

# Peligros volcánicos: Evidencias de conocimiento posterior a ferias informativas, Volcán Misti-Perú

Nely Sullca<sup>1,2</sup>, Nélica Manrique<sup>1</sup>, Kevin Cueva<sup>1</sup>, Evert Apaza<sup>2</sup>, Jackeline Choque<sup>3</sup> y Veronica Tito<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-INGEMMET, Observatorio Vulcanológico del INGEMMET (nsullca@unsa.edu.pe)

<sup>2</sup> Escuela profesional de Psicología- Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (UNSA), Perú

<sup>3</sup> Centro de Estudios y Prevención de Desastres-PREDES

**Palabras clave:** Conocimiento, peligros volcánicos, volcán Misti

El volcán Misti ubicado a 17 km del centro de la ciudad de Arequipa, representa un riesgo para más de un millón de personas que viven a inmediaciones del macizo, debido a que, a lo largo de su historia eruptiva, presentó erupciones pequeñas, moderadas y grandes. Producto de estas erupciones se ha formado el relieve que hoy se ve en Arequipa, donde se han asentado más de un millón de habitantes y se han construido obras de infraestructura importantes de la región sur del Perú.

Es así que la difusión de información sobre monitoreo volcánico, peligros volcánicos y el mapa de peligros volcánicos, es sumamente importante para la población arequipeña; ya que al no tener una memoria colectiva de una erupción del Misti en los últimos 500 años aproximadamente, existe disparidad en cuanto al conocimiento y las secuelas de una erupción volcánica, en contraste con pobladores que sí han experimentado un evento de este tipo; por ejemplo, los habitantes próximos al volcán Ubinas-Moquegua, el cual frecuentemente entra en proceso eruptivo, afectando a la población con caídas de cenizas.

El Observatorio Vulcanológico del Ingemmet (OVI) junto con la Agencia Adventista de Desarrollo y Recursos Asistenciales - ADRA Perú, y el Centro de Estudios y Prevención de Desastres - PREDES, han organizado ferias informativas, donde se aplicó un instrumento para recopilar información en relación al conocimiento adquirido de forma posterior a las ferias informativas.

Para el presente trabajo, se aplicó un cuestionario a 114 pobladores de Alto Selva Alegre, Cayma, Chiguata, Mariano Melgar, Miraflores y Paucarpata,

quienes se encuentran en una zona de alto peligro. Los resultados muestran que un 62.3% desconocían que el OVI, monitoreaba los volcanes activos en el Perú. Un 73.7% no conocía el mapa de peligros volcánicos y un 82.5%, posterior a la feria informativa donde se aplicó el cuestionario, percibe que vive en una zona que puede ser afectada por peligros volcánicos. Es así que la información difundida por los vulcanólogos del OVI, permitió reducir las brechas de conocimiento entre los pobladores que contaban con algún tipo de información (relacionado al monitoreo volcánico, peligros volcánicos y mapa de peligros volcánicos del Misti), frente a los que no; poniendo en evidencia la efectividad de la difusión de la información por parte de los especialistas en vulcanología.

## INTRODUCCIÓN

La ciudad de Arequipa está rodeada por tres volcanes, uno extinto (Pichu Pichu), uno potencialmente activo (Complejo volcánico Chachani) y uno activo (Misti) (Fig. 2). Respecto a este último, hay una distancia de tan solo 17 km del centro de la ciudad hasta el cráter del volcán, por lo que, debido a la cercanía de la población al volcán activo, Arequipa está considerada como una de las ciudades con mayor riesgo volcánico en el mundo (Macedo et al., 2016; Macedo et al., 2017).

El Misti ha mostrado una variedad de estilos eruptivos, incluyendo erupciones vulcanianas y plinianas. Respecto a la segunda mencionada, el último evento de este tipo ocurrió hace 2070 años y tuvo un índice de explosividad volcánica IEV=4 (Charbonnier et al., 2020). Además, tuvo varias erupciones explosivas, donde se han contabilizado por lo menos 22 en los últimos 40 mil años (Mariño et al., 2016).

De acuerdo al mapa de peligros del volcán Misti, elaborado en 2007 por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), a través de su Observatorio vulcanológico (OVI), donde se contemplan los niveles (alto, moderado y bajo peligro), los distritos de mayor riesgo, debido a que se encuentran asentados en zonas de alto peligro volcánico, son: Alto Selva Alegre, Miraflores, Paucarpata, Mariano Melgar, Cayma y Chiguata; así como los ubicados en la cuenca del río Chili, como Yanahuara, Cercado, Hunter, Uchumayo, Tiabaya y Sachaca, respectivamente (Mariño et al., 2016).

El acelerado y desordenado crecimiento de la población arequipeña en los últimos años, dan como resultado que más viviendas se construyan cerca al volcán. A esto se suma la ausencia de una erupción volcánica en los últimos años, por lo cual no existe una memoria colectiva de un evento de ese tipo y las consecuencias que podría generar. En este sentido, la complacencia de autoridades y ciudadanos, ha dado pie a que, en dichas zonas de alto peligro, se hayan desarrollado medios de vida como infraestructura de gran envergadura, tales como: centrales hidroeléctricas (Charcani I, II, III, IV, V), represas (El Fraile, Aguada Blanca), centros mineros, aeropuerto, entre otros; todos expuestos a un alto riesgo ante una eventual erupción (Antayhua et al., 2022).

Por los antecedentes mencionados, organizaciones como ADRA Perú y PREDES, mediante el financiamiento de USAID, trabajaron en el proyecto "Preparados ante volcanes y sismos". En el marco de sus actividades de información y sensibilización frente a los peligros volcánicos, organizaron ferias informativas en las cuales las instituciones técnico-científicas, las entidades técnicas asesoras y los ejecutores del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - SINAGERD, difundieron las acciones que vienen desarrollando en el marco de la gestión del riesgo de desastres.

En el presente trabajo se analizaron 114 cuestionarios aplicados a los asistentes de las ferias informativas, los participantes pertenecen a los distritos ubicados en la zona de alto peligro del volcán Misti. El objetivo del cuestionario es recoger información del conocimiento adquirido por los asistentes, posterior a la feria informativa, ya que es fundamental saber si las

estrategias de difusión cumplieron con las metas propuestas. Los resultados del trabajo, además contribuirán a evidenciar la efectividad de las ferias informativas.

## DATOS

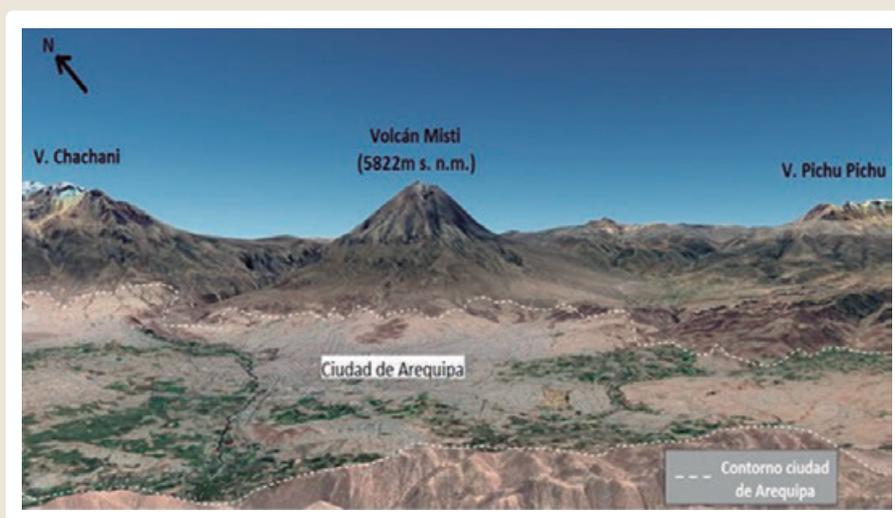
Entre los meses de abril y mayo de 2022, se aplicó un instrumento a 114 personas asistentes a las ferias informativas, de las cuales el 56.1% fueron hombres y el 43.9% mujeres, con edades comprendidas entre 10 a 55 años. Los participantes fueron informados del objetivo del cuestionario y se les indicó que sus respuestas serían anónimas. Las personas pertenecen a los distritos de: Alto Selva Alegre, Cayma, Chiguata, Mariano Melgar, Miraflores y Paucarpata, los cuales, de acuerdo con el mapa de peligros, se encuentran en la zona de alto peligro volcánico del Misti. Cabe resaltar que la población de estos distritos, presenta características demográficas similares (edad, sexo, nivel socioeconómico y sociocultural) lo cual favoreció la aplicación del cuestionario.

El instrumento aplicado en el presente trabajo es de tipo cuestionario, consta de nueve reactivos de respuesta dicotómica (Jiménez et al., 2006) y uno con escala tipo Likert (Likert, 1932). Las primeras preguntas están orientadas a recoger información respecto a la información brindada por los especialistas en vulcanología, y la última recoge una valoración de la satisfacción con la información brindada.

Entre las definiciones descritas en el instrumento se encuentran:

**(i) Instituciones técnico científicas que monitorean los volcanes:** Son centros de investigación y monitoreo de volcanes activos del sur del Perú, de carácter interdisciplinario, cuyo fin es estudiar los volcanes activos, determinar la naturaleza y probabilidad de ocurrencia de una erupción volcánica a través del monitoreo sistemático y constante (Mariño et al., 2013).

**(ii) Mapas de peligro volcánico:** Los mapas de peligros volcánicos son documentos cartográficos que muestran el grado de peligrosidad volcánica de las áreas adyacentes a un determinado volcán. (Mariño et al., 2016).



► Fig. 1 Imagen 3D del volcán Misti. Vista de la ciudad de Arequipa desde el flanco suroeste den (extraída de Google

**(iii) Peligros asociados al volcán Misti:** En el volcán Misti, en orden de importancia, se han identificado peligros por caída de piroclastos y proyectiles balísticos, flujos y oleadas piroclásticas, flujos de escombros (lahares), flujos de lava, avalanchas de escombros y gases volcánicos (Mariño et al, 2016).

**(iv) Satisfacción:** es la percepción individual de sus expectativas como resultado de la información brindada por los especialistas.

Del total de cuestionarios aplicados, su totalidad fueron cubiertos al 100%, lo que indica una tasa de respuesta total; asimismo, el tiempo promedio de administración por cuestionario fue de 4 minutos aproximadamente.

## METODOLOGÍA

Fig. 2 - Resultados del instrumento aplicado (preguntas del 1 al 9). En el gráfico las barras de color azul significan respuestas afirmativas y las rojas respuestas negativas, frente al cuestionario aplicado.

Para la elaboración y aplicación del instrumento, se siguieron los siguientes pasos: (i) capacitación sobre monitoreo volcánico, mapa de peligros y peligros volcánicos. (ii) observación en campo orientado a la dinámica del desarrollo de las charlas (presentación de la institución, explicación sobre las actividades del OVI, entrega de material, entre otros). (iii) formulación

de preguntas del instrumento. (iv) presentación del cuestionario al personal especializado en vulcanología del OVI. (v) prueba piloto del instrumento y finalmente (vi) aplicación en campo.

Así mismo, se revisaron investigaciones sobre instrumentos de tipo cuestionarios aplicados a pobladores que habitan en ambientes volcánicos. Dentro de ellos, se toma como referencia el estudio realizado por De Alba (2003), quien realiza la construcción y validación de los instrumentos de percepción de riesgo y sesgos cognitivos relacionados con el riesgo volcánico.

## Resultados e interpretación

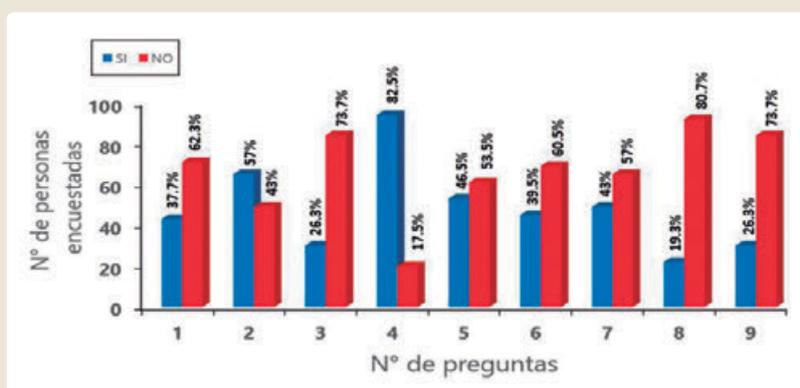
De los 114 cuestionarios aplicados se obtuvieron los siguientes resultados (Fig. 2).

Frente a la pregunta N.º 1, antes de asistir a la feria ¿Sabía que los volcanes del Perú son monitoreados por el Observatorio Vulcanológico del Ingemmet-OVI?, los resultados muestran que un 37.7 % de la población afirma que antes de asistir a la feria informativa si sabía que los volcanes del Perú son monitoreados por el OVI, mientras que un 62.3% refiere que no lo sabía. En función a los datos obtenidos, podemos interpretar que más de la mitad de la población desconocía de la existencia del OVI, lo que nos indica que la información proporcionada

servió para que más población se entere de las actividades que realiza la institución.

En relación a la pregunta N.º 2, antes de asistir a la feria ¿Sabía cuáles son los peligros volcánicos?, El 57% afirma que sí sabía cuáles son los peligros volcánicos y

un 43% afirma que no. Lo cual indica que se consiguió informar a un número importante de los entrevistados, logrando así reducir la brecha entre los que sí habían recibido esta información con aquellos que previo a la feria, no pudieron acceder a la misma.



► Fig. 2 Resultados del instrumento aplicado (preguntas del 1 al 9). En el gráfico las barras de color azul significan respuestas afirmativas y las rojas respuestas negativas, frente al cuestionario aplicado.

Con respecto a la pregunta N.º 3, antes de asistir a la feria ¿Conocía los mapas de peligros volcánicos?, El 26.3% indicó que sí, frente a un 73.7% que no conocía. De acuerdo a ello, podemos decir que la gran mayoría no conocía el mapa de peligros pese a estar en una zona de alto riesgo, y que gracias a la feria informativa a la actualidad sí lo conocen.

En relación a la pregunta N.º 4, ¿Considera que vive en una zona que puede ser afectada por los peligros volcánicos? El 82.5% considera que sí, contrastando con un 17.5% que opina que no. Esto indica que una cantidad significativa de los participantes del cuestionario tienen una clara percepción frente al peligro volcánico y que, pese a la información brindada, aún hay pobladores que no consideran que se encuentren habitando en una zona de riesgo.

Referente a la pregunta N.º 5, ¿Considera que el material de construcción de su vivienda es seguro frente a los peligros volcánicos?, el 46.5% indicó que sí y un 53.5% que no. Estos datos nos muestran que más de la mitad de personas percibe que, frente a una probable erupción volcánica, su vivienda no sería un buen lugar para mantenerse a salvo frente a los peligros volcánicos.

En cuanto a la pregunta N.º 6, de ocurrir una erupción volcánica ¿Sabría usted cómo actuar?, un 39.5% afirma que sí sabía, en contraste con un 60.5% que indica que no. Los resultados muestran que existe un desconocimiento de la población respecto a las acciones a tomar frente a una erupción volcánica.

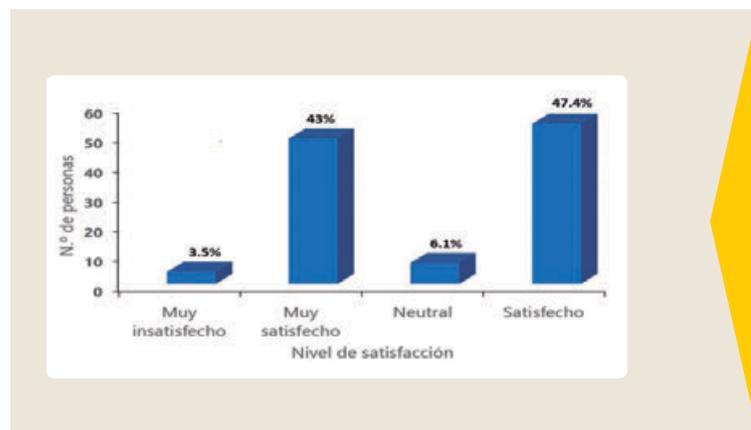
Respecto a la pregunta N.º 7, de ocurrir una erupción volcánica ¿Sabría usted por dónde evacuar?, El 43% indica que de ocurrir una erupción volcánica sí sabría por dónde evacuar mientras que un 57% refiere que no. La información obtenida, refleja un desconocimiento por más de la mitad, de los que respondieron el cuestionario sobre cómo evacuar. Esto indica que falta trabajar en los planes de evacuación y difusión de su información.

De acuerdo a la pregunta N.º 8, ¿Sabe si en su distrito existen planes de emergencia en caso de una erupción volcánica?, el 19.3% indica que sí sabe y un 80.7% afirma que no. Lo que demuestra que la gran mayoría de la población asistente desconoce de la existencia de planes de emergencia.

Frente a la pregunta N.º 9, ¿Ha participado antes de una feria de difusión/ capacitación/ simulacro frente a

los peligros volcánicos?, un 26.3% indica que sí, mientras que un 73.7% refiere que no. Esto indica que gracias a las ferias informativas se logró llevar información a personas que antes no habían tenido la oportunidad de ser informadas frente a los temas tratados.

Finalmente, frente a la pregunta N.º 10, nivel de satisfacción, el 43% quedó muy satisfecho con la información brindada, un 47.4% satisfecho, un 6.1% indicó que su respuesta era neutra y un 3.5 % muy insatisfecho, respectivamente. Esta valoración evidencia que se logró difundir la información de tal manera que la gran mayoría de la población lo calificó como satisfecho y muy satisfecho (Fig. 3).



► Fig. 3 Resultados del instrumento aplicado (pregunta 10). Las barras de color azul significan el grado de satisfacción.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las ferias informativas organizadas por ADRA Perú y PREDES, en las cuales el OVI participó como aliado estratégico, permitió reducir las brechas de conocimiento entre los pobladores que contaban con algún tipo de conocimiento (relacionado al monitoreo volcánico, peligros volcánicos y mapa de peligros volcánicos del Misti) frente a los que no, poniendo de manifiesto la efectividad de la difusión de la información por parte de los especialistas en vulcanología.

La información difundida respecto al monitoreo volcánico era desconocida por el 62.3% de participantes de la feria; los cuales, gracias a la información proporcionada por los especialistas vulcanólogos, en la actualidad conocen la existencia del Observatorio Vulcanológico de INGEMMET y las actividades que realizan.

El 73.7% desconocía del mapa de peligros del volcán Misti, lo cual es un indicador de que antes de habitar el lugar en el que viven, los pobladores no sabían que se encontraban en una zona de alto peligro. Adicionalmente a ello, el volcán no presentó una erupción en los últimos tiempos, lo que contribuye que las zonas próximas al Misti sean percibidas como seguras para habitar. Tampoco se observa un trabajo eficaz por parte de las autoridades para impedir que zonas de alto peligro volcánico sigan siendo habitadas.

Posterior a la feria informativa, casi el total de participantes (82.5%) percibe que habita en una zona que puede ser afectada por los peligros volcánicos, en relación a lo mencionado, se espera que estas personas sean más conscientes de los peligros volcánicos y sus consecuencias.

Los pobladores participantes de las ferias informativas mostraron niveles predominantes de satisfacción (muy satisfecho 43% y satisfecho 47.4%) con la información brindada por los vulcanólogos del OVI.

La labor de difusión del conocimiento sobre peligros volcánicos por parte de los profesionales del OVI, ha logrado alcanzar a un número significativo de población vulnerable asentada en zonas de alto peligro volcánico en la ciudad de Arequipa. Sin embargo, es necesario continuar reforzando la percepción de riesgo en la población. Por lo que se recomienda fortalecer las estrategias de difusión en el OVI; asimismo, continuar con los lazos de cooperación con entidades extranjeras y ONGs. Finalmente, continuar con trabajos e investigaciones en ciencias sociales respecto a poblaciones que se encuentran asentadas en zonas volcánicas.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado gracias al Observatorio Vulcanológico del INGEMMET y al proyecto "Preparados ante volcanes y sismos" (ADRA Perú -PREDES), por ello, se hace extensivo el agradecimiento a todos los miembros de las instituciones. Así como también al Dr. Evert Apaza, docente de la escuela profesional de Psicología, UNSA.

## REFERENCIAS

- ▶ Antayhua Vera, Y. T., Velarde Quispe, L., Tavera, H., Rivera, M., & Centeno Quico, R. (2022). Evaluación de la deformación estructural y distribución de esfuerzos en el volcán Misti (Arequipa).
- ▶ Charbonnier, S. J., Thouret, J. C., Gueugneau, V., & Constantinescu, R. (2020). New insights into the 2070 calyr BP pyroclastic currents at El Misti volcano (Peru) from field investigations, satellite imagery and probabilistic modeling. *Frontiers in Earth Science*, 398.
- ▶ De Alba, M. E. N. (2003). Contrucción y Validación de los Instrumentos de Percepcion de Riesgo y Sesgos Cognitivos relacionados con el Riesgo Volcanico.
- ▶ Jiménez, J. C., Sánchez, J. G., & Aguilar, F. G. (2006). Guía técnica para la construcción de cuestionarios. *Odisea Revista electrónica de pedagogia*, 3(6).
- ▶ Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.
- ▶ Macedo Franco, L. D. (2017). Evaluación del Programa de Evacuación por Erupción Volcánica del Misti en la Capacidad de Respuesta de la Población del Distrito de Alto Selva Alegre. Arequipa 2009-2015.
- ▶ Macedo Franco, L. D., & Vela Valdez, J. C. (2014). Límites de expansión urbana hacia los volcanes Misti y Chachani.
- ▶ Macedo Sánchez, O., Taipe Maquerhua, E. L., Del Carpio, J. A., Ticona Paucara, J., Ramos Palomino, D. A., Puma, N., ... & Vela Valdez, J. C. (2016). Evaluación del riesgo volcánico en el sur del Perú, situación de la vigilancia actual y requerimientos de monitoreo en el futuro. Informe técnico.
- ▶ Mariño Salazar, J., Cacya Dueñas, L., & Macedo Franco, L. D. (2006). La ciudad de Arequipa y los peligros volcánicos asociados al volcán.
- ▶ Mariño Salazar, J., Rivera Porras, M. A., Macedo Franco, L. D., Ramos Palomino, D. A., Antayhua Vera, Y., Taipe Maquerhua, E. L., ... & Lazarte Zerpa, I. A. (2013). Observatorio Vulcanológico del INGEMMET (OVI): herramienta para la reducción del riesgo volcánico en el sur del Perú.
- ▶ Mariño Salazar, J., Rivera Porras, M. A., Thouret, J. C., & Macedo Franco, L. D. (2016). Geología y mapa de peligros del volcán Misti-[Boletín C 60].
- ▶ Nemoto, T., & Beglar, D. (2014). Likert-scale questionnaires. In *JALT 2013 conference proceedings* (pp. 1-8).