

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

**Opinión Técnica N° 6-2023**

# EVALUACIÓN DE PELIGROS VOLCÁNICOS DEL PARQUE ECOLÓGICO LAS ROCAS DE CHILINA

Departamento Arequipa  
Provincia Arequipa  
Distrito Alto Selva Alegre

Agosto  
2023

# **EVALUACIÓN DE PELIGROS VOLCÁNICOS DEL PARQUE ECOLÓGICO LAS ROCAS DE CHILINA**

Distrito Alto Selva Alegre, Provincia Arequipa, Departamento Arequipa

Elaborado por:

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET

*Equipo de investigación:*

*Nélida Manrique Llerena*

## **Referencia bibliográfica**

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2023). *Evaluación de peligros volcánicos del Parque Ecológico Las Rocas de Chilina. Distrito Alto Selva Alegre, provincia Arequipa, departamento Arequipa*. Lima: Ingemmet, Opinión Técnica 6-2023, 12 p.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. UBICACIÓN .....	3
2.1. Accesibilidad .....	3
2.2. Población .....	4
2.3. Clima .....	4
3. ANTECEDENTES .....	5
4. ANÁLISIS .....	6
4.1. Geomorfológico y geológico .....	6
4.2. Análisis de peligros volcánicos .....	6
4.3. Factores condicionantes .....	7
4.4. Factores desencadenantes .....	7
5. CONCLUSIONES .....	7
6. RECOMENDACIONES .....	8
7. BIBLIOGRAFIA .....	0
8. ANEXO .....	1

## TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Coordenadas del área evaluada por peligros volcánicos.....	3
<b>Tabla 2.</b> Ruta desde la Plaza de Armas de Arequipa al Parque Ecológico las Rocas de Chilina.....	4

## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, a través de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) y, su unidad funcional Observatorio Vulcanológico de INGEMMET - OVI, tiene como función estudiar e investigar las manifestaciones geológicas de los volcanes activos del país para conocer su comportamiento geológico. En ese sentido, como parte del proyecto “GA17F: Estudiar y evaluar los peligros asociados a los volcanes Chachani y Casiri” se contribuye, con las entidades gubernamentales en los tres niveles, mediante el estudio geológico y evaluación de peligros por origen volcánico.

Mediante Oficio N° 285–2023–IX MACREGPOLAQP–REGPOLAQP–DIVOPS–DEPUNESP–USEG–SECASEIE, de fecha 20 de marzo de 2023, la Sección de Investigación de Asuntos Sociales de la Unidad de Seguridad del Estado PNP, solicita una opinión técnica del “Parque Ecológico Las Rocas de Chilina” (distrito de Alto Selva Alegre, provincia y departamento de Arequipa), para determinar el tipo de peligros geológico que puede afectarle. La Dirección designó a la Ing. Nélide Manrique Llerena.

La presente opinión técnica se basa en la recopilación y análisis de la información existente de trabajos anteriores realizados por INGEMMET. Este documento se pone en consideración del Gobierno Regional de Arequipa, Municipalidad Distrital Alto Selva Alegre y entidades encargadas en la gestión de riesgo de desastres.

## 2. UBICACIÓN

El área de evaluación pertenece al distrito de Alto Selva Alegre, provincia y departamento de Arequipa (anexo, figura 3), delimitada por las coordenadas UTM WGS 84 – Zona 19S descrita en la tabla 1, y las coordenadas del punto central, ubicado a 13.6 km al oeste-suroeste del cráter del volcán Misti, fue proporcionado por la Unidad de Seguridad del Estado PNP de la municipalidad distrital Alto Selva Alegre.

**Tabla 1.** Coordenadas del área evaluada por peligros volcánicos.

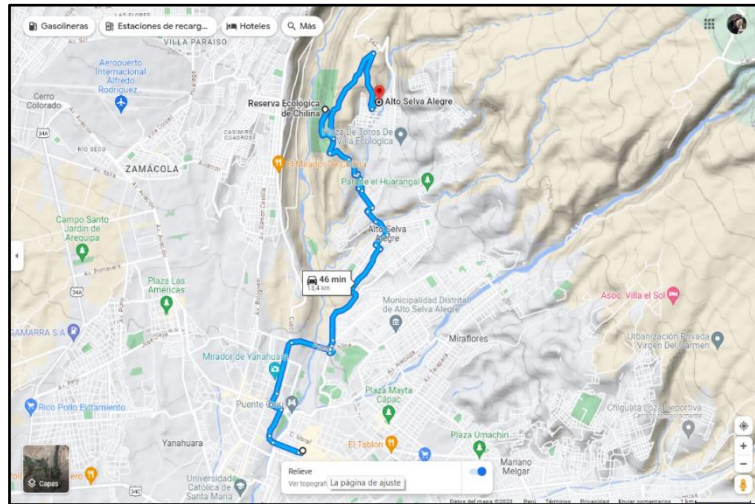
Punto N°	UTM – WGS 84 – ZONA 17S		Coordenadas decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	228956	8193784	-16.321795°	-71.536723°
2	230850	8193786	-16.322001°	-71.519008°
3	230849	8189438	-16.361250°	-71.519507°
4	228957	8189438	-16.361034°	-71.537218°
<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b>				
<i>Punto central</i>	230371	8191428	-16.343213°	-71.523758°

### 2.1. Accesibilidad

El acceso al Parque Ecológico Las Rocas de Chilina es por vía terrestre, partiendo desde la Plaza de Armas, dirigiéndose por la Calle Pte. Bolognesi, seguidamente por la Av. La Recoleta hasta llegar carretera denominada Av. Chilina, para luego continuar por la trocha Villa Militar, Valle de Chilina, Bosque de Chilina y se sigue por camino de herradura hasta el Parque Ecológico (tabla 2 y figura 1).

**Tabla 2.** Ruta desde la Plaza de Armas de Arequipa al Parque Ecológico las Rocas de Chilina.

Recorrido	Ruta	Tiempo
Plaza de Armas de Arequipa al Parque Ecológico de las rocas de Chilina	C. Pte. Bolognesi –Beatero – La Recolecta – Av. Recolecta – Quesada – C. Alfonso Ugarte – Puente Chilina – Puente Mariano Melgar Valdivieso – Av. Chilina – Melgar – Jirón Leoncio Prado – Calle 542.	28 min



**Figura 1.** Ruta de acceso desde la Plaza de Armas de Arequipa hasta el Parque Ecológico Las Rocas de Chilina (en celeste), y coordenada proporcionada por la Unidad de Seguridad del Estado PNP, susceptible a invasores de terreno (en rojo). **Fuente:** Google Maps.

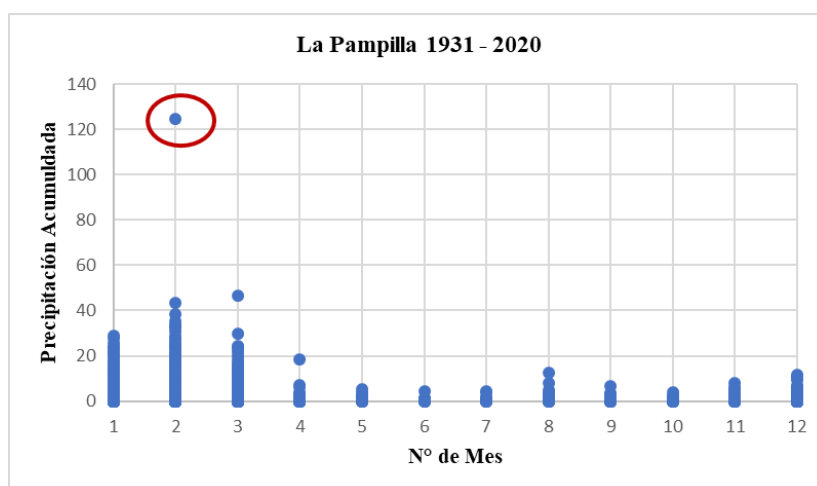
## 2.2. Población

De acuerdo a la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas o Censo peruano 2017 (INEI, 2018), el distrito de Alto Selva Alegre tiene una población de 85870, distribuidos en viviendas particulares y colectivas.

## 2.3. Clima

Según el método de clasificación climática de Warren Thornthwaite (SENAMHI, 2020), la zona de evaluación posee un clima Árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año, templado (E (d) B’); con una temperatura máxima promedio entre 19°C a 31°C y una temperatura mínima promedio entre 3°C a 21°C. En el distrito de Alto Selva Alegre el periodo de precipitaciones ocurre entre los meses de diciembre a marzo (época húmeda) y durante los meses de abril a noviembre hay ausencia de las mismas (época seca). Según la información disponible del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), en la estación La Pampilla entre los años 1931 al 2020 (Figura 2), muestra que en se ha registrado el 08 de febrero del 2013 una precipitación máxima de 125 mm.





**Figura 2.** Histograma de precipitación diaria de la estación La Pampilla. **Fuente:** SENAMHI

### 3. ANTECEDENTES

Entre los principales estudios referenciales adaptado para el área de evaluación, se puede mencionar:

- A. En el informe técnico N° A 6761: Inspección geológica de la margen izquierda del río Chili, sector Parque Ecológico, distrito de Alto Selva Alegre, provincia y región de Arequipa (INGEMMET, 2017); concluyen que el sector Parque Ecológico se ubica en una zona de moderado peligro volcánico, es decir, en caso de una eventual erupción del volcán Misti, puede ser afectada por lluvia de ceniza y pómez, y en menor medida por flujos y oleadas piroclásticas.
- B. En el boletín N° 60 serie C: Geología y Mapa de peligros de volcán Misti (Mariño et al., 2016); se reconocieron los principales peligros en el volcán Misti, las cuales son generados por caída de ceniza y pómez, lahares, flujos piroclásticos, flujos de lava y avalancha de escombros. Teniendo en cuenta seis escenarios, elaboraron mapas de peligros múltiples (emplazamiento de flujos y oleadas piroclásticas, flujos de lava, proyectiles balísticos, lahares y avalancha de escombros), mapa de peligros por caída de ceniza, y mapa de peligros por flujos de barro o lahar.
- C. La opinión técnica: Informe preliminar de riesgos realizados en el agrupamiento de familias Villa Confraternidad Zona "A", distrito de Alto Selva Alegre, Arequipa (INGEMMET, 2021); concluyen que se debe considerar la existencia de mucho material de desmonte en las quebradas, puesto que incrementa el riesgo de inundación.
- D. La opinión técnica: Informe de evaluación de riesgos en el ámbito de influencia del volcán Misti en las partes altas del distrito de Alto Selva Alegre, Arequipa (INGEMMET, 2021); sugieren que se tenga en cuenta la metodología de encausamiento en quebradas susceptibles a ocurrencia de lahares (limpieza, construcción de diques, etc.) en medidas de mitigación estructural.
- E. En el informe técnico: Los peligros volcánicos del Misti y breve evaluación de riesgos en el distrito de Alto Selva Alegre, Arequipa (INGEMMET, 2007); concluyen que el Misti es un volcán joven y activo que durante los últimos dos mil años ha presentado

por lo menos 4 erupciones. La última erupción se registró en el siglo XV, el cual tuvo una magnitud baja a moderada y las cenizas a cubrir el área de Arequipa.

- F. En el informe técnico: Evaluación de peligros geológicos en el distrito de Alto Selva Alegre (INGEMMET, 2020); concluyen que según el mapa de peligros múltiples del volcán Misti, las viviendas del distrito de Alto Selva Alegre, se encuentran en zona de alto y moderado peligro, las cuales pueden ser severamente afectadas por caída de ceniza y piedra pómez, flujos y oleadas piroclásticas, flujos de barro (lahares), avalanchas de escombros y flujos de lava.
- G. En el informe técnico: Evaluación de peligros geológicos en la quebrada El Pato, Tramo Villa Confraternidad (Zonas A, B, C y D) (INGEMMET, 2019); concluyen que los cauces de las quebradas afluentes a la quebrada “El Pato” han sido rellenadas con material sólido como fragmento de roca, y están siendo ocupados por viviendas que pueden ser afectadas por peligros volcánicos y movimientos en masa.

#### 4. ANÁLISIS

##### 4.1. Geomorfológico y geológico

En el punto de central se identificó la unidad geomorfológica de colinas que tienen entre 50 y 200 m de altura, pendiente mediana a fuerte (20 a 40°) y están surcadas por quebradas poco profundas. Está formada por depósitos de avalanchas de escombros de los volcanes Misti y Pichu Pichu, que forman colinas cónicas o hummocks asociadas a la presencia de megabloques de rocas (Mariño et al., 2016).

En las áreas aledañas, en los tramos finales de las quebradas que descienden del volcán Misti, se observa una zona de abanico aluvial, el cual es una planicie de poca pendiente (~20°), surcada por quebradas que frecuentemente poseen menos de 10 m de profundidad, y se formaron por sucesivas acumulaciones de lahares. Asimismo, aflora flujos de lava de volcán Chachani de hace 833 Ka, depósitos de caída y flujos piroclásticos de bloque y ceniza cubiertos por caída piroclástica del volcán Misti (Mariño et al., 2016; anexo, figura 4).

Por otro lado, en el punto central aflora la ignimbrita Aeropuerto, posee espesores que varían entre 5 a 100 m, conformado dos facies; una inferior de color blanco grisáceo, bastante consolidada y una superior de color rosado, no consolidado.

##### 4.2. Análisis de peligros volcánicos

De acuerdo al Mapa de Peligros Múltiples del Volcán Misti (Mariño et al., 2016; anexo 3, Figura 4) el área de evaluación se encuentra en las zonas de alto, moderado y bajo peligro volcánico. Además, el **punto central** se encuentra en la **zona de alto peligro volcánico** (Mariño et al., 2016; anexo 3, Figura 5)

**La Zona de alto peligro (color rojo):** Puede ser severamente afectada por lluvias de ceniza y piedra pómez, oleadas piroclásticas, flujos de barro (lahares), avalanchas de escombros y/o flujos de lava generado durante una erupción del Misti, aunque estos últimos no llegarían a la ciudad. La zona de mayor peligro, debido a su cercanía al volcán y sus características geomorfológicas muestran que cualquier tipo de erupción la puede afectar, inclusive las de baja magnitud, como la ocurrida en el siglo XV que tuvo un IEV 2, y que se estima suceden cada 500 a 1500 años.

La **Zona de moderado peligro (color anaranjado)**: Puede ser afectado por lluvias ceniza y piedra pómez, flujos piroclásticos, lahares, a excepción de flujos de lava que no llegarían al punto central por su alta viscosidad. Esta zona puede ser afectada durante erupciones como las producidas hace 2050 y 11000 años. Erupciones de esta magnitud suceden cada 2000 a 4000 años.

La **Zona de bajo peligro (color amarillo)**: Es la zona más alejada del volcán y por tanto la de menor peligro. Puede ser afectada por flujos de lahares, oleadas y caídas piroclásticas de pómez y/o ceniza, pero sólo en erupciones de magnitud muy alta (IEV igual o mayor de 5), como las ocurridas hace 13,600 años y 33,000 años, que emplazaron voluminosos flujos piroclásticos (ignimbritas). La frecuencia de este tipo de eventos es baja y se estima que ocurren cada 7,000 a 15,000 años.

#### 4.3. Factores condicionantes

➤ **Factor geomorfológico y pendiente del terreno**

El punto central en el distrito de Alto Selva Alegre se ubica principalmente en la geoforma de colinas cónicas o hummocks típicos de depósitos de avalancha de escombros. Las cuales presentan entre 50 y 200 m de altura, mediana pendiente (20 a 40°) y están surcadas por quebradas poco profundas (Mariño et al., 2016).

➤ **Factor litológico**

Presencia de la ignimbrita Aeropuerto de Arequipa el cual es un depósito de flujo piroclástico de pómez y ceniza, no soldado (Paquereau et al., 2006). Por su bajo grado de consolidación representan una fácil remoción por acción hídrica.

➤ **Factor antrópico**

La ocupación urbana no planificada ubica las infraestructuras cerca de cauces de las quebradas y sobre los depósitos de ignimbrita de bajo grado de consolidación y de meteorización moderada.

➤ **Proximidad de volcán**

El punto central se ubica a 13.6 km del cráter en dirección suroeste, y según el mapa de peligros múltiples del volcán Misti (Mariño et al., 2016) muestra que encuentra en la zona de alto peligro.

#### 4.4. Factores desencadenantes

➤ **Precipitaciones pluviales intensas, estacionales y/o excepcionales**

Son factores que pueden desencadenar flujo de detritos (lahares), las cuales son características del sector.

Los registros históricos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), mediante la estación La Pampilla señala que las precipitaciones máximas pueden llegar a 124.5 mm, precipitación intermedia de 50 mm y la precipitación mínima de 30 mm según los registros entre 1931 al 2020 (Figura 2).

➤ **Incremento de la actividad volcánica**

La recurrencia eruptiva del volcán Misti muestra que este volcán presenta erupciones de tipo subpliniana (cada 2000 a 4000 años) o vulcaniana (cada 500 a 1500 años) (Mariño et al., 2016).

## 5. CONCLUSIONES

1. El área de evaluación, que incluye el punto central, con base al mapa de peligros múltiples del volcán Misti se encuentra en la **zona de alto y moderado peligro**

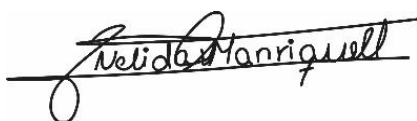


**volcánico**, es decir sería afectada por lluvias de ceniza y piedra pómez, oleadas piroclásticas, flujos de barro (lahares) y avalanchas de escombros.

2. El área evaluada podría verse afectada, inclusive por erupciones de baja magnitud, como la ocurrida en el siglo XV que tuvo un IEV 2, y que se estima suceden cada 500 a 1500 años; asimismo, por erupciones de magnitud grande (IEV 3 – 4) como las producidas hace 2050 y 11000 años, que suceden cada 2000 a 4000 años.
3. El peligro volcánico en el área de evaluación que incluye el punto central, está condicionado principalmente por factores antrópicos y la proximidad del volcán.
4. Con base a las condiciones geológicas, geomorfológicas y desde el punto de vista de peligros volcánicos, el área de evaluación que incluye el punto central se considera de **Peligro Moderado y Alto**.

## 6. RECOMENDACIONES

1. Las autoridades no deben permitir el asentamiento de viviendas en la zona alto peligro volcánico, porque pueden verse afectadas por lahares, lluvias de ceniza y piedra pómez y flujos piroclásticos. Cabe resaltar que los lahares también ocurren en épocas de lluvias.
2. La recurrencia eruptiva del volcán Misti muestra que ha presentado erupciones de tipo subpliniana (cada 2000 a 4000 años) o vulcaniana (cada 500 a 1500 años), por lo que se recomienda no realizar infraestructura alguna dentro de los polígonos de zona de alto peligro.
3. La población debe mantenerse informado con base a la información proporcionada por el Observatorio Vulcanológico del INGEMMET (OVI) sobre la actividad del volcán Misti, para tomar medidas de prevención y reducir los riesgos.
4. Las autoridades deben implementar acciones de mitigación de los peligros geológicos, dirigida a la población que habita las zonas de moderado y alto riesgo volcánico.



Ing. Nélida Manrique Llerena



ING. JERSY MARIÑO SALAZAR  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

## 7. BIBLIOGRAFIA

INEI (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017*. Instituto Nacional de Estadística e Informática. [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1541/index.htm](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1541/index.htm)

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021). *Informe de evaluación de riesgos en el ámbito de influencia del volcán Misti en las partes altas del distrito de Alto Selva Alegre, Arequipa*. Lima: Ingemmet, Opinión Técnica 002, 12p.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2021). *Informe preliminar de riesgos realizados en el agrupamiento de familias Villa Confraternidad Zona "A", distrito de Alto Selva Alegre, Arequipa*. Lima: Ingemmet, Opinión Técnica 003, 10p.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2019). *Evaluación de peligros geológicos en la quebrada El Pato, Tramo Villa Confraternidad (Zonas A, B, C y D) provincia y región de Arequipa*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A6912, 33p.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). *Evaluación de peligros geológicos en el distrito de Alto Selva Alegre, provincia y región de Arequipa*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7011, 32p.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2007). *Los peligros volcánicos del Misti y breve evaluación de riesgos en el distrito de Alto Selva Alegre, Arequipa*. Lima: Ingemmet, 27p.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). *Inspección geológica de la margen izquierda del río Chili, sector Parque Ecológico, distrito de Alto Selva Alegre, provincia y región de Arequipa*. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A6761, 27p, 13p

Mariño, J.; Rivera, M.; Jean-Claude Thouret & Macedo, L. (2016). *Geología y mapa de peligros del volcán Misti, INGEMMET*. Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 60, 170 p., 2 mapas.

Paquereau, P.; Thouret, J.-C.; Wörner, G. & Fornari, M. (2006). *Neogene and Quaternary ignimbrites in the area of Arequipa, southern Peru: stratigraphical and petrological correlations*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 154(3-4): 251-275.

SENAMHI (2020). Climas del Perú. Mapa de Clasificación Climática Nacional. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>

## 8. ANEXO

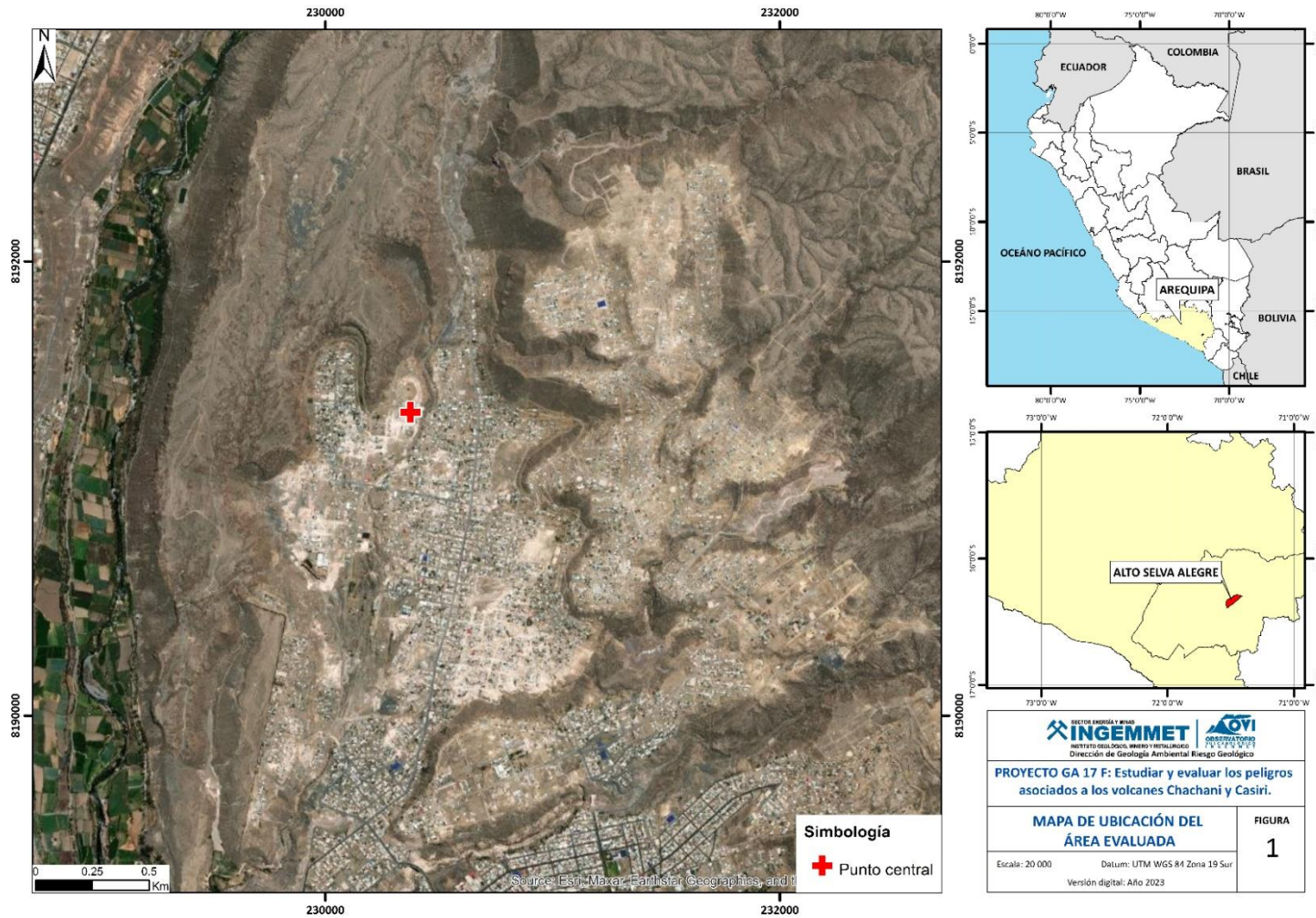


Figura 3. Ubicación del área evaluada.



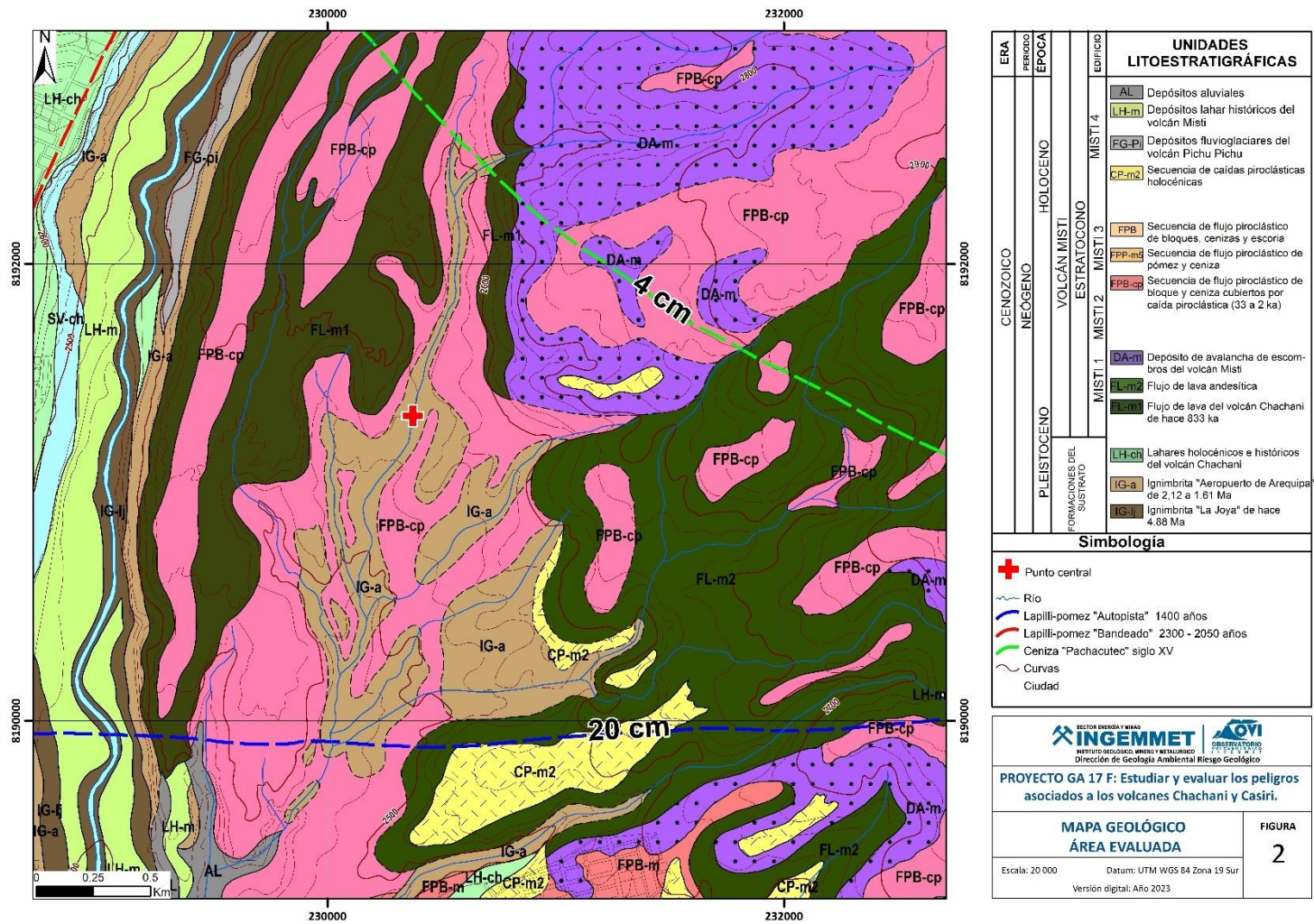


Figura 4. Geología del área evaluada.

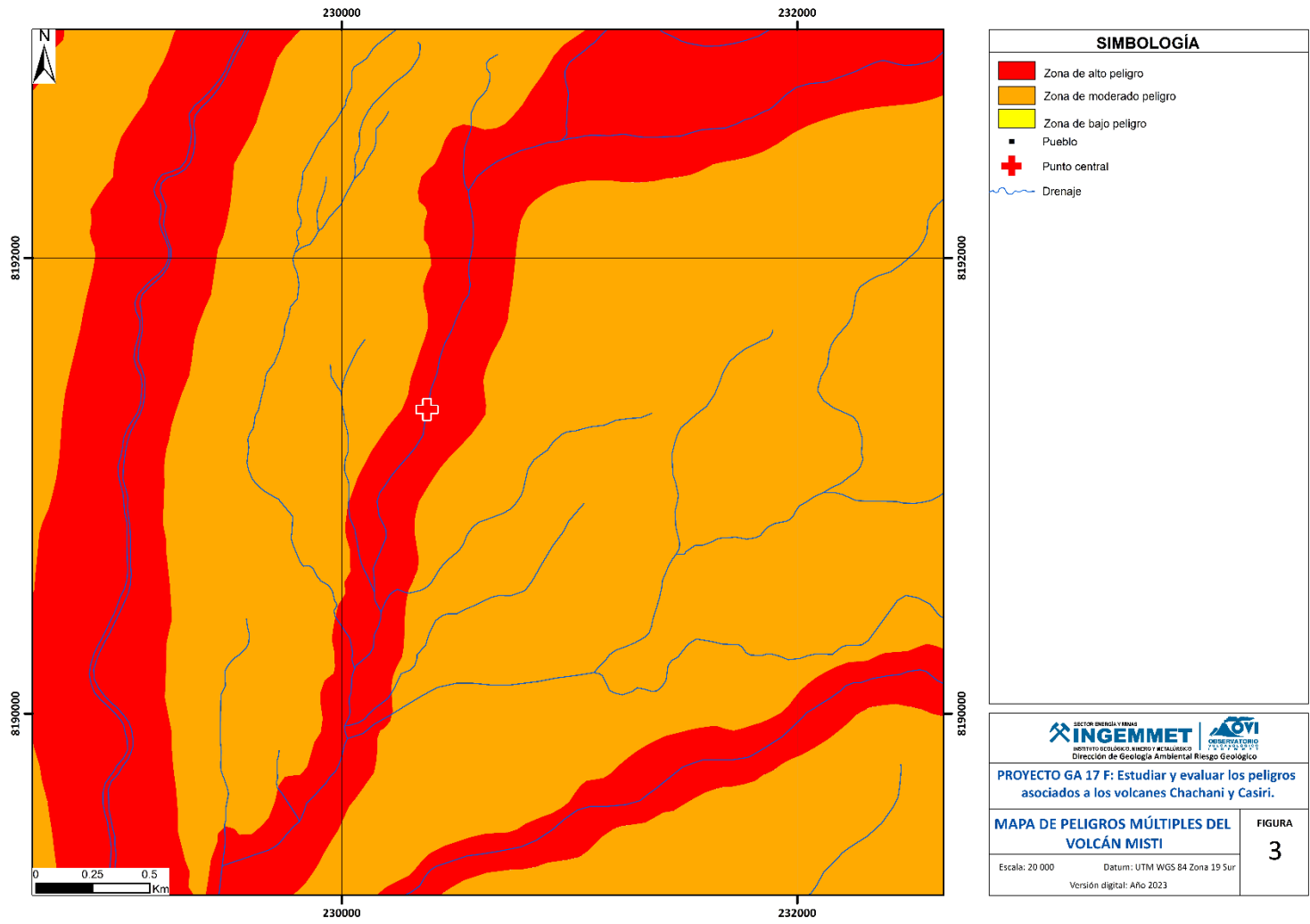


Figura 5. Peligros múltiples del área evaluada.