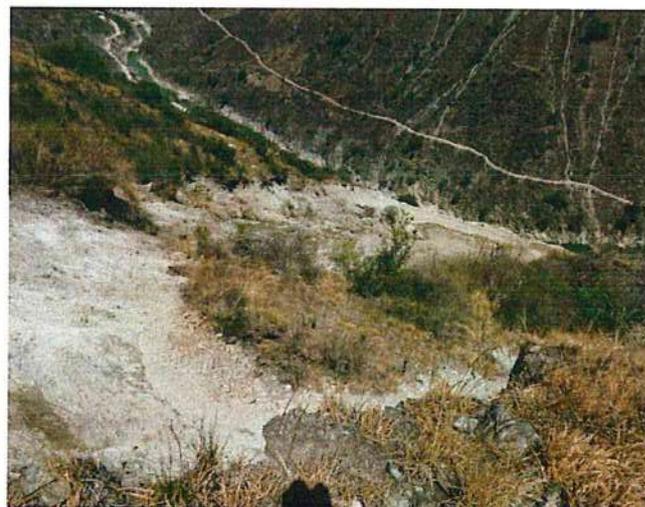
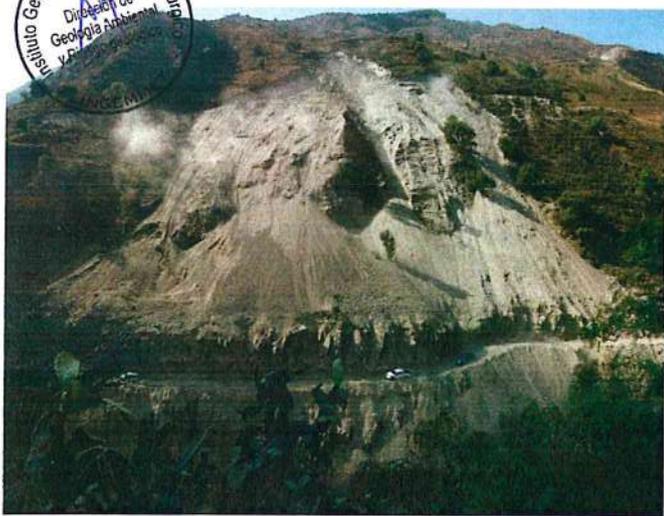


DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A6981**

# **EVALUACIÓN DEL MOVIMIENTO COMPLEJO DEL CERRO HUARANWAY PAMPA – KM 232+280 AL 232+380 DE LA CARRETERA CENTRAL SUR (PE-3S) TRAMO HUANCAYO – HUANTA**

Región Huancavelica  
Provincia Tayacaja  
Distrito Quichuas



NOVIEMBRE  
2019

**EVALUACIÓN DEL MOVIMIENTO COMPLEJO DEL CERRO HUARANWAY  
PAMPA – KM 232+280 AL 232+380 DE LA CARRETERA CENTRAL SUR (PE-3S)  
TRAMO HUANCAYO - HUANTA**

**(Distrito de Quichuas, provincia de Tayacaja, región Huancavelica)**

**CONTENIDO**

RESUMEN	2
1 INTRODUCCIÓN	3
1.1 Objetivos del estudio	3
1.2 Antecedentes y trabajos anteriores	3
2 ASPECTOS GENERALES	5
2.1 Ubicación y accesibilidad	5
2.2 Clima e hidrografía	6
3 GEOLOGÍA	7
3.1 Unidades litoestratigráficas	7
4 GEOMORFOLOGÍA	12
4.1 Pendiente del terreno	12
4.2 Unidades geomorfológicas	13
4.2.1 Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	14
4.2.2 Geoformas de carácter depositacional y agradacional	15
5 PELIGROS GEOLÓGICOS	16
5.1 Peligros geológicos por movimientos en masa	16
5.1.1 Derrumbes	16
5.1.2 Deslizamientos	17
5.1.3 Movimiento complejo	21
6 CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO	27
7 CONCLUSIONES	29
8 RECOMENDACIONES	30
9 REFERENCIAS	32

**EVALUACIÓN DEL MOVIMIENTO COMPLEJO DEL CERRO HUARANWAY  
PAMPA – KM 232+280 AL 232+380 DE LA CARRETERA CENTRAL SUR (PE-3S)  
TRAMO HUANCAYO - HUANTA**

**(Distrito de Quichuas, provincia de Tayacaja, región Huancavelica)**

**RESUMEN**

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa realizado en el cerro Huaranway Pampa a la altura del km 232+280 de la Carretera Central Sur (PE-3S) que conecta las localidades de Huancayo y Huanta; este sector pertenece a la jurisdicción de la municipalidad distrital de Quichuas, provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

Las unidades geológicas que afloran en la zona evaluada corresponden a rocas de origen sedimentario y metamórfico, en la base tiene rocas metamórficas del Complejo Metamórfico de la Cordillera Oriental; le sobreyacen las secuencias de rocas sedimentarias del Grupo Cabanillas; con una cobertura de materiales de edad Cuaternario (depósitos aluviales, deluviales, coluvio-deluviales y fluviales).

Se identificaron geoformas de carácter tectónico-degradacional y denudacional (montañas modeladas en rocas sedimentarias, montañas en roca metamórficas) y geoformas de carácter depositacional y agradacional (Piedemonte, terrazas, cauce de río y llanura inundable).

En la ladera sur del cerro Huaranway Pampa se identificó en imágenes satelitales del año 2017 dos derrumbes cuyos materiales comprometidos se depositaban en la ladera y no afectaba la carretera; también se identificó un deslizamiento rotacional activo, con distribución confinada (no se observa la punta del evento). En el cuerpo de este deslizamiento activo el día 09 de junio del 2019, se produjo un movimiento complejo (deslizamiento-rotacional derrumbe) que destruyó un tramo de la trocha carrozable que conduce a la localidad de Mutuy y obstruyó la carretera nacional PE-3S que conecta las localidades de Huancayo y Huanta.

Por las condiciones geológicas-geodinámicas presentes en la zona evaluada, donde el cuerpo del movimiento complejo se presentan inestables y se siguen produciendo reactivaciones que involucran reducidos volúmenes de material movilizado; se le considera como una zona crítica, de muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa y de peligro geológico inminente, ante la actividad antropogénica que desestabiliza las laderas, las lluvias intensas periódicas y extraordinarias, así como por la ocurrencia de sismos.

Finalmente, en el presente informe se brindan recomendaciones que se consideran importantes que las autoridades pongan en práctica para reducir la vulnerabilidad de personas y animales, y por tanto reducir el riesgo a los peligros geológicos. Estas recomendaciones se plantean con la finalidad de minimizar las ocurrencias y los daños que pueden ocasionar los procesos identificados.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Gobierno Regional de Huancavelica, mediante Oficio N° 604-2019/GOB.REG.HVCA/GR, de fecha 24 de julio de 2019, solicitó al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), la elaboración de estudio geológico por movimiento de tierra y rocas en el área de influencia del cerro Huaranway Pampa, a la altura del km 232+280 al km 232+380 de la Carretera Central Sur (PE-3S), en el distrito de Quichuas.

El INGGEMMET, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 7), contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico por movimientos en masa y de los denominados otros peligros geológicos en zonas que tengan elementos vulnerables. Para ello la DGAR designó al ingeniero Manuel Vilchez M., para que realicen la evaluación técnica respectiva. Los trabajos de campo se realizaron el día 18 de setiembre del presente año. Se inició los trabajos realizando las coordinaciones respectivas con el Ing. César Tito, director regional de la Oficina de Defensa Nacional, Seguridad ciudadana, Gestión de Riesgo de Desastres y Desarrollo Sostenible del Gobierno Regional de Huancavelica; y durante la inspección campo se contó con la presencia de los Sres. Noé Castro Castillo y Renulfo Peñaloza Flores, Secretario Técnico de Defensa Civil y regidor de la Municipalidad de Distrital de Quichuas, respectivamente.

La evaluación técnica se basó en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGGEMMET y los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS y fotografías), el cartografiado geológicos y geodinámico, y finalmente la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Quichuas, donde se proporcionan resultados de la inspección y recomendaciones para la mitigación y reducción del riesgo de desastres, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

### 1.1 Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en el área de influencia de cerro Huaranway Pampa (km 232+280 – km 232+380 de la Carretera Central Sur), eventos que pueden comprometer la seguridad física de personas y vehículos que transitan por la zona.
- Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos identificados.

### 1.2 Antecedentes y trabajos anteriores

Existen trabajos previos y publicaciones a escala regional hechas por INGGEMMET que incluyen al Cerro Huaranway Pampa del distrito de Quichuas, relacionados a temas de geología y geodinámica externa, de los cuales destacan los siguientes:

- En el Boletín N° 71, serie C, geodinámica e ingeniería geológica: **“Peligro geológico en la región Huancavelica”** (inédito), se identifican los peligros geológicos y geohidrológicos que pueden causar desastres dentro del ámbito de estudio. Se identifico un total de 1740 ocurrencias de peligros y se determinaron 45 zonas críticas. El estudio también realiza un análisis de susceptibilidad por movimientos en masa (escala 1: 100 000) en donde el cerro Huaranway Pampa presenta una susceptibilidad Muy Alta (figura 1). Entendiéndose

susceptibilidad a movimientos en masa como la propensión que tiene determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno); los desencadenantes de estos eventos son la precipitación pluvial y la sismicidad.

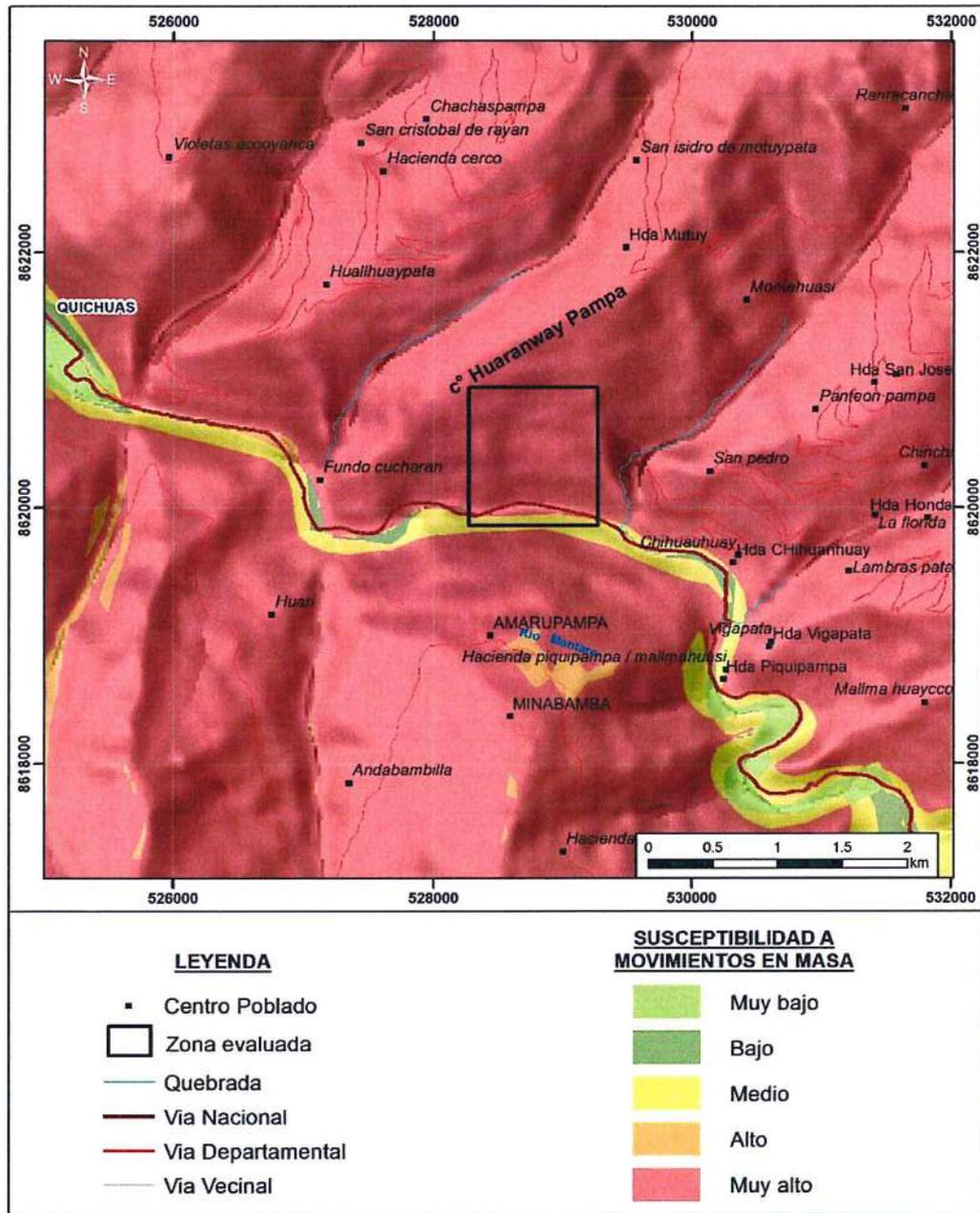


Figura 1: Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa (tomado del estudio de Peligro geológico en la región Huancavelica”, Vilchez, M. y Ochoa, M., inédito).

- En el boletín N° 12, serie A, Carta Geológica Nacional: **“Geología del cuadrángulo de Pampas”** (1966), se describe la geología presente en la zona evaluada.
- En la **“memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Pampas”** (2003), se revisa y actualiza la geología del respectivo cuadrángulo, donde se cartografía

nuevos afloramientos de los Grupos Copacabana y Mitu; se asigna edades a cuerpos intrusivos en base a dataciones isotópicas, se cartografían lineamientos y fallas

- En el boletín N° 28, serie C, geodinámica e ingeniería geológica: “**Estudio de riesgos geológicos del Perú-franja N° 03 (2003)**”, en el mapa de peligros geológicos múltiples el cerro Huaranway Pampa se ubica dentro de una zona de peligro muy alto; son terrenos con fuerte a muy fuerte pendiente, donde conjugan numerosos peligros geológicos, principalmente huaicos, caídas, deslizamientos, movimientos complejos, inundaciones, erosión fluvial y algunas áreas de aluviones.
- El “**Informe N° 012-2019-ING-JPAR-SGDUyO/MDO**”, donde se solicita la declaratoria de estado de emergencia en el cerro Huaranway Pampa, km 232+280 al 232+380 de la carretera nacional PE-3S; se describen las acciones tomadas después de haberse producido el deslizamiento, para recuperar la calzada y restablecer el paso de vehículos, como es la eliminación de material deslizado en el cuerpo del deslizamiento y en la carretera; se realizó el cierre por tiempo indeterminado de la vía. El informe pone de manifiesto que la zona continua inestable, se producen caídas de rocas y lodo que representan peligro para vehículos y personas que transitan por la vía.

## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1 Ubicación y accesibilidad

La zona evaluada corresponde al cerro Huaranway Pampa, entre los kms 232+280 al 232+390 de la Carretera Central Sur, que pertenece al distrito de Quichuas, provincia Tayacaja, región de Huancavelica (figura 2); se encuentra ubicado en las coordenadas centrales UTM (WGS84 – Zona 18S) siguientes:

Cerro Huaranway Pampa – kms 232+280 al 232+390 de la Carretera Central Sur – PE-3S		
Norte	Este	Altitud
8620159	528577	2735 m s.n.m

El acceso a la zona de estudio, desde la ciudad de Lima, es por vía terrestre, para ello se debe seguir por la Carretera Central en la siguiente ruta: Lima-Matucana-La Oroya-Jauja-Huancayo-Acostambo-Izcuchaca-Mantacra-Quichuas por un tiempo estimado de 9 h 28 min, a través de 414 km aproximadamente (cuadro 1).

**Cuadro 1: Rutas de acceso a la zona evaluada**

Desde	Vía	Kilómetros	Tiempo estimado
Lima a Huancayo	3S - asfaltada	305 km	7 h
Huancayo a Izcuchaca	3S - asfaltada	70 km	1 h 32 min
Izcuchaca a Quichuas Km 232+280	3S - asfaltada	39 km	55 min

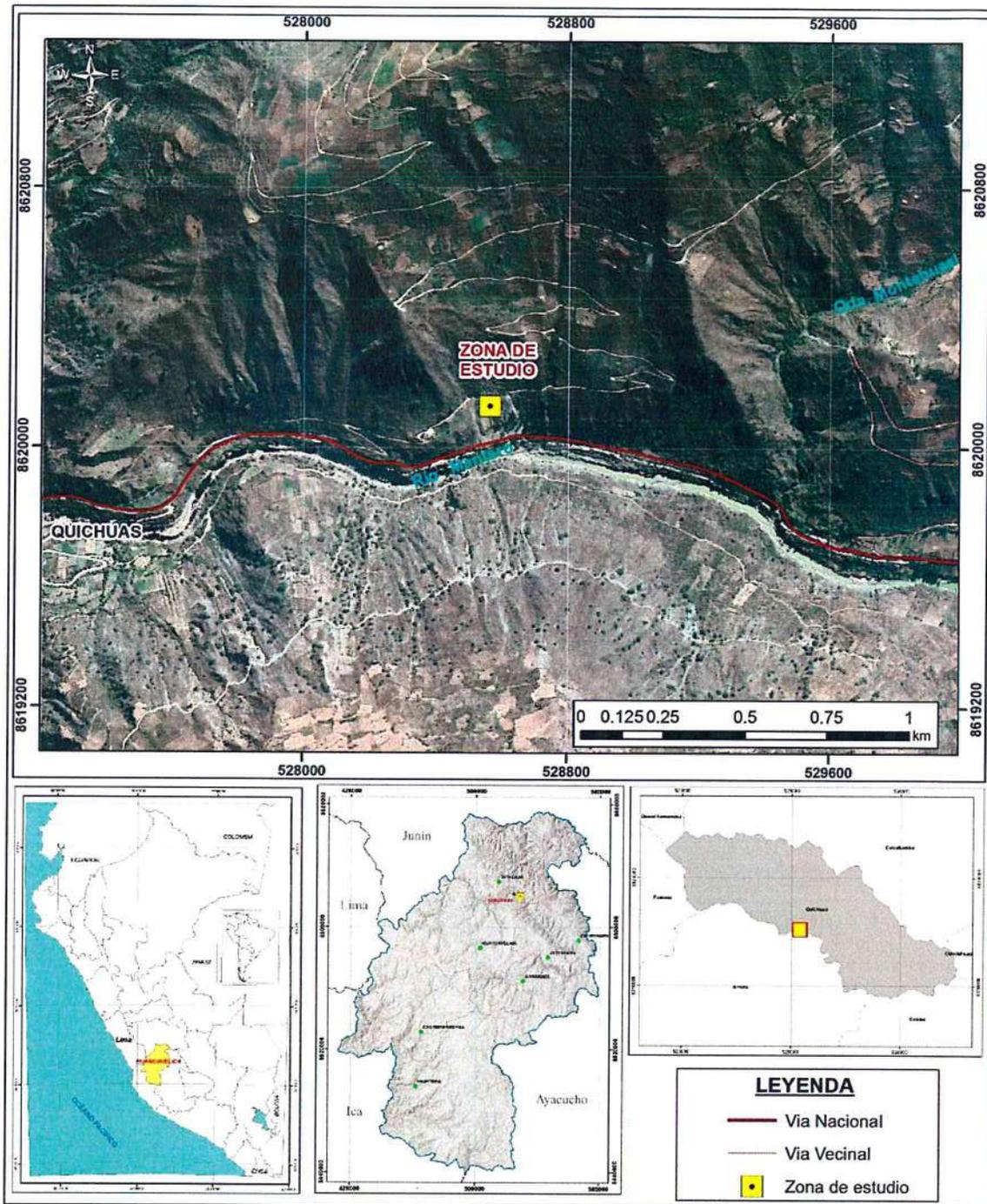


Figura 2: Mapa de ubicación de la zona inspeccionada.

## 2.2 Clima e hidrografía

De acuerdo con los datos climáticos (clasificación climática por el método de Thornthwaite), en el ámbito del cerro Huaranway Pampa se tiene los siguientes tipos climáticos: en el río Mantaro y las vertientes bajas es semiseco, con el otoño e invierno seco; templado y muy húmedo [C(o,i) B'2 H3]; en las vertientes medias y altas del valle del río Mantaro el clima es lluvioso, con el otoño e invierno seco, frío y húmedo [B(o,i) C' H3].

Las precipitaciones pluviales en la zona evaluada se encuentran entre los 500 a 700 mm de lluvia acumulada para el periodo lluvioso normal; esta condición cambia cuando se presenta el

fenómeno El Niño, donde por ejemplo las precipitaciones pluviales del año 1997/98 fueron de alrededor de los 600 a 800 mm.

Para determinar las condiciones hidrometeorológicas en la zona de estudio, se tomaron datos referenciales de la estación “COLCABAMBA”, registrada en la página web del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), la cual se encuentra aproximadamente a unos 10 km al NO de la zona de estudio. Las cifras obtenidas indican que durante el periodo de lluvias 2019 se registró ligera mayor cantidad de precipitaciones en comparación con el mismo periodo de lluvias del año 2018, pero menor que el año 2017.

Es así que se tiene registrado el acumulado de precipitación mensual durante los meses de enero a junio (junio es el mes en que ocurrió el evento) para el año 2019 fue de 555.7 mm, el 2018 fue de 619.9 mm y el 2017 de 670.5 mm (cuadro 2); lo que manifiesta que en el periodo 2019 las lluvias acumuladas fueron menores que el 2018 y 2017.

**Cuadro 2: Datos de precipitación pluvial tomados de la estación meteorológica Colcabamba.**

Año 2017												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	271	124	166.8	72.3	36.4	0	11	26.8	39.3	96.8	68.7	107.7
Año 2018												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	183.6	143.6	186.6	71.8	17.5	16.8	33.3	53.6	30	84	26.7	85
Año 2019												
Variable	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
Precipitación (mm)	201.2	152.3	165.8	19.6	15.7	1.1	20.8	1.9	26.1	65		

Fuente: Senamhi ([www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe))

La red hidrográfica en la zona de estudio tiene como curso principal al río Mantaro, que tiene quebradas tributarias por ambos márgenes, entre ellas se tiene a las quebradas Tambo Pampahuayjo y Montehuasi (en la margen izquierda, entre estas dos quebradas se ubica la zona evaluada), y las quebradas Lactahuayjo y Tumbospampa (margen derecha). A una distancia de 6.7 km de la zona evaluada, en el cauce del río Mantaro se ubica la presa Tablachaca que forma parte del complejo hidroeléctrico de Mantaro.

### 3. GEOLOGÍA

El análisis geológico del área de estudio se elaboró teniendo como base la memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Pampas (Cerrón y Ticona, 2003); la geología se complementó con trabajos de interpretación de imágenes satelitales, fotos aéreas y observaciones de campo.

#### 3.1 Unidades litoestratigráficas

En el contexto regional las unidades geológicas que afloran en la zona son de origen metamórfico y sedimentario; la base de la secuencia estratigráfica está conformada por el Complejo Metamórfico de la Cordillera Oriental, de edad Neoproterozoica; le sigue las rocas sedimentarias del Grupo Cabanillas; finalmente, se tiene una cobertura superficial cuaternaria conformada por depósitos deluviales, coluvio-deluviales, aluviales y fluviales.

A continuación, se presenta de manera resumida una descripción de las principales formaciones geológicas que afloran en el cerro Huaranway Pampa y alrededores.

## A) NEOPROTEROZOICA

**Complejo Metamórfico de la Cordillera Oriental:** Corresponde a una secuencia de rocas metamórficas que se presentan como un bloque levantado y limitado por fallas. Sus afloramientos se encuentran de manera continua con dirección NO-SE a lo largo de la Cordillera Oriental. Se presentan formando cadenas de cerros elevados y lomadas alargadas, de topografía abrupta. Tomando como base las características litológicas y tipo de facie metamórfica, las rocas del Complejo Metamórfico han sido subdivididas en tres secuencias, de las cuales dos afloran en la zona evaluada:

Gneis, anfibolita y esquistos (PE-gn/an/es): En esta secuencia los esquistos son las rocas más abundantes, presentan una coloración gris verdosa, muy deformada, con direcciones de esquistosidad N 40° O y N 60° O y un bandeamiento marcado producto de las varias fases de deformación; se tienen esquistos masivos cloritosos, esquistos de biotita-muscovita, esquistos de epidota y actinolita.

Los gneis se presentan de manera discontinua, clasificados como ortogneises, de tonalidad oscura, con escaso bandeamiento; también se presentan gneis anfibolíticos granoblásticos. Las anfibolitas se presentan como cuerpos aislados.

Estas rocas se encuentran formando paisajes de cadenas de cerros altos con cumbres agrestes que conforma pequeños picos.

Esquistos, esquistos-micáceos y filitas (PE-f,es/em/ecl): Se distribuyen en una franja alargada con rumbo NO-SE, donde se presentan esquistos cloritosos, conjuntamente con filitas y en menor proporción mica-esquistos. Los esquistos tienen coloración verdosa y exfoliación pronunciada (fotografía 1); estas rocas se encuentran muy fracturadas a fragmentada en la zona evaluada (fotografía 2). La roca mas abundante es el esquisto micáceo que tiene como principal componente la muscovita.

Las filitas son de grano fino, presenta una foliación marcada, que al intemperizarse generan fragmentos con brillo satinado; esta secuencia por sus características mineralógicas corresponde a una secuencia metamórfica de bajo grado.



Fotografía 1: Vista en donde se puede observar un esquisto de coloración verdosa que aflora en la zona evaluada.



Fotografía 2: Vista con dirección al norte donde se puede observar el fracturamiento en los esquistos que va de muy fracturados hasta fragmentado.

## **B) PALEOZOICO**

**Grupo Cabanillas (D-ca)**: Se compone litológicamente, en sus niveles más inferiores por una secuencia monótona de limoarcillitas y pizarras oscuras de color negro en capas delgadas de hasta de 10 centímetros, con algunas intercalaciones de areniscas oscuras y gris verdosas de grano grueso en capas delgadas, como se aprecia en la localidad de Mantacra, donde el conjunto está bastante deformado, observándose pliegues en chevron. Se le asigna una edad Devónico Inferior.

## **C) CENOZOICO – CUATERNARIO**

**Depósitos deluviales (Q-dl)**: Compuestos por capas de suelos fino y arcillas con inclusiones de fragmentos rocosos pequeños a medianos, que se depositan y cubren las laderas de los cerros, formando taludes suaves a moderados; depósitos de ladera removidos por agua de lluvia (figura 3).

**Depósitos coluvio-deluviales (Q-cd)**: Corresponde a una acumulación sucesiva y alternada de materiales de origen coluvial y deluvial, los cuales no es posible diferenciarlos (figura 3, fotografía 3 y 4). Los depósitos coluviales se encuentran formados por acumulaciones ubicadas al pie de taludes escarpados de bloques rocosos angulosos heterométricos y de naturaleza litológica homogénea, en forma de conos o canchales. Los bloques más gruesos se depositan en la base y los tamaños menores disminuyen gradualmente hacia el ápice. Carecen de relleno, son sueltos sin cohesión. Conforman taludes de reposo poco estables; dentro de este tipo de depósito se encuentran los materiales generados por movimientos en masa de tipo deslizamientos, derrumbes, etc. Los depósitos son de tipo arcillo-limosos con gravas, de alta plasticidad.

**Depósitos aluviales (Q-al)**: Conforman llanuras antiguas y/o niveles de terrazas adyacentes a los valles; se les encuentra formando terrazas en la quebrada Montehuasi. Están compuestos por una mezcla de fragmentos heterométricos y heterogéneos (bolos, gravas, arenas, etc.), redondeados a subredondeados, transportados por la corriente de los ríos y quebradas. Conforman terrazas y abanicos aluviales extensos. Tienen regular a buena selección y se presentan estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial (figura 3).

**Depósitos fluviales (I-2)**: Los constituyen los materiales de los lechos de los ríos o quebradas, terrazas bajas y llanura de inundación. Son depósitos heterométricos constituidos por bolos, cantos y gravas subredondeadas en matriz arenosa o limosa, mezcla de lentes arenosos y arenolimosos. Son transportados por la corriente de los ríos a grandes distancias en el fondo de los

valles y depositados en forma de terrazas o playas, removibles por el curso actual del río y ubicados en su llanura de inundación. Son depósitos inconsolidados a poco consolidados hasta sueltos, fácilmente removibles, cuya permeabilidad es alta. En la zona de estudio se encuentra este tipo de depósito en el lecho del río Mantaro (figura 3).



Fotografía 3: Vista con dirección al noreste en donde se puede observar los depósitos coluvio-deluviales, formados por la acumulación sucesiva de material de origen gravitacional y los que son resultados de la acumulación por escorrentías formadas en las laderas de los cerros que arrastran y acumulan materiales en las laderas.



Fotografía 4: Vista con dirección al norte donde puede observar la transición entre los depósitos coluvio-deluviales y el substrato de esquistos muy fracturado.

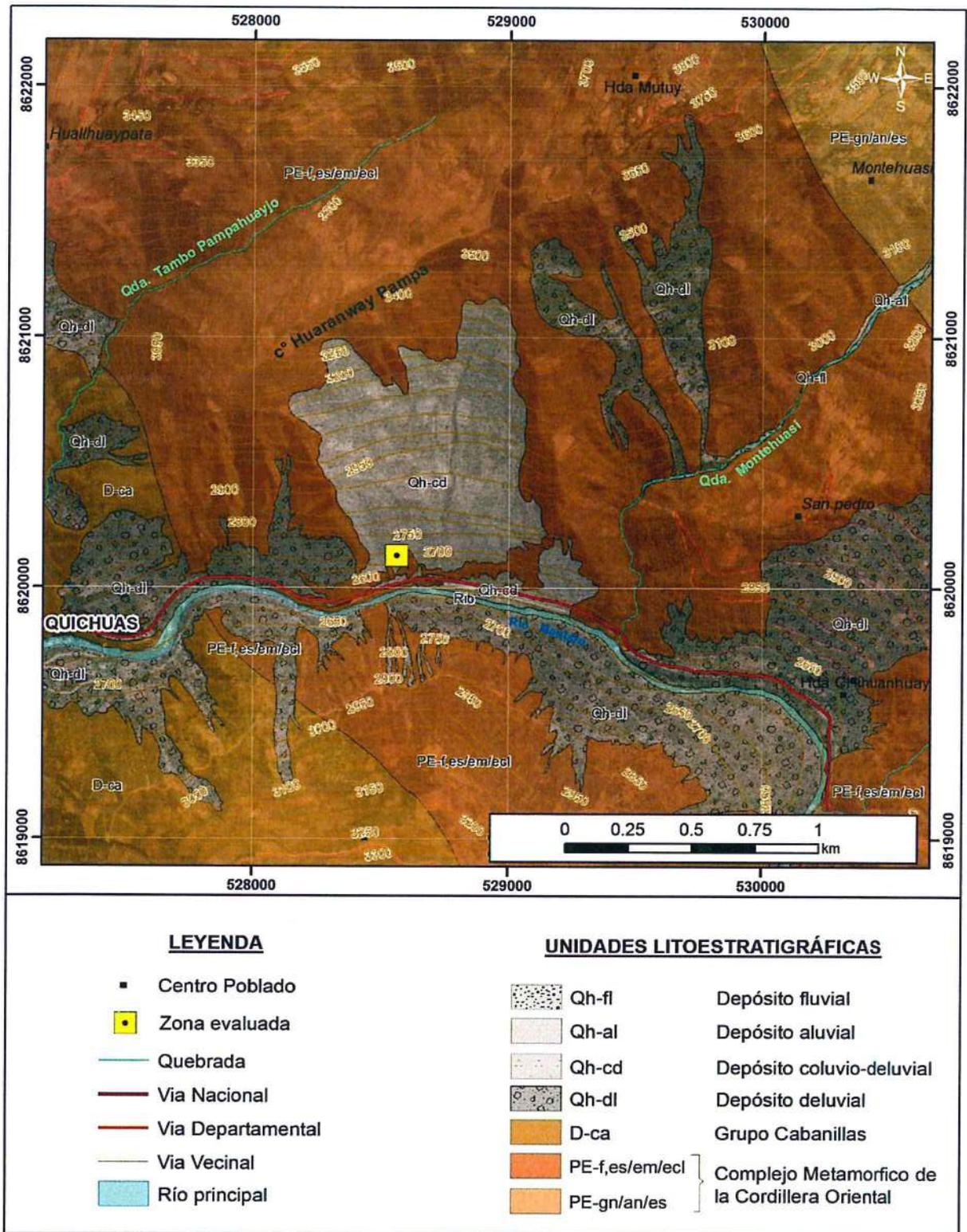


Figura 3: Mapa geológico de la zona evaluada.

## 4. GEOMORFOLOGÍA

### 4.1 Pendiente del terreno

La pendiente de las laderas que conforman las vertientes del río Mantaro están dentro del rango de muy fuerte ( $25^{\circ}$ - $45^{\circ}$ ) (figura 4); en el fondo del valle del río se tienen pendientes moderadas de entre  $5^{\circ}$  a  $15^{\circ}$ , y los piedemontes tienen pendiente fuerte ( $15^{\circ}$ - $25^{\circ}$ ) (figura 5).



Figura 4: Vista con dirección hacia el este donde se muestra la inclinación de la ladera sur del cerro Huaranway Pampa.

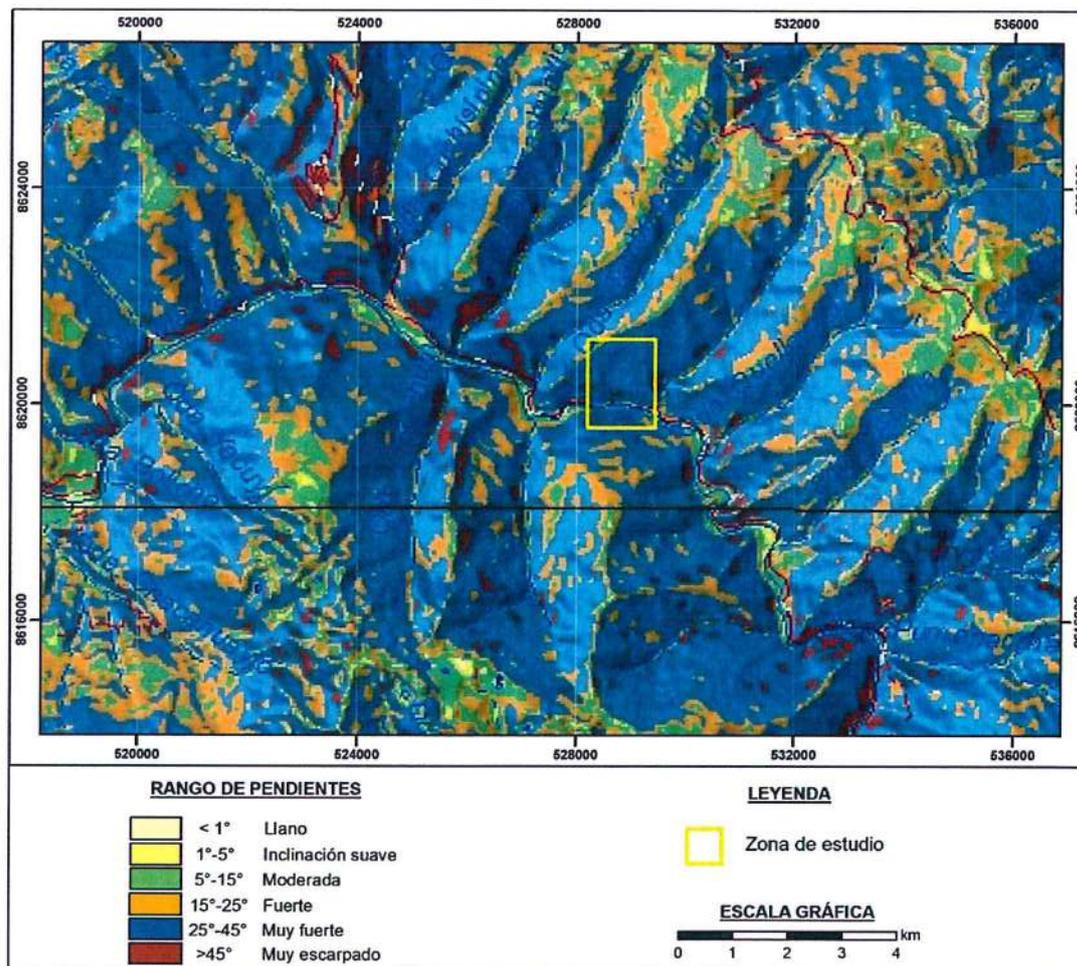


Figura 5: Mapa de pendientes de la zona evaluada y alrededores.

## 4.2 Unidades geomorfológicas

En la zona evaluada y sus alrededores se han identificado las siguientes geoformas (figura 6):

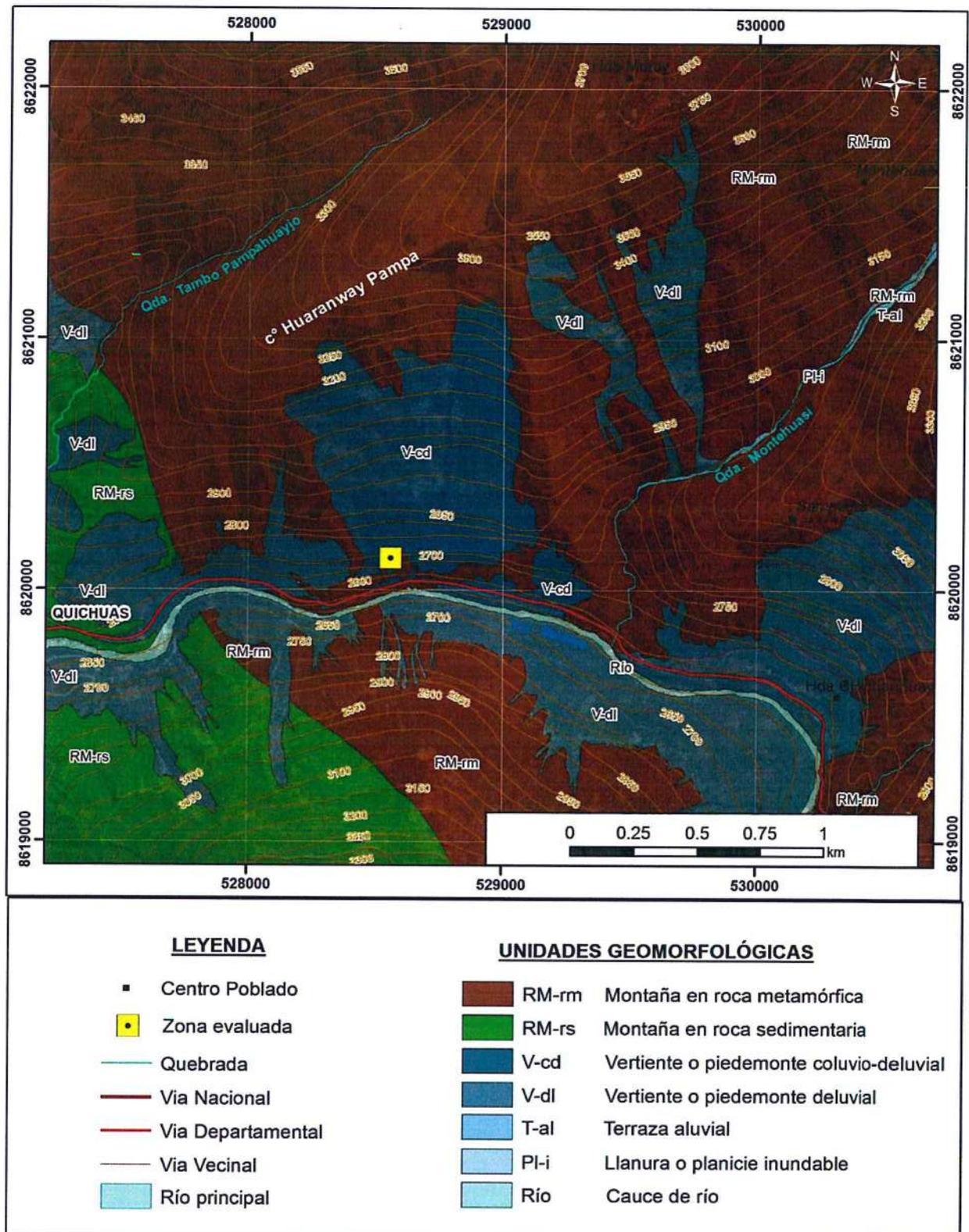


Figura 6: Mapa geomorfológico del cerro Huaranway Pampa, km 232+280 al 232+380 de la Carretera Central Sur.

#### 4.2.1 Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005). Así en el área evaluada se tienen:

- A) **Unidad de montañas:** Tienen una altura de más de 300 m con respecto al nivel de base local; diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforman y los procesos que han originado su forma actual.

***Subunidad de montañas en rocas metamórficas (RM-rm):*** Corresponden a las cadenas montañosas en donde los procesos denudativos (fluvio-erosionales, glacial y glacio-fluvial) afectaron a las rocas metamórficas. Estas montañas son antiguas y se hallan expuestas en ambas vertientes del río Mantaro, distrito de Quichuas. Litológicamente corresponden al Complejo Metamórfico de la Cordillera Oriental (esquistos micáceos, esquistos sericíticos cloritosos, filitas, gneis y anfibolitas) de edad neoproterozoico; se encuentran configurando cerros elevados, con laderas de muy fuerte pendiente, de cumbres redondeadas a agudas que fueron afectadas por actividad glacial (figura 7).

El patrón de drenaje es paralelo a subdendrítico, con valles profundos en forma de V. se asocia geodinámicamente a procesos de deslizamientos, derrumbes, flujos y movimientos complejos.

***Subunidad de Montañas en roca sedimentaria (RM-rs):*** Estas montañas han sido levantadas por la actividad tectónica y su morfología actual depende de procesos exógenos degradacionales determinados por la lluvia-escorrentía, los glaciares y el agua de subsuelo, con fuerte incidencia de la gravedad. En estas montañas el plegamiento de las rocas superficiales no conserva rasgos reconocibles de las estructuras originales, sin embargo, estas pueden presentar localmente laderas controladas por la estratificación de rocas sedimentarias, sin que lleguen a constituir cadenas montañosas.

En la zona evaluada corresponde a montañas modeladas en afloramientos de rocas sedimentarias del Grupo Cabanillas; las rocas son de tipo limoarcillitas, con intercalaciones de areniscas de grano fino a medio en capas delgadas. Geodinámicamente asociadas a la ocurrencia de derrumbes, deslizamientos, flujos de detritos y procesos de erosión de laderas.



Figura 7: Vista con dirección al este, donde se marco los límites de las montañas en rocas metamórficas (RM-rm), piedemontes coluio-deluviales (V-cd), deluviales (v-dl) y el cauce del río Mantaro.

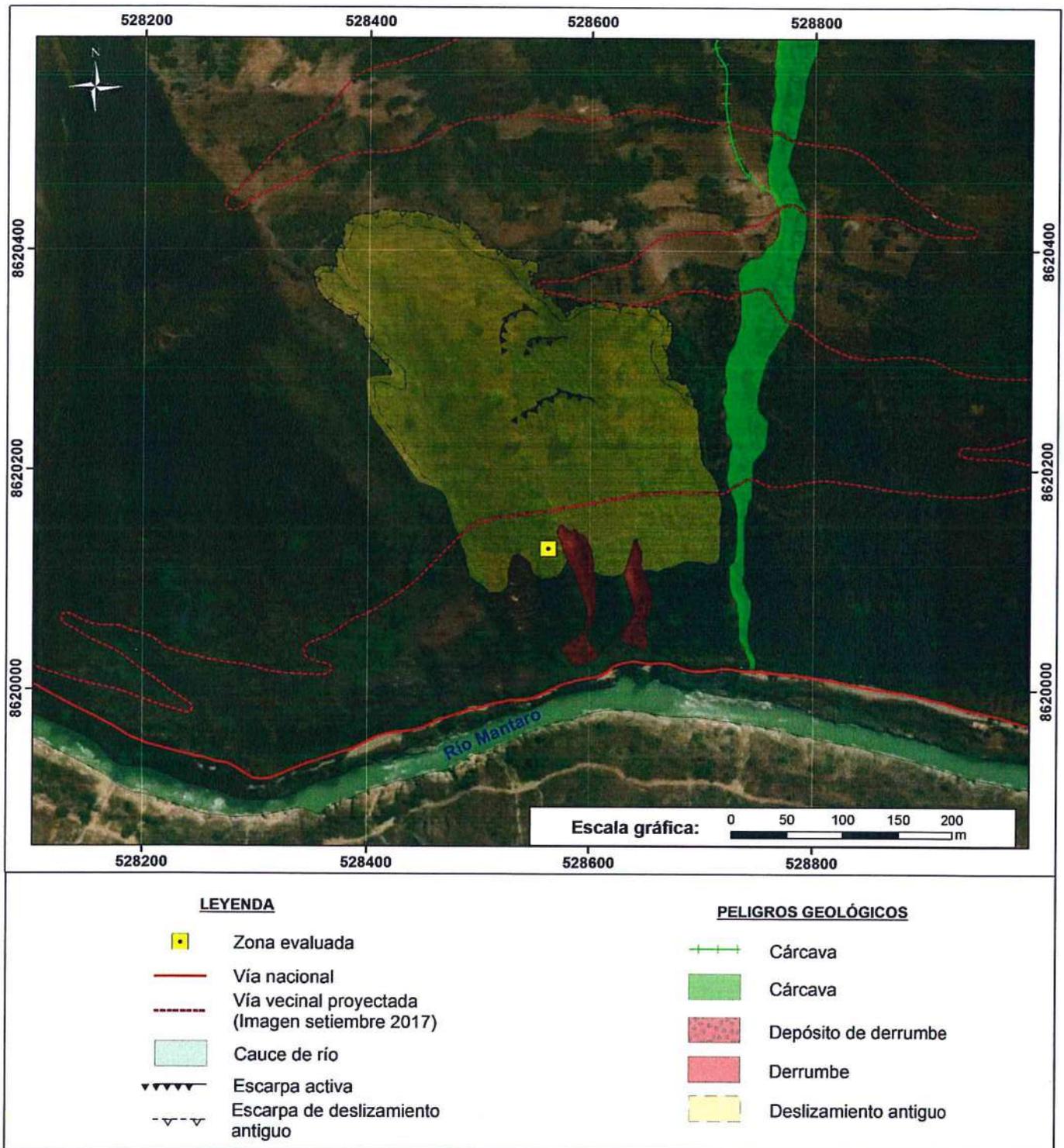


Figura 11: Mapa de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Cerro Huaranway Pampa. (Cartografía elaborada en imagen Google Earth de setiembre del 2017).

### 5.1.3 Movimiento complejo

Son aquellos movimientos en masa que resultan de la combinación de dos o más tipos de movimientos elementales descritos anteriormente. Estos movimientos alcanzan generalmente gran tamaño (Antoine, 1992), afectando, a veces, a laderas completas. En la zona evaluada el movimiento complejo identificado está conformado por un deslizamiento rotacional, que en la punta del evento se comporta como un derrumbe y forma depósitos de material fino a manera de conos de talus (figura 12).

El movimiento complejo de tipo deslizamiento rotacional-derrumbe se localiza en la ladera sur del cerro Huaranway Pampa, en coordenadas centrales UTM-WGS 84: 8620213 N y 528560 O. Este evento es resultado de una reactivación producida dentro del deslizamiento activo en estado de latencia descrito en el acápite 5.1.2.

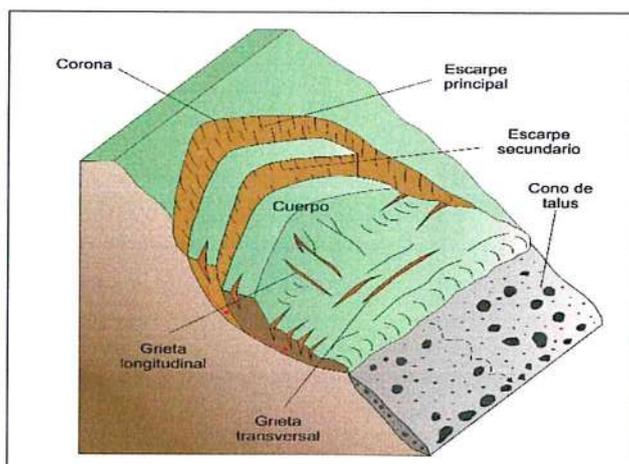


Figura 12: Gráfico de un movimiento complejo de tipo deslizamiento rotacional que en la punta del cuerpo se producen derrumbes.

El movimiento complejo (deslizamiento rotacional-derrumbes) del cerro Huaranway Pampa se produjo el día 09 de junio de 2019; el evento arranco en el cuerpo del deslizamiento activo en estado de latencia y al parecer aprovechó la presencia de escarpas ubicadas dentro del cuerpo del evento inicial. El movimiento complejo inició como un deslizamiento rotacional que comprometió materiales coluvio-deluviales y la parte superficial del substrato metamórfico fracturado de la ladera media del cerro, ya que el movimiento del terreno no comprometió el afloramiento de rocas metamórficas (esquistos) presente en el talud superior de corte de la carretera que conduce a la localidad de Huanta ubicada debajo del evento; sin embargo, los materiales removidos por el movimiento complejo si llegaron a depositarse y de esta forma obstruir el tránsito de vehículos y personas por la vía (figura 13 y 14).

Las características y dimensiones del movimiento complejo son las siguientes:

- Ancho de escarpa: 90 m
- Forma de la escarpa: Irregular (fotografía 5)
- Forma de la superficie de rotura: Curva-cóncava
- Salto principal: 10 m (fotografía 6)
- Escarpas secundarias: Se puede observar dos escarpas dentro del cuerpo del deslizamiento.
- Diferencia de altura de la corona a la punta del deslizamiento: 164 m
- Longitud horizontal de la corona a la punta: 218 m

- Longitud inclinada de la corona a la punta: 295 m
- Velocidad del movimiento: Rápido
- Dirección (azimut) del movimiento: N 167°
- Grietas longitudinales: El cuerpo del deslizamiento presenta múltiples grietas.
- Edad estimada del evento: Activo
- Actividad del movimiento
  - Estado: Activo
  - Distribución: Avanzando
- Se siguen produciendo asentamientos en el cuerpo del deslizamiento que hacen inestable la zona (fotografía 7).
- En la punta del deslizamiento como resultado del alta pendiente de la ladera del cerro Huaranway Pampa y como el evento no alcanza el pie de la ladera, el material movilizado no se queda colgado, sino que se derrumba y forma conos de talud que si se acumulan al pie de la ladera (figura 13).
- Distancia total alcanzada por el material movilizado: 320 m (deslizamiento y derrunbe)
- Área: 32 520 m<sup>2</sup>



Figura 13: Vista con dirección hacia el norte, donde es posible ver movimiento complejo (deslizamiento rotacional-derrumbe) del cerro Huaranway Pampa en toda su magnitud. Es posible apreciar que el deslizamiento rotacional no compromete el pie de la ladera del cerro, conformado por esquisto en el cual está trazada la carretera; sin embargo, el material que conforma la punta del deslizamiento se comporta como un derrumbe a consecuencia del alta pendiente de la ladera y deposita conos de talud al pie (conos de talus delimitados por línea color rojo). Es importante señalar que en la actualidad parte del material que conforma el cono de talus es resultado de la construcción de una terraza o banquetta de estabilización que se viene construyendo en el cuerpo del deslizamiento. Finalmente, también es posible observar en la imagen la formación de nubes de polvo que se forman por el derrumbe de material fino y seco.

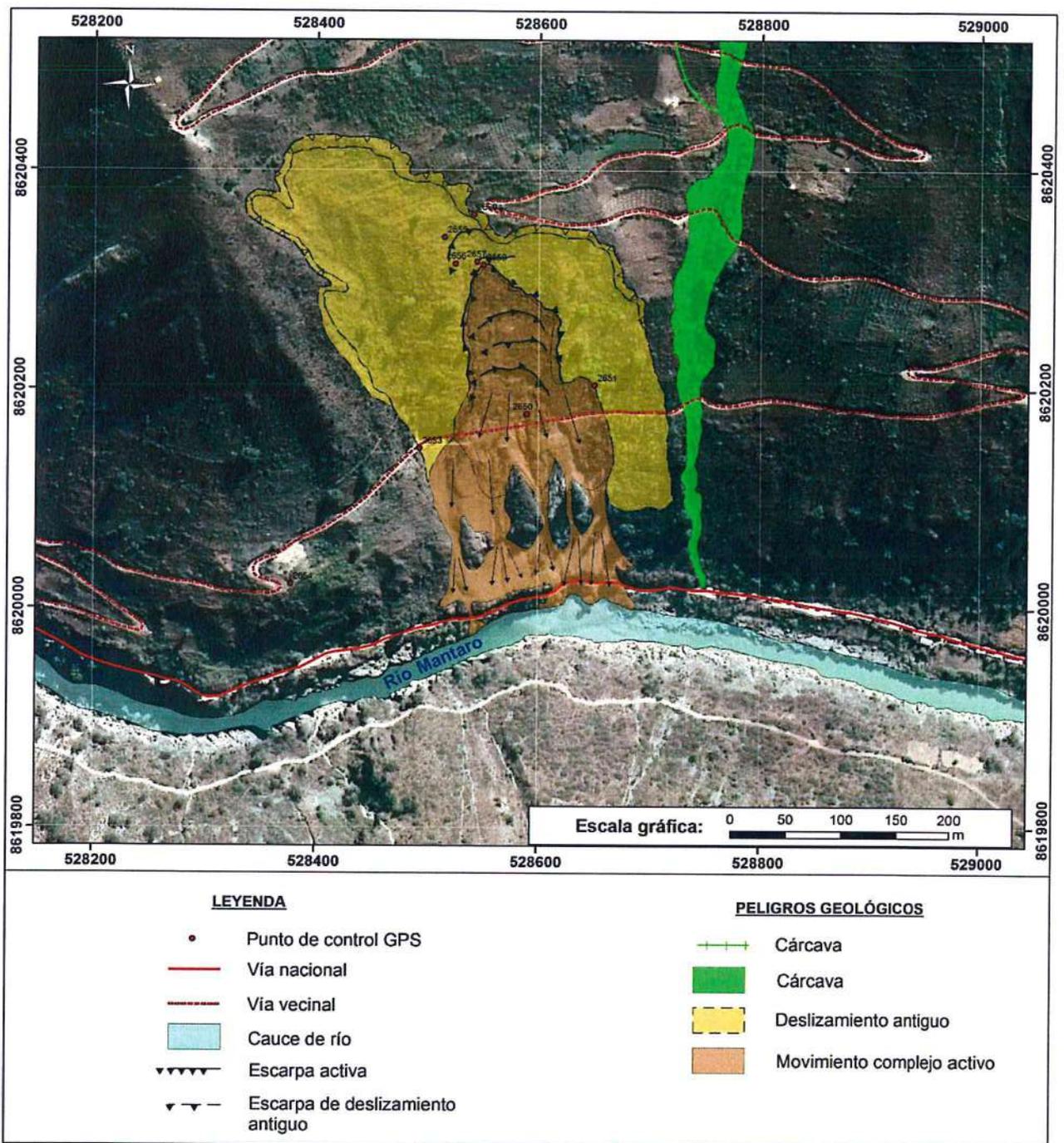


Figura 14: Mapa de peligros geológicos por movimientos en masa en el sector Cerro Huaranway Pampa ocurrido en junio del presente año.



Fotografía 5: Vista con dirección al norte donde se puede ver la escara del deslizamiento del cerro Huranway Pampa.



Fotografía 6: Vista con dirección hacia el este, donde se puede apreciar el salto principal de deslizamiento rotacional y el cuerpo del deslizamiento.



Fotografía 7: Vista con dirección hacia el norte en donde se puede observar parte del cuerpo del movimiento complejo en donde se sigue produciendo el asentamiento de terreno; hacia el lado derecho de la foto se observa la escorrentía formada por el manantial de agua que aflora en el cuerpo del evento.

### **Causas:**

#### *Factores de sitio:*

- Configuración geomorfológica del área (montañas modeladas en rocas metamórficas), disectadas por el valle del río Mantaro.
- Pendiente promedio de la ladera de la montaña que llega a superar los 35°.
- Características litológicas del área (afloramiento de roca esquistosa, de mediana a muy fracturadas), de una calidad geotécnica regular a mala.
- Substrato rocoso con un grado de meteorización ligero a moderado.
- Suelos de tipo arcillo-arenoso con gravas.
- Presencia de material de remoción antiguo (deslizamiento rotacional), susceptible a que en el cuerpo del evento se generen nuevos movimientos en masa.
- Cobertura vegetal de tipo pastizales, cultivos y matorrales dispersos, que ofrecen poca protección al suelo y la roca.
- Presencia de varias familias de discontinuidades, entre estas se tiene la esquistosidad de las rocas.

#### *Del entorno geográfico:*

- Precipitaciones pluviales intensas, que saturan los terrenos y los desestabilizan.
- Presencia de aguas subterráneas (manantiales de agua) (fotografía 8 y 9).
- Dinámica eólica, que remueve partículas detríticas y finas sueltas.

#### *Factores antrópicos:*

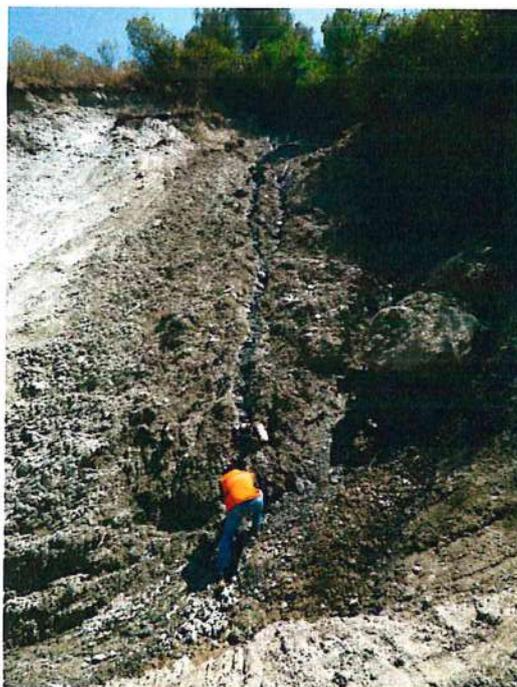
- Corte en la ladera para realizar la construcción de la trocha carrozable que conduce al poblado de Mutuy, que desestabilizó el terreno. La trocha carrozable fue construida después del mes de junio del 2017, ya que se observa en imágenes satelitales de ese año.
- Realización de labores agrícolas en la zona (siembra de plantas de palta).

**Daños:**

- Produjo la pérdida total de la plataforma de trocha carrozable que conduce a la localidad de Mutuy en un tramo de 137 m (fotografía 10).
- Obstrucción total de aproximadamente 170 m de la Carretera Central Sur (PE-3s) que une las localidades de Huancayo y Huanta a la altura del km 232+280 (figuras 13 y 14).



Fotografía 8: Vista con dirección al norte, donde se puede ver en el lado derecho el surco formado en flujo de agua que sale del manantial ubicado en el cuerpo del movimiento complejo; también es posible observar la humedad en el cuerpo del evento.



Fotografía 9: Vista hacia el norte, donde se puede observar otro manantial de agua ubicado en el flanco derecho del movimiento complejo, también forma un surco.



Fotografía 10: Vista con dirección al este, donde se puede ver el trazo de la trocha carrozable que conducía a la localidad de Mutuy cortada por la activación del movimiento complejo.

## 6. CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO

En la actualidad, las características del terreno (intrínsecas) que favorecen la ocurrencia del movimiento complejo persisten; por lo que se debe tener presente que con las lluvias periódicas y/o extraordinarias, las reactivaciones del cuerpo del movimiento complejo pueden seguir produciendo nuevos asentamientos de terreno. La generación de nuevos eventos puede tener como consecuencia la ocurrencia de nuevos bloqueos de la vía nacional PE-3S que une las localidades de Huancayo y Huanta; incluso si se movilizan grandes volúmenes de material con nuevas reactivaciones del evento pueden llegar a represar el río Mantaro. El tamaño del dique que se forme con el material colapsado, su estabilidad, duración, así como la formación de un represamiento dependerá del volumen de material que este comprometido en los nuevos eventos.

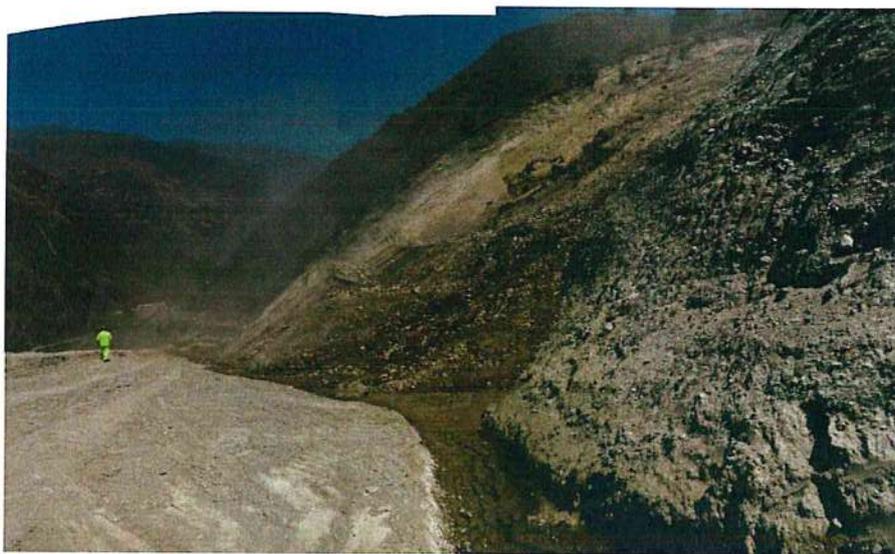
Estas apreciaciones se sustentan en las siguientes condiciones encontradas en la zona evaluada:

- Pendiente de la ladera con una inclinación de fuerte a muy fuerte ( $25^{\circ}$ - $45^{\circ}$ ) (fotografía 11).
- La morfología de la zona conformada por montañas modeladas en rocas metamórficas, con planos de estratificación y esquistosidad a favor de la ladera.
- Características litológicas del substrato conformado por rocas de tipo esquistos, que se presentan muy fracturadas y moderadamente meteorizadas.
- Material de remoción antiguo que forma parte del cuerpo de un deslizamiento rotacional confinado en estado de latencia.
- Suelos de naturaleza arcillo-arenoso con gravas.
- Presencia de manantiales de agua que afloran dentro del cuerpo del movimiento complejo, que lo erosionan (formación de surcos) y saturan el suelo y las rocas (fotografía 12).
- Presencia de depósitos coluvio-deluviales.
- Continuidad de labores agrícolas en la ladera superior del cerro Huranway Pampa, por encima del movimiento complejo, donde las aguas usadas en el riego de cultivos,

que no se vierten con un sistema tecnificado, pueden contribuir a desestabilizar los materiales sueltos de la ladera.

- La actividad del movimiento complejo continua, manifestado en la caída de material saturado del cuerpo del movimiento complejo (fotografía 12); así como el derrumbe de material fino y detrítico que forma nubes de polvo; y que puede afectar la carretera, vehículos y personas que transiten por ella.

Finalmente, es importante señalar que al momento de realizar la evaluación del movimiento complejo se pudo observar que en la zona se están realizando obras que buscan estabilizar el movimiento complejo, entre ellas se tiene la construcción de baquetas o terrazas en el cuerpo del evento y la construcción de una cuneta para drenar las aguas subterráneas que afloran en la zona (fotografía 11).



Fotografía 11: Vista con dirección al oeste donde se puede apreciar la pendiente de la ladera donde se generó el movimiento complejo; también se ve la plataforma de la terrazas y cuneta de drenaje de agua subterránea.



Fotografía 12: Vista con dirección al norte donde se observa los manantiales de agua ubicados dentro del cuerpo del movimiento complejo; también se puede ver la formación de depósitos de material detrítico acumulados en el cuerpo del evento, generados por nuevas reactivaciones.

## 7. CONCLUSIONES

- a) En la ladera inferior sur del cerro Huaranway Pampa, del distrito de Quichuas, provincia de Tayacaja, se identifico peligros geológicos por movimientos en masa de tipo deslizamiento rotacional y movimiento complejo (deslizamiento rotacional-derrumbe).
- b) En la ladera sur del cerro Huaranway Pampa, se produjo el día 09 de junio del 2019 un movimiento complejo (deslizamiento rotacional-derrumbe), que comprometió depósitos coluvio-deluviales y la parte superficial fracturada y meteorizada del substrato rocoso conformado por rocas metamórficas de tipo esquisto.
- c) El movimiento complejo del cerro Huaranway Pampa es una reactivación ocurrida en el cuerpo de un deslizamiento rotacional, confinado y en estado de latencia. El evento inició como un deslizamiento rotacional cuyo material comprometido no afecto el pie de ladera y quedo colgado, posteriormente los materiales que conforman la punta del deslizamiento se derrumban y forman conos de talus que alcanzan el valle del río Mantaro.
- d) El deslizamiento y el movimiento complejo identificados en el cerro Huaranway Pampa se encuentran activos y entre las condicionantes de su ocurrencia se tiene a la geomorfología y pendiente del terreno, las características litológicas, el tipo de suelo, la presencia de agua subterránea. Se considera como el desencadenante del movimiento complejo (deslizamiento rotacional-derrumbe) del cerro Huaranway Pampa a la actividad antropogénica manifiesta en los cortes realizados en la ladera para la construcción de una trocha carrozable.
- e) El movimiento complejo produjo la perdida de 137 m de plataforma de trocha carrozable y la obstrucción de 170 m de la Carretera Central Sur que comunica las localidades de Huancayo y Huanta.
- f) La ocurrencia de nuevas reactivaciones producidas dentro del cuerpo del movimiento complejo o por la actividad retrogresiva del evento, puede producir la interrupción total del tránsito por la Carretera Central Sur que comunica las localidades de Huancayo y Huanta, y puede afectar la seguridad física de vehículos y sus ocupantes; así también representa un peligro potencial para personas y animales que transita por la zona afectada por el movimiento complejo. La caída de un gran volumen de material removido por el movimiento complejo puede represar el río Mantaro.
- g) Dado que las condiciones de inestabilidad continúan en la ladera sur del cerro Huaranway Pampa, se considera como una **zona crítica, de muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes, movimientos complejos, etc.) y de peligro geológico inminente**, ante la actividad antrópogénica que desestabiliza las laderas, las lluvias intensas periódicas y extraordinarias, así como por la ocurrencia de sismos.

  
-----  
Ing. MANUEL SALOMÓN VILCHEZ MATA  
Especialista en Peligros  
Geológicos  
INGEMMET

## 8. RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones que deben tomarse en cuenta a corto y mediano plazo, que se pueden adicionar a la construcción de terrazas o banquetas que se realiza en la zona, son las siguientes:

1. Dado que las condiciones de inestabilidad en la ladera del cerro Huranway Pampa afectada por un movimiento complejo continúan, el tránsito de personas y vehículos por la Carretera Central Sur (PE-3S) a la altura del km 231+280, debe realizarse de forma cuidadosa, ya que nuevas reactivaciones pueden poner en riesgo su seguridad física. La ubicación de vigías ubicados en los dos extremos de la zona inestable que alerten de nuevos asentamientos de terreno, ayudará a evitar la pérdida de vidas y materiales.
2. No rehabilitar el tramo de la trocha carrozable que conduce a la localidad de Mutuy destruido por el movimiento complejo.
3. Diseñar y construir una cuneta de coronación, debidamente impermeabilizada, la cual debe estar ubicada por encima de la corona del movimiento complejo, con el propósito de captar las aguas de escorrentía que se formen en la ladera superior del evento, derivándolas hacia quebradas próximas por medio de canales revestidos y evitando así que las aguas de precipitación pluvial entren al cuerpo del movimiento complejo.
4. Captar y derivar las aguas de manantiales que se encuentran dentro y cerca del movimiento complejo; estas aguas deberán ser conducidas por medio de canales revestidos hacia cauces naturales (quebradas) ubicadas lejos de las zonas inestables.
5. Realizar la perforación de drenes californianos, con la finalidad de deprimir el nivel freático o drenar las aguas subterráneas del talud inestable o cuerpo del movimiento complejo (figura 15); la viabilidad de la obra debe ser evaluada y realizada por un especialista en geotecnia.

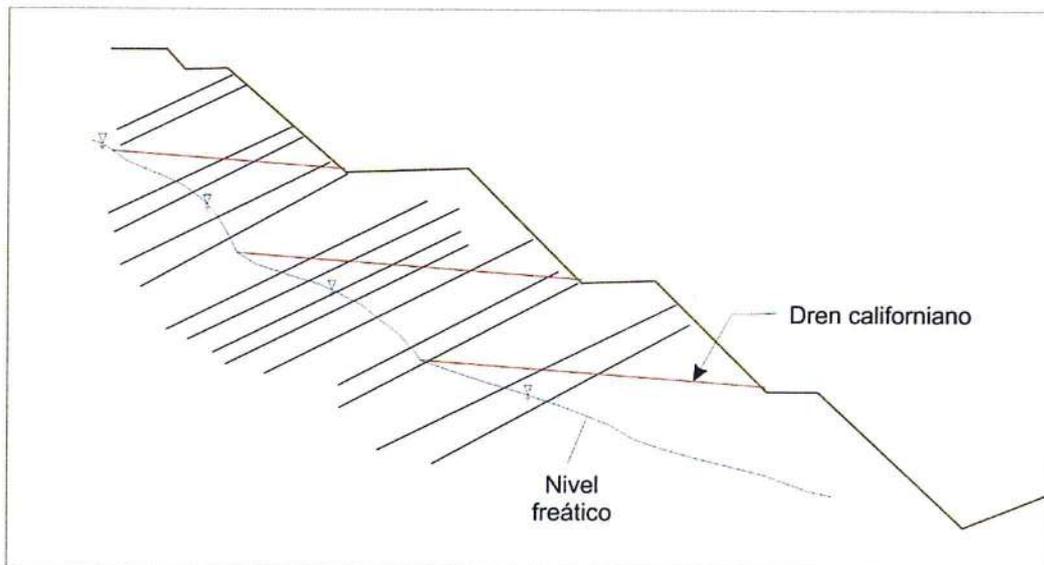


Figura 15: Esquema de drenaje de un talud por medio de drenes californianos.

6. Realizar el monitoreo del movimiento complejo por medio de la instrumentación de la zona afectada por el evento, para poder medir la deformación y desplazamientos en el terreno. La finalidad de la instrumentación es determinar la tasa de movimiento del evento, con fines preventivos.
7. Reducir y de ser posible no realizar prácticas agrícolas dentro de los terrenos afectados por el deslizamiento, ya que el riego de cultivos ayudaría a seguir desestabilizando la ladera. Los cultivos ubicados por encima del movimiento complejo (ladera sur del cerro Huaranway Pampa) deben realizarse con riego tecnificado, con la finalidad de proveer a las plantas del agua necesaria para su crecimiento, evitando de esta forma excesos de agua que puedan infiltrarse al terreno y viajar hacia la zona inestable ubicada ladera abajo.
8. Evitar la construcción de reservorios de agua en la ladera sur del cerro Huaranway Pampa. El reservorio existente en la zona por encima del movimiento complejo debe estar debidamente impermeabilizado, para evitar fugas de agua hacia el subsuelo; se debe considerar la reubicación del reservorio.
9. Realizar trabajos de sensibilización con los pobladores de la zona en temas de peligros geológicos y gestión del riesgo de desastres, para que estén preparados y sepan cómo actuar ante la ocurrencia de nuevos eventos que pueden afectar su seguridad física.

  
.....  
Ing. SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

  
.....  
Ing. MANUEL SALOMÓN VILCHEZ MATA  
Especialista en Peligros  
Geológicos  
INGEMMET

## 9. REFERENCIAS

- Cerrón, F. & Ticona, P. (2003) - Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Pampas, escala 1:50 000. INGEMMET. Lima.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2003) - Estudio de riesgos geológicos del Perú-franja N° 03. Boletín N° 23 Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica. INGEMMET. Lima.
- 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, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
- Varnes, D.J. (1978) - Slope movement types and processes. En: Schuster, R.L. & Krizek, R.J., eds., *Landslides: analysis and control*. Washington, DC: Transportation Research Board, National Research Council, p. 11-33, Special Report 176.
- Villota, H. (2005) – Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. 2. Ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.