

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7037

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE LAS ZONAS PROPUESTAS PARA REUBICACIÓN DEL CENTRO POBLADO BOROGUEÑA

Región Tacna
Provincia Jorge Basadre
Distrito Ilabaya



ABRIL
2020

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| RESUMEN..... | 3 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 4 |
| 1.1 Metodología de trabajo | 4 |
| 1.2 Objetivo del estudio..... | 4 |
| 2. GENERALIDADES | 5 |
| 2.1 Ubicación y accesibilidad | 5 |
| 3. ASPECTOS GEOLÓGICOS | 6 |
| 4. ASPECTOS GEOMORFÓLOGICOS..... | 9 |
| 5. PELIGROS GEOLÓGICOS..... | 10 |
| 5.1 Caída de rocas..... | 13 |
| 5.2 Erosión de ladera..... | 15 |
| 5.3 Deslizamiento | 16 |
| 6. ÁREAS DE REUBICACIÓN PROPUESTAS | 18 |
| CONCLUSIONES..... | 19 |
| RECOMENDACIONES..... | 19 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 20 |

RESUMEN

El presente informe de evaluación contiene datos de observaciones realizadas en el sector de Borogueña, ubicado en el distrito de Ilabaya, provincia Jorge Basadre, región Tacna.

Las unidades litoestratigráficas más antiguas que afloran en el área de estudio corresponden a secuencias volcánicas del Mesozoico, conformadas por las Formaciones Matalaque y Quellaveco. Así como, secuencias volcánicas del Cenozoico, conformada por la Formación Huaylillas. Las unidades intrusivas son de composición diorita a diorita cuarcífera y corresponden a la Superunidad Yarabamba. Los depósitos de edad cuaternaria están representados por los depósitos aluviales.

La zona evaluada se encuentra sobre la unidad de montaña en roca volcánica, conformada por lavas y tobas de las Formaciones Matalaque, Quellaveco, y Huaylillas. Además, en los alrededores de la zona de estudio se encuentra la unidad de montaña en roca intrusiva, conformada por rocas intrusivas de la Superunidad Yarabamba.

En las áreas colindantes a los polígonos propuestos para la reubicación de los interesados, se ha identificado varios procesos, como erosión de laderas, caída de rocas y escarpes de deslizamientos antiguos, esto evidencia que este sector es susceptible a ser afectado por procesos de movimientos en masa. **Por lo tanto, es una zona de peligro alto, no apto para reubicación.**

Con respecto al presente informe, se llevó a cabo la evaluación de peligros geológicos en atención al oficio N° 154-2019-MDI/GM, de fecha 02 de mayo 2019, enviado por la Municipalidad Distrital de Ilabaya. En el informe técnico se indica que el área propuesta para reubicación del Centro Poblado Borogueña es apta. Este sector se ubica a 2 km al noreste del pueblo de Borogueña y tiene un área de 107,315.28 m². Se recomienda tomar en consideración el informe técnico N° A6896 "Evaluación de peligros geológicos de los sectores propuestos para reubicación (Alto el Cairo, Nuevo Borogueña y Pampa Cuchillas)".

1. INTRODUCCIÓN

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como ente técnico-científico, incorpora dentro de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) y la ACT.7: Evaluación de peligros geológicos y consideraciones geotécnicas a nivel nacional.

Su alcance contribuye con entidades gubernamentales en los diferentes niveles de gobierno (nacional, regional y local), a partir del reconocimiento, caracterización y diagnóstico de peligros geológicos en territorios susceptibles a movimientos en masa, inundaciones u otros peligros geológicos asociados a eventos hidroclimáticos, sísmicos o de reactivación de fallas geológicas, o asociados a actividad volcánica.

Mediante esta asistencia técnica el INGEMMET, proporciona un informe técnico que incluye resultados de la evaluación geológica-geodinámica realizada, así como recomendaciones pertinentes para la mitigación y prevención en el marco del Sistema de Gestión de Riesgo de Desastres.

Mediante el Oficio N° 487-2019-MDI/GM, la municipalidad distrital de Ilabaya, solicitó una evaluación geológica del C.P. Borogueña; para lo cual el Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico comisionó profesionales Ings. Jessica Vela, David Prudencio y Yhon Soncco.

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 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 esta etapa se realizó el cartografiado a detalle de peligros geológicos y toma de datos de las características geológicas y geomorfológicas del sector.

1.1.3. Trabajo de gabinete

Los trabajos realizados en esta etapa consistieron en elaborar mapas y redacción del informe técnico, el cual contiene las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

1.2 Objetivo del estudio

- Identificar, tipificar y caracterizar los peligros geológicos que podrían afectar las zonas propuestas para la reubicación del C.P. Borogueña.

- Brindar información pertinente con respecto a los peligros geológicos que afectan al sector.

2. GENERALIDADES

2.1 Ubicación y accesibilidad

El sector de Borogueña se localiza en el distrito de Ilabaya, provincia Jorge Basadre, región Tacna (figura 1). La zona es accesible por la carretera Panamericana Sur, Arequipa – Tacna (figura 2).

| Tramo | | Km. | Tipo de vía | Duración |
|----------|-----------|-------|-------------|----------|
| Arequipa | Locumba | 321.4 | Asfaltada | 5h 12min |
| Locumba | Ilabaya | 41.2 | Asfaltada | 45 min |
| Ilabaya | Borogueña | 25.1 | Asfaltada | 33 min |

Coordenadas geográficas de las zonas de estudio:

| Zonas de estudio | Coordenadas |
|------------------|------------------------------------|
| Sector Borogueña | – 17°18'17.23"S – 70°27'10.41"O |

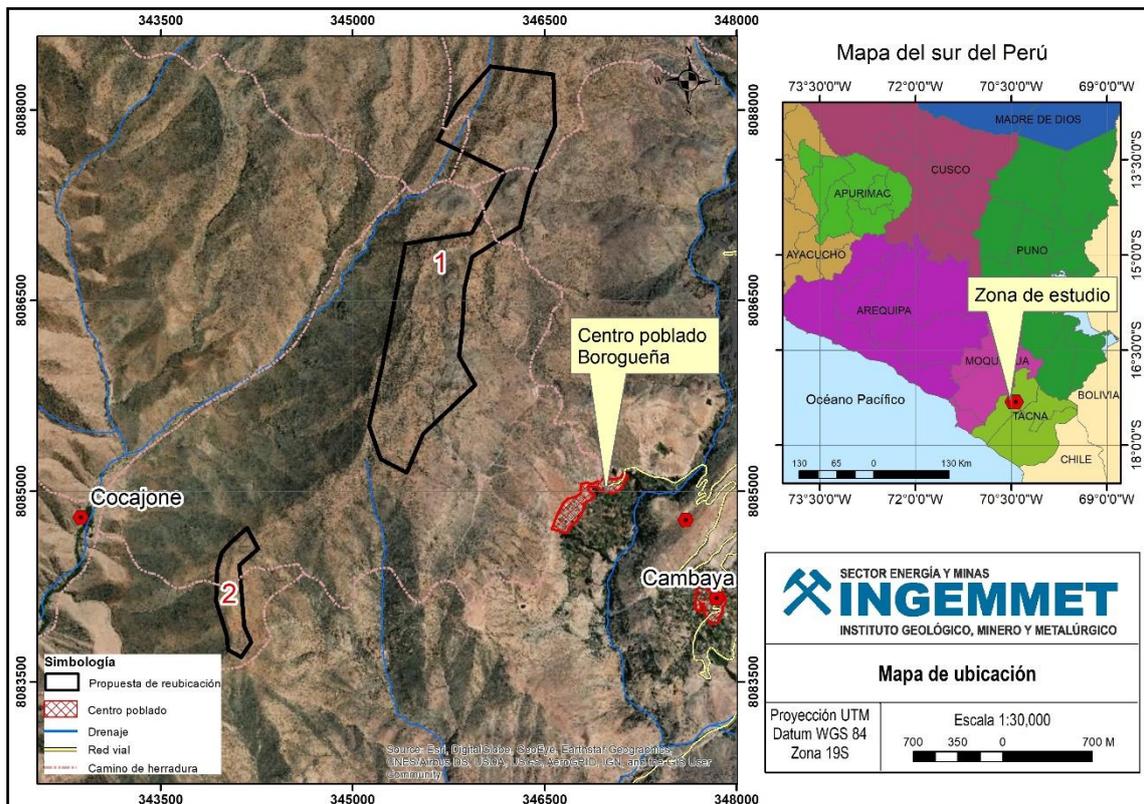


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.



Figura 2. Ruta de acceso desde Arequipa hasta Boroqueña (Tacna).

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Las unidades litoestratigráficas más antiguas que afloran en el área de estudio corresponden a secuencias volcánicas del Mesozoico, conformadas por las Formaciones Matalaque y Quellaveco. Así como, secuencias volcánicas del Cenozoico, conformada por la Formación Huaylillas. Las unidades intrusivas son de composición diorita a diorita cuarcífera y corresponden a la Superunidad Yarabamba. Los depósitos de edad cuaternaria están representados por los depósitos aluviales (figura 3).

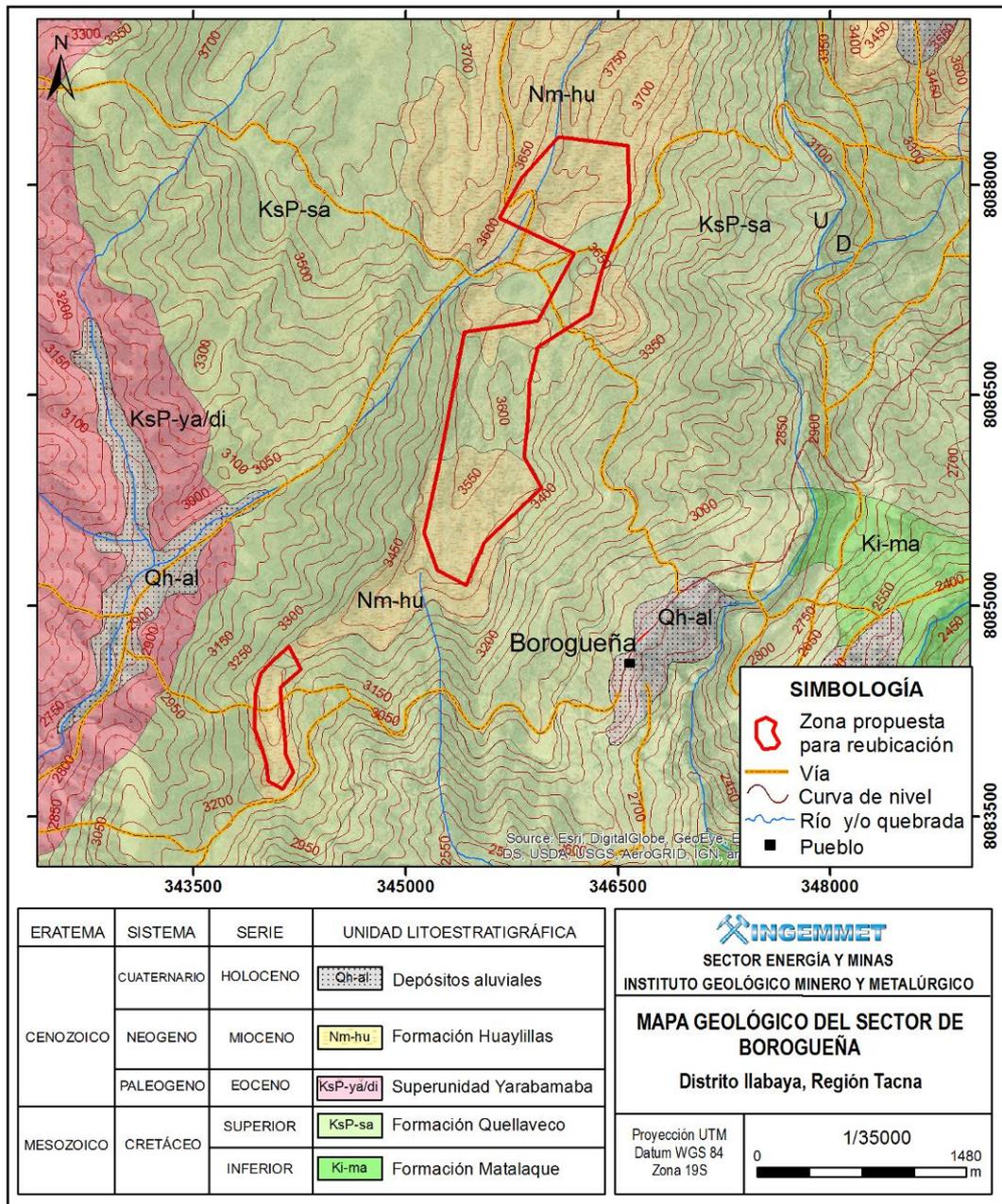


Figura 3. Mapa geológico del sector Borogueña, tomado de Natalio De la Cruz y Orlando De la Cruz et al. (2000).

3.1 Formación Matalaque:

Aflora a 2 km al este de la zona de estudio (figura 3). Está conformada por secuencias de rocas volcánicas tobáceas, se identificó sobre los ríos Curibaya, Sama, Ilabaya, y quebrada de Huanuara. La Formación Matalaque está compuesta de dos tipos de tobas; tobas líticas y tobas litocristalinas. Las tobas líticas afloran en el río Ilabaya, son masivas compactas y de color gris azulino, De la Cruz et al. (2000).

En la parte alta de la intersección del río Ilabaya y quebrada Huanuara las tobas litocristalinas son compactas y contienen líticos, abundantes cristales de cuarzo, plagioclasa, líticos volcánicos afaníticos y escasos cristales de feldespató

potásico, epidota, encontrándoseles débilmente argilizadas y cloritizadas. En el área de estudio la base de la secuencia no se observa y el techo subyace discordantemente al Grupo Toquepala. La edad Cretáceo Inferior ha sido establecida en función de sus relaciones estratigráficas con el techo de la formación que infrayace a rocas volcánicas del Grupo Toquepala del Cretáceo Superior, De la Cruz et al. (2000).

Estas formaciones presentan moderada susceptibilidad por caídas de rocas.

3.2 Formación Quellaveco:

Conocido como volcánico Quellaveco en el cuadrángulo de Moquegua, formalizado como formación por W. Martínez. Está constituida por dos unidades.

La unidad Inferior, está conformada por una secuencia volcánica de tobas andesíticas litoclasticas, toba de pómez, depósito conglomerádico subredondeado en estratos medianos de 1m a 5m de grosor y bancos masivos de lavas líticas porfiríticas de color violáceo. Mientras que la unidad Superior, está conformada por una secuencia de tobas de clastos y bloques en estratos más delgados que la unidad inferior, en Corahuaya muchas de las tobas piroclásticas son de color violáceo a rojizo. La edad en base a su posición estratigráfica permite asignarla al Cretáceo Superior-Paleógeno, De la Cruz et al. (2000).

Las rocas del Grupo Quellaveco son susceptibles a ser afectados por caída de rocas, deslizamientos y derrumbes.

3.3 Formación Yarabamba:

Aflora a 0.5 km al oeste de la zona de estudio (figura 3). Dentro de esta unidad, se describen cuerpos de composición ácida a básica, teniendo el afloramiento más grande al oeste del cuadrángulo de Tarata, vecino al de Moquegua, gradando en su composición mineralógica de norte a sur de diorita a diorita cuarcífera.

Estas rocas se presentan con moderada a intensa meteorización fácilmente disgregables, en forma esferoidal y fracturada. Son de color gris a gris oscuro. Se le atribuye del Cretáceo - Paleógeno por lo que estos cuerpos interrumpen a rocas volcánicas consideradas del Cretáceo Superior, De la Cruz et al. (2000).

Las rocas de la Formación Yarabamba son susceptibles a ser afectados por caídas de rocas.

3.4 Formación Huaylillas:

Está conformado por flujos de tobas líticas, piroclastos de arena y ceniza moderadamente soldadas. Forman afloramientos bien expuestos con superficie semiplana y acantilados en el corte de los ríos. Las tobas rosáceas presentan estructuras de fiame en la pómez y obsidianas impuras mezcladas con las tobas (figura 4). Las tobas fuertemente soldadas son nodulosas, cavernosas y con

huellas de acumulación de gases hacia arriba, las tobas de ceniza son medianamente sueltas con abundante biotita. Utilizando el método K-Ar, la edad de la Formación Huaylillas es de 18.43 ± 0.41 Ma en Pallata. Al norte de Pallata usando el método K-Ar y K-B, Tosdal, Farrar Clark en 1981 e Ingemmet & Electro Perú en 1994, reportan 21.5 ± 0.7 Ma y 21.5 ± 0.7 Ma respectivamente.

Las rocas de la Formación Huaylillas, son susceptibles a ser afectados por caídas de rocas.

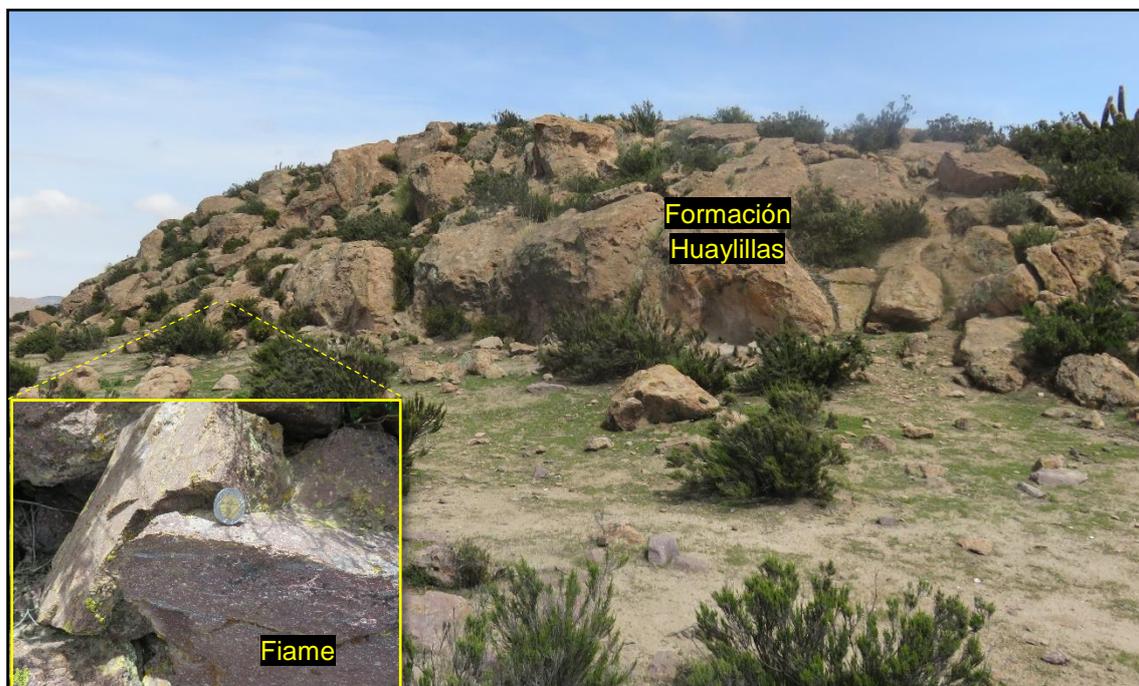


Figura 4. Zona propuesta para reubicación. Muestra tobas de la Formación Huaylillas con estructuras fiame.

3.5 Depósitos Aluviales:

Afloran al este y norte de la zona de estudio (figura 3). Están constituidas por dos tipos de depósitos, la primera de ellas son todas aquellas acumulaciones detríticas, que se encuentran cubriendo en capas delgadas no cartografiadas, conformado por rocas volcánicas compuesto por el mismo material de las rocas subyacentes. El otro grupo está compuesto por los depósitos expuestos en el fondo de los valles formando terrazas, o el mismo fondo de valle, acumuladas por acción de las aguas o formando abanicos aluviales en la desembocadura de las quebradas.

4. ASPECTOS GEOMORFÓLOGICOS

La zona evaluada se encuentra sobre la unidad de montaña en roca volcánica (RM-rv), conformada por lavas y tobas de la Formación Matalaque, Quellaveco, y Huaylillas. Además, en los alrededores de la zona de estudio se encuentra la unidad de montaña en roca intrusiva (RM-ri), conformada por rocas de la Formación Yarabamba.

Unidad de Montaña

Es la unidad o componente de cualquier cadena montañosa y se define como una gran elevación natural del terreno, de diverso origen, con más de 300 metros de desnivel, cuya cima puede ser aguda, sub aguda, semiredondeada, redondeada o tabular y cuyas laderas regulares, irregulares a complejas y que presenta un declive promedio superior al 30% (FAO, 1968).

- a) **Subunidad de montaña en roca volcánica (RM-rv):** Esta unidad geomorfológica posee un relieve agreste, con pendientes de hasta 80° (figuras 5), se presenta formando las altas cumbres y con superficies semiplanas. Litológicamente está compuesto por lavas y tobas de la Formación Matalaque, Quellaveco y Huaylillas. Esta subunidad es susceptible a generar deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas.
- b) **Subunidad de montaña en roca intrusiva (RM-ri):** Se encuentran conformando elevaciones alargadas y de pendiente moderada a alta de hasta 70°, compuesto por rocas intrusivas de la Formación Yarabamba. Se identificaron estas geoformas al oeste de la zona propuesta para reubicación (figuras 5). Esta subunidad es susceptible a generar caída de rocas.

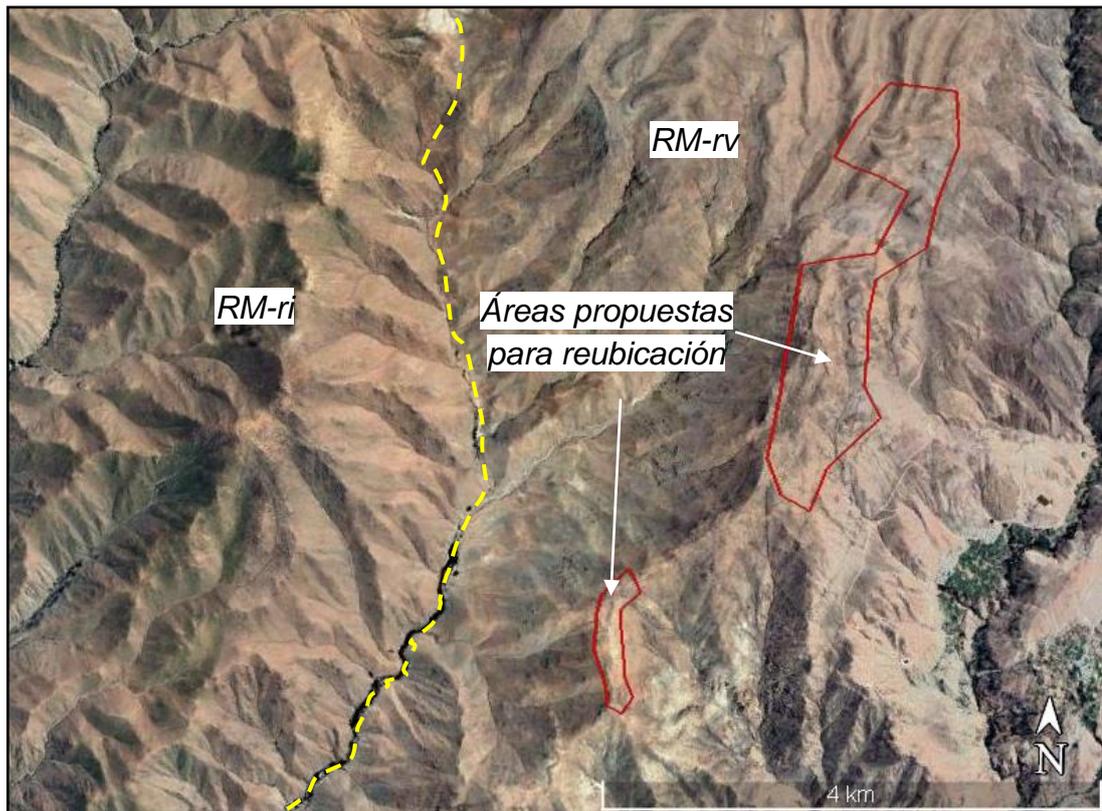


Figura 5. Unidades geomorfológicas en la zona de estudio.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

En los alrededores de los polígonos propuestos para reubicación, se han identificado procesos de erosión de ladera, caída de rocas y escarpas de deslizamientos antiguos (figura 6).

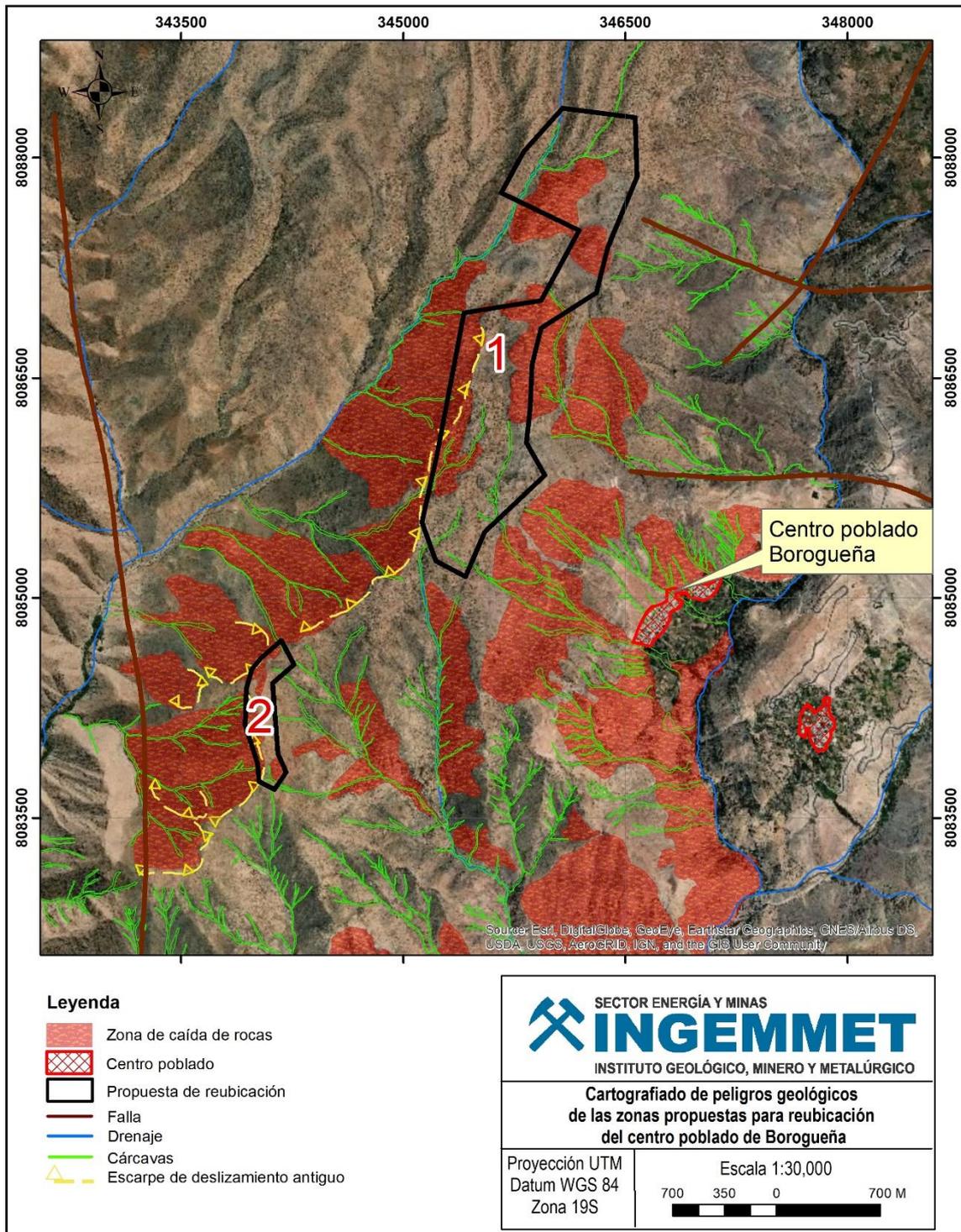


Figura 6. Cartografía de peligros geológicos, se observa cárcavas y caída de rocas, así como escarpes de deslizamientos antiguos.

También se elaboró un mapa de pendientes de los polígonos propuestos y sus zonas aledañas, con el fin de conocer el grado de inclinación del terreno (Vílchez et al., 2013). Ese trabajo se realizó en el sistema Qgis y un modelo de elevación digital de 12.5 m de pixel (figura 7).

Como resultado se observa que las pendientes dentro de los polígonos varían entre 1° hasta 15° (pendiente llana hasta moderada), con pequeñas zonas de pendiente de hasta 25° (figura 7).

En las zonas colindantes a estos polígonos, las inclinaciones cambian abruptamente, se aprecia pendientes fuertes a escarpadas (de 25° a más), con pequeñas zonas de pendientes entre 5° hasta 15° (figuras 7 y 8).

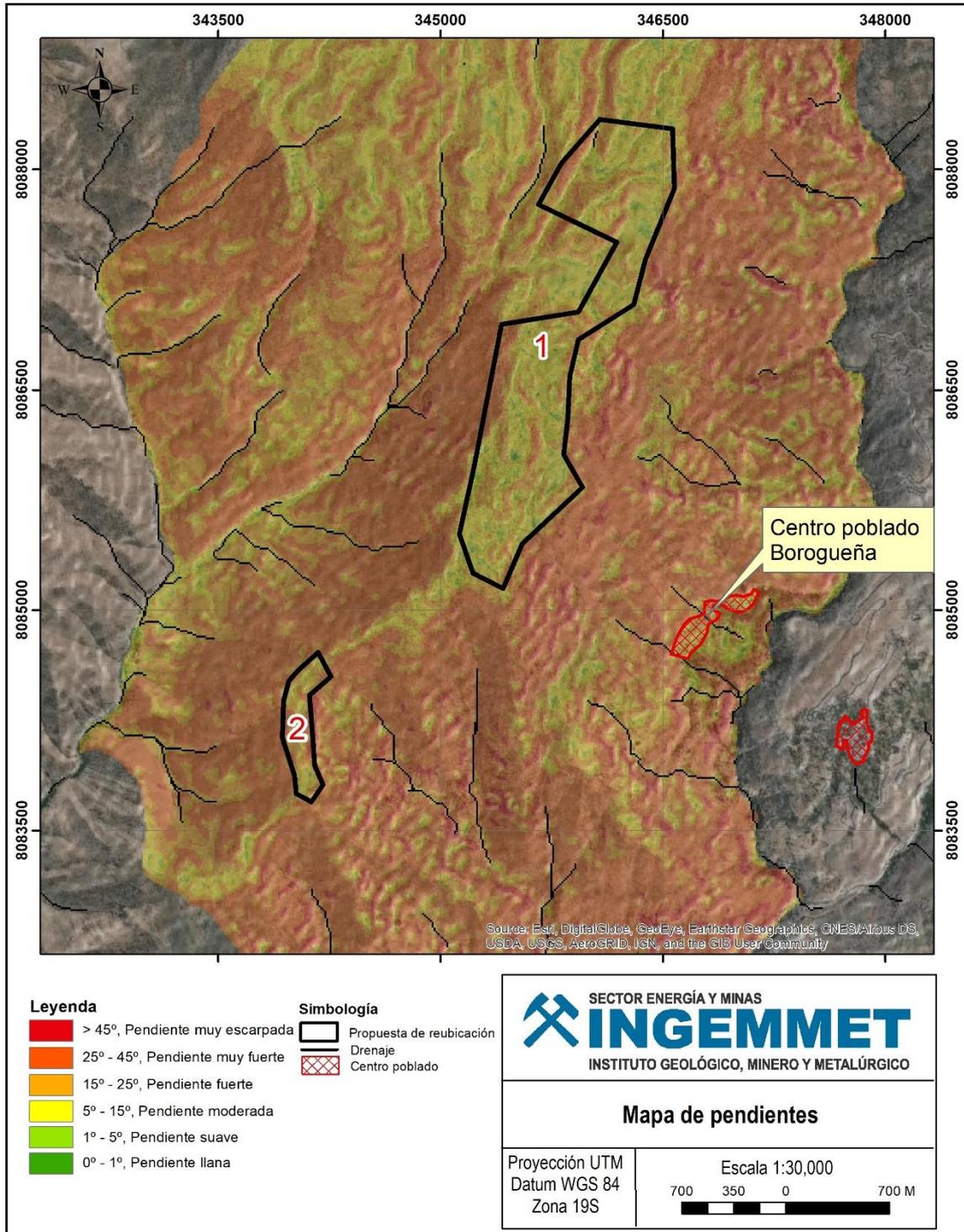


Figura 7. Muestra el mapa de pendientes para los polígonos propuestos para reubicación 1 y 2.

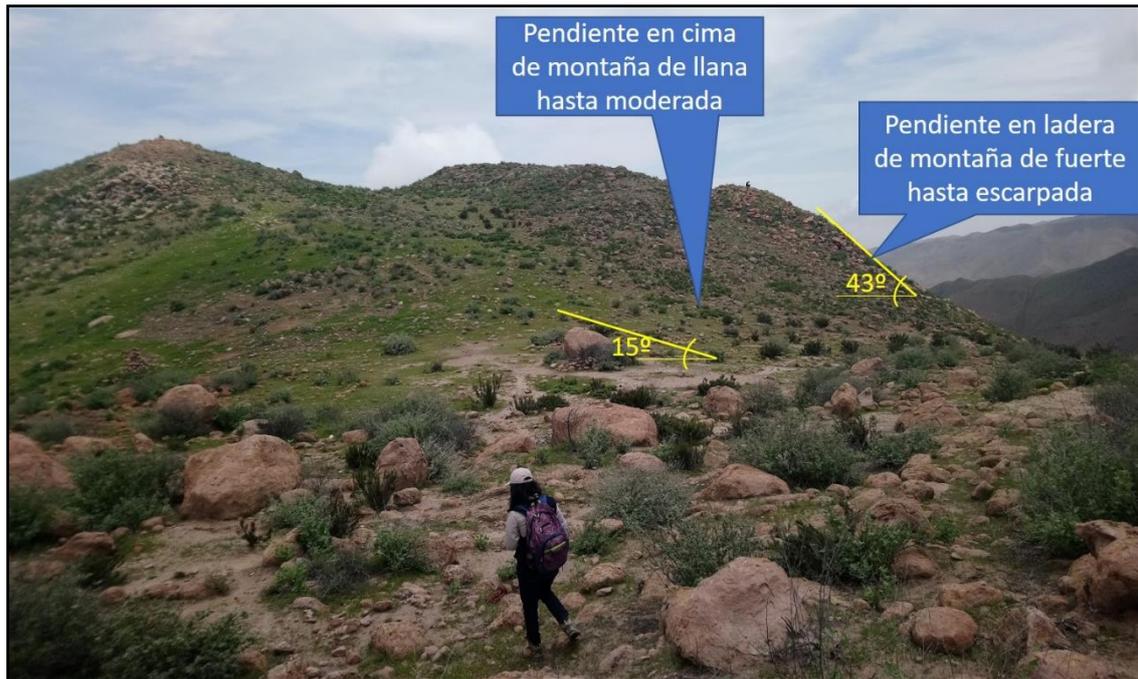


Figura 8. Muestra la zona propuesta para reubicación (polígono 2), se encuentra en la cima de una montaña, con pendientes del terreno de llano hasta moderado. En las laderas de la montaña se observa un cambio abrupto de pendiente que va de fuerte hasta escarpada.

5.1 Caída de rocas

La caída de rocas ocurre en los cerros del sector de Borogueña (figuras 9 y 10), debido a las características de la roca, alto grado de inclinación de las laderas y fracturas a favor de la pendiente.

En este sector hay dos tipos de pendientes. El primero es de fuerte a escarpada (entre 25° a 55°) y se ubican en las laderas de las montañas. Mientras que el segundo es de bajo a moderado (entre 1° a 15°), se encuentra en la cima de la montaña, donde se ubican los polígonos propuestos para reubicación; en este sector las fracturas de las rocas se encuentran a favor de la pendiente (figura 10).

Los factores desencadenantes para la caída de rocas en este sector son: sismos y precipitaciones pluviales intensas.



Figura 9. Muestra rocas erosionadas, fracturas y sueltas, próximas a caer. Estas rocas se encuentran en las laderas de pendientes abruptas al lado oeste del polígono 2.

En la parte alta de los cerros se puede observar bloques colgados de tamaños centimétricos hasta de 6 m de diámetro aproximadamente, que podrían ceder y afectar los terrenos en la parte baja (figura 10).

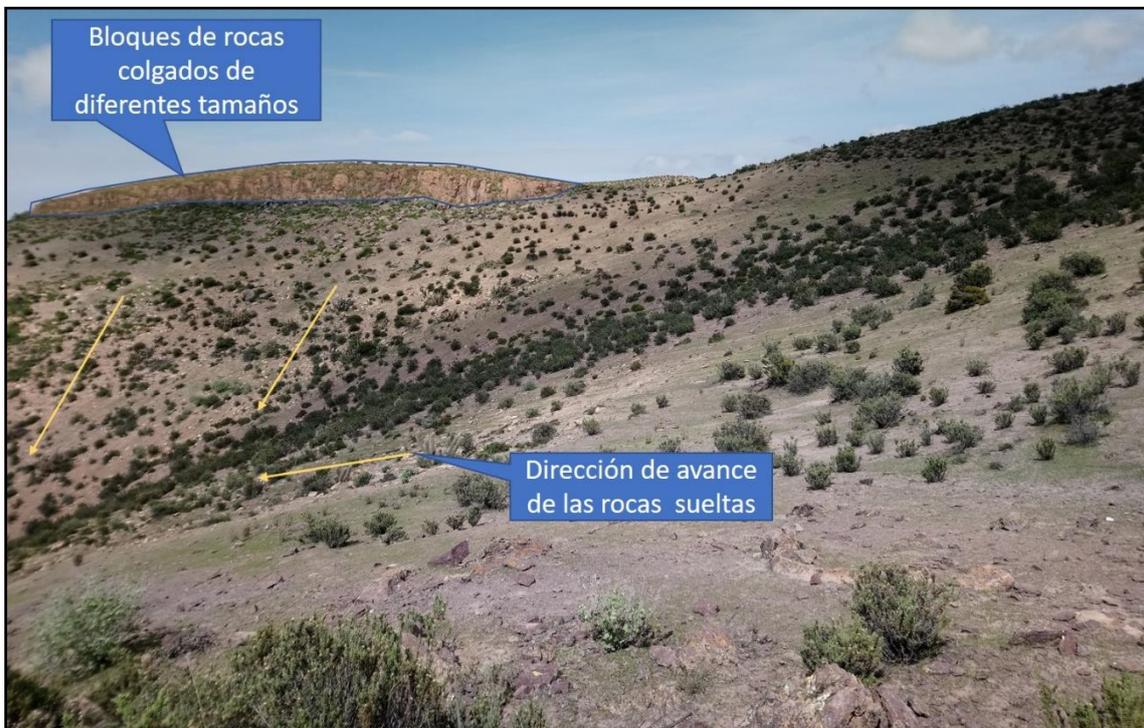


Figura 10. Se observa un estrato rocoso fracturado, con bloques colgados en las partes altas de la ladera este del polígono 1.

5.2 Erosión de ladera

Las laderas de los cerros en el sector de Borogueña, están siendo afectados por procesos de erosión de laderas en forma de surcos y cárcavas. En este sector, se observó que estos procesos ocurren en rocas que se encuentran erosionadas, así como en algunas zonas de acumulación de depósitos coluviales.

Los surcos se ubican dentro de los polígonos propuestos para reubicación 1 y 2 y las cárcavas se ubican mayormente en las laderas de la montaña. Las cárcavas tienen anchos de hasta 6 m y profundidades de hasta 5-7 m aproximadamente (figura 11 y 12).

Los factores desencadenantes para la formación de surcos y cárcavas son las intensas precipitaciones pluviales.

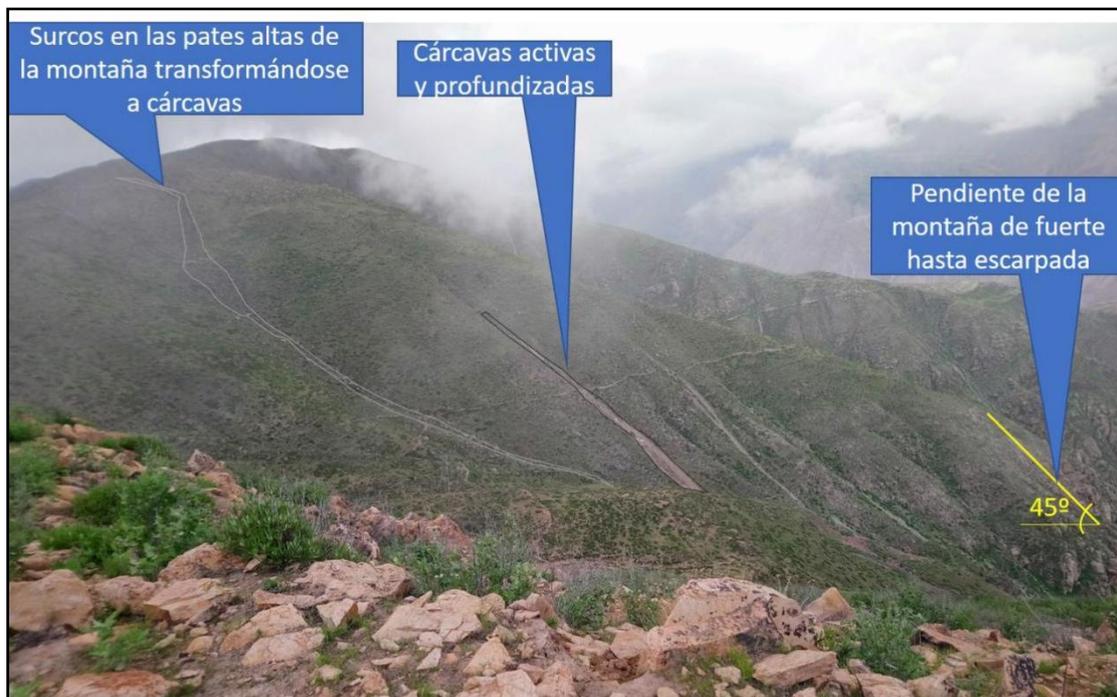


Figura 11. Muestra surcos y cárcavas en las laderas de montaña (parte baja de las áreas propuestas para reubicación). Las cárcavas se activan en épocas de lluvia.

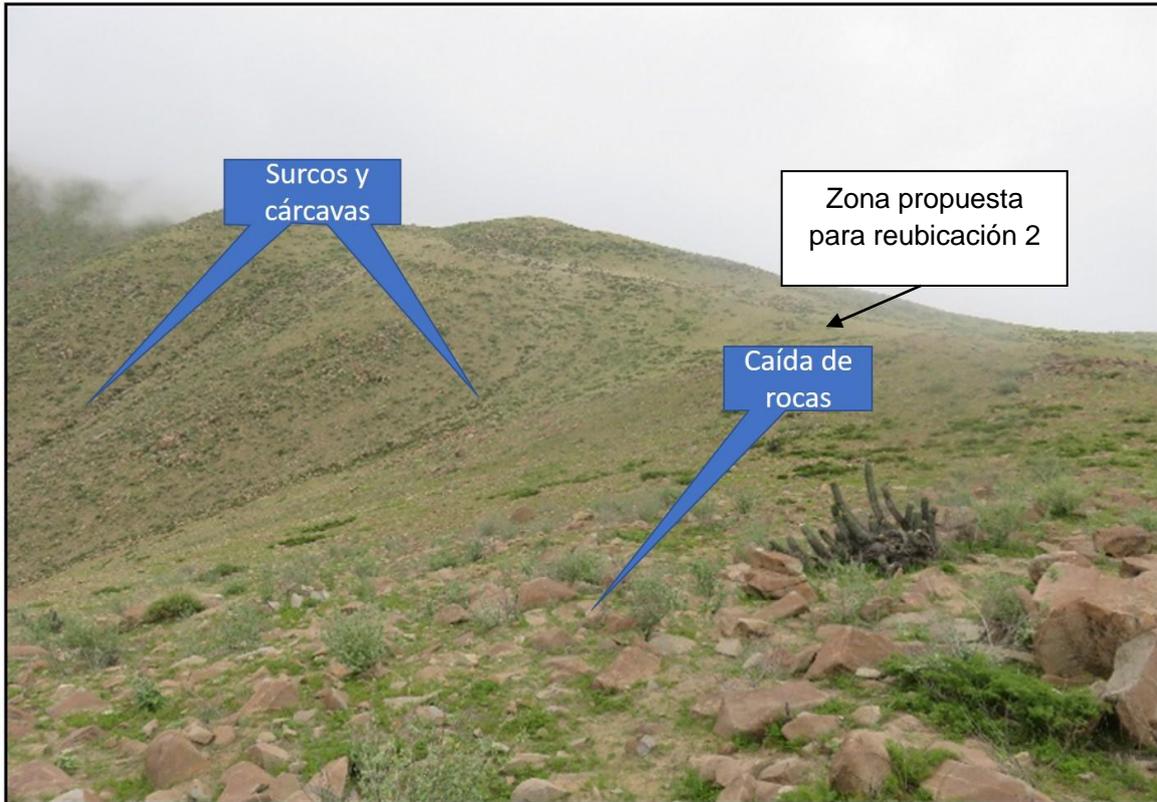


Figura 12. Se observa bloques caídos y la erosión de laderas en los alrededores de la zona propuesta para reubicación 2.

5.3 Deslizamiento

En la ladera oeste, colindando a los polígonos propuestos para reubicación 1 y 2, se observó la presencia de escarpes que corresponden a antiguos deslizamientos (figura 13 y 14).

En este sector se identificó suelos retrabajados, el terreno presenta pendiente entre 25° y 55°, esto permite que la masa inestable se desestabilice y se desplace cuesta abajo.

Las causas para la ocurrencia de estos procesos son:

- Rocas de mala calidad, conformadas por suelos retrabajados y tobas fracturadas.
- Pendiente del terreno, entre 25° a 55°.
- Deforestación en algunos sectores, que permite la infiltración de agua al subsuelo.
- Los suelos permiten la infiltración y retención del agua proveniente de la lluvia, con ello un aumento de peso de la masa inestable.

Los factores desencadenantes son las precipitaciones pluviales de diferentes periodos lluviosos y sismos.

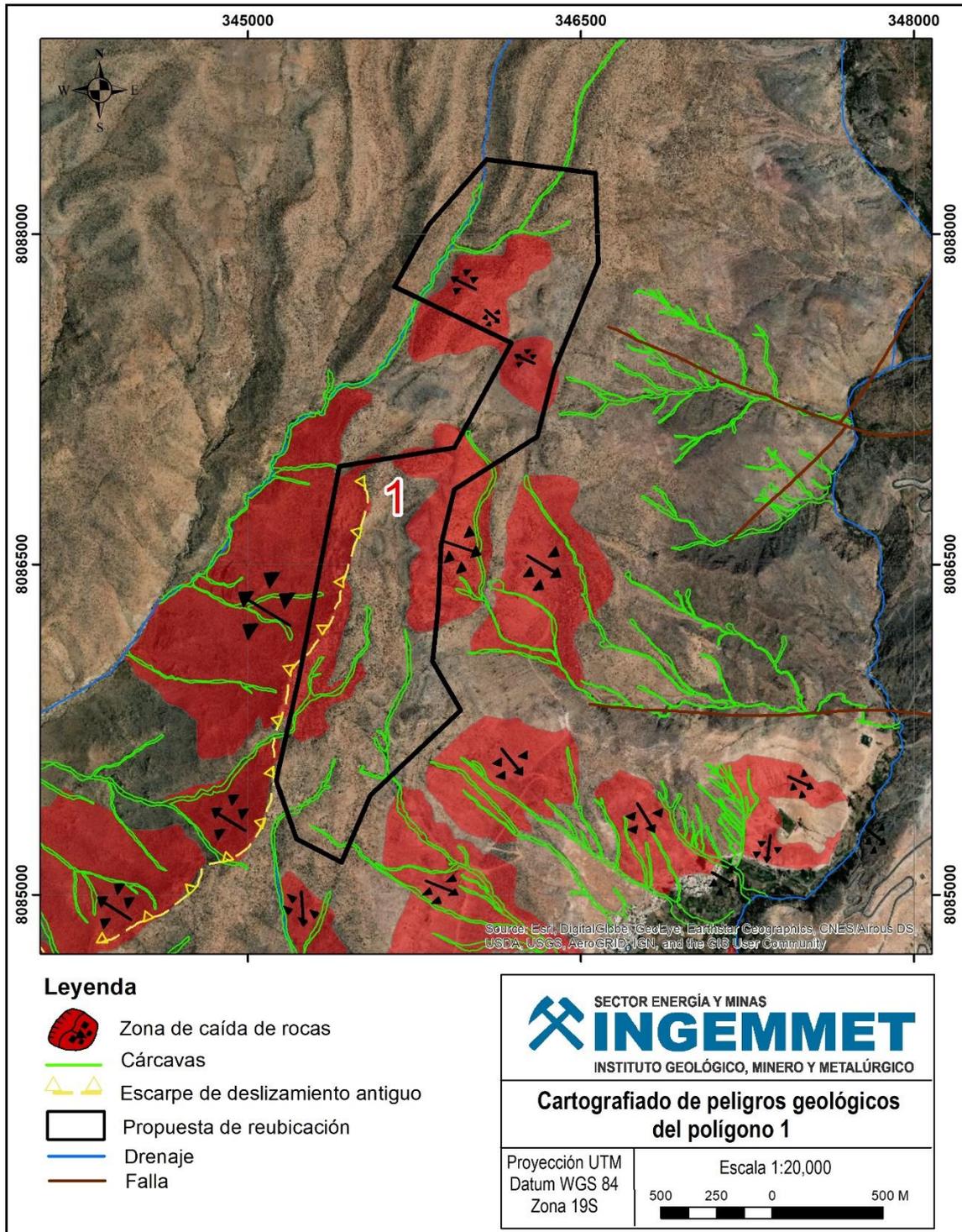


Figura 13. Muestra escarpes de deslizamientos antiguos, así como cárcavas y caídas de rocas que colindan al polígono 1.

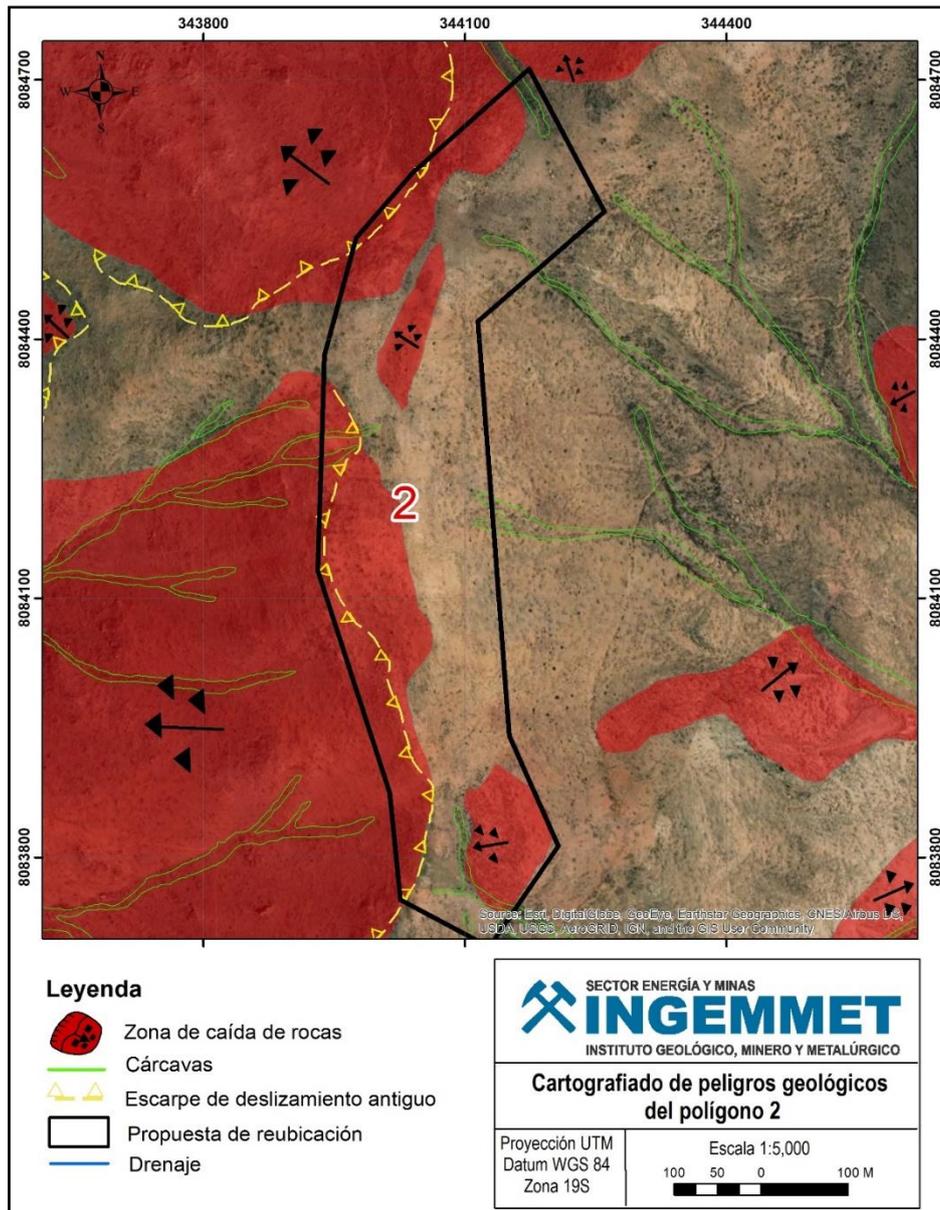


Figura 14. Muestra escarpes de deslizamientos antiguos, así como cárcavas y caídas de rocas que colindan al polígono 2.

6. ÁREAS DE REUBICACIÓN PROPUESTAS

Las áreas de reubicación propuestas por los moradores y las autoridades competentes del Centro Poblado de Borogueña, no reúnen las condiciones geológicas para ser ocupadas por viviendas, porque se encuentran al borde de la escarpa de un deslizamiento antiguo.

En caso que se dé una reactivación del deslizamiento en forma retrogresiva, afectaría las zonas propuestas. Además, en estos sectores se presenta caídas de rocas y erosión de laderas.

Por lo mencionado anteriormente las zonas propuestas **no son aptas** para la reubicación.

CONCLUSIONES

- a) Los procesos de movimientos en masa en el sector de Borogueña ocurre debido a las características de la roca (suelos retrabajados y tobas fracturadas), alto grado de inclinación de las laderas y fracturas a favor de la pendiente. Los factores desencadenantes son los sismos y precipitaciones pluviales intensas.
- b) En las áreas colindantes a los polígonos propuestas para reubicación por los interesados, se identificó varios procesos, como erosión de laderas, caída de rocas y escarpes de deslizamientos antiguos, esto evidencia que este sector es susceptible a ser afectado por procesos de movimientos en masa. **Por lo tanto, es una zona de peligro alto, no apto para reubicación.**
- c) Las pendientes dentro de los polígonos propuestos para reubicación, varían entre 1° hasta 15°; mientras que en las zonas colindantes a estos polígonos, las inclinaciones cambian abruptamente, a más de 25° que corresponde a escarpes de antiguos deslizamientos.

RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda a las autoridades competentes analizar la viabilidad de las áreas recomendadas por el INGEMMET, a fin de evaluar si son terrenos de terceros o si están libres y pueden solicitarse en uso al estado.
- b) Se recomienda tomar en consideración el informe técnico N° A6896 "Evaluación de peligros geológicos de los sectores propuestos para reubicación (Alto el Cairo, Nuevo Borogueña y Pampa Cuchillas)".
- c) Se recomienda que el área propuesta para reubicación del Centro Poblado Borogueña **es apta**. Este sector se ubica a 2 km al noreste del pueblo de Borogueña y tiene un área de 107,315.28 m². Geomorfológicamente se encuentra en una planicie de flujo piroclástico, con una pendiente menor de 3° y está compuesto por tobas soldadas de la Formación Toquepala.



Jessica Carolina Vela Valdez
Ingeniera Geóloga
CIP N° 215198



César Augusto Chacaltana Budiel
Director de Geología Ambiental y
Riesgo Geológico

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

De la Cruz, N., De la Cruz, O. (2000). "Memoria explicativa de la revisión geológica del cuadrángulo de Tarata 35-V". Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, INGEMMET.

Ingemmet & Electroperu (1994). Estudio Geovolcánico e inventario sistemático de manifestaciones geotermales del Lote Tutupaca. Ingemmet. Lima T 1-3.

Tosdal, R.M.; Farrar E, & Clark.A. H. (1981) K-Ar geochronology of the late Cenozoic volcanic rocks of the Cordillera Occidental, Southern Perú. J. Volcanologia Geotherm. Reserch., pp 157-173.

Vilchez, M., Luque, G. & Rosado, M. (2013). Estudio de riesgo geológico en la región Piura. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 52, 250 p., 9 mapas.