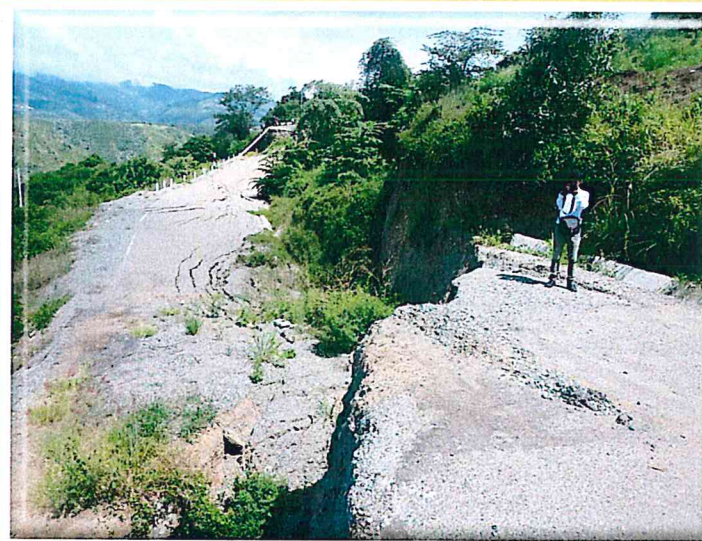


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A6885**

# **EVALUACIÓN GEOLÓGICA-GEODINÁMICA DE PELIGROS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CASERÍO CUNIA**

Región Cajamarca  
Provincia San Ignacio  
Distrito Chirinos  
Paraje Cunia



ABRIL  
2019

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>1.1 ANTECEDENTES Y TRABAJOS PREVIOS</b> .....	2
1.2. Objetivos .....	3
<b>2. ASPECTOS GENERALES</b> .....	3
2.1. Ubicación y accesibilidad.....	3
<b>3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	4
3.1. Pendiente del terreno .....	4
3.2. Unidades geomorfológicas .....	5
3.2.1. Montañas en roca sedimentaria .....	5
3.2.2. Colinas en rocas volcano-sedimentaria .....	5
3.2.3. Colinas en rocas sedimentaria .....	5
3.2.4. Vertiente de deslizamiento .....	5
3.2.5. Vertiente deluvial .....	5
3.2.6. Terraza aluvial.....	6
<b>4. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	7
4.1. Formación Oyotún .....	7
4.2. Formación Bellavista .....	7
4.3. Formación Tamborapa.....	7
4.4. Depósitos aluviales.....	7
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS</b> .....	9
5.1. Deslizamientos y erosión de laderas .....	10
<b>CONCLUSIONES RECOMENDACIONES</b> .....	23
<b>REFERENCIAS</b> .....	24

## EVALUACIÓN GEOLÓGICA-GEODINÁMICA DE PELIGROS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CASERÍO CUNIA

### 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) a través de la ACT.7: Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional. Su alcance contribuye con entidades gubernamentales en los diferentes niveles de gobierno (nacional, regional y local), a partir del reconocimiento, caracterización y diagnóstico de peligros geológicos en territorios susceptibles a movimientos en masa, inundaciones u otros peligros geológicos asociados a eventos hidroclimáticos, sísmicos, de reactivación de fallas geológicas o asociados a actividad volcánica. Mediante esta asistencia técnica el INGEMMET proporciona un informe técnico que incluye resultados de la evaluación geológica-geodinámica realizada; así como, recomendaciones pertinentes para la mitigación y prevención de fenómenos activos o la generación de desastres futuros en el marco del Sistema de Gestión de Riesgo de Desastres.

El alcalde de la Municipalidad Distrital de Chirinos, Nelson Quiñonez Guerrero, mediante Oficio N°085-2019-MDCH/A, con fecha 28 de marzo del año en curso solicitó a nuestra institución una evaluación técnica de peligros geológicos en el caserío Cunia.

El INGEMMET, por intermedio de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico comisionó al profesional Dulio Gómez Velásquez, especialista en gestión de riesgo geológico, para realizar la evaluación técnica, en el sector previamente mencionado, el cual se realizó el 31 de marzo del presente año, previa coordinación con las autoridades locales.

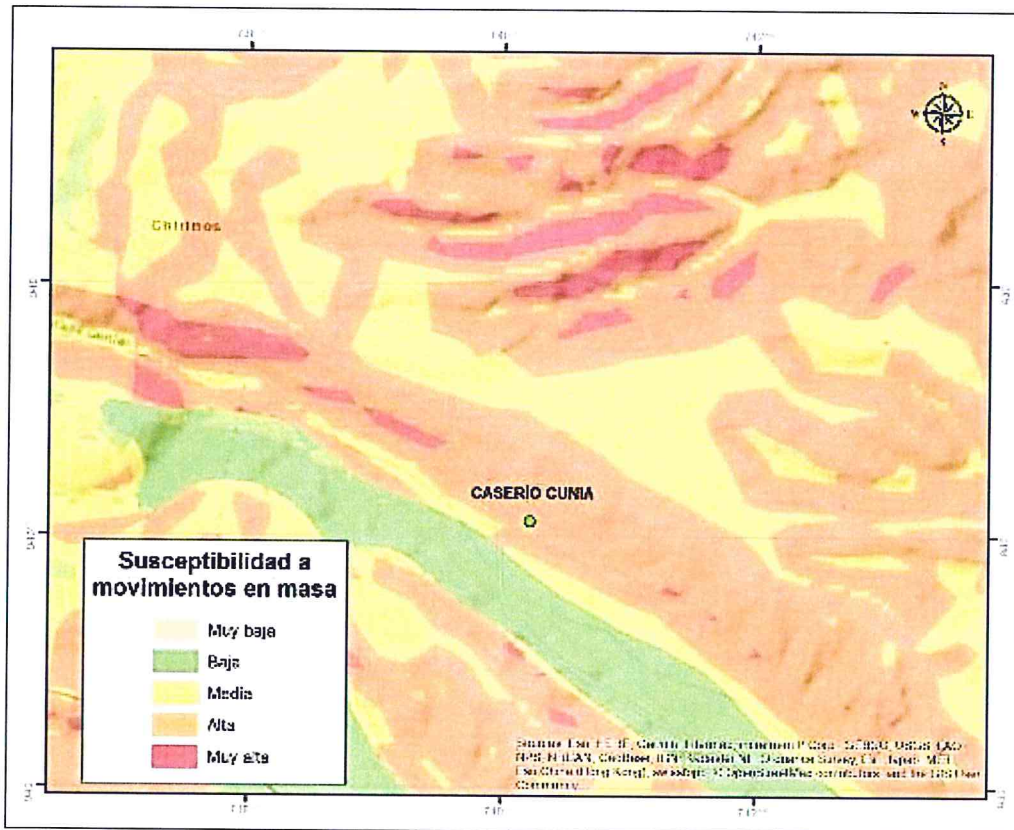
La evaluación técnica, se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anterior realizados por el Ingemmet, la interpretación de imágenes satelitales, preparación de mapas para trabajos de campo, toma de datos en campo(fotografía y GPS), cartografiado y redacción de informe preliminar

Este informe se pone en consideración del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, autoridades 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.

#### 1.1 ANTECEDENTES Y TRABAJOS PREVIOS

Se pueden mencionar algunos trabajos anteriores efectuados en la zona; entre los principales tenemos:

- a) Estudio de riesgos geológicos de la región Cajamarca, elaborado por el INGEMMET – 2011, realiza el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, donde se determina que el caserío Cunia, se ubica en una zona de Alto grado de susceptibilidad a peligros de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión de ladera (Figura 1).



**Figura 1.** En el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de la región Cajamarca se observa que el caserío Cunia, se ubica en una zona de Alto grado de susceptibilidad a peligros de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión de ladera (INGEMMET, 2011).

## 1.2. Objetivos

El objetivo de la presente evaluación técnica es:

- Identificar y tipificar los peligros geológicos por movimientos en masa, que afectaron el caserío Cunia, obras de infraestructura, terrenos de cultivo y vías de comunicación; así como las causas de su ocurrencia.
- Emitir las conclusiones y recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación del riesgo.

## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1. Ubicación y accesibilidad

El caserío Cunia, se ubica en la margen izquierda de la quebrada del mismo nombre, el área evaluada se encuentra comprendida entre las coordenadas UTM WGS84 9406383 – 9403578 Norte y 737576 – 743769 Este, a una altitud promedio de 730 msnm.

El acceso a la zona de estudio se realiza de la siguiente manera:

Tramo		Km	Tipo de vía	Duración (h)
Lima	Cajamarca	873	Asfaltada	14:17
Cajamarca	Jaen	324	Asfaltada	7:53
Jaen	Cunia	50.6	Asfaltada	1:00

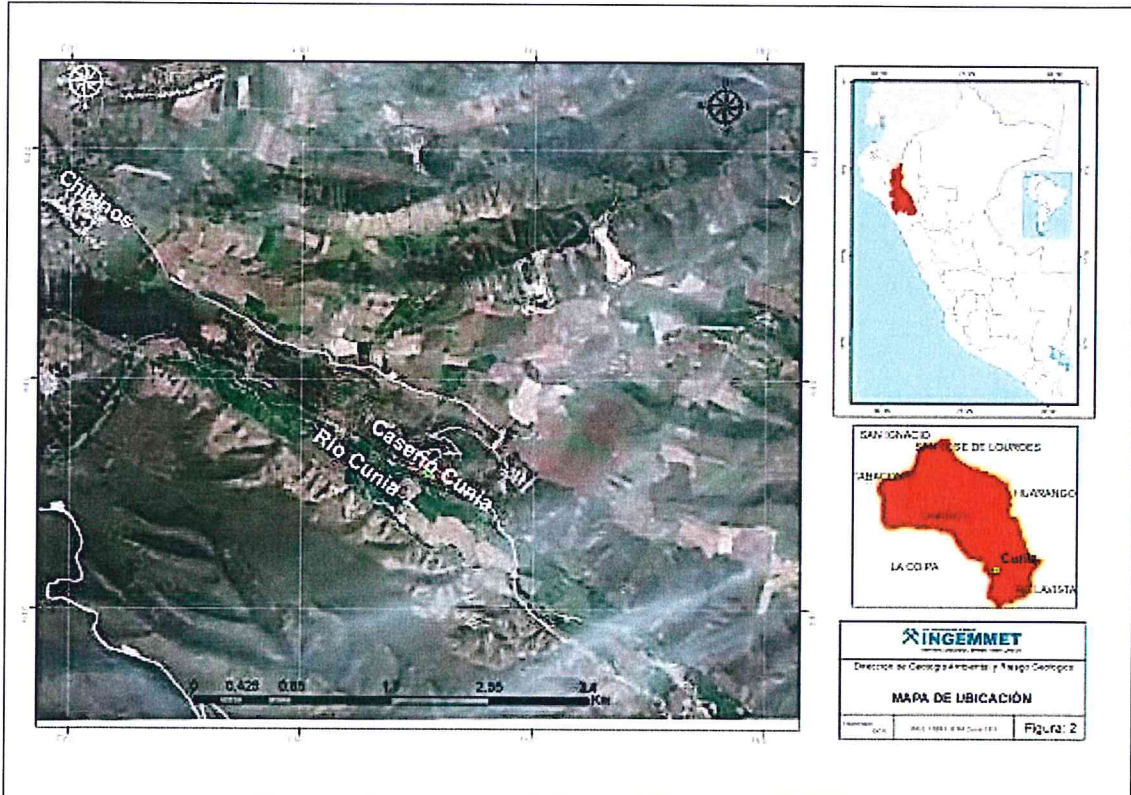


Figura 2. Mapa de ubicación de la zona de estudio.

El distrito de Chirinos, presenta un clima del tipo muy lluvioso, cálido, muy húmedo, con invierno seco y abundante precipitación durante todo el año, permanentemente húmedo por la alta concentración de vapor de agua en la atmosfera (Senamhi, 2015)

### 3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

La zona está constituida geomorfológicamente por montañas en roca sedimentaria, vertientes coluvio-deluviales y terrazas aluviales. Las pendientes son variadas, variando desde pendiente suave ( $1^{\circ}$ -  $5^{\circ}$ ) volviéndose escarpados ( $25^{\circ}$ - $45^{\circ}$ ) en sus inmediaciones (Figuras 3 y 4).

#### 3.1. Pendiente del terreno

Uno de los aspectos importantes en la clasificación de unidades geomorfológicas, además del relieve, es la pendiente de los terrenos. La pendiente es uno de los principales factores dinámicos y particularmente de los movimientos en masa, ya que determina la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002); importante en la evaluación de procesos de movimientos en masa como factor condicionante.

En la zona de estudio, las laderas de los cerros tienen moderada pendiente, comprendidas entre 25° a 45°. Esto facilita el escurrimiento superficial de los materiales sueltos dispuestos en las laderas.

Por ello es propenso, considerando solo el factor pendiente, que ocurran movimientos en masa en laderas de montañas (deslizamientos) como cauces de quebradas (huaicos), porque facilita el escurrimiento superficial debido al fácil acarreo de material suelto en las laderas como cauces, respectivamente.

En el caso de las inundaciones y erosión fluvial, además de influir otros factores netamente geomorfológicos y dinámicos, los terrenos de suave pendiente son propensos a estos eventos.

## **3.2. Unidades geomorfológicas**

### **3.2.1. Montañas en roca sedimentaria**

Corresponde a afloramientos de rocas sedimentarias afectados por procesos tectónicos y erosivos conformados por conglomerados, areniscas de grano fino a grueso de color rojizo abigarradas. Presentan laderas disectadas de pendiente media a fuerte. Se observa hacia la margen derecha del río Cunia.

### **3.2.2. Colinas en rocas volcano-sedimentaria**

Se trata de un relieve relativamente elevado menor a 300 m, formado por tobas gris blanquecinas, presenta laderas disectada de pendiente fuerte entre 25° a 45°, se observa hacia el oeste de la zona de estudio.

### **3.2.3. Colinas en rocas sedimentaria**

Amplia zona de distribución en la zona de estudio. Se trata de un relieve relativamente elevado formado por conglomerados, areniscas de grano fino a grueso de color rojizo, presenta laderas afectadas por procesos de denudación de pendiente fuerte entre 25° a 45°, se observa en la parte céntrica de la zona de estudio.

### **3.2.4. Vertiente de deslizamiento**

Corresponde a las acumulaciones de ladera originadas por procesos de movimientos en masa antiguos y recientes, que pueden ser del tipo deslizamientos, avalancha de rocas y/o movimientos complejos, ocasionado por la acción gravitacional, condiciones de la pendiente, calidad del terreno y algún agente detonante. Su morfología es usualmente convexa y su disposición semicircular a elongada en relación a la zona de arranque o despegue del movimiento en masa. Involucran ciertas áreas más o menos extensas debido a condiciones que favorecen a este dinamismo en la zona de estudio.

Se observa zonas importantes debido a la recurrencia de estos eventos, se tiene ejemplos en la margen izquierda del río Cunia, como también ocurre en las quebradas Misquihuaico, México entre otros.

### **3.2.5. Vertiente deluvial**

Relieve formado por la acumulación de material deluvial, conformado por capas de suelo fino y arcillas arenosas con inclusiones de fragmentos rocosos pequeños a medianos, que se depositan y cubren las laderas de los cerros con taludes suaves a moderados; estos depósitos han sido removidos por la

escorrentía formada por precipitaciones pluviales, la cual no se encuentra encauzada o ha sido transportada por torrentes de corto recorrido. Los principales agentes formadores son los procesos de erosión de suelos, la gravedad, las lluvias y el viento.

### 3.2.6. Terraza aluvial

Terrenos llanos que se encuentran dispuestos a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río., principalmente de carácter estacionarios. Litológicamente está compuesta por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.), que son transportados por la corriente del río Cunia, se depositan formando terrazas bajas en ambas márgenes. Son consideradas susceptible a inundaciones en periodos de lluvias excepcionales.



Figura 3. Se observa unidades geomorfológicas en los alrededores del caserío Cunia: Colinas en roca sedimentaria(RC-rs); Vertiente de deslizamiento (V-dd); Vertiente deluvial (V-de) y Terraza aluvial (T-al)

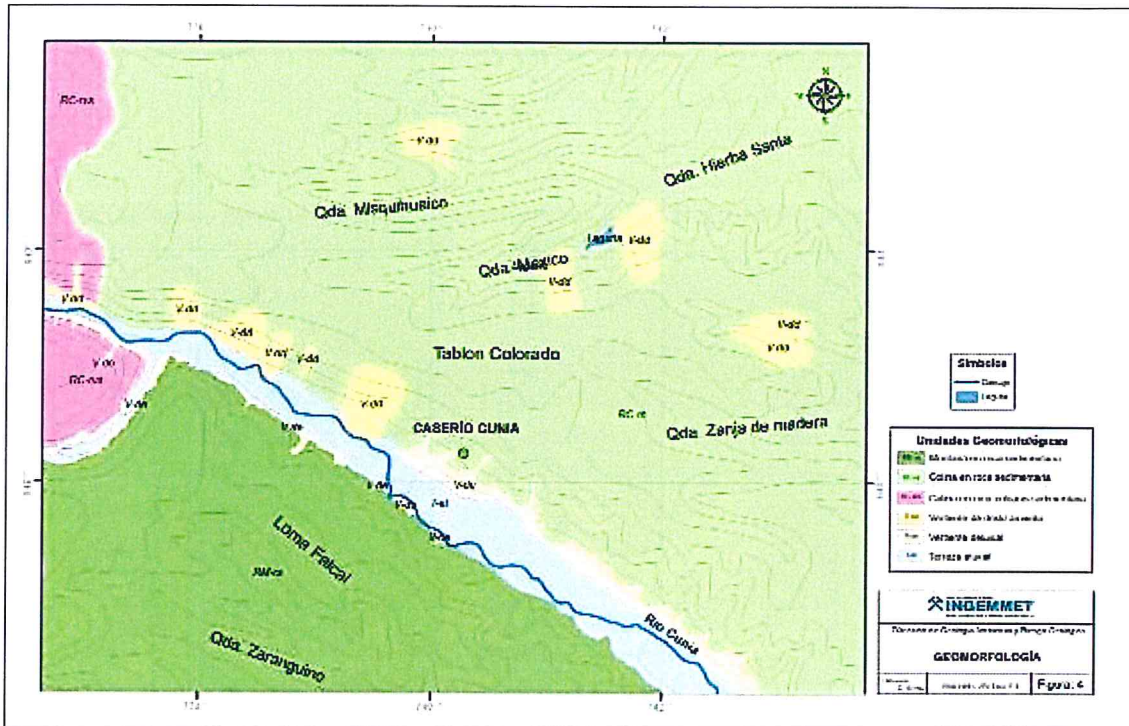


Figura 4. Se observa la clasificación de las unidades geomorfológicas del caserío Cunia y alrededores.

#### 4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Las rocas que afloran en la zona están constituidas por unidades litoestratigráficas con edades que van del Mesozoico como la Formación Oyotún al Cenozoico como las formaciones Bellavista y Tamborapa, (De La Cruz, 2005) y depósitos aluviales (Figuras 5 y 6), los cuales se describe a continuación

##### 4.1. Formación Oyotún

Aflora en los alrededores del poblado Chirinos. Está compuesta principalmente por tobas gris blanquecinas, brechas de naturaleza andesítica, lavas andesíticas afíricas de color gris azulados a verde oscuro (De La Cruz, 2005). Esta unidad se presenta meteorizada, fracturada de calidad geotécnica media.

##### 4.2. Formación Bellavista

Según De La Cruz (1985), aflora secuencias fluvial de areniscas de grano fino a grueso de color rojizo, intercaladas con limolitas rojizas, aflora Esta unidad se presenta intemperizada susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa.

##### 4.3. Formación Tamborapa

Según De La Cruz (1985), aflora conglomerados , areniscas conglomerádicas intercaladas con arcillitas abigarradas, se aprecia en los alrededores del Tablón Colorado. Esta unidad se presenta meteorizada y es susceptible a la ocurrencia de peligros geológicos de tipo: deslizamientos, derrumbes y erosión de ladera.

##### 4.4. Depósitos aluviales

Estos depósitos están constituidos por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.), que son transportados por la corriente del río Cunia, estos depósitos se encuentran distribuidos en el fondo de los valles o



quebradas principales, la mayoría de estos alcanzan el nivel freático (De La Cruz, 1985).

En la zona de estudio, se identificó importantes depósitos aluviales, en donde se han asentado poblados y utilizados como terrenos de cultivo.



Figura 5. Se observa afloramiento de depósito consolidado, formado por conglomerados polimícticos subredondeados con clastos de 2.5 a 30 cm de diámetro en matriz limo arcilloso de la Formación Tamborapa.

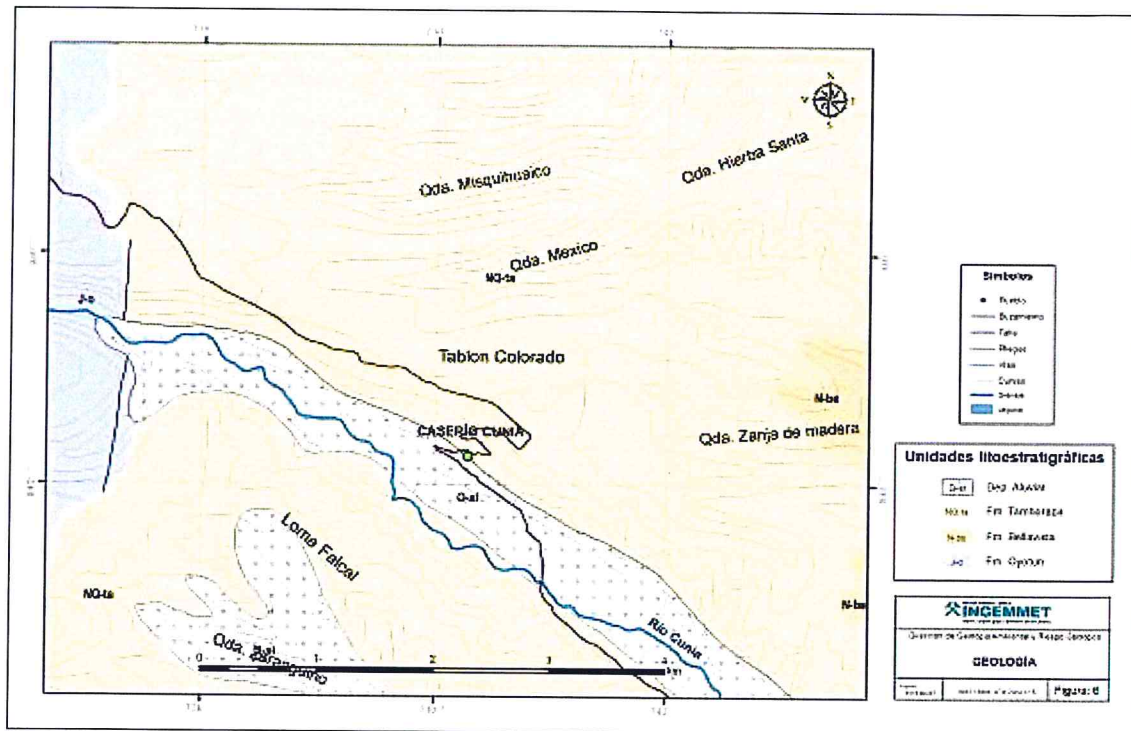


Figura 6. Se presenta la geología del caserío Cunia y alrededores (INGEMMET, 2005).

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

La zona de estudio, presenta una ladera de colinas en roca sedimentaria de pendiente fuerte ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ), disectadas que forman quebradas y valles. Litológicamente conformado por conglomerados, areniscas conglomeradicas intercaladas con arcillitas abigarradas (Fm. Tamborapa).

Se observa eventos de movimientos en masa antiguos y recientes, de tipo: deslizamientos, derrumbes y erosión de ladera en ambas márgenes del valle Cunia, que se reactivan con la presencia de lluvias intensas y/o excepcionales (Figura 9).

La ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa en los alrededores del caserío Cunia fue condicionado por:

### Factores de sitio

- Naturaleza de suelo incompetente.
- Substrato formado por conglomerados consolidados. De calidad geotécnica mala.
- Depósitos de eventos antiguos como derrumbes y deslizamientos susceptibles de remoción.
- Pendiente de las laderas, comprendidas entre  $25^\circ$  a  $45^\circ$ , consideradas como laderas inestables, susceptible a la ocurrencia de deslizamientos o derrumbes.
- Presenta sectores surgencias de agua y también forman acumulaciones (oconales).
- Escasez de vegetación.

### Factores antrópicos

- Cortes en el pie de la ladera.

- b) La deforestación indiscriminada de laderas. Debido al crecimiento poblacional, origina la búsqueda de terrenos para desarrollar como zonas de expansión urbana o el uso como terrenos de cultivo.
- c) Ocupación inadecuada del suelo por el hombre hacia zonas susceptibles (expansión urbana).
- d) Uso inadecuado de las aguas de escorrentía.
- e) Mal sistema de riego (inundación y gravedad)

El detonante principal las precipitaciones pluviales intensas y/o excepcionales, presentadas entre los meses diciembre a marzo.

A continuación se describe la geodinámica en cada sector evaluado:

### 5.1. Deslizamientos y erosión de laderas

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 (PMA, 2007). En la zona se observan deslizamientos de tipo **rotacional** (PMA, 2007) y **traslacional** (Cruden & Varnes, 1996), como se observa en la Figura 7.

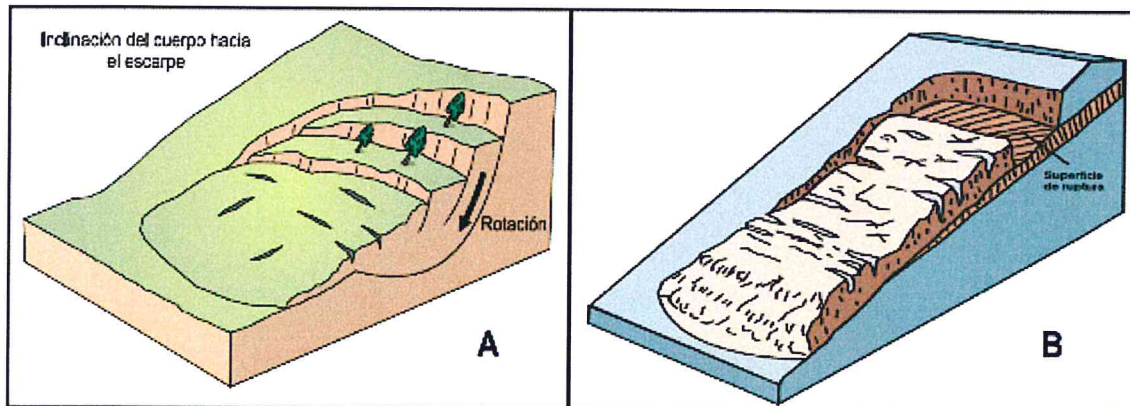


Figura 7. A. Esquema de deslizamiento rotacional (PMA, 2007) B. Esquema de deslizamiento traslacional (USGS, 2004).

Las **cárcavas** (Figura 8) son pequeños valles de paredes verticales y cabeceras verticalizadas y perfiles longitudinales de pendiente elevada, que transmiten flujos efímeros y están sujetos a una intensa erosión hídrica (Lucía *et al.*, 2008), además de a la ocurrencia de movimientos en masa como flujos, derrumbes y deslizamientos.

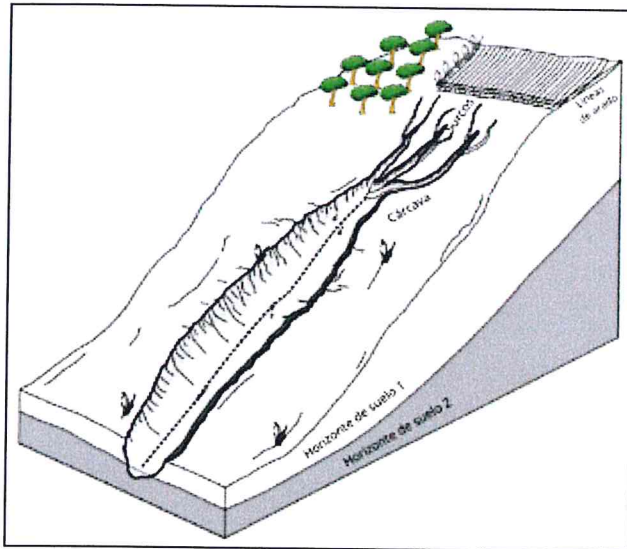
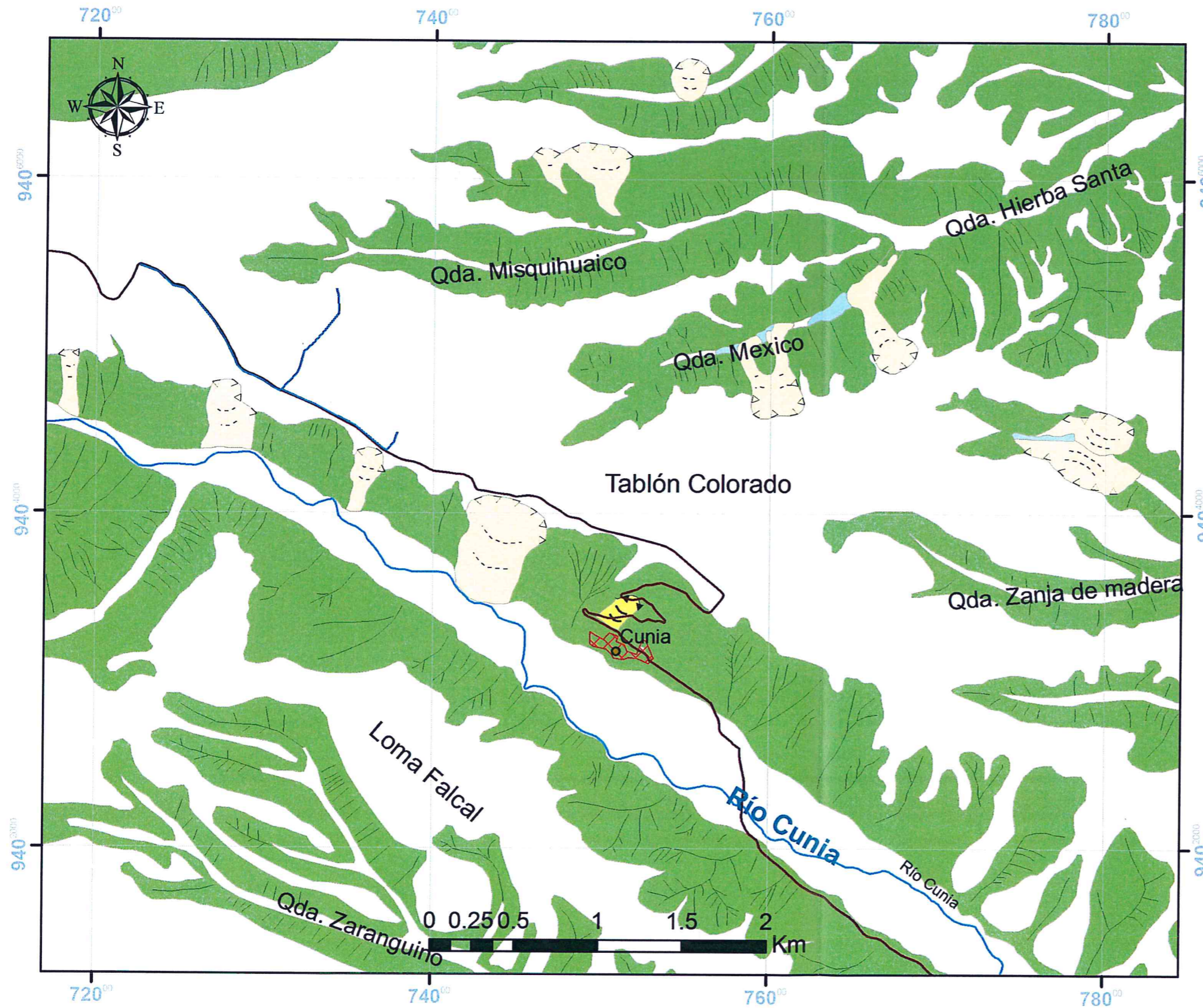


Figura 8. Esquema de cárcavas formadas por profundización en surcos. Tomado y modificado de (Shruthi *et al.*, 2011)



**Símbolos**

- Via asfaltada
- Drenaje
- Zona Urbana
- Laguna
- Canal de regadío

**Peligros geológicos**

- Deslizamiento ocurrido el mes de marzo 2018
- Deslizamiento antiguo
- Erosión de ladera (surco y carcava)

SECTOR ENERGÍA Y MINAS  
**INGEMMET**  
 INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

**MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS**

Elaborado: D. Gomez      WGS 19894, UTM Zona 17 S      Figura: 9

### Dinámica del deslizamiento ocurrido el año 1999

Según versiones de los moradores, en el año 1999, se generó un peligro por movimiento en masa de tipo: deslizamiento, en la margen izquierda del río Cunia en la coordenada UTM 737856 Este – 94054663 Norte afectando solo terrenos de cultivo.

Este evento presentó las siguientes características:

- Escarpe principal 320 m,
- Salto vertical 20 m,
- Longitud del escarpe principal al pie de la masa desplazada 390 m
- Ancho de la masa desplazada 160 m.
- Volumen aproximado de masa desplazada 1'500,000 m<sup>3</sup>.
- Velocidad de la masa desplazada lento

El evento se generó en la ladera de colina de roca sedimentaria con pendiente fuerte de 25° a 45°, formada por conglomerados consolidados, también se generan otro tipo de peligros geológicos como erosión de ladera y derrumbes (Figura 10)



Figura 10. Imagen del Google Earth donde se observa el peligro geológico por movimientos en masa de tipo deslizamiento (coordena UTM WGS84 737856 Este – 94054663 Norte), ocurrido en el año 1999,

### Dinámica del deslizamiento ocurrido en el año 2002

En el año 2002, según versiones de los pobladores, se generó movimientos en masa de tipo: deslizamiento, este evento se ubica en la coordena UTM 738690 Este – 9405166 Norte. Afectando solo terrenos de cultivo.

Este evento presentó las siguientes características:

- Escarpe principal 212 m,
- Salto vertical 10 m,
- Longitud del escarpe principal al pie de la masa desplazada 420 m
- Ancho de la masa desplazada 75 m.

- Volumen aproximado de masa desplazada 561,210 m<sup>3</sup>.
- Velocidad de masa desplazada lento

El evento se generó en la ladera de colina de roca sedimentaria de pendiente fuerte de 25° a 45°, formada por conglomerados consolidados, de escasa cobertura vegetal, por encima del escarpe principal para canal de regadío en mal estado con 20 años de construido, en la cresta de la colina es aprovechada para cultivo de arroz (Figura 11).



Figura 11. Imagen del Google Earth donde se observa el peligro geológico por movimientos en masa de tipo deslizamiento, ubicado en la coordena UTM WGS84 738690 Este – 9405166 Norte, ocurrido en el año 2002

#### Dinámica del deslizamiento ocurrido en el año 2005

En el año 2005, según versión de los pobladores, se generó movimientos en masa de tipo: deslizamiento, el evento se ubica en la coordena UTM 739508 Este – 9404807 Norte.

Este evento presentó las siguientes características:

- Escarpe principal 595 m,
- Salto vertical 20 m,
- Longitud del escarpe principal al pie de la masa desplazada 620 m
- Ancho de la masa desplazada 370 m.
- Volumen aproximado de masa desplazada 4'683,840 m<sup>3</sup>.
- Velocidad de masa desplazada lento

El evento se genera en la ladera de colina de roca sedimentaria, con pendiente fuerte de 25° a 45°, la zona presenta unidad geológica formada por conglomerados consolidados, también se observa escasa cobertura vegetal, en la creta de la colida denominada Tablón Colorado se utilizan los terreno para cultivo de arroz, El sector también es afectado por otro tipo de peligros geológicos como erosión de ladera y derrumbes (Figura 12)

Este peligro por movimiento en masa dejó una vivienda destruida y afectó otra vivienda más terrenos de cultivo, al pie del talud afectó tramo de carretera que conecta los poblados de Cunia y Chirinos.



Figura 12. Imagen del Google Earth donde se observa peligro por movimientos en masa de tipo: deslizamiento, ubicado en la coordena UTM WGS84 739508 Este – 9404807 Norte, ocurrido en el año 2005.

#### Dinámica de los deslizamiento ocurridos en la quebrada México

Según interpretación usando imágenes Google Earth año 2017, en la quebrada México ubicada entre las coordenadas UTM WGS84 Este 740872 – 742099 y Norte 9406270 - 9405570, se identificó dos eventos de tipo deslizamiento.

Estos eventos presentan las siguientes características (Figura 12):

#### **Deslizamiento A:** Inicio de evento 2013

- Escarpe principal 490 m,
- Salto vertical 30 m,
- Longitud del escarpe principal al pie de la masa desplazada 579 m
- Ancho de la masa desplazada 125 m.
- Área del evento 103,006 m<sup>2</sup>
- Volumen aproximado de masa desplazada 3'090,180 m<sup>3</sup>.
- Velocidad de masa desplazada muy lento
- Área del agua embalsada: 18,435 m<sup>2</sup>
- Volumen de agua acumulada: 36,870 m<sup>3</sup>



**Deslizamiento B:** inicio de evento 2012

- Escarpe principal 490 m,
- Salto vertical 30 m,
- Longitud del escarpe principal al pie de la masa desplazada 579 m
- Ancho de la masa desplazada 250 m.
- Área del evento 114,260 m<sup>2</sup>
- Volumen aproximado de masa desplazada 3'427,800 m<sup>3</sup>.
- Velocidad de masa desplazada muy lento
- Área del agua embalsada: 6,500 m<sup>2</sup>
- Volumen de agua acumulada: 13,000 m<sup>3</sup>

El evento se generó en la ladera de colina de roca sedimentaria, con pendiente fuerte de 25° a 45°, la zona presenta unidad geológica formada por conglomerados consolidados, también se observa escasa cobertura vegetal, en la cresta de la colina denominada Tablón Colorado se utilizan los terrenos para cultivo, donde el riego es por inundación (Figura 13)

Este peligro por movimiento en masa solo afecta terrenos de cultivo.

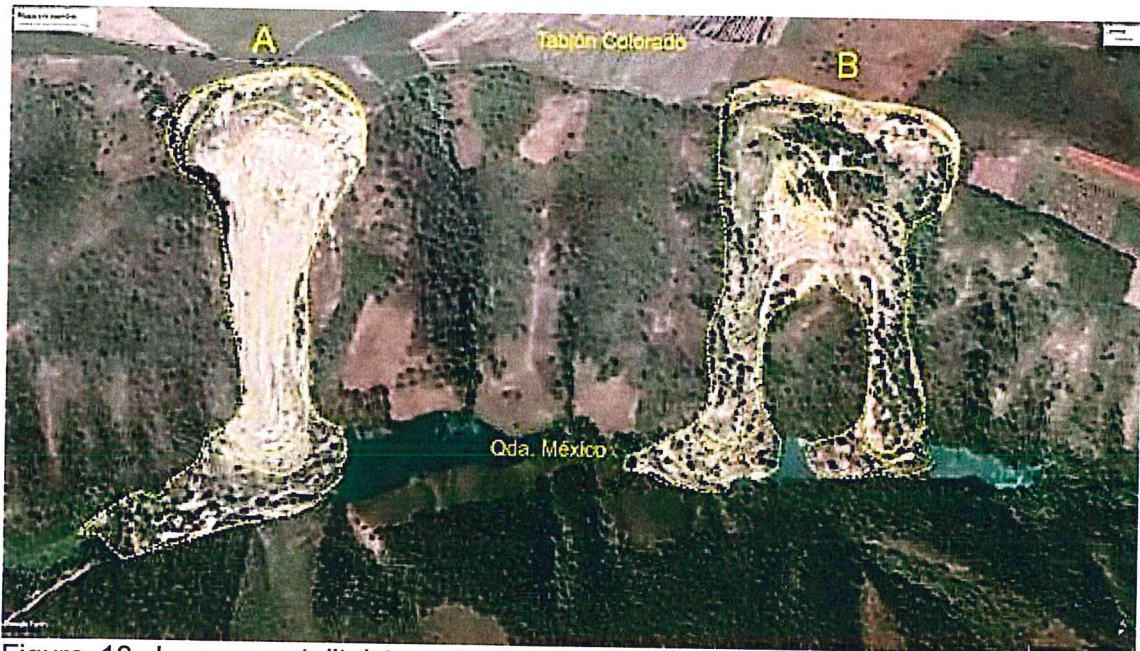


Figura 13. Imagen satelital tomado de Google Earth año 2017, se observa peligro geológico por movimientos en masa de tipo deslizamiento, estos se ubican entre las coordenadas UTM Este 740872 – 742099 y Norte 9406270 – 9405570.

**Dinámica de los deslizamientos ocurridos en la quebrada Zanja de Madera**

Según interpretación usando imágenes Google Earth año 2017, La quebrada Zanja de Madera ubicada entre las coordenadas UTM WGS 84 Este 742568 – 743391 y Norte 9405582 - 9404940, se identificó dos eventos de tipo deslizamiento.

Los eventos presenta las siguientes características (Figura 14):

**Deslizamiento A:**

- Escarpe principal 617 m.
- Salto vertical 10 a 15 m.

Los eventos presenta las siguientes características (Figura 15):

**Deslizamiento A:**

- Escarpe principal 421 m
- Salto vertical 5 a 10 m
- Longitud del escarpe principal al pie de la masa desplazada 442 m
- Ancho de la masa desplazada 298 m
- Área afectada 93,907 m<sup>2</sup>
- Velocidad de masa desplazada lento

**Deslizamiento B:**

- Escarpe principal 247 m
- Salto vertical 5 a 10 m
- Longitud del escarpe principal al pie de la masa desplazada 266 m
- Ancho de la masa desplazada 196 m
- Área afectada 45,355 m<sup>2</sup>
- Velocidad de masa desplazada lento

El evento se generó en la margen izquierda de la quebrada Misquihuaico de pendiente fuerte de 25° a 45° , formada por conglomerados consolidados, también se observa escasa cobertura vegetal, en la cresta de la colina es aprovechado como terrenos de cultivo.

Este peligro por movimiento en masa solo afecta terrenos de cultivo.

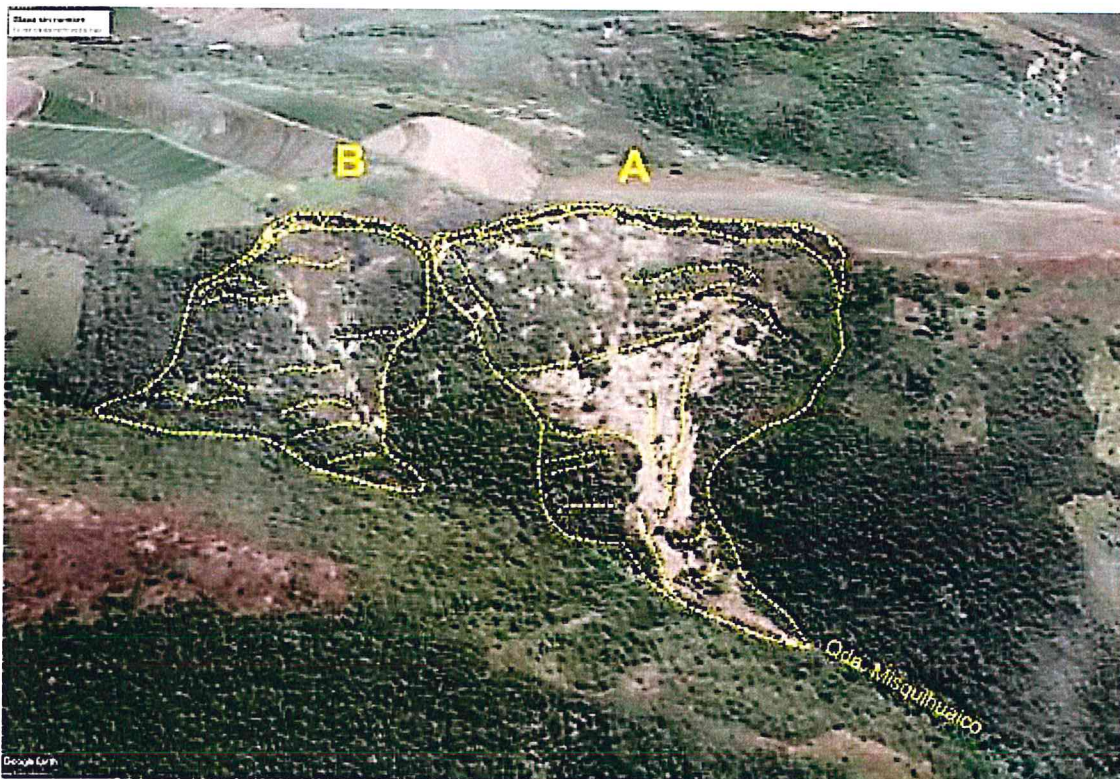


Figura 15. Imagen tomada de Google Earth año 2017, se observa movimientos en masa de tipo deslizamiento, estos se ubican entre las coordenadas UTM WGS84 Este 739624 – 740391 y Norte 9407137 - 9406638.

Dinámica de los deslizamiento de Cunia ocurrido el mes de marzo del año 2018

El deslizamiento ocurrido en talud superior de donde se asienta el caserío Cunia ubicado entre las coordenadas UTM WGS84 Este 740056 – 740422 y Norte 9404490 – 9401068, altura 643 msnm.

Según versión de los pobladores el evento da inicio el 23 de marzo del año 2018, observándose en el terreno, agrietamientos, movimiento de velocidad lento. Se presentan nuevos puntos de surgencias de agua, saturando el terreno que en sectores forman acumulaciones.

El sector presenta un morfología conformada por colinas sedimentarias con laderas de pendiente 25 a 45], conformada por conglomerados polimícticos de clastos gruesos, susceptibles a la ocurrencia de movimientos, estos detonados por la presencia de lluvias intensas y/o excepcionales.

Asimismo, se observa la intervención del hombre al realizar corte de talud dejando laderas inestables, el mal uso de sistema de riego (inundación), falta de control en el manejo de aguas de escorrentía en zonas vulnerables.

El evento presenta las siguientes características:

**Deslizamiento:**

- Escarpe principal 150 m
- Salto vertical 6 m
- Abertura 2 m
- Profundidad 3 m
- Longitud del escarpe principal al pie de la masa desplazada 198 m
- Ancho de la masa desplazada 100 m
- Área afectada 29,076 m<sup>2</sup>.
- Velocidad de masa desplazada lento.

Este peligro por movimiento en masa afectó 395 m, de tramo de carretera asfaltada Cunia-Chirinos, también terrenos de cultivo. De continuar el movimiento ladera abajo afectaría viviendas del caserío Cunia que se encuentra ubicados al pie del deslizamiento.



Figura 16. Deslizamiento en la parte alta del caserío Cunia, A) vista tomada con dirección sureste del escarpe principal B) vista tomada con dirección oeste de la misma.



Figura 17. Imagen tomada con Drone del caserío de Cunia, se observa viviendas expuestas al peligro por movimientos en masa de tipo: deslizamiento, ocurrido en marzo 2018.



Figura 18. Imagen del tramo de carretera asfaltada Cunia – Chirinos, afectada por movimientos en masa, ocurridos en marzo del año 2018

Erosión de ladera (surco y cárcavas) ambas márgenes de las diferentes quebradas

El valle del río Cunia en ambas márgenes, se observa que es susceptible a la ocurrencia de otros peligros geológicos de tipo erosión ladera (surco y cárcavas), el sector está condicionado por:

- a) Laderas de pendiente fuerte ( $25^\circ$  a  $45^\circ$ ) y al fondo de valle  $<10^\circ$
- b) Unidad litológica formado por conglomerados polimícticos de grano grueso subredondeado consolidado, en matriz limoarcillosa.
- c) Escasa cobertura vegetal, muchos sectores con zonas antropizadas

La erosión es un proceso natural, la acción del hombre puede intensificarla y provocar daños graves. Si el "ser humano" quita la capa vegetal o produce la deforestación del suelo, expone con más facilidad a la superficie al accionar del viento y de la lluvia, lo que les quitará su "potencial" fértil y por ende su "capacidad" productiva (Figura 18).



Figura 19. Ladera en la margen izquierda del río Cunia se observa erosión de ladera (surcos y cárcavas), de pendiente fuerte  $25^\circ$  a  $45^\circ$ .

Condiciones de estabilidad de la ladera

En las laderas de las quebradas se observa movimientos en masa de tipo deslizamientos, derrumbes y erosión de ladera (surcos y cárcavas), eventos antiguos y algunos con reactivaciones, que alimentan con material suelto los fondos de quebradas, que luego pueden convertirse en flujos de detritos (huaico).

Como se muestra en el mapa de peligros (Figura 9) los deslizamientos ocurridos en las quebradas México y Zanja de madera forman presas naturales ocasionando acumulación de agua, estos en periodo de lluvias intensas y/o excepcionales, debido a la cantidad de agua acumulada estos podrían desembalsar hasta recorrer grandes distancias, afectando los caseríos ubicados aguas abajo de las quebradas en mención.

Las zonas altas de las colinas son utilizadas como terrenos de cultivo donde siembran arroz, este tipo de cultivo utilizan un sistema de riego por inundación y gravedad lo que ocasiona que las aguas se infiltren en el terreno y ocasionen surgencias de agua en la ladera, debilitando los taludes y ocasionando movimientos en masa.

Se tienen las condiciones geológicas inestables como roca de mala calidad, pendiente de la laderas y material susceptible a ser removido; a esto hay que aumentarle las condiciones climáticas (lluvias intensas). Por lo tanto, es muy probable que se generen nuevamente eventos similares a los ocurrido recientemente.

## CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

- 1) La unidad geológica del sector está formado por conglomerados polimícticos de grano grueso subredondeado consolidado de la Formación Tamborapa, se comporta como una roca de mala calidad; es por ello, que se presentan la mayor cantidad de movimientos en masa, deslizamientos, derrumbes, flujos y erosión de ladera.
- 2) La deforestación, es un factor importante que ha influenciado en la aceleración de los peligros geológicos de movimientos en masa. La ocupación inadecuada por el hombre debido al crecimiento poblacional sin ninguna planificación.
- 3) Los movimientos en masa producidos en el caserío Cunia, han afectado: terrenos de cultivo, viviendas, tramo de carretera asfaltada.
- 4) El caserío de Cunia, por estar amenazado frecuentemente por movimientos en masa como deslizamientos, huaicos y erosión de ladera, se considera como un zona crítica y de peligro inminente ante lluvias y sismo.
- 5) El factor desencadenante para los peligros mencionados, están relacionadas a las intensas precipitaciones pluviales estacionales y/o excepcionales que ocurren entre los meses de diciembre a abril. Como el mal manejo del sistema de riego que ocasiona la saturación del terreno.
- 6) Realizar un programa integral de forestación, con plantas nativas, evitar la quema indiscriminada de la cobertura vegetal, en laderas inestables.
- 7) Cambiar el tipo de sembrío en las partes altas de la colina sedimentaria (sector Tablón Colorado), con productos que requieran un sistema de riego controlado (por aspersión o goteo).
- 8) Realizar mantenimiento o construir nuevos canales de regadío para que la pérdida de agua sea mínimo, con la finalidad de evitar la infiltración al subsuelo.
- 9) Implementar un sistema de drenaje para evacuar las aguas de escorrentía superficial y deben ser derivadas a canales, también hacer un mantenimiento después de cada periodo de lluvias.
- 10) Reubicar temporalmente las viviendas ubicadas al pie del deslizamiento, mientras no se realicen los trabajos de mitigación como los antes mencionados y entre otros que contribuyan a la estabilidad.
- 11) De continuar los movimientos en la parte alta del caserío Cunia, se debe reubicar definitivamente la viviendas expuestas al peligro.
- 12) Establecer sistemas de alerta temprana.

## REFERENCIAS

- De La Cruz, J., (1985). - Geología de los cuadrángulos de Rio Santa Águeda, San Ignacio y Aramago. Boletín N° 57 Serie A: Carta Geológica Nacional. (Hojas 10f, 11f y 11g). INGEMMET. Lima.
- Zavala Carrión, B. & Rosado Seminario, M. (2011) Riesgo geológico en la región Cajamarca Boletín N° 44 Serie C: Geodinámica e ingeniería geológica. INGEMMET – Lima.
- Zabala Carrión, B. & Barrantes, R. (2007) Zonas críticas por Peligros Geológicos y Geohidrológicos en la región Cajamarca, Informe Técnico Geología Ambiental y Riesgo Geológico – INGEMMET. Primer reporte.
- Proyecto Multinacional Andino, Geociencias para las Comunidades Andinas, PMA: GCA (2007). Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas, 404p.
- Cruden, D. M., Varnes, D. J., (1996). Landslide types en processes, en Turner, K., y Schuster, R. L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C, national Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, p. 36-75.
- Shruthi, R.B.V.; Kerle, N.; Jetten, V (2011). Object-based gully feature extraction using high spatial resolutionimagery. Geomorphology 2011,134, 260–268.
- Mapa climático del Perú: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=mapa-climatico-del-peru>