

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

**Informe Técnico N° A6966**

# **EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO DE SAN LUCAS DE TONGOS**

Región Huancavelica  
Provincia Tayacaja  
Distrito Pazos



OCTUBRE  
2019

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO DE SAN LUCAS DE TONGOS

(Distrito de Pazos, 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	4
2.1 Ubicación y accesibilidad	4
2.2 Clima e hidrografía	5
3 GEOLOGÍA	6
3.1 Unidades litoestratigráficas	6
4 GEOMORFOLOGÍA	10
4.1 Pendiente del terreno	10
4.2 Unidades geomorfológicas	10
4.2.1 Geoformas de carácter tectónico degradacional y erosional	11
4.2.2 Geoformas de carácter depositacional y agradacional	14
5 PELIGROS GEOLÓGICOS	16
5.1 Peligros geológicos por movimientos en masa	16
5.1.1 Deslizamientos	16
5.1.2 Causas	19
5.1.3 Daños	19
5.2 Otros peligros geológicos	19
5.2.1 Hundimiento	19
5.2.2 Hundimiento en el sector San Lucas de Tongos	19
5.2.3 Causas	24
5.2.4 Daños	25
6 CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO	27
7 CONCLUSIONES	27
8 RECOMENDACIONES	29
9 REFERENCIAS	30

# EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL CENTRO POBLADO DE SAN LUCAS DE TONGOS

(Distrito de Pazos, provincia de Tayacaja, región Huancavelica)

## RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa y de los denominados como otros peligros geológicos realizado en centro poblado de San Lucas de Tongos, que pertenece a la jurisdicción de la municipalidad distrital de Pazos, 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.

Las unidades geológicas que afloran en la zona evaluada corresponden a rocas de origen sedimentario, en la base tiene rocas volcánico-sedimentarias de Grupo Mitu; le sobreyacen las secuencias calcáreas del Grupo Pucará (Formaciones Chambará, Aramachay y Condorsinga); con una cobertura de materiales de edad Cuaternario (depósitos aluviales, deluviales, proluviales y residuales).

Se identificaron geoformas de carácter tectónico-degradacional y denudacional (montañas modeladas en rocas sedimentarias, montañas en roca volcano-sedimentarias, montaña estructural en roca sedimentaria y lomadas) y geoformas de carácter depositacional y agradacional (Piedemonte y valles).

En un sector del poblado de San Lucas de Tongos se identificó terrenos afectados por peligros geológicos de tipo deslizamiento rotacional y hundimientos, que produjo la pérdida de terrenos de cultivo y representa un peligro potencial para las personas y animales que transitan por la zona.

El deslizamiento rotacional tiene una distribución confinada donde solo se observa la escarpa y no el pie del evento. Se identificaron además dos zonas con hundimientos, uno antiguo (H2) ya estabilizado y otro activo (H1) ocurrido el día 30 de agosto del 2019, donde las condiciones de inestabilidad de los bordes del hundimiento persisten. Los dos hundimientos tienen como origen procesos de disolución de rocas calcáreas, que produjo la formación de cavernas y dolinas de colapso.

Por las condiciones geológicas-geodinámicas presentes en la zona evaluada, donde los bordes del hundimiento activo (H1) se presentan inestables; se le considera como una zona de alto peligro, dado que las paredes verticales del hundimiento pueden ceder por efectos de ensanchamiento del evento ante la ocurrencia de precipitaciones pluviales o 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**

La Municipalidad distrital de Pazos, mediante Oficio N° 296-2019-MDP/A, de fecha 06 de setiembre del presente, solicitó al Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), asistencia técnica para atención de riesgo geológico en el centro poblado de San Lucas de Tongos, del distrito de Pazos, debido al hundimiento de terreno sucedido en la zona.

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 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 Vílchez M., para que realicen la evaluación técnica respectiva. Los trabajos de campo se realizaron el día 17 de setiembre del presente año. Se inició los trabajos realizando las coordinaciones respectivas con el alcalde de la municipalidad distrital Pazos el señor Walter Linares Q., y durante la inspección campo se contó con la presencia del ingeniero Melvin Surichaqui Q. subgerente de infraestructura y desarrollo urbano-rural de la Municipalidad Distrital de Pazos.

La evaluación técnica se basó en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por INGEMMET 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 Pazos, 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 o de los denominados otros peligros geológicos que se presentan en el centro poblado de San Lucas de Tongos, eventos que pueden comprometer la seguridad física de personas y animales domésticos.
- 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 INGEMMET que incluyen al centro poblado de San Lucas de Tongos, 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 identificó 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 centro poblado de San Lucas de Tongos se ubica en una zona de alta susceptibilidad (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 u otro peligro geológico), 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 detonantes o desencadenantes de estos eventos son la precipitación pluvial y la sismicidad.

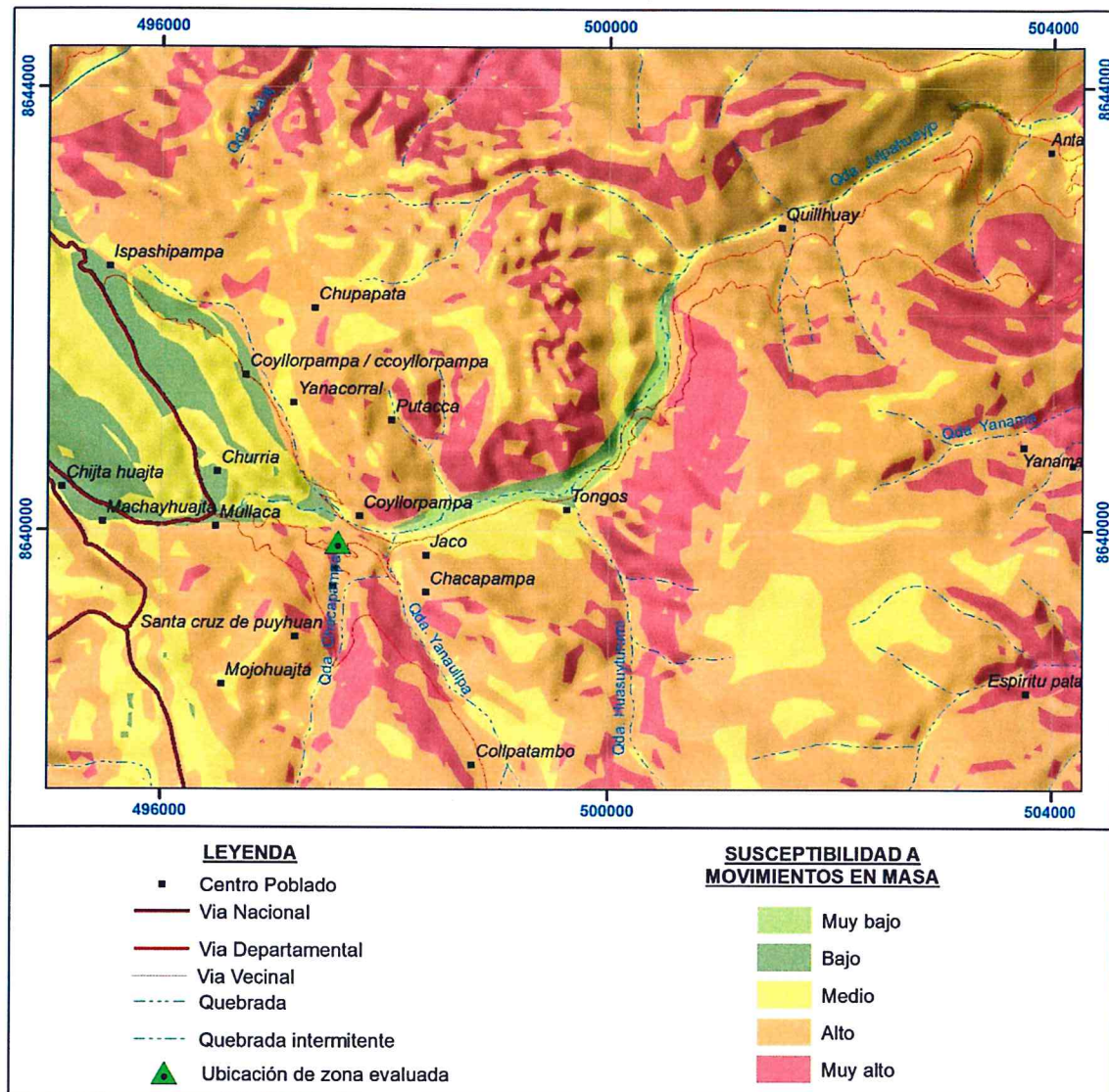


Figura 1: Mapa de susceptibilidad por movimientos en masa (tomado del estudio de Peligro geológico en la región Huancavelica”, Vilchez, M. y Ochoa, M., inédito).

En el boletín N° 18, serie A, Carta Geológica Nacional: Geología del cuadrángulo de Huancayo (1968), se describe la geología presente en la zona evaluada.

## 2. ASPECTOS GENERALES

### 2.1 Ubicación y accesibilidad

La zona evaluada corresponde al centro poblado de San Lucas de Tongos que pertenece al distrito de Pazos, provincia Tayacaja, región de Huancavelica (figura 2); se encuentra ubicado en las coordenadas centrales UTM (WGS84 – Zona 18S) siguientes:

Centro poblado de San Lucas de Tongos		
Norte	Este	Altitud
8639896	297591	3800 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-Pazos-Mullaca-Tongos por un tiempo estimado de 8 h 10 min, a través de 349 km aproximadamente.

Desde	Vía	Kilómetros	Tiempo estimado
Lima a Huancayo	3S	305 km	7 h
Huancayo a Pazos	3SC	35 km	55 min
Pazos a Tongos	Tongos-Huancayo	9 km	15 min

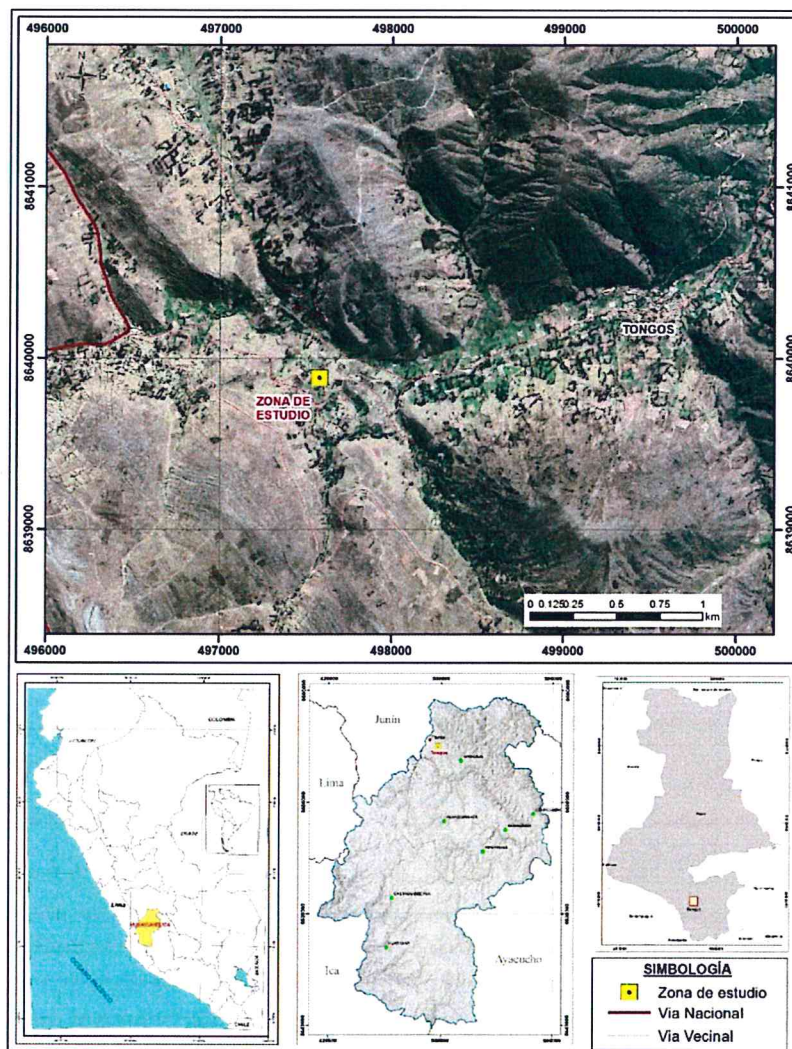


Figura 2: Mapa de ubicación de la zona inspeccionada.

## 2.2 Clima e hidrografía

De acuerdo con los datos climáticos (clasificación climática por el método de Thornthwaite), en el ámbito del centro poblado de San Lucas de Tongos se tiene el tipo climático lluvioso, con el otoño e invierno seco; además es frío y húmedo.

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

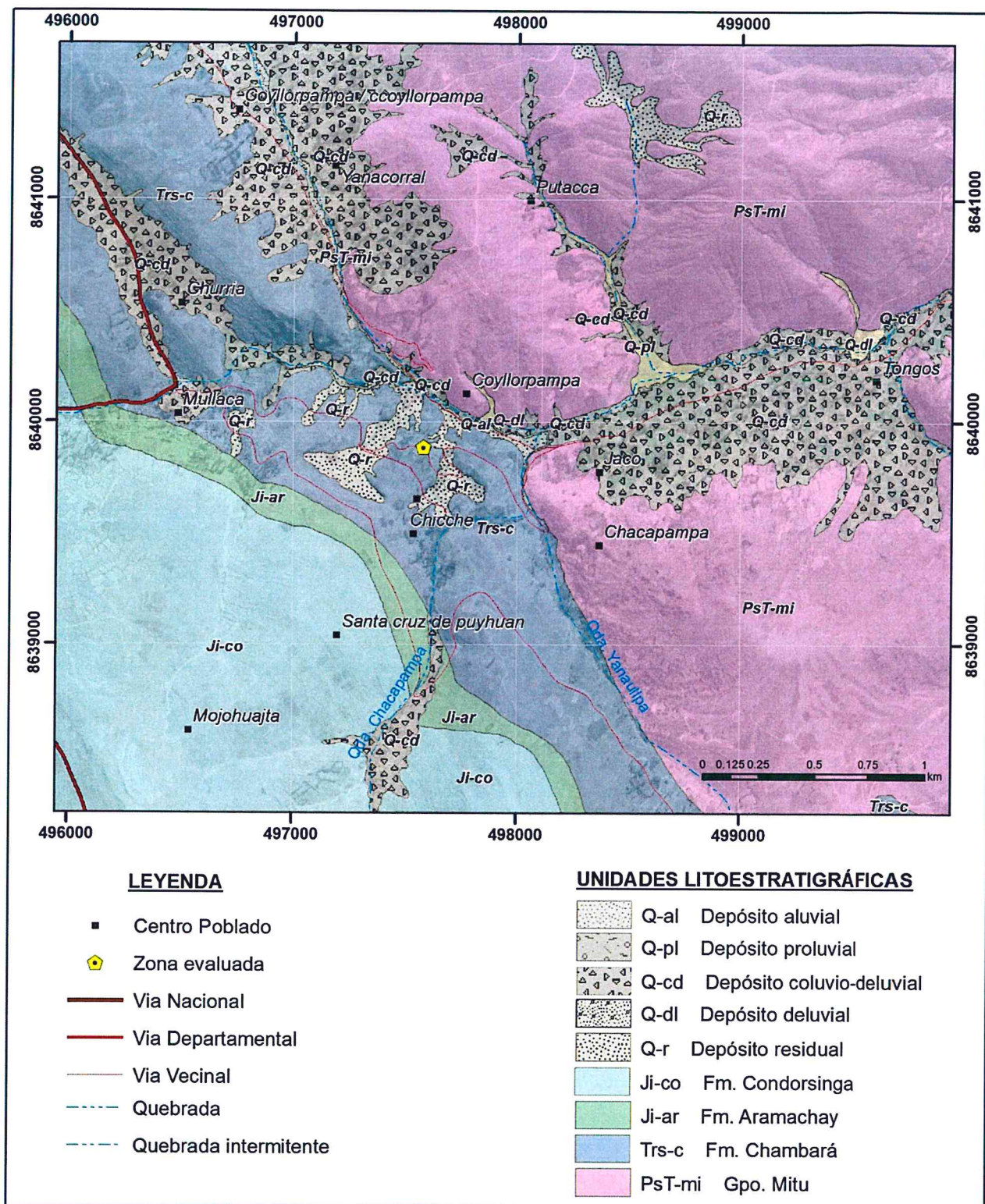


Figura 3: Mapa geológico de la zona evaluada.



Figura 4: Vista con dirección al este, donde es posible observar el afloramiento de calizas de la Formación Chambará (Trs-c), rodeada por depósitos residuales (Q-r); hacia el fondo se puede observar los depósitos aluviales (Q-al).

#### ***Formación Aramachay (Ji-a)***

Comprende la parte media del Grupo Pucará; conformada por calizas arenosas a areniscas calcáreas de color negro, que se altera a coloración beige a morado, con la presencia de nódulos calcáreos y limoarcillitas; sus afloramientos corresponden a zonas blandas cubiertas por pastos y cultivos. Se le asigna una edad Sinemuriano. El ambiente de depositación corresponde a aguas marinas mal oxigenadas y poco profundas.

#### ***Formación Condorsinga (Ji-c)***

Constituye el tope del Grupo Pucará; se encuentra conformada por calizas con intercalaciones de cineritas y margas; se diferencia de la Formación Chambará por contener menor proporción de chert; tienen mayor resistencia a la erosión que la Formación Aramachay. Se le asigna una edad Sinemuriano superior a Toarciaco superior.

### **C) CENOZOICO - CUATERNARIO**

**Depósitos residuales (Q-r):** Se derivan de la descomposición física y química de la roca in situ (procesos de meteorización intensa). No son suelos transportados, en parte conservan la estructura de la roca original (figura 4). El suelo en la zona evaluada es arcillo-limoso, con poca grava, medianamente compacto, con un espesor de entre 0,15-0,20 m.

**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 5).

**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 5). Los



depósitos coluviales se encuentran formados por acumulaciones de bloques rocosos angulosos heterométricos y de naturaleza litológica homogénea, al pie de taludes escarpados, 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.

**Depósitos proluviales (Q-pl):** Constituidos por fragmentos rocoso heterométricos (cantos, bolos, bloques, etc.), con una matriz limo arenoso-arcilloso depositado en el fondo de valles tributarios y conos deyección en la confluencia con el río principal. Material arrastrado y lavado por flujos torrenciales de agua.

**Depósitos aluviales (Q-al):** Conformados por gravas y arenas con cantos subredondeados a rodados en matriz areno-limosa. Se les encuentra en los cursos principales de los ríos, formando parte de la llanura de inundación, así como de las terrazas fluviales (figura 5).



Figura 5: Vista con dirección hacia el este, se ha señalados los depósitos aluviales (Q-al), deluviales (Q-dl), coluvio-deluviales (Q-cd), residuales (Q-r), las calizas de la Formación Chambará (Trs-c) y la secuencia volcano-sedimentaria del Grupo Mitu (PsT-mi).

## 4. GEOMORFOLOGÍA

### 4.1 Pendiente del terreno

Los rangos de pendiente en la zona inspeccionada son variables, las laderas presentan terrenos de pendiente moderada ( $5^\circ - 15^\circ$ ) a fuerte ( $25^\circ - 45^\circ$ ), el fondo de valle de quebrada tiene pendiente llano a inclinada suavemente ( $1^\circ - 5^\circ$ ).

### 4.2 Unidades geomorfológicas

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

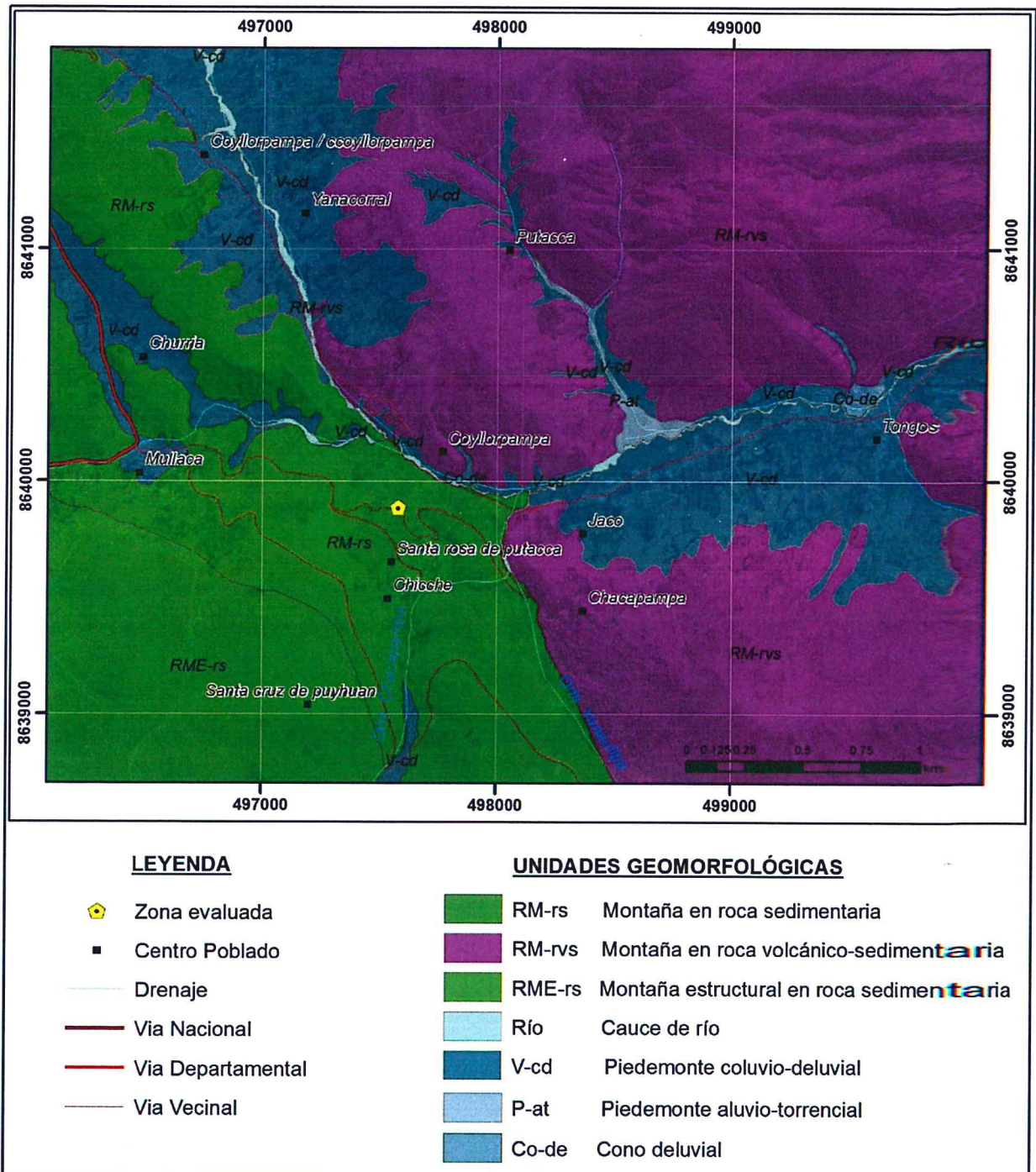


Figura 6: Mapa geomorfológico del sector de San Lucas de Tongos.

*Del entorno geográfico:*

- Precipitaciones pluviales intensas, que se infiltran y que saturan los terrenos; así también, alimentan el acuífero que genera corrientes de agua subterránea.
- Presencia de aguas subterráneas, que circula por las fracturas de las rocas y disuelve los carbonatos.

#### 5.2.4 Daños

- Produjo la pérdida de 25 m<sup>2</sup> de terrenos donde se cultiva alfalfa.
- Representa un peligro potencial para personas y animales que transitan distraídas cerca de la zona de hundimiento.



Figura 14: Imagen donde se ha marcado el hundimiento activo y con un círculo de color rojo el perímetro de seguridad a colocar para que la gente no se acerque a la zona hundida.

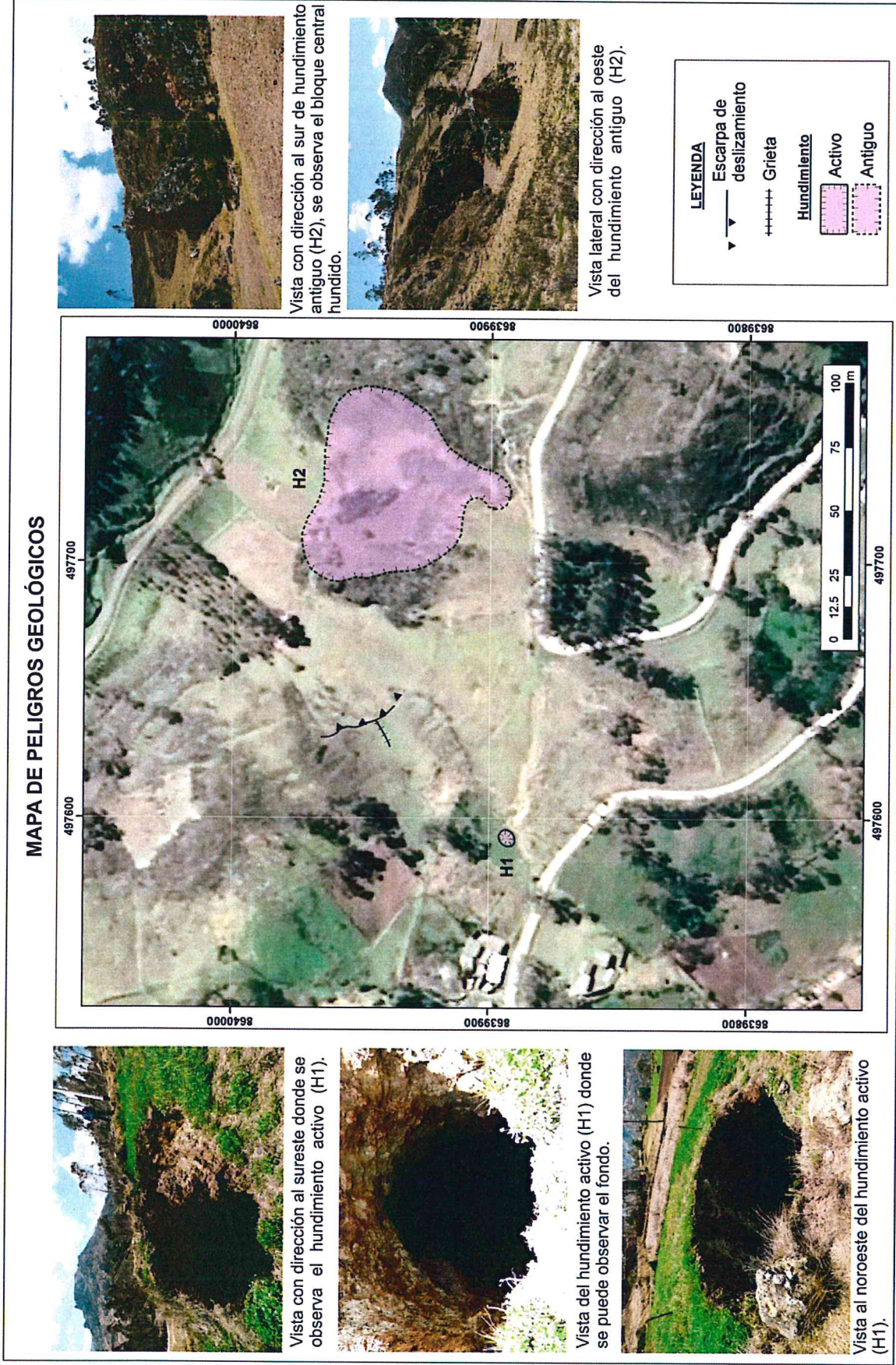


Figura 15: Mapa de peligros del sector de San Lucas de Tongos.

## 6. CONDICIONES ACTUALES DEL SITIO

En la actualidad, las características del terreno (intrínsecas) que favoreció la ocurrencia del hundimiento continúan, así como las condiciones de seguridad de las paredes verticales dejadas por el material hundido, no garantizan la estabilidad del terreno contiguo a la zona de hundimiento, por lo que es muy probable que el agujero dejado por el hundimiento continúe ensanchándose. Esta apreciación se sustenta en las siguientes condiciones encontradas en la zona evaluada:

- Características litológicas del substrato medianamente meteorizado, conformado por arcillitas, dolomitas y calizas.
- Substrato rocoso muy fracturado.
- Presencia de humedad en el suelo y las rocas en profundidad.
- Paredes verticales dejadas por el hundimiento.
- Si bien el hundimiento tiene un diámetro promedio en superficie de 5.7 m, en profundidad el diámetro máximo medido fue de 12 m, medido en dirección al sureste, por lo que se tiene terreno colgado que puede colapsar.

## 7. CONCLUSIONES

- a) En el centro poblado de San Lucas de Tongos se identificó peligros geológicos por movimientos en masa (deslizamiento rotacional) y de los denominados otros peligros geológicos (hundimiento).
- b) La geología en la zona evaluada está conformada por secuencias calcáreas de las Formaciones Cambará, Aramachay y Condorsinga; secuencias volcano-sedimentarias del Grupo Mítu; con cobertura de depósitos residuales, deluviales, coluvio-deluviales, proluviales y aluviales.
- c) La pendiente de las laderas en la zona va de moderada ( $5^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ) a fuerte ( $25^{\circ}$ - $45^{\circ}$ ); en el fondo de valle la pendiente es llana ( $1^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ). Las subunidades geomorfológicas identificadas son de montañas modeladas en roca sedimentaria, montaña en roca volcánico-sedimentaria, montaña estructural en roca sedimentaria, piedemonte coluvio-deluvial, piedemonte aluvio-torrencial, conoide deluvial, cauce de río y relieve kárstico.
- d) El deslizamiento rotacional identificado tiene una distribución confinada, en otras palabras, que tiene una escarpa, pero no presenta una superficie de falla visible en el pie de la masa deslizada. El deslizamiento no ha causado daños, solo el asentamiento del terreno.
- e) En el centro poblado de San Lucas de Tongos se identificaron dos hundimientos denominados como hundimiento antiguo (H2) y hundimiento activo (H1); ambos tienen como origen el proceso de disolución de rocas calcáreas (calizas y dolomitas) de la Formación Chambará, en la cual se han formado dolinas de colapso.
- f) El hundimiento antiguo (H2) abarca un área aproximada de 3709 m<sup>2</sup>, sus límites no se encuentran claramente definidos y es posible encontrar en la zona de hundimiento un bloque de roca caliza basculado; el fondo está cubierto por suelos arcillo-limosos.
- g) El hundimiento activo (H1) ocurrió el día 30 de agosto del 2019, inició como un agujero de aproximadamente un metro de diámetro, el cual al día siguiente aumento sus dimensiones hasta un diámetro promedio actual en superficie de 5.7 m. La zona hundida tiene forma

elíptica, con paredes verticales que sufren una desviación en el fondo con dirección al sureste, donde tiene una longitud máxima de 12 m.

- h) Se considera que el hundimiento H1 se encuentra activo y entre los condicionantes de su ocurrencia de se tiene:
- La configuración geomorfológica de montañas modeladas en rocas sedimentarias.
  - Pendiente promedio de la ladera de la montaña entre los 15° y 25°.
  - Características litológicas del área, conformado por afloramiento de calizas y dolomitas, con intercalaciones de arcillitas. Roca considerada de calidad regular a mala, muy fracturada.
  - Substrato rocoso afectado por procesos de disolución de carbonatos, presencia de lapiares, dolinas y cavernas.
  - Substrato rocoso con meteorización moderada.
  - Presencia de aguas subterráneas.
- i) El hundimiento produjo la pérdida de 25 m<sup>2</sup> de terrenos de cultivo de alfalfa; y representa un peligro potencial para personas y animales que transitan cerca del hundimiento.
- j) Se considera que la zona de hundimiento H1 continua inestable, por presentar un substrato medianamente meteorizado y muy fracturados; la presencia de humedad en el suelo y rocas del substrato; presencia de paredes verticales dejadas por el hundimiento; y un ancho mayor en profundidad (12 m) que en superficie (5.7 m), que deja terreno colgado en superficie el cual puede colapsar.
- k) Dado que las condiciones de inestabilidad continúan en el sector afectado por el hundimiento H1, **se considera este como una zona del alto peligro**, debido a que el hundimiento puede continuar ensanchándose ante lluvias intensas periódicas y extraordinarias, o por sismos.

## 8. RECOMENDACIONES

Dentro de las recomendaciones que deben tomarse en cuenta a corto y mediano plazo son las siguientes:

1. Realizar el acordonamiento o colocar un perímetro de protección alrededor del hundimiento activo H1, el cual debe de tener por lo menos un diámetro de 12 m medidos desde el centro del hundimiento.
2. Cambiar el trazo del camino peatonal que pasa a escasos metros de la zona de hundimiento, ya que al tener el hundimiento un ancho mayor en profundidad, este camino se encuentra sobre terrenos que pueden colapsar.
3. Prohibir e impedir el tránsito de personas y animales cerca de la zona de hundimiento.
4. Mover la alcantarilla ubicada en el km 1+390 de la carretera Mullaca – San Lucas de Tongos o derivar las aguas que drena hacia otro sector, para evitar que se sigan infiltrando hacia los terrenos afectados por el hundimiento.
5. No realizar la construcción de obras de infraestructura cerca de la zona afectada por el hundimiento.
6. Evitar o reducir al mínimo el riego en la zona afectada por el hundimiento.
7. Es necesario realizar un estudio geofísico en la zona (método de tomografía eléctrica), con el fin de determinar la presencia de más cavernas, su extensión, morfología y su disposición en el subsuelo.
8. 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. CÉSAR A. CHACALTANA BUDIEL  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

## 9. REFERENCIAS

- Mégard, F. (1968) – Geología del cuadrángulo de Huancayo. Boletín N° 18 Serie A: Carta Geológica Nacional. 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.
- Thornbury W. D. (1966) Principios de geomorfología. Buenos Aires: Kapelus.
- 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.