

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A6880**

# PELIGRO POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR TAWANTINSUYO LOBO

Región Cusco  
Provincia La Convención  
Distrito Kimbiri  
Paraje Tawantinsuyo Lobo



ABRIL  
2019

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>1.1 ANTECEDENTES Y TRABAJOS PREVIOS</b> .....	2
1.2. Objetivos .....	3
<b>2. ASPECTOS GENERALES</b> .....	4
2.1. Ubicación y accesibilidad .....	4
<b>3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS</b> .....	4
3.1. Pendiente del terreno.....	5
3.2. Unidades geomorfológicas.....	5
3.2.1. Montañas en roca sedimentaria.....	5
3.2.2. Vertiente coluvio deluvial.....	5
<b>4. ASPECTOS GEOLÓGICOS</b> .....	6
4.1. Grupo San José.....	6
4.2. Formación Sandía. ....	6
4.3. Depósitos aluviales .....	6
4.4. Depósitos coluvio-aluviales.....	7
<b>5. PELIGROS GEOLÓGICOS</b> .....	7
5.1 Deslizamiento – flujo.....	8
5.2 Derrumbe – flujo de detrito. ....	9
<b>CONCLUSIONES RECOMENDACIONES</b> .....	12
<b>REFERENCIAS</b> .....	13

## PELIGRO POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR TAWANTINSUYO LOBO

### 1. INTRODUCCIÓN

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

La congresista de la Republica Nelly Cuadros Candía, mediante Oficio N°0827-2018-2019/NLCC-CR, de fecha 25 de enero del año en curso solicitó a nuestra institución una evaluación técnica de peligros geológicos en el sector Tawantinsuyo Lobo.

El INGEMMET, por intermedio de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico comisiono a los profesionales Dulio Gómez Velásquez y Mauricio Nuñez Peredo, especialistas en gestión de riesgos geológicos, para realizar la evaluaciones técnica, en el sector previamente mencionado, el cual se realizó el 21 de febrero del presente año, previa coordinación con personal del Instituto Nacional de Defensa Civil INDECI y autoridades locales.

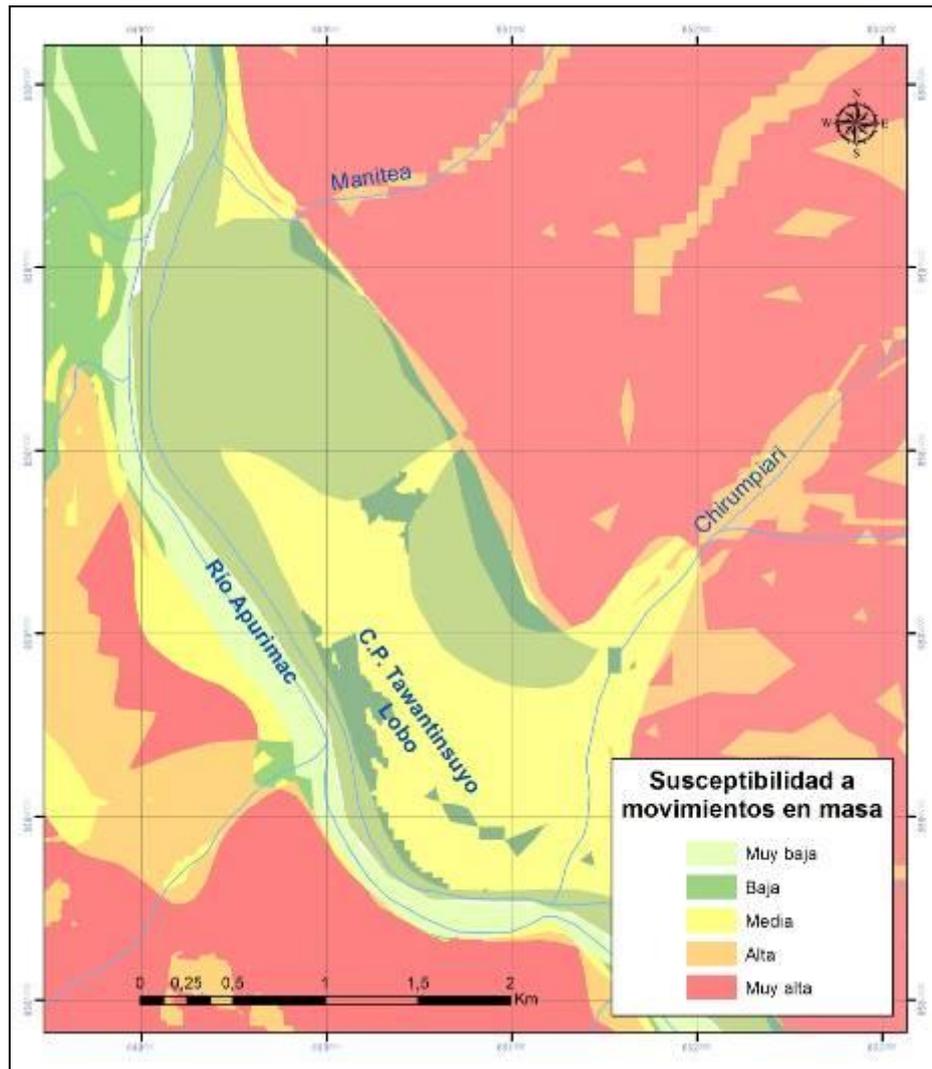
La evaluación técnica, se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anterior realizados por el Ingemmet, la interpretación de imágenes satelitales, preparación de mapas para trabajos de campo, toma de datos (fotografía y GPS), cartografiado y redacción de informe preliminar

Este informe, se pone en consideración del Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, autoridades y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción de riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

#### 1.1 ANTECEDENTES Y TRABAJOS PREVIOS

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

- a) Estudio de riesgos geológicos de la región Cusco, elaborado por el Ingemmet – 2015, realiza el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, donde se determina que el centro poblados Tawantinsuyo Lobo, se ubica en una zona de Alto y Muy Alto grado de susceptibilidad a peligros de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión fluvial. (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa de la región Cusco, se observa que el centro poblado Tawantinsuyo Lobo, se ubica en una zona de Alto y Muy Alto grado de susceptibilidad a peligros de tipo: deslizamiento, derrumbes, flujo de detritos y erosión fluvial. (Ingemmet, 2015).

## 1.2. Objetivos

El objetivo de la presente evaluación técnica es:

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

## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1. Ubicación y accesibilidad

El sector Tawantinsuyo Lobo, se ubica en la margen derecha del río Apurímac, entre las quebrada Chirumpiari y Marieta, el área evaluada se encuentra comprendida entre las coordenadas UTM 8588354 – 85848441 Norte y 651711 – 650030 Este, a una altitud de 674 msnm.

El acceso a la zona de estudio:

Tramo		Km	Tipo de vía	Duración (h)
Lima	Ayacucho	567	Asfaltada	8:35
Ayacucho	Kimbiri	192	Asfaltada	4:34
Kimbiri	Tawantinsuyo Lobo	39.5	Asfaltada	1:13

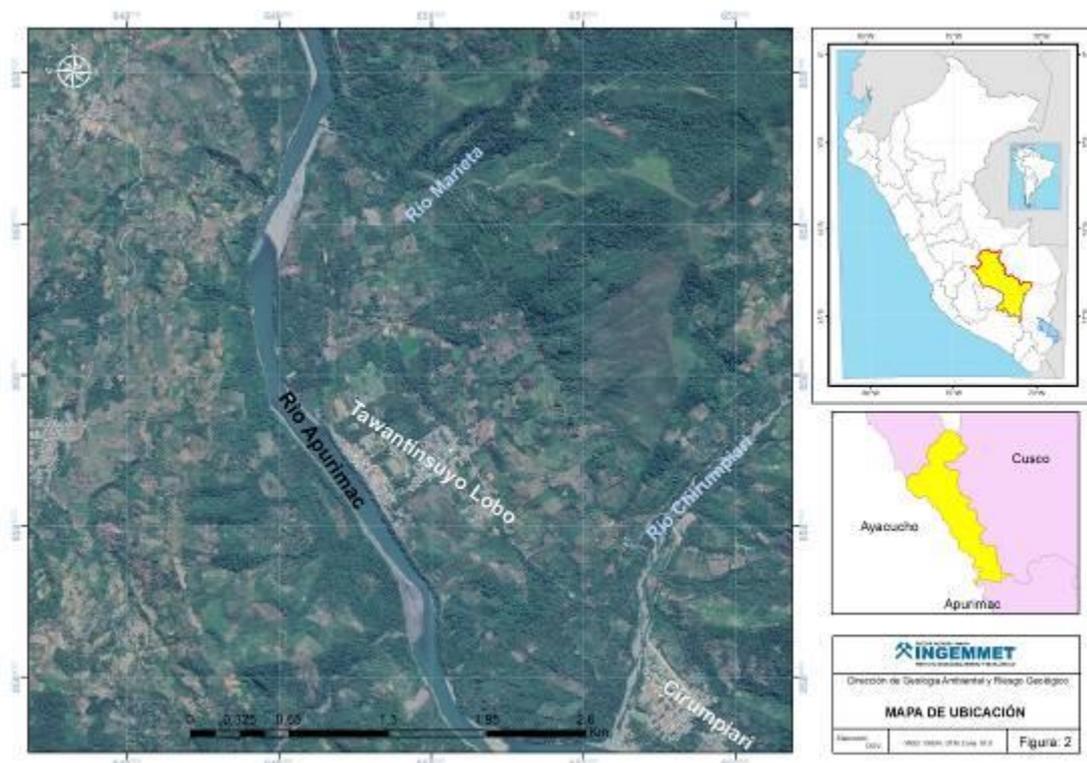


Figura 2. Mapa de ubicación de la zona de estudio.

## 3. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

La zona está constituida geomorfológicamente por montañas en roca sedimentaria, vertientes coluvio-deluviales y terrazas aluviales. Las pendientes son variadas, variando desde llanas volviéndose escarpados en sus inmediaciones (figura 04).

### **3.1. Pendiente del terreno.**

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

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

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

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

### **3.2. Unidades geomorfológicas**

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

Corresponde a afloramientos de rocas sedimentarias afectados por procesos tectónicos y erosivos conformados por rocas de tipo cuarcitas, meta areniscas grises intercaladas con esquistos, filitas en estratos gruesos a medianos. Presentan laderas de pendiente media a fuertes. Se observa en inmediaciones de la localidad.

#### **3.2.2. Vertiente coluvio deluvial**

Relieves o laderas compuestas por acumulaciones originadas por procesos de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes, avalancha de rocas o movimientos complejos). Se caracterizan por el tipo de material litológico homogéneo por ser depósitos de corto recorrido relacionados a las laderas superiores adyacentes. Su morfología usualmente es convexa y su disposición semicircular a elongada en relación a la zona de arranque o despegue de del movimiento en masa.

#### **3.2.3. Terraza aluvial**

Terrenos llanos relativamente altos por encima del curso actual de los ríos, principalmente de carácter estacionarios. Litológicamente está compuesta por fragmentos rocosos heterogéneos (bolos, cantos gravas, arenas, etc.), que son transportados por la corriente del río Apurímac, se depositan formando terrazas bajas en ambos márgenes. Son consideradas susceptible a inundaciones en periodos de lluvias excepcionales.



Figura 3. Imagen donde se clasifica la unidades geomorfológicas que presenta los alrededores del centro poblado Tawantinsuyo Lobo.

#### 4. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Las rocas que afloran en la zona están constituidas por unidades litoestratigráficas con edades que van del Paleozoico inferior como el Grupo San José y Formación Sandia, (Monge *et al* 1998), depósitos aluviales (figura 5), los cuales se describe a continuación

##### 4.1. Grupo San José.

Aflora al noreste del C.P. poblado Tawantinsuyo Lobo. Está compuesta principalmente por pizarras grises con contenido de piratas diseminada y esquistos se hallan fuerte mente foliadas (Romero & Torres 2003). Substrato meteorizado, fracturado de calidad geotécnica media

##### 4.2. Formación Sandia.

Según Monge *et al* 1998, aflora hacia la margen derecha del rio Apurímac, formada principalmente de cuarcitas de color gris claro en capas gruesas y delgadas, también una intercalación de cuarcitas de grano fino en capas delgadas. Substrato meteorizado, fracturado y estratos a favor de la pendiente susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa.

##### 4.3. Depósitos aluviales

Según Monge *et al* 1998, Estos depósitos están constituidos por bloques, guijas, gravas, arenas, limos y arcillas, estos depósitos se encuentran distribuidos en el fondo de los valles o quebradas principales, la mayoría de estos alcanzan el nivel freático.

En la zona de estudio, se identificó depósitos aluviales importantes, en donde se han edificado los poblados, estos depósitos provienen de huaycos antiguos.

#### 4.4. Depósitos coluvio-aluviales

Corresponden a depósitos formados por agentes meteóricos, gravedad, viento, lluvia y erosión de suelos, se caracteriza por presentar capas de suelo fino y arcillas arenosas con inclusiones de fragmentos rocosos pequeños a medianos, que se depositan y cubren las laderas de los cerros con pendiente suave a moderado. También se tienen bloques rocosos angulosos heterométricos, acumulado al pie del talud escarpado en forma de conos (Tinta, 2010), movilizados por corrientes temporales de agua o lluvias.

Es depósitos son utilizados como terrenos de cultivo que muchas veces son quemados indiscriminadamente, esta actividad expone la cobertura de suelo ante las lluvias periódicas saturando y ocasionando pérdida de estabilidad. Siendo estas susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa.



Figura 5. Se observa la geológico de la zona de estudio. (Tomado de referencia Ingemmet, 1998).

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

La zona de estudio, presenta una ladera de montaña en roca sedimentaria de pendiente fuerte a muy fuerte (25° a 45°), disectados forman quebradas y valles. Litológicamente se tienen pizarras esquistosas, cuarcitas (Grupo San José) y cuarcitas de color gris claro en capas gruesas y delgadas (Fm. Sandía).

En las superficies de la ladera del cerro Lajo en su flanco suroeste, se tienen eventos de movimientos en masa antiguos y recientes, que se reactivan con precipitaciones

pluviales intensas y excepcionales, generando material suelto, esto alimenta los cauces de las quebradas. (Figura 6).

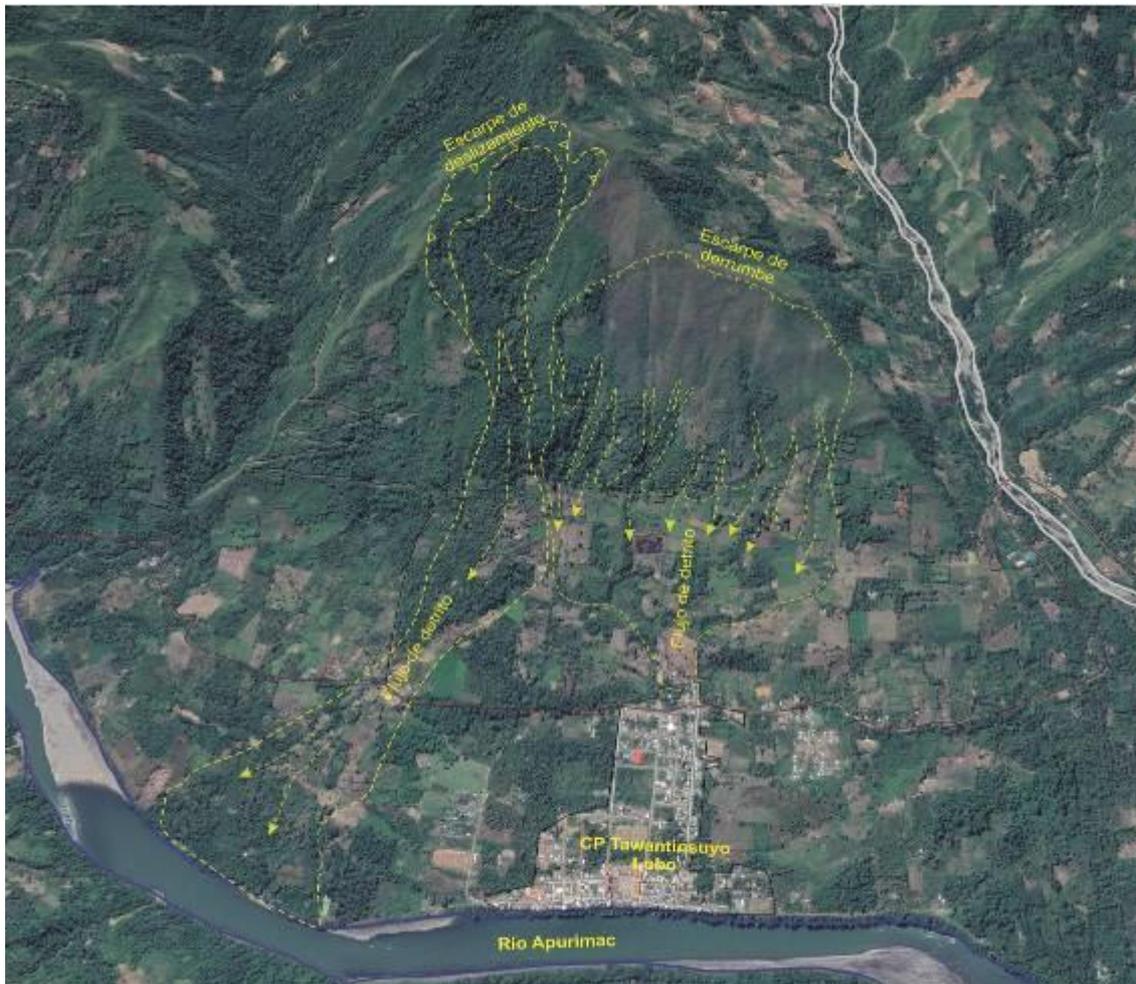


Figura 6. Imagen donde se observa los eventos antiguos como deslizamiento, derrumbe y flujo de detritos (huaico).

### 5.1 Deslizamiento – flujo.

El evento ocurrido el 22 de enero del año 2019, en flanco suroeste del cerro Lajo, fue condicionado por:

- Substrato muy fracturado debido a la orogenia andina.
- Rocas muy meteorizadas, de mala calidad.
- Estratificación buzamiento 45 SW a favor de la pendiente
- Depósitos de eventos antiguo como deslizamientos de fácil remoción, para luego convertirse en un flujo de detritos (huaico).
- Pendiente de las laderas, comprendidas entre 25° a 45°, consideradas como laderas inestables, susceptible a la ocurrencia de deslizamientos o derrumbes.
- Pendiente en el fondo de valle, comprendida <math><10^\circ</math>

El detonante fue las precipitaciones pluviales intensas y/o excepcionales, presentadas en el mes de diciembre.

Dinámica del deslizamiento - flujo de detritos (huaico).

Según versiones de los moradores, hace 16 años se generó un evento similar pero de magnitud menor, afectando solo terrenos de cultivo.

El evento es una reactivación a manera de deslizamiento con las siguientes características:

- escarpe principal 1000m,
- salto vertical 50m,
- volumen de masa desplazada 1'210,835.m<sup>3</sup>, para luego convertirse en un flujo de detrito con una distancia recorrida 1,350m.

El flujo de detritos (huaico), acarrió fragmentos de roca y palizada; después del deslizamiento, para luego desplazarse a manera de flujo cuesta bajo, adquiere mayor velocidad y capacidad erosiva, en su trayecto erosionó las márgenes del cauce, que generó derrumbes, con ello incrementó su volumen de transporte. Esto trajo consigo que el cauce de la quebrada se ensanchará y desborde alcanzando hasta 300 m

El flujo al perder capacidad de transporte, dejó en su camino material grueso (grava), para luego solamente transportar lodo y palizada el cual se explaya por la terraza.

El evento originó la destrucción de terrenos de cultivo, caminos, y viviendas.



Figura 7. Imagen donde se observa el peligro geológico por movimientos en masa de tipo deslizamiento – flujo de detrito, ocurrido el 22 de enero 2019,

## 5.2 Derrumbe – flujo de detrito.

El evento ocurrido el 22 de enero del año 2019, en flanco suroeste del cerro Lajo está condicionado por:

- a) Laderas de pendiente fuerte (25° a 45°) y al fondo de valle <10°
- b) Substrato muy fracturado por la orogenia andina, presentando fracturamiento abierto, por donde se incrementa la meteorización y filtración de agua.

- c) Rocas muy meteorizadas, de mala calidad.
- d) Estratos con buzamiento de 45° suroeste, a favor de la pendiente
- e) Depósitos de eventos antiguos como derrumbes, que son de fácil remoción
- f) Escasa cobertura vegetal, muchos sectores son zonas antropizadas

El detonante principal fue las precipitaciones pluviales intensas y/o excepcionales, presentadas en el mes de diciembre

La zona de arranque se inicia a manera derrumbe en diferentes puntos de la ladera con escarpes que varían entre 30m a 170m, para luego estos convertirse en flujos de detritos (huaicos), que alcanzan un recorrido de longitud que varía entre 300 a 850m; en su recorrido arrastra material detrítico, así como restos de vegetación (palizadas).(ver figura 8)

El material hace su recorrido a través de un cauce natural con las siguientes características: ancho 10m profundidad 5m, longitud 630m, erosionando las márgenes del cauce por sectores.(figura 9)



Figura 8. Sector donde se genera derrumbes, se observa afloramiento de roca cuya estratificación tiene un buzamientos de 45° suroeste a favor de la pendiente.



Figura 9. Se muestra el cauce natural por donde discurre el flujo de detritos (huaico), con el recorrido erosionan ambas márgenes de la misma.

#### Condiciones de estabilidad de la ladera

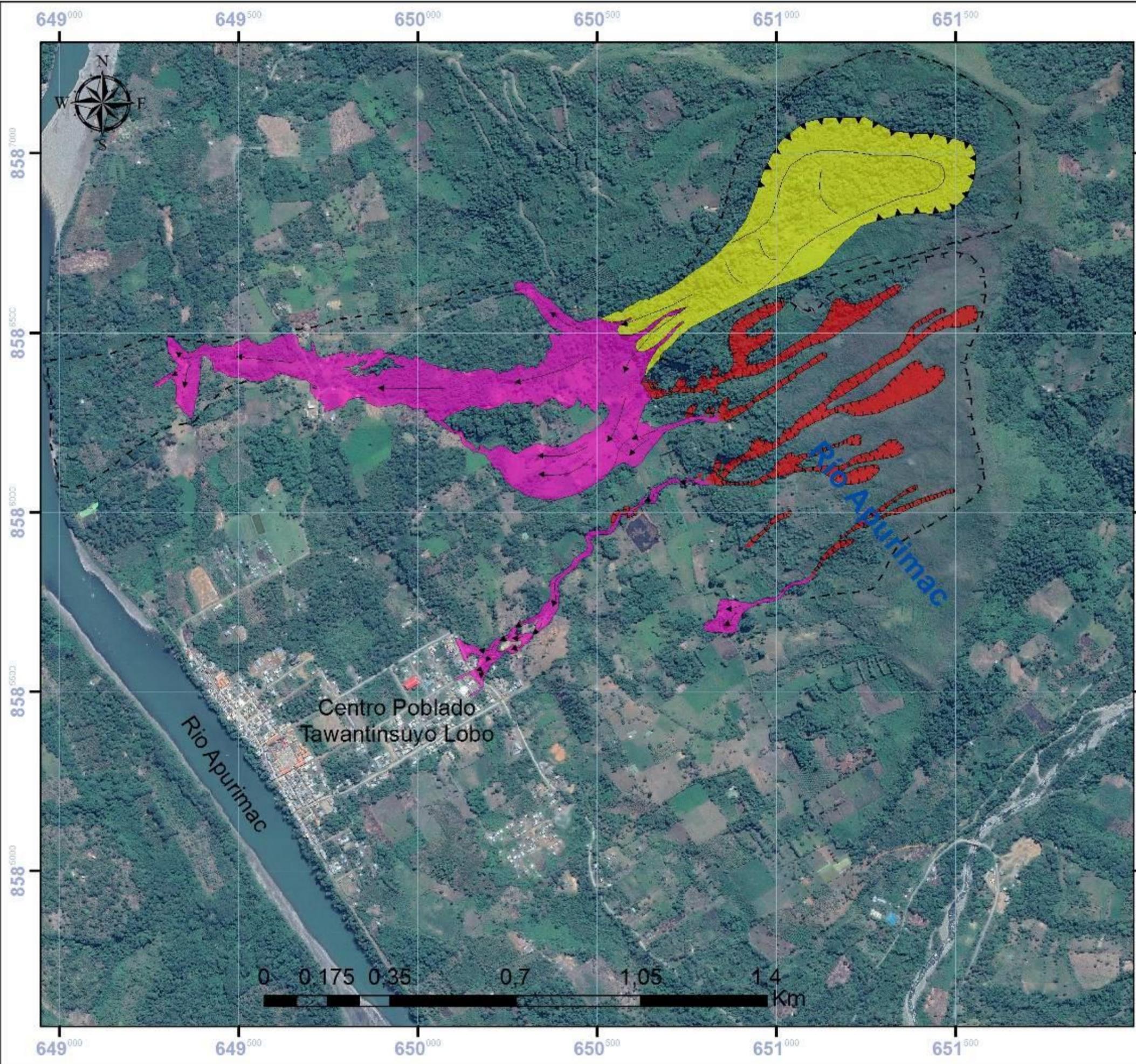
En las laderas de la quebrada se tienen deslizamientos y derrumbes antiguos (reactivados), que alimentan con material suelto las quebradas, que luego se convierten en flujos de detritos que pueden recorrer grandes distancias.

Estos eventos, pueden obturar el cauce de las quebradas y generar eventos similares como los ocurridos hace dieciséis años, así como el evento del 22 de enero 2019.

A lo largo del cauce y por sectores en ambas márgenes se aprecian derrumbes, que se activaron por el paso del huaico ocurrido el 22/01/2019.

Se observó que el flanco suroeste del cerro Lajo, presenta una zona inestable, en donde se generan movimientos en masa con la presencia de lluvias intensas y/o excepcionales, para estos formar huaicos que afectaría la parte baja donde se asienta el poblado Tawantinsuyo, carreteras, así como sus terrenos de cultivo.

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



**Símbolo**

- Capital de distrito
- Via asfaltada
- Drenaje

**Peligros geológicos**

- Eventos tipo deslizamiento
- Zona de derrumbe activo
- Flujo de detritos
- Cauce de río
- Escarpe de deslizamiento antiguo
- Escarpe de derrumbe antiguo

  
 INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

**MAPA DE  
PELIGROS GEOLÓGICOS**

Elaborado: D. Gomez	WGS 19894, UTM Zona 18 S	Figura: 10
------------------------	--------------------------	------------

## CONCLUSIONES RECOMENDACIONES

- 1) El sustrato formado por cuarcitas de la Formación Sandia, se comporta como una roca de mala calidad; es por ello, se presentan la mayor cantidad de movimientos en masa, derrumbes, deslizamientos y flujos de detritos en este tipo de sustrato rocoso.
- 2) La deforestación, es un factor importante que ha influenciado en la aceleración de los peligros geológicos de movimientos en masa. La ocupación inadecuada por el hombre debido al crecimiento poblacional
- 3) Los movimientos en masa producidos en el sector Tawantinsuyo Lobo, han afectado: Terrenos de cultivo, viviendas, tramo de carretera afirmada.
- 4) El sector de Tawantinsuyo Lobo, por estar amenazado frecuentemente por movimientos en masa como deslizamientos, derrumbes y huaicos, se considera como un área crítica y de peligro inminente ante lluvias
- 5) El factor desencadenante para los peligros mencionados, están relacionadas a las intensas precipitaciones pluviales estacionales y/o excepcionales que ocurren entre los meses de diciembre a abril.
- 6) Realizar un programa integral de forestación, con árboles de raíces profundas, evitar la quema indiscriminada de la cobertura vegetal, en laderas inestables
- 7) Drenar las aguas acumuladas, con la finalidad de evitar la infiltración de agua al subsuelo.
- 8) Implementar un sistema de drenaje para evacuar las aguas de escorrentía superficial y deben ser derivadas a canales, también hacer un mantenimiento después de cada periodo de lluvias.
- 9) El cauce que cruza el poblado de Tawantinsuyo Lobo, debe ser encausado y no debe ser ocupado por viviendas cerca de la misma, después de cada periodo de lluvias debe realizarse trabajos de descolmatación.
- 10) Se debe respetar los cauces provenientes de la quebrada no realizar modificaciones al curso natural

## **REFERENCIAS**

Monge, R., Valencia, M. y Sánchez, J. (1998). - Geología de los cuadrángulos de Llohegua, Río Picha y San Francisco. Boletín N° 120 Serie A: Carta Geológica Nacional. (Hojas 25o, 25p y 26o). INGEMMET. Lima.

Vilchez M. (2015) Zonas Críticas por Peligros Geológicos en la región Cusco, Informe Técnico Geología Ambiental – Ingemmet. Informe Preliminar.

Vilchez, M. & Sosa, N. (2017)- Riesgo geológico en la Región Ayacucho. Inédito INGEMMET. Proyecto de Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica.