

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A6985**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR DE HUCHCUPAMPA

Región Ayacucho  
Provincia Lucanas  
Distrito Leoncio Prado



DICIEMBRE  
2019

## CONTENIDO

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Metodología de trabajo.....	2
1.2 Objetivo del estudio.....	2
2. GENERALIDADES.....	3
2.1 Ubicación y accesibilidad.....	3
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	5
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	7
4.1 Geoformas de carácter deposicional o agradacional.....	7
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	8
6. PELIGROS GEOLÓGICOS EN HUCHCCUPAMPA.....	9
6.1 Deslizamiento.....	11
6.2 Erosión de laderas.....	13
6.3 Caída de rocas.....	13
7. PROPUESTAS DE MEDIDAS PREVENTIVAS.....	15
7.1 Para deslizamientos.....	15
7.2 Para caída de rocas.....	15
7.3 Para cárcavas.....	17
CONCLUSIONES.....	18
RECOMENDACIONES.....	19
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20
GLOSARIO.....	21

## RESUMEN

El informe de inspección contiene datos de observaciones realizadas en el sector Huchcupampa, ubicado en el distrito de Leoncio Prado, provincia Lucanas, departamento de Ayacucho.

La unidad litoestratigráfica más antigua que aflora en el área de estudio corresponde a secuencias volcánico-sedimentarias del Grupo Nasca, del Mioceno. También afloran depósitos del cuaternario que están representados por los depósitos aluviales y coluviales.

Los peligros geológicos identificados en la zona evaluada están condicionados por la naturaleza litológica de la zona, la pendiente de las laderas, la configuración geomorfológica y la proximidad a fallas locales. Entre los principales y más recurrentes se tienen, peligros por deslizamientos, seguido de erosiones de laderas (cárcavas) y caída de rocas.

El sector Huchcupampa, viene siendo afectado por múltiples deslizamientos, el principal deslizamiento es de tipo rotacional; posee una corona del deslizamiento de 780 m, un escarpe de 40 m, el deslizamiento está comprendido entre las cotas 2900 m s.n.m. a 2814 m s.n.m., posee un desnivel de 96 m, se estima que el deslizamiento afecto un área de 87313 m<sup>2</sup>. Este deslizamiento afecta directamente al canal de agua que cruza por el sector, el cual lleva agua al centro poblado de Buena Vista.

Asimismo, las laderas del cauce del río Tambo Quemado vienen siendo afectados por derrumbes, deslizamientos, caída de bloques desde las partes altas. Por ambas laderas cruzan canales de agua hacia los centros poblados de Buena Vista y Tambo Quemado, los canales vienen siendo afectados severamente. Los pobladores de Bella Vista construyeron de manera provisional, un nuevo trazo de canal que está cerca de la corona del deslizamiento; este nuevo trazo tiene alto riesgo de ser afectado nuevamente.

En las laderas de los cerros en el sector Huchcupampa vienen desarrollándose erosión de ladera, principalmente en los escarpes de deslizamientos antiguos. Asimismo, podemos apreciar caída de rocas en los cortes de ladera echas para el paso de los canales de agua. Se han identificado bloques sueltos propensos a caer y que pueden afectar a estos canales. si ese fuera el caso podría dejar sin agua a los poblados de Tambo Quemado y Buena Vista. Por lo mencionado anteriormente el sector Huchcupampa está ubicado en una ZONA DE MUY ALTO PELIGRO

Se considera urgente realizar un nuevo canal de agua que va hacia Buena Vista, actualmente el canal cruza una zona afectada por deslizamientos activos y quebradas dinámicamente activas en época de lluvia y zonas susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa. Por lo tanto, se recomienda realizar el nuevo trazo del canal en la ladera del cerro Incañan, el nuevo trazo se debe realizar previos estudios geotécnicos de los suelos en la zona sugerida. Las laderas en la parte alta de los canales deben ser estabilizadas con enmallados y vegetación.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), dentro de sus funciones brinda asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología, que permite identificar, caracterizar, evaluar y diagnosticar aquellas zonas urbanas o rurales, que podrían verse afectadas por fenómenos geológicos que pudiera desencadenar en desastres; enmarcados dentro de la actividad 07 de asistencia técnica en evaluación de peligros geológicos a nivel nacional de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

El subprefecto del distrito de Leoncio Prado, mediante el oficio N° 030-2019-S-D-LP-TQ, de fecha 12 de junio del presente año, solicita una evaluación técnica en el sector Huchccupampa, distrito Leoncio Prado, provincia Lucanas, región Ayacucho.

Para lo cual se delega a los ingenieros, Yhon Soncco, David Prudencio y Jessica Vela; atender dicha solicitud, la misma que se atendió con fecha 25 de octubre del presente año.

### 1.1 Metodología de trabajo

La metodología para la elaboración del presente informe consta básicamente de recopilación bibliográfica, trabajos de campo y gabinete, las cuales se describen a continuación:

#### 1.1.1. Recopilación bibliográfica y trabajos de gabinete

Recopilación de recursos bibliográficos de estudios anteriores realizados en la zona de estudio. Se elaboraron mapas de fotointerpretación, para ello se utilizaron imágenes satelitales Rapid-Eye y Landsat de los años 2018 – 2019.

#### 1.1.2. Trabajos de campo

En el trabajo de campo se realizó el cartografiado a detalle de peligros geológicos.

#### 1.1.3. Trabajo de gabinete

Los trabajos realizados en esta etapa consistieron en elaborar mapas geológicos y de peligros geológicos para la zona de estudio. Los trabajos culminaron con la redacción del informe técnico.

### 1.2 Objetivo del estudio

- Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos que podrían afectar la zona de estudio.
- Emitir recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros.

## 2. GENERALIDADES

### 2.1 Ubicación y accesibilidad

La zona de estudio (sector Huchcupampa) se localiza en el distrito de Leoncio Prado, provincia Lucanas, Región Ayacucho (figura 1), a 2.8 km al este del centro poblado de Tambo Quemado.

Se accede desde Nasca a través de la carretera asfaltada Nasca – Ayacucho, (figura 2), continuando por el desvío hacia Tambo Quemado pasando por el centro poblado Buena Vista, para luego continuar por el primer desvío a la mano derecha a 1.7 km desde Buena Vista; seguir por esta vía poco carrozable, hasta Huchcupampa.

Tramo		Km.	Tipo de vía	Duración (h)
Nasca	Desvió Tambo Quemado	55.9	Asfaltada	1h 16min
Desvió Tambo Quemado	Desvió Huchcupampa	16.2	Trocha	50 min
Desvió Huchcupampa	Huchcupampa	2.8	Trocha (poco carrozable)	25 min

Coordenadas geográficas de las zonas de estudio:

Zonas de estudio	Coordenadas
Sector Huchcupampa	– 14°43'16.04"S – 74°38'38.99"O

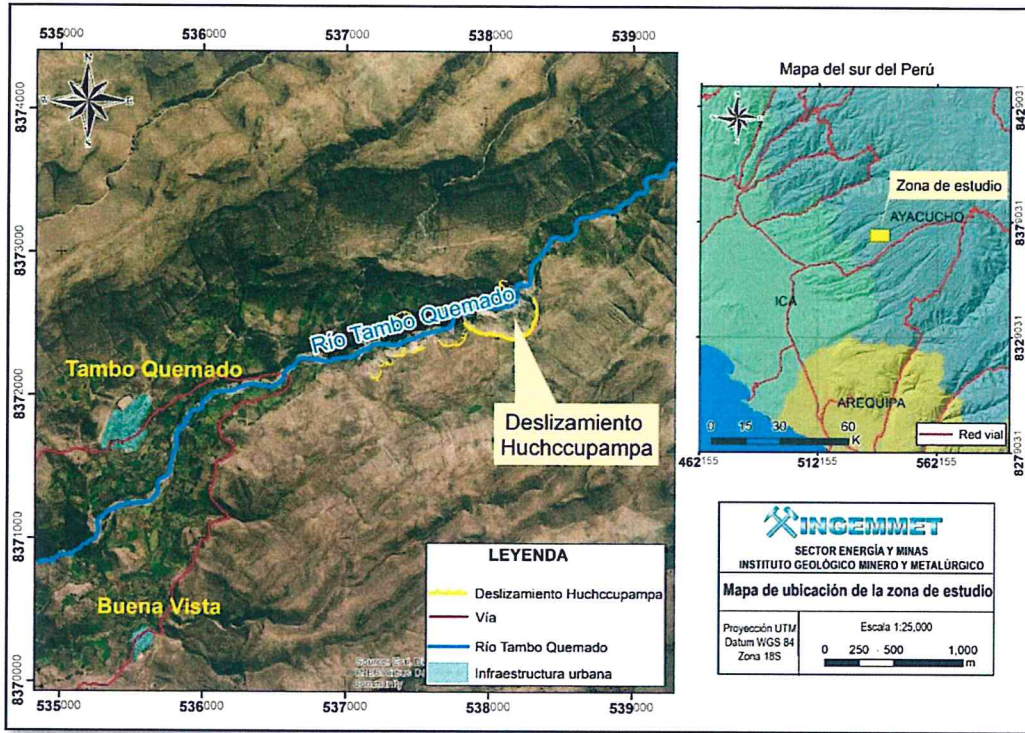


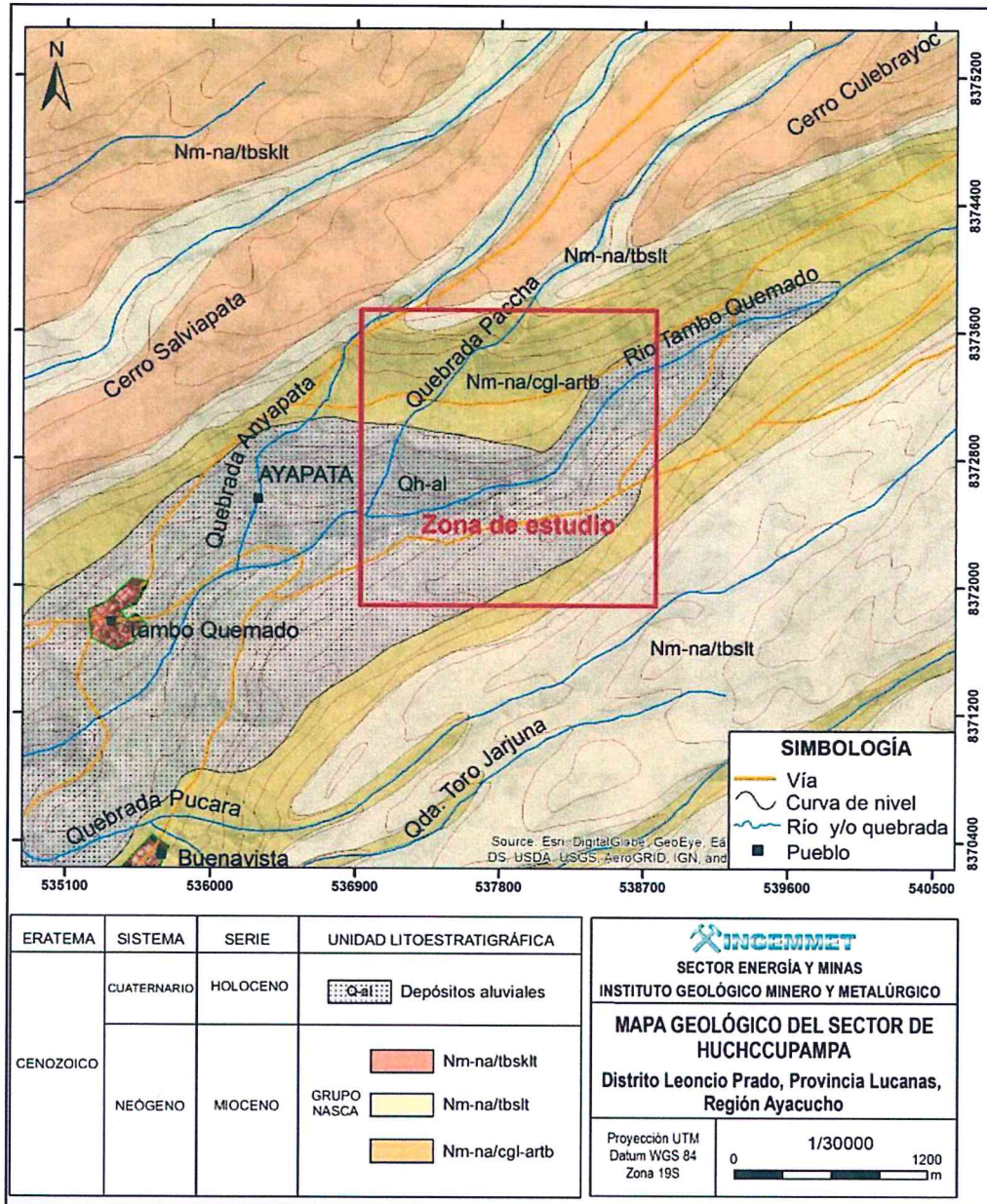
Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.



Figura 2. Ruta de acceso desde Nasca por la carretera asfaltada línea de color (rojo) y continuar por la carretera trocha de color (azul) hasta Tambo Quemado.

### 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

La unidad litoestratigráfica más antigua que aflora en el área de estudio corresponde a secuencias volcánico-sedimentarias del Grupo Nasca, del Mioceno. También afloran depósitos de edad cuaternaria que están representados por los depósitos aluviales (figura 3).



**Figura 3.** Mapa geológico del sector Huchcupampa, tomado de García y Caldas (1993).

### 3.1 Grupo Nasca

El Grupo Nasca, conocido como Tobas Nasca, compuesto por unidades piroclásticas individuales separadas por completas superficies de enfriamiento; dichos materiales fueron producidos en cortos períodos de tiempo de un área de emisión tipo caldera de colapso localizada en las vecindades de Pampa Galeras (Noble D.C., et al., 1979).

Las Tobas Nazca son mantos de ignimbritas o piroclastos sueltos, depositados por un mecanismo de nubes ardientes o como flujos de corrientes de alta densidad de piroclásticos finos y cenizas, que mezclados con gases volcánicos viajaron y se depositaron pendiente abajo. Estos materiales son producto de emisiones explosivas centrales, de fisura o áreas de emisión tipo caldera como las que propone (Noble D.C., et al. 1979).

El Grupo Nasca presenta mayor desarrollo en el sector este del cuadrángulo del mismo nombre. Cubre regionalmente las altiplanicies comprendidas entre los 1 200 a 4 000 m s.n.m. Esta secuencia no está deformada, presentándose en forma horizontal a subhorizontal con un buzamiento aproximado de 5° O. Sobreyace en discordancia angular a rocas del Batolito de la Costa, secuencias volcano sedimentarias de la Formación Guaneros y a rocas sedimentarias del Grupo Yura. Su contacto superior está en ligera discordancia con los depósitos del Cuaternario

#### **Conglomerados polimícticos (Nm-na/cgl-artb)**

Las secciones más representativas de la unidad, se observan en la carretera que va a Tambo Quemado a Buena Vista, donde se puede diferenciar una sección inferior compuesta de conglomerados polimícticos, grises claros a marrón claro, compuestos de cantos heterogéneos de hasta 20 cm. en una matriz arenosa, tobáceas, sucia, seguidos hacia arriba por areniscas gris claras a blanquecinas, tobáceas, de grano fino a grueso, mal clasificadas e inmaduras (Noble D.C., et al., 1979).

#### **Sección inferior-media, (Nm-na/tbslt)**

Consiste principalmente de tobas líticas soldadas gris claras, los líticos son angulosos de naturaleza mayormente andesítica y en menor cantidad de intrusivos y areniscas cuarzosas.

#### **Sección media-superior superior (Nm-na/tbskit)**

Está constituida de tobas cristalolíticas soldadas de color púrpura en una matriz areno-tobácea, con alto contenido de cristales de plagioclasa subeuhedrales, en menor proporción biotitas alteradas y cuarzo hialino, esta toba presenta gran cantidad de fiammes, en menor proporción también se observan tobas líticas gris claras y niveles de tobas cristalolíticas con abundante vidrio.

Las rocas del grupo Nasca son susceptibles a generar peligros por caída de rocas, deslizamientos y erosión de ladera.



### 3.2 Depósitos Aluvial 2 (Qh-al)

Constituyen acumulaciones provenientes de las numerosas quebradas que drenan a los ríos principales, son materiales inconsolidados mal seleccionados predominando las gravas subredondeadas a subangulosas envueltas en una matriz areno-limosa. Sobre este material se desarrolla toda la actividad agrícola en el valle de Tambo Quemado. Estos depósitos representan una susceptibilidad de generar huaicos y derrumbes.

## 4. ASPECTOS GEOMORFÓLOGICOS

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas de la zona de estudio, se consideran criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a aspectos del relieve en relación a la erosión o denudación y sedimentación o acumulación.

Tomando como base y referencia clasificación y estandarización utilizada en la elaboración del mapa geomorfológico del Perú, elaborado por el INGGEMMET y estipulado en documentos ISO, como especificación técnica DGAR-ET-002 y Manual guía para la elaboración de mapas productos de la DGAR DGAR-M-002.

### 4.1 Geformas de carácter deposicional o agradacional

Estas geformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se puede denominar constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía y vientos; los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados (Villota, 2005).

#### 4.1.1 Unidad de Planicies

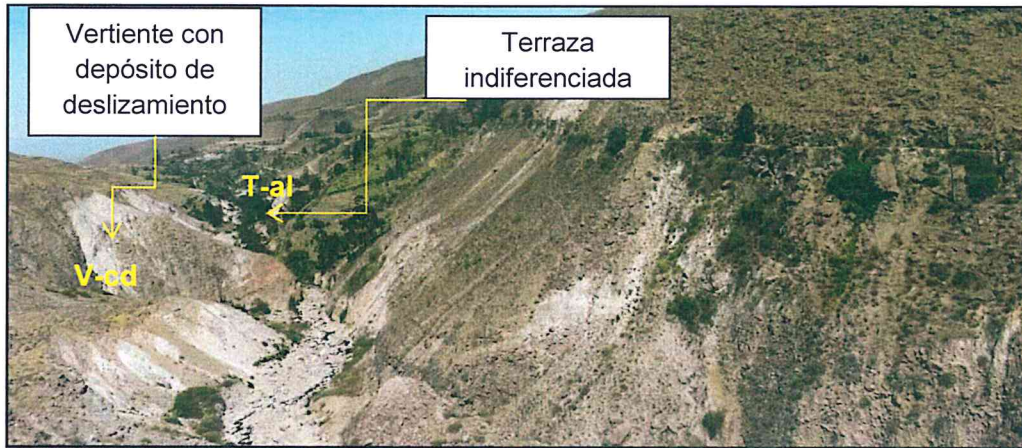
La zona de estudio se encuentra ubicada al fondo del valle del río Tambo Quemado. Esta unidad está conformada por Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen en zonas elevadas, se presentan como planicies disectadas y planicies elevadas, principalmente donde estas presentan ondulamientos (lomadas), en la zona de estudio esta planicie es cortado por el río Tambo Quemado.

**Subunidad de Terraza aluvial (T-al):** Son porciones de terreno que se encuentran dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal del río Tambo Quemado, a mayor altura, representan niveles antiguos de sedimentación fluvial, los cuales han sido disectados por las corrientes como consecuencia de la profundización del valle. Sobre estos terrenos se desarrollan las actividades agrícolas del valle de Tambo Quemado (figura 4).

#### 4.1.2 Unidad de Piedemonte

Corresponde a acumulaciones de materiales sueltos al pie de sistemas de montañas o colinas.

**Subunidad de Vertiente o piedemonte coluvio - deluvial (V-cd):** Esta unidad corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas), así como también por la acumulación de material fino y detrítico, caídos o lavados por escorrentía superficial, los cuales se acumulan en las laderas (figura 4). Esta unidad es susceptible a generar caídas de rocas, deslizamientos y derrumbes.



*Figura 4. Unidades geomorfológicas en la zona de estudio.*

## 5. PELIGROS GEOLÓGICOS

Los peligros geológicos identificados en el área de estudio, están asociados principalmente a movimientos en masa. El término movimientos en masa incluye todos aquellos movimientos ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras por efectos de la gravedad (Cruden, 1991 en PMA: GCA, 2007). Los movimientos en masa representan procesos geológicos superficiales, que involucran la remoción de masas rocosas con características inestables, depósitos inconsolidados de diferente origen, competencia y grado de cohesión, o la combinación de ambos, por efecto de la gravedad, Medina., (2014).

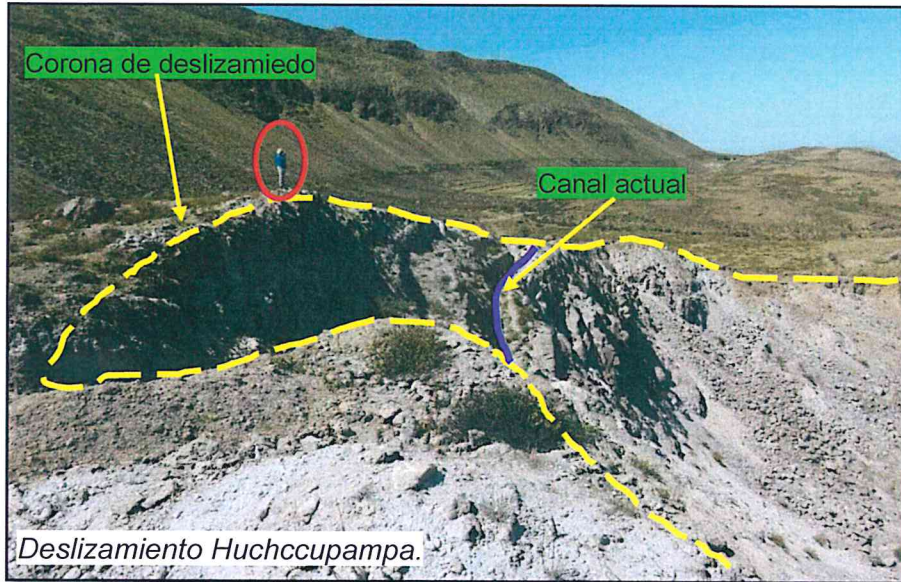
En el área de estudio, los movimientos en masa, están estrechamente ligados a factores desencadenantes como, lluvias de gran intensidad o gran duración asociadas a eventos excepcionales, sismos tectónicos y fallas geológicas y actividad antrópica de utilización de sistemas de riego inadecuado.

Los factores condicionantes o intrínsecos que favorecen la ocurrencia de movimientos en masa son la litología (calidad de la roca y permeabilidad), morfología y pendiente del terreno.

Los principales peligros geológicos que ocurren en la zona de estudio, corresponden a movimientos en masa por deslizamiento, caída de rocas y erosión de laderas.

## 6. PELIGROS GEOLÓGICOS EN HUCHCCUPAMPA

En el sector de Huchccupampa se han identificado ocurrencias de peligros geológicos como deslizamientos, procesos de erosiones de ladera y caídas de roca (figuras 5 y 6).



**Figura 5.** Muestra el deslizamiento Huchccupampa.

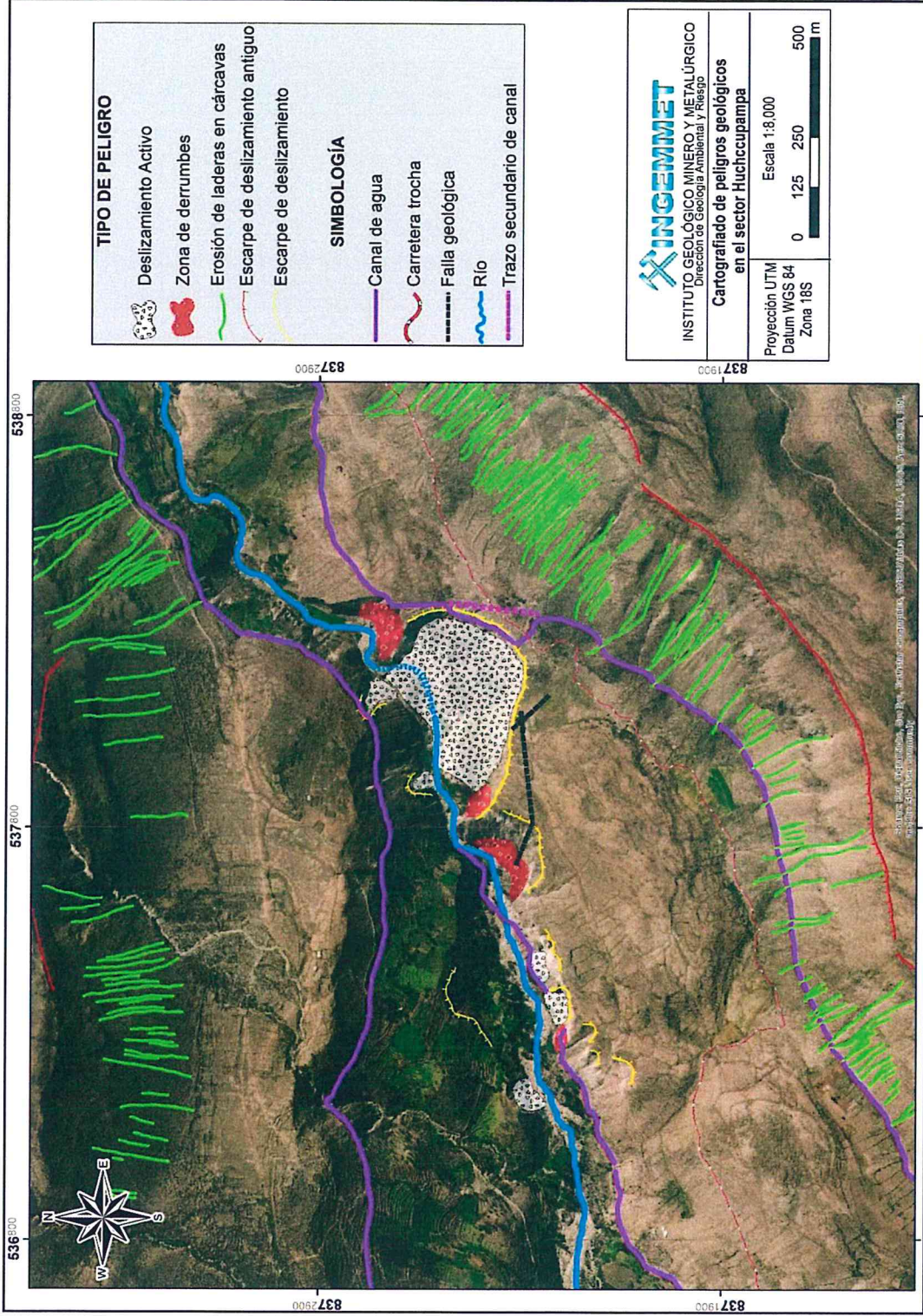


Figura 6. Mapa de peligros geológicos del sector Huchcupampa.

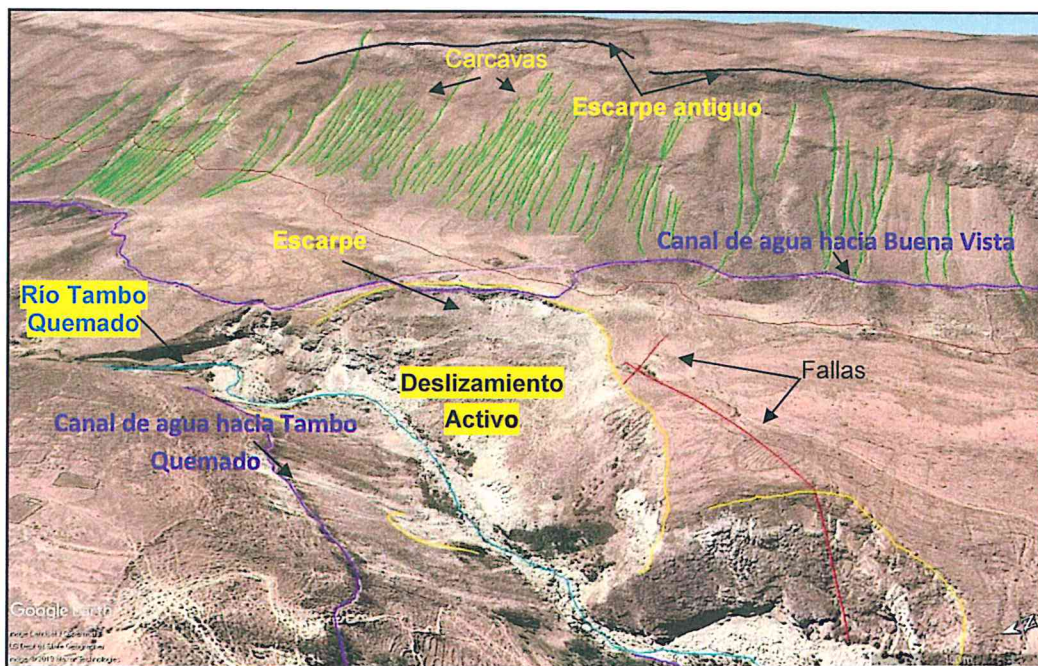
## 6.1 Deslizamiento

En la zona de estudio vienen ocurriendo una serie de deslizamientos, siendo el principal el ocurrido en Huchccupampa, que corresponde a un deslizamiento rotacional (figura 7), cuya corona posee forma regular y mide 780 m, el escarpe principal posee un salto de 40 m.

Según mediciones y diferencias de cotas, Este evento está comprendido entre las cotas 2900 y 2814 m s.n.m., es decir posee un desnivel de 96 m. La masa movilizada se estima afecto un área de 87313 m<sup>2</sup>.

Este evento se prolonga aguas abajo del río a manera de pequeños deslizamientos y derrumbes.

En el escarpe del deslizamiento se observa un canal que conduce agua desde la parte alta de la quebrada Tambo Quemado hasta el pueblo de Buena Vista con fines agrícolas (figura 20); la infraestructura del canal como tuberías han sido destrozadas por la reactivación de este deslizamiento, lo cual produce desabastecimiento de la población de manera repentina e impactante, por lo que los pobladores han realizado de manera provisional y sin orientación, la localización de un nuevo trazo de canal, aproximadamente a 5 metros de la corona del deslizamiento, el mismo que se encuentra en muy alto riesgo de ser afectado nuevamente



**Figura 7.** Deslizamiento rotacional en el sector Huchccupampa

### Causas del deslizamiento principal

Las causas para la ocurrencia de estos procesos, se relacionan con la litología del substrato, pendiente del terreno y presencia de agua en los materiales (rocas y suelos).

### Condicionantes

- Rocas de mala calidad, conformadas principalmente por suelos retrabajados, provenientes de deslizamientos antiguos, considerados suelos inestables y deslizantes ante la presencia de agua en su estructura.
- Pendiente del terreno de  $45^\circ$ , que permite que la masa inestable se desestabilice y se desplace cuesta abajo.
- Presencia de obras de infraestructura de riego (canal) que cruza por el cuerpo de deslizamiento, que además de desestabilizar las laderas, generan infiltración de aguas en el talud, debido a que son canales precarios, sin revestimiento
- La presencia de fallas locales en este sector, aumenta inestabilidad en suelos litológicamente inestables, actualmente se aprecian grietas con hasta 30 m de apertura, estas grietas están ubicados al borde suroeste del deslizamiento principal, (figura 8).

### Desencadenantes

- Precipitaciones pluviales intensas.
- Eventos sísmicos.

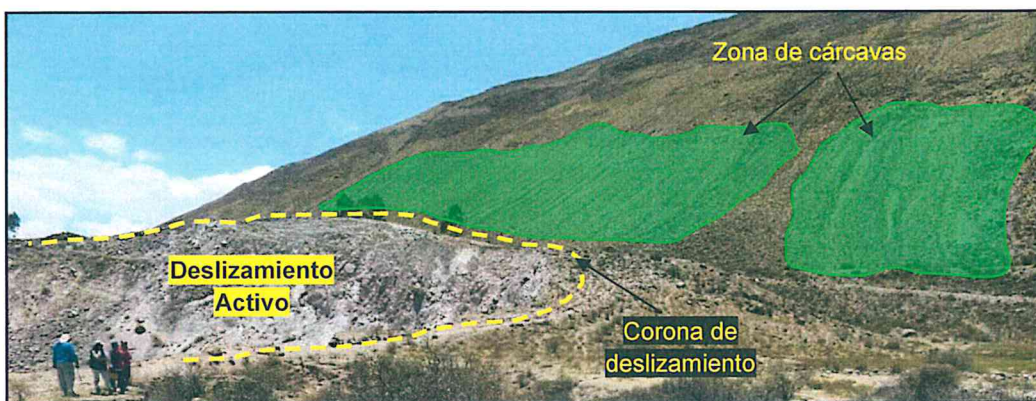


**Figura 8.** Fallas locales ubicados al extremo suroeste del deslizamiento principal, una de ellas presenta una dirección preferente de  $N80^\circ$ , la otra presenta una dirección preferente de  $N300^\circ$ .

## 6.2 Erosión de laderas

Las laderas de los cerros en el sector Huchccupampa están siendo afectado por procesos de erosión de laderas en forma de surcos y cárcavas (figura 6). Las cárcavas tienen un ancho de hasta 12 m y profundidades de hasta 6 m aproximadamente, y en base a la clasificación de San Miguel., (1958), por sus dimensiones consideran como “grandes” (figura 9).

Así también cabe señalar que en los taludes denudado por los deslizamientos antiguos ocurren procesos de erosión de laderas abundantes, a diferencia de los taludes que se presentan estables, donde las cárcavas son muy pocas e incipientes



**Figura 9.** Erosiones de ladera a manera de surcos y cárcavas en las laderas de los cerros en el sector Huchccupampa.

### Condicionantes:

- Roca volcánica con moderada a intensa meteorización,
- Depósitos inestables, originados por deslizamientos antiguos.
- Pendiente del terreno, comprendida entre 30° a 45°

### Desencadenante:

- Precipitaciones pluviales intensas.

## 6.3 Caída de rocas

A 2 km aguas arriba del deslizamiento de Huchccupamapa, en la margen izquierda del río Tambo Quemado, se presentan derrumbes que han afectado el canal que abastece al poblado de Buena Vista.

Este evento es recurrente, por lo que los pobladores han instalado puntales de madera para sostener 10 m del canal (figura 10 A).

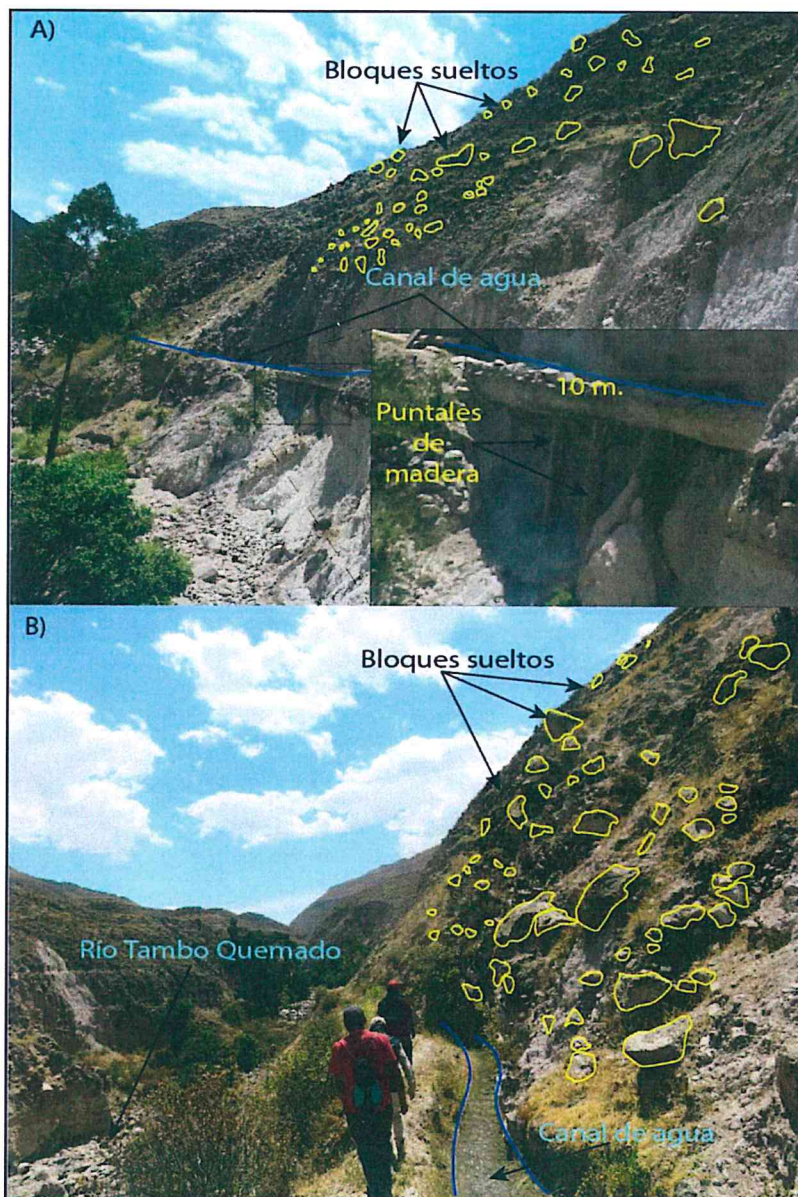
Dicho canal corta laderas de pendientes de hasta 48°, conformada por depósitos inconsolidados, donde se pueden observar bloques colgados de hasta 1m de diámetros, que se podrían desprender y afectar a l referido canal (figura 10 B).

#### Condicionantes

- Laderas empinadas con pendientes de hasta 48°.
- Morfología de la ladera.
- Macizo rocoso alterado y fracturado.

#### Desencadenantes

- Precipitaciones pluviales intensas.
- Eventos sísmicos.



**Figura 10.** Muestra en A y B) Bloques sueltos en la parte alta del canal de agua que va hacia el centro poblado Buena Vista; A) se puede observar que 10 m. de la calzada del canal esta sostenida con puntales de madera.



## 7. PROPUESTAS DE MEDIDAS PREVENTIVAS

En esta sección se dan algunas propuestas generales de solución para la zona de estudio, con la finalidad de minimizar las ocurrencias de deslizamientos, caída de rocas, procesos de erosión de laderas, entre otros.

### 7.1 Para deslizamientos

Los deslizamientos ocurren esencialmente de forma natural pero también por la actividad antrópica (agrícola, deforestación) mal desarrollada que acelera el proceso; asimismo por el socavamiento al pie de laderas, la utilización de canales sin revestir, etc. A continuación, se proponen algunas medidas para el manejo de estas zonas:

- Los canales deben tener mantenimiento periódico, además de ser revestidos (concreto, mampostería, terrocemento entre otros) para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- El sistema de riego de cultivo debe ser tecnificado, por aspersión controlada o por goteo.
- La remoción de la tierra para realizar el cultivo debe ser superficial pues una remoción más profunda realizada con maquinaria puede favorecer la infiltración y saturación del terreno.
- El desarrollo de vegetación natural (pastos, malezas, arbustos, árboles) contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes; no obstante, este seguirá produciéndose en forma lenta hasta alcanzar el equilibrio natural entre el suelo y la vegetación nativa.
- Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural conformada por pastos, malezas y arbustos.
- Reforestar laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles a utilizar deben contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzaran versus la pendiente y profundidad de los suelos; se recomienda que las plantaciones forestales se ubiquen al lado de las zanjas de infiltración con el objeto de captar el agua y controlar la erosión.
- Evitar el sobre pastoreo que produzca deterioro y destrucción de la cobertura vegetal, se debe realizar un manejo de las zonas de pasturas mediante el repoblamiento de pasturas nativas, empleando sistemas de pastoreo rotativo, evitar la quema de pajonales.

### 7.2 Para caída de rocas

Se puede considerar las siguientes medidas:

**a) Mallas Ancladas:** Son mallas exteriores de alambre galvanizado ancladas con pernos para evitar la ocurrencia de desprendimientos de bloques de roca (figura 11). Las mantas de malla ancladas pueden utilizarse para impedir el movimiento de bloques pequeños (menos de 0.6 a 1.0 metro de diámetro) o masas subsuperficiales delgadas de roca. Sin embargo, en ocasiones las mallas ayudan a atenuar el movimiento de grandes bloques. En algunos casos las

mallas se diseñan para que guíen los bloques sueltos hasta el pie del talud (Suarez, 2001).



*Figura 11. Ejemplo de control de caída de rocas utilizando mallas ancladas.*

**b) Barreras dinámicas de caída de rocas.** Las barreras dinámicas de protección contra desprendimientos se caracterizan por su capacidad de absorción de impactos. Tiene como objetivo interceptar y parar rocas en caída de pequeñas y grandes dimensiones. Además, protegen carreteras (o centros habitados, etc.) ubicados en la proximidad del pie de taludes de corte o naturales y brindan protección en los casos en que el talud tratado sea de grandes dimensiones (figuras 12 y 13).



*Figura 12. Ejemplo de mallas dinámicas para caída de rocas.*

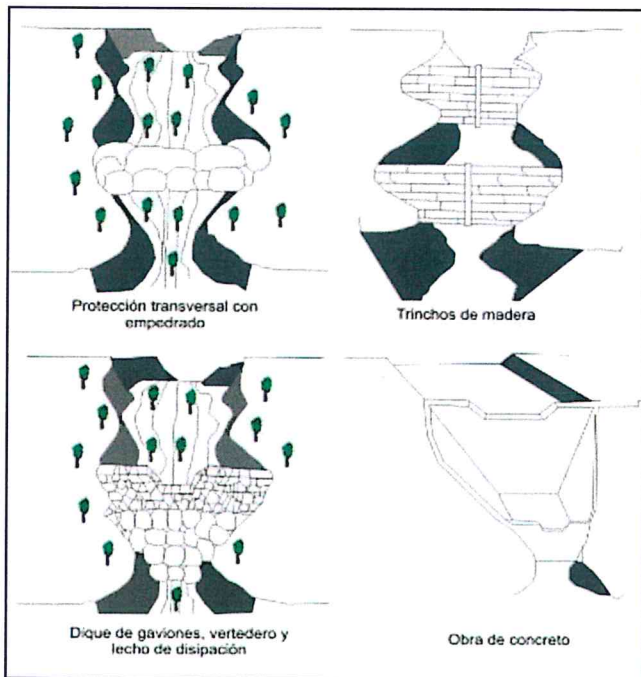


**Figura 13.** Ejemplo de mallas dinámicas para caída de rocas.

### 7.3 Para cárcavas

Para reducir la erosión en cárcava, construcción de barrera, rellenos y cortacorrientes en laderas.

Construir obras hidráulicas y de control de erosión, mediante diques transversales como trinchos de madera, de enrocado o gaviones, (figura 14). El objetivo de esta medida, es disminuir la energía del agua y retener sedimentos



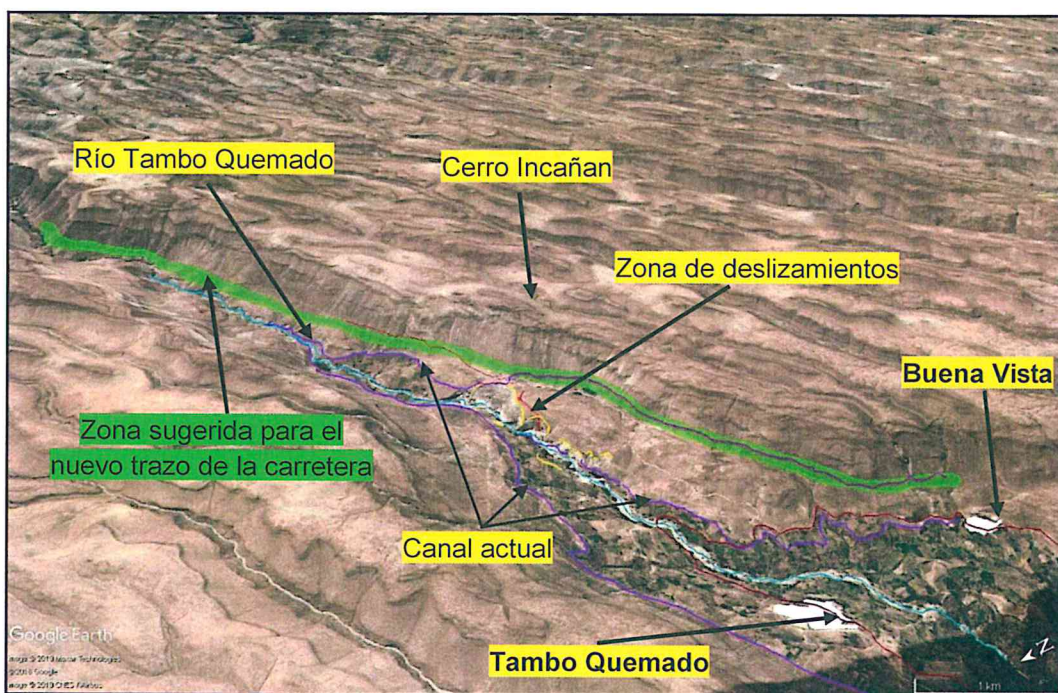
**Figura 14.** Obras hidráulicas transversales para cárcavas, fijación de sedimentos y protección de desagüeros naturales (Tomado de Instituto Nacional de Vías-Colombia-1998).

## CONCLUSIONES

1. La zona de Huchcupampa viene siendo afectada por una sucesión de deslizamientos, de los cuales el deslizamiento rotacional activo que sucede en el sector, posee una corona de forma regular de 780 m y un salto principal de 40 m, el cual se extiende hasta los 96 m hasta el pie del deslizamiento. Se estima una masa movilizada que abarca un área de 87313 m<sup>2</sup>.
2. Con el inventario y cartografía de procesos geológicos superficiales en el sector Huchcupampa se puede afirmar que estos eventos son recurrentes y diversos, mostrándose desde múltiples deslizamientos y derrumbes en las laderas del cauce del río Tambo Quemado, además de erosiones de ladera (cárcava) en las partes altas; estos últimos procesos generan material suelto que ante la ocurrencia de lluvias extraordinarias se desencadenan e impactan en los sectores ubicados en la parte baja del valle.
3. La caída de rocas se presenta en los cortes de ladera por donde pasa el canal de agua hacia los pueblos de Tambo Quemado y Buena Vista; sobre la cual se aprecian bloques sueltos propensos a caer.
4. Por lo mencionado anteriormente el sector Huchcupampa está ubicado en una ZONA DE ALTO PELIGRO.

## RECOMENDACIONES

1. Es necesario considerar de manera inmediata, un nuevo trazo para el canal abastecimiento Buena Vista; ya que este actualmente cruza una zona afectada por deslizamientos activos y quebradas dinámicamente activas en época de lluvia. Par lo cual se propone realizar el nuevo trazo en la ladera del cerro Incañan, como se indica en la figura 15, mediante el polígono verde. Señalar que esta nueva infraestructura debe construirse previos estudios geotécnicos, entre otros.
2. Las laderas en la parte alta de los canales deben ser estabilizadas con enmallados y vegetación.



**Figura 15.** Área a considerar para el nuevo trazo del canal de agua del centro poblado de Buena Vista.

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

  
 .....  
 JESSICA CAROLINA VELA VALDEZ  
 INGENIERA GEÓLOGA  
 CIP N° 215198

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cruden, D. M., Varnes, D.J., (1996). Landslides types and processes, en Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washintong D. C, National Academy Press, Transportati3n researchs board Special Report 247, p. 36-75.

Medina, L. (2014). "Peligros Geol3gicos en la Comunidad Campesina Jarahuaña". Distrito Patambuco, Provincia Sandía, Regi3n Puno. INGEMMET. Direcci3n de Geología Ambiental y Riesgo Geol3gico. Informe T3cnico N°A6660. 33p.

Montoya M., García W. y Caldas J. Geología del Cuadrángulo de Lomitas (30l), Palpa (30m), Nasca (30n) y Puquio (30ñ),1994. Serie A, Carta Geol3gica Nacional N°53 - Instituto Geol3gico Minero y Metalúrgico, INGEMMET

San Miguel, M. 1958. Manual de geología. 3ra Ed., Edit. Manuel Marín y Cia. Bilbao, España.

Suarez, J. 2001. Control de caídos y deslizamientos en roca. Libro de deslizamientos, Tomo II.

Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafol3gicos y zonificaci3n de tierras. Instituto Geogr3fico Agustín Codazzi. Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Bogotá, Colombia.

Varnes, J. (1978). Slope movements types and processes. En: SCHUSTER, L. y KRIZEK, J. Ed, Landslides analysis and control. Washington D.C. National Academy Press Transportation Research Board Special Report 176, p.

## GLOSARIO

**PELIGRO:** Probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad, en un periodo de tiempo y frecuencia definidos.

**PELIGRO GEOLÓGICO:** Proceso natural que puede causar daños materiales o la pérdida de vidas, la interrupción de actividades sociales y económicas, así como también la degradación ambiental.

**DESLIZAMIENTOS:** Movimientos que se producen al superarse la resistencia al corte de un material (suelo, roca o ambos), a lo largo de una o más superficies de ruptura, y donde la masa original se desliza a distancias variables.

**CAÍDAS DE ROCAS:** La caída es un tipo de movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera, sin que a lo largo de esta superficie ocurra desplazamiento cortante apreciable. Una vez desprendido, el material cae desplazándose principalmente por el aire pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978).

**COLAPSOS O DERRUMBES:** Son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, que ocurren a lo largo de varias superficies irregulares o anisotropías, con arranque o desplome visible de material como una sola unidad. Se presentan con dimensiones y longitudes variables, desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros; principalmente están asociados a taludes rocosos, aunque suelen presentarse en suelos poco consolidados.

**EROSIÓN DE LADERAS (CÁRCAVAS):** La erosión en cárcavas es un fenómeno que se da bajo diversas condiciones climáticas (Gómez et al., 2011), aunque más comúnmente en climas semiáridos y sobre suelos estériles y con vegetación abierta, con un uso inadecuado del terreno o inapropiado diseño del drenaje de las vías de comunicación. Las incisiones que constituyen las cárcavas, se ven potenciadas por avenidas violentas y discontinuas típicas del clima mediterráneo, lluvias intensas o continuas sobre terrenos desnudos o por la concentración de flujos superficiales fomentados por obras de drenaje de caminos o carreteras.