

Informe Técnico N° A6784

PELIGROS GEOLÓGICOS EN LOS TERRENOS DE LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA VILLA ZEGARRA

Distrito Characato
Región Arequipa



POR:

JESSICA VELA
DAVID VALDIVIA

NOVIEMBRE
2017

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 UBICACIÓN	1
II. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	2
2.1 GEOFORMAS DE CARÁCTER TECTÓNICO DEGRADACIONAL Y EROSIONAL	2
2.2 GEOFORMAS DE CARÁCTER DEPOSICIONAL Y AGRADACIONAL.....	3
III. ASPECTOS GEOLÓGICOS	3
IV. MAPA DE PELIGROS DEL VOLCÁN MISTI.....	8
V. PELIGROS POR MOVIMIENTOS EN MASA.....	10
CONCLUSIONES	11
RECOMENDACIONES	11
BIBLIOGRAFÍA.....	11
GLOSARIO.....	12

I. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), dentro de sus funciones brinda asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en temas de geología. También evalúa los peligros geológicos, entre ellos los volcánicos en base a estudios geológicos y análisis especializados, permitiendo identificar aquellas zonas urbanas o rurales, que podrían verse afectadas por fenómenos geológicos que pudieran desencadenar en desastres. Esta labor es desarrollada, principalmente, por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico con el Observatorio Vulcanológico del INGEMMET.

El presidente de la Asociación de Vivienda Villa Zegarra - Characato, mediante Oficio N° 004-2017-AVVZ, de fecha 22 de septiembre de 2017, dirigida al presidente del Consejo Directivo del INGEMMET, solicita se realice un estudio de peligrosidad en dicha asociación de vivienda. El Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico designó al Ing. Jessica Vela y al Bach. David Humerez, para realizar la inspección geológica del lugar en mención.

El presente informe presenta los resultados de la inspección geológica de la asociación de vivienda Villa Zegarra, ubicado en el distrito Characato - Arequipa, a 22 km al suroeste del cráter del volcán Misti.

Dicho informe técnico que se pone a consideración de los interesados, realiza un análisis de los peligros geológicos que pueden comprometer la seguridad física en la población que reside en este lugar, tanto de peligros volcánicos relacionados al volcán Misti como de procesos de movimientos en masa que puedan resultar de la ocurrencia de lluvias o sismos en la región.

1.1 UBICACIÓN

La asociación de vivienda Villa Zegarra se localiza en el distrito Characato, provincia Arequipa, región Arequipa. La asociación presenta la forma de un polígono alargado y tiene un área de 16220.26 m² (1.62 hectáreas). Se encuentra a 22 km al suroeste del volcán Misti y a 28 km al oeste del volcán Pichu Pichu (foto 1 y figura 1). Las coordenadas geográficas de la zona de estudio son:

Latitud: 16°28'28"S

Longitud: 71°30'3"O



Foto 1. En primer plano la asociación de vivienda Villa Zegarra. Al fondo el volcán Pichu Pichu.

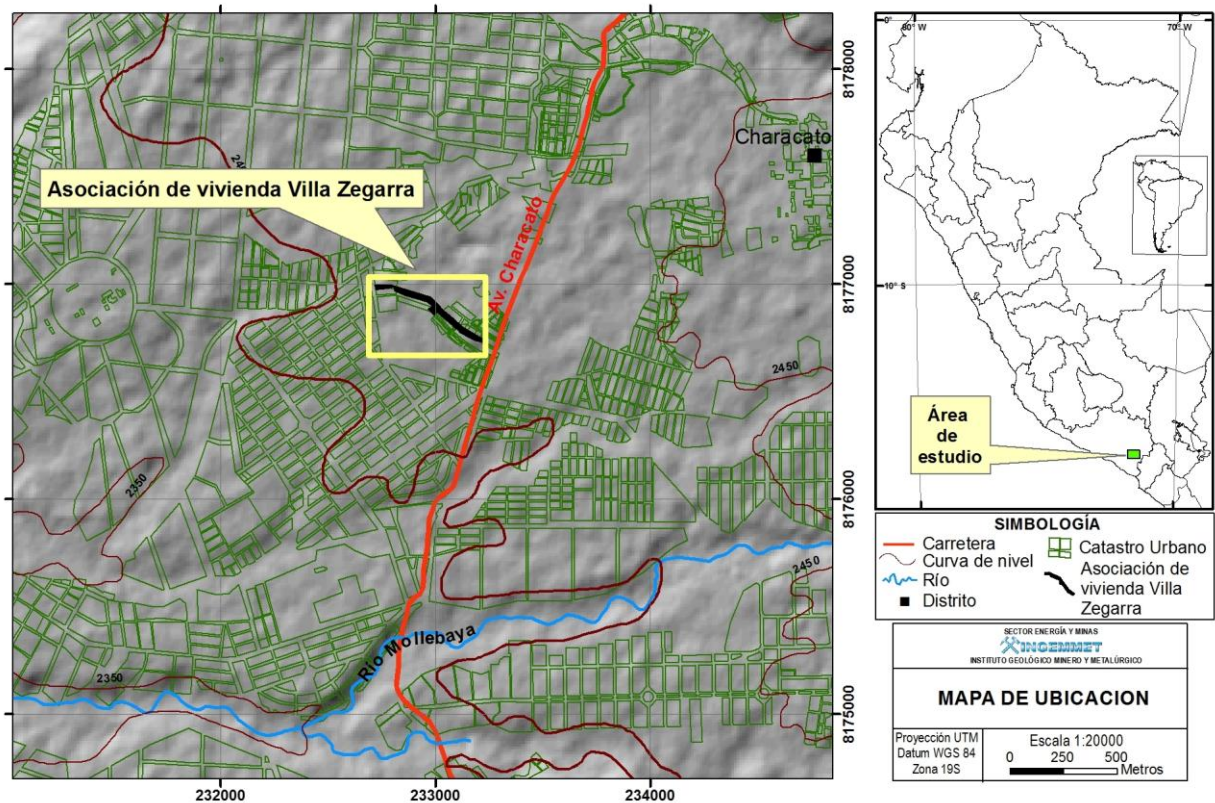


Figura 1. Ubicación de la zona evaluada.

II. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

En la zona de estudio se distinguen las siguientes unidades geomorfológicas:

2.1 Geformas de carácter tectónico degradacional y erosional

Son geformas resultantes del efecto progresivo de procesos morfodinámicos y degradacionales, originados por la actividad tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales; estos procesos conducen a la modificación parcial o total del relieve a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005), figura 2.

En Characato se distinguen las siguientes unidades:

- a) **Montaña o lomada en roca intrusiva (RMC-ri):** Esta unidad está localizada hacia al sur de la zona de estudio y se caracteriza por presentar cerros con una topografía redondeada que se elevan entre los 2000 y 3500 msnm, con pendientes moderadas (20° a 35°) y con drenaje dendrítico. Estos cerros están constituidos por rocas intrusivas y se extienden en dirección NO-SE (Mariño et al., 2016).
- b) **Colina y lomada piroclástica (CL-p):** Se extiende al norte de la zona de estudio. Las colinas tienen entre 50 y 200 m de altura, son de mediana pendiente (20 a 40°) y están surcadas por quebradas poco profundas. Está conformada por depósitos de flujos piroclásticos de bloques y ceniza del volcán Pichu Pichu.

- c) **Superficie de avalancha de escombros (SAV):** Esta unidad se localiza al pie del flanco oeste del volcán Pichu Pichu. Esta superficie posee poca pendiente, entre 5° y 15° de inclinación y está surcada por quebradas que tienen entre 30 a 50 m de profundidad, y de 50 a 100 m de ancho. Litológicamente está conformada por una potente secuencia de depósitos de avalanchas de escombros provenientes del volcán Pichu Pichu, con una cobertura superficial de depósitos de caídas de lapilli de pómez proveniente del volcán Huaynaputina.

2.2 Geformas de carácter deposicional y agradacional

Son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, los glaciares, y los vientos (figura 3).

- a) **Vertiente fluvioglacial (V-gfl):** Corresponde a la vertiente que se inicia cerca de la represa Aguada Blanca, a 3700 msnm. Dicha vertiente está ubicada entre los volcanes Misti y Chachani y se prolonga a más de 20 km al sur de la ciudad de Arequipa. En el sector de Charcani las márgenes o paredes de la vertiente se caracterizan por presentar pendientes que van desde los 75° a 35°, sin embargo, en el sector de Characato, las vertientes tienen pendientes que varían entre 25 y 30°. En el sector de Charcani la vertiente tiene una profundidad que va de 150 a 400 m en sus tramos iniciales y en los tramos finales tiene una profundidad entre 50 a 100 m. En el sector de Characato la vertiente tiene menos de 300 m de ancho.

III. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Las unidades litológicas (formaciones geológicas) más antiguas que afloran en el área de estudio corresponden a rocas intrusivas de composición granodiorita “Yarabamba” de edad Cretáceo Superior. También afloran depósitos de flujos piroclásticos de bloques y cenizas del volcán Pichu Pichu, depósitos de avalanchas de escombros del volcán Pichu Pichu y depósitos aluviales (figura 3).

Las características de dichos depósitos y substrato rocoso son descritos a continuación:

a) Granodiorita Yarabamba (KsP-ya)

Al sur de la Asociación Villa Zegarra afloran rocas intrusivas del batolito de La Caldera de composición granodiorita, constituida por cristales de plagioclasa, cuarzo, biotita y hornblenda.

b) Depósitos de flujos piroclásticos de bloques y ceniza del volcán Pichu Pichu (FPB-pi)

A más de 20 km al oeste del volcán Pichu Pichu, en los sectores de Yumina y el río Andamayo, se distinguen depósitos de flujos piroclásticos de bloques y ceniza, consolidados, de más de 60 m de espesor. Estos depósitos presentan bloques subangulosos incluidos dentro de una matriz fina. Dichos depósitos están cubiertos por

depósitos de avalancha de escombros del volcán Pichu Pichu. Por su posición estratigráfica y ubicación, estos depósitos piroclásticos han sido asociados al volcán Pichu Pichu.

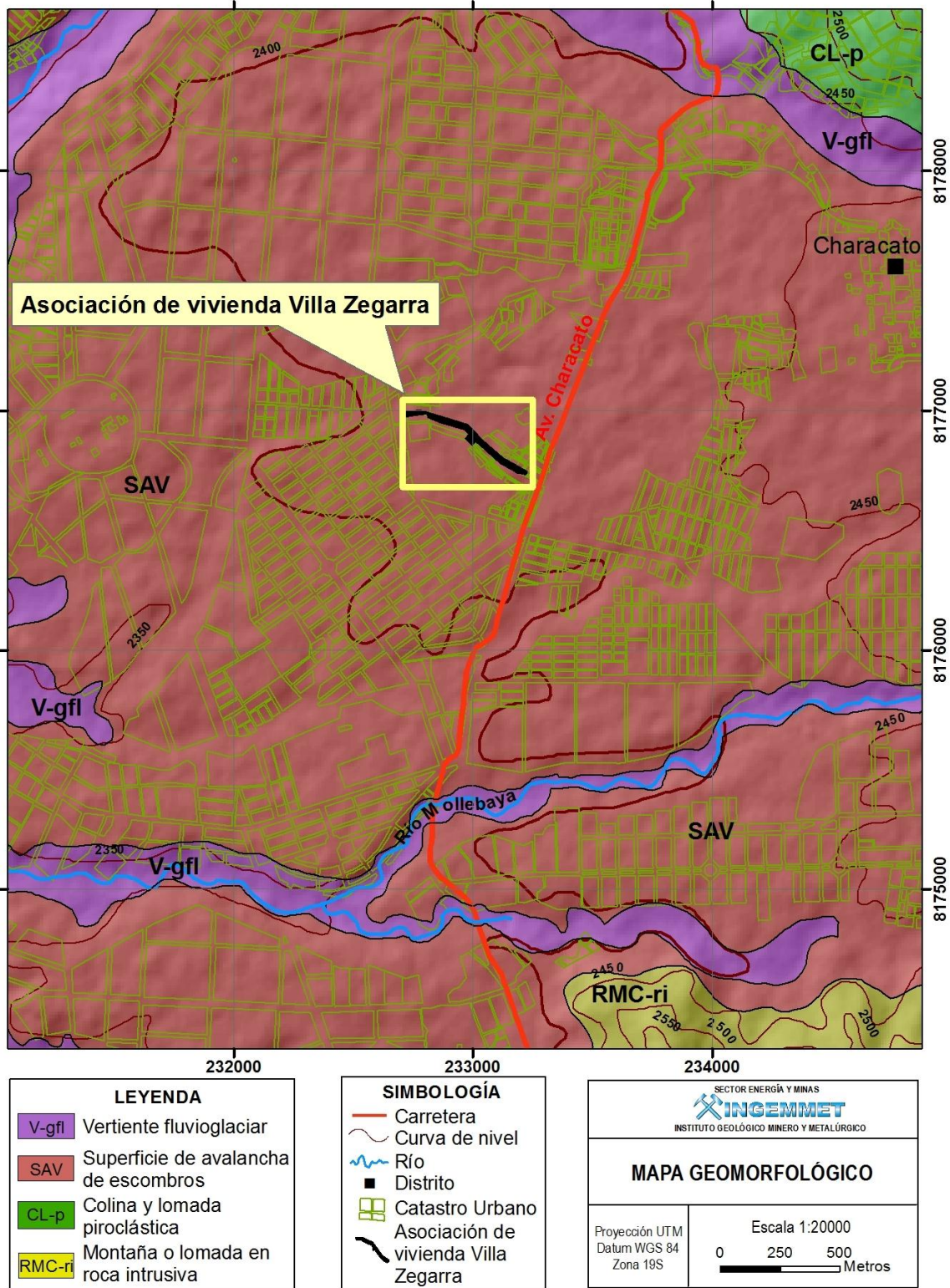


Figura 2. Unidades Geomorfológicas identificadas en la zona de estudio.

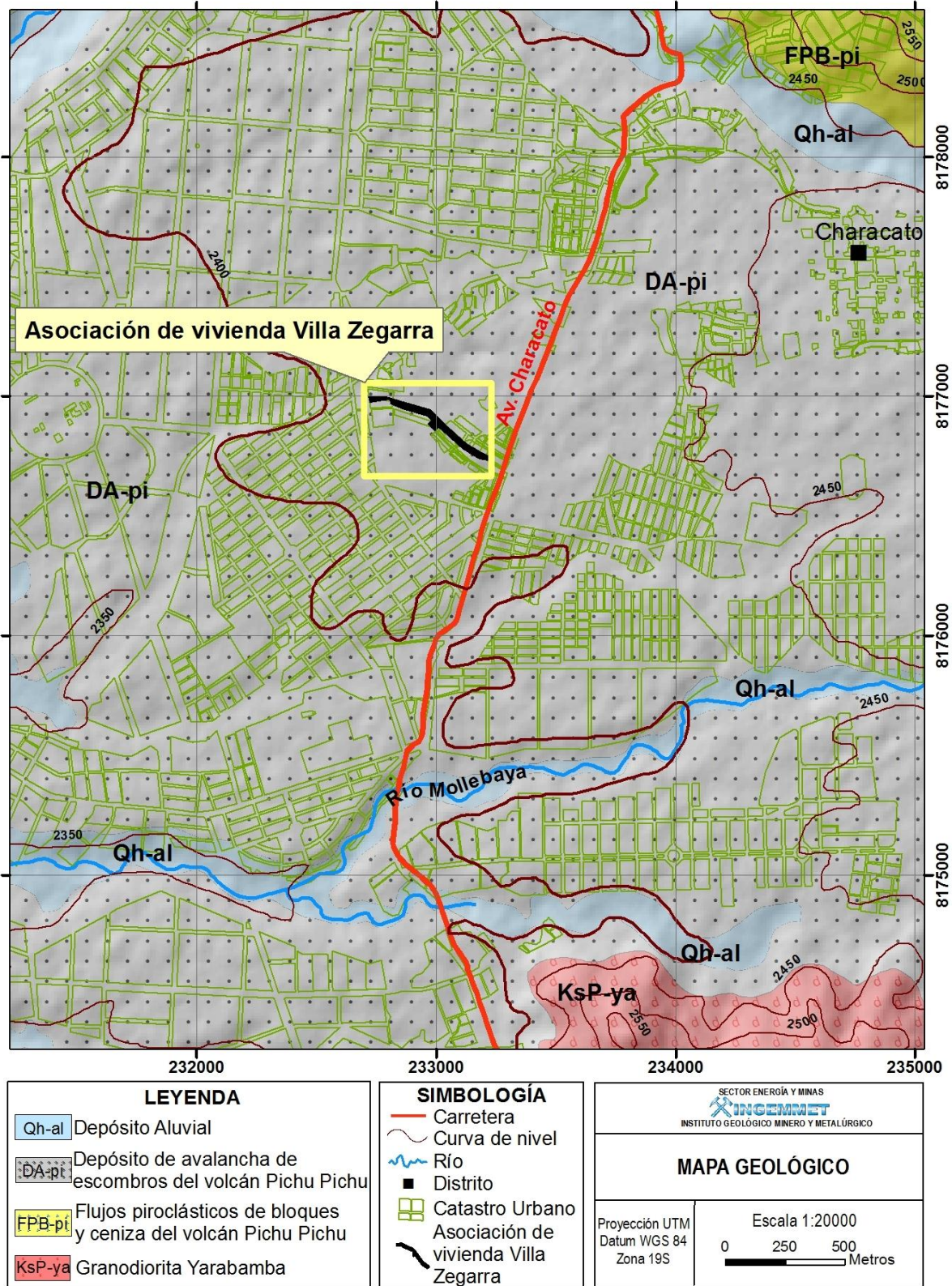


Figura 3. Mapa Geológico de la zona de estudio.

c) Depósito de avalancha de escombros del volcán Pichu Pichu (DA-pi)

Los depósitos de avalanchas de escombros afloran a más de 22 km al SO del complejo volcánico Pichu Pichu, correspondientes a los sectores Jesús, Paucarpata, Chiguata e

inmediaciones del distrito Characato. Estas avalanchas se originaron debido a un colapso sectorial de dicho volcán, el cual ocurrió hace aproximadamente 1 millón de años (Legros *et al.*, 2000). En la zona alta del volcán se observa una gran cicatriz en forma de herradura abierta en dirección SO desde donde se ha desplazado el depósito de avalancha.

En algunos sectores medial y distal del volcán, es decir entre Pocsi, Jesús, Yumina y Characato (foto 2), estos depósitos, presentan una morfología en forma de colina cónica (“*hummocks*” termino en inglés) de 10 a 30 m de alto.



Foto 2: Depósito de avalanchas de escombros del volcán Pichu Pichu en el sector de Characato, donde presenta una morfología en forma de colinas cónicas (*hummocks*).

En Characato la avalancha de escombros tiene entre 3 a 6 m de espesor y está constituida por fragmentos heterogéneos de rocas no consolidadas o pobremente consolidadas, en su mayoría bastante hidrotermalizadas, incluidos dentro de una matriz limo-arenosa (foto 3). Los fragmentos líticos son angulosos a subangulosos, y tienen un amplio rango de tamaños (centimétricos a más de 3 m de diámetro), que evidencian un mal sorteo del depósito. Se han encontrado facies de matriz y facies de bloques. En las facies de bloques, los fragmentos de rocas están bastante fracturadas (foto 4). En algunas zonas se nota cierto arreglo mutuo tridimensional, con estructuras de tipo “rompecabezas”, denominados *jigsaw*.



Foto 3: Depósito de avalanchas de escombros del volcán Pichu Pichu en el sector de Characato que posee más de 3 m de espesor, y está conformado por facies de matriz y facies de bloques.



Foto 4: Detalle de un sector del depósito de avalancha de escombros del volcán Pichu Pichu. Se observan facies de matriz y facies de bloques, así como estructuras tipo “rompecabezas” o jigsaw, originadas por la cataclasis de los bloques de roca durante el movimiento de la avalancha.

Sobre el depósito de avalancha se ha identificado un depósito de caída de lapilli de pómez con una base preservada y un tope retrabajado. La parte inferior del depósito corresponde a un nivel de lapilli de pómez blanca, de grano medio con abundante biotita correspondiente a la erupción de 1600 del volcán Huaynaputina. El nivel superior corresponde a una ceniza gris de grano muy fino retrabajada del volcán Huaynaputina. Cabe mencionar que dicho volcán se localiza a más de 60 km de distancia de la zona de estudio (foto 5).



Foto 5: Depósito de caída de lapilli pómez del volcán Huaynaputina que yace sobre el depósito de avalancha de escombros del volcán Pichu Pichu.

d) Depósitos aluviales (Qh-al)

Este tipo de depósitos se encuentran distribuidos, principalmente en el lecho del río Mollebaya. Están conformados por bloques subredondeados a redondeados (cantos rodados), de composición heterogénea, distribuidos en una matriz de arena y limo. Estos depósitos tienen algunos decímetros a varios metros de espesor.

IV. MAPA DE PELIGROS DEL VOLCÁN MISTI

El formato de mapa de peligros el volcán Misti elaborado por el INGEMMET, contiene:

1) Peligros múltiples en la zona proximal del volcán: La Asociación de Vivienda Villa Zegarra se encuentra en una zona de bajo peligro (amarillo), figura 4; en caso de una reactivación del volcán Misti esta área sería afectada por erupciones con IEV (Índice de explosividad volcánica) igual o mayor a 5. Durante este tipo de erupciones, esta zona puede ser afectada por flujos, oleadas y caídas piroclásticas de pómez y/o ceniza, como las ocurridas hace 13600 y 33000 años, fechas en que el volcán Misti emplazó voluminosos flujos piroclásticos (Mariño, 2016). La frecuencia de este tipo de eventos es baja y se estima que ocurren cada 10000 a 20000 años. La zona de bajo peligro es la zona más alejada del volcán y, por tanto, la de menor peligro.

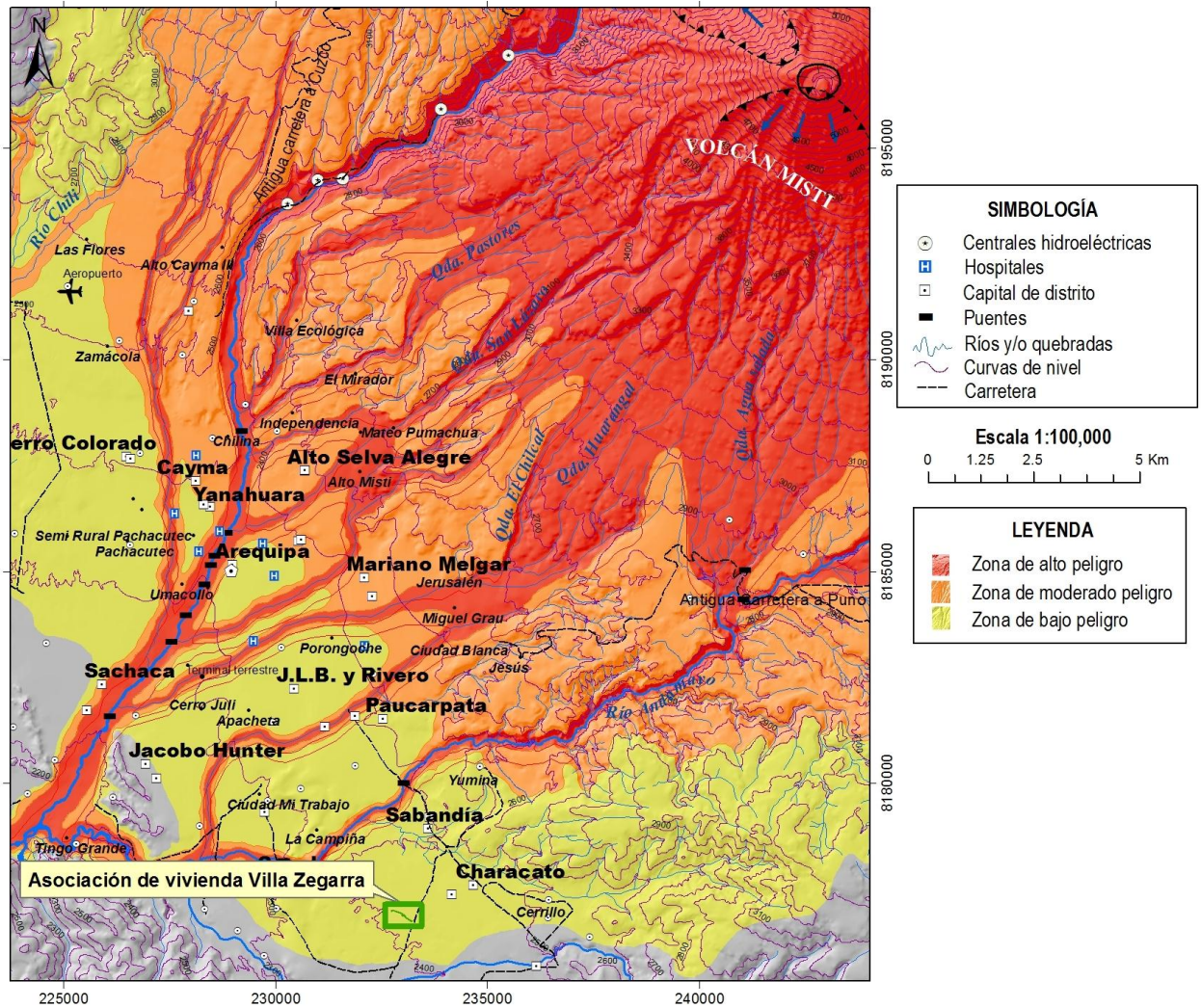


Figura 4: Mapa de peligros del volcán Misti, donde se muestra el área evaluada.

Por otro lado, la Asociación de Vivienda Villa Zegarra se encuentra sobre depósitos de avalancha de escombros del volcán Pichu Pichu, originado por el colapso sectorial de dicho volcán, el cual ocurrió hace aproximadamente 1 millón de años. Es importante mencionar que la probabilidad de ocurrencia de un evento de este tipo en el futuro es muy baja.

2) Peligro por caídas de tefras (cenizas, lapilli de pómez, etc.): En el mapa de peligros por caídas de ceniza diseñado para una erupción de magnitud baja (IEV 2), muestra que la asociación de vivienda Villa Zegarra se encuentra en una zona de moderado peligro (color naranja en el mapa, figura 5). Esta área puede ser afectada por caídas de ceniza de más de 1 cm de espesor, durante erupciones de magnitud baja. Se estima que en el volcán Misti erupciones vulcanianas con IEV 1-2 ocurren cada 500 a 1500 años, aproximadamente. Sin embargo, para una erupción de magnitud moderada a grande (IEV 3-6), la zona de estudio puede ser afectada por caídas de ceniza y piedra pómez de más de 10 cm de espesor. Se estima que en el volcán Misti ocurren erupciones subplinianas con IEV 3-4, cada 2 a 4 mil años aproximadamente, y erupciones con IEV igual o mayor a 5, cada 10 a 20 mil años, aproximadamente.

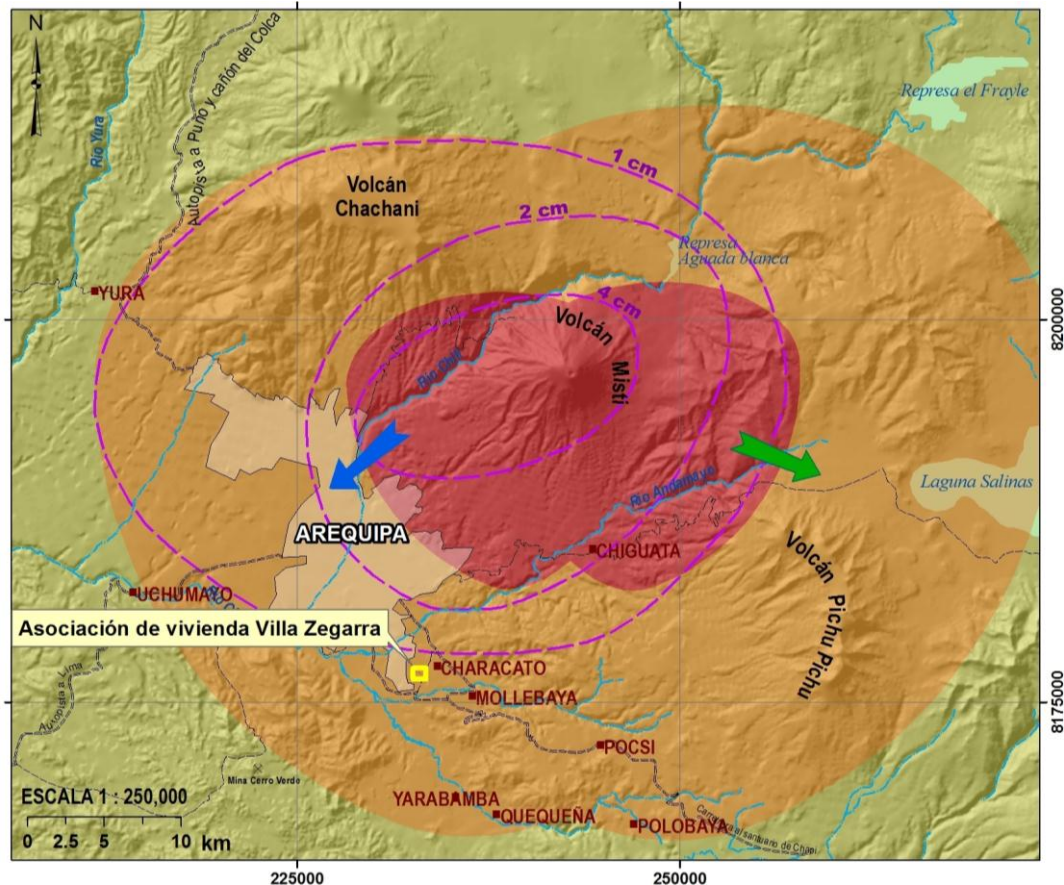


Figura 5: Mapa de peligros por caídas de ceniza para una erupción de magnitud baja, con IEV 2.

3) Peligro por lahares: Los lahares o flujos de barro son mezclas de partículas volcánicas de tamaños diversos movilizadas por el agua, que fluyen rápidamente (20-60 km/h). Estos flujos viajan a lo largo de quebradas o ríos y eventualmente pueden salir de estos cauces.

Durante precipitaciones pluviales intensas, los lahares pueden emplazarse por las principales quebradas que drenan del volcán Misti y Pichupichu. Sin embargo los lahares no afectarían a la asociación de vivienda Villa Zegarra debido a que las quebradas más próximas a esta asociación se encuentran a más de 3 km, es decir están lejos del área de estudio. Además la ausencia de depósitos de flujos de barro antiguos o recientes en el área de estudio, indica que la probabilidad de ocurrencia de lahares en esta zona es muy baja.

V. PELIGROS POR MOVIMIENTO EN MASA

Un movimiento en masa es el proceso por el cual un volumen de material constituido por roca, suelo, escombros o una combinación de cualquiera de estos, se desplaza por una ladera o talud (superficie inclinada) por acción de la gravedad. Corresponden a deslizamientos, flujos de detritos, derrumbes, etc.

En cuanto a la ocurrencia de estos tipos de peligros en la zona evaluada, se debe mencionar que por lo observado en el terreno y por la geomorfología plana de la zona, es poco probable que se produzcan eventos por movimientos en masa (deslizamientos, flujos de detritos, derrumbes, etc.).

CONCLUSIONES

1. La asociación de vivienda Villa Zegarra en Characato se encuentra asentada en una zona plana sobre depósitos de avalancha de escombros del volcán Pichu Pichu; así como por depósitos de flujos de bloques y ceniza del volcán Pichu Pichu y depósitos de caída de ceniza del volcán Huaynaptina.
2. En el mapa para peligros múltiples del volcán Misti, la asociación de vivienda Villa Zegarra de Characato se encuentra en una zona de **BAJO PELIGRO**. Esta área podría ser afectada por erupciones con IEV igual o mayor a 5 y podría generar voluminosos flujos piroclásticos, oleadas y caídas piroclásticas de pómez y/o ceniza que pueden afectar severamente la zona. Sin embargo, la frecuencia de este tipo de eventos es baja y se estima que ocurren cada 10000 a 20000 años.
3. Según el mapa de peligros por caídas de ceniza, el área evaluada se encuentra en una zona de **MODERADO PELIGRO**. Es decir, durante una erupción de magnitud baja (IEV 2), la zona de estudio podría ser afectada por caídas de ceniza de más de 1 cm de espesor. Mientras que durante una erupción de magnitud moderada a grande (VEI 3-6), podría ser afectado por caídas de ceniza y piedra pómez de más de 10 cm de espesor.
4. De acuerdo a la ubicación y morfología que presenta el terreno de la asociación de vivienda Villa Zegarra, es poco probable que se produzcan peligros por movimientos en masa.

RECOMENDACIONES

1. Tener preparado plan de contingencia en caso de una eventual reactivación del volcán Misti, sobre todo para protegerse de las lluvias o caídas de ceniza. La población deberá protegerse mediante lentes, mascarillas, etc., así como proteger sus fuentes de agua.
2. La población debe mantenerse informada en 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.

BIBLIOGRAFÍA

- Legros, F.; Cantagrel, J.M. & Devouard, B (2000) – Pseudotachylite (frictionite) at the base of the Arequipa volcanic landslide deposit (Peru): implications for emplacement mechanisms. *Journal of Geology*, 108(5): 601-611.
- Mariño J.; Rivera M.; Thouret J-C.; Macedo (2016). Geología y Mapa de Peligros del volcán Misti. INGEMMET, Boletín Serie C: Geodinámica Geológica N°60- ISSN 1560-9928.
- Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Subdirección de docencia e investigación – CIAP Bogotá, Colombia, 1991, 320 p.

GLOSARIO

AVALANCHA DE ESCOMBROS: Son deslizamientos súbitos de una parte voluminosa de los edificios volcánicos. Se originan debido a factores de inestabilidad, tales como la elevada pendiente del volcán, presencia de fallas, movimientos sísmicos fuertes y explosiones volcánicas. Ocurren con poca frecuencia y pueden alcanzar decenas de kilómetros de distancia. Bajan a gran velocidad y destruyen todo lo que encuentran a su paso.

CAÍDA DE CENIZA Y PIEDRA PÓMEZ: Se genera cuando los fragmentos de roca son expulsados hacia la atmósfera violentamente, formando una columna eruptiva alta y que posteriormente caen sobre la superficie terrestre. Los fragmentos más grandes y densos caen cerca del volcán, mientras que las partículas de menor tamaño son llevadas por el viento a grandes distancias, luego caen y forman una capa de varios milímetros y centímetros de espesor. Estas partículas pueden causar problemas de salud en las personas, contaminar fuentes de agua, causar el colapso de los techos por el peso acumulado, afectar cultivos, interrumpir el tráfico aéreo, entre otros.

CENIZA VOLCÁNICA: Fragmentos de roca de origen volcánico de tamaño menor a 2 mm expulsados a la atmósfera durante erupciones explosivas.

ERUPCIONES SUBPLINIANAS: Es una erupción moderada a grande y se caracteriza por la formación de una columna eruptiva menor a 20 km de altura. Este tipo de erupción posee un Índice de Explosividad Volcánica (IEV) de 3 a 4.

ERUPCIÓN VULCANIANA: Erupción que desprende grandes cantidades de gases de un magma poco fluido, que se consolida con rapidez; por ello las explosiones son muy fuertes y pulverizan la lava, produciendo mucha ceniza, lanzada al aire acompañadas de otros materiales fragmentarios. Se forman grandes columnas eruptivas que pueden alcanzar entre los 5 y 10 kilómetros de altura.

FLUJOS PIROCLÁSTICOS: Son masas calientes (300°C a 800°C), conformadas por una mezcla de ceniza, fragmentos de roca y gases. Estos flujos descienden por los flancos del volcán a ras de la superficie y a grandes velocidades, entre 200 y 300 m/s. Poseen normalmente una parte inferior densa, que se encauza y desplaza por el fondo de las quebradas o valles y otra superior, menos densa, denominada oleada piroclástica, compuesta por una nube turbulenta de gases y ceniza que con facilidad salen del valle, sobrepasan relieves importantes y afectan una mayor área. Estos flujos y oleadas destruyen y calcinan todo lo que encuentran a su paso.

GRANODIORITA: Roca plutónica compuesta principalmente por cuarzo, plagioclasa (normalmente oligoclasa o andesina), feldespato potásico en un porcentaje subordinado a la plagioclasa y como máficos más frecuentes biotita y anfíbol.

ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA (IEV): Es una escala para describir el tamaño de las erupciones volcánicas y se basa, entre otros factores, en el volumen de material emitido y la altura de la columna eruptiva. La escala IEV varía entre 0 y 8. Una erupción con un IEV de 0 denota una erupción no explosiva, sin importar el volumen de productos emitidos. Las erupciones con un IEV de 5 o más son consideradas «muy grandes» y ocurren raramente alrededor del planeta (alrededor de una erupción cada década).

LAPILLI: Fragmento de roca volcánica de tamaño comprendido entre 2 y 64 mm, emitido durante una erupción explosiva.

PÓMEZ: Roca volcánica de color claro, llena de cavidades que la hacen muy poco densa. Generalmente tiene una composición dacítica a riolítica. Las cavidades se forman por la expansión de los gases volcánicos durante la salida hacia la superficie.

ROCA INTRUSIVA: Se forman a partir de magma solidificado en grandes masas en el interior de la corteza terrestre. El magma, rodeado de rocas preexistentes (conocidas como rocas caja), se enfría lentamente, lo que permite que los minerales formen cristales grandes, visibles a simple vista, por lo que son rocas de "grano grueso".

VOLCÁN: Lugar situado sobre la superficie terrestre por donde se produce una expulsión de material magmático, total o parcialmente fundido, formando una acumulación que por lo general toma una forma aproximadamente cónica alrededor del punto de salida. Con el tiempo y a causa de repetidas erupciones, dichas acumulaciones rocosas pueden volverse muy grandes y formar diversos tipos de montañas, también conocidas como volcanes o edificios volcánicos. Por ejemplo, el Misti, el Ubinas y el Chachani.