

Impactos y gestión de erupciones volcánicas en Argentina: una mirada interdisciplinaria sobre el ciclo eruptivo 2018-2019 del volcán Peteroa

Pablo Forte¹, Lucía de Abrantes² y Amalia Ramírez³

¹ Observatorio Argentino de Vigilancia Volcánica (OAVV), SEGEMAR, CONICET, Argentina - fortepablo.gl@gmail.com

² Centro Interdisciplinario de Estudios en Territorio, Economía y Sociedad (CIETES), Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina, San Carlos de Bariloche, Argentina.

³ Centro de Estudios en Relaciones Internacionales y Medio Ambiente (CERIMA), Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina

Palabras clave: entrevistas, comunidades rurales, ceniza volcánica.

INTRODUCCIÓN

Argentina es un extenso país con numerosas evidencias de actividad volcánica. Sin considerar el volcanismo antártico (e.g. Isla Decepción, en las Shetland del Sur), en el país existen 38 volcanes con registro de actividad holocena, 20 enteramente en territorio argentino y 18 en el límite internacional con Chile (García y Badi, 2021). La totalidad de estos sistemas volcánicos activos se encuentran emplazados en el extremo occidental del territorio. Sin embargo, al pensar en las posibles consecuencias de la actividad volcánica en el país, también deben considerarse los más de 70 volcanes activos ubicados íntegramente en territorio chileno (Amigo, 2021).

Más allá de los procesos circunscritos a las inmediaciones de los edificios volcánicos (e.g. corrientes piroclásticas, flujos de lava, lahares), el principal peligro volcánico para el territorio argentino es la caída de tefra. En particular, la fracción tamaño ceniza (diámetro < 2 mm) puede ser dispersada a cientos, e incluso miles de kilómetros, de su centro emisor, cubriendo vastas extensiones del territorio. Asimismo, una vez depositado, este material piroclástico puede ser reinyectado en la atmósfera producto de su removilización por acción del viento, prolongando en el tiempo los problemas de visibilidad y calidad del aire (Forte et al. 2018).

En las últimas décadas, eventos de caída y subsecuente removilización de ceniza han marcado la vida de un gran número de personas y comunidades en Argentina. Erupciones como la Hudson en 1991 o Cordón Caulle en 2011 –con volúmenes emitidos de ceniza > 1 km³–, han ocasionado una multiplicidad de

impactos adversos, tanto en el ambiente, como en la economía y la vida cotidiana de las personas (Craig et al., 2016).

Pero además de estas erupciones de moderada a gran magnitud, en los Andes también ocurren erupciones menores. Este tipo de erupciones, por lo general, no adquieren trascendencia mediática ni ocupan un espacio de relevancia en la agenda pública nacional. Esta invisibilización, en parte, puede entenderse al observar la distribución demográfica de Argentina que indica que los principales núcleos urbanos se encuentran mayormente alejados de los sistemas volcánicos activos. En este sentido, resulta sencillo imaginar que estas pequeñas erupciones, de volcanes emplazados en rincones remotos del país no afectan a nadie. Pero, ¿cuánto de cierto hay en esta afirmación? ¿Qué ocurre con los pobladores rurales que habitan estos territorios?

En este trabajo nos adentramos en una de estas áreas remotas de la cordillera de los Andes con el objetivo de dar respuesta a estos interrogantes. Más específicamente, visitamos la cuenca alta del Río Grande en la provincia de Mendoza; zona que fue afectada por la erupción del volcán Peteroa en 2018-2019 (Fig. 1). El interés de nuestra investigación se centra no solo en comprender los efectos de esta erupción en el ambiente y las personas sino también en analizar la gestión de una crisis volcánica en un territorio andino constituido predominantemente por población rural. Para esto conformamos un equipo de trabajo interdisciplinario e implementamos, de manera combinada, herramientas de las ciencias sociales y naturales.

Caso de estudio: erupción 2018-2019 del volcán Peteroa

El volcán Peteroa ($35^{\circ}14.5' S - 70^{\circ} 34. 4' O$) forma parte del Complejo Volcánico Planchón-Peteroa (CVPP), emplazado en la Zona Volcánica Sur Transicional de los Andes. Peteroa ocupa el segundo lugar en el Ranking de Riesgo Volcánico Relativo para la República Argentina (Elissondo y Farías 2016; García y Baddi 2021) y presenta cuantiosas evidencias de actividad holocena en su registro eruptivo. De acuerdo a Global Volcanism Program (GVP), en los últimos 400 años este volcán ha registrado, al menos, 18 eventos eruptivos, de variable duración y con Índice de Explosividad Volcánica (IEV) entre 1 y 3. Entre la actividad más reciente se destacan los eventos de 1991 y 2010-2011, con la ocurrencia de erupciones de tipo freáticas a freatomagmáticas de baja magnitud ($IEV \leq 2$), desarrollo de columnas eruptivas con alturas inferiores a 3 km sobre el nivel del cráter y la emisión de ceniza volcánica (Naranjo y Haller, 1991; Haller y Risso, 2011).

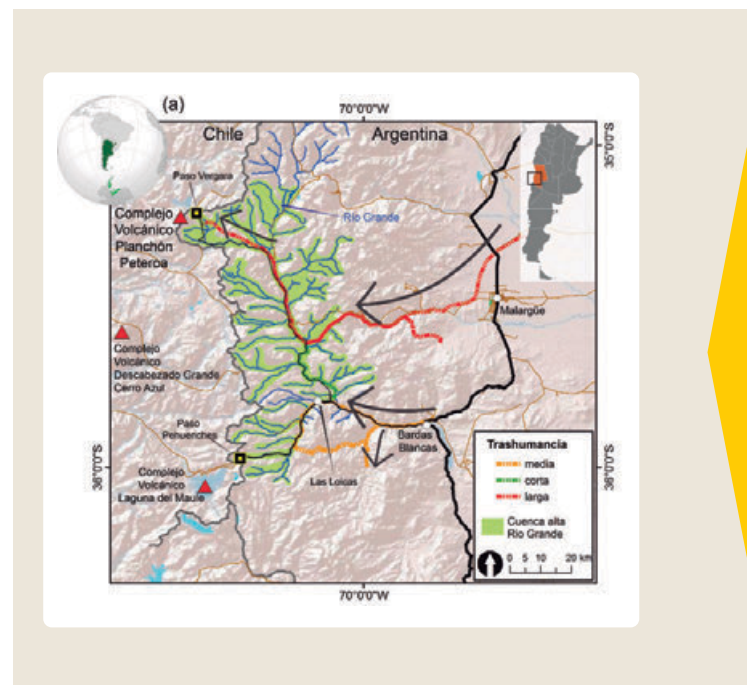
Luego de una década de tranquilidad, signada por emisiones gaseosas esporádicas, el 13 de octubre de 2018 tuvo lugar el inicio de un nuevo ciclo eruptivo. Con una duración aproximada de 6 meses, este período estuvo dominado por explosiones freáticas a freatomagmáticas, con emisión de cenizas y desarrollo de columnas eruptivas con alturas similares a las observadas en las erupciones de 1999 y 2010 (Fig. 2). El material emitido se dispersó predominantemente hacia el SE, alcanzando distancias de hasta 34 km del cráter (Romero et al. 2020).

Dado que el volcán Peteroa se encuentra en una zona cordillerana de difícil acceso, no existen núcleos urbanos en sus inmediaciones (Fig. 1). Los más cercanos son Las Loicas y Malargüe, a 95 y 110 km en línea recta, respectivamente. Durante este último ciclo eruptivo no se reportaron caída de cenizas ni ningún otro fenómeno en estos lugares. Tampoco en ciudades chilenas aledañas. Sin embargo, los productos de la erupción de Peteroa afectaron a un grupo de pobladores rurales que habitan los valles cordilleranos que circunscriben al volcán: los puesteros (Fig. 3a).

Los puesteros o crianceros son pobladores rurales que practican la ganadería extensiva y trashumante, una

actividad económica que se despliega al margen de los circuitos productivos regionales, con una fuerte dependencia del medio natural y escasos usos de la tecnología. Durante los meses de verano, los puesteros se desplazan –mayormente a caballo– con su ganado desde las zonas bajas, donde pasan el invierno (i.e., invernadas) hacia los valles aledaños al volcán en busca de agua y mejores pasturas (Fig. 1). En la zona se practica principalmente la cría de ganado caprino, bovino, y en menor medida, ovino y equino (Ramires, 2018).

En términos generales, el desplazamiento de los puesteros desde las invernadas se inicia con la llegada de la primavera austral y el descenso se produce entre marzo y abril. El tiempo de desplazamiento puede durar entre 1 y 15 días, dependiendo de las distancias, la cantidad de ganado y las condiciones meteorológicas. Durante su estadía en los valles de altura viven en las veranadas: puestos temporarios ubicados en zonas de difícil acceso y construidos con los materiales disponibles en el lugar (piedra, tierra cruda, adobe, etc.) junto con restos de chapa y nylon



► Fig. 1 - Mapa de ubicación de la zona de estudio. Las flechas y líneas punteadas de colores indican las principales rutas de tránsito de los puesteros, entre las zonas de invernada y veranada. Modificado de Forte et al. (2022).

(Fig. 3a). El tiempo de estadía depende de las distancias, la disponibilidad de pasturas y las condiciones meteorológicas. Según Ramires (2018), se estima que existen más de 140 puestos en la Cuenca alta y media del Río Grande.

Como todos los años, entre los meses de octubre y noviembre del 2018 los primeros puesteros de la zona emprendieron el camino trashumante hacia los valles situados en las inmediaciones del volcán Peteroa. Para ese entonces, la erupción ya se encontraba en curso y, de acuerdo a las comunicaciones oficiales, no reportaba grandes riesgos para el desenvolvimiento de esta actividad. Así, los puesteros fueron lentamente poblando las cercanías del volcán en erupción.

Con la intención de analizar este desplazamiento en el marco de una crisis volcánica, así como las acciones desplegadas para proteger a esta población, llevamos adelante una investigación interdisciplinaria que

abarcó diversos momentos temporales. El objetivo fue realizar una evaluación de los impactos y la gestión de la crisis asociada a esta última erupción.

En este proceso, recurrimos a una estrategia metodológica mixta, empleando múltiples fuentes de datos y combinando herramientas de las ciencias naturales con otras propias de las ciencias sociales. Más específicamente, durante el período eruptivo realizamos observaciones de campo y muestreo de aguas y cenizas en la zona afectada. En el invierno subsiguiente a la erupción, entrevistamos a 20 puesteros en las invernadas (Fig. 3b). Para esto, utilizamos el cuestionario presentado en Forte et al. (2022), el cual combina respuestas abiertas y cerradas. Esta información se articuló con datos cualitativos producto de observaciones y entrevistas en profundidad realizadas en la zona afectada antes y luego de la erupción.



► Fig. 2 - Ciclo eruptivo 2018-2019 del volcán Peteroa. (a) Fotografía obtenida desde el borde del cráter, el 23 de marzo de 2019, permite visualizar el centro emisor. Cortesía de Fabricio Carbajal. (b) Ganado y pastizales expuestos a ceniza volcánica en el valle del Peñón, a ~5 km del centro emisor. (c) Fotografía panorámica de la erupción, tomada en febrero de 2019 desde la salida del valle del Peñón, evidencia la dispersión de la pluma eruptiva hacia el SE.

En términos generales, el estudio reveló que los impactos asociados a la erupción fueron reducidos. Si bien la mitad de los puesteros consultados indicó que su veranada se vio afectada –ya sea por presencia de ceniza volcánica en las pasturas y superficies de pastoreo o por alguna afectación observada en el ganado (e.g., problemas respiratorios o ceguera)–, en ninguno de los casos el espesor de ceniza depositada

superó el centímetro. A su vez, se observó una correlación positiva entre las zonas afectadas, la distancia al centro eruptivo y la dirección predominante de la pluma de ceniza.

Otros impactos reportados por los entrevistados incluyeron problemas temporales en la salud, tales como irritación de ojos y tracto respiratorio superior (i.e. nariz y garganta), dificultades en el desarrollo de

las labores diarias en el campo y, también, problemas vinculados al deterioro de su situación financiera a raíz de la dificultad para comercializar sus productos. Por otro lado, los análisis realizados en aguas de los cursos fluviales de la zona mostraron que no existió una transferencia química significativa desde la ceniza emitida por el volcán Peteroa. En algunos casos sí se

identificó un descenso significativo del pH del agua. No obstante, este es un cambio poco perdurable en el tiempo y no significativamente tóxico para el consumo humano o animal. Para un mayor detalle sobre estos resultados, se sugiere la lectura de Forte et al. (2022).

Asimismo, las entrevistas realizadas nos permitieron



► Fig. 3 - (a) Puesto de veranada a ~6 km del volcán Peteroa. (b) Puesteros entrevistados, meses luego de concluida la erupción, en su vivienda de invernada.

entender la gestión de la crisis desde la perspectiva de la comunidad expuesta. Indagamos particularmente sobre dos aspectos centrales durante la erupción: la comunicación y la asistencia.

En promedio, los puesteros evaluaron la asistencia recibida durante el ciclo eruptivo de mala a regular. Más allá de reconocer iniciativas puntuales como la entrega de tapabocas o visitas esporádicas de veterinarios para controlar el estado de salud del ganado, los entrevistados coincidieron en señalar la falta de autoridades en territorio. Ejemplos de esta ausencia son el cierre y abandono temporal del destacamento de las fuerzas de seguridad (i.e., Gendarmería) del paso fronterizo que se encuentra en la zona (i.e., Paso Internacional Vergara) y la falta de mantenimiento de la única ruta de acceso, que, a su vez, conecta a Argentina con Chile.

Además, la ausencia de las autoridades fue percibida por los puesteros a partir de la escasa información que reportan haber recibido. Un dato significativo que se desprende de las entrevistas es que no identificaban como interlocutores activos a ninguna de las

instituciones con responsabilidad en la gestión de la crisis. A su vez, observamos una importante fragmentación de los canales de comunicación a los cuales las personas expuestas recurrieron.

Es importante destacar que la actividad del volcán Peteroa es monitoreada desde el año 2010 por el Observatorio de los Andes del Sur (OVDAS) – institución dependiente del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) de Chile (Amigo, 2021)– y desde 2017, también, por el Observatorio Argentino de Vigilancia Volcánica (OAVV). El OAVV es un área especializada dentro del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) encargada del estudio y monitoreo de los volcanes que puedan afectar al territorio nacional (García y Badi, 2021). Además, esta institución es responsable de la generación y emisión de alertas técnicas sobre actividad volcánica. El OAVV envía Reportes de Actividad Volcánica (RAV) y Reportes Especiales de Actividad Volcánica (REAV) a las autoridades nacionales a través del Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo (SINAGIR), así como a autoridades provinciales y municipales.

Para el caso del Peteroa, el OAVV elevó la alerta técnica de verde a amarillo en julio de 2018. Se emitieron los reportes pertinentes, caracterizando la actividad y ofreciendo una serie de recomendaciones (e.g., Badi et al., 2018). Dicha información fue transmitida a las autoridades gubernamentales, siguiendo los protocolos establecidos. Por su parte, el Centro de Aviso de Cenizas Volcánicas (VAAC), perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (SMN), emitió un total de 496 Avisos de Ceniza Volcánica durante todo el ciclo eruptivo, ver:

<http://www3.smn.gob.ar/vaac/buenosaires/productos.phl?lang=es>. En este contexto, adquiere aún mayor relevancia que los puesteros no hayan logrado asociar la información con ninguna institución nacional competente.

Los puesteros indicaron que si bien fueron advertidos sobre "el estado del volcán" y la "evolución de la erupción", no recibieron indicaciones precisas sobre qué hacer, cómo protegerse o de qué manera evacuar la zona ante cambios repentinos en la actividad. Esto expone falencias en la divulgación de un plan de contingencia para comunidad en riesgo.

Otra de las situaciones, narradas por los puesteros, que expone diversos problemas en la transmisión de la información es la incertidumbre en torno a la calidad del agua. En las entrevistas, ellos expresaron su preocupación por la posible contaminación de las fuentes de agua. Indagando meses después de la erupción, nos encontramos con que el Departamento de Irrigación de la provincia de Mendoza había tomado muestras para su análisis. El resultado de los mismos nunca fue comunicado a los puesteros.

Consideraciones finales

La presente investigación se ha focalizado en comprender algunas de las dinámicas asociadas a las erupciones de baja magnitud. En particular, ha tenido el objetivo de analizar, de forma interdisciplinaria, el último ciclo eruptivo del volcán Peteroa producido en 2018-2019.

Los datos geológicos y los datos cualitativos recogidos en campo, evidenciaron que la caída de ceniza volcánica y su subsecuente removilización eólica se

constituyó en el principal impacto de esta crisis. A su vez, la interpretación interdisciplinaria de estos ha arrojado que los impactos producidos por esta erupción han sido leves y moderados. Si bien esto era un resultado esperable, aplicar estas metodologías en erupciones de baja magnitud permitió identificar falencias en la gestión de la crisis volcánica. La corrección de estos errores podría resultar de gran importancia para mitigar potenciales impactos de eventos de mayor magnitud.

A su vez, al avanzar en el análisis de las representaciones de los puesteros –aquella comunidad trashumante que habita, estacionalmente, en las inmediaciones del volcán– detectamos una serie de problemáticas adicionales que podrían resultar en datos claves al momento del desarrollo de estrategias de gestión del riesgo efectivas para esta zona.

Los puesteros constituyen una comunidad específica atravesada por múltiples vulnerabilidades (sociales, económicas, habitacionales, etc.) que no pueden obviarse al momento de desplegar una estrategia de asistencia y de comunicación durante una crisis eruptiva. Además, las características geográficas de la zona, las distancias recorridas por la comunidad y el acceso a la conectividad imponen condiciones que deben ser ponderadas en el desarrollo de las estrategias de intervención. En definitiva, este estudio nos permitió visibilizar de qué manera las ciencias sociales, en diálogo e interacción sostenida con las exactas y naturales, pueden resultar en un recurso clave para la caracterización de un territorio y una comunidad frecuentemente afectados por erupciones volcánicas.

Cabe destacar, por último, que la práctica trashumante que llevan adelante los puesteros no es exclusiva de esta zona. Se trata de una práctica cultural ancestral que se desarrolla en diversos sectores de los Andes del Sur con actividad volcánica. Lo relevante de la trashumancia desde la perspectiva del riesgo volcánico es que modifica la exposición de manera cíclica y estacional. En este sentido, el caso de estudio aquí presentado iluminó un conjunto de dimensiones claves que podrían ser consideradas al momento de desplegar estrategias de mitigación y gestión del riesgo volcánico en otras zonas del país.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la comunidad de puesteros de la cuenca del río Grande por brindar sus testimonios y hacer posible esta investigación.

REFERENCIAS

- ▶ Amigo, A. (2021). Volcano monitoring and hazard assessments in Chile. *Volcanica*, 4(S1), 1-20.
- ▶ Badi, G., Carbajal, F., Elissondo, M., García, S., Kaufman, J.F., Olivera Craig, V.H., Sruoga, P., Tejedo, A.G., (2018). Complejo Volcánico Planchón-Peteroa, Erupción Diciembre de 2018. Estado de Actividad, Peligros Asociados y Recomendaciones. 21 p. Buenos Aires, Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales.
- ▶ Craig, H., Wilson, T., Stewart, C., Villarosa, G., Outes, V., Cronin, S. Jenkins, S. (2016). Agricultural impact assessment and management after three widespread tephra falls in Patagonia, South America. *Natural Hazards*, 82(2), 1167-1229.
- ▶ Elissondo, M., Farías, C. (2016). Volcanic risk assessment in Argentina. En *Cities on Volcanoes 9: Understanding Volcanoes and Society - The Key for Risk Mitigation*. Puerto Varas.
- ▶ Forte, P., Domínguez, L., Bonadonna, C., Lamberti, M.C., Gregg, E., Bran, D., Castro, J.M. (2018). Tormentas de ceniza volcánica en Patagonia: un peligro latente y subestimado. En *Libro de resúmenes: VIII Foro Internacional los Volcanes y su impacto*, Arequipa, 26 y 27 de abril del 2018. Ed. por R. Aguilar. Arequipa, 137-141.
- ▶ Forte, P., Ramires, A., De Abrantes, L., Llano, J., Domínguez, L., Carbajal, F., García, S., Sruoga, P., Bonadonna, C. (2022). La erupción no será transmitida: características, impactos y asistencia durante el ciclo eruptivo 2018-2019 del volcán Peteroa, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 79(1), 47-71.
- ▶ García, S., Badi, G. (2021). Towards the development of the first permanent volcano observatory in Argentina. *Volcanica*, 4(S1), 21-48.
- ▶ Haller, M.J., Risso, C. (2011). La erupción del volcán Peteroa (35°15' S, 70°18' O) del 4 de septiembre de 2010. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 68(2), 295-305.
- ▶ Naranjo, J., Haller, M. (2002). Erupciones principalmente explosivas del volcán Planchón, Andes del sur (35°15'S). *Revista Geológica de Chile*, 29: 93-113.
- ▶ Ramires, A. (2018). Riesgo por caída de tefra en la cuenca alta y media del Río Grande y su impacto en el modelo ganadero de la región. *Aportes al Ordenamiento Territorial*. Departamento de Malargüe. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Filosofía y Letras (inédita), 291 p., Mendoza.
- ▶ Romero, J.E., Aguilera, F., Delgado, F., Guzmán, D., Van Eaton, A.R., Luengo, N., Caro, J., Bustillos, J., Guevara, A., Holbik, S., Tormey, D. (2020). Combining ash analyses with remote sensing to identify juvenile magma involvement and fragmentation mechanisms during the 2018/19 small eruption of Peteroa volcano (Southern Andes). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 402, p.106984.