

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A6943**

# **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE LOS SECTORES DE RETAMAYOC, AYAUCAN, ARMATANGA Y CHINCHUBAMBA**

Región Huánuco  
Provincia Ambo  
Distrito Tomaykichwa



SEPTIEMBRE  
2019

VER N° PARA DE TOME CO EMM 06.0



## CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	5
<b>2. ANTECEDENTES</b> .....	5
<b>3. ASPECTOS GENERALES</b> .....	5
<b>3.1. Ubicación y accesibilidad</b> .....	5
<b>3.2. Objetivos</b> .....	8
<b>3.3. Clima</b> .....	8
<b>4. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS</b> .....	8
<b>4.1. Unidad de montaña</b> .....	9
<b>4.1.1. Subunidad montaña en roca metamórfica</b> .....	9
<b>4.2. Unidad de piedemonte</b> .....	9
<b>4.2.1. Subunidad de vertiente coluvial de detritos</b> .....	9
<b>4.2.2. Subunidad Vertiente o Piedemonte aluvio-torrencial</b> .....	9
<b>4.3. Unidad de Planicie</b> .....	9
<b>4.3.1. Llanura o planicie aluvial</b> .....	9
<b>4.4. Terraza alta disectada aluvial</b> .....	10
<b>5. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS</b> .....	10
<b>5.1. Complejo del Maraón</b> .....	10
<b>5.1.1. Esquistos</b> .....	11
<b>5.1.2. Pizarras y filitas</b> .....	11
<b>5.2. Depósitos cuaternarios</b> .....	11
<b>5.2.1. Fm. Porvenir</b> .....	12
<b>5.2.2. Depósitos coluviales</b> .....	12
<b>5.2.3. Depósitos aluviales</b> .....	12
<b>5.2.4. Depósitos aluviales (quebradas)</b> .....	12
<b>6. PELIGROS GEOLÓGICOS</b> .....	13
<b>6.1. Conceptos teóricos</b> .....	13
<b>6.2. Deslizamiento rotacional</b> .....	14
<b>6.3. Deslizamiento traslacional</b> .....	14
<b>6.4. Flujos de detritos</b> .....	15
<b>6.5. Caída de rocas</b> .....	15

<b>6.6. Cárcavas</b> .....	16
<b>7. PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA QUEBRADA RETAMAYOC</b> .....	16
7.1. Factores condicionantes .....	23
7.2. Factores desencadenantes .....	24
7.3. Medidas correctivas .....	24
<b>8. PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA QUEBRADA TOYOCOTE</b> .....	25
8.1. Factores condicionantes .....	31
8.2. Factores desencadenantes .....	32
8.3. Medidas correctivas .....	32
<b>9. PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA QUEBRADA CHINCHUBAMBA</b> .....	33
9.1. Factores condicionantes .....	40
9.2. Factores desencadenantes .....	40
9.3. Medidas correctivas .....	40
<b>CONCLUSIONES</b> .....	41
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	42
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	43



# **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE LOS SECTORES DE RETAMAYOC, ALLAUCAN, TOYOCOTE, ARMATANGA, DISPENSA Y CHINCHUBAMBA.**

**(DISTRITO TOMAYKICHWA, PROVINCIA AMBO, DEPARTAMENTO HUÁNUCO)**

## **RESUMEN**

El ámbito de los trabajos de evaluación corresponde a los sectores de Retamayoc, Allaucan, Toyocote, Armatanga, Dispensa y Chinchubamba, que pertenecen al distrito Tomaykichwa, provincia Ambo, departamento Huánuco; donde se analizó eventos de movimientos en masa que podrían afectar áreas urbanas e infraestructura.

La geomorfología de la zona evaluada, presenta montañas de rocas metamórficas principalmente, con vertientes coluviales y aluvio- torrenciales producto de acumulaciones de materiales provenientes de procesos de movimientos en masa además presenta planicies aluviales generadas por el río Huallaga y terrazas altas generadas por sus afluentes.

La Geología presenta rocas del complejo marañón en toda la zona de montaña como los esquistos, pizarras y filitas, la erosión de estas zonas genera en las partes bajas los depósitos recientes como los coluviales y los aluviales que están dispuestos por encima de los conglomerados de la formación Provenir.

Los peligros en la quebrada Retamayoc es un deslizamiento rotacional reactivado, esta reactivación tuvo poco movimiento y amenaza con desencadenarse obstruyendo el canal de la quebrada que también es parte del cuerpo del deslizamiento antiguo, para que posteriormente con mayor contenido de agua se genere un flujo de detritos (huaico) afectando a la población del distrito de Tomaykichwa; los pobladores a comienzos del año pasaron eventos de flujo pequeño generados por obstrucciones dentro de la quebrada, ocasionando pérdidas de sus vías y daños en las viviendas.

Los factores condicionantes del sector son, el tipo de sustrato de mala calidad, las pendientes de las laderas, la falta de cobertura vegetal arbórea, la actividad antrópica por el corte indiscriminado de taludes y la forma de la quebrada (angosta); el factor desencadenante fueron las precipitaciones que se dieron con mayor intensidad y frecuencia.

Las medidas correctivas a tomar son las de realizar canales de coronación y zanjas de evacuación de aguas pluviales impermeabilizadas que drenen las aguas del sector, realizar estudios geofísicos para conocer el volumen del deslizamiento y colocar muros de gaviones para estabilizar el deslizamiento, implementar el canal de las cárcavas impermeabilizadas y realizar protección del lecho de la quebrada Retamayoc además de ampliar su cauce, como también destapar el canal en las zonas urbanas.

Los peligros en la quebrada Toyocote son generados por deslizamientos en la cabecera de la quebrada Ishla (esta quebrada confluye a la quebrada Toyocote), los deslizamientos pueden represar material en el canal y generar flujos de detritos, afectando las viviendas del sector y las áreas agrícolas.

Como factores condicionantes de deslizamientos, el sector presenta rocas de mala calidad por estar fracturados y plegados además de los depósitos coluviales que de



por sí ya son malos, la pendiente es otro factor además de la falta de cobertura vegetal arbórea y por estar en ladera de montañas ya que presentará erosión además de las quebradas angostas; el factor desencadenante fueron las precipitaciones que se dieron con mayor intensidad y frecuencia.

Las medidas correctivas a tomar, en los deslizamientos evitar la infiltración realizando forestación, también realizar zanjas de coronación y drenajes dentro de los deslizamientos estos dos impermeabilizados, en las quebradas Toyocote e Ishla realizar la protección del lecho con disipadores de energía dándole limpieza periódica y reconstruir el badén en la vía que interseca con la quebrada Toyocote.

Los peligros en la quebrada Chinchubamba se dividieron en tres sectores:

Los deslizamientos en el centro poblado Armatanga, se encuentran deslizamientos bastante saturados ubicados en la vía carrozable que obstruyen la vía afectando la comunicación normal, estos deslizamientos están dentro de una mayor y antiguo, indicándonos que seguirán dándose mayormente en periodos de precipitación.

El deslizamiento rotacional del sector Chinchubamba, es también otra reactivación de uno mayor que afecta a la vía Tomaykichwa – Chinchubamba este evento hizo cambiar el trazo de la vía antiguamente, además de haber eventos cercanos a este deslizamiento como avalanchas de rocas carcavamientos y erosión superficial que conlleva a nuevos eventos, todo esto está afectando al nuevo trazo de la vía que indica nuevamente el cambio, ya que hasta la fecha de la inspección la vía estaba obstruida por estos eventos, también el deslizamiento podría llegar al canal de la quebrada afectando con un flujo a los poblados que se encuentran en las orillas de las partes bajas.

El flujo de detritos (huaico) del sector Dispensa, es parte del cuerpo de un deslizamiento antiguo, se generó desde la cabecera de la quebrada afectando a una vivienda en la parte baja de la quebrada donde se explayó el flujo y generando la profundización del canal en su recorrido.

Como factores condicionantes de estos eventos son las rocas fracturadas y depósitos coluviales estos por ser parte de cuerpos de deslizamientos antiguos, la pendiente es otro factor además de la falta de cobertura vegetal arbórea y el factor antrópico ya que los pobladores construyeron sus vías haciendo corte de talud sin ningún cuidado; el factor desencadenante fue la precipitación de comienzos de año, se dieron con mayor intensidad y frecuencia.

Las medidas correctivas a tomar es la forestación de todos los sectores, en los deslizamientos de Armatanga son la realización de canales y zanjas de coronación que evacuen las aguas, para el deslizamiento de Chinchubamba hacer zanjas de coronación como también en su deslizamiento antiguo, además de seguir las recomendaciones de la evaluación de peligros realizada en el año 2012 y para el flujo de Dispensa realizar protección del lecho de la quebrada con disipadores de energía.



## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como ente público técnico y especializado en el campo de la geología, tiene entre sus funciones, generar y proporcionar información con celeridad y transparencia, como también asistencia técnica a centros poblados del país en temas de peligros geológicos.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) mediante el proyecto Actividad 07-Evaluación de Peligros Geológicos a Nivel Nacional, se encarga de realizar estudios de peligros geológicos, para brindar asistencia técnica a entes públicos, con la finalidad de dar las recomendaciones respectivas para la prevención y mitigación del peligro geológico en beneficio de la población.

Los trabajos de campo se realizaron los días 09 y 10 de mayo del 2019, para ello se efectuaron coordinaciones previas con autoridades de la municipalidad distrital de Tomaykichwa; durante la inspección se contó con la presencia de representantes de la municipalidad y autoridades locales.

El presente informe se pone en consideración de la Municipalidad distrital de Tomaykichwa, el cual contiene las conclusiones y recomendaciones pertinentes que busca reducir los efectos de la activación de los eventos identificados.

## 2. ANTECEDENTES

Delgado & Chagua, 2012, indican que existen procesos de inestabilidad de ladera como deslizamientos rotacionales, derrumbes y huaycos en el sector Chinchubamba, afectando la trocha carrozable del sector. Durante la evaluación de campo se aprecia una nueva carretera con diferente trazo, ya que la antigua carretera fue anulada por problemas de deslizamientos; sin embargo, se observó que el nuevo trazo también está siendo afectada por movimientos en masa (hasta la fecha de la inspección seguía interrumpida) pudiendo estos eventos llegar hasta la quebrada Chinchubamba y generar represamiento cuya ruptura posterior generaría flujos (huaycos y aluviones).

Mediante Oficio N° 059-2018-SCBL/STDCYS, de fecha 10 diciembre 2018, la Municipalidad distrital de Tomaykichwa solicitó la evaluación técnica del sector de Retamayoc, en su atención, el Director de Geología Ambiental y de Riesgo Geológico, designó a los Ings. Segundo Nuñez y David Prudencio, para realizar dicha inspección.

Se realizaron coordinaciones con la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de Tomaykichwa, para efectuar los trabajos de campo contando con el apoyo de un guía de la zona.

Además de proporcionar información a detalles de los eventos ocurridos. En los trabajos de campo también estuvo presente el alcalde del distrito Juan Aguirre Ávila que fue parte del grupo de guías.

## 3. ASPECTOS GENERALES

### 3.1. Ubicación y accesibilidad

El distrito de Tomaykichwa se ubica en la margen derecha del río Huallaga, aproximadamente a 7 Km. al norte de la capital provincial de Ambo, Departamento de Huánuco, asentado en la Cordillera Oriental de los Andes del Perú. Los sectores Retamayoc, Toyocote, Allaucan, Armatanga, Dispensa y Chinchubamba se ubican



hacia el Este del centro poblado principal de Tomaykichwa (Figura 01), y el drenaje de estos sectores se vierten al río Huallaga. Su altitud varía entre 2080 m s.n.m. y 2780 m s.n.m. y se enmarca dentro de las siguientes coordenadas UTM, WGS 1984:

Tabla 01: Coordenadas de ubicación de los sectores evaluados.

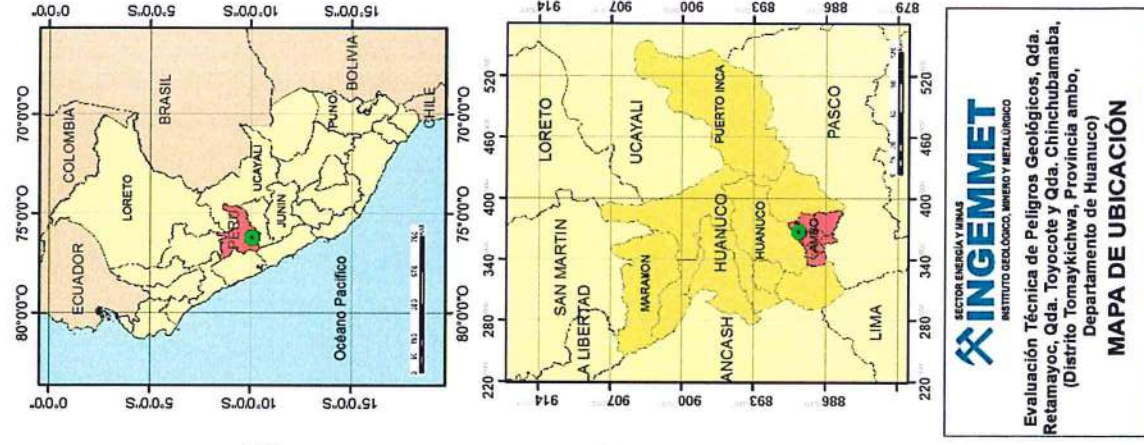
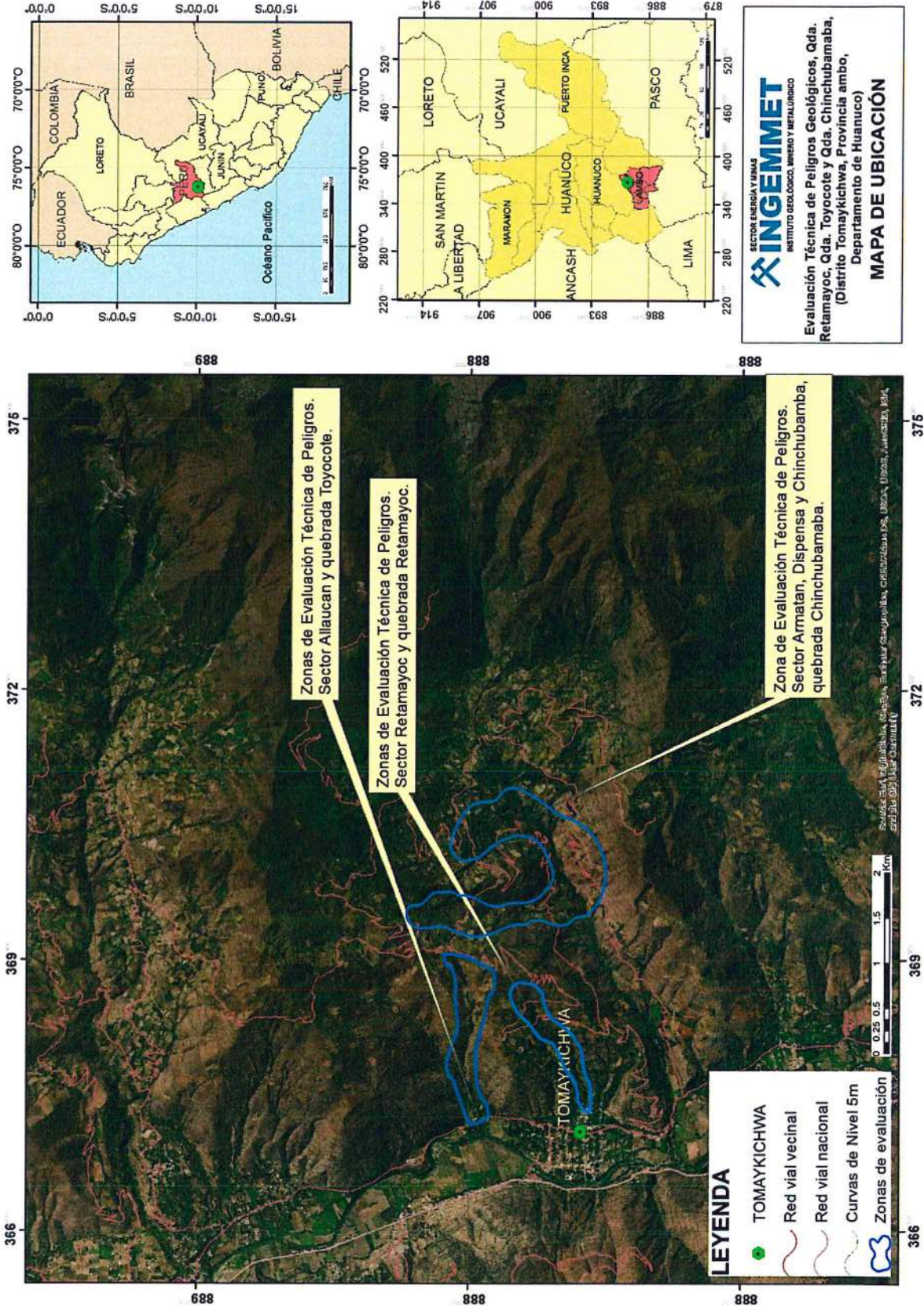
Coordenada UTM	Este	Norte
1	366500	8887500
2	370500	8887500
3	366500	8885000
4	370500	8885000

En la Tabla 02 y figura 2, se muestra la ruta para llegar a los poblados en estudio.

Tabla 02: Detalle de las rutas de acceso para llegar a los centros poblados.

Ruta	Tipo de Vía	km	Tiempo
Lima - Ambo - Tomaykichwa	Asfaltada	425	9:50 horas
Tomaykichwa - Retamayoc	Trocha	6.5	15 minutos
Tomaykichwa - Armatanga	Trocha	13	25 minutos
Tomaykichwa - Toyocote	Trocha	1.5	02 minutos
Tomaykichwa - deslizamineto Chinchubamba	Trocha	7.5	20 minutos





**SECTOR ENERGÍA Y MINAS**  
**INGEMMET**  
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

Evaluación Técnica de Peligros Geológicos, Qda. Retamayoc, Qda. Toyocote y Qda. Chinchubamba, (Distrito Tomaykichwa, Provincia ambo, Departamento de Huancavelica)

**MAPA DE UBICACIÓN**

Figura 1: Ubicación de los sectores evaluados Retamayoc, Toyocote, Allaucan, Dispensa, Armatanga y Chinchubamba.



Se accede desde Lima, tomando la Carretera Central del tramo Lima-La Oroya-Junín-Tomayquichwa (Figura 02).



Figura 2: Carretera utilizada para llegar a las zonas de evaluación en las quebradas Retamayoc, Toyocote y Chinchubamba.

### 3.2. Objetivos

- Identificar y evaluar las zonas con peligro geológico que afecten o afectaron a las zonas urbanas.
- Recomendar medidas de prevención, reducción y mitigación ante los peligros geológicos evaluados en la etapa de campo.

### 3.3. Clima

Según Sosa, N, (2016), la región Huánuco tiene una altitud que varía entre los 330 m s.n.m. a 6 634 m s.n.m., tiene un clima cálido, templado y seco, la temperatura promedio es de 19.8° C, en verano llega a los 24° C y en tiempo de avenidas (de diciembre hasta abril) llega a los 18 °C.

## 4. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

La morfología del área de evaluación es resultado de la degradación de la litología presente en la zona, con el paso del tiempo estos agentes generan meteorización del terreno y actúan sobre las unidades litológicas en el caso sobre los esquistos del Complejo Marañón y los materiales residuales cuaternarios de la zona.

Las unidades geomorfológicas del terreno, se diferencian de acuerdo a sus características morfológicas, morfométricas, geológicas y a su origen (Verstappen & Van Zuidam, 1991; Martín-Serrano *et al.*, 2004). el INGGEMMET (2017), ha diferenciado las siguientes unidades.



#### **4.1. Unidad de montaña**

Consideramos dentro de esta unidad a las geoformas que alcanzan alturas mayores a los 300 m respecto al nivel de la base local, reconocidas como cumbres producto de las deformaciones sufridas por la erosión y otros eventos de diferente naturaleza (Zabala *et al.*, 2009).

##### **4.1.1. Subunidad montaña en roca metamórfica**

El origen de estas montañas, se encuentran en las fuerzas endógenas (orogénesis), posteriormente modificadas por factores exógenos, como la erosión. Las cadenas montañosas dieron lugar a muchos de los paisajes montañosos característicos de la cordillera Oriental, como en el sector evaluado se observa con dirección NO-SE y surcadas por el río Huallaga como drenaje principal de la zona (Sosa, 2016).

#### **4.2. Unidad de piedemonte**

Corresponde a aquellas geoformas de pendientes inclinadas con acumulaciones de material detrítico, siendo identificable por su característica de rupturas o cambios bruscos de pendiente (Zavala *et al.*, 2009).

##### **4.2.1. Subunidad de vertiente coluvial de detritos**

Son geoformas originadas por acumulación de depósitos inconsolidados, en las laderas de montañas o colinas, en forma de taludes de detritos de origen coluvial y edad reciente. Descienden hacia los valles principales o quebradas tributarias, la cual no presentan una forma característica; y están relacionadas generalmente a procesos de avalanchas de detritos y erosión de laderas, derrumbes y deslizamientos superficiales.

##### **4.2.2. Subunidad Vertiente o Piedemonte aluvio-torrencial**

Unidad morfológica que corresponde a una planicie inclinada con topografía de glaciais, que se extiende al pie de sistemas montañosos, serranías y escarpes de altiplanicies, y que ha sido formada por la sedimentación de las corrientes de agua que emergen de los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas y abiertas. Está constituida por una sucesión de abanicos aluviales y aluvio-deluviales, incluidos algunos conos de deyección, de igual o diferente composición litológica granulométrica, de diversos tamaños y con pendientes regulares que han sido generados por cursos de régimen torrencioso.

#### **4.3. Unidad de Planicie**

En la zona de estudio encontramos unidades asociadas a depósitos aluviales y fluvio-glaciares, limitados en muchos casos por depósitos de piedemonte y ladera de montaña (Zabala *et al.*, 2009).

##### **4.3.1. Llanura o planicie aluvial**

Son superficies bajas, adyacentes a los fondos del valle del río Huallaga principales y el curso fluvial, sujetas a inundaciones recurrentes, ya sean estacionales o excepcionales. Morfológicamente se distinguen como terrenos planos o de poca



pendiente, constituidas por una sucesión de depósitos aluviales que se intercalan con depósitos deluviales o de ladera, de las márgenes adyacentes. Generalmente están constituidos por material inconsolidado, consistente en grava mezclados con finos de limo y arena, es muy poroso, el material se encuentra distribuido caóticamente.

#### 4.4. Terraza alta disectada aluvial

Proporciones del terreno con pendientes bajas a subhorizontales, que se encuentran a mayor altura que las terrazas bajas y el cauce del río Huallaga, dispuestos a los costados de la llanura de inundación, representan niveles antiguos inconsolidados de sedimentación fluvial, con procesos erosivos como consecuencia de la profundización del valle. Generalmente están constituidos por conglomerados y areniscas con niveles de limoarcillita lacustres.

### 5. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS.

La litología de la zona fue corroborada en campo tomando como base la cartográfica geológica del boletín geología de los cuadrángulos de Ambo, Cerro de Pasco y Ondores del cuadrángulo (21-k) (Cobbing J. *et al.*, 1996), en los sectores Retamayoc, Toyocote, Armatanga y Chinchubamba del distrito de Tomaykichwa y en el área de su población se encuentran las siguientes unidades:

#### 5.1. Complejo del Marañón

Se compone de rocas metamórficas (fotografía 1) asignadas al Neoproterozoico, que se presentan a manera de bloques y son controladas por fallas regionales de dirección NO-SE (Cobbing J. *et al.*, 1996), los bloques se presentan fracturados y plegados en toda la zona de estudio.



Fotografía 1: Se aprecia los esquistos alterados con coloración amarillenta bastante fracturados y plegados.

### **5.1.1. Esquistos**

En el sector de Retamayoc se aprecia, rocas de color gris azulado, con poca resistencia, se encuentra plegada, intruida por diques de cuarzo (forma de venas).

La roca se encuentra muy fracturada, hasta fragmentada (fracturamiento en lajas); se encuentra moderadamente meteorizada, el color a la meteorización es rojiza, con tonalidades a amarillenta.

Por las tonalidades de color que se presenta entre las fracturas (rojizas a amarillentas), nos indica la acción de las aguas que han intervenido, mermando su calidad geotécnica, Por ello se considera como roca de mala calidad geotécnica.

### **5.1.2. Pizarras y filitas**

En las partes altas del sector Retamayoc, en el sector Allaucan que afluye a la quebrada Toyocote y el sector Chinchubamba, afloran filitas y pizarras esquistosas de color marrón a gris, igual se puede ver las numerosas fases de plegamiento y presencia de venas de cuarzo entre las rocas, estas unidades están bastante fracturadas y meteorizadas.

Por la meteorización, las rocas entre sus fracturas presentan coloraciones rojizas a amarillentas, esto debe a la acción del agua de lluvia entre las caras de las fracturas.

Las rocas presentan fracturamiento en forma de lajas, donde la filtración de agua se acentúa.

Estas rocas se consideran como de mala calidad geomecánica.

### **5.2. Depósitos cuaternarios**

Los depósitos cuaternarios constituyen todos los depósitos de cobertura superficial formados por la degradación del substrato rocoso metamórfico subyacente, generado por los procesos geodinámicos internos y externos (fotografía 2).





Fotografía 2: Se aprecia el contacto de los esquistos con el material cuaternario de color rojizo y con clastos sin ningún orden.

#### **5.2.1. Fm. Porvenir**

Se encuentran aflorando en la parte alta del centro poblado Tomaykichwa, en el sector Molinoragra y en la desembocadura de la quebrada Chinchubamba por ambos márgenes, están compuestos por conglomerados y arenisca con niveles de limoarcillitas lacustres.

#### **5.2.2. Depósitos coluviales**

Estos depósitos se pueden apreciar en la parte baja del sector Chinchubamba en la quebrada Chinchubamba, al pie de sus escarpas, es un material constituido por escombros de bloques de grava, guijarros con clastos subangulosos y matriz arenosa a limosa, que sufrió poco transporte por la presencia de clastos sub angulosos constituyendo depósitos de mala calidad geotécnica.

#### **5.2.3. Depósitos aluviales**

En los depósitos aluviales recientes, se aprecian en la margen derecha del río Huallaga, donde se encuentra asentada la población de Tomaykichwa, sus depósitos normalmente están compuestos por capas de grava gruesa y fina con una cierta clasificación de sus elementos, con clastos redondeados a sub redondeados, junto a capas de arena y limo siendo utilizadas estas áreas con preferencia para terrenos de cultivos y asentar centros poblados.

#### **5.2.4. Depósitos aluviales (quebradas)**

Estos depósitos se encuentran en la desembocadura de las quebradas Chinchubamba (sector de Molinoragra), Retamayoc (Tomaykichwa) y Toyocote; forman depósitos en forma de conos de deyección.



Estos depósitos están compuestos por clastos sub angulosos a sub redondeados de diferentes tamaños (fotografía 3), en matriz fina de arenas y limos.



Fotografía 3: Se aprecia los materiales depositados sobre la quebrada, conformados por fragmentos de roca con diferente tamaño, en matriz areno limosa.

## 6. PELIGROS GEOLÓGICOS

### 6.1. Conceptos teóricos

Para explicar los eventos de movimientos en masa, tomamos como base la clasificación de Varnes (1978,1996) y la terminología sobre movimientos en masa en la región andina preparado por el grupo Proyecto Multinacional Andino (PMA) (2007), ya que describen los eventos de movimientos en masa de una forma clara y estandarizada para muchos países sudamericanos.

Los movimientos en masa que explicamos incluyen todos aquellos movimientos ladera debajo de una masa de roca, suelo (detritos o tierra), se clasifica primero por el tipo de movimiento y en segundo lugar por el tipo de material (tabla 03); los diferentes tipos de movimientos en masa son:

Tabla 03: Tipos de movimientos en masa realizado por PMA (2007).

Tipo	Subtipo
Caídas	Caída de roca (detritos o suelo)
Volcamiento	Volcamiento de roca (bloque)
	Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento traslacional, deslizamiento en cuña
	Deslizamiento rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral lenta
	Propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	Flujo de detritos
	Crecida de detritos
	Flujo de lodo
	Flujo de tierra
	Flujo de turba



	Avalancha de detritos
	Avalancha de rocas
	Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)
Reptación	Reptación de suelos
	Soliflucción, geliflucción (en permafrost)
Deformaciones gravitacionales profundas	

Los eventos ocurridos en la zona de evaluación que afectaron a los centros poblados mencionados en el informe y que luego pudimos verificar los describimos a continuación.

### 6.2. Deslizamiento rotacional

Un deslizamiento es cualquier movimiento de ladera debajo de una masa desprendida del sustrato o de suelo que normalmente ocurre a lo largo de una superficie de falla o de una zona delgada donde ocurre una deformación cortante.

Es rotacional si el movimiento lo hace en una superficie de falla curva y cóncava (figura 3), su forma se caracteriza por tener escarpe principal profundo y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal, la deformación interna de la masa desplazada es usualmente poca, debido al mecanismo rotacional que es auto – deslizante (PMA, 2007).

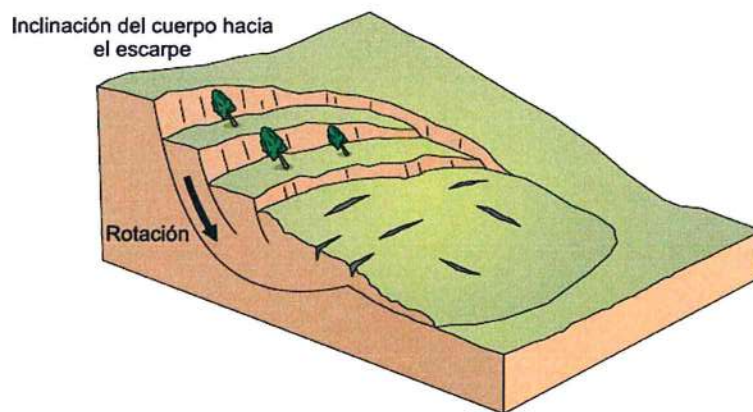


Figura 3: Esquema de un deslizamiento rotacional mostrando los rasgos morfológicos característicos (PMA, 2007).

### 6.3. Deslizamiento traslacional

Es un movimiento de ladera abajo de una masa desprendida del sustrato o de suelo que normalmente ocurre a lo largo de una superficie de falla o de una zona delgada donde ocurre una deformación cortante.

En este tipo de deslizamientos la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla plana u ondulada (figura 4), estos movimientos suelen ser más superficiales y su desplazamiento discurre con frecuencia a lo largo de la discontinuidad (PMA, 2007).



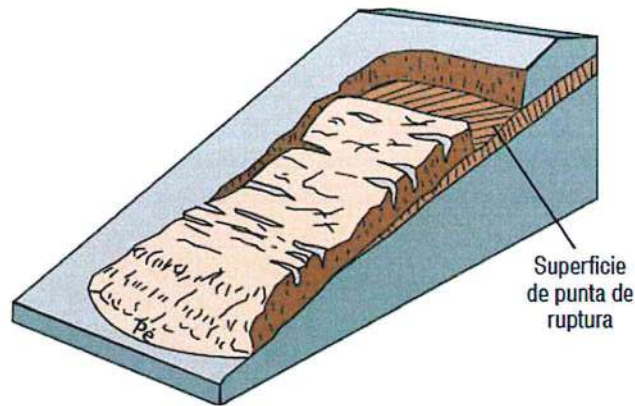


Figura 4: Esquema de un deslizamiento traslacional mostrando los rasgos morfológicos característicos. (PMA, 2007).

#### 6.4. Flujos de detritos

Estos movimientos se comportan de forma semejante a los fluidos, pueden alcanzar velocidades entre rápidas a extremadamente rápidas si su composición de líquidos es más saturado, transcurre normalmente confinado a lo largo del cauce de un canal, arrastrando más material saturado en todo su camino; en algunos casos es la consecuencia de otros movimientos en masa. La depositación de estos materiales es en forma de albardones, canales en forma de U, trenes de bloques rocosos y grandes bloques individuales, finalmente concluyendo su trayectoria en abanicos de detritos (PMA, 2007), (figura 5).

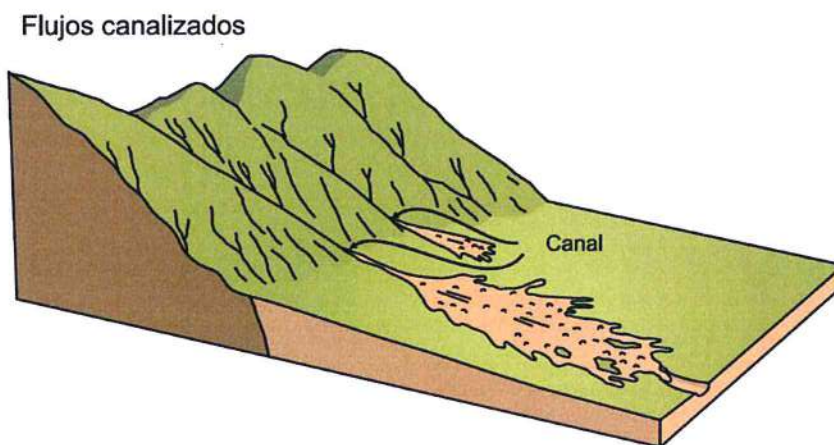


Figura 5: Esquema de un flujo canalizado mostrando los rasgos morfológicos característicos (PMA, 2007).

#### 6.5. Caída de rocas

Son movimientos en masa en el cual uno o varios bloques de roca se desprenden de una ladera sin que a lo largo de la superficie ocurra desplazamiento cortante, el material cae desplazándose principalmente realizando rodamientos (figura 6) ya que la pendiente no es escarpada este movimiento es rápido y a veces extremadamente rápido (PMA, 2007).



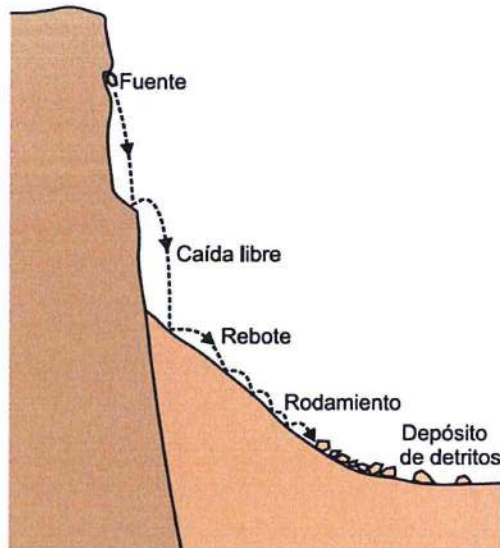


Figura 6: Esquema de una caída de detritos por pendientes pronunciadas (PMA, 2007).

### 6.6. Cárcavas

Este es un tipo de erosión del suelo que precede a una erosión superficial, luego se genera el escurrimiento de las aguas pluviales en la superficie de estas laderas, por la velocidad del agua y el desgaste del suelo que forman surcos en la superficie, que ya es un grado alto de degradación del suelo, las cárcavas pueden tener pocos centímetros de profundidad como también varios metros con el poder a arrastrar grandes bloques de roca pudiendo ser el comienzo de una quebrada, las formas pueden ser en "V", en "U" o en una combinación de estas dos formas.

## 7. PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA QUEBRADA RETAMAYOC

El sector Retamayoc, se encuentra en la cabecera de la quebrada del mismo nombre, donde se identificó un deslizamiento antiguo (figuras 7), que se localiza al noreste del poblado de Tomaykichwa. Este evento está disectado en la parte central por la quebrada Retamayoc, dentro de este deslizamiento en la margen izquierda un deslizamiento reactivado.

En la masa del cuerpo del deslizamiento antiguo se encuentran viviendas y chacras.

Se realizó un mosaico de imágenes satelitales disponibles en el Google Earth, de diferentes años, donde se aprecia una diferenciación en el terreno (figura 8) se aprecia el deslizamiento antiguo y el movimiento del deslizamiento reactivado (fotografía 04) (figura 9 y 10) a causa del corte de talud.



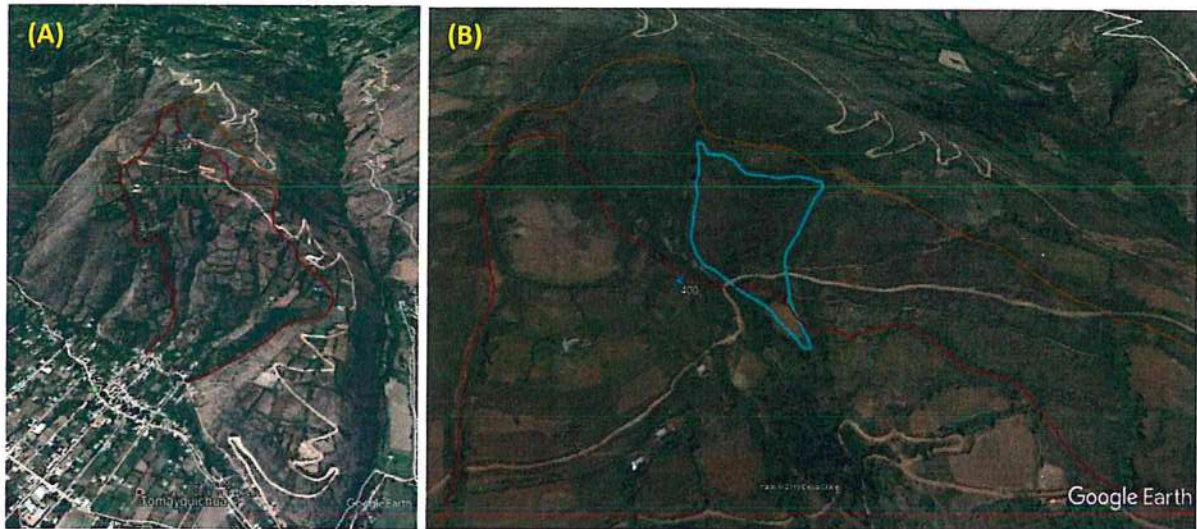


Figura 7: (A) imagen panorámica del 2017 donde se enmarca con una línea de color rojo el cuerpo del deslizamiento antiguo y de color naranja su escarpa. (B) imagen del año 2005 donde se aprecia la parte puntual del deslizamiento antiguo de color rojo y el deslizamiento reciente de color celeste.

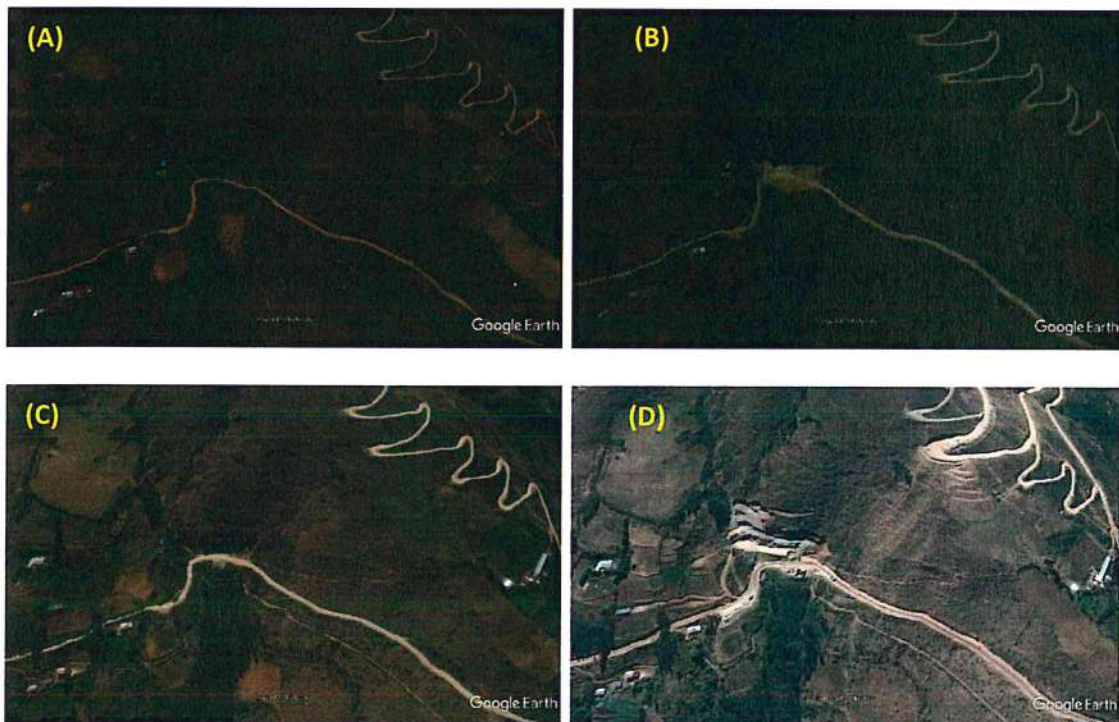


Figura 8: (A) Año 2009, no hay señales de reactivación. (B) Año 2010, se realizó una ampliación de la carretera, haciendo corte del talud. (C) Año 2016, aparece la escarpa del deslizamiento reactivado. (D) Año 2017, se aprecia la extracción de material incrementando el corte de talud y desestabilizando al mismo.



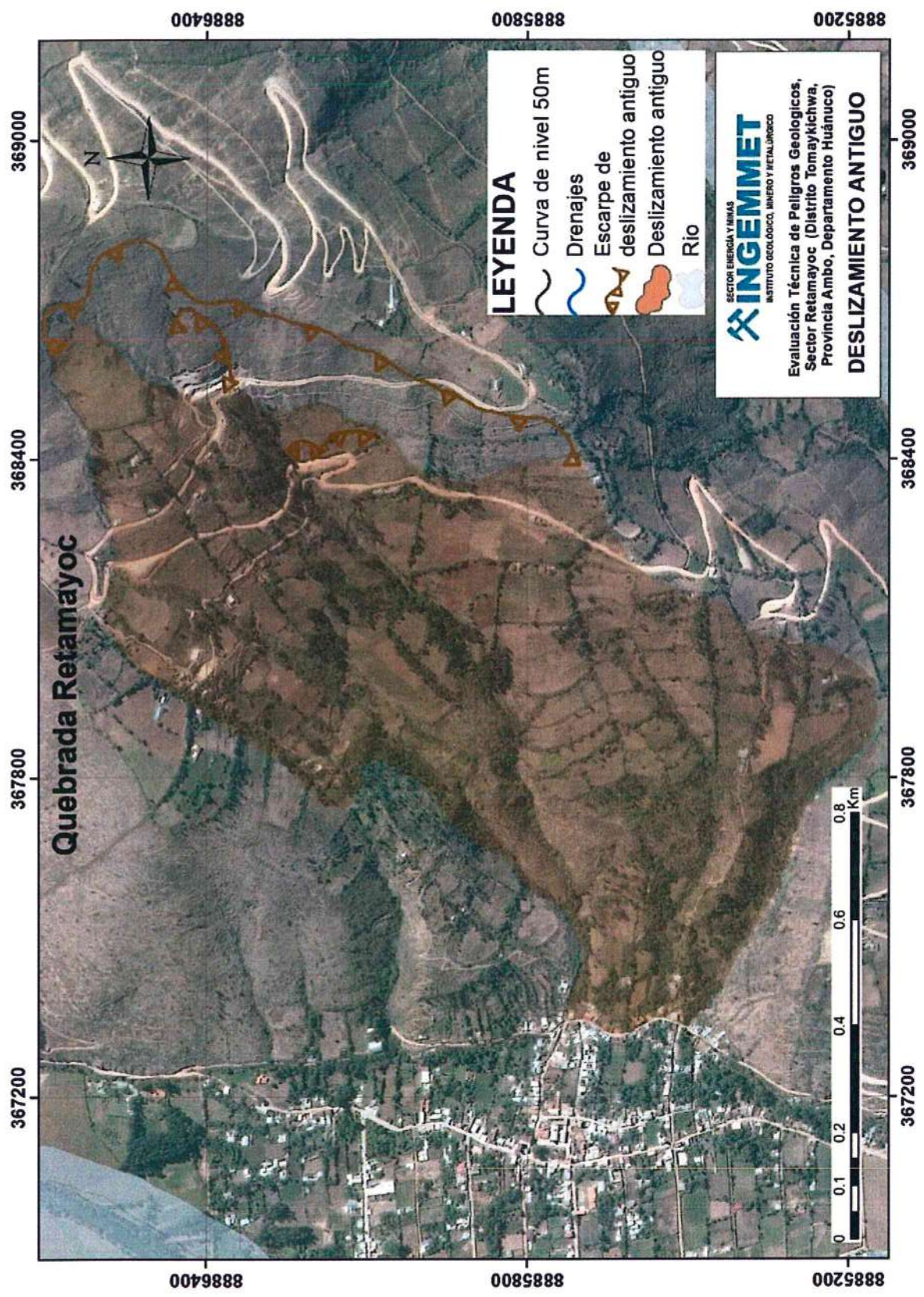


Figura 9: Se aprecia mapa de eventos antiguos en el sector Retamayoc.



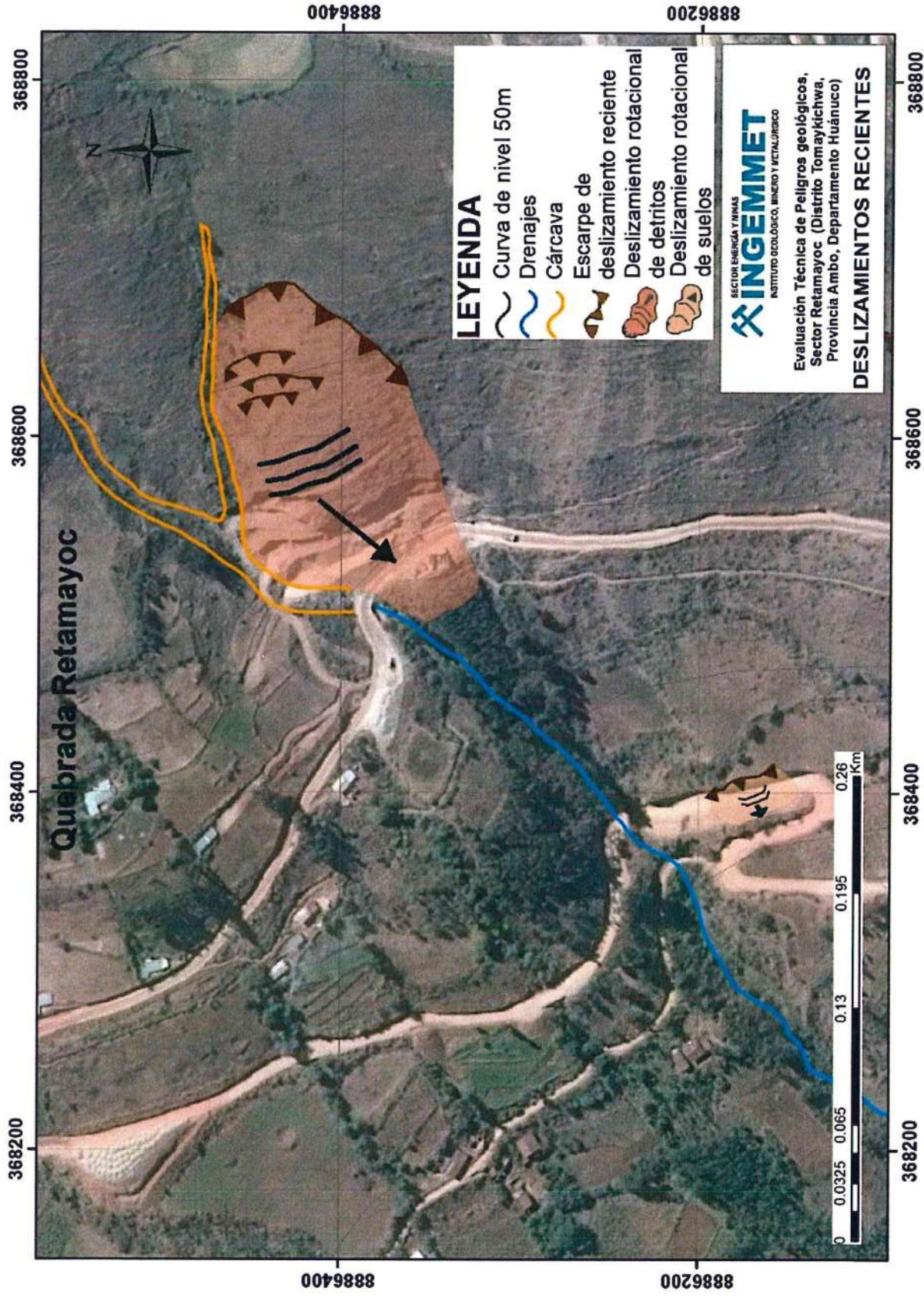


Figura 10: Se aprecia deslizamientos recientes que se produjeron a comienzos del año, en el sector Retamayoc.



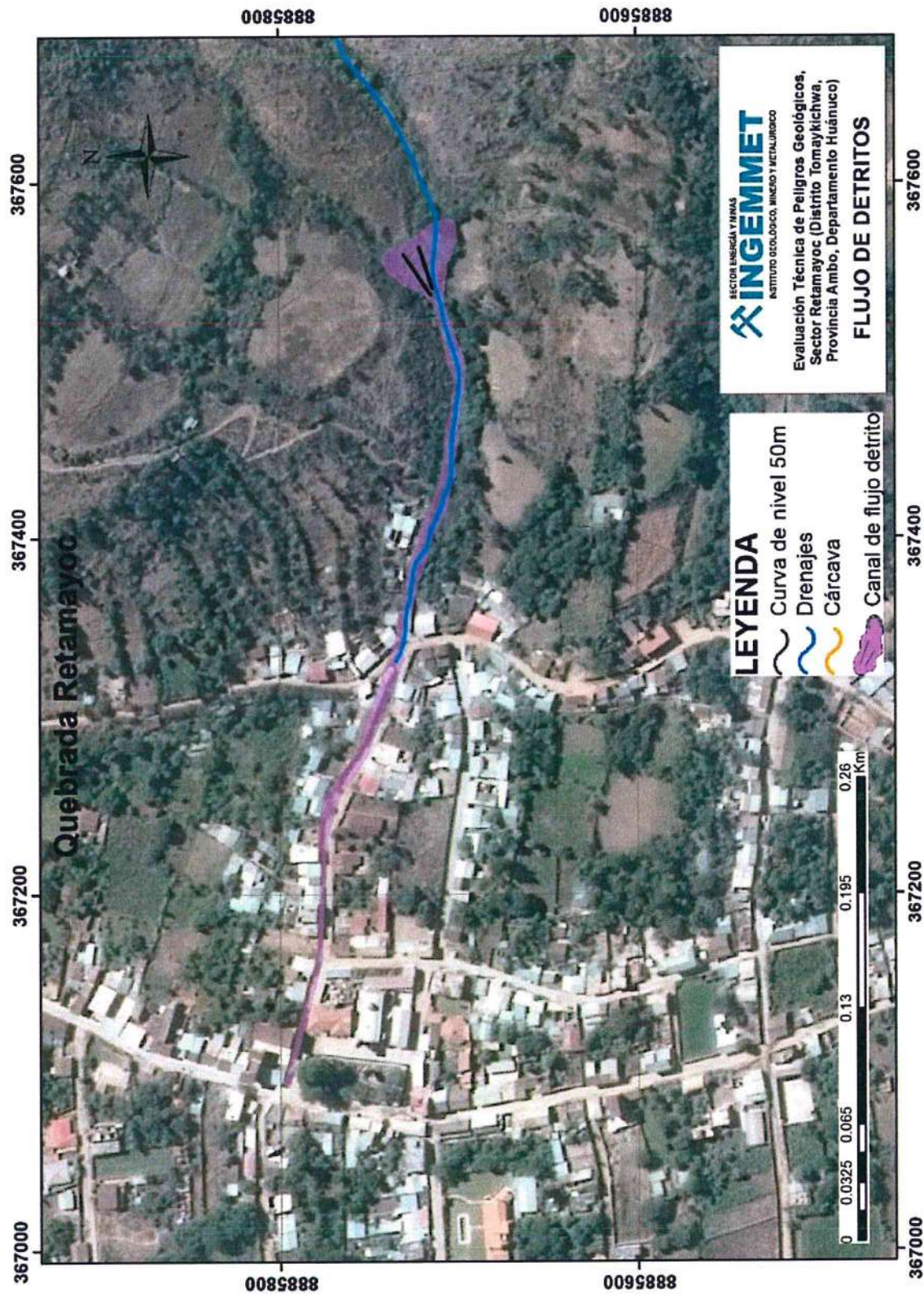


Figura 11: Se aprecia el flujo de detritos en la quebrada Retamayoc, que afectó seriamente al Jr. La Zanja en el mismo pueblo. Un mayor volumen de material canalizado por esta quebrada rebasaría la capacidad del cauce actual, produciéndose mayores daños.





Fotografía 4. Se aprecia el deslizamiento reactivado.

Característica del deslizamiento reactivado:

- El deslizamiento reactivado tiene un área de 15000 m<sup>2</sup>.
- La base del deslizamiento se encuentra poco más abajo de la carretera.
- La escarpa del deslizamiento reactivado presenta una longitud de 80 m, con salto variable de 3 a 5 m.
- En el cuerpo del deslizamiento, se tienen agrietamientos y escarpes secundarios (figura 12), como se aprecia en la vía y en el canal de regadío.
- El deslizamiento se reactivó por el lado izquierdo y superior del deslizamiento antiguo.
- La zona reactivada se encuentra entre el contacto del deslizamiento y roca.
- Este deslizamiento afecta al canal de regadío.



Figura 12. Se observa la escarpa principal del deslizamiento reactivado línea roja y el material movido en forma de escalones.



De seguir su movimiento el material suelto, se canalizaría por la quebrada, más el agua proveniente del regadío, aumentaría el volumen, esto lubricaría más la masa, que se canalizaría por el cauce de la quebrada originando un flujo de detritos o huaico, que podría llegar hasta la zona urbana de Tomaykwichua (figura 11).

Se observó la trayectoria del cauce de la quebrada que se pierde al llegar a la zona urbana canalizándose artificialmente por debajo de una calle. En el periodo lluvioso 2019 se presentó un huaico que afectó seriamente al sector de Tomaykwichua, el flujo al pasar por la calle socavó su suelo y afectó a las viviendas en su transcurso hasta llegar a la plaza de esta localidad (figura 13).



Figura 13: Zonas por donde paso el huayco de la quebrada Retamayoc; (A) Calle por donde pasa el canal foto con direccion oeste. (B) Calle por donde pasa el canal foto con direccion este. (C) Cruce de la vía carrozable con la canalizacion de la quebrada. (D): Comienzo del Jr. La Zanja, donde la canalización pasa por debajo de las viviendas. (E) El Jr. La Zanja por donde bajo el huayco a principios de año, esta foto fue tomada por personal de la Municipalidad de Tomaykichwa.



Además, en la base del deslizamiento reactivado, existe un pequeño afloramiento de agua que está aproximadamente a unos 80 metros por encima de la carretera junto al corte de talud, esto indica la infiltración de agua en el cuerpo del deslizamiento (figura 14 A). También por esta zona hay una cárcava muy pronunciada que en época de avenidas fue abasteciendo de agua a la quebrada Retamayoc, esta cárcava está erosionando el suelo por socavación (figura 14 B), haciendo más susceptible al deslizamiento.

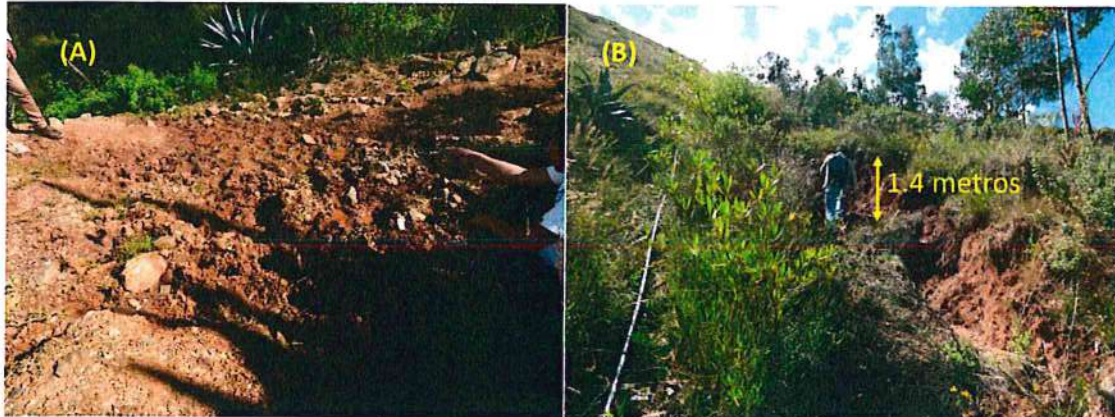


Figura 14: (A): Se muestra el afloramiento de agua en la quebrada (B): por encima del ojo de agua, estala cárcava generada en época de avenidas con una profundidad aproximada de 1.4 m de altura.

### 7.1. Factores condicionantes

Los factores condicionantes son todos los factores intrínsecos que contribuyen a que el evento sea más propenso a generarse.

En la zona de estudio, la constitución geológica del substrato se manifiesta de dos maneras: una con un suelo coluvial y otra conformada por los esquistos. El substrato de esquistos fracturado, permite la infiltración y saturación, factor condicionante para que continúe ocurriendo este tipo de movimientos en masa. Los fluidos generan esfuerzos mayores en la roca, la cual fallará en sus zonas más débiles, como se ve en sus escarpas del deslizamiento. Mas aun en zonas con cobertura de suelo residual, que es un material muy susceptible a deslizamientos, debido a la poca estabilidad que presenta cuando hay pendientes altas.

Otro factor es la pendiente de la zona que esta entre 35° a 40° y es otro condicionante a que ocurra un deslizamiento.

También es la falta de vegetación arbórea en todo el sector y áreas circundantes, ya que la vegetación juega un papel importante al impermeabilizar el suelo, generando mayor compactación con sus raíces.

Un factor condicionante es la actividad antrópica, como los cortes de talud que desestabilizan las laderas y sus canales de regadío como también de carreteras que no presentan revestimiento contribuyendo a la saturación de la masa mueble del deslizamiento y generando en la superficie la formación de cárcavas de grandes dimensiones condicionando la generación de más deslizamientos.



## 7.2. Factores desencadenantes

Los factores desencadenantes de eventos también se les conoce como disparadores y son los que desencadenan estos peligros geológicos; como la lluvia que genera sobre saturación para luego desencadenar movimientos en masa.

Las precipitaciones pluviales en la zona de evaluación, fue el factor desencadenante, ya que el deslizamiento se generó en la época de avenidas, también influye que este año se presentó con mayor intensidad y frecuencia como indican los pobladores

## 7.3. Medidas correctivas

A partir de los factores condicionantes identificados se debe tener en cuenta intervenir en:

Evitar la infiltración o al menos reducirla, para lo cual se recomienda plantaciones de árboles de raíz larga y abundante de ser posible plantas del sector.

Realizar canales de coronación impermeabilizadas para evacuar las aguas de la del sector y destinarlas a la parte baja (sin infiltraciones) hasta la Quebrada Retamayoc.

También generar un sistema de drenaje dentro del deslizamiento en forma de "espina de pescado" (figura 15) para no dejar que el agua infiltre en el mismo material movido que consiste en una zanja principal y otras secundarias que drenan a la principal.

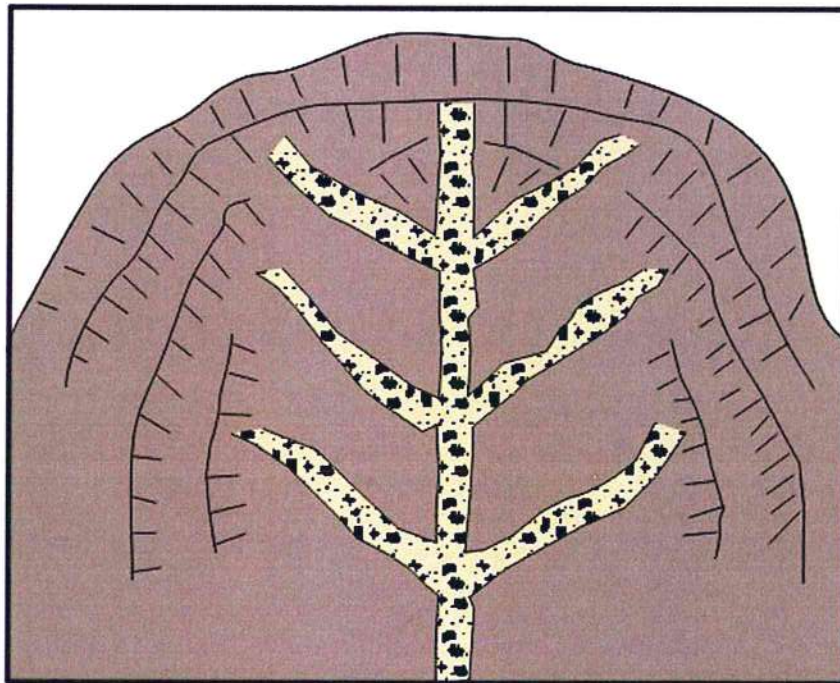


Figura 15: Drenaje tipo espina de pescado.

Para la cárcava es necesario impermeabilizar y no dejar que se produzca mayor erosión, generando un canal revestido definiendo el canal final de los flujos de agua para que pasen por esa zona, realizando un estudio hídrico.

En la quebrada que llega hasta el centro poblado, realizar protección del lecho de la quebrada con muros escalonados (figura 16) para que no pueda profundizar los flujos



al suelo y quitarle velocidad con “disipadores de energía” al momento que discurra pequeños flujos de detritos. Para ello sería conveniente realizarlos de un ancho mayor a la del lecho y todo esto debe tener mantenimiento periódico.

Además, abrir las zanjas que drenan el agua de la quebrada y que esté expuesto a la vista para que no haya obstrucciones en momentos de avenidas muy fuertes y pueda limpiarse cada vez que se requiera.

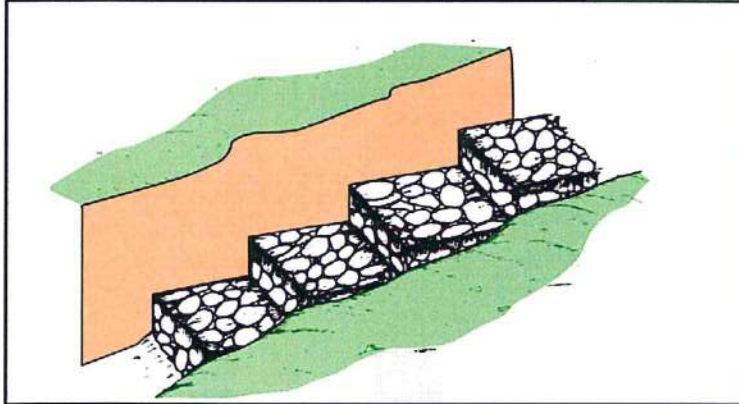


Figura 16: Protección de lecho de la quebrada.

## 8. PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA QUEBRADA TOYOCOTE

Se evaluó el sector Allaucan cuyas aguas drenan hacia la quebrada Ishla y presenta un deslizamiento reactivado. La otra es la quebrada Toyocote que recepciona las aguas de la quebrada Ishla donde ocurrió un flujo de detritos a comienzos del presente año.

Las características observadas en el deslizamiento hacen presumir que puede llegar a obstruir la quebrada Ishla y generar un flujo de detritos que llegue al río Huallaga, afectando el sector poblado de la quebrada Toyocote, localizado en el cono de deyección de la quebrada (figuras 17, 18, 19 y 20), anunciando un desastre de mayor magnitud si se produjera un huaico como producto del probable desembalse del deslizamiento que se pueda producir en esta quebrada, pudiendo afectar viviendas, un hogar de niños y chacras.

Este deslizamiento que se encuentra en el sector de Allaucan, apoyándonos de las imágenes satelitales históricas disponibles en el Google Earth (imagen 21), es producto de reactivación de un deslizamiento antiguo. Presenta una escarpa en la parte alta del sector, con una dirección suroeste.

En la cabecera de la quebrada, también está en formación un deslizamiento reciente, presentando grietas en el suelo; este evento compromete material de desmonte arrojado al realizar la carretera Retamayoc hacia Armatanga.



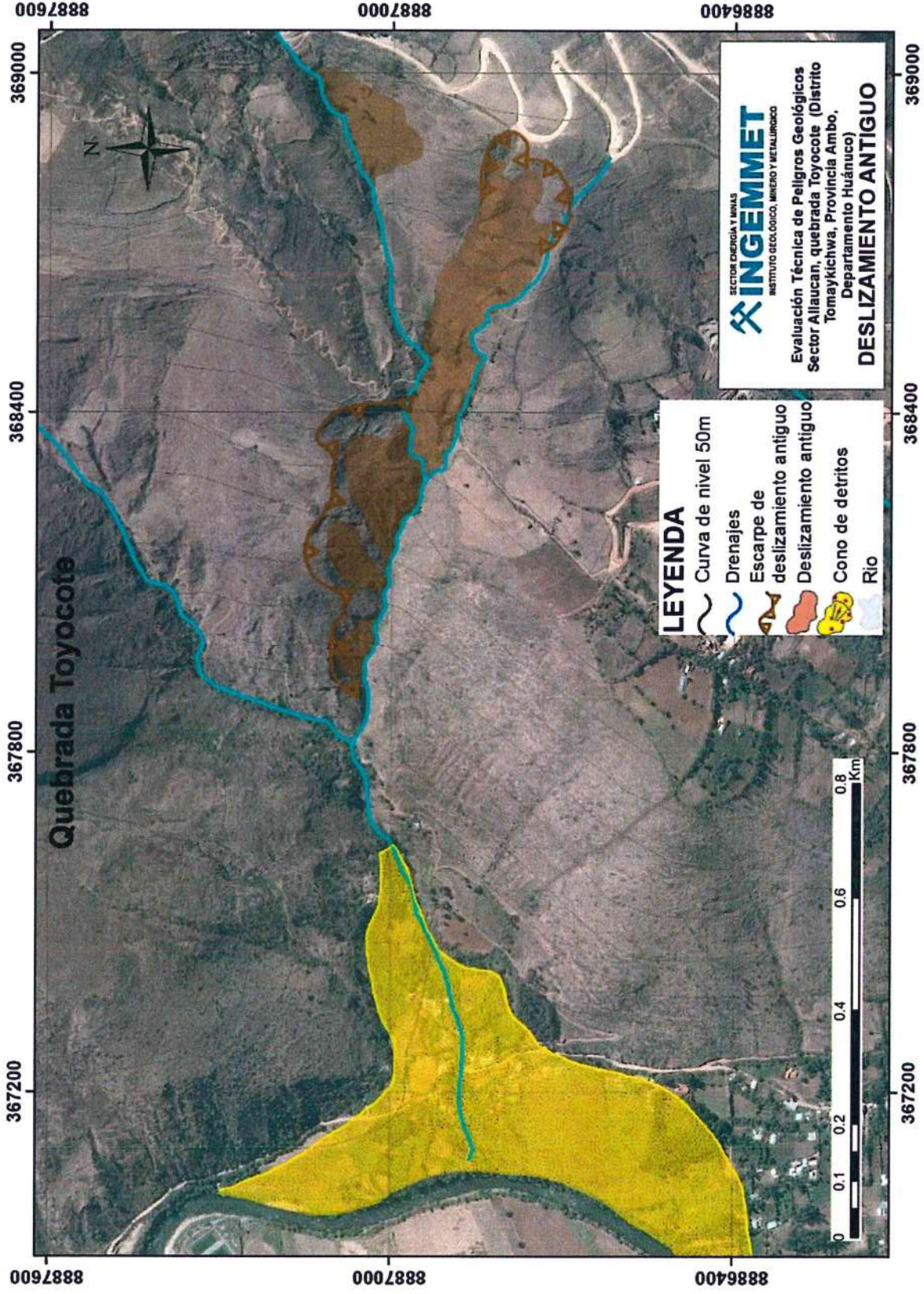


Figura 17. Mapa de procesos geodinámicos antiguos en el sector Allaucan quebradas Ishla y Toyocote.



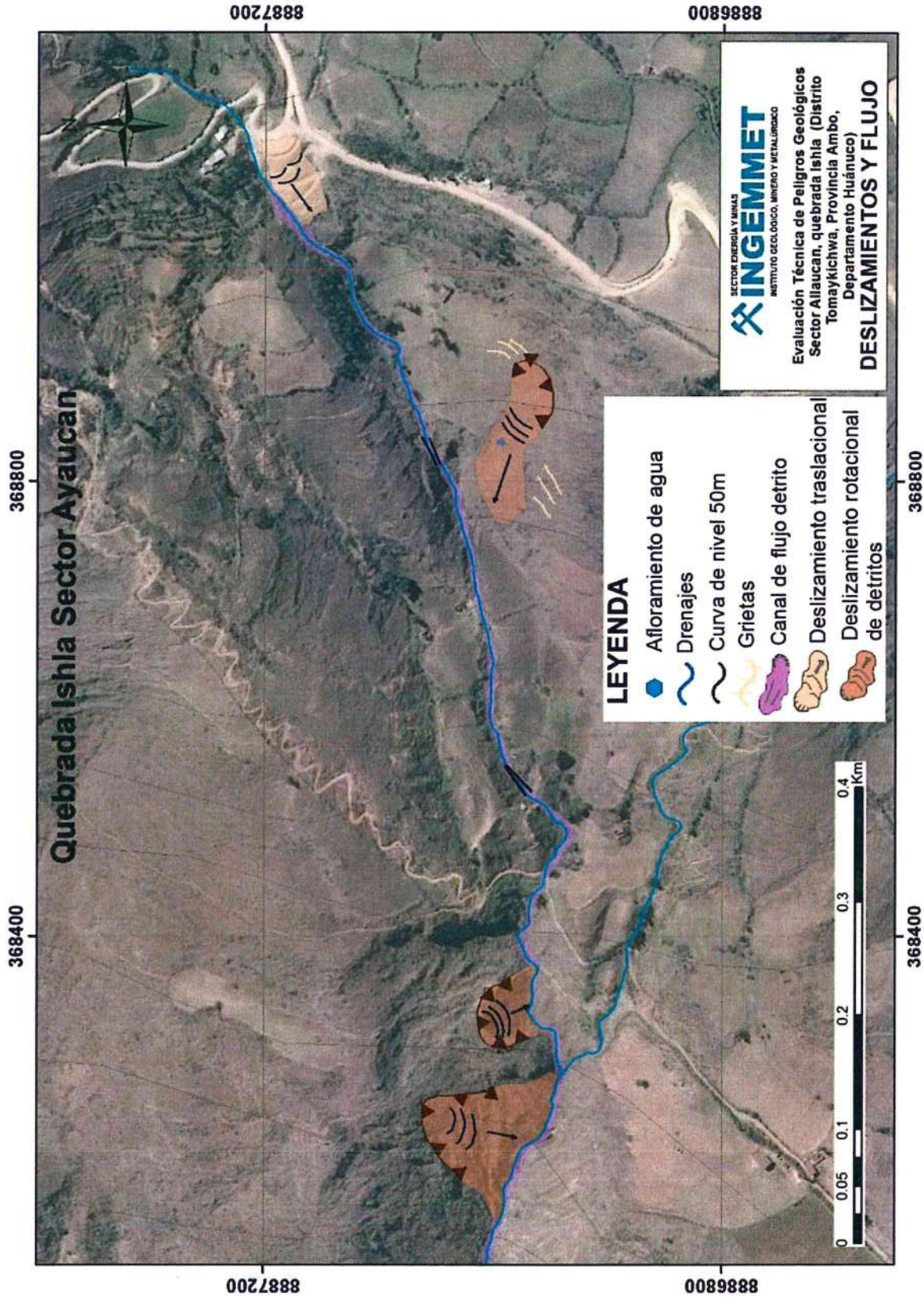


Figura 18: Mapa en el que se aprecia los deslizamientos recientes que se produjeron a comienzos del año, en el sector Ayaucan, quebrada Ishla.



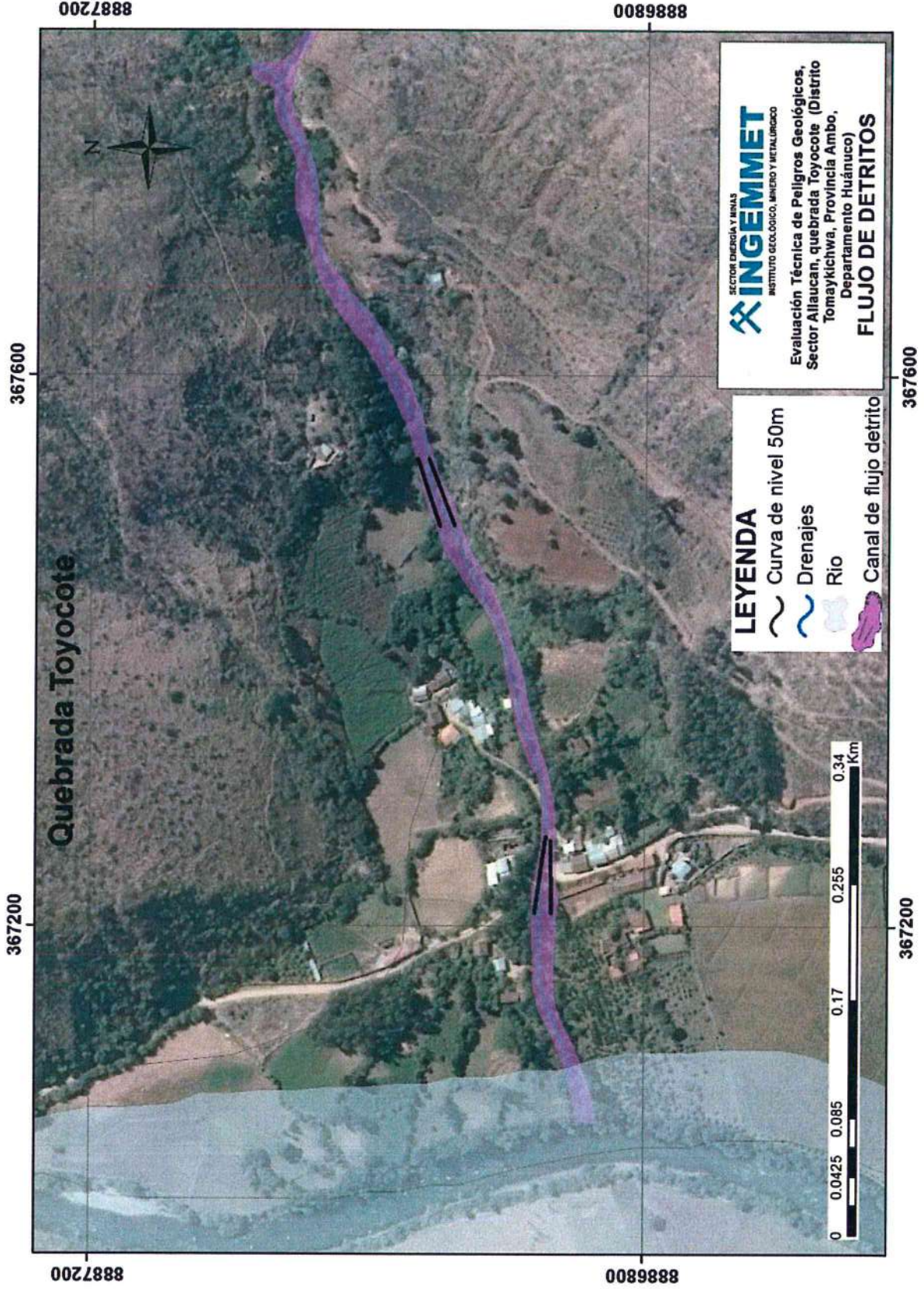


Figura 19: Mapa en el que se aprecia el flujo de detritos en la quebrada Toyocote y que afectó seriamente al centro poblado.





Figura 20: Sector Toyocote, junto al río Hullaga; la línea de color azul es la quebrada Ishla y la celeste la quebrada Toyocote. Las líneas verdes son escarpas antiguas de deslizamientos y las naranjas son los cuerpos de los deslizamientos antiguos.



Figura 21: Análisis comparativo de imágenes satelitales de los años 2005 y 2007, y la foto tomada en la presente evaluación: (A): Año 2005 sin presencia de deslizamientos en el punto 411 (punto donde se hizo observaciones) y se ve los materiales antiguos movidos y sus escarpas. (B): Año 2017 al mejorar la carretera arrojan material a la quebrada y generan deslizamientos. (C): Año 2019 se genera un deslizamiento en el punto 412 (punto donde se hizo observaciones) dentro del material antiguo movido, por debajo de la cárcava antigua.

El deslizamiento rotacional. Tiene un ancho aproximado de 40 m, con 60 m de largo y una escarpa principal de 2 m de altura, las pendientes son más pronunciadas cuando el deslizamiento se acerca al canal de la quebrada, lo cual corrobora el hecho de que si se sigue moviendo el material deslizado llegará rápidamente al canal de la quebrada



Ishla y así se podría obstruir y generar más peligro. La forma del deslizamiento es alargada y en la cabeza circular con avance retrogresivo, donde se presentan grietas semicirculares y paralelas, con espaciamiento y saltos de 10 a 20 cm. (figura 22 y 23).



Figura 22: Deslizamiento rotacional evaluado ubicado en la margen izquierda de la quebrada Ishla con escarpa de 2 m, ancho de 40 m y con grietas tensionales alrededor de color amarillo.



Figura 23: Se aprecia el cuerpo del deslizamiento en toda su magnitud, mostrando escarpas y una superficie irregular cóncavo-convexa con basculamientos, foto tomada por personal de la Municipalidad de Tomaykichwa.

Existen algunos deslizamientos menores con escarpas recientes que generan la obstrucción progresiva del cauce de una quebrada Ishla (figura 24) que es de forma angosta y encañonada, pudiendo represar las aguas para luego generar huaycos, estos flujos también podrían llegar a la quebrada Toyocote y al sector poblado, ubicado en el cono de deyección de la quebrada del mismo nombre pudiendo generar daños en su transcurso.





Figura 24: Deslizamientos traslacionales en la margen derecha de la quebrada Ishla. en líneas amarillas las escarpas antiguas y en naranja las escarpas recientes.

Los moradores manifiestan que a comienzos de año había ocurrido un flujo de detritos, ocasionado por las precipitaciones pluviales estacionales, que afectaron seriamente al funcionamiento del sector, el evento profundizó su canal y arrastró rocas de gran tamaño, dañando muros de viviendas que se encuentran junto al cauce y la carretera Tomaykichwa hacia Conchamarca (figura 25).



Figura 25: (A), (B), (C): Se muestra el flujo que se dio a comienzos del año presente en la quebrada Toyocote, donde se aprecia el tipo y tamaño de material arrastrado por el huaico y los daños ocasionados, fotos tomadas por personal del Municipio. (D): Durante la inspección se aprecia el trabajo de limpieza realizado por los pobladores de del sector.

### 8.1. Factores condicionantes

Mala calidad del Substrato, al existir rocas metamórficas como esquistos fracturados y plegados, también depósitos coluviales constituidos por escombros de bloques de grava, guijarros con clastos subangulosos y matriz arenosa a limosa, sin orden alguno muy porosos y poco consolidados. Asimismo, para que se generen flujos de detritos o huaicos, actúan como factor condicionante, el tener material coluvial que



obstruye el canal de la quebrada de fácil saturación por no ser compacto, pudiendo discurrir aguas abajo por la quebrada.

Otro factor es la pendiente en los deslizamientos evaluados, el sector presenta pendientes similares entre 25° y 35° que son pendientes muy fuertes (Vilchez *et al.*, 2013). (ya que el ángulo de reposo recomendable es de 30°). En las quebradas la pendiente longitudinal de los cauces condiciona la velocidad de los flujos de detritos y la erosión en las márgenes como también en su base, incorporando mayor material de arrastre en los huaicos.

La geomorfología como una vertiente coluvial de detritos y laderas de montañas en roca metamórfica degradadas, plegadas y fracturadas, condicionan a los procesos geodinámicos.

La cobertura vegetal en la zona, condiciona a la generación de eventos de movimientos en masa, ya que su función es cohesionar al suelo y evitar la erosión. En la zona solo existen pequeños arbustos y pastos que ayudan poco a su compactación y absorción de las aguas pluviales.

## **8.2. Factores desencadenantes**

Las precipitaciones pluviales en la zona de evaluación, fueron el factor desencadenante, ya que los deslizamientos en la quebrada Ishla y el flujo en la quebrada Toyocote se generaron en época de avenidas, también influye que las lluvias este año se presentó con mayor intensidad y frecuencia como indican los pobladores.

## **8.3. Medidas correctivas**

Evitar la infiltración o al menos reducirla, para lo cual se recomienda plantaciones de árboles de raíz larga y abundante de ser posible plantas del sector.

Realizar canales de coronación impermeabilizadas para evacuar las aguas de la del sector y destinarlas a la parte baja (sin infiltraciones) hasta la Quebrada Toyocote.

También generar un sistema de drenaje dentro de los deslizamientos en forma de "espina de pescado" para no dejar que el agua infiltre en los materiales removilizados que consiste en una zanja principal y otras secundarias que drenan a la principal.

Realizar un estudio del suelo para incorporar una estructura de contención en la base de los deslizamientos como muros con gaviones que mejoren la estabilidad de esta ladera.

En la quebrada Toyocote e Ishla, realizar protección del lecho de la quebrada con "muros escalonados" para que no pueda profundizar los flujos y quitarle velocidad con "disipadores de energía" realizando limpieza de canal.

En la intersección de la carretera Tomaykichwa hacia Conchamarca y la quebrada Toyocote, se necesita construir un Badén que traslade las aguas de la quebrada por la vía y no se vea afectada por eventos pluviales futuros.



## 9. PELIGROS GEOLÓGICOS EN LA QUEBRADA CHINCHUBAMBA

Dentro de la quebrada Chinchubamba, se pueden apreciar deslizamientos antiguos (figura 29) que generaron la forma actual de la quebrada, dentro de estos pudimos apreciar deslizamientos reactivados los cuales se valoraron (figura 30). En el sector Armatanga, se pudo apreciar eventos de peligro, como reactivaciones de deslizamiento, que se encuentran al pie de la carretera Retamayoc hacia Armatanga (figura 26), en este sector los deslizamientos reactivados son a causa de haber realizado cortes al talud por la construcción de la carretera, también presenta agrietamientos y hundimientos, sus afectaciones son más hacia las zonas de cultivo con pérdidas de producción e interrupción de carretera, durante la temporada de lluvias.

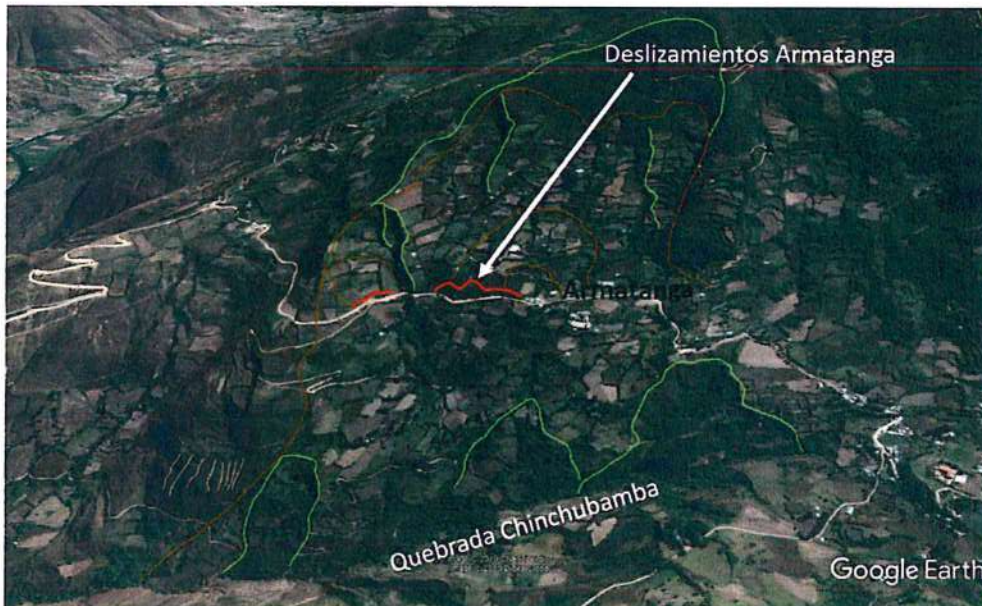


Figura 26: Imagen satelital de Google Earth donde podemos mostrar los deslizamientos que afectan a la carretera de Armatanga.

De igual manera, la carretera de Chinchubamba se encuentra afectada por un deslizamiento rotacional activo, ubicada en la margen izquierda de la quebrada del mismo nombre que obligó a modificar su trazo al quedar severamente dañada (figura 27). Sin embargo, el nuevo trazo junto al deslizamiento, presenta también procesos de caídas de rocas, cárcavas y otro deslizamiento, además de agrietamiento en el deslizamiento principal, de tal manera que la vía seguía interrumpida el día de la evaluación.



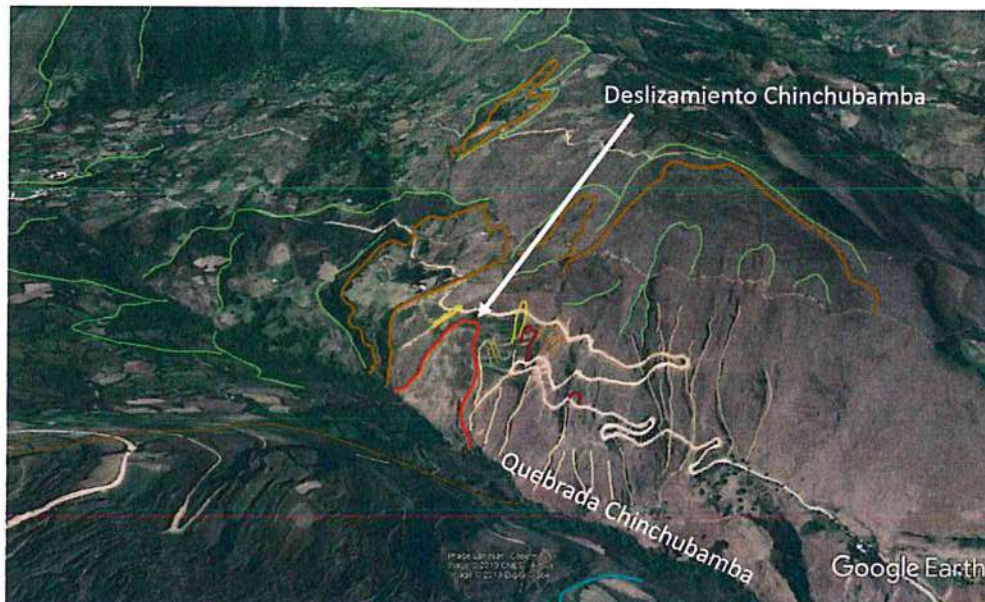


Figura 27: Imagen satelital de Google Earth donde podemos mostrar los eventos antiguos y recientes que afectan un tramo de la carretera a Chinchubamba, pudiendo represar y obstruir la quebrada con un consiguiente desembalse.

Otro evento identificado que está ubicada en la margen derecha de la quebrada Chinchubamba, es un peligro por flujo de detritos en el sector Dispensa (figura 28) que arrastro materiales poco consolidados por el canal de su quebrada, afectando áreas de cultivo y una vivienda.



Figura 28: Imagen satelital de Google Earth donde podemos mostrar los flujos de detritos que pasaron por la quebrada del sector Dispensa y que afectaron a una vivienda y chacras de la zona.



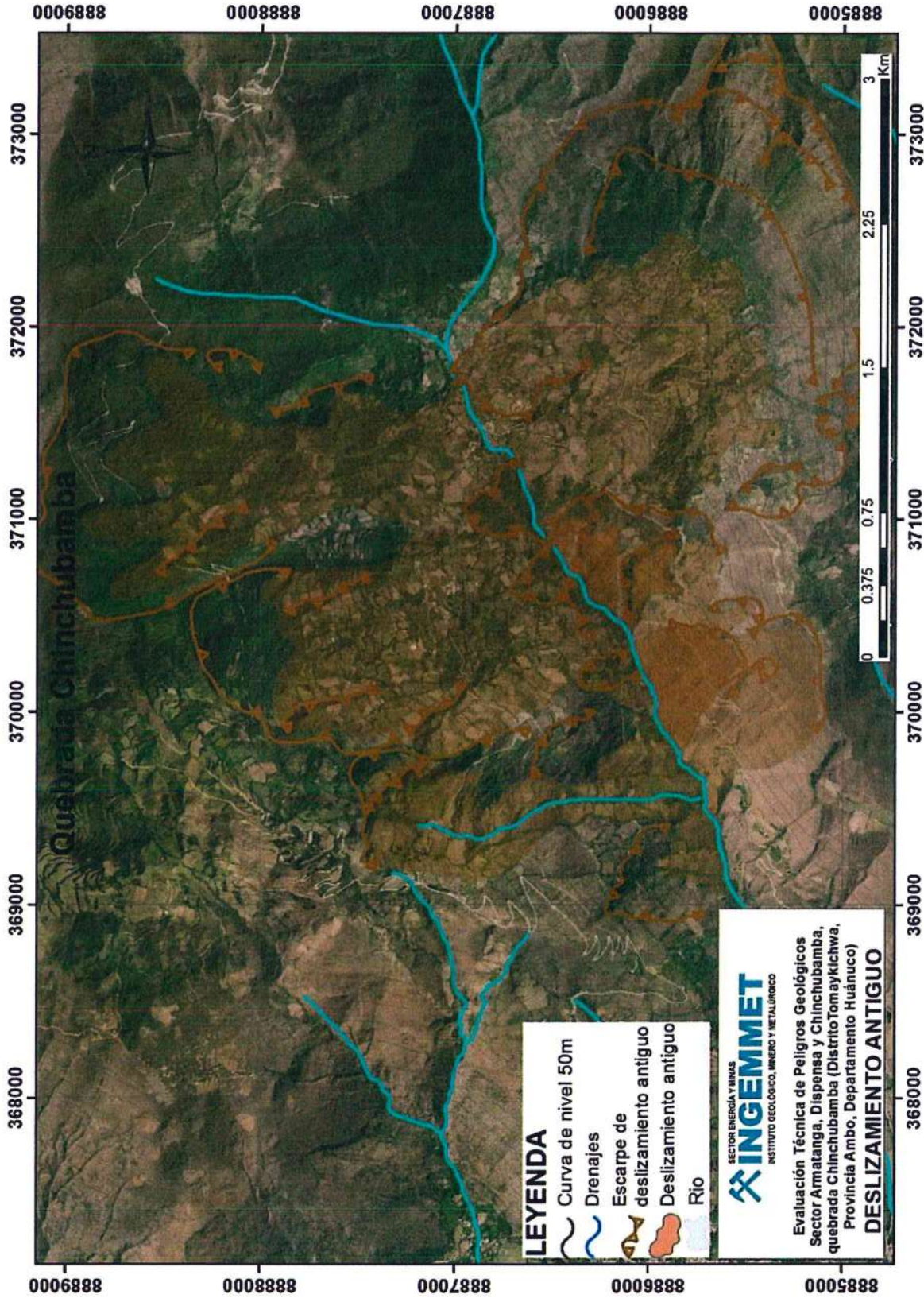


Figura 29: En la quebrada Chinchubamba se observa los eventos antiguos de los sectores Armatanga, Dispensa y Chinchubamba.



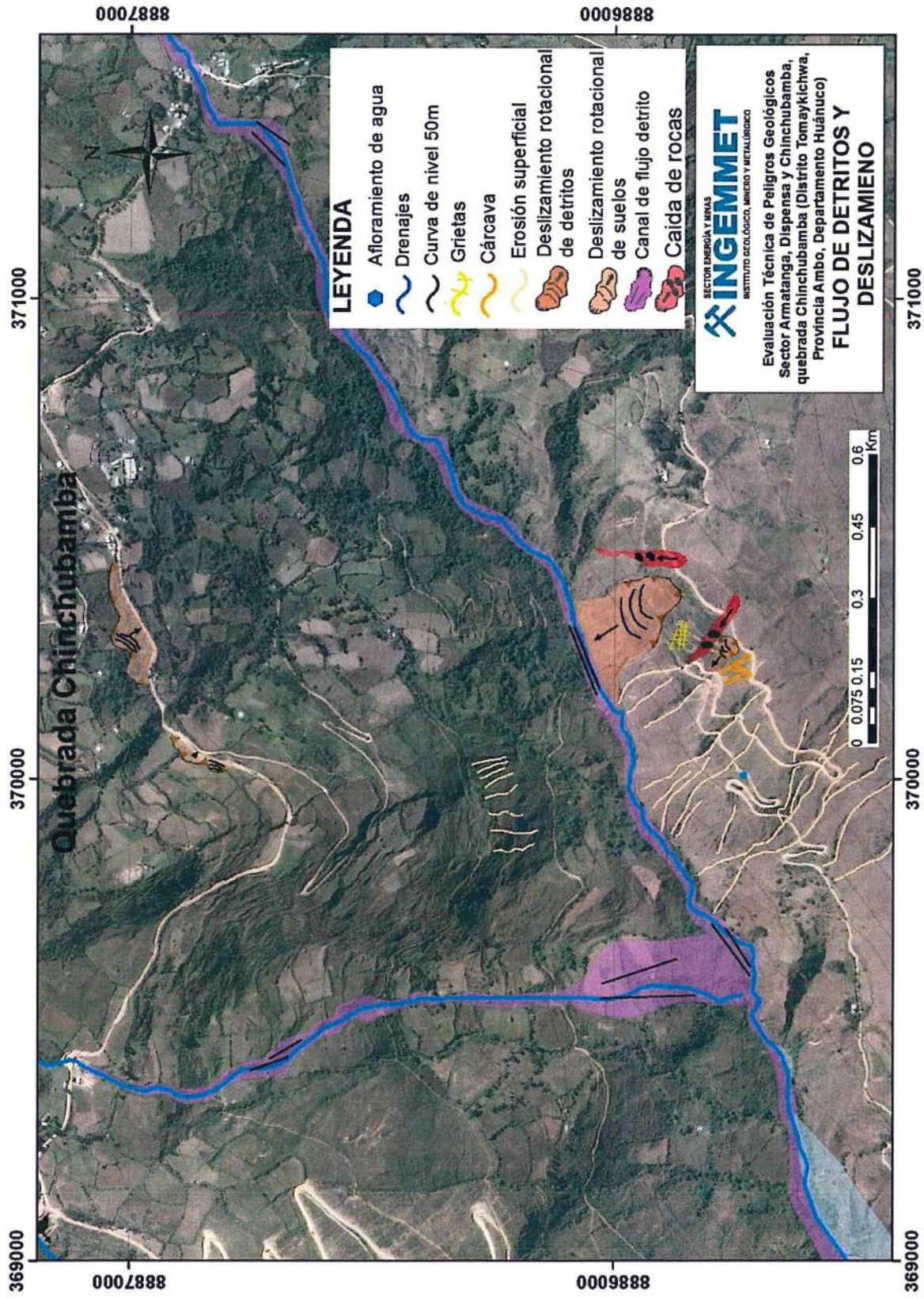


Figura 30: Se observa deslizamientos recientes, caída de rocas, flujos de detritos y eventos de erosión que se produjeron a comienzos del año, en los sectores Aramtanga, Dispensa y Chinchubamba.



**Deslizamientos en el centro poblado de Armatanga:** se encuentra en la margen derecha de la quebrada Chinchubamba. Una ladera que presenta dos deslizamientos reactivados contiguos, uno de ellos con dimensiones de unos 100 m de ancho con una altura de 7 m promedio aproximadamente, y otro, que llega casi justo a la entrada del centro poblado, que tiene una dimensión de 250 m de ancho por unos 25 m de altura promedio aproximadamente, ambos con asentamientos que obstruyeron de igual manera a la carretera, dejándola intransitable en época de lluvias, se observa que realizaron trabajos de limpieza y mantenimiento, pero aún se ve las grietas tensionales (figura 31).

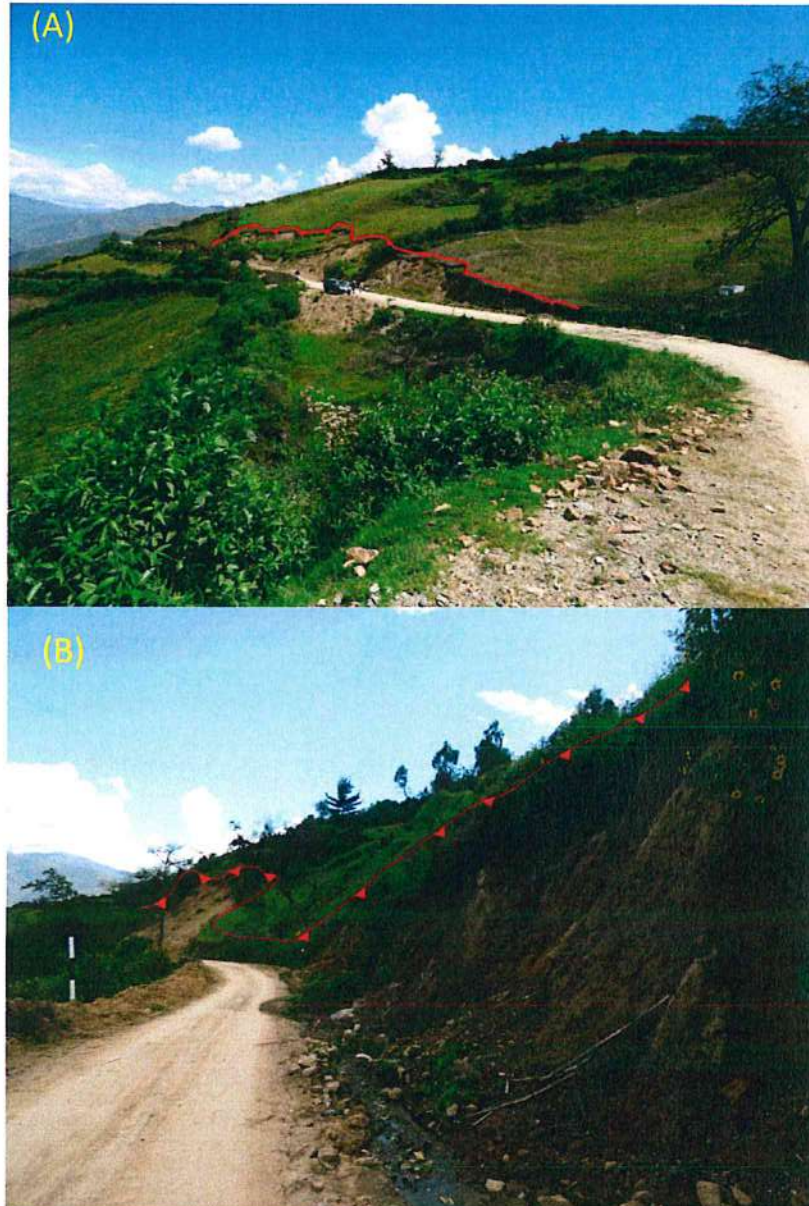


Figura 31: (A), (B): Imágenes que muestra los deslizamientos que obstruyeron la carretera en el sector Armatanga.

**Deslizamiento rotacional de Chinchubamba:** Es la reactivación de un deslizamiento antiguo descrito en un informe anterior realizado por INGEMMET titulado “Evaluación Ingeniero geológica del deslizamiento de Chinchubamaba Distrito Tomaykichwa, Provincia Ambo, Región Huánuco” (Delgado y Chagua 2012), que explica el deslizamiento, sus posibles consecuencias y sus recomendaciones; la única



recomendación tomada fue realizar el cambio de trazo de la carretera, pero no las medidas de mitigación o reducción del peligro en el sector.

Lo que se suma a este deslizamiento es la generación de más eventos a un radio aproximado de 130 m a ambos lado del deslizamiento, los eventos son procesos de erosión severa y forman cárcavas, a la izquierda del deslizamiento, se observa agrietamientos en el suelo con direcciones norte sur, a unos 60 m luego del deslizamiento principal hay una avalancha de rocas de 30 m de ancho a unos 100 m de largo, con bloques angulosos rectangulares de hasta 1m de tamaño, a la izquierda de la avalancha se presenta otro deslizamiento traslacional de 25 m de ancho con 70m de recorrido (figura 32).



Figura 32: (A): imagen actual del deslizamiento en la carretera a Chinchubamba, donde se aprecian diferentes eventos con líneas según la leyenda. (B): Imagen satelital del año 2017 que muestra con líneas los eventos existentes, pero no existiendo algunos de los eventos nuevos, generado por no realizar las recomendaciones que se dieron en el primer informe.



**Flujo de detritos (huaico) del sector Dispensa:** se presentó a comienzos de año, se ubica debajo de la carretera Ilaucan hacia Armatanga sector Dispensa, fue originado por las precipitaciones pluviales, generando la profundización del canal de su quebrada y arrastrando el material hacia las partes bajas, se presenta dentro de un deslizamiento antiguo, por lo que el suelo es fácilmente erosionable; hay una vivienda afectada por estar muy cerca al canal de la quebrada en la zona donde se explaya el flujo, también se aprecia procesos de erosión severa a la izquierda del flujo (figura 33 y 34).



Figura 33: Imagen actual que muestra un pequeño conoide de deyección originado por un flujo de detritos (huaico) que afectó a una vivienda en el sector de Dispensa, las líneas azules muestran el cauce de la quebrada y la marrón es el cuerpo de un deslizamiento antiguo.

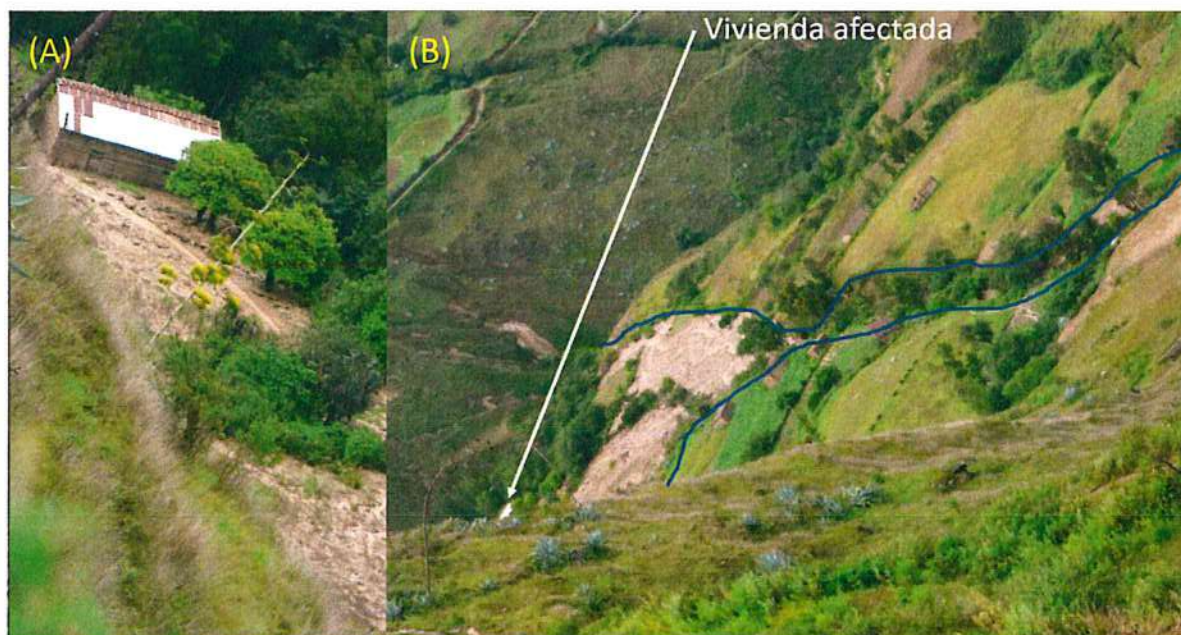


Figura 34: (A): Sector Dispensa se muestra la el evento ocurrido en los primeros meses del año. (B): parte baja del sector Dispensa, se aprecia la zona donde se explayó el flujo de detritos (huaico) y como afectó a una vivienda. Las imágenes fueron tomadas por personal de la Municipalidad de Tomaykichwa.



### **9.1. Factores condicionantes**

El suelo en la zona evaluada, por provenir de deslizamientos antiguos no tienen compactación y están desordenados, siendo más predispuesto a erosionarse o generar cualquier tipo de movimiento en masa.

La pendiente es otro factor que condiciona al suelo y es determinante cuando la pendiente es mayor de 30° ya que los suelos son menos estables y favorecen a los deslizamientos, caídas, flujos y erosiones.

El factor antrópico también, cuando generan sin análisis técnico cortes del talud y aumentan las pendientes en los suelos, como también generando canales de regadío de mala calidad que infiltran al suelo en todas las épocas del año.

La cobertura vegetal por ser un factor que mejora las condiciones del suelo, en la quebrada, no se aprecia cobertura arbustiva abundante, por lo que aumenta la predisposición de generarse movimientos en masa.

### **9.2. Factores desencadenantes**

El factor que desencadenó estos movimientos en masa y los flujos que erosionaron el suelo, fueron las precipitaciones pluviales que se dieron a comienzos de año, también influye que las lluvias este año se presentaron con mayor intensidad y frecuencia como indican los pobladores, teniendo estos sectores mayor peligro si no realizan las medidas correctivas.

### **9.3. Medidas correctivas**

En el flujo que está en el sector Dispensa, es necesario realizar protección del lecho de la quebrada con muros escalonados para que no pueda profundizar aún más y quitarle velocidad con pequeños muros transversales que disipen la energía de la quebrada, esto debe tener mantenimiento seguido al menos cada comienzo de periodo de avenidas.

En los deslizamientos que están cerca al centro poblado de Armatanga se debe realizar zanjas de coronación para disminuir la infiltración y en el cuerpo del deslizamiento antiguo zanjas tipo espina de pescado, y también al borde de la carretera mejorar sus zanjas de evacuación de aguas pluviales y destinarlas hasta la quebrada principal Chinchubamba esto implica impermeabilizar todas las zanjas.

Para el deslizamiento de Chinchubamba y los demás eventos que están en la zona seguir las recomendaciones de la evaluación que se realizó en octubre del año 2012, además realizar zanjas de coronación en la parte alta del escarpe del deslizamiento reciente y también en la parte alta del cuerpo del deslizamiento antiguo.

Realizar forestación con plantas nativas de la zona en los deslizamientos de Armatanga, en el flujo que está en el sector Dispensa forestar en todos los bordes de la quebrada previendo una faja de inundación, en el deslizamiento de Chinchubamba, la forestación debe ser en toda la ladera donde está el deslizamiento y sus alrededores.



## CONCLUSIONES

- a) Las condiciones de precipitación pluvial estacionales en la zona serán iguales a mayores en el futuro, hasta excepcionales de acuerdo a la tendencia en relación con el calentamiento global que incrementa el efecto invernadero. Esto indica que los eventos de movimientos en masa seguirán dándose, por lo que es necesario atenuar sus efectos realizando medidas correctivas y recomendaciones, con la finalidad de mejorar los factores que condicionan estos fenómenos y que generan pérdidas en cada una de estas ocurrencias.
- b) Deslizamiento de la **quebrada Retamayoc** puede afectar seriamente a la carretera Tomaykichwa hacia sector Retamayoc y a los canales de riego además de poder generar un flujo de detritos (huayco) que llegue al centro poblado Tomaykichwa generando un desastre.
- c) El flujo de detritos en la **quebrada Retamayoc** que llega al centro poblado de Tomaykichwa es de muy alto peligro si se desataría el deslizamiento del sector Retamayoc y circulara este material luego de un embalse por la quebrada.
- d) El peligro en la **quebrada Toyocote** también es latente, podría afectar a las viviendas que se encuentran junto a la quebrada y a las chacras, ya que todo el sector de Toyocote está en el cono de deyección de la quebrada; el potencial de peligro aumenta si consideramos los deslizamientos que están ocurriendo en las partes altas como el del sector Allaucan; si obstruyeran el cauce de la quebrada generarían un flujo de detritos más violento produciendo un desembalse.
- e) Los peligros de la quebrada Chinchubamba **sector Armatanga**, son dos deslizamientos que se encuentran en la carretera y están junto al centro poblado de Armatanga que afecta la carretera, además debemos considerar que podría generarse cuando la gente está transitando por el sector generando mayores daños
- f) En la quebrada Chinchubamba en el **sector Chinchubamba** existe un deslizamiento reactivado que tiene peligro muy alto a deslizarse y a generar un flujo en las partes bajas de la quebrada Chinchubamba, el cual afectaría viviendas y a áreas de cultivo en su camino.
- g) En la quebrada Chinchubamba el flujo que se puede presentar en el **sector Dispensa** afectaría la carretera Retamayoc-Armatanga y la parte baja de la carretera donde se encuentran las viviendas del sector que están posicionadas a lo largo de su quebrada y las áreas de cultivo.

  
Ing. SEGUNDO ALFONSO NUÑEZ JUAREZ  
Jefe de Proyecto, Evaluación de Peligros  
Geológicos a Nivel Nacional  
INGEMMET



## RECOMENDACIONES

- a) Tener en consideración las medidas correctivas realizadas en el documento para la quebrada Retamayoc, quebrada Chinchubamba, y quebrada Toyocote, para así lograr en alguna medida la reducción de los efectos de estos fenómenos, además si es posible generar una cultura ecológica y de prevención manteniendo todos los sectores forestados encontrando algún equilibrio entre los árboles y la agricultura.
- b) En el sector Retamayoc, realizar la limpieza de escombros continuamente, mantener limpio el canal de la quebrada para evitar el represamiento y consiguiente flujo.
- c) En la quebrada Tyocote e Ishla realizar limpieza de los escombros continuamente, mantener limpio el canal de la quebrada para evitar el represamiento y consiguiente flujo.
- d) Generar una faja marginal en todas las quebradas mencionadas en el informe basándose en un estudio técnico, hacerlo hasta la confluencia con el río Huallaga para que hasta esa línea no se pueda ocupar o hacer uso del suelo.
- e) Generar un plan de contingencia para eventos de flujos (huaicos) en las quebradas Retamayoc, Toyocote y Chinchubamba. Asimismo, promover un sistema de alerta temprana para las viviendas cercanas a estas quebradas, para que los pobladores conozcan una ruta de evacuación y tengan zonas seguras al producirse estos eventos, al menos hasta que se implemente todas las medidas correctivas anteriores.

  
Ing. SEGUNDO ALFONSO NUÑEZ JUAREZ  
Jefe de Proyecto. Evaluación de Peligros  
Geológicos a Nivel Nacional  
INGEMMET

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



## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

CRUDEN, D.M.; VARNES, D.J. (1996). Landslide types and 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.

DÁVILA B. J., (1999). Diccionario Geológico Tercera Edición.

Delgado, F.; Chagua, J. (2012). Evaluación Ingeniero-geológica del deslizamiento de Chinchubamba, Distrito de Tomaykichwa, Provincia ambo, Región Huánuco. INGEMMET. Informe Técnico N°A6613, 54p.

INGEMMET. (2017). Mapa Geomorfológico del Distrito de Tomaykichua. Recuperado de, <http://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2000). Estudio de riesgos geológicos del Perú, franja N°1. Ingemmet, boletín serie C: geodinámica e ingeniería geológica.

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES DE ESPAÑA. MOPT, (2004) Guías para la elaboración de estudios del medio físico. 5ta Edición Madrid. España.

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, 432p.

Sosa, S. (2016). Análisis De Susceptibilidad A Los Peligros Geológicos Por Movimientos En Masa – Poblados De Pampamarca Y Acobamba, Región Huánuco (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Del Altiplano, Puno, Perú.

Vilchez, M., Luque, G. & Rosado, M. (2013). Estudio de riesgo geológico en la región Piura. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 52, 250 p., 9 mapas.

ZAPATA, A.; ROSSEL, W. & ABARCA, F. (2003). Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Ambo (21-k). INGEMMET, Memoria descriptiva, 28 p

Zavala, B., Valderrama, P., Pari, W., Luque, G., &Barrantes, R. (2009). Riesgos geológicos en la región Ancash. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 38, 280 p.