

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

**Opinión Técnica N° 9-2024**

# PELIGROS GEOLÓGICOS POR FLUJOS DE TIERRA Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO EN EL CENTRO POBLADO MENOR DE ARCATA

Departamento Arequipa  
Provincia Condesuyos  
Distrito Cayarani



Marzo  
2024

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. DEFINICIONES .....</b>	<b>4</b>
<b>3. UBICACIÓN .....</b>	<b>4</b>
<b>4. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES.....</b>	<b>5</b>
<b>5. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS .....</b>	<b>5</b>
<b>6. PELIGRO GEOLÓGICO.....</b>	<b>6</b>
<b>7. RESPONSABILIDAD INSTITUCIONAL EN EL PROCESO DE GESTIÓN DE RIESGOS .....</b>	<b>7</b>
<b>8. EXPEDIENTE PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO EN EL CENTRO POBLADO DE ARCATA.....</b>	<b>7</b>
<b>9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>10</b>
<b>10. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>11</b>
<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>12</b>

## OPINIÓN TÉCNICA

### “PELIGROS GEOLÓGICOS POR FLUJOS DE TIERRA Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO EN EL CENTRO POBLADO MENOR DE ARCATA”

(Distrito Cayarani, Provincia Condesuyos, Región Arequipa)

#### 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET, ente técnico-científico, desarrolla a través de los proyectos y actividades de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT11)”, contribuyendo de esta manera, con las entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Mediante oficio N° 140-2024-GRA/GRGRD, la Gerencia Regional de Gestión de Riesgo de Desastres del Gobierno Regional de Arequipa, solicita la emisión de una opinión técnica sobre la medida de mitigación del riesgo detallado en el expediente técnico “Creación de los servicios de protección en ribera de las quebradas vulnerables ante el peligro en taludes en el centro poblado de Arcata, distrito de Cayarani de la provincia de Condesuyos del departamento de Arequipa”. La propuesta descrita en el expediente técnico, fue elaborada en parte como respuesta a las conclusiones señaladas en el Informe Técnico N° A7152, Evaluación de peligros geológicos por flujo de tierra e inundación fluvial en el centro poblado menor de Arcata”, emitido por el INGEMMET.

Esta opinión técnica, es elaborada en base a las conclusiones y recomendaciones planteadas en los informes:

- Informe Técnico N° A7152: Evaluación de peligros geológicos por flujo de tierra e inundación fluvial en el Centro Poblado menor de Arcata, distrito de Cayarani, provincia Condesuyo, región Arequipa.
- Informe Técnico N° A7232, Evaluación de peligros geológicos en el sector Cruz Pata, propuesto para la reubicación del centro poblado menor de Arcata. Distrito de Cayarani, provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa.
- Expediente técnico “Creación de los servicios de protección en ribera de las quebradas vulnerables ante el peligro en taludes en el centro poblado de Arcata, distrito de Cayarani de la provincia de Condesuyos del departamento de Arequipa.

Los informes técnicos elaborados por INGEMMET y mencionados en este documento, están basados en información cartográfica y de evaluación de peligros por movimientos en masa que fueron corroborados con 02 salidas de campo, por lo que la información presentada en ellos, es pertinente.

## 2. DEFINICIONES

### **Peligro**

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

### **Vulnerabilidad**

Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. Igualmente, se puede manifestar que, es el grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser: física, social, económica, cultural, institucional y otros.

### **Riesgo**

Es la estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y un área conocida. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad. El riesgo es una condición latente que, al no ser modificada o mitigada a través de la intervención humana o por medio de un cambio en las condiciones del entorno físico-ambiental, anuncia un determinado nivel de impacto social y económico hacia el futuro, cuando un evento físico detona o actualiza el riesgo existente.

## 3. UBICACIÓN

Es el centro poblado menor de Arcata se ubica en el distrito de Cayarani, provincia de Condesuyos y departamento Arequipa, en las coordenadas siguientes:

**Tabla 1.** Coordenadas de la zona evaluada en el centro poblado de Arcata.

Punto	UTM - WGS84 - Zona 19S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	791911	8336211	15° 1'59.70" S	72°17'6.61" O
2	793633	8336182	15° 1'59.18" S	72°16'9.15" O
3	793613	8334399	15° 2'57.60" S	72°16'9.04" O
4	791894	8334420	15° 2'57.63" S	72°17'6.57" O
<b>COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL</b>				
Punto Central	792814	8335337	15° 2'27.43" S	72°16'36" O

#### 4. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES

- a) Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). Evaluación de peligros geológicos por flujo de tierra e inundación fluvial en el Centro Poblado menor de Arcata, distrito de Cayarani, provincia Condesuyo, región Arequipa. Informe Técnico N° A7152. Indica que, los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el área evaluada comprenden: **flujo de tierras, derrumbes, caída de rocas; avalancha de detritos, y deslizamientos**, asimismo, se han observado procesos de **erosión de ladera, tipo cárcavas, y peligro por inundación**.

El Centro Poblado Menor de Arcata, es considerada **zona crítica** y de **Peligro Muy Alto**, el sector puede ser afectados por flujo de tierra, que pueden ocurrir en la temporada de lluvias. Además, en el sector se pueden generar **nuevas reactivaciones de los deslizamientos, caída de rocas y peligros por inundación**.

Con base en la evaluación de peligros, recomienda la “reubicación de las viviendas del Centro Poblado Menor de Arcata, a un lugar en el que no se observe perturbaciones geológicas e hidrometeorológicas”.

- b) Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). Evaluación de peligros geológicos en el sector Cruz Pata, propuesto para la reubicación del centro poblado menor de Arcata. Distrito de Cayarani, provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa. Informe Técnico N° A7232. Indica que, el sector Cruz Pata, es considerada de **Peligro Bajo**, sin embargo, se han encontrado procesos de erosión de laderas (cárcavas) y derrumbes en las márgenes del río Huisca Huisca, identificados en dos y cinco sectores respectivamente los cuales se pueden ser controlados por medidas correctivas.

Con base en la evaluación de peligros geológicos, se concluye que, el sector Cruz Pata es apta para la reubicación del centro poblado menor de Arcata. El grado de peligrosidad se mantendrá en bajo, siempre en cuando no se alteren las condiciones normales del terreno y no impacten la zona, generando inestabilidad.

#### 5. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

En el centro poblado menor de Arcata, afloran rocas de la Formación Alfabamba, conformado por depósitos de ignimbritas (flujos piroclásticos extensos) y lavas andesíticas del Grupo Barroso, cubiertas por unidades cuaternarios no consolidados consistentes en depósitos morrénicos, aluviales, coluviales y proluviales.

El centro poblado se encuentra en una superficie llana a suavemente inclinada al pie de laderas con pendientes muy fuertes y acantilados formados por rocas volcánicas. También, se observan abanicos formados por flujos de tierra.

El detalle de las características geológicas y geomorfológicas de la zona en la

que se asienta el centro poblado menor de Arcata, están descritas en texto y los mapas que componen el Informe Técnico N° A7152.

## 6. PELIGRO GEOLÓGICO

Los peligros geológicos reconocidos en el área evaluada corresponden a **movimientos en masa de tipo, flujo de tierras, caída de rocas, avalancha de detritos, derrumbe y deslizamiento**. Abajo se resume las observaciones señaladas en el Informe Técnico N° A7152.

- En el Centro Poblado Menor de Arcata, se aprecian cuatro flujos de tierra antiguos, no canalizados que se originaron en la ladera derecha del valle. En el punto de arranque de los flujos de tierra, se aprecian cicatrices de rotura con forma semicircular. El depósito del flujo de tierra posee un espesor de más de 5 m no presenta gradación, es de tipo matriz soportada; se observan componentes volcánicos de lapilli de pómez retrabajada, bloques erráticos de naturaleza ignimbrítica de hasta 40 cm, de color gris blanquecino; los componentes mencionados se encuentran englobados en una matriz de ceniza retrabajada de color gris oscuro y limos. El depósito se encuentra inconsolidado y muy saturado de agua, siendo fácil de erosionar.
- Los derrumbes se presentan a lo largo del río que une las lagunas Huisca Huisca y Arcata. En ambos márgenes, afloran depósitos de flujos piroclásticos, localmente llamado sillar; los cuales se presentan moderadamente meteorizadas y medianamente fracturadas; la erosión fluvial, socaba las bases de ambos márgenes, dejándolos sin soporte.
- La caída de rocas en el centro poblado menor de Arcata, ocurre en los acantilados ubicados en la parte alta de la zona urbana; donde las pendientes son mayores a 45°.
- Los procesos de movimientos en masa de tipo avalancha de detritos, se desarrollaron en laderas ubicadas al suroeste del centro poblado de Arcata. Este tipo de procesos aporta material suelto removible en el cauce de las quebradas por efectos de la lluvia y escorrentía.
- Los procesos de erosión de ladera de tipo cárcavas en el centro poblado menor de Arcata, se presentan en las laderas compuestas por depósitos coluviales de antiguas ocurrencias de movimientos en masa. Las cárcavas poseen hasta 4 m de ancho y entre 1 a 2 m de profundidad.
- A 800 m al suroeste del Centro Poblado Menor de Arcata, se aprecia una cicatriz, de más de 5 km de longitud. En las observaciones de imágenes satelitales se evidencia una depresión con forma de herradura, que corresponde al deslizamiento Arcata. La corona y el salto de escarpe, no se observan nítidamente debido a los procesos de erosión y meteorización que afectó el lugar.
- A 2 km al noroeste del centro poblado menor de Arcata, se aprecia una cicatriz, de 1.5 km de longitud. Según las imágenes satelitales se evidencia una depresión con forma no definida, que corresponde al deslizamiento Huisca

Huisca. La corona y el salto de escarpe, no se observan nítidamente debido a los procesos de erosión y meteorización que afectó el lugar.

- El peligro por inundación fluvial es latente y recurrente en el centro poblado menor de Arcata, a causa del desborde de las aguas de las represas Arcata y Huisca Huisca, en temporada de lluvias.

## 7. RESPONSABILIDAD INSTITUCIONAL EN EL PROCESO DE GESTIÓN DE RIESGOS

La Ley N° 29664 – Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), establece que, es responsabilidad de las **Entidades Técnico Científicas**, proporcionar información a los tres niveles de gobierno, relacionada a registros administrativos (base de datos, boletines, estudios, informes, investigaciones, otros) orientados a los peligros, vulnerabilidades y riesgos. Además, brindar apoyo técnico a los tres niveles de gobierno para la identificación y caracterización de los peligros, de acuerdo a sus competencias. En este contexto, el INGEMMET, realiza la evaluación, monitoreo y elaboración de mapas de **peligros geológicos**.

Cumpliendo con su responsabilidad, el INGEMMET, realizó la evaluación de los peligros geológicos en la zona del centro poblado de Arcata, concluyendo que esta se encuentra asentada en una **zona de muy alto peligro** por flujos de tierra. En el Informe Técnico N° A7152, el INGEMMET recomendó la reubicación del centro poblado de Arcata, a partir de la **evaluación de peligros**; sin embargo, la evaluación para el reasentamiento debe ser realizada en base a los resultados de una **evaluación de riesgos (EVAR)**, y siguiendo la normatividad para estos procedimientos.

Según la Ley N° 29869 - Ley de reasentamiento poblacional para zonas de muy alto riesgo no mitigable, corresponde a la municipalidad provincial o distrital, según corresponda, realizar el **estudio técnico para la identificación y declaración de la zona de muy alto riesgo no mitigable**, siguiendo los lineamientos dictados por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). **La declaración de una zona de muy alto riesgo no mitigable, es realizada por acuerdo de concejo**. Una zona de muy alto riesgo no mitigable, es aquella donde existe la probabilidad de que la población o sus medios de vida sufran daños o pérdidas a consecuencia del impacto de un peligro, y que la implementación de medidas de mitigación resulta de mayor costo y complejidad que llevar a cabo la reubicación de las viviendas y equipamiento urbano respectivo.

## 8. EXPEDIENTE PARA LA MITIGACIÓN DEL RIESGO EN EL CENTRO POBLADO DE ARCATA

Se realizó una revisión del expediente técnico “Creación de los servicios de protección en ribera de las quebradas vulnerables ante el peligro en taludes en el centro poblado de Arcata, distrito de Cayarani de la provincia de Condesuyos del departamento de Arequipa”, realizado por el Ing. José Luis Bellido Marrón, sobre el cual se señala lo siguiente:

El expediente consta de 02 tomos, haciendo un total de 28 capítulos. El documento indica que, “los procesos de erosión de suelos y rocas de la parte alta del Centro Poblado de Arcata se encuentran generando riesgo de deslizamientos y caída de rocas, que afectarán directamente a la población asentada en el cono de deyección. En épocas de lluvia se acrecienta el caudal de infiltración, el mismo que satura el material del talud, provocando deslizamientos que pueden afectar la salud y la integridad de los habitantes del centro poblado”. Las mismas observaciones fueron señaladas en el Informe Técnico N° A7152, por tanto, se presume que, las obras propuestas en el expediente tienen el objetivo de mitigar los impactos causados por el deslizamiento y la caída de rocas. Además, el documento señala que uno de los objetivos es “eliminar el riesgo de deslizamiento de tierras, a través de la estabilización de talud y la construcción de subdren a lo largo de la ladera...”.

El documento contiene información detallada sobre el proyecto, especificaciones técnicas, presupuesto de obra, análisis de costos unitarios, estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio de impacto ambiental, entre otros. En este aspecto, el INGEMMET **no tiene competencia** para emitir una opinión técnica. Sin embargo, se realizan algunos alcances sobre los capítulos 23 y 24.

El resumen ejecutivo del capítulo 23, sobre el estudio de mecánica de suelos, señala que, la localidad se encuentra en una **zona de riesgo alto frente a movimientos en masa, aunque no hace referencia a una evaluación de riesgos**. Se indica que se realizó una exploración geotécnica a través de 06 calicatas que permitieron identificar dos tipos de suelos clasificados como terrenos naturales de compacidad normal. El resumen finaliza indiciando que “**las características adecuadas del suelo y la no evidencia de peligrosidad geológica hacen viable la ejecución del proyecto desde el aspecto geotécnico-geológico**”. Las afirmaciones en este capítulo son contradictorias, puesto que, se indica que la zona se encuentra en un nivel de riesgo alto por movimientos en masa, y al mismo tiempo indica que no se evidencia una peligrosidad geológica. **Cabe señalar que, una evaluación de riesgos geológicos tiene como base, la evaluación de peligros** (evaluación de la existencia de un fenómeno natural con potencial de causar daño); una vez identificado y evaluado el peligro, se procede a analizar la vulnerabilidad, y posteriormente se evalúa el riesgo, siguiendo la normativa vigente.

El capítulo 24, sobre el estudio geológico realizado por el Ing. Claudio Taco Mamani, confirma los peligros geológicos por movimientos en masa identificados por el INGEMMET y descritos en el Informe Técnico N° A7152. El expediente, muestra la estratigrafía en las calicatas, la cual muestra información valiosa para el entendimiento de la geología local. Según las mediciones de espesores de los depósitos encontrados en las calicatas, se determina que, en algunas zonas del cono de deyección los depósitos detríticos no consolidados (arcillas, arenas limosas y gravas) superan los 4 m de profundidad; mientras que, en otras zonas, estos materiales sueltos alcanzan entre 2.5 y 3 m de espesor, encontrando a esa profundidad, afloramientos rocosos (rocas volcánicas ignimbríticas) de la Formación Alfabamba. Se presume que, la recomendación de “hacer un muro de contención en la zona para evitar deslizamientos futuros, considerando que los cimientos de los muros deberán estar empotrados en roca o de lo contrario cumplir con las especificaciones técnicas según el estudio de mecánica de



suelos”, está basada en el hecho de que el afloramiento rocoso se encuentra en una zona relativamente superficial.

El expediente muestra información respecto a las obras de infraestructura planteadas para la mitigación de los impactos generados por movimientos en masa del tipo flujos de tierra. Es necesario indicar que, no es posible mitigar el peligro, ya que se trata de un fenómeno natural independiente de la actividad humana. Sin embargo, la evaluación y el conocimiento de este fenómeno natural (peligro) provee información sobre su probabilidad de ocurrencia en un área determinada. Los impactos negativos de este peligro pueden ser mitigados, reduciendo la vulnerabilidad a través de medidas estructurales y no estructurales. En este caso, las obras descritas en el expediente técnico proponen medidas estructurales que ayuden a reducir esta vulnerabilidad, por consiguiente, reducir el riesgo. En tal sentido, los alcances de estas medidas deben ser analizadas por un evaluador de riesgos.

## 9. CONCLUSIONES

- a) Según la **evaluación de peligros** geológicos en el Informe Técnico N° A7152, elaborado por el INGEMMET, el centro poblado menor de **Arcata se encuentra en una zona de muy alto peligro por movimientos en masa** que pueden ocurrir en periodos de lluvia.
- b) La evaluación de la **vulnerabilidad** y **riesgo** es responsabilidad de la municipalidad, para lo cual, se deberá tomar como base la evaluación de peligros. La evaluación del riesgo puede tener asistencia del CENEPRED.
- c) Según la Ley N° 29869, corresponde a la municipalidad distrital de Cayarani, realizar el estudio técnico para la declaración de la **zona de muy alto riesgo no mitigable**, siguiendo los lineamientos dictados por el CENEPRED. La declaratoria es causal para un reasentamiento poblacional.
- d) El expediente técnico materia de esta opinión técnica, corresponde a la implementación de medidas estructurales (obras de infraestructura) planteadas para reducir la vulnerabilidad física y la exposición de los pobladores frente a los movimientos en masa, por tanto, la evaluación de su pertinencia en la mitigación del riesgo, corresponde a un evaluador de riesgos.
- e) Los resultados reportando en el expediente respecto de los análisis hechos en las calicatas, muestran que, el substrato rocoso se encuentra en muchos casos, a poca profundidad.

## 10. RECOMENDACIONES

- a. Realizar una evaluación de riesgos (en caso no existiera) para determinar el nivel de vulnerabilidad y riesgo de la zona del centro poblado de Arcata. La elaboración del EVAR, debería contemplar en sus componentes, el estudio de estabilidad de taludes.
- b. Con base en los resultados de la evaluación de riesgos, realizar el estudio técnico que permita definir o descartar la declaración del área del centro poblado de Arcata como **zona de muy alto riesgo no mitigable**, siguiendo los lineamientos del CENEPRED.
- c. Sensibilizar a la población a través de talleres y charlas con el objetivo de concientizar en gestión de riesgos para evitar construcción de viviendas o infraestructura en área susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa.



Rigoberto Aguilar Contreras



.....  
Ing. SEGUNDO NÚÑEZ JUÁREZ  
Director (e)  
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
INGEMMET

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). Evaluación de peligros geológicos por flujo de tierra e inundación fluvial en el Centro Poblado menor de Arcata, distrito de Cayarani, provincia Condesuyo, región Arequipa. Informe Técnico N° A7152. 34 p.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). Evaluación de peligros geológicos en el sector Cruz Pata, propuesto para la reubicación del centro poblado menor de Arcata. Distrito de Cayarani, provincia de Condesuyos, departamento de Arequipa. Informe Técnico N° A7232. 22p.
- Ley N° 29664 – Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD).
- Ley N° 29869 – Ley de reasentamiento poblacional para zonas de muy alto riesgo no mitigable.
- Resolución Ministerial N° 276-2012-PCM, que aprueba los “Lineamientos para la constitución y funcionamiento de los grupos de trabajo de la gestión del riesgo de desastres”.
- Resolución Ministerial N° 046-2013-PCM, que aprueba la Directiva N° 001–2013– PCM/SINAGERD - “Lineamientos que definen el marco de responsabilidades en gestión de riesgo de desastres en las entidades del Estado en los tres niveles de gobierno”.