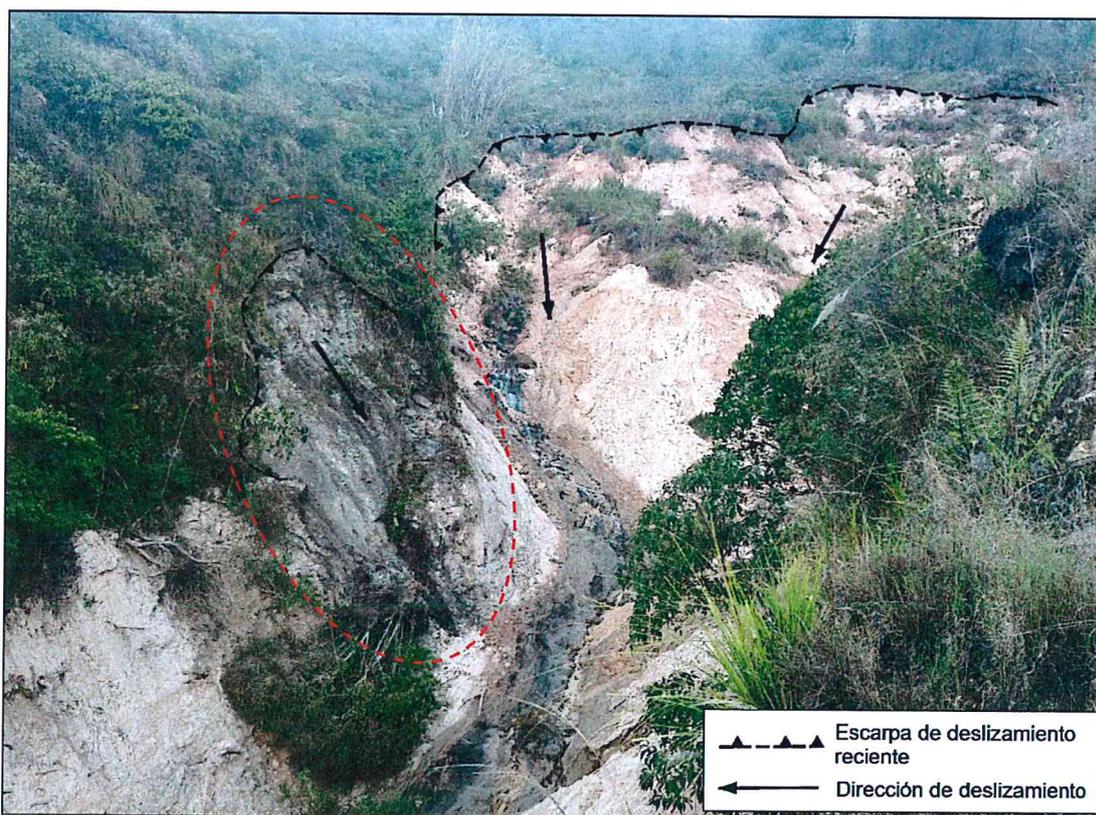


**Figura 10:** A) Curso medio de la quebrada Guichmal, nótese la margen izquierda alta y empinada. Vista del sector donde se inicia el flujo de detritos. B) Se puede observar el estrechamiento del cauce de la quebrada Guichmal.

### 7.3.2 Condiciones del material de origen

El área principal de la fuente de material desplazado corresponde al material acumulado producto de un deslizamiento antiguo. La superficie original era convexa, pero después de que se inició el deslizamiento de suelo, ésta se volvió cóncava y disminuyó notablemente después de que ocurriera el flujo de escombros.

Según las investigaciones de campo, el deslizamiento primario ocurrió donde se produce un cambio brusco de la pendiente y el estrechamiento del cauce de la quebrada, además existen deslizamientos secundarios inducidos por los flujos de escombros (figura 11). Estos dos sitios representan la fuente principal del material transportado por el flujo de detritos.



**Figura 11:** Vista de la fuente principal del material transportado por el flujo de detritos. Nótese con líneas punteadas rojas un deslizamiento secundario inducido por el flujo.

### 7.3.3 Condiciones de las llluvias

Los deslizamientos de suelos y los flujos de escombros a menudo ocurren como consecuencia de una combinación de altas cantidades de lluvia acumulada e intensidades de lluvia muy altas (Wieczorek, 1987; Iverson, 2000).

Las lluvias estacionales en el distrito de Magdalena acontecidas entre los meses de diciembre del 2018 y junio del 2019, favorecieron la saturación del terreno y probablemente dieron inicio al agrietamiento y desplazamiento del material. Posteriormente, las precipitaciones intensas que se iniciaron el 26 de octubre del 2019, dieron lugar al deslizamiento de suelos y posterior flujo de detritos que se observó a

partir de las 16:30 horas del mismo día. Según versión de los pobladores, la lluvia fue prolongada y duró aproximadamente una semana, durante la cual también continuó el flujo de detritos.

#### **7.3.4 Proceso de formación**

La quebrada Guichmal tiene un flujo de detritos de alta frecuencia con una fuerte actividad. Basados en la entrevista a los testigos, el último flujo de detritos del 26 de octubre del 2019, estalló aproximadamente a las 16:30 horas. Los pobladores que viven cerca del área escucharon ruidos desde la quebrada, sintieron el suelo vibrar durante unos minutos y luego escucharon el sonido del flujo de detritos cayendo en la quebrada. Todo el proceso de flujo duró aproximadamente durante una semana en atinencia a la duración de las lluvias.

Basados en las investigaciones de campo, el deslizamiento - flujo puede ser dividido según su proceso de formación en cuatro zonas (figura 12), tal como sigue:

##### **– Zona A: Zona de deslizamiento (figura 13)**

En el curso alto de la quebrada Guichmal (parte superior del área urbana del distrito de Magdalena), se identificó un deslizamiento antiguo (figura 09), el cual se ha reactivado en la parte baja del mismo, como consecuencia de las lluvias intensas; asimismo en las márgenes de la quebrada existen pequeños derrumbes activos (figura 14).

En el cuerpo del deslizamiento antiguo encontramos grietas de 0.15 – 0.35 m de ancho y longitudes que oscilan entre 25 – 70 m (figuras 15 y 16), escarpas secundarias (figura 17), surgencias de agua (figura 18) y suelos arenosos muy húmedos.

El deslizamiento antiguo tiene una corona de 350 m de longitud aproximadamente y un salto principal entre 20 – 40 m. El ancho se estima en 250 m y la longitud desde la corona hacia el pie del deslizamiento en 510 m.

El deslizamiento reactivado de suelos arenosos tiene características retrogresivas y ocurrió a una elevación de aproximadamente 2090 - 2110 m s.n.m. Presenta las siguientes características:

- Forma de la superficie de rotura: aproximadamente circular.
- Forma de la corona: semicircular
- Longitud de la corona: 55 metros.
- Longitud de escarpa principal: 3 - 5 metros (Foto 03).
- Área aproximada del deslizamiento: 0.28 hectáreas aproximadamente.

Los principales factores que dieron origen a la reactivación del deslizamiento se mencionan a continuación:

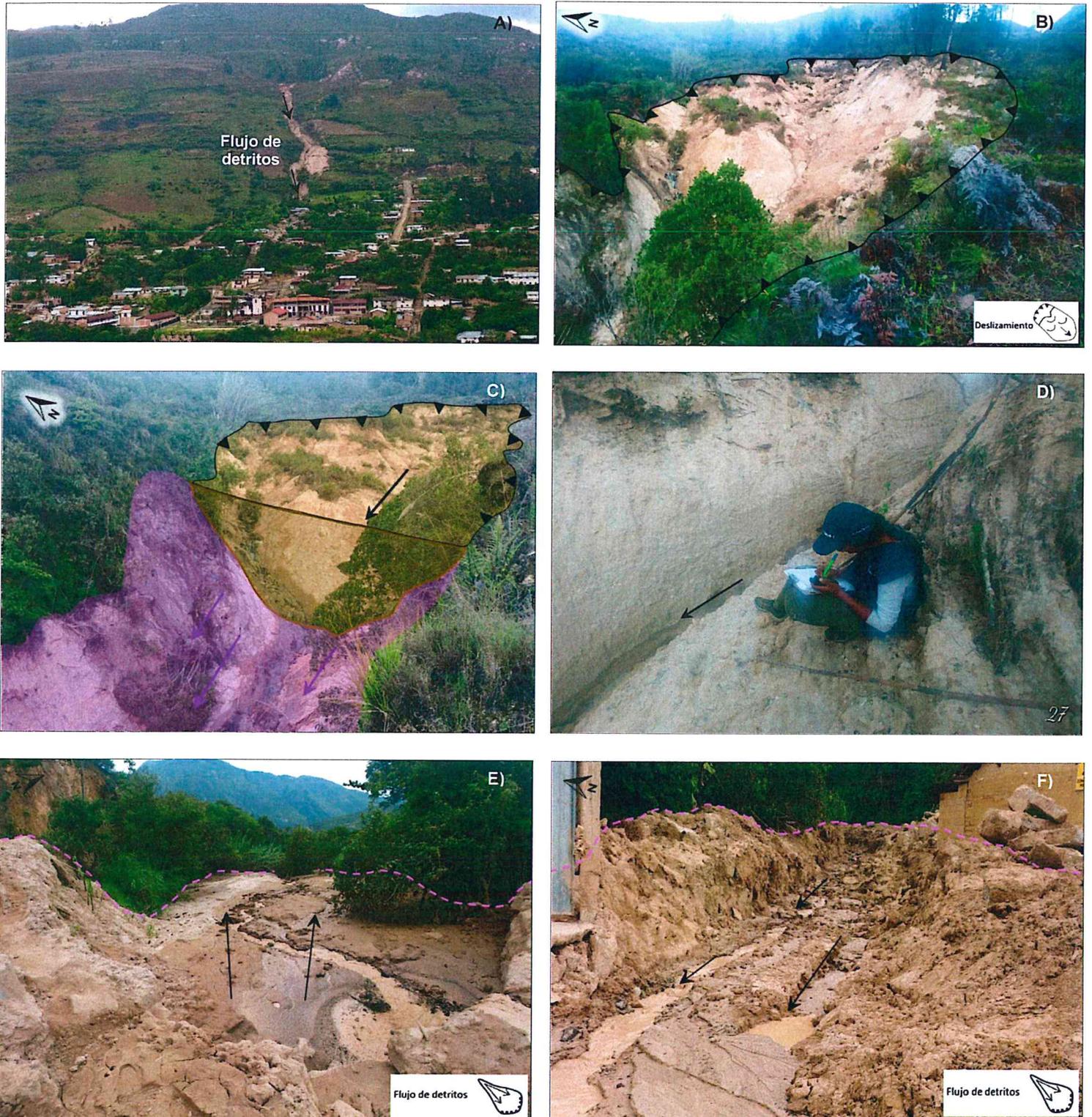
##### **Factores condicionantes**

- Pendiente del terreno, de 10° a 25°.
- Suelo arenoso incompetente (de fácil erosión), depósitos coluvio - aluviales.
- Surgencias de agua dentro del cuerpo del deslizamiento, con presencia de nivel freático superficial, indicativo que los suelos se encuentran saturados.

##### **Factores desencadenantes**

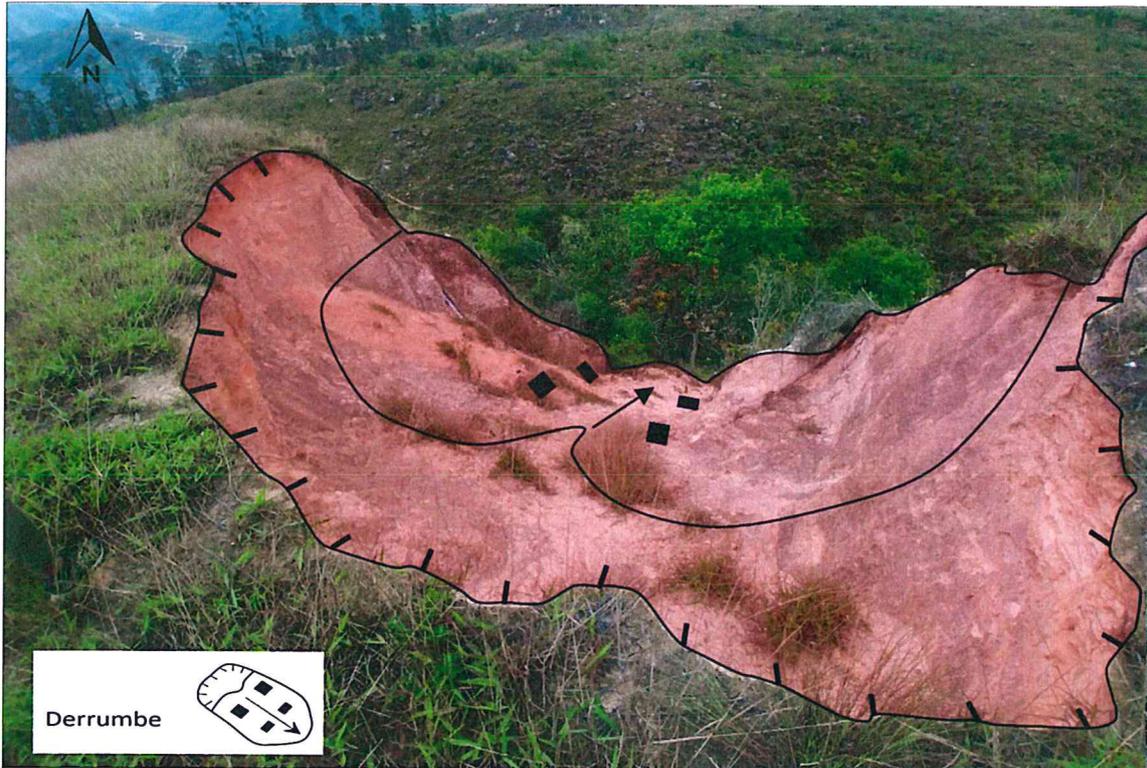
- Las lluvias estaciones intensas y prolongadas, favorecen la saturación del

terreno, aumentando el peso del material y las fuerzas tendentes al movimiento, iniciando así el desplazamiento descendente de la masa de suelo además de agrietamientos.



**Figura 12:** A) Vista completa del deslizamiento – flujo en la quebrada Guichmal con dirección hacia el distrito de Magdalena. B) Zona de deslizamiento en la parte alta de la quebrada. C) Zona de transición deslizamiento – flujo. D) Zona de transporte, adviértase un estrechamiento del cauce y paredes altas y escarpadas. E) Zona de transporte, el flujo atraviesa la calle Bolognesi. F) Zona de deposición, afecta a la carretera Nuevo Tingo – Magdalena.





**Figura 14:** Derrumbe de material en la escarpa de deslizamiento antiguo.



**Figura 15:** Grieta en cuerpo de deslizamiento antiguo con 10 cm de ancho y 25 m de largo.



**Figura 16:** Grieta en cuerpo de deslizamiento antiguo con 0.60 m de profundidad, 20 cm de ancho y 50 metros de longitud.



**Figura 17:** Vista de un escarpe antiguo, de 0.40 m de profundidad, 12 cm de ancho y una altura de 0.80 m.



**Figura 18:** Vista de escarpe de deslizamiento reciente, con una altura aproximada de 4 metros.

Es preciso mencionar que en la parte alta del sector Guichmal, se han encontrado dos reservorios uno con capacidad de 3500 m<sup>3</sup> y 3000 m<sup>3</sup> respectivamente, los cuales a la actualidad están en desuso, con la geomembrana en mal estado, la cual ha sido instalada directamente sobre arenas inconsolidadas altamente permeables; obras en estado de abandono que posteriormente podrían originar procesos de movimientos en masa.

– **Zona B: Zona de transición**

El deslizamiento tiene una distancia de desplazamiento de aproximadamente 75 m antes de movilizarse en un flujo de detritos (foto 03 y figura 19). Con una gran cantidad de agua de lluvia vertida en el cuerpo deslizante, los fragmentos se convirtieron en un flujo de detritos (huaico) donde se produce un cambio brusco de la pendiente y el estrechamiento del cauce de la quebrada.

El flujo de detritos está conformado predominantemente por arena fina blanquecina.

– **Zona C: Zona de transporte**

En el proceso de movimiento, el huaico tuvo un grave efecto de erosión en el pie de las laderas ubicadas a ambos lados del canal e incluso indujo deslizamientos de tierra secundarios (ver figura 11).

En un sector del curso medio de la quebrada Guichmal, el cauce tiende a estrecharse por la presencia de un macizo rocoso de calizas de la Formación Aramachay (el cual subyace a un depósito coluvial). En la figura 20, se aprecia que las laderas son altas y casi verticales. Aquí, el flujo ha alcanzado alturas de hasta 10 metros.

Según versiones de los pobladores el huaico tuvo dos pulsos. El primero se caracterizó

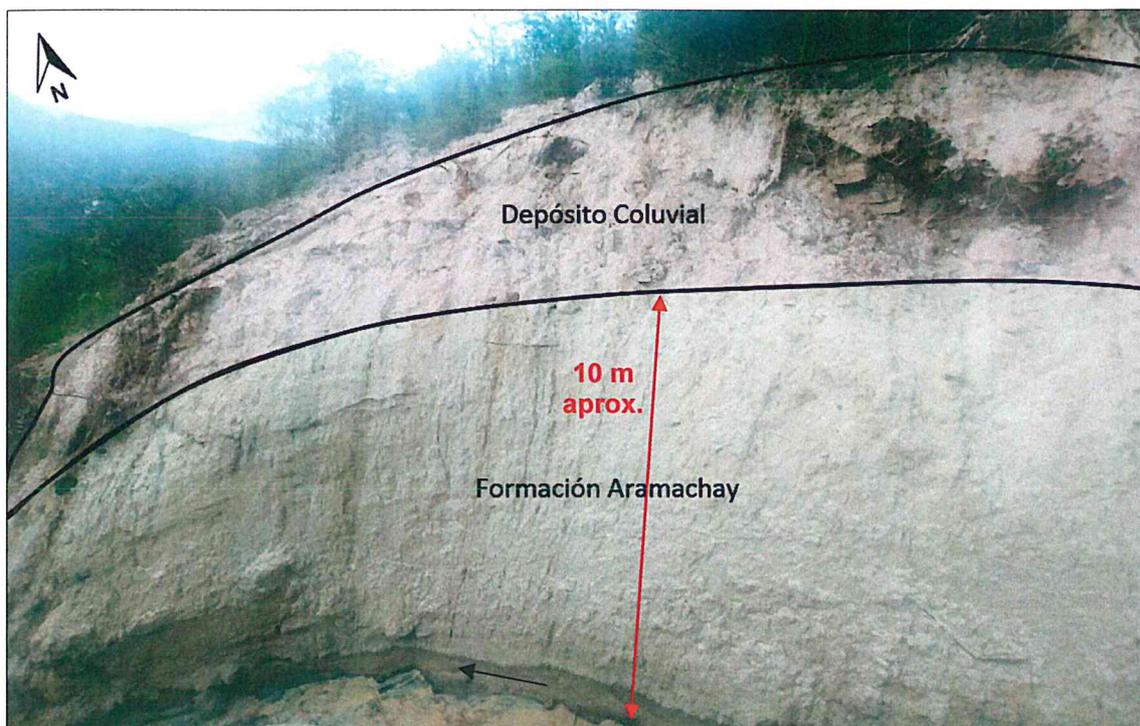
por un flujo denso de arena blanquecina y el segundo fue un flujo saturado de mayor velocidad y duración.



**Foto 03:** Vista de la zona de transición entre deslizamiento – flujo en la quebrada Guichmal.



**Figura 19:** En la parte superior material acumulado producto del deslizamiento, coordenadas WGS 84, Norte: 9294576 y Este: 179768.



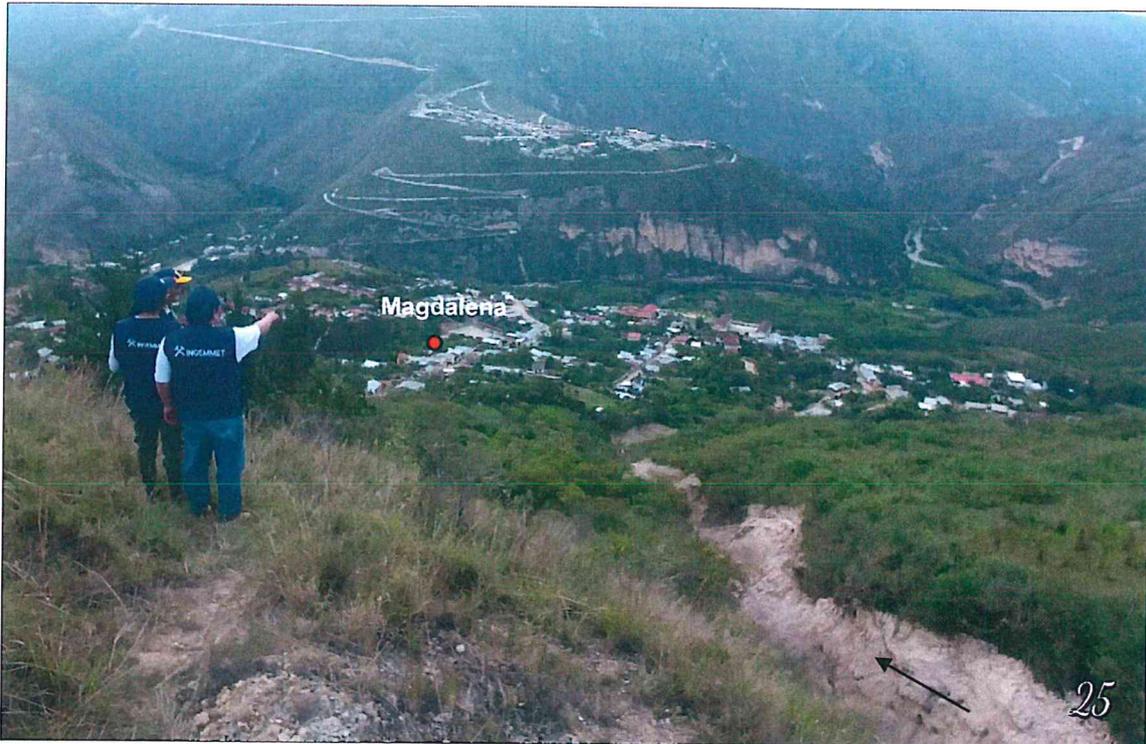
**Figura 20:** Vista del curso medio de la quebrada Guichmal, donde la margen derecha es alta y vertical. Nótese el contacto entre depósitos coluviales y calizas de la Formación Aramachay, cubiertas por la huella del flujo de detritos que alcanzado una altura aprox. de 10 metros.

– **Zona D: Zona de deposición**

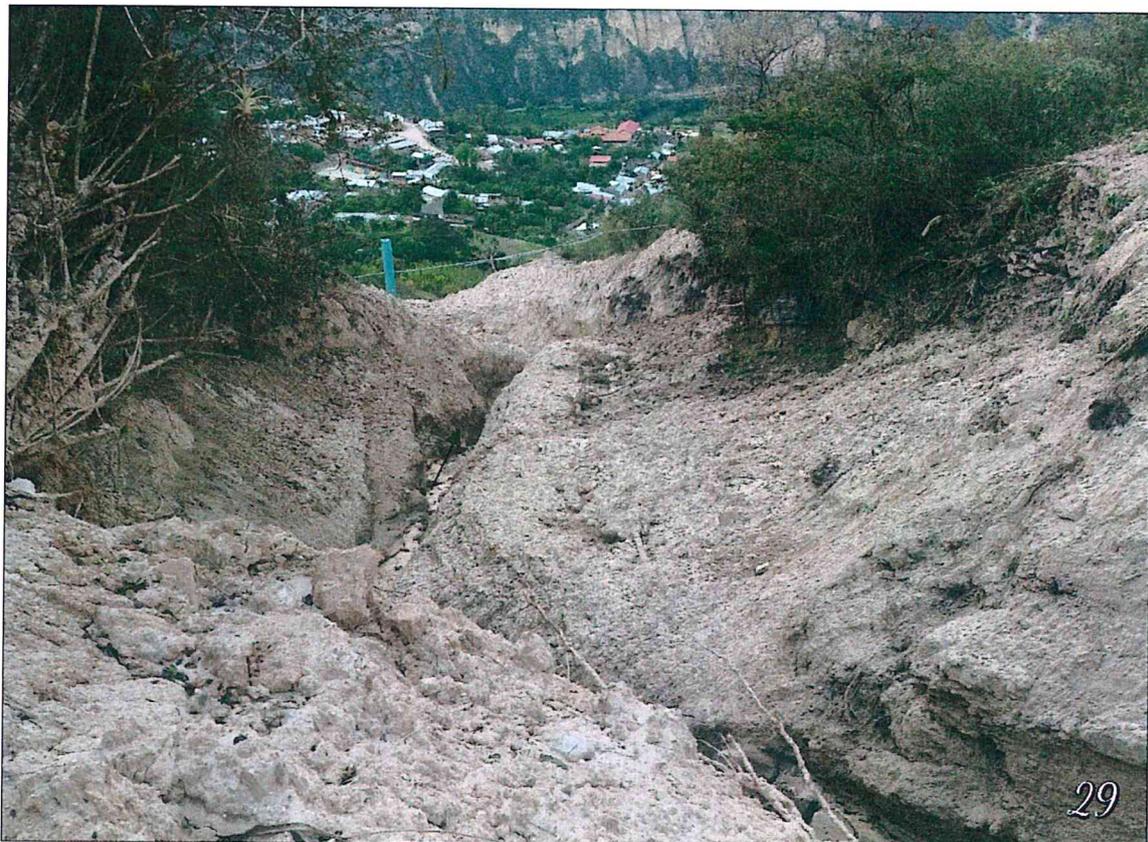
El huaico ha seguido el trayecto de la quebrada Guichmal llegando a la zona urbana del distrito de Magdalena (figura 21), en su recorrido el flujo de detritos ha rebasado el cauce de la quebrada y se ha desparramado sobre pendientes más suaves (foto 04); al no estar ya confinado a las paredes del cauce, se ha expandido en una gran lengua, esparciendo una capa de arena y cantos rodados que pueden tener varios metros de espesor (figura 22).

Es preciso mencionar, que en caso se produzca un flujo de detritos de mayor envergadura podría desbordarse y continuar su trayecto hasta llegar a la calle Libertad, perjudicando gravemente a los moradores de este sector, ver figura 23. En la figura 24, se ha delimitado la zona de influencia directa del huaico en el distrito de Magdalena.

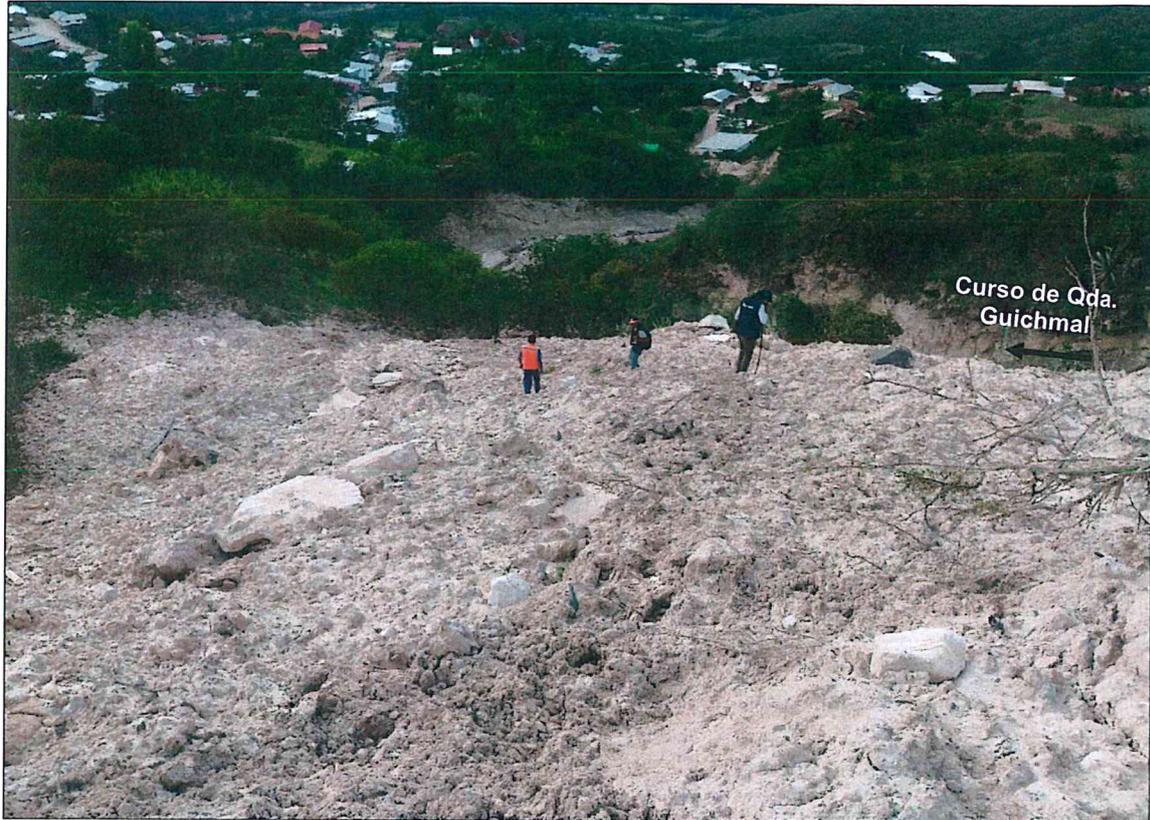
En la zona urbana del distrito de Magdalena, la acumulación de material ocasionó la interrupción del tránsito vehicular de las calles Bolognesi y Libertad, afectando dos viviendas que como medida de prevención a la fecha se encuentran inhabitables, así mismo en la parte baja de la zona urbana han sido afectadas dos piscinas a las cuales ingreso el flujo dejando una de ellas totalmente colmata con el material transportado (figura 25), la fuerza de arrastre del flujo volteo un muro de contención de concreto (figura 26).



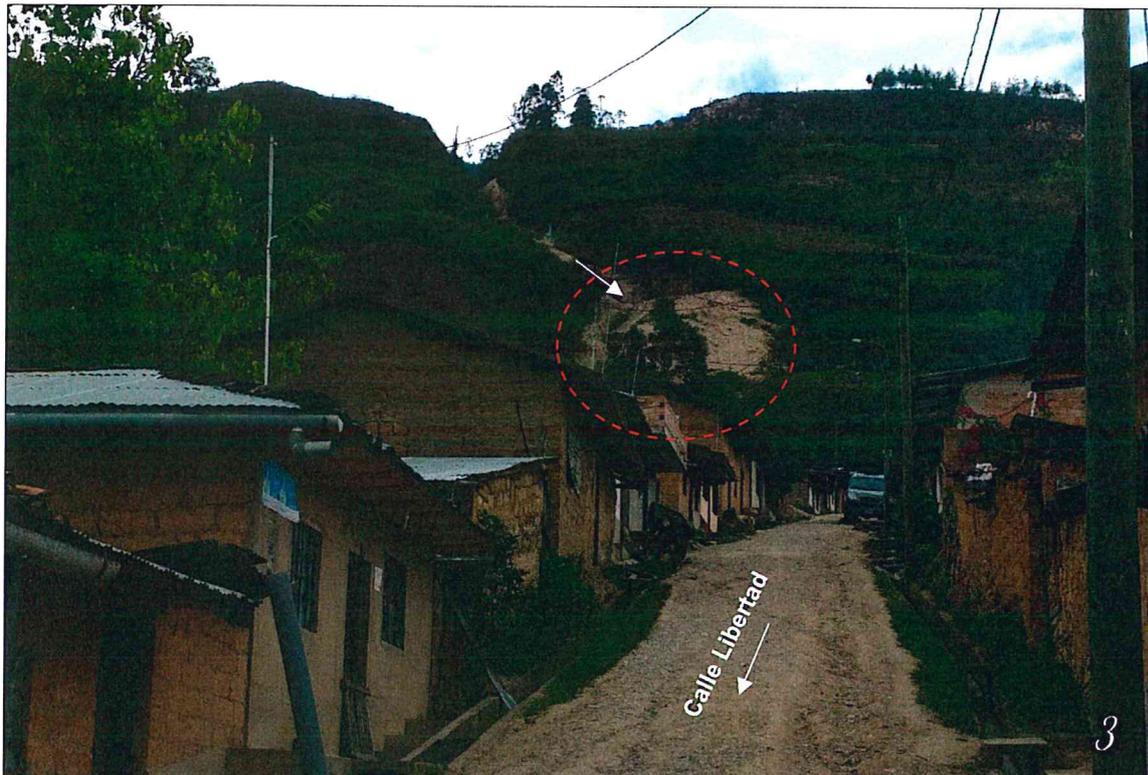
**Figura 21:** Vista de la dirección del flujo hacia la zona urbana del distrito de Magdalena.



**Foto 04:** Vista del desborde del huaico al rebasar el cauce de la quebrada Guichmal.



**Figura 22:** Vista de la capa de arena y cantos rodados de varios metros de espesor, acumulados producto del desborde del huaico al rebasar el cauce de la quebrada Guichmal.



**Figura 23:** Vista de la calle Libertad que podría ser afectada por el desborde del huaico. Adviértase hacia arriba que el flujo de detritos ha excedido el cauce de la quebrada y se ha desparramado por la ladera.

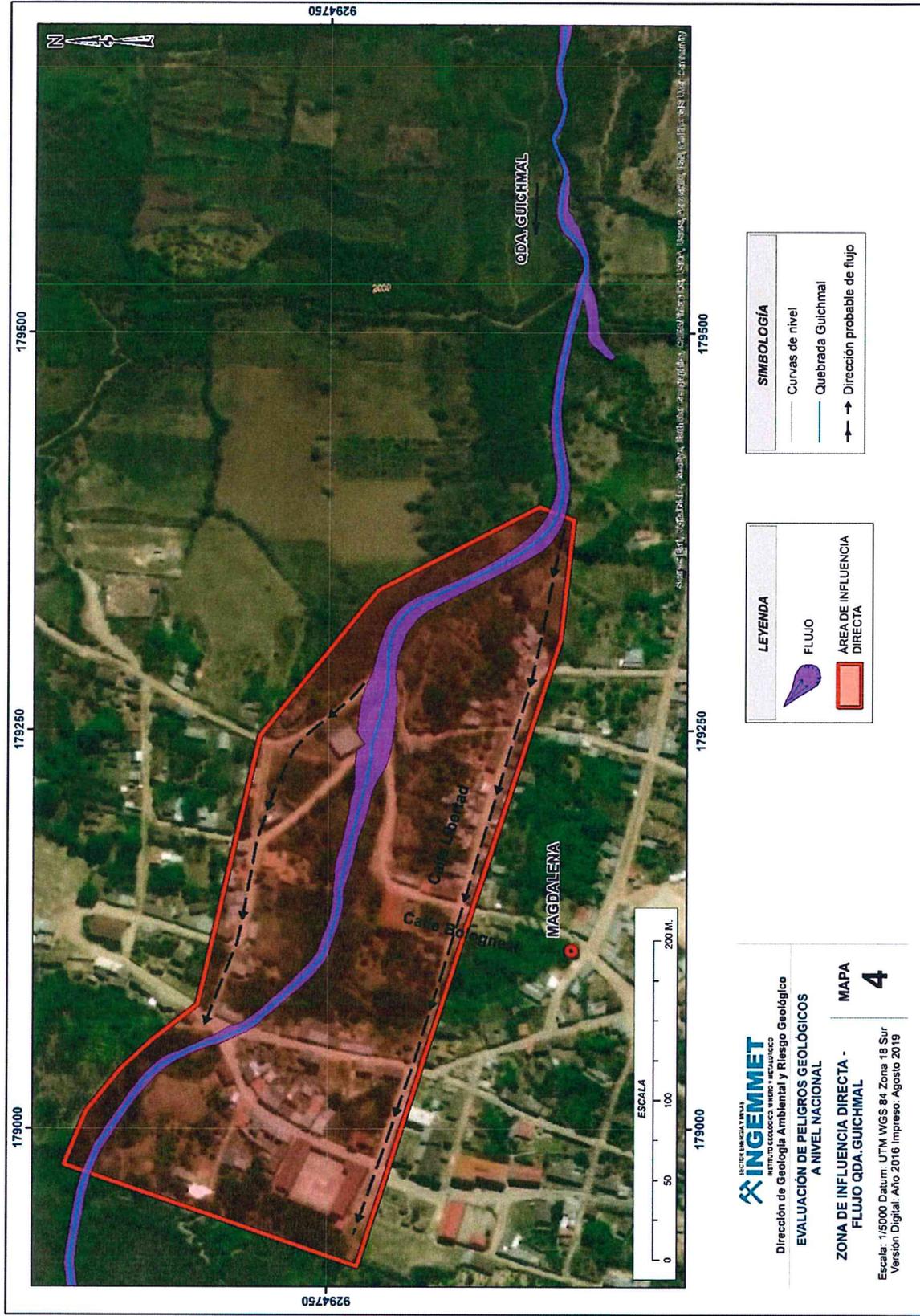


Figura 24: Zona de influencia directa del flujo de detritos en la zona urbana del distrito de Magdalena.



**Figura 25:** Muro de contención que ha sido colmatado y ha colapsado a consecuencia del flujo de detritos. Nótese que en este sector disminuye la pendiente, por ello se ha producido la acumulación de detritos.



**Figura 26:** Piscina colmatada por material transportado por el huaico.

## CONCLUSIONES

- a) En la cuenca alta de la quebrada Guichmal se identificó un deslizamiento antiguo que se reactivó hacia el cauce de la quebrada generando un flujo (huaico) que atravesó la zona urbana del distrito de Magdalena y llegó a desembocar al río Utcubamba. Este evento ocurrió el 26 de octubre del 2019.
- b) El deslizamiento antiguo tiene una corona de 350 m de longitud aproximadamente y un salto principal entre 20 – 40 m. El ancho se estima en 250 m y la longitud desde la corona hacia el pie en 510 m. En el cuerpo del deslizamiento reactivado encontramos grietas de 0.15 – 0.35 m de ancho y longitudes que oscilan entre 25 – 70 m, escarpas secundarias y surgencias de agua.
- c) Las lluvias estacionales que ocurrieron entre diciembre 2018 y junio 2019 favorecieron la saturación del terreno desestabilizando la ladera. Posteriormente las lluvias registradas el 26 de octubre 2019 dieron lugar al deslizamiento y generación del flujo de detritos.
- d) El deslizamiento reactivado se encuentra a una altitud de 2110 m s.n.m., tiene avance retrogresivo, la corona es de forma circular con una longitud de 55 metros, actualmente abarca 0.28 hectáreas aproximadamente. Este deslizamiento se encuentra activo con probabilidad que en los periodos lluviosos se siga desplazando cuesta abajo, esto contribuye a la generación de huaicos.
- e) Por las condiciones actuales, parte de la zona urbana del distrito de Magdalena se considera como **zona crítica de peligro muy alto por deslizamiento - flujo**, ante la presencia de lluvias intensas o extraordinarias y movimientos sísmicos.

## RECOMENDACIONES

- a) En la zona urbana del distrito de Magdalena, es imperativo la reubicación de las viviendas ubicadas en el área de influencia directa del flujo de detritos (huaico), según se indica en el mapa N° 04 (figura 24).
- b) Los pobladores no deben pernoctar en las viviendas que se encuentren dentro de la zona de influencia directa del huaico, ni permanecer en ellas en el caso de presentarse lluvias intensas o prolongadas.
- c) Impedir el asentamiento de nuevas viviendas o de infraestructura en el cauce o márgenes de la Quebrada Guichmal.
- d) Implementar un Sistema de Alerta Temprana, a fin de generar una rápida respuesta de la población frente a un eventual huaico que pueda producirse.
- e) Limpieza y descolmatación constante del cauce de la quebrada Guichmal. Reforestar el escarpe del deslizamiento reactivado y laderas adyacentes. Evitar la deforestación de laderas aledañas. Arborizar, mantener la vegetación nativa.
- f) Para estabilizar el deslizamiento es necesario drenar las aguas subterráneas, puesto que los terrenos se encuentran saturados. Sin embargo, las medidas de estabilización pertinentes deberán proceder de un estudio geológico - geotécnico de detalle, que incluya las medidas de estabilización idóneas en función a los factores que promueven la inestabilidad.
- g) Implementar un proyecto de riego tecnificado y sistematizado, a fin de evitar la saturación del terreno.
- h) Los reservorios ubicados aguas arriba de la quebrada, deberán ser rehabilitados; puesto que, hace un año se encuentran sin uso y la geomembrana está rota en varios sectores.

.....  
Ing. CÉSAR A. CHACALTANA BUDIEL  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Costa, J.E. (1984) Physical geomorphology of debris flows. In: J.E. Costa and P.J. Fleisher (eds), *Developments and Applications in Geomorphology*, pp. 268–317.
- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996). *Landslides Types and Processes* in Turner, A.K and Schuster, R.L. Editores (1996). *Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247*, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 672 p.
- Hungr, O., Evans, S. G., Bovis, M., y Hutchinson, J. N., (2001), *Review of the Classification of landslides of the flow type: Environmental and Engineering Geoscience*, v. 7, p. 221–238.
- Hungr, O., (2005), *Classification and terminology*, en Jakob, M., y Hungr, O., ed., *Debris flow hazard and related phenomena: Chichester, Springer-Praxis*, p. 9–23.
- Hutchinson, J.N., 1988, *Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology*, en *Memorias, 5th International Conference on Landslides*, Lausanne, p. 3–35.
- Medina, L.; Vílchez, M.; Dueñas, SH. (2009) *Riesgo geológico en la Región Amazonas. INGEMMET. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica*, n. 39, 205p.
- 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, N°. 4, 432 p.*
- Rodríguez, R., Cueva, E., Giraldo, E., Sánchez, E. & Cornejo T. (2012) – *Geología del Cuadrángulo de Chachapoyas (13h). Boletín INGEMMET N° 147, Serie A: Estudios Regionales*, 138 p.
- Varnes, D.J. (1978) - *Slope movement types and processes*. En: Schuster, R.L. & Krizek, R.J., eds., *Landslides, analysis, and control*. Washington, DC: Transportation Research Board, National Research Council, p. 11-33, Special Report 176.
- Villota, H. (2005) - *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.