

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A7082**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR CUETEURCO

Región Amazonas  
Provincia Chachapoyas  
Distrito Cheto



## CONTENIDO

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	2
3. ANTECEDENTES .....	2
4. GENERALIDADES .....	4
4.1. UBICACIÓN .....	4
4.2. ACCESIBILIDAD.....	4
4.3. CLIMA Y VEGETACIÓN.....	7
5. ASPECTOS GEOLÓGICOS .....	7
5.1. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS.....	9
5.1.1 Afloramientos Rocosos .....	9
5.1.2. Depósitos Cuaternarios.....	9
6. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	11
6.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y DENUDACIONAL	122
6.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEPOSICIONAL O AGRADACIONAL....	122
7. PELIGROS GEOLÓGICOS .....	133
7.1. CONCEPTOS BÁSICOS.....	133
7.2 DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR CUETEURCO .....	155
7.2.1 Actividad del Deslizamiento.....	155
7.2.2 Características del Deslizamiento .....	188
7.2.3 Factores que influyen en la inestabilidad.....	211
7.3 OTROS FENÓMENOS ASOCIADOS .....	233
7.3.1 Flujo de detritos .....	233
7.3.2 Erosión de Laderas.....	244
CONCLUSIONES .....	266
RECOMENDACIONES.....	277
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	288

## RESUMEN

En el sector Cueteurco, distrito de Cheto, provincia de Chachapoyas y región Amazonas; se tienen problemas de inestabilidad a consecuencia de procesos de movimientos en masa, tipo deslizamientos, los cuales podrían afectar seriamente viviendas, carreteras, puentes, caminos y servicios básicos.

A fin de evaluar este tipo de peligro geológico, se realizó una inspección que consistió en la caracterización del peligro, determinar los factores condicionantes y desencadenantes en el sector Cueteurco.

Según información del INDECI, se tiene conocimiento que el deslizamiento más importante en los últimos años ocurrió el 10 de febrero del 2012, este deslizamiento se reactivó el 03 de mayo del 2015.

En el sector de Cueteurco, se encuentra asentado sobre un deslizamiento antiguo, con corona de forma semicircular de longitud 1.2 km y la altura entre la cabecera y el pie del deslizamiento es 100 m. Es preciso señalar que este evento presenta procesos de reactivación, después de haber permanecido sin movimiento por algún periodo de tiempo. Su ocurrencia, responde a la interacción entre factores naturales y antrópicos; entre los primeros cabe mencionar la morfología, pendiente del terreno, las condiciones litológicas, calidad de los suelos (arenosos), permeabilidad del terreno, lluvias intensas. En lo antrópico se tiene un inadecuado sistema de drenaje pluvial.

Finalmente puede concluir que el sector de Cueteurco se le considera **Zona Crítica de peligro muy alto**, que pueden ser desencadenados ante la ocurrencia de lluvias intensas o movimientos sísmicos.

## **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) y de su actividad de asistencia técnica, la evaluación de peligros geológicos y consideraciones geotécnicas a nivel nacional, a fin de contribuir en el proceso de gestión de riesgos de desastres y planificación territorial.

La Municipalidad Provincial de San Ignacio, mediante Oficio S/N, de fecha 22 de enero del 2020, solicitó al INGEMMET la asistencia y evaluación técnica del peligro geológico en el sector Cueteurco, distrito de Cheto, provincia de Chachapoyas, región Amazonas. Para lo cual, se designa a los ingenieros Luis León y Cristhian Chiroque la realización de dicha inspección.

Para realizar la inspección in situ de la zona afectada, se efectuaron coordinaciones con la Alcaldesa del distrito de Cheto, el trabajo de campo se realizó el día 11 de febrero del 2020.

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, así como la redacción del informe final.

El presente informe técnico se pone a disposición de la Municipalidad Distrital de Cheto, el Gobierno Regional de Amazonas, el Instituto Nacional de Defensa Civil-INDECI, autoridades locales y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción del riesgo.

## **2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar los peligros geológicos en el sector Cueteurco, distrito de Cheto, provincia de Chachapoyas, región Amazonas.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar la cartografía geodinámica de peligros geológicos en la zona afectada.
- Determinar los factores condicionantes y desencadenantes.
- Formular recomendaciones y acciones de prevención y/o mitigación ante los peligros identificados.

## **3. ANTECEDENTES**

A escala local se dispone de los siguientes trabajos que se detallan a continuación:

- INDECI (2003), en su informe preliminar llamado “Deslizamiento en la localidad de

Cheto, distrito Cheto, provincia Chachapoyas, departamento Amazonas (00003893)” indica que el día 25 de febrero del 2003 sucedió un deslizamiento en la localidad de Cheto, que afectó la carretera Cheto - Huacapampa (14.5 Km) y la vía Nuevo Rondón y Quillamal (0.5 Km).

- Vásquez (2012), en su informe de Estimación de Riesgo a la localidad de Cheto, menciona que los deslizamientos se presentan a media ladera, en el cerro Cueteurco, donde se presenta un depósito de arena limosa inconsolidado, que está limitado en profundidad con estratos de arenisca. Asimismo, hace hincapié en que el área presenta susceptibilidad alta a la ocurrencia de deslizamientos seguidos de flujos de lodo como el ocurrido el 10 de febrero del 2012; fenómenos que pueden ser activados por fuertes precipitaciones o por movimientos sísmicos.
- INDECI (2012), en su informe preliminar denominado “Deslizamiento de tierras en Cheto, distrito cheto, de la provincia de Chachapoyas (00050471)” menciona que el día 10 de febrero del 2012, se produjo una emergencia por las lluvias intensas en el distrito de Cheto, causantes del desprendimiento de una parte del cerro Cueteurco, trasladando lodo y rocas afectando a gran parte de la población. También, producto de estas lluvias intensas, la carretera de Pipus-Cheto colapsó, dejándola intransitable.
- INDECI (2015), en su informe preliminar llamado “Deslizamiento de lodo y piedras (00071248)” en la localidad de Cheto, señala que el 03 de mayo del 2015, con las continuas y fuertes precipitaciones pluviales acaecidas en la zona se produjo el deslizamiento de tierras afectando principalmente caminos de acceso.
- Vásquez (2015), en su informe técnico denominado “Estudio geológico-geotécnico del proyecto: Construcción del drenaje pluvial y canalización para la localidad de Cheto, distrito de Cheto, provincia de Chachapoyas, región Amazonas”, menciona que la localidad de Cheto se ubica en un área con activa ocurrencia de fenómenos de remoción en masa y fenómenos hidrometeorológicos, tales como deslizamientos, flujos de barro y erosión hídrica, esto como resultado de las fuertes precipitaciones estacionales; siendo necesario la construcción de un sistema de drenaje superficial y subterráneo en la parte alta de la localidad (cerro Cueteurco).
- Vásquez (2019), en su informe técnico denominado “Estudio geológico – geotécnico y suelos para el expediente técnico del proyecto: Creación del servicio de protección contra inundaciones en la localidad de Cheto, distrito de Cheto – Provincia de Chachapoyas – Amazonas”, sostiene que la localidad de Cheto se asienta sobre núcleos de rocas sedimentarias del tipo areniscas cuarzosas y en superficie depósitos eluviales y coluviales de naturaleza arenosa y areno arcillosa, que presentan deslizamientos y desprendimientos de suelos y fragmentos de roca. Estos fenómenos no afectan a grandes áreas de las laderas, se presentan en forma esporádica, siendo el factor detonante la saturación del material por aguas pluviales, por lo tanto, este tipo de fenómenos de movimientos en masa tienen altas probabilidades de ocurrir en estación lluviosa. Además, indica que el material removido por lluvias persistentes puede ocasionar flujo de lodo y afectar a las viviendas de la localidad.

También, existen trabajos a nivel nacional ejecutados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) que se mencionan a continuación:

- Rodríguez *et al.*(2012) en el estudio denominado “Geología del Cuadrángulo de Chachapoyas, Hoja 13-h”, han dividido la estratigrafía de la zona en cinco ciclos: 1) Paleozoico inferior, conformado por la Formación Macno; 2) Paleozoico superior, conformado por el Grupo Ambo; 3) Pérmico-Jurásico inferior, conformado por los grupos Mitu y Pucará; 4) Jurásico medio - Cretácico, conformado por las formaciones Corontachaca y Sarayaquillo del Jurásico, los grupos Goyllarizquisga y Oriente del Cretácico inferior, y las formaciones Chúlec, Pulluycana, Chonta y Vivian del Cretácico medio-superior; y 5) Cenozoico, conformado por las formaciones Yahuarango e Inguilpata.
- Medina *et al.* (2009) en el estudio denominado “Riesgo Geológico en la Región Amazonas”, indican que la frecuencia de peligros en la región Amazonas caracterizada por variedad de climas, complejidad geológico-geomorfológica y sismicidad moderada está marcada por la ocurrencia de inundaciones, erosiones fluviales, movimientos en masa (huaicos, deslizamientos, derrumbes y aluviones) y sismos.

## 4. GENERALIDADES

### 4.1. UBICACIÓN

Geográficamente, el distrito de Cheto se localiza al este de la ciudad de Chachapoyas, en la margen izquierda del río Olía (tributario del río Sonche), a una altitud promedio de 2115 m s.n.m. y en las coordenadas UTM (WGS84 – 18 S) que se presentan la tabla 01.

Políticamente, la zona de estudio se localiza en el sector denominado Cueteurco, distrito de Cheto, provincia de Chachapoyas y región Amazonas. Su ubicación respecto a la ciudad de Chachapoyas se muestra en la figura 01.

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

Punto	Norte (m.)	Este(m.)
1	9 308 500	200 250
2	9 306 500	201 750
3	9 308 500	201 750
4	9 306 500	200 250

### 4.2. ACCESIBILIDAD

El acceso al distrito de Cheto por vía terrestre desde la ciudad de Chachapoyas, es a través de la carretera Rodríguez de Mendoza, siguiendo la ruta Chachapoyas-Cheto (Tabla 02).

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

<b>Ruta</b>	<b>Km</b>	<b>Tipo de vía</b>	<b>Tiempo</b>
Chachapoyas - Pipus - Cheto	37	Asfaltada	50 min

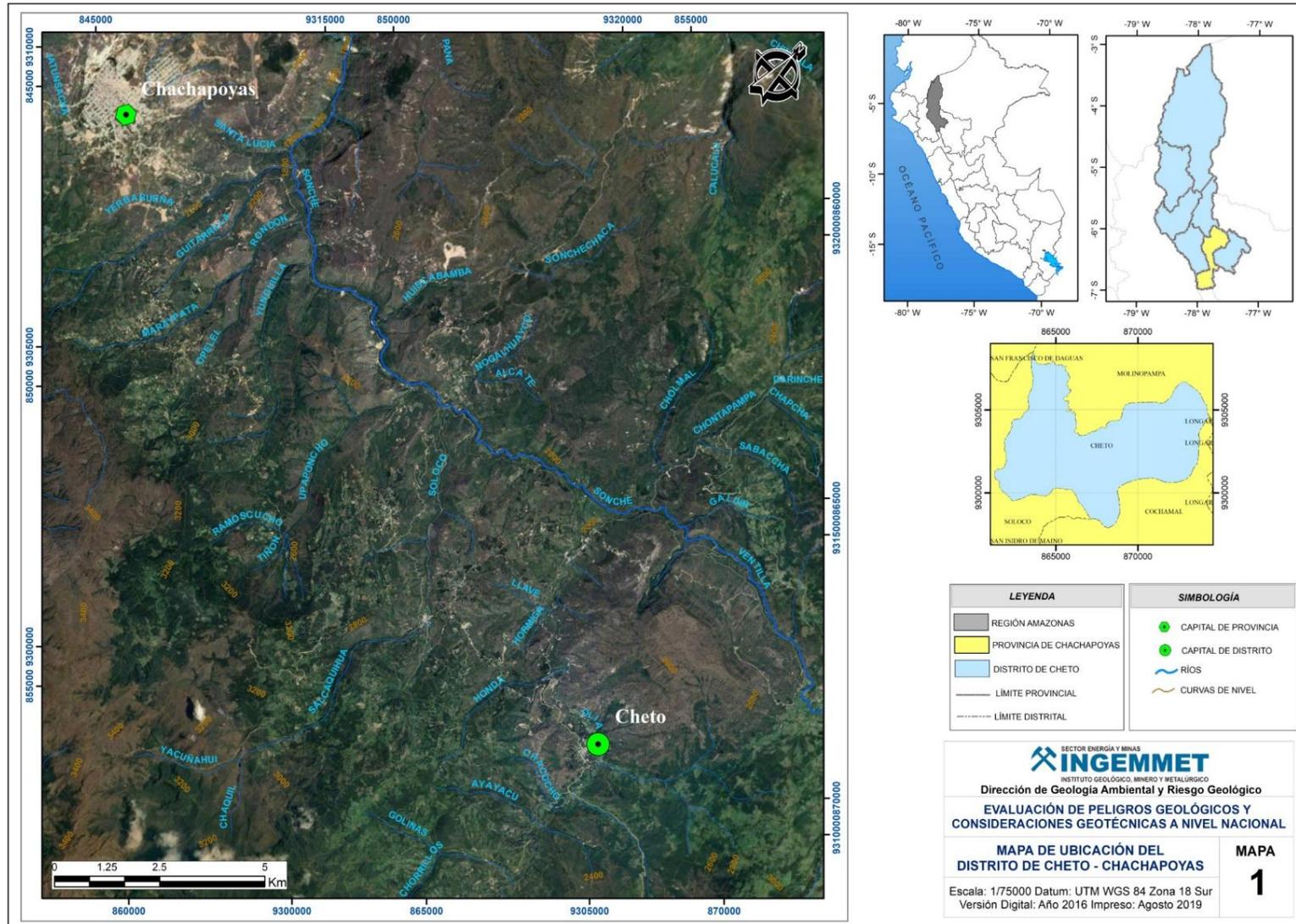


Figura 01: Ubicación del distrito de Cheto.

### **4.3. CLIMA Y VEGETACIÓN**

La zona donde se ubica la localidad de Cheto posee un clima húmedo y una temperatura promedio anual de 18°C, las precipitaciones oscilan entre 1000 y 1100 mm anuales. (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2010).

En el distrito de Cheto, es común la vegetación arbustiva y arbórea, los terrenos de cultivo son escasos.

### **5. ASPECTOS GEOLÓGICOS**

La geología del área de estudio se ha evaluado teniendo como base el “Boletín N°147 Geología del cuadrángulo de Chachapoyas Hoja 13-h Serie A, Carta Geológica Nacional”, que corresponde al cuadrángulo de Chachapoyas 13-h (Rodríguez *et al.*, 2012). A escala regional, la geología de la zona de estudio se presenta en la figura 02.

En la parte media y alta de la zona de estudio se tienen afloramientos de areniscas cuarzosas pertenecientes al Grupo Goyllarizquisga y en la parte baja predominan los depósitos coluvio - deluviales. En el Tabla 03, se presentan las principales unidades litoestratigráficas de acuerdo a su edad:

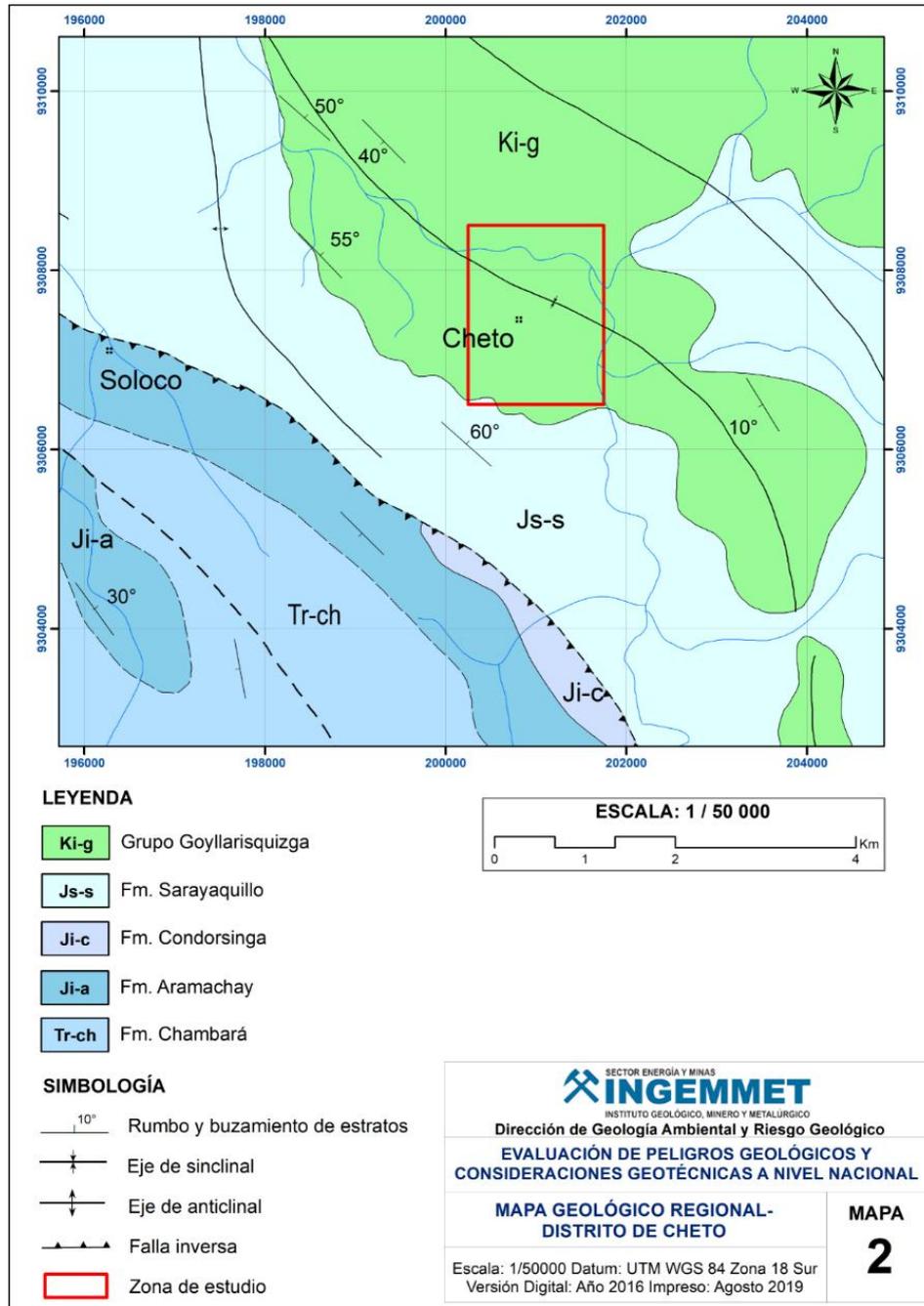


Figura 02: Mapa de geología regional del distrito de Cheto.

Tabla 03: Unidades litoestratigráficas en la zona de estudio

Era	Sistema	Serie	Unidad
CENOZOICO	Neógeno	Holoceno Pleistoceno	Depósito coluvio deluvial
MESOZOICO	Cretácico	Inferior	Grupo Goyllarizquisga

## 5.1. UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona de estudio, corresponden a afloramientos del Grupo Goyllarizquisga y depósitos Cuaternarios tipo coluvio-deluviales, cuyas características se mencionan a continuación:

### 5.1.1 Afloramientos rocosos

#### **Areniscas cuarzosas del Grupo Goyllarizquisga (Ki-g)**

El Grupo Goyllarizquisga corresponde al Cretáceo inferior. Litológicamente, está conformado por una secuencia sílico-clástica de areniscas cuarzosas y limoarcillitas.

En la parte media y alta del cerro Cueteurco, aflora una secuencia de areniscas cuarzosas de coloración blanquecina en superficie fresca y gris en superficie alterada. El macizo de areniscas se encuentra moderadamente fracturado y presenta estratos subhorizontales medianos a delgados con espesor promedio de 20 cm (figura 03), con ligera orientación hacia el sureste. En algunos sectores, la secuencia de areniscas se intercala con delgados horizontes de lutitas o limoarcillitas.



**Figura 03:** Afloramiento de areniscas del Grupo Goyllarizquisga en el cerro Cueteurco. Nótese el macizo rocoso moderadamente fracturado con estratificación subhorizontal.

### 5.1.2. Depósitos Cuaternarios

#### **Depósitos Coluvio Deluviales**

Son depósitos de piedemonte, que se han originado por la movilización de materiales provenientes de las laderas por acción de la gravedad y agua. En el sector está conformado arenas de grano medio.



**Fotografía 01:** Depósito coluvio deluvial, compuestos predominantemente de arena de grano medio.



**Figura 04:** Vista de los depósitos coluvio deluvial acumulados en el pie de las laderas.



**Fotografía 02:** Depósito deluvial constituido por gravas subangulosas en matriz predominante arenosa.

## 6. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para la clasificación y caracterización de las unidades geomorfológicas en los sectores evaluados en el distrito de Cheto se empleó la publicación de Villota (2005) y la clasificación de unidades geomorfológicas utilizadas en los estudios del INGEMMET; cuyas concepciones se basan en considerar el efecto de los procesos morfodinámicos (degradacionales o denudativos y agradacionales o deposicionales) en la evolución del relieve.

En el Tabla 04, se presentan las principales unidades y subunidades geomorfológicas asociadas con el tipo de peligro geológico identificado y su grado de actividad.

**Tabla 04:** Unidades geomorfológicas identificadas

Proceso morfodinámico	Unidad	Subunidad	Peligro Geológico Asociado	Grado de Actividad
Tectónico degradacional y denudacional	Montañas	Montaña estructural en roca sedimentaria (RME – rs)	Erosión de laderas / caídas de rocas	Activo
Deposicional o agradacional	Piedemonte	Piedemonte coluvio – aluvial (V – ca)	Deslizamientos	Activo

## 6.1. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y DENUDACIONAL

Según Villota (2005), éstas resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o por procesos exógenos agradacionales, conduciendo a la modificación parcial o total del mismo.

Los paisajes geomorfológicos en proceso de denudación forman parte de las cadenas montañosas, colinas, superficies onduladas y lomadas. Dentro de este grupo, en la zona de estudio, se ha identificado la siguiente unidad:

### 6.1.1 UNIDAD DE MONTAÑA

Unidad componente de las estribaciones de la Cordillera Oriental, en la zona de estudio incluye la siguiente subunidad:

- **Subunidad de Montaña estructural en roca sedimentaria (RME-rs):** Esta geoforma se ha identificado hacia el suroeste de la localidad de Cheto (ver figura 05). Corresponde a una elevación natural del terreno, comprendida entre las cotas 2450-2153 m s.n.m., denominada como cerro Cueteurco.

Está constituida principalmente por rocas sedimentarias del Grupo Goyllarizquisga y de la Formación Sarayaquillo. La cima es semiredondeada y sus laderas irregulares tienen pendientes moderadas a altas (20°- 30°).

Estructuralmente, está controlada por la actividad de la falla Soloco que dio origen a sinclinales y anticlinales que influyen en la fábrica estructural de las rocas que afloran en la zona de estudio.

## 6.2. GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEPOSITACIONAL O AGRADACIONAL

Según Villota (2005), estas geoformas son el resultado de procesos morfodinámicos constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por 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.

### 6.2.1 UNIDAD DE PIEDEMONTE

Unidad conformada por la acumulación de materiales heterogéneos de tamaño variado sobre la base de las laderas de montañas (figura 05). Incluye las siguientes subunidades.

- **Subunidad de Piedemonte coluvio - deluvial:** compuesta por las acumulaciones sucesivas en el pie de las laderas de material desplazado por procesos de remoción en masa (deslizamientos y derrumbes); asimismo por la

acumulación de material detrítico y fino transportado por escorrentía superficial. En la zona de estudio, está constituido por suelos finos arenosos de color blanquecino a pardo amarillento con presencia de clastos subangulosos de diferente tamaño. Parte de la localidad de Cheto se encuentra asentado sobre esta unidad.



**Figura 05:** Unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio.

## 7. PELIGROS GEOLÓGICOS

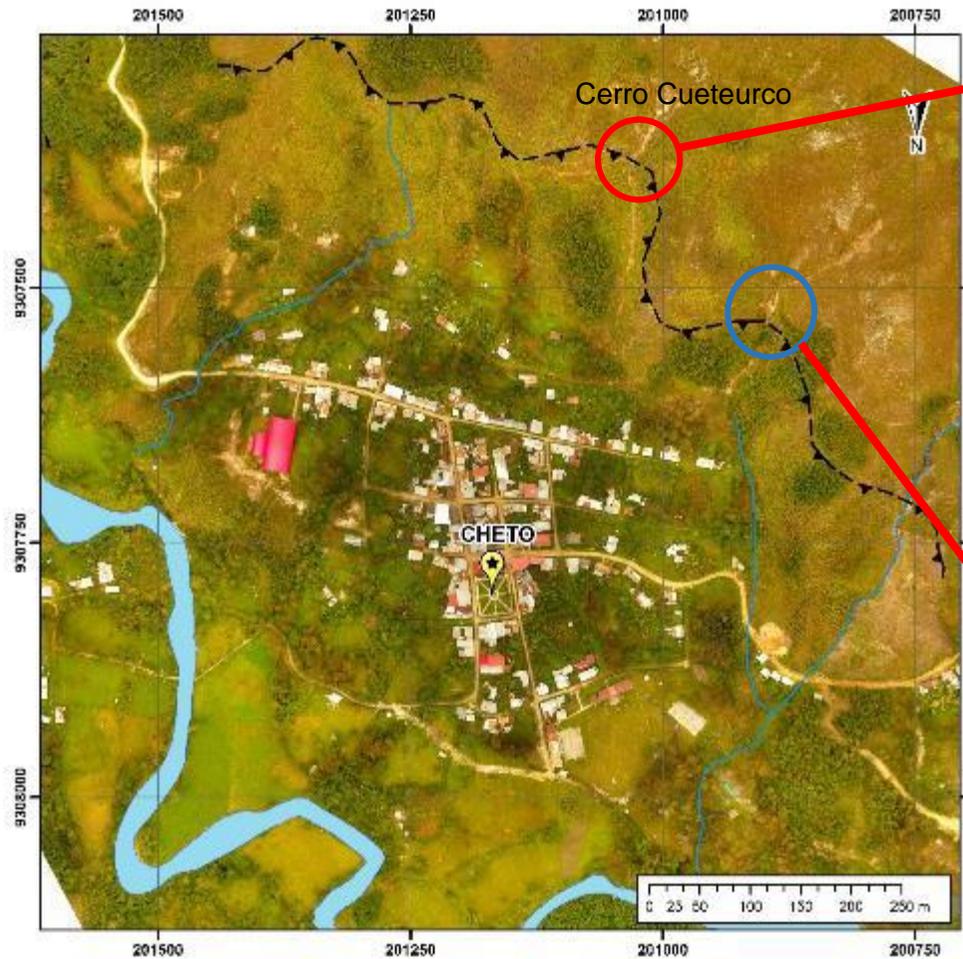
En el sector Cueteurco se identificaron deslizamientos de tipo rotacional que podrían afectar seriamente viviendas, carreteras, puentes, caminos y servicios básicos de la localidad de Cheto.

### 7.1. CONCEPTOS BÁSICOS

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

#### 7.1.2 Deslizamiento

Movimiento descendente de un suelo o una masa rocosa que se produce al superarse la resistencia al corte del material. Inicialmente, el movimiento no ocurre simultáneamente sobre todo lo que eventualmente se convierte en la superficie de la ruptura; pues, el volumen de material desplazado se amplía desde un área de falla local.



**Figura 06:** Fotografía área del sector Cueteurco y la localidad de Cheto. El círculo rojo representa la escarpa del deslizamiento en el cerro Cueteurco. El círculo azul representa un pequeño sector en el que se identificó procesos de erosión en surcos.



**Figura 07:** Escarpa del deslizamiento en el sector Cueteurco, nótese en el fondo la localidad de Cheto. Este fenómeno se ha reactivado después de haber permanecido sin movimiento por algún periodo de tiempo.



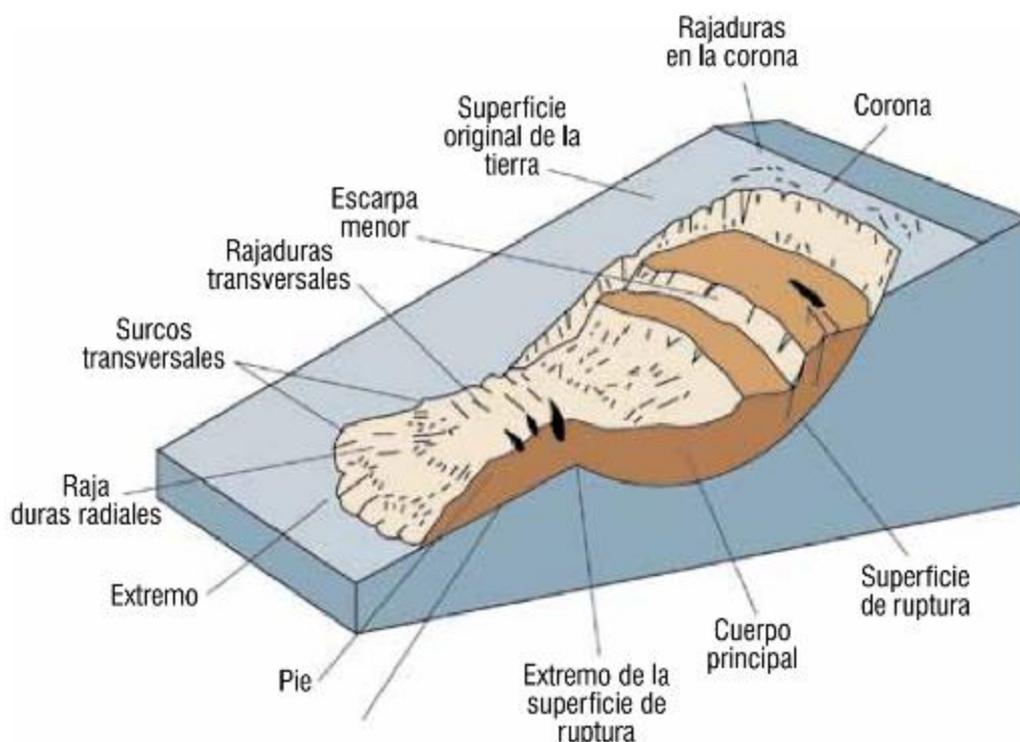
**Figura 08:** Erosión de laderas en el Cerro Cueteurco. En varios sectores se identificaron procesos de erosión en surcos y cárcavas.

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). Los dos principales tipos de deslizamientos son rotacionales (ver figura 09) y traslacionales.

### 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. 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 (Figuras 1.14 a 1.18).

Los deslizamientos rotacionales pueden ocurrir lenta a rápidamente, con velocidades menores a 1 m/s.



**Figura 09:** Partes principales de un deslizamiento rotacional (Highland y Bobrowsky, 2008).

## 7.2 DESLIZAMIENTO EN EL SECTOR CUETEURCO

### 7.2.1 Actividad del Deslizamiento

La última reactivación del deslizamiento en sector Cueteurco, según información del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), ocurrió el 03 de mayo del 2015.

El movimiento más importante en los últimos años, ocurrió el 10 de febrero del 2012, debido al material que movilizó causó daños ocasionados por el deslizamiento en esta época se detallan en la Tabla 05.

En el distrito de Cheto, la reactivación de antiguos procesos de movimientos en masa y la formación de nuevos planos de deslizamiento se deben a una combinación de factores naturales y antrópicos; entre los primeros cabe mencionar la morfología, litología, topografía de la zona, las condiciones geológicas y calidad de los suelos, las precipitaciones y el escurrimiento superficial; los segundos corresponden a la inexistencia de un adecuado sistema de drenaje y la denudación del terreno para realizar prácticas agrícolas. En la figura 10, se presenta el mapa de peligros geológicos.

Estos fenómenos han sido desencadenados principalmente por lluvias intensas y prolongadas, que saturan los terrenos poco consolidados, predominantes en la zona de estudio. Así también, se identificaron procesos de erosión de laderas activas (erosión en surcos y cárcavas), ver figuras 06, 07 y 08, además hay que tener en cuenta que las propiedades geotécnicas de estos suelos son desfavorables.

En el cuerpo del deslizamiento reactivado se observó lodos y detritos, predominando el primero.

Grupo Dañado	Daño	Cantidad	Und. Med.
<b>VIDA Y SALUD (PERSONAS)</b>			
	DAMNIFICADOS	48.00	PERSONAS
	AFFECTADOS	156.00	PERSONAS
<b>VIVIENDAS Y LOCALES PÚBLICOS</b>			
	INSTITUCIONES EDUCATIVAS AFFECTADAS	1.00	UNIDAD
	VIVIENDAS INHABITABLES	16.00	UNIDAD
	VIVIENDAS AFFECTADAS	52.00	UNIDAD
<b>AGRICULTURA - INFRAESTRUCTURA</b>			
	CAMINOS RURALES AFFECTADOS	3.05	KILOMETROS
	CAMINOS RURALES COLAPSADOS	2.50	KILOMETROS
<b>AGRICULTURA – TERRENO AGRICOLA Y COBERTURA</b>			
	ÁREA DE COBERTURA NATURAL AFFECTADA	150.00	HECTÁREAS
	ÁREA DE COBERTURA NATURAL PERDIDA	80.00	HECTÁREAS
<b>SERVICIOS BÁSICOS</b>			
	SERVICIOS DE AGUA COLAPSADOS	40.00	PORCENTAJE
	ENERGÍA ELECTRICA COLAPSADOS	30.00	PORCENTAJE
<b>TRANSPORTES</b>			
	CARRETERAS AFFECTADAS	3.05	KILOMETROS
	CARRETERAS COLAPSADAS	3.20	KILÓMETROS
	PUNTES AFFECTADOS	2.00	UNIDAD

**Tabla 05:** Evaluación de daños del deslizamiento del 10/02/2012 en la localidad de Cheto (INDECI, 2012)

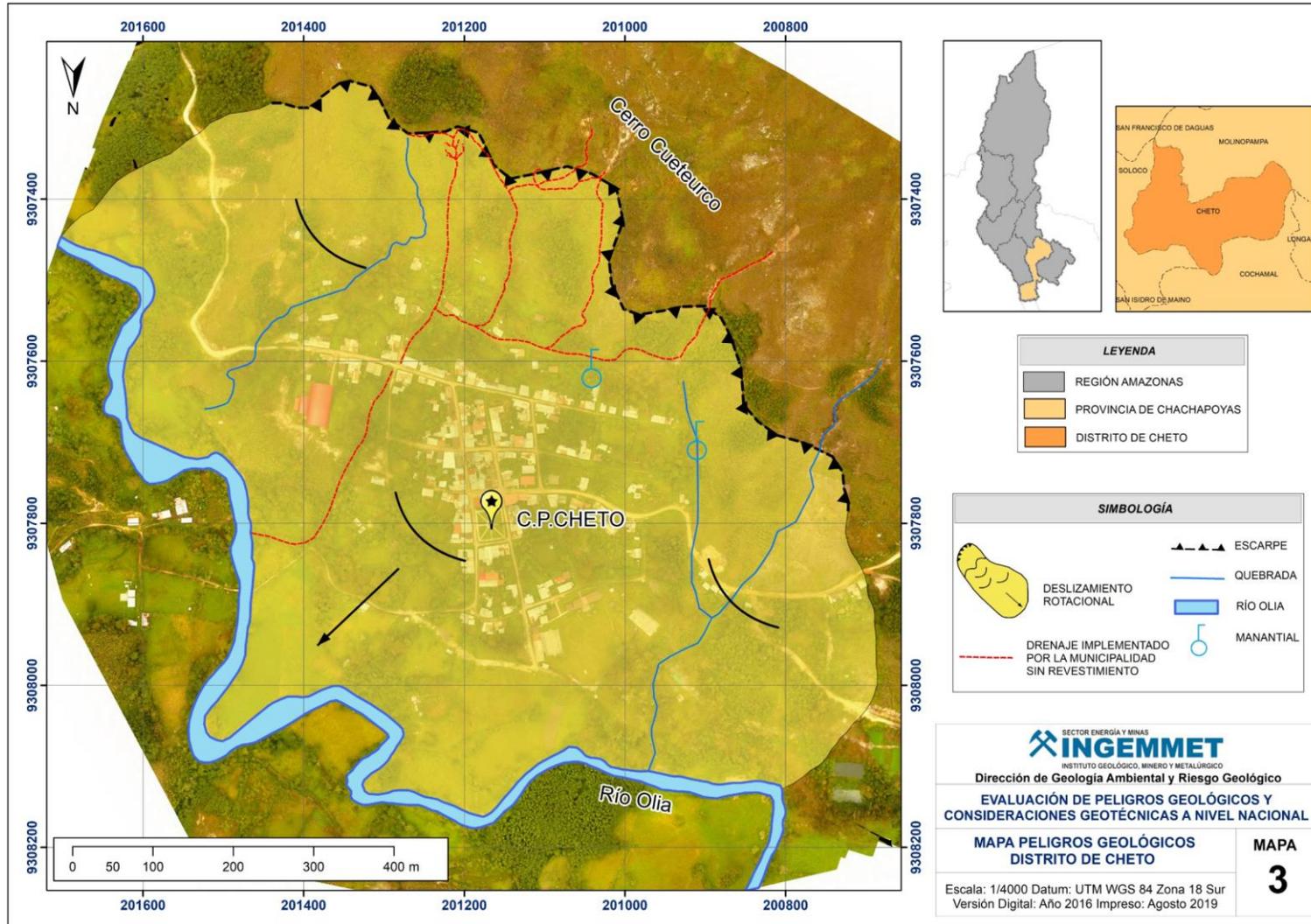


Figura 10: Mapa de peligros geológicos por movimientos en masa del distrito de Cheto-Chachapoyas.

También es importante mencionar que en la localidad de Cheto se ha construido una plataforma deportiva, modificando la morfología natural terreno (ver figura 11), sin implementación de ningún tipo de sistema de drenaje. Esta condición aunada a las frecuentes e intensas lluvias en la zona, podrían ocasionar la saturación del terreno y afectar el talud de relleno aguas abajo (figura 12).



**Figura 11:** Vista de la cancha deportiva que se ha construido modificando la pendiente natural del terreno.



**Figura 12:** Vista de talud inferior de la plataforma deportiva. Nótese que la pendiente, la naturaleza del terreno y las lluvias crean condiciones favorables para el deslizamiento del terreno.

### 7.2.2 Características del deslizamiento

El deslizamiento del sector Cueteurco un movimiento en masa que se reactivó en el año 2015 (después de haber permanecido sin movimiento por algún periodo de tiempo (fotografía 03).



**Fotografía 03:** Vista de una zona anteriormente deslizada donde se observan varios niveles de escarpas, aquí se han sembrado pinos con el propósito de estabilizar la ladera.

En el sector evaluado, se presenta en la ladera media del cerro Cueteurco a una elevación aproximada de 2240 m s.n.m., donde existen depósitos coluvio deluviales conformados predominantemente por arenas, que limitan en profundidad con estratos de roca tipo areniscas.

En general, tienen las siguientes características:

- Pendiente de la ladera: 15° a 25° (figura 13)
- Forma de la superficie de rotura: rotacional
- Forma de la corona: semicircular
- Longitud de escarpa principal: 1.2 Km.
- Ancho de las grietas: 5 a 8 cm.
- Estado de actividad: Activo
- Distribución de la actividad: Creciente
- Tipo de avance progresivo

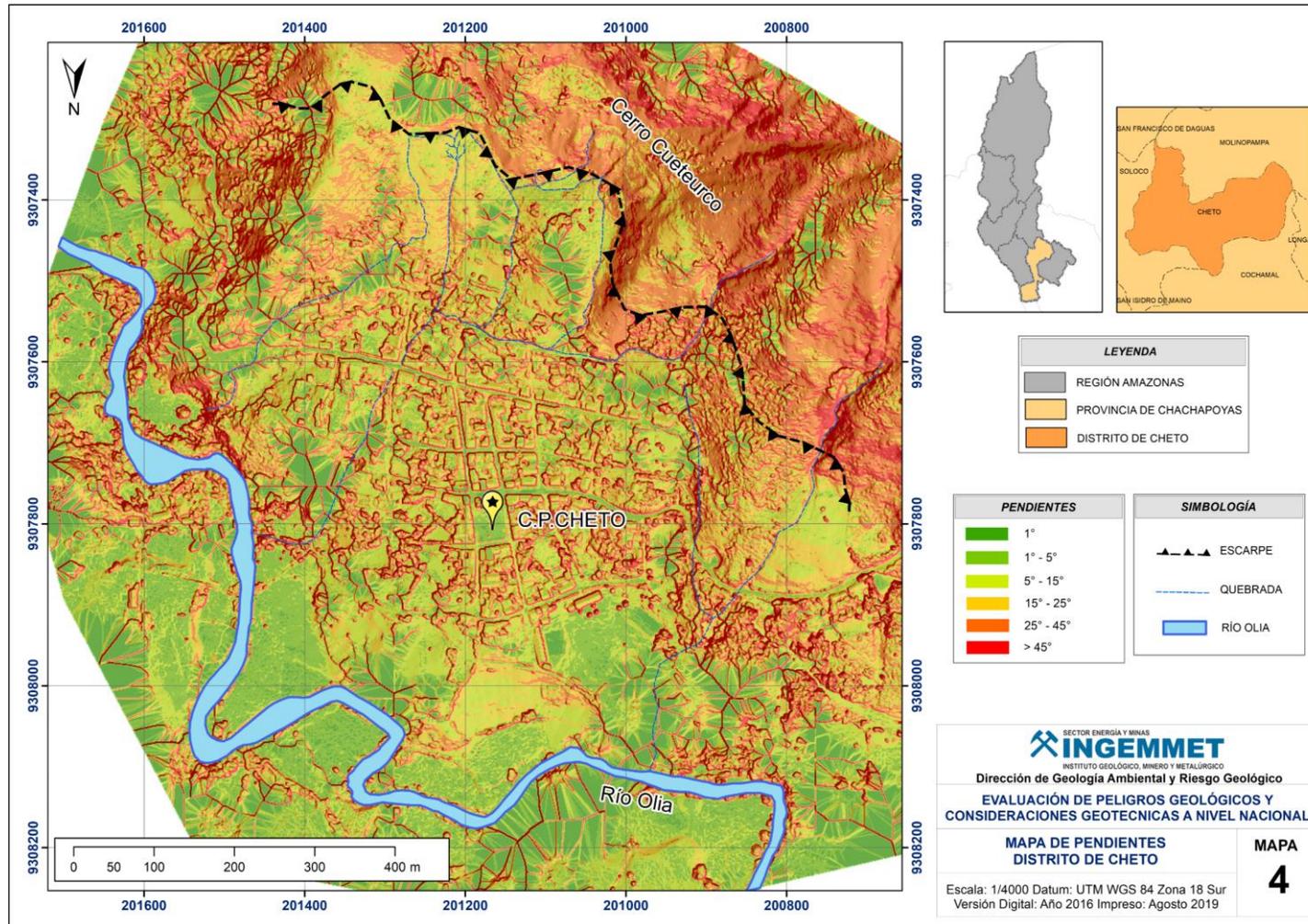


Figura 13: Mapa de pendientes del distrito de Cheto – Chachapoyas.

### 7.2.3 Factores que influyen en la inestabilidad

#### Factores condicionantes

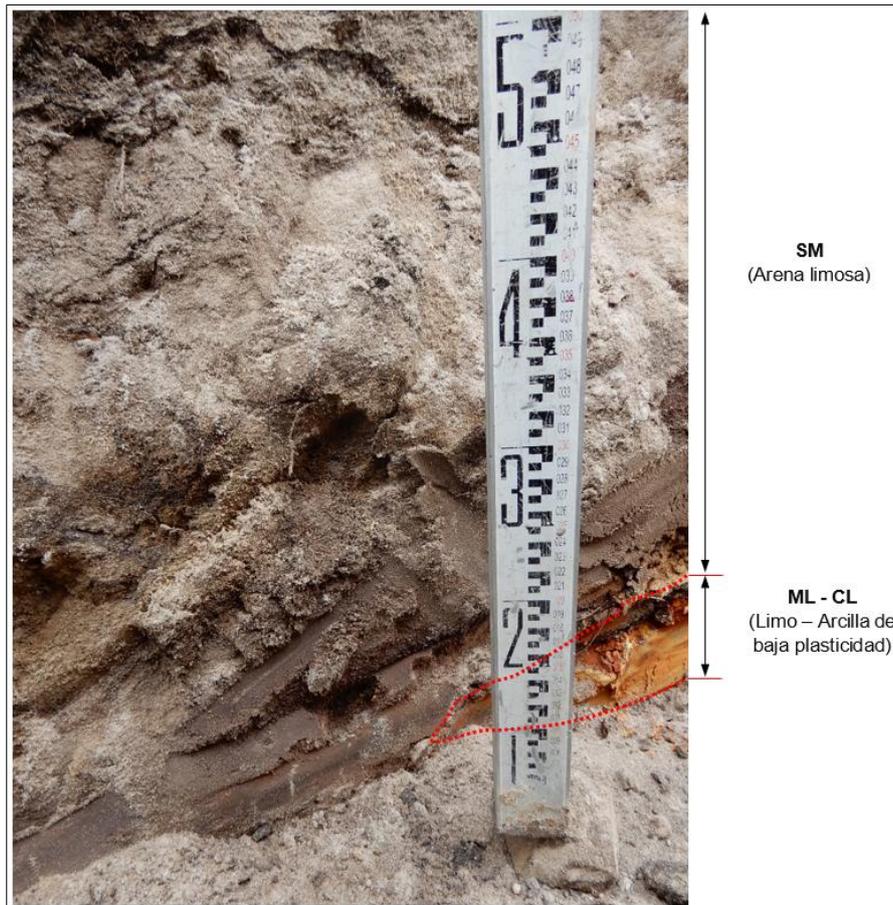
- Características litológicas: La ladera media y baja del cerro Cueteurco, está constituida en gran porcentaje por depósitos coluvio deluviales, que presentan una secuencia de arenas finas a medias, de naturaleza cuarzosa, de compacidad generalmente suelta. Estos suelos se consideran de mala calidad geotécnica.
- Según el estudio realizado por Vásquez (2019), el 95 % de los suelos en el distrito de Cheto, están conformados por arenas finas con limo o arcilla (SM, ML-CL). En la figura 14, se puede apreciar el perfil del suelo en una calicata.

En dirección sur oeste del ámbito urbano del sector de Cueteurco, se encontró un macizo rocoso de areniscas del Grupo Goyllarizquisga (cerro Cueteurco), con una pendiente mayor a 25° (figura 13), en donde se generan derrumbes de rocas.

- Esos suelos por ser de tipo arenosos favorecen una rápida infiltración de agua lo que está generando una saturación del terreno. En algunos sectores se ha identificado la presencia de manantiales (ver mapa 03), foto 04.
- Laderas cuya pendiente tiene 15° - 25°, lo que favorece a que la masa inestable que está sobre el terreno se deslice cuesta abajo (ver figura 13).
- Excesiva saturación de los suelos arenosos, lo que causó una elevación de la poropresión y la pérdida total de la resistencia al esfuerzo cortante del terreno.
- Las laderas deforestadas son fácilmente erosionables por las aguas de escorrentía superficial, lo que favorece los procesos de erosión hídrica.
- Inexistencia de un adecuado sistema de drenaje pluvial en el distrito de Cheto, pues según versión de los pobladores, cuando las lluvias son intensas se registra el ingreso de agua de escorrentía a las viviendas ubicadas en la parte media y baja del distrito.
- Cunetas y zanjas de drenaje colmatadas y sin revestimiento (figura 15).

#### Factores desencadenantes

Lluvias intensas y movimientos sísmicos.



**Figura 14:** Vista del perfil de una calicata de 2 metros de profundidad (se visualiza 50 centímetros).



**Foto 04:** Vista de una manantial ubicado en la ladera media del cerro Cueteurco, las rocas circundantes corresponden a areniscas del Grupo Goyllarizquisga.



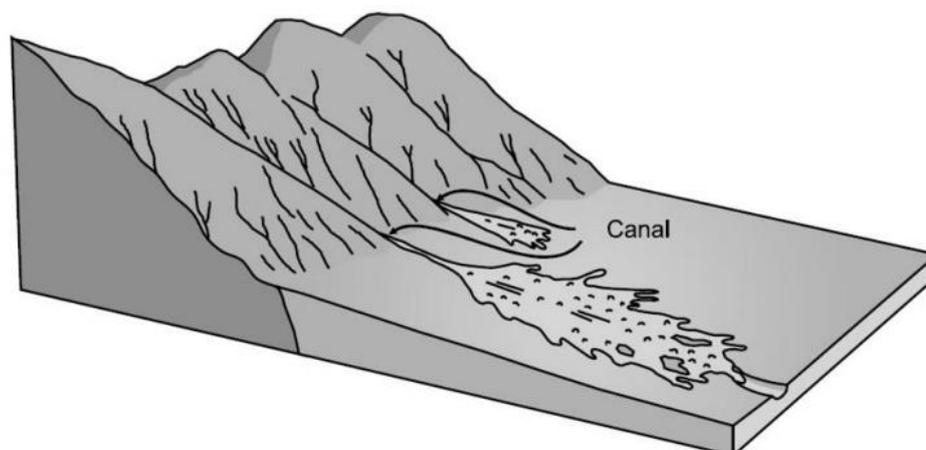
**Figura 15:** Zanjas de drenaje de aguas de escorrentía sin revestimiento.

## 7.3 OTROS FENÓMENOS ASOCIADOS

### 7.3.1 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 16).

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

Es necesario mencionar que el material desplazado producto de la reactivación del deslizamiento, durante lluvias intensas y prolongadas podría ocasionar flujos de detritos, que eventualmente afectan las viviendas de la localidad de Cheto. El 10 de febrero del 2012, se presentó un huaico que afectó viviendas (INDECI)

### 7.3.2 Erosión de laderas:

Erosión de laderas (cárcavas) La cárcava es una zanja producto de la erosión que generalmente sigue la pendiente máxima del terreno y constituye un cauce natural (figura 17), donde se concentra y corre el agua proveniente de las lluvias. El agua que corre por la cárcava arrastra gran cantidad de partículas del suelo.

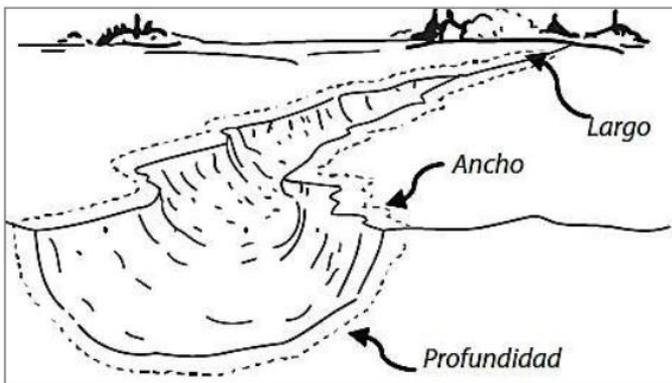


Figura 17: Imagen representativa de una cárcava.

En la parte alta del cerro Cueteurco a causa de agua de lluvia que discurren quebradas intermitentes desde la parte alta del cerro Cueteurco, en estas quebradas se identificaron procesos de erosión lateral de las paredes y de fondo, lo que esto ocasionó un ensanchamiento del canal (figura 18).

En las laderas de las quebradas encontramos rocas de mala calidad, que están constituidas por areniscas lo cual generan unos suelos arenosos.



**Figura 18:** Las quebradas que conducen las aguas de escorrentía presentan erosión lateral, proceso facilitado por el alto grado de alteración de las areniscas.

## CONCLUSIONES

- a) En la parte alta y media del sector Cueteurco aflora una secuencia de areniscas cuarzosas intercalada con algunos horizontes de limoarcillitas del Grupo Goyllarizquisga, las cuales se encuentran fracturadas.
- b) En la parte baja, donde se emplaza la localidad de Cheto, predominan los depósitos de origen coluvio deluvial, constituidos por arenas finas de compacidad suelta, y depósitos coluvio-aluviales.
- c) El sector Cueteurco, se encuentra sentado sobre un deslizamiento antiguo, en cual se reactivó en el 2012 y afectó viviendas e infraestructura.
- d) Los factores condicionantes del sector litología, morfología, pendiente del terreno, el escurrimiento superficial, saturación de los suelos, los factores antrópicos mal de drenaje pluvial y deforestación, han contribuido en la reactivación del deslizamiento.
- e) Por las condiciones actuales, al sector Cueteurco – distrito de Cheto, se considera como de **peligro muy alto por deslizamientos y como zona crítica**.
- f) El deslizamiento de Cueteurco, puede reactivarse ante lluvias intensas o extraordinarias, como también por movimientos sísmicos.

## RECOMENDACIONES

- a) Reforestar laderas de las quebradas, reparar canalizaciones antiguas y canalizar completamente las zonas con cursos de agua.
- b) Practicar riego por goteo u otras técnicas propuestas por especialistas, que no saturen los suelos de agua.
- c) Captar y drenar por medio de canales impermeables las surgencias de agua, asimismo, revestir e impermeabilizar las zanjas de coronación existentes.
- d) Implementar un adecuado sistema de evacuación de aguas pluviales, a fin de evitar que durante lluvias intensas ingrese el agua de escorrentía a las viviendas ubicadas en la parte media y baja del distrito de Cheto.
- e) Forestar el cuerpo de deslizamiento, con especies nativas.
- f) La Municipalidad Distrital de Cheto, debe prohibir la expansión urbana en el cuerpo de deslizamiento.
- g) Realizar ensayos de refracción sísmica para determinar la profundidad y la forma de la superficie de falla con la finalidad de identificar el área poblada que podría ser afectada, y reubicarla a un lugar más seguro.
- h) El distrito de Cheto necesita realizar un control de aguas superficiales, se debe realizar un drenaje pluvial.
- i) Drenaje subterráneo, podría implementar sub drenes interceptores, cuyo diseño requiere de un especialista que realice un análisis completo del comportamiento del agua en la zona.
- j) Realizar zanjas de coronación para interceptar y conducir adecuadamente las aguas de lluvia.

  
.....  
Ing. CARLOS L. BENAVENTE ESCOBAR  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

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

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala, F. J., Andreu, F., & Fe, M. (1991). Manual de Ingeniería de Taludes. Instituto Tecnológico Geominero de España.
- Crozier, M. J., & Glade, T. (2005). Landslide hazard and risk: issues, concepts and approach. Landslide hazard and risk, 1-40.
- Cruden, D. M., & Varnes, D. J. (1996). Landslides: investigation and mitigation. Chapter 3-Landslide types and processes. Transportation research board special report, (247).
- Deoja, B., Dhital, M. R., Thapa, B., & Wagner, A. (1991). Mountain Risk Engineering Handbook: Vol I. International Centre for Integrated Mountain Development (ICIMOD).
- Elorza, M. G. (2008). Geomorfología, Madrid, España: Pearson Educación. 920 p.
- Highland, L.M., y Bobrowsky, P. (2008). Manual de derrumbes. Guía para entender todo sobre los derrumbes: Reston, Virginia, Circular 1325 del Sistema Geológico de los EUA, 129 p.
- INDECI (2003). Deslizamiento en la localidad de Cheto, distrito Cheto, provincia Chachapoyas, departamento Amazonas (00003893).
- INDECI (2012). Deslizamiento de tierras en Cheto, distrito cheto, de la provincia de Chachapoyas (00050471).
- INDECI (2015). Deslizamiento de lodo y piedras (00071248).
- Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. (2010). Zonificación Ecológica y Económica del Departamento de Amazonas.
- 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, (4), 432 p.
- Rodríguez, R.; Giraldo, E.; Cueva, E.; Sánchez, E. & Cornejo, T. (2012) - Geología del cuadrángulo de Chachapoyas (13-h), INGEMMET. Boletín 147, Serie A: Carta Geológica Nacional, 147, 142p.
- Sánchez, A. (1995). Geología de los cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolivar 12-g, 12-h, 13-g, 13-h, 13-i, 14-h, 15-h, INGEMMET. Boletín 56, Serie A: Carta Geológica Nacional.
- Suárez, J. (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y Deslizamientos. 548 p.

- Suárez, J. (2009). Deslizamientos: análisis geotécnico. Colombia. Editorial Universidad Industrial de Santander, UIS, 341p.
- Turner, A. K., & Schuster, R. L. (1996). Landslides: investigation and mitigation. Special Report 247. Trans. Res. Board, National Academy Press, Washington, DC.
- Vásquez, W. (2012). Estimación de Riesgo a la localidad de Cheto.
- Vásquez, W. (2015). Estudio geológico – geotécnico del proyecto: Construcción del drenaje pluvial y canalización para la localidad de Cheto, distrito de Cheto, provincia de Chachapoyas, región Amazonas.
- Vásquez, W. (2019). Estudio geológico – geotécnico y suelos para el expediente técnico del proyecto: Creación del servicio de protección contra inundaciones en la localidad de Cheto, distrito de Cheto – Provincia de Chachapoyas – Amazonas.
- Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC (Departamento Nacional de Estadística).