



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Instituto Geológico, Minero y
Metalúrgico - INGEMMET

“Decenio de la igualdad de oportunidades para mujeres y hombres”
“Año de la Universalización de la salud”

Lima, 12 de agosto de 2020

OFICIO N° 546 -2020-INGEMMET/PE

Señor Ing.

JUVENAL MEDINA RENGIFO

Jefe

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres
CENEPRED

Av. Del Parque Norte N° 313

San Borja.-



Referencia: Oficio N° 062-2020-MDA/A

Tengo el agrado de dirigirme a usted para saludarlo muy cordialmente y remitir adjunto el Informe Técnico N° A7072: **“DESLIZAMIENTO DEL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DE UCHUPATA: SECTOR ZONA AGROPECUARIA”**, elaborado en atención a la solicitud de la Municipalidad Distrital de Aczo - Ancash.

Al tratarse de una zona considerada de muy alto peligro, se recomienda realizar la captación y la derivación de las aguas de manantiales que se encuentran dentro y cerca del deslizamiento, a través de canales revestidos hacia cauces naturales; así como, se implemente el uso del sistema de riego tecnificado.

Sin otro particular, hago propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi consideración distinguida y estima personal.

Atentamente,



MSc. SUSANA G. VILCA ACHATA
Presidenta Ejecutiva
INGEMMET

Adj.: -01 Informe Técnico

SVA/cchb



DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7072

DESLIZAMIENTO DEL CENTRO POBLADO DE SAN PEDRO DE UCHUPATA: SECTOR ZONA AGROPECUARIA

Región Áncash
Provincia Antonio Raimondi
Distrito Aczo



CONTENIDO

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. OBJETIVOS	2
1.2. ANTECEDENTES	2
2. ASPECTOS GENERALES.....	5
2.1. Ubicación y accesibilidad	5
2.2. Clima e hidrogeología.....	5
2.3. Vegetación	6
3. GEOLOGIA	8
3.1. UNIDADES LITOSTRAFIGRÁFICAS	8
4. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS	11
4.1. Pendiente del terreno	11
4.2. Unidades geomorfológicas.....	12
4.3. Geformas de carácter tectónico degradacional y erosional	12
5. PELIGROS GEOLOGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA	16
5.1. Conceptos teóricos	16
5.1.1. Deslizamiento.....	16
5.1.2. Derrumbe	17
6. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS	26
6.1. Para zonas afectadas con deslizamientos y derrumbes	26
6.1.1. Uso de vegetación.....	26
6.1.2. Construir zanjas de coronación.....	27
6.1.3. Construir un sistema de drenaje tipo Espina de Pescado	28
6.1.4. Monitoreo permanente en la zona durante el periodo lluvioso	28
CONCLUSIONES	29
RECOMENDACIONES.....	30
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	31

RESUMEN

El presente informe técnico contiene información de los trabajos de evaluación realizados en el deslizamiento ocurrido en el sector denominado “zona agropecuaria”, que pertenece al Centro Poblado de San Pedro de Uchupata, distrito Aczo, provincia Antonio Raymondi, región Ancash.

El deslizamiento se inició a las 23:00 horas del 14 de junio de 2020, es de tipo rotacional con avance retrogresivo por encima de la corona, presenta escarpas múltiples como longitudes de 250, 350, 1000 y 1500 metros, con saltos verticales que varía de entre 5 y 20 metros; la masa suelo se desplazó 120 metros.

Como consecuencia del deslizamiento, un área de 90 hectáreas de terreno de cultivo se desplazó en dirección de la quebrada Chuncay, formando una presa natural que embalsó la quebrada. Este embalse de aguas representa un peligro inminente, ya que con el incremento del caudal esto podría romper la presa de tierra, y afectar las poblaciones ubicadas en el valle aguas abajo.

El área de estudio se presentan depósitos coluviales formados por bloques de gravas, guijarros con clastos subangulosos a angulosos en matriz limo arcillosa; también, se aprecia afloramiento de rocas sedimentaria formada por secuencias de areniscas, limoarcillitas y limolitas rojas; estas rocas se encuentran altamente meteorizado. Desde el punto de vista geotécnico estas rocas son considerados de mala calidad, son unidades geológicas frágiles.

La geomorfología en el área de estudio, es típica de la parte alta de la cordillera Occidental, formado por montañas en roca sedimentaria, con laderas de pendiente fuerte y muy fuerte, así como relieves que presentan disecciones que llegan a formar quebradas, también se caracterizan por presentar una superficie ondulada, producto de la erosión que sufrió el relieve.

Entre los factores condicionantes que originan la ocurrencia de peligros geológicos por movimientos en masa, presenta pendiente del terreno fuertes (15° a 25°), el substrato rocoso de diferente competencia, suelos de remoción antigua no competentes y escasa cobertura vegetal. Se consideran como factores desencadenantes las lluvias estacionales de periodos normales (promedio anual 500 mm) y las lluvias extraordinarias, los movimientos sísmicos y el uso de un sistema de riego inadecuado (riego por gravedad).

Como resultado de los trabajos de evaluación de zonas afectadas, se identificaron peligros geológicos de tipo: deslizamiento, derrumbe y erosión de ladera. Se concluye que el área de estudio es considerada de **Muy Alto** peligro a la ocurrencia de deslizamientos, que pueden ser desencadenados en la temporada de lluvias (octubre a marzo) y por movimientos sísmicos. Estos peligros afectaron en diferente intensidad los terrenos de cultivo y pastoreo; así como, la red de conducción eléctrica, vía afirmada y canales de riego.

Finalmente, se brinda recomendaciones a efectos que las autoridades competentes pongan en práctica, entre ellas se tiene evitar la formación de un embalse de agua de la quebrada Chuncay por el represamiento generado por el deslizamiento, realizando zanjas de coronación y derivando el agua fuera del área inestable, así como implementar un sistema de monitoreo permanente del evento. Estas propuestas de solución se plantean con la finalidad de minimizar la generación de los daños que puedan ocasionar los procesos identificados, como también evitar la generación de nuevos eventos que causen daños.

1. INTRODUCCIÓN

La municipalidad distrital de Aczo mediante Oficio N°062-2020-MDA/A, de fecha 16 de junio del 2020, solicitando al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), apoyo para realizar la inspección ocular y evaluación geológica en el centro poblado de San Pedro de Uchupata, del distrito de Aczo, provincia de Antonio Raimondi, región Ancash.

El INGEMMET, 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 y consideraciones geotécnicas a nivel nacional (ACT7), 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 en zonas que tengan elementos vulnerables. Para ello la DGAR designó a los ingenieros Norma Sosa Senticala y Dulio Gómez Velásquez, para realizar la evaluación técnica respectiva. Los trabajos de campo se realizaron los días 21 y 22 de junio del presente año. Previamente se realizaron coordinaciones con el Sr. Juan Chavarría Cárdenas, alcalde la Municipalidad distrital de Aczo y se contó con el apoyo de pobladores quienes expusieron la problemática de la zona.

La inspección geológica-geodinámica se basó en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGEMMET y la información obtenida durante el trabajo en campo (puntos de control GPS y fotografías), el cartografiado geológico y geodinámico, con la que finalmente se procedió a la redacción del informe técnico.

Este informe se pone en consideración de la Municipalidad distrital de Aczo, donde se proporcionará 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

- Identificar, delimitar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa que se presentan en el centro poblado de San Pedro de Uchupata, que pueden comprometer la seguridad de personas, obras de infraestructura y vías de comunicación.
- Realizar la caracterización geológica y geodinámica del territorio sobre el cual se encuentra asentado el centro poblado de San Pedro de Uchupata.
- Emitir las recomendaciones pertinentes para la reducción o mitigación de los daños que pueden causar los peligros geológicos por movimientos en masa identificados.

1.2. ANTECEDENTES

Existe trabajos previos que incluyen al centro poblado de Uchupata, relacionados a temas de geología y geodinámica externa, de los que destacan las publicaciones realizadas por INGEMMET:

- La "Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Huari, Hoja 19i, (2003), se realizó un cartografiado al detalle de la geología del centro poblado de San Pedro de Uchupata, en donde se describe las formaciones de Chota, Jumasha, y Crisnejas.
- Boletín N° 60, Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari, Hojas:17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-g, y 19-i, (1995), se describe la geología de la zona de estudio, que se ubica en hoja de Huari.

- Deslizamiento de tierras en el distrito de Aczo (1966), Compilación de estudios geológicos, Boletín N°13. Comisión carta geológica nacional. Se describe los eventos de tipo deslizamientos ocurridos en el distrito de Aczo.
- Boletín N°34, Serie B: Geología Económica Prospección de recurso de rocas y minerales en la región Ancash (2017) INGEMMET. Se describen las unidades litológicas que afloran en la zona de estudio y alrededores (Formaciones Chota, Jumasha y Crisnejas).
- Informe técnico N° A6550, Zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos en la región Ancash, (2007), INGEMMET. Se determinó 120 zonas críticas en la región Ancash; de las cuales dos se encuentran en el sector de Uchupata; así se tiene la zona crítica N° 6, ubicada en la quebrada Uchupata, se presentan cárcavas que genera flujos, que afectan terrenos de cultivo; la zona crítica N° 8, ubicado en la quebrada Uchupata, barrio Santa Rosa que afectó viviendas, la carretera que conduce a la localidad de Llamellin y terrenos de cultivo.
- En el Boletín N°38, Serie C, geodinámica e ingeniería geológica “Riesgo geológico en la región Ancash” (2009), se identificaron peligros geológicos y geohidrológicos que pueden causar desastres dentro del ámbito de estudio. Se identificó 2129 ocurrencias de peligros (incluye eventos identificados en el ámbito de San Pedro de Uchupata). El estudio también realizó un análisis de susceptibilidad por movimientos en masa (escala 1:100 000), evidenciándose que en la zona de estudio se presenta susceptibilidad moderada a muy alta a la ocurrencia de movimientos en masa (figura 1).
 - **Susceptibilidad Moderada:** Zonas donde la región presenta algunas condiciones favorables para producir movimientos en masa. Incluye geoformas de colinas estructurales, lomadas, abanicos y mesetas volcánicas. La pendiente de los terrenos varía entre 5-25° y también mayores de 45°. La cobertura vegetal y uso de suelo corresponde a áreas con vegetación herbácea, arbustiva y semiarbustiva natural, áreas con gramíneas, herbáceas, algunas zonas urbanas y rurales. Las rocas con moderada susceptibilidad corresponden a secuencias volcánicas (lávicas y piroclásticas), rocas volcánico-sedimentarias, secuencias lutáceas y algunos cuerpos intrusivos graníticos fracturados. Se encuentran muy distribuidas en la zona central y occidental de la región, comprendiendo áreas del valle del río Santa (cordilleras Negra y Blanca). Comprende además las cuencas medias de los valles de la vertiente Pacífica, sectores del valle de Pushca con litologías clásticas y alineamientos estructurales en el sector sureste de la región.
 - **Susceptibilidad Alta:** Son zonas donde confluyen la mayoría de condiciones del terreno favorables para generar movimientos en masa, cuando se modifican sus taludes. Generalmente el substrato rocoso está compuesto de areniscas, conglomerados, limolitas y arcillitas rojas, escasas zonas con esquistos y pizarras, limoarcillitas y carbón, rocas intrusivas alteradas de la cordillera Occidental; montañas con laderas de moderada a suave pendiente, laderas estructurales y lomadas muy disectadas. Los terrenos presentan pendientes que varían entre 15° y 25°, y en algunos casos hasta 45°, piedemontes de valle, acumulaciones de depósitos glaciofluviales, morrenas y detritos de vertiente indiferenciados. Incluye acuíferos sedimentarios (calizas, margas intercaladas con arcillitas calcáreas; arcillitas negras; calizas, lodolitas y metamórficos (esquistos, gneis y filitas del Complejo Marañón). Terrenos desprovistos de vegetación y áreas con intensa modificación antrópica (actividad minera). Su distribución es importante en la región y destacan en esta zona los sectores adyacentes a la cordillera Blanca, entre Catac y Yuracmarca, al norte de la cordillera de Pelagatos, así como un amplio sector en

forma discontinua correspondiente a las laderas de la vertiente de la cordillera Occidental, asociada al batolito andino (tonalitas, granodioritas y dacitas, fracturadas y meteorizadas).

- Susceptibilidad Muy Alta:** Zonas en donde todas las condiciones intrínsecas del terreno son muy favorables para generar movimientos en masa. En ellas ocurrieron deslizamientos en el pasado o recientes reactivaciones de los antiguos al modificar sus taludes, ya sea como deslizamientos, derrumbes o movimientos complejos. Están concentradas donde el substrato rocoso es de mala calidad, es decir, rocas sedimentarias clásticas (areniscas, cuarcitas, lutitas, lutitas carbonosas) y depósitos de vertiente (coluvio-deluviales), morfologías de laderas de montañas de moderada a fuerte pendiente (entre 25° y 45°), montañas con acumulaciones de hielo y laderas de montañas con deglaciación reciente; piedemontes (depósitos de deslizamiento antiguos); acuitardos sedimentarios (lutitas, areniscas, lutitas pizarrosas; areniscas carbonosas, limoarcillitas, lutitas calcáreas; margas con niveles de yeso); terrenos con cobertura vegetal de pastizales y cultivos de secano, montañas sin vegetación. Su distribución mayor está en el lado oriental de la región, en la zona del Callejón de Conchucos, con dirección NNO-SSE que incluye varios valles tributarios del río Marañón (sectores de Chavín, San Marcos, Huari, San Luis, Pomabamba, Sihuas y Conchucos). En el lado oriental se encuentra también Huallanca al sur y Quiches al norte.

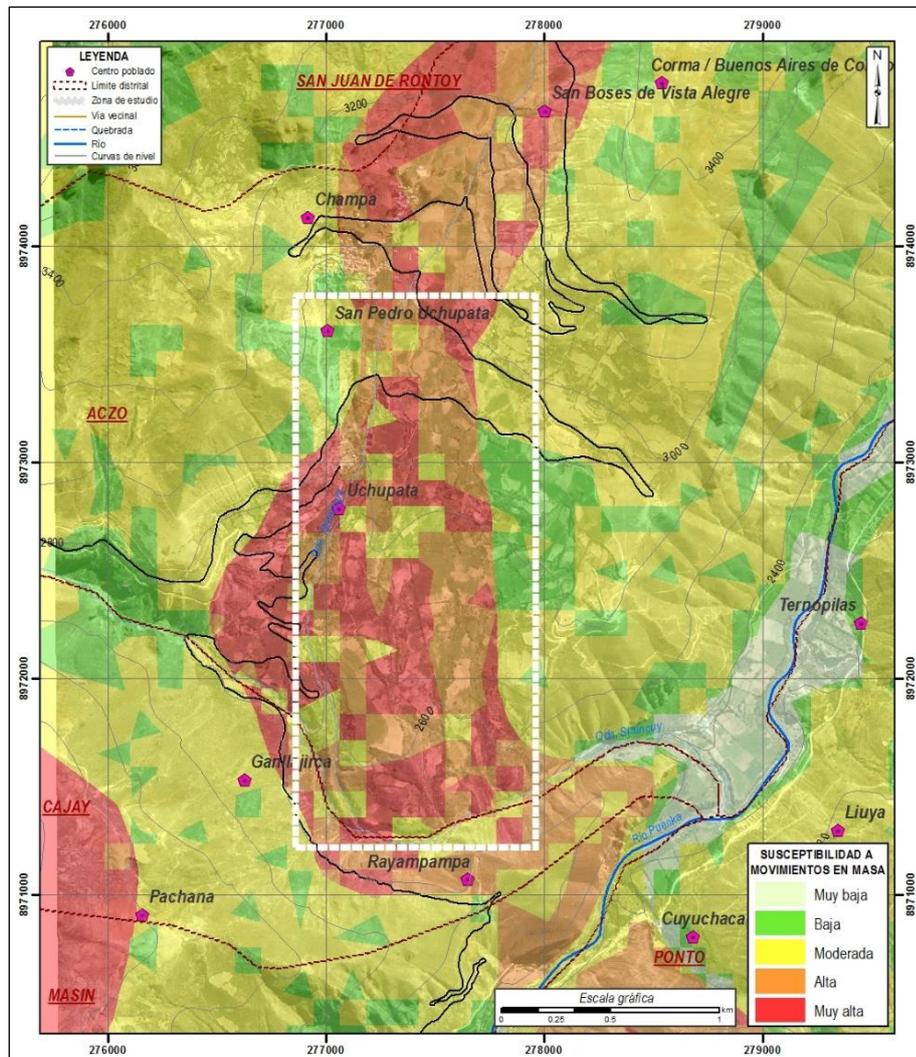


Figura 1. Mapa de susceptibilidad, a escala 1:100 000 (Zavala B., et al, 2009)

2. ASPECTOS GENERALES

2.1. Ubicación y accesibilidad

la zona estudiada corresponde al Centro Poblado de San Pedro de Uchupata: sector denominado zona agropecuaria, ubicada a una distancia en línea de recta de 62 km al noreste de la ciudad de Huaraz, pertenece al distrito de Aczo, provincia Antonio Raimondi, región Ancash (figura 2), ubicado entre las coordenadas UTM-WGS84, Zona 18s.

Cuadro 1. Coordenadas de la zona de estudio

SECTOR DEL POBLADO DE SAN PEDRO DE UCHUPATA		
Norte	Este	Altitud
8972812	277386	2827 m s.n.m

El acceso a la zona de estudio, desde la ciudad de Lima, es por vía terrestre, por ello se debe seguir por la carretera Panamericana Norte en la siguiente ruta: Lima - Paramonga - San Marcos - San Pedro de Uchupata, en un recorrido de 9 horas con 30 minutos aproximadamente (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Rutas de acceso a la zona de estudio.

ACCESIBILIDAD					
Tramo		Km	Tipo de transporte	Tipo de vía	Tiempo
Lima	Paramonga	198	Vía terrestre	Asfaltada	3 h y 30 min
Paramonga	Catac	137		Asfaltada	3 h
Catac	San Marcos	49		Asfaltada	1 h y 40 min
San Marcos	San Pedro de Uchupata	50		Asfaltada/trocha	1h y 20 min

2.2. Clima e hidrogeología

De acuerdo a la clasificación climática de Thornthwaite, en el sector de San Pedro de Uchupata, se tiene el siguiente tipo climático (SENAMHI):

C(i) C' H3: Clima semiseco; con ausencia de lluvias en invierno; frío y húmedo. Corresponde a las laderas de montañas ubicadas por encima de la localidad de Uchupata.

C(o,i,p) B'3 H3: Clima semiseco; con ausencia de lluvias en las estaciones de otoño, invierno y primavera; semifrío y húmedo. Clima en la localidad de Uchupata.

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), en la zona evaluada la precipitación pluvial acumulada durante el periodo lluviosos normal (octubre – marzo) es de 500 mm, pero menores de 1000 mm y para el periodo de precipitación acumulado; su temperatura mínima se encuentra entre los 11 y 16 °C, y las máximas temperaturas absolutas sobrepasan los 20 °C.

La red hidrográfica está conformada por los cursos de las quebradas Matragra y Shuncuy, que son tributarios al río Puenka.

Cuadro 3. Precipitaciones pluviales en la estación Chavín.

Estación : CHAVIN				
Departamento : ANCASH		Provincia : HUARI		Distrito: CHAVIN DE HUANTAR
Latitud : 9°35'9.54" CO -		Longitud : 77°10'30.94"		
Tipo : Meteorológica		Código : 109019		Altitud: 3140 msnm.
AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
10/06/2020	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
11/06/2020	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
12/06/2020	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
13/06/2020	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
14/06/2020	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
15/06/2020	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
16/06/2020	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
17/06/2020	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
18/06/2020	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
19/06/2020	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
20/06/2020	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
21/06/2020	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
22/06/2020	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
23/06/2020	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
24/06/2020	S/D	S/D	S/D	-999

Fuente: SENAMHI / DRD

2.3. Vegetación

El ecosistema presente en el distrito de Aczo, esta fundamentalmente diferenciado por la altitud sobre el nivel del mar y se puede encontrar una gran formación o tipo de vegetación que es característico del lugar como el huarango, algarrobo, molle, la tara, el capulí, la queñua, quishuar, la puya Raimondi y la preciosa orquídea Wakanku.

Los terrenos afectados por el deslizamiento presentan cobertura vegetal de tipo cultivos, que en su mayoría son de tipo paltos, mandarinas, naranjas, maíz, alfalfa, etc. Según los pobladores en los últimos dos años se cambiaron por cultivos de maíz, esta vegetación para una buena producción requiere mayor cantidad de agua.

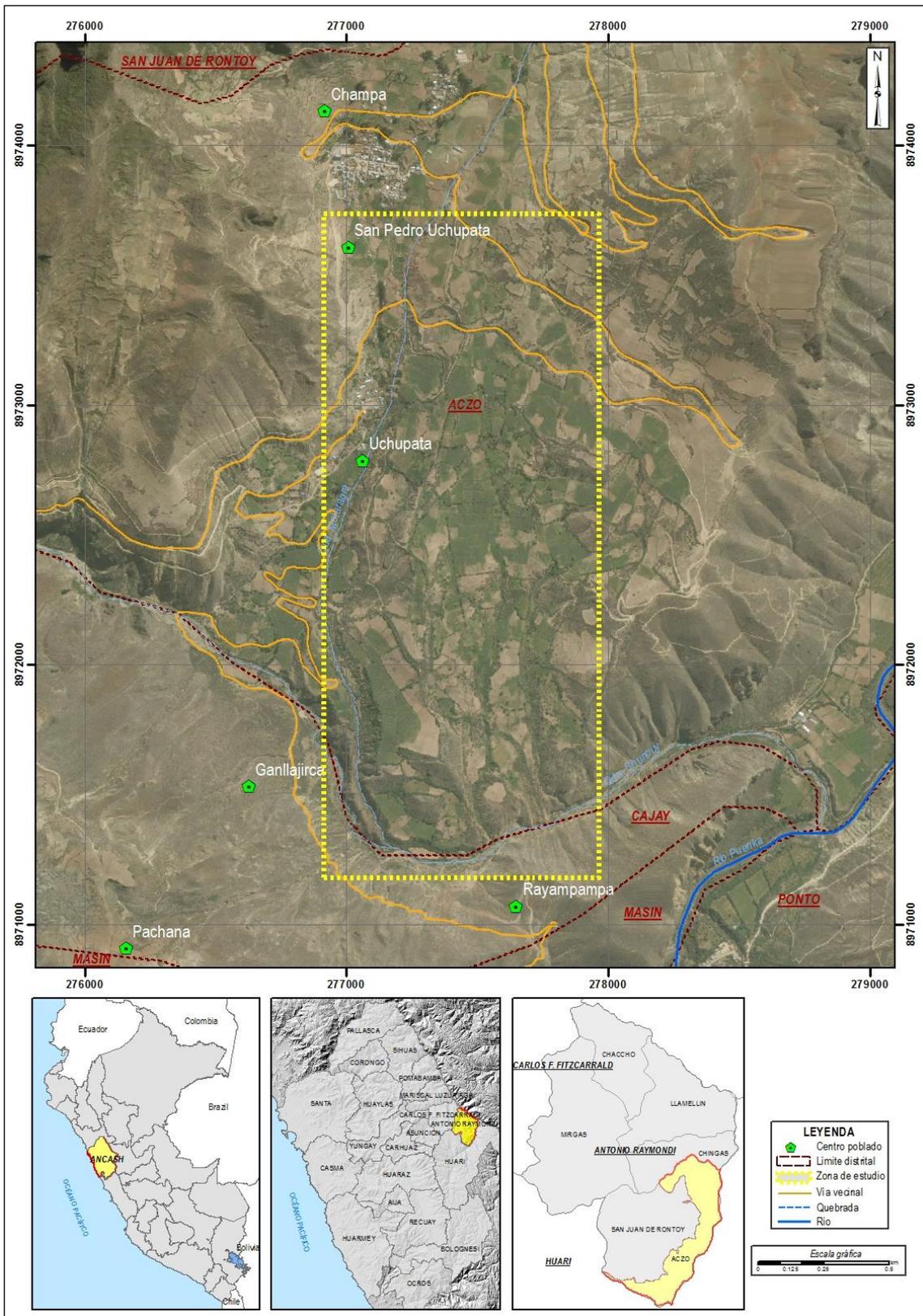


Figura 2. Mapa de ubicación de la zona de estudio.

3. GEOLOGIA

El análisis geológico del área de estudio, se desarrolló tomando como base el boletín N° 60 “Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari, i, Hojas:17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-g, y 19-i”; se tiene afloramientos de rocas sedimentarias de las formaciones Chota, Jumasha, y Crisnejas (Wilson, J. Reyes, L, & Garayar J. 1995).

3.1. UNIDADES LITOSTRAFIGRÁFICAS

Las unidades litoestratigráficas que afloran en el área de estudio, corresponden a rocas sedimentarias con edades que corresponde al Cretáceo superior e inferior, así como depósitos Cuaternarios (figura 4).

SUBSTRATO ROCOSO

Formación Chota (Ksp-ch): Consiste de areniscas, limoarcillitas y limolitas rojas. En la base de la formación es frecuente encontrar areniscas y limoarcillitas verdes. Las limolitas hacia la parte superior son calcáreas. La formación Chota sobreyace concordantemente o con ligera discordancia a margas fosilíferas del Coniaciano-Santoniano; en consecuencia, su base está asignada al Campaniano (fotografía 1). Esta unidad se encuentra en la parte central de la zona de estudio. En la zona de estudio el afloramiento de la Formación Chota, presenta potente capa de suelo medianamente compacto, muy meteorizado (más del 50% está descompuesto y/o desintegrada a suelo, roca fresca o descolorida está presente como testigo discontinua) (fotografía 1).



Fotografía 1. Vista con dirección al noroeste, donde se observa limoarcillitas y limolitas de coloración rojiza de la Formación Chota, cubierta de vegetación de tipo cultivos. (Fotografía tomada en el cuerpo del deslizamiento).

Formación Crisnejas (Kis-cr): Esta formación, consiste en una secuencia de calizas y margas; su grosor varía entre 150-300 m. Constituida predominantemente de arcillitas calcáreas y margas amarillentas, con intercalaciones delgadas de calizas (fotografía 2).

El substrato rocoso correspondiente a esta unidad se presenta en la zona evaluada medianamente

fracturado, no se quiebra fácilmente al golpe de la picota de geólogo. Estas unidades se presentan meteorizadas y son susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa.



Fotografía 2. Vista donde se observa estrato rocoso de caliza, de color gris con presencia de calcita; se ubica en las coordenadas UTM 8772189 N, 278004 E a una altitud de 2761 m s.n.m.

Formación Jumasha (Kis-Jc): Sus afloramientos están localizados al sureste del San Pedro de Uchupata, estas rocas son fácilmente reconocibles por su tono gris claro de meteorización y el marcado efecto topográfico que ejercen. Están compuestos de calizas y dolomitas grises amarillentas de grano fino a medio, que se presentan en capas medianas a gruesas. La presencia de conglomerados intraformacionales son relativamente comunes (fotografía 3).

Se han diferenciado en el campo tres miembros: La secuencia inferior de 20-30 m de grosor consiste en una alternancia de limoarcillitas calcáreas negras y grises con delgados niveles de caliza. La parte media comprende una secuencia monótona de calizas grises en estratos medianos a gruesos. La parte superior compuesta por calizas negras y grises, estratificadas en bancos medianos a delgados, que se intercala con limoarcillitas grises, a veces negras.



Fotografía 3. Vista donde se observa estrato roco de calizas de color gris, con estratificación en bancos.

DEPOSITOS CUATERNARIOS

Deposito Aluvial (Q-al): Estos depósitos son del Holoceno, están compuestos por gravas redondeadas a subredondeadas en matriz areno-limosa. Se encuentran formando terrazas aluviales. Esta unidad se encuentra en ambos márgenes de las quebradas Mataragra y Shuncuy (figura 3).



Figura 3. En la vista se puede observar un deposito aluvial en la margen izquierda de la quebrada Shuncuy (línea punteada de color amarillo).

Deposito Coluvio-deluvial (Q-cd): Son aquellos depósitos que se encuentran acumulados al pie de laderas prominentes, como material de escombros constituidos por bloques de gravas, guijarros con clastos subangulosos a angulosos y matriz areno-limosa que han sufrido transporte, se presentan con cierta irregularidad en la hoja de Huari. Los depósitos de esta unidad son conformados por los depósitos de movimientos en masa antiguos, como son los deslizamientos, avalanchas y derrumbe (fotografía 4).



Fotografía 4. Vista con dirección al sureste del centro poblado de San Pedro de Uchupata, donde se aprecia el depósito coluvio-deluvial, ubicado en las coordenadas UTM 8972640 N, 277259 E, a una altitud de 2810 m s.n.m.

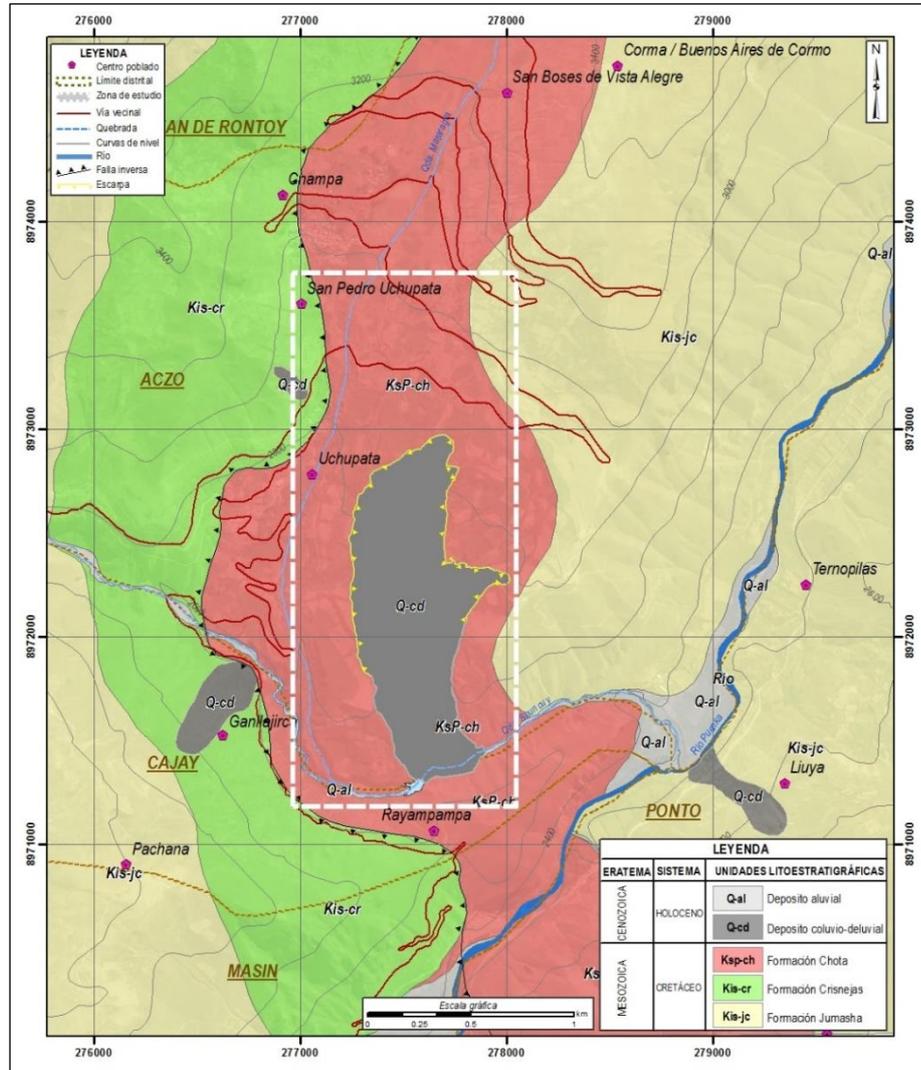


Figura 4. Mapa geológico de la zona de estudio (Modificado de Wilson, J. et al., 1995).

4. UNIDADES GEOMORFOLOGICAS

La cartografía geomorfológica y la delimitación de unidades geomorfológicas se realizó utilizando el criterio principal de homogeneidad relativa y la caracterización de aspectos de origen del relieve (erosión, demudación y sedimentación (Zavala, B., et al., 2009).

4.1. Pendiente del terreno

La pendiente es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa, actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa (ficha de Inventario: DGAR-F-148, INGEMMET).

A continuación, se presenta un mapa de pendiente (figura 5), elaborado en base a un modelo de elevación digital (DEM), de 30 m de resolución, tomado del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). La pendiente en las laderas que conforman el relieve montañoso en la zona estudiada varía de moderado (5° a 15°) a fuerte (15° a 25°).

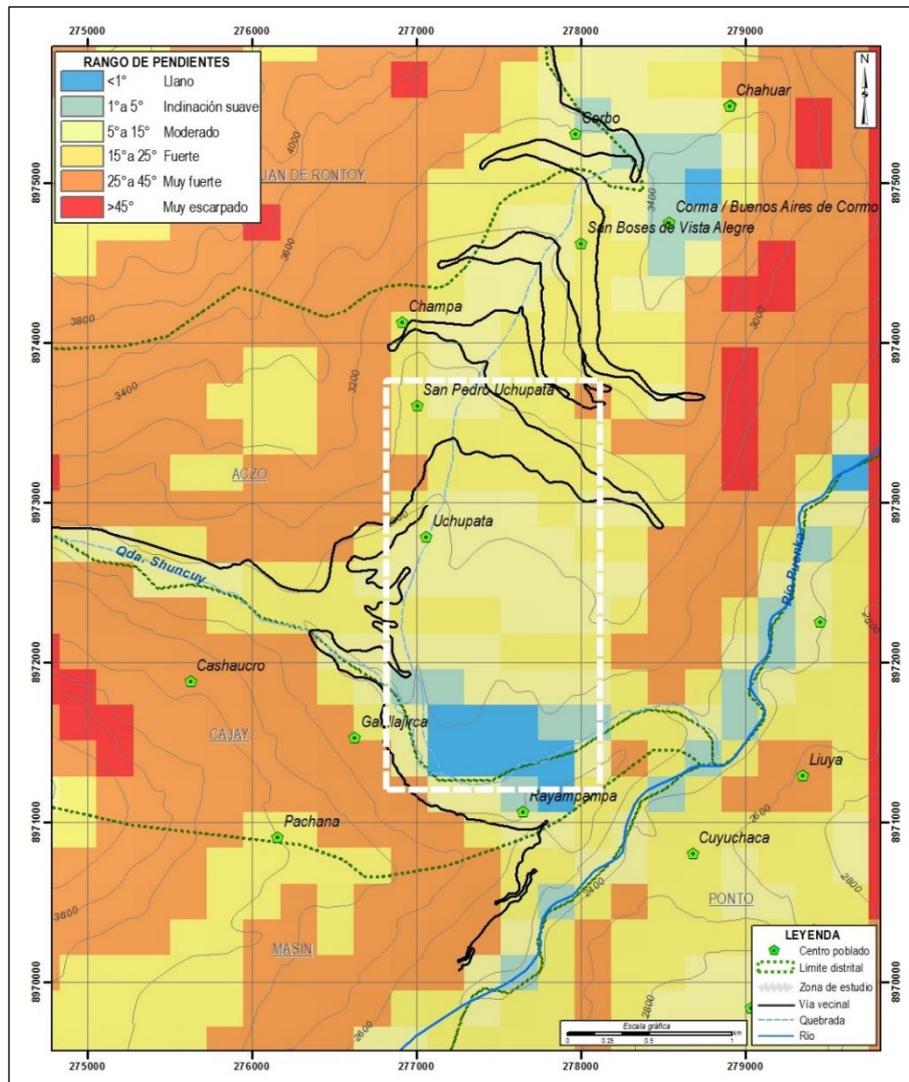


Figura 5. Mapa de pendientes de la zona inspeccionada y alrededores.

4.2. Unidades geomorfológicas

En la zona evaluada y alrededores se identificaron las siguientes geofomas, las que se han agrupado según su origen (cuadro 4).

Cuadro 4. Unidades geomorfológicas

Geofomas de carácter tectónico-degradacional y erosional	
Unidad	Subunidad
Montaña	Montaña estructural de rocas sedimentarias (RM-rs)
Geofomas de carácter depositacional o agradacional	
Unidad	Subunidad
Piedemonte	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd):
Planicie	Terraza aluvial (T-al)

4.3. Geofomas 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:

Unidad de Montaña

Se consideran dentro de esta unidad a las geoformas que 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.

a) **Subunidad de Montañas estructural en rocas sedimentarias (RME-rs)**

Estas geoformas, litológicamente están formadas por rocas sedimentarias de tipo areniscas, microconglomerados y arcillitas. Se identificaron estas formas de relieve en el centro poblado de San Pedro de Uchupata. En la zona evaluada corresponde a montañas modeladas en afloramientos de rocas sedimentarias de las formaciones Chota, Jumasha y Crisnejas. (figura 6 y 7)



Figura 6. Vista con dirección sureste donde se observa montañas estructurales de la Formación Chota, ubicadas en las coordenadas UTM 8971032 N, 277303 E, con una altitud 2620 m s.n.m.

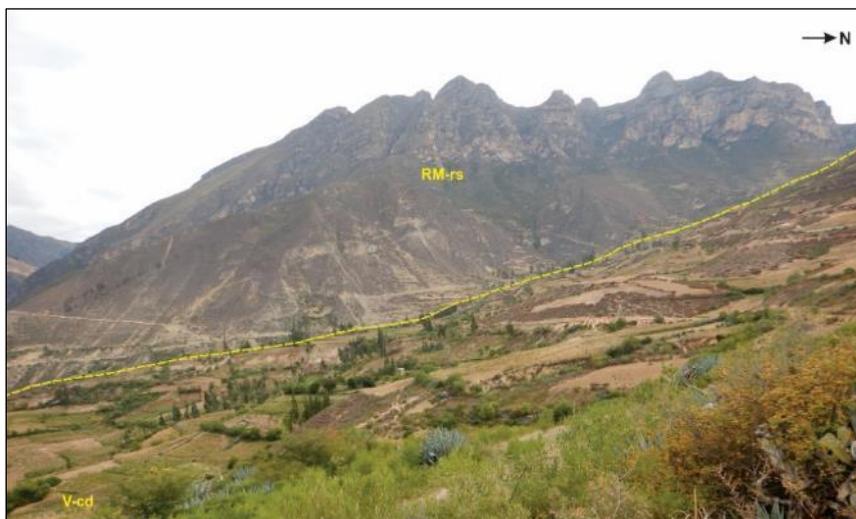


Figura 7. Vista donde se observa montañas sedimentarias modeladas en la Formación Jumasha (RM-rs): en la parte inferior se observa parte de la vertiente con depósito coluvio deluvial (V-cd).

Unidad de piedemonte

Estas geoformas son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los glaciares, las corrientes marinas, las mareas y los 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.

a) Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial (V-cd)

Esta unidad corresponde a las acumulaciones de laderas originadas por procesos de movimientos en masa (deslizamientos, avalanchas 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 sucesivamente al pie de laderas. (figura 8) Esta sub unidad en la zona de estudio es aprovechado como terrenos de cultivo, donde usa un sistema de riego por inundación que satura los suelos y al ser este de tipo limoarcillosos, se tornan en laderas susceptibles a procesos movimientos en masa.

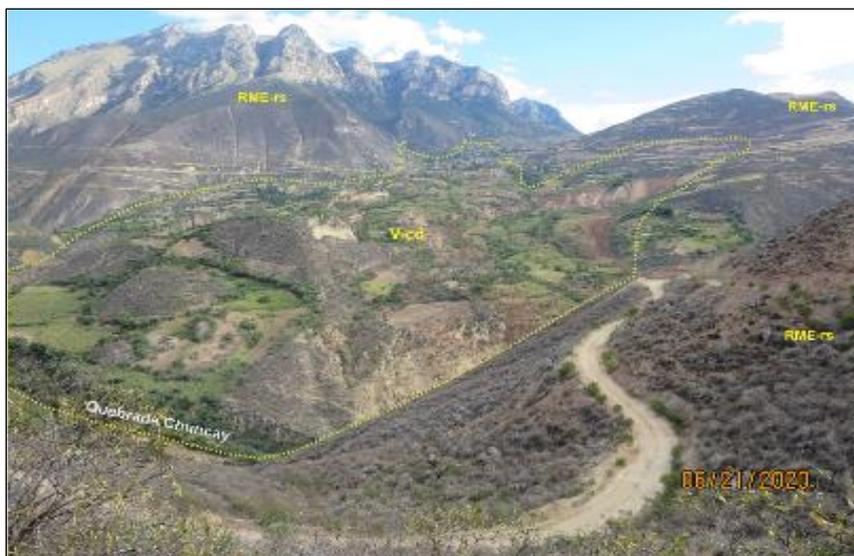


Figura 8. Se observa la subunidad vertiente coluvio-deluviales (V-cd), presentes en el centro poblado de San Pedro de Uchupata.

Unidad de planicie

Son superficies que no presentan un claro direccionamiento, ya que provienen de la denudación de antiguas llanuras agradacionales o del aplanamiento diferencial de anteriores cordilleras, determinado por una acción prolongada de los procesos denudacionales.

a) Subunidad de Terraza aluvial (T-al)

porciones de terreno que se encuentran dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río, a mayor altura, representan niveles antiguos de sedimentación fluvial, los cuales han sido disectados por las corrientes como consecuencia de la profundización del valle. (figura 9) Sobre estos terrenos se desarrollan actividades agrícolas.



Figura 9. Vista donde se puede ver la formación de terrazas, estas ubicadas en las márgenes de la quebrada Chuncay; así como en la margen izquierda del río Puenka.

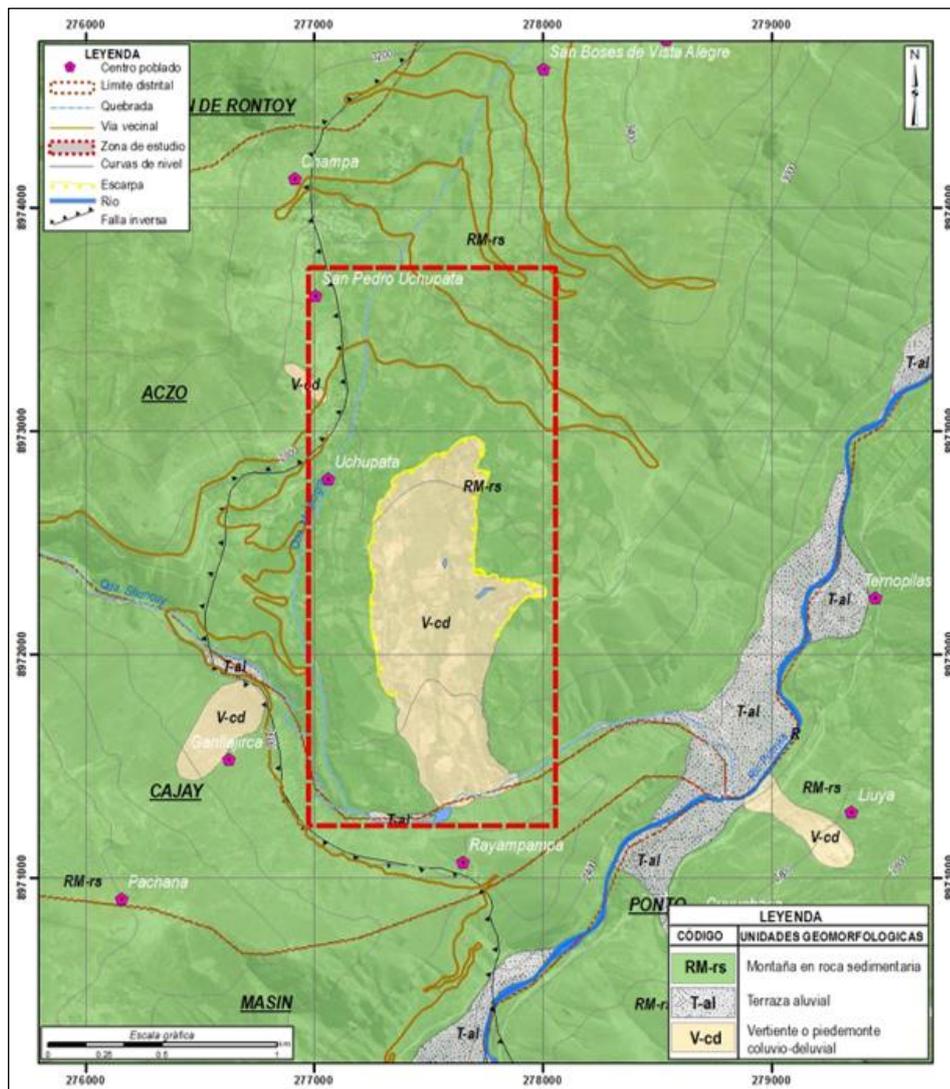


Figura 10. Mapa geomorfológico de la zona inspeccionada y alrededores.

5. PELIGROS GEOLOGICOS POR 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 efecto 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).

5.1. Conceptos teóricos

Los movimientos en masa son originados por la combinación de factores condicionantes y desencadenantes. Los factores condicionantes o intrínsecos (la geometría del terreno, el tipo de suelo, el drenaje superficial y subterráneo y la cobertura vegetal), combinados con factores detonantes o extrínsecos (lluvias, corte de carretera, canales, tala de árboles, etc.). El “desencadenante” de los eventos identificados en la zona evaluada son las precipitaciones pluviales (lluvias) que caen entre los meses de noviembre a febrero, así como la ocurrencia de sismos. Los peligros geológicos reconocidos en la zona inspeccionada corresponden a movimientos en masa de tipo: deslizamientos, derrumbes y erosión de laderas (PMA: GCA, 2007).

5.1.1. Deslizamiento

Es un movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante.

Según la clasificación de Varnes (1978), se puede clasificar a los deslizamientos, por la forma de la superficie de rotura por la cual se desplaza el material, siendo estos de tipo traslacional y rotacional. En rocas competentes las tasas de movimiento son con frecuencia bajas, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas (PMA: GCA, 2007).

Los deslizamientos rotacionales se caracterizan porque la masa se mueve a lo largo de una superficie de falla curva y cóncava. Los movimientos en masa rotacionales muestran una morfología distintiva caracterizada por un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza del deslizamiento hacia el escarpe principal. La deformación interna de la masa desplazada es usualmente muy poca.

Debido a que el mecanismo rotacional es auto estabilizante, y este ocurre en rocas poco competentes, la tasa de movimiento es con frecuencia baja, excepto en presencia de materiales altamente frágiles como las arcillas sensitivas (PMA: GCA, 2007).

Para el caso del sector Uchupata y alrededores, los deslizamientos generados son de tipo rotacional, donde la masa deslizada se ha desplazado sobre una superficie curva y cóncava, como se puede esquematizar en las Figuras N° 11

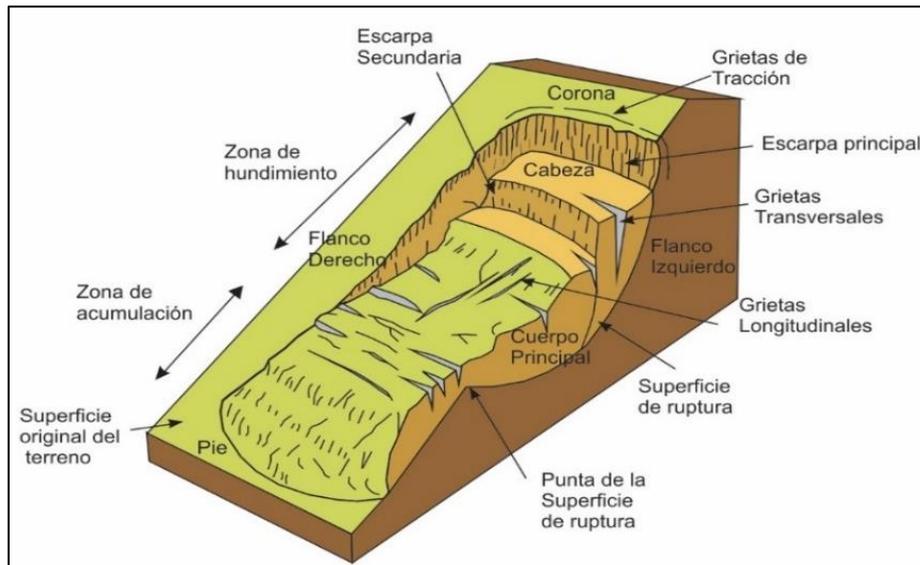


Figura 11. Esquema de un deslizamiento rotacional. Fuente: Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía para la Evaluación de Amenazas (PMA: GCA, 2007).

5.1.2. Derrumbe

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. Forma en la base un depósito caótico de material grueso, es producido por el socavamiento de la base de riberas fluviales, áreas costeras, acantilados rocosos, en laderas de moderada a fuerte pendiente, por acción de lluvias, movimientos sísmicos y antrópica (cortes de carreteras o áreas agrícolas). Estos movimientos tienen velocidades muy rápidas a extremadamente rápidas. En la zona de estudio estos fenómenos se dan en la parte baja o pie del deslizamiento, ubicado a la margen izquierda de la quebrada Chuncay ver figura 12.

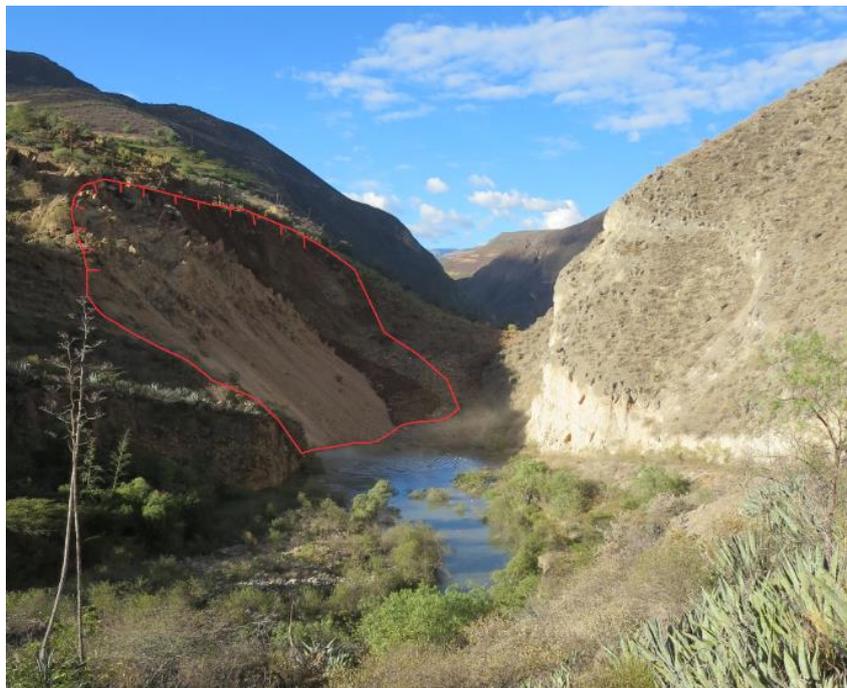


Figura 11. Vista con dirección aguas abajo donde se puede observar un derrumbe en la margen izquierda de la quebrada Chuncay.

Deslizamiento del centro poblado de San Pedro de Uchupata: Sector denominado zona agropecuaria

El día 14 de junio del presente año, se inició un movimiento en masa (deslizamiento rotacional), en el sector denominado zona agropecuaria, el evento se ubica a una distancia de 990 m con dirección norte 150°, tomado desde el Centro Poblado San Pedro de Uchupata, entre las coordenadas UTM 8972841 N, 277452 E, a una altitud de 2829 m s.n.m.

En esta zona se identificó un deslizamiento de tipo rotacional, el evento presenta escarpas múltiples de forma irregular, continua con longitudes de escarpas de 1500 m (escarpa E1), de 1000 m (escarpa E2), 350 (escarpa E3) y de 250 m (escarpa E4); con saltos verticales que varía de entre 5 m y 20 m; la masa de material del escarpe E1, E3 y E4 tienen una dirección de movimiento promedio de norte 145° y la masa material de la escarpa E2 una dirección de desplazamiento norte 185° (figuras 13 y 14).



Figura 13. Vista donde se observa la escarpas múltiples E1, E2, E3 y E4 (delimitada con una línea de color amarillo)

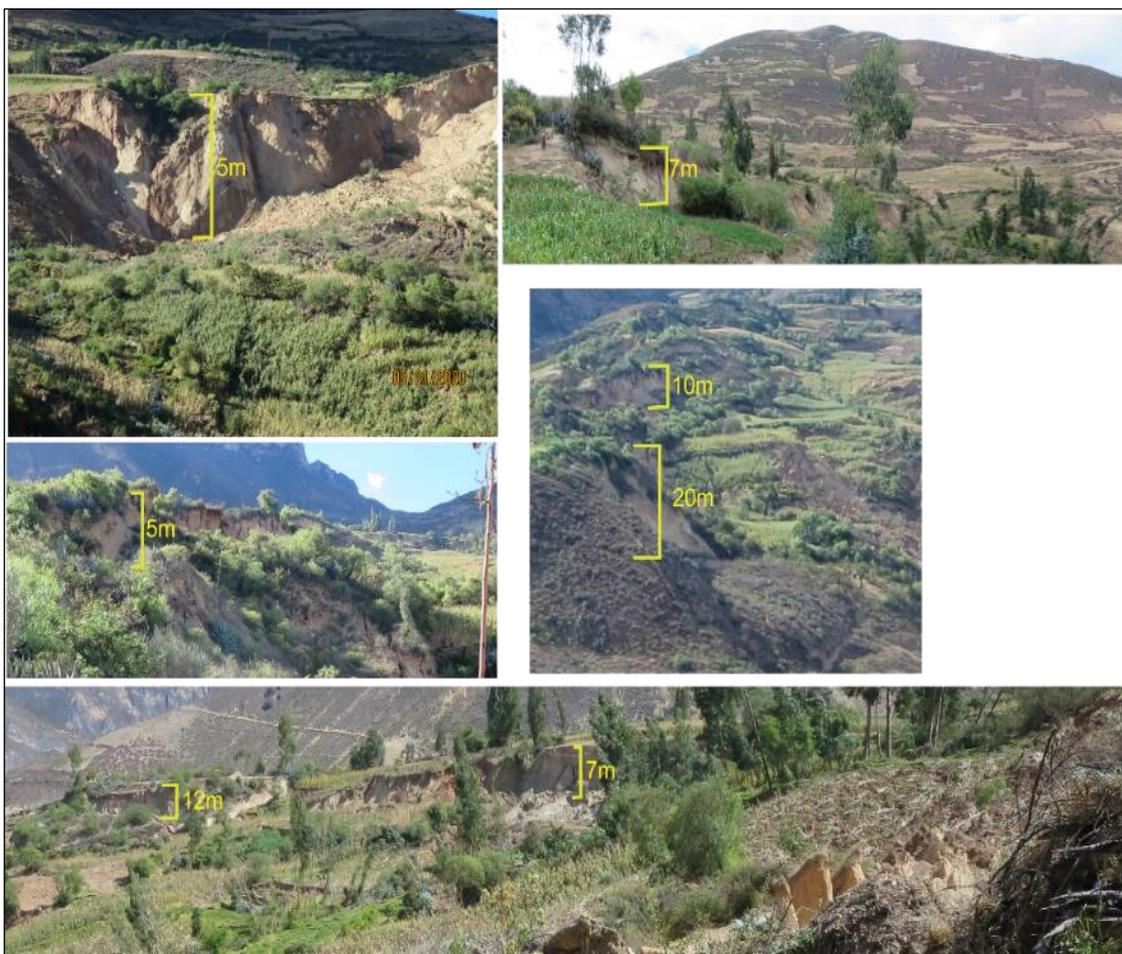


Figura 14. Se observa las escarpas del deslizamiento ocurrido el 14 de junio en el sector de Uchupata.

La superficie de falla es rotacional, velocidad de movimiento muy lento, con distribución o actividad retrogresivo cuyas grietas de tracción o tensión presentan longitudes que varía entre 3m a 150m, apertura que en algunos casos alcanza hasta 40cm y profundidades que varían entre 0.5m a 3m (figura 15); También en la masa desplazada se presenta grietas transversales y longitudinales, esta se desplaza una distancia de 120m con dirección a la quebrada Chuncay. (figura 16)

El deslizamiento formo un dique natural en el valle de la quebrada Chuncay, en un tramo de 300 m del valle, el dique formado tiene 40 m de ancho y 25 m de altura; hasta el día de la evaluación el espejo de agua embalsada presentaba una longitud de 40 m, ancho 20 m y una profundidad promedio de un metro (figura 17).

El deslizamiento afectó el canal de riego matriz del centro poblado de San Pedro de Uchupata y destruyo tuberías de PVC usados para riego (figura 18). Así mismo la presencia de manantiales de aguas subterráneas está generando la formación de bofedales en dos sectores ubicados dentro del cuerpo del deslizamiento; también existen filtraciones (figura 19). Según los pobladores de la zona los manantiales de agua se mantienen activos todo el año.

En la figura 20, se observa dos imágenes del área de estudio antes y después del deslizamiento. A la mano izquierda se muestra una imagen que corresponde al año 2019 y a la derecha una imagen que corresponde al 22 de junio del 2020.



Figura 15. Vista de grietas de tracción o tensión que evidencian el avance retrogresivo del deslizamiento. A) ubicado en la cordenada UTM 277417 E – 8972865 S, grieta con longitud de 150m, apertura 0.40m y profundidad 1m; B) ubicado en la cordenada UTM 277868 E – 8972358 S, grieta con longitud de 50m, apertura 0.3m y profundidad 1m; C) ubicado en la cordenada UTM 277976 E – 897233 S, grieta con longitud 80m, apertura 0.4m, profundida 3m y salto vertical de 0.3m; y D) ubicado en la cordenada UTM 277745 E – 8972850 S, longitud de 40m, apertura 0.20m, profundidad 0.5m.



Figura 16. Se observa grietas transversales con aberturas de hasta 3 m y profundidades de 1.7 m; esta grieta se ubica en las coordendas UTM 8972893N, 277697E, a una altitud de 2835 m s.n.m.



Figura 17. Vista donde se observa el represamiento de la quebrada Shuncuy



Figura 18. Vista con dirección al noreste, donde se puede observar: a) Afectación del canal matriz del centro poblado de San Pedro de Uchupata, b) se observa canal de riego destruido por el deslizamiento.

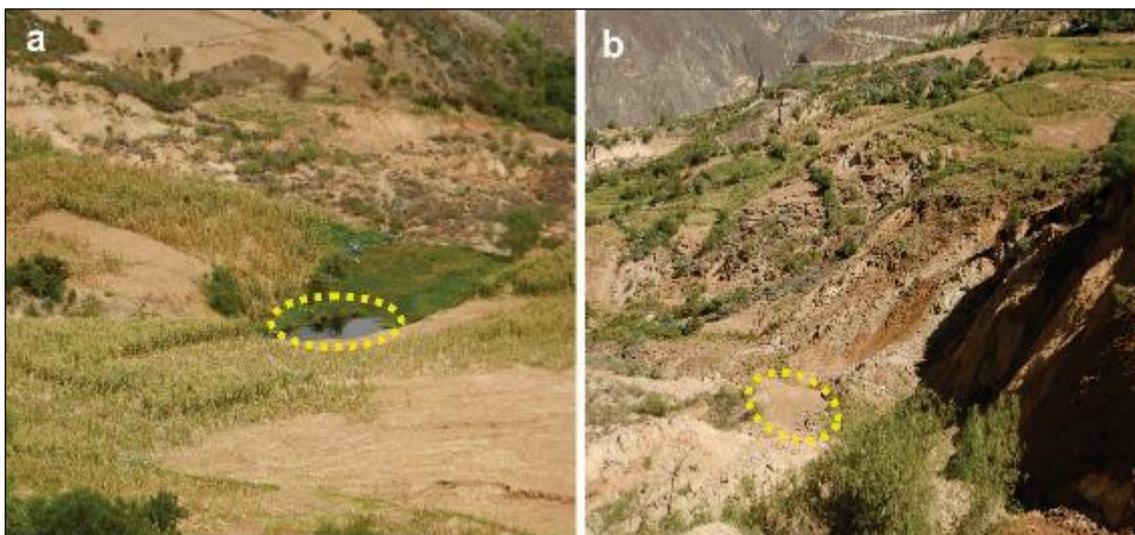


Figura 19. Se aprecia la acumulación de aguas subterráneas, que al parecer son alimentados con el agua que se infiltra a través de los canales destruidos; ambos se encuentran en el cuerpo del deslizamiento.

DAÑOS OCASIONADOS POR EL DESLIZAMIENTO

- Afectó 90 hectáreas de cultivos (palto, mandarina y naranja).
- Postes de tendido eléctrico destruidos (07).
- Afectación a la red de internet.
- Plataformas de trocha carrozable (200 m)
- Canal matriz de agua con empalmes separados (Aprox. 110m).
- Canales de riego de PVC (destruidos totalmente).
- Produjo el represamiento de la quebrada Shuncuy.

CAUSAS

La ocurrencia de peligros geológicos de tipo deslizamiento en la zona evaluada, está condicionado aspectos geológicos, geomorfológicos y antrópicos.

Factores de sitio

- a) El sector presenta montañas en roca sedimentaria con laderas de pendiente del terreno fuerte (15° a 25°), consideradas como laderas inestables, susceptible a la ocurrencia de deslizamientos o derrumbes.
- b) Alternancia de rocas de diferente competencia (duros y blandos).
- c) Substrato muy meteorizado, susceptible a procesos por movimientos en masa.
- d) Presencia de suelos residuales poco saturados por sectores.
- e) Cobertura vegetal regular, con sectores deforestados para ser utilizados como terreno de pastoreo y cultivo.

Entorno geográfico.

- a) Precipitaciones pluviales intensas y/o excepcionales.
- b) Infiltración de aguas subterráneas.
- c) Sismos.

Factores antrópicos

- a) Ocupación inadecuada del suelo por el hombre hacia zonas susceptibles.
- b) Mal uso de sistema de riego como canal de regadío sin revestir, que atraviesa la zona inestable y utilizan sistema de riego por gravedad que saturan los suelos.
- c) No cuenta con sistema de drenaje.
- d) Canal de regadío sin revestir.

En la figura 21, se presenta una representación gráfica (perfil transversal) donde se observa el comportamiento y dimensiones del deslizamiento, el evento tiene 355 m de longitud vertical y 1450 m de longitud horizontal; también se identifica la ubicación de las escarpas, así como, donde se genera la acumulación de agua.



Figura 20. Imagen antes e imagen tomado con drone después de sucedido el deslizamiento, el de la derecha es imagen de diciembre del año 2019 y la izquierda del 22 de junio 2020.

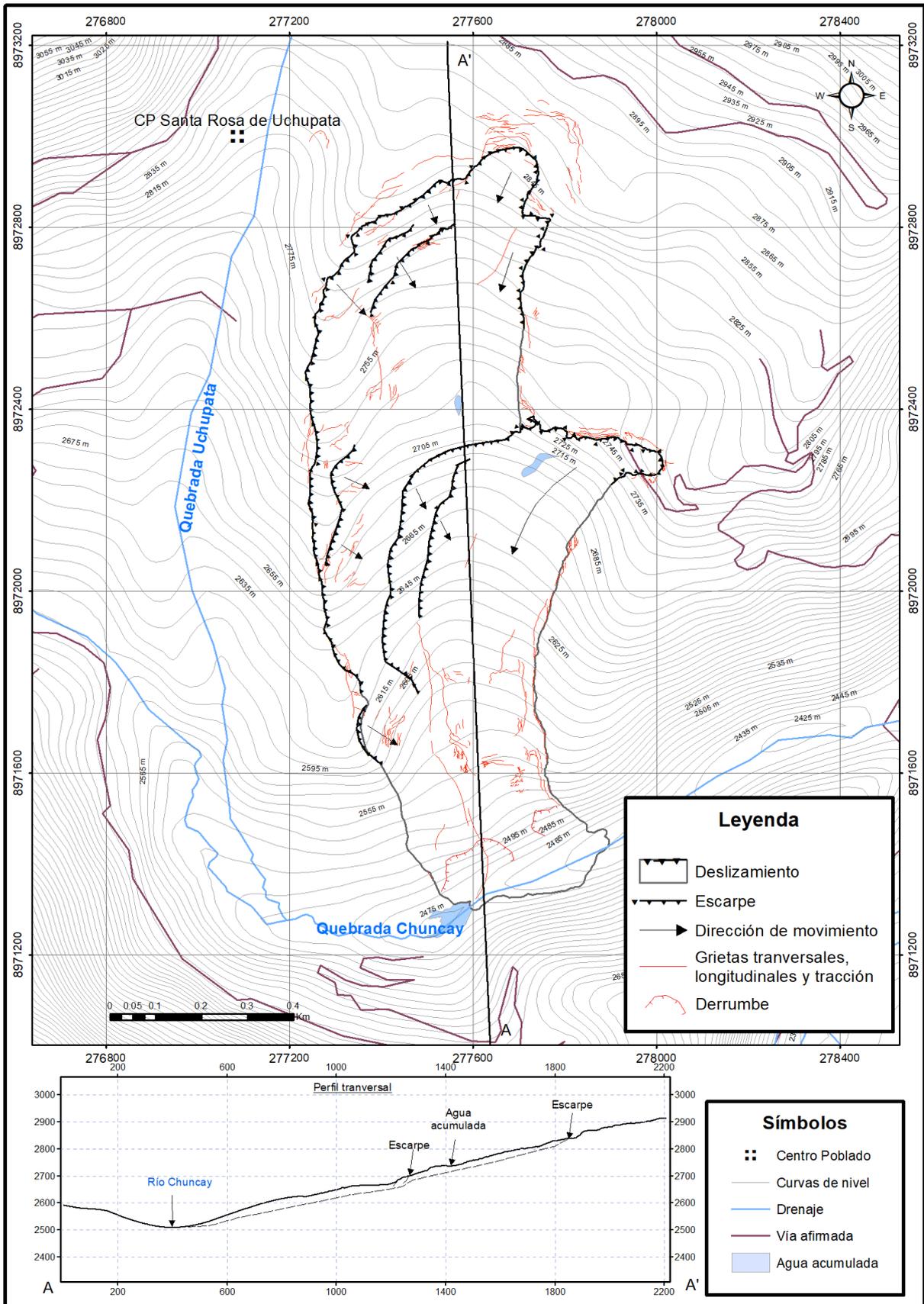


Figura N° 21. Mapa del deslizamiento ocurrido en el Centro poblado San Pedro de Uchupata, también se presenta un perfil transversal del evento.

6. PROPUESTA DE MEDIDAS PREVENTIVAS

En esta sección se dan algunas propuestas generales de tratamiento para la zona de estudio, con la finalidad de minimizar la actividad de deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, flujos y procesos de erosión de laderas identificados; así como también para evitar la generación de nuevas ocurrencias.

6.1. Para zonas afectadas con deslizamientos y derrumbes

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:

- Manejo agrícola: evitar riegos en exceso, estos deben ser cortos y frecuentes, de modo que limiten la infiltración y la retención en la capa superficial del suelo en contacto con los cultivos.
- Los canales deben ser revestidos (concreto, mampostería, terrocemento, entre otros) para minimizar la infiltración y saturación de los terrenos.
- No debe construirse reservorios de agua sin revestimiento, ya que esto favorece la infiltración y saturación del terreno.
- 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.
- Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural conformada por pastos, malezas y arbustos debido a que, el desarrollo de esta vegetación 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 trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles a utilizarse debe contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y alturas que alcanzarán 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.

6.1.1. Uso de vegetación

El efecto de la vegetación sobre la estabilidad de los taludes es muy debatido; el estado del uso actual deja muchas dudas e inquietudes y la cuantificación de los efectos de estabilización de las plantas sobre el suelo, no ha tenido una explicación universalmente aceptada. Sin embargo, la experiencia ha demostrado el efecto positivo de la vegetación, para evitar problemas de erosión, reptación y fallas subsuperficiales (J. Suárez Díaz, 1998). Para poder analizar los fenómenos del efecto de la vegetación sobre el suelo se

requiere investigar las características específicas de la vegetación en el ambiente natural que se esté estudiando. Entre los factores se sugiere analizar los siguientes:

- Volumen y densidad de follaje, tamaño, ángulo de inclinación y aspereza de las hojas, altura total de la cobertura vegetal, presencia de varias capas diferentes de cobertura vegetal, tipo, forma, profundidad, diámetro, densidad, cubrimiento y resistencia del sistema de raíces.
- El tipo de vegetación, tanto en el talud como en el área arriba del talud es un parámetro importante para su estabilidad. La vegetación cumple dos funciones principales: En primer lugar, tiende a determinar el contenido de agua en la superficie y, además, da consistencia por el entramado mecánico de sus raíces.
- Como controlador de infiltraciones tiene un efecto directo sobre el régimen de aguas subterráneas y actúa posteriormente como secador del suelo al tomar el agua que requiere para vivir.

a. Factores que aumentan la estabilidad del talud:

1. Intercepta la lluvia
2. Aumenta la capacidad de infiltración
3. Extrae la humedad del suelo
5. Las raíces refuerzan el suelo, aumentando la resistencia al esfuerzo cortante
6. Anclan el suelo superficial a mantos más profundos
7. Aumentan el peso sobre el talud
8. Trasmiten al suelo la fuerza del viento
9. Retienen las partículas del suelo disminuyendo la susceptibilidad a la erosión

b. La deforestación puede afectar la estabilidad de un talud de varias formas:

1. Disminuyen las tensiones capilares de la humedad superficial
2. Elimina el factor de refuerzo de las raíces
3. Facilita la infiltración masiva de agua.

La quema de la vegetación aumenta la inestabilidad de los taludes, especialmente si esto ocurre en áreas de coluviones en los cuales la vegetación ejerce un papel preponderante en la estabilidad, especialmente por la eliminación del refuerzo de las raíces y por la exposición a la erosión acelerada.

Otras medidas de prevención que se pueden tomar en cuenta son:

6.1.2. Construir zanjas de coronación

Las zanjas en la corona o en la parte alta de un talud, son utilizadas para interceptar y conducir adecuadamente las aguas de lluvias y evitar su paso por el talud. La zanja de la corona no debe construirse muy cerca del borde superior del talud para evitar que se convierta en activadora de un deslizamiento en cortes recientes; o en una nueva superficie de falla (movimiento regresivo) en deslizamientos activos; o se produzca la falla de la corona del talud o escarpe (figura 22).

Se debe tener en cuenta el mantenimiento periódico que debe efectuarse en las zanjas de coronación, a fin de evitar problemas que pueden incidir en la estabilidad del talud.

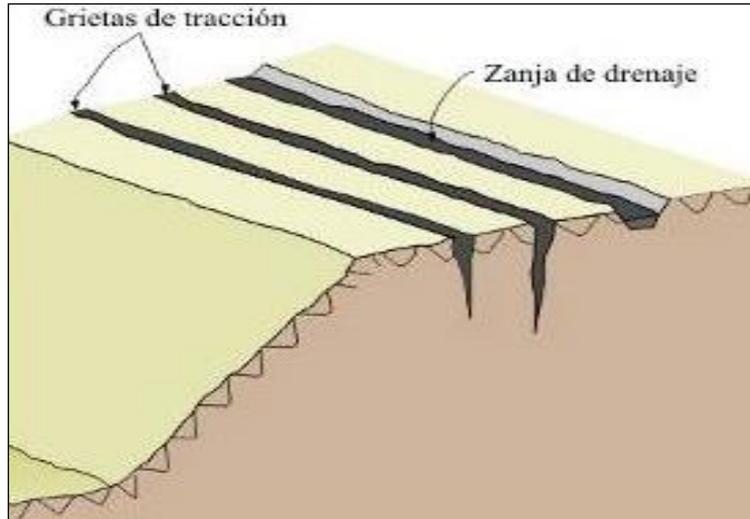


Figura 22. Canales de coronación.

6.1.3. Construir un sistema de drenaje tipo Espina de Pescado

Para disminuir la infiltración de agua en las áreas arriba del talud, se construyen canales colectores en Espina de Pescado, los cuales conducen las aguas colectadas fuera de las áreas vulnerables del talud, entregándolas generalmente a los canales en gradería o torrenteras (figura 23). Estos canales deben impermeabilizarse adecuadamente para evitar la infiltración del agua.

6.1.4. Monitoreo permanente en la zona durante el periodo lluvioso

Implementar un sistema de monitoreo de la zona de arranque, que permita determinar la existencia de movimiento en la masa deslizante, este puede estar constituido por estacas de madera o varillas de hierro, las cuales deben estar colocadas tanto dentro del deslizamiento, como en una zona estable (fuera o encima del cuerpo de deslizamiento), realizándose medidas de la distancia entre estacas, cada cierto tiempo, aumentado la frecuencia de medidas durante periodos de lluvia. De detectarse movimientos rápidos, se informará a la población para que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas.

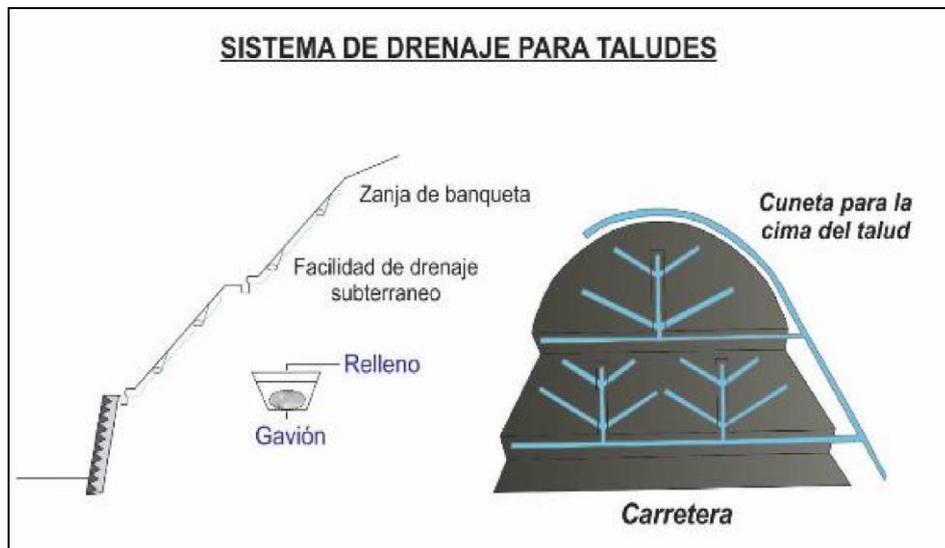


Figura 23. Sistema de drenaje tipo espina de pez.

CONCLUSIONES

- a. La zona de estudio, presenta un relieve accidentado y agreste que forma montañas en rocas sedimentaria, con ladera de pendiente fuerte (15° a 25°), que forman vertientes coluvio-deluviales, zonas susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa.
- b. La unidad litoestratigráfica que afloran en el área evaluada por procesos geológicos, constituido por areniscas, limoarcillitas y limolitas rojas de la Formación Chota, considerado de mala calidad geotécnica, formado por suelos de grano fino y alternancia de rocas de diferente competencia; es una unidad susceptible a los movimientos en masa.
- c. El deslizamiento ocurrido en el sector de Uchupata es de tipo rotacional, presenta escarpes múltiples de 1500 metros, 1000 metros, 350 metros y 250 metros; con saltos verticales que varía entre 5 a 20 m, con una distancia inclinada entre el escarpe y el pie del deslizamiento es de 1550 m. Afecta 90 hectáreas de terrenos de cultivo y de pastoreo; así como, siete postes de transmisión eléctrica, tubos PVC de agua y plataforma de carretera afirmada.
- d. La deforestación de las laderas en los sectores en estudio, es un factor importante que ha influenciado en la aceleración de los procesos por movimientos en masa. La ocupación inadecuada por el hombre en zonas vulnerables, el mal manejo del sistema de riego.
- e. El factor desencadenante para la ocurrencia de procesos por movimientos en masa, que afectaron la zona de estudio es antrópico, siendo este el uso de un sistema riego por gravedad que satura los suelos; se considera que la ocurrencia de lluvias intensas o extraordinarias que ocurren entre los meses de diciembre a marzo y movimientos sísmico, podrían hacer más activo el deslizamiento.
- f. La masa de material desplaza con dirección de la quebrada Chuncay, formó un dique natural de tierra de 40 m de longitud y 25 m de altura, que represó las aguas de la quebrada.
- g. En el área de estudio se identificó con los trabajos de evaluación de peligros en la región Ancash, realizados por el INGEMMET el año 2007, dos zonas críticas; una por erosión en cárcavas (genera huaicos) y otra por deslizamiento.
- h. El sector denominado zona agropecuaria del centro poblado de San Pedro de Uchupata, se encuentra expuesto a procesos geológicos por movimientos en masa de tipo deslizamiento, presentando una condición de **Muy Alto Peligro**, que compromete la seguridad física los pobladores; así como, sus medios de vida.

RECOMENDACIONES

1. Las autoridades competentes, deben realizar un desembalse controlado del represamiento de las aguas de la quebrada Chuncay provocado por el deslizamiento.
2. Restringir el acceso de las personas a la zona del deslizamiento.
3. En los alrededores de las áreas evaluadas, las autoridades competentes deben realizar un programa integral de forestación, con plantas nativas, evitar la quema indiscriminada de la cobertura vegetal, en laderas inestables.
4. Realizar la captación y la derivación de las aguas de manantiales que se encuentran dentro y cerca del deslizamiento; estas aguas deberán ser conducidas por medio de canales revestidos hacia cauces naturales (quebradas) ubicadas lejos de las zonas inestables.
5. No talar ni quemar árboles para ganar terrenos para la agricultura, ésta mala práctica facilita la generación de deslizamientos, derrumbes y erosión de suelos en la zona evaluada. Más bien se debe incentivar los trabajos de sembrado de árboles.
6. Encausar las aguas de las quebradas y tengan salida directa al cauce de la quebrada principal.
7. Implementar un programa y proyectos para la promoción del uso de sistema de riego tecnificado entre los agricultores y sus organizaciones.
8. Implementar un sistema de alerta temprana (SAT), en temporadas de lluvias intensas y/o excepcionales para informar a la población involucrada y que pueda realizarse la evacuación de las zonas que pueden resultar afectadas.

Norma Luz Sosa Senticala
Especialista en peligros geológicos
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

César Augusto Chacaltana Budiel
Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 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.
- Villota, H. (2005) – Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de las tierras. 2. Ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.
- Wilson J., Reyes L., Garayar J. (1995) Boletín N°60, Serie A: Carta Geológica Nacional, Geología de los cuadrángulos de Pallasca, Tayabamba, Corongo, Pomabamba, Carhuaz y Huari, Hojas: 17-h, 17-i, 18-h, 18-i, 19-g, y 19-i, Ingemmet.
- Comisión carta Geológica Nacional (1966) Boletín N°13 Compilación de Estudios Geológicos, Ministerio de Fomento Y. O. P. “DESLIZAMIENTOS DE TIERRAS EN EL DISTRITO DE ACZO”
- Valdivia W. & Mamani C., (2003) Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Huari -19-i, escala 1:100 00 Ingemmet.
- Zavala B., et al (2009) Boletín N°38 Serie C Geodinámica e Ingeniería Geológica. Riesgos Geológicos en la Región Ancash, Ingemmet.
- Senamhi, Clasificación de climas de Wern Thornthwaite: www.senamhi.gog.pe
- Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (2015) Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva / Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. -- Lima: MINAM, 2015. 100: il. col., maps., tpls