

## Geoparque Mundial UNESCO Kütralkura: Laboratorio natural para la educación sobre los peligros volcánicos

Manuel Enrique Schilling<sup>1</sup>, María Angélica Contreras<sup>2</sup>, Cristian Fariás<sup>3</sup>, Gabriela Tascón<sup>3</sup>, y Diego Partarrieu<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Chile – manuel.schilling@uach.cl

<sup>2</sup> Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur, Servicio Nacional de Geología y Minería, Chile

<sup>3</sup> Departamento de Obras Civiles y Geología, Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Temuco, Chile

<sup>4</sup> Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Chile

**Palabras clave:** Geoparque Mundial UNESCO Kütralkura, laboratorio natural, educación, peligros geológicos.

Los Geoparques Mundiales UNESCO (GMU) son territorios unificados que tienen un patrimonio geológico de relevancia internacional donde se promueve el desarrollo de las comunidades locales. En estos territorios se gestiona el patrimonio natural y cultural de manera holística, y sus pilares principales son la educación, la conservación y el geoturismo. Los GMU ubicados en zonas con volcanismo activo tienen un desafío particular en torno a la educación y gestión de los riesgos volcánicos. Este es justamente el caso de los tres GMU de Sudamérica que fueron certificados por la UNESCO el 2019: Imbabura en Ecuador; Valle del Colca y Volcanes de Andagua en Perú; y Kütralkura en Chile.

El GMU Kütralkura se ubica en la cordillera de los Andes de la Región de la Araucanía, en el sur de Chile, entre los 38°05'S y 39°38'S. Su territorio se extiende por más de 12.000 km<sup>2</sup>, se superpone parcialmente con la Reserva de Biósfera UNESCO Araucarias, contiene 6 áreas silvestres protegidas y se reconoce como un destino turístico emergente. Aquí se encuentran 6 volcanes activos que de norte a sur son Tolhuaca, Lonquimay, Llaima, Sollipulli, Quetrupillán y Lanín. La población es de aproximadamente 125.000 personas (Censo 2017), de las cuales cerca de 87.000 habitan zonas expuestas a peligros volcánicos (considerando que viven dentro del área definida por un radio de 30 km en torno a los volcanes activos). Esto representa un gran desafío para la educación y gestión del riesgo volcánico, que requiere una compleja coordinación entre diversos organismos públicos y la sociedad civil. En este trabajo presentamos las principales acciones realizadas por actores vinculados a la educación y la reducción del riesgo volcánico en este territorio, entre los que destacan la Asociación de

Municipalidades Cordilleranas de la Araucanía que es responsable de la gestión del GMU Kütralkura, el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) a cargo del monitoreo volcánico en tiempo real y de la zonificación de peligro en el país, la Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI) encargada de la prevención y atención de emergencias y desastres, y varias universidades regionales que realizan diversas actividades de docencia, investigación y vinculación.

La actividad volcánica de esta zona está asociada a la subducción de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana. El volcán más activo es el Llaima (3179 m; Fig. 1), que es considerado como el segundo volcán de mayor riesgo a nivel nacional por el SERNAGEOMIN después del volcán Villarrica (SERNAGEOMIN, 2019). Su último ciclo eruptivo fue el 2007-2009 y sus peligros principales son los lahares y la caída de ceniza (Moreno y Naranjo, 2003).



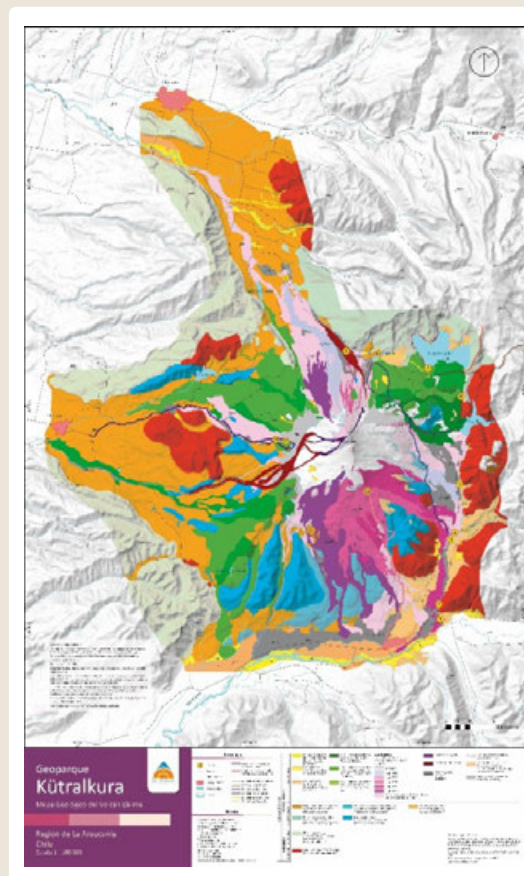
► Fig. 1 Volcán Llaima ubicado en el Parque Nacional Conguillío, al centro del GMU Kütralkura. Se observa una de las dos coladas de lava generadas durante la erupción de 1957, la cual se extendió por más de 10 km hacia el norte del volcán.

El volcán Lonquimay (2865 m) registra varias erupciones históricas, entre las que destaca la que comenzó el 25 de diciembre de 1988 y que duró 13 meses. Esta erupción dio origen al cráter Navidad y causó evacuaciones y graves problemas a la salud, especialmente de animales, debido a la caída de ceniza con inusuales concentraciones de flúor (Moreno y Gardeweg, 1989). El Sollipulli es un volcán tipo caldera excepcional, con un glaciar de 6x4 km de diámetro y espesores de hasta 500 m, el cual podría generar grandes lahares. Su última erupción fue hace unos 750 años y tuvo una erupción pliniana hace 2900 años que generó flujos piroclásticos y eyectó 7,5 km<sup>3</sup> de pómez (Naranjo et al., 1993). Los volcanes Tolhuaca, Quetrupillán y Lanín no registran erupciones históricas, pero si ocurridas durante el Holoceno, por lo que son considerados como activos. El monitoreo de 45 volcanes activos y la generación de información sobre la actividad volcánica en territorio nacional es responsabilidad del SERNAGEOMIN. Esta labor se realiza a través del Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS) ubicado en la ciudad de Temuco, muy cerca del límite occidental del GMU Kütralkura. Además, el SERNAGEOMIN provee información volcanológica a través de mapas geológicos y de peligros volcánicos, difusión mediante charlas y ferias, y el uso de tecnologías de la información.

Una de las primeras acciones realizadas en el GMU Kütralkura que tiene relación con su estrategia de geoconservación, es la identificación, caracterización, evaluación, divulgación y monitoreo de sitios de interés geológico (geositos). Los inventarios del patrimonio geológico de este territorio han permitido priorizar los sitios que pueden ser utilizados en actividades turísticas, educativas y de conservación (Martínez, 2010; Partarrieu, 2013; y Scherer, 2021). Recientemente, se realizó una actualización del inventario de sitios de interés natural y cultural por parte de un equipo de profesionales, guías locales, y funcionarios de las 7 municipalidades que integran este GMU. La gran mayoría de los cerca de 120 geositos inventariados, están asociados a procesos volcánicos y ofrecen excelentes oportunidades para educar sobre los peligros volcánicos a los habitantes y visitantes. La mayoría de estos geositos, junto con información de interés turístico, se encuentran en el

sitio web [www.kutralkura.cl](http://www.kutralkura.cl) y en la aplicación para dispositivos móviles Kütralkura, los cuales permiten acceder a información relevante para los visitantes del territorio.

A partir de la puesta en valor del patrimonio geológico, el trabajo de guías locales, la colaboración con instituciones públicas y privadas, y el apoyo de académicos y académicas, se han logrado importantes avances en torno al desarrollo del geoturismo. Específicamente, diez geositos fueron implementados con paneles de interpretación y se remodeló el centro de información ambiental del parque nacional Conguillío, incluyendo en ambos casos antecedentes sobre los procesos y peligros volcánicos. También, se publicó el libro Geoparque Kütralkura: Guía Geoturística (Schilling et al., 2013)



► Fig. 2 Mapa geológico del volcán Llama incluido en la Guía Geoturística del Geoparque Kütralkura, donde se muestran los geositos asociados y los senderos que permiten visitarlos (modificado de Naranjo y Moreno, 2005).

donde se incluyó un mapa de peligros volcánicos del territorio y un mapa geológico del volcán Llaima (Fig. 2). Un hito destacado fue un diplomado ofrecido el 2021 a guías, empresarios y emprendedores turísticos del territorio que consideró contenidos relacionados con el riesgo volcánico. Eventos de gran importancia fueron el I y IV Simposio de Geoparques y Geoturismo en Chile realizados el 2011 en Melipeuco, y el 2022 en Temuco, respectivamente.

Respecto a las actividades dedicadas a la comunidad escolar y público general, se han realizado diversas iniciativas desde el año 2011. Un primer ejemplo fue el proyecto "Exploradores del volcán Llaima" ejecutado por la Sociedad Geológica de Chile y financiado por el Programa Explora. Más recientemente, se ofreció un curso en línea abierto a la comunidad, especialmente destinado a operadores turísticos, guardaparques, profesores, estudiantes universitarios y de enseñanza media, y organizaciones ciudadanas, entre otros. El objetivo fue compartir conocimientos sobre el patrimonio natural y cultural del GMU Kütralkura, los peligros geológicos existentes, evidencias e impactos del calentamiento global, y experiencias asociadas actividades turísticas, educativas y de conservación que promueven el buen vivir y el desarrollo sustentable del territorio. Adicionalmente, se ha elaborado material de apoyo para la realización de actividades educativas dentro y fuera del aula.

Paralelamente, las ferias de divulgación volcánica que organiza el SERNAGEOMIN a nivel nacional han tenido un positivo impacto en las comunidades locales. Dos de las doce ferias organizadas a la fecha se han realizado en el GMU Kütralkura: en Lonquimay el 2019 (Fig. 3), y en Melipeuco el 2021. Estas ferias consideran charlas, juegos y exposiciones interactivas que buscan crear conciencia ciudadana sobre los peligros volcánicos y la vulnerabilidad ante situaciones de emergencia. Por otra parte, se realizan visitas por parte de grupos de escuelas al OVDAS para conocer la tecnología y el trabajo que se realiza de manera continua para el monitoreo de los volcanes activos de Kütralkura y del país. Estas visitas fueron suspendidas durante la crisis de pandemia por Covid-19 y actualmente se están retomando. Adicionalmente, destacamos un primer estudio

destinado a estimar la influencia de actividades educativas en la percepción del riesgo volcánico realizado en dos establecimientos educacionales del GMU kütralkura (Queizal, 2022). Este trabajo debiera servir como base para realizar actividades similares en otras escuelas del territorio y contribuir a reducir el riesgo de desastres de origen volcánico.

Una actividad muy relevante fue el último simulacro de erupción del volcán Llaima realizado el 2021 en Melipeuco y comunas vecinas. Esta actividad fue liderada por la Oficina Nacional de Emergencias, en colaboración con las municipalidades, SERNAGEOMIN y la Corporación Nacional Forestal que está a cargo de las áreas silvestres protegidas. La actividad se realizó también en contexto de pandemia por Covid-19, por lo que la participación tuvo que ser restringida para respetar los aforos permitidos. La evaluación de la actividad fue positiva y sirvió para revisar y actualizar los planes de emergencia volcánica establecidos.



► Fig.3 Afiche de difusión de la 7ª Feria de Divulgación Volcánica organizada por SERNAGEOMIN con la colaboración del GMU Kütralkura y universidades regionales.



Finalmente, el GMU Kütralkura y los municipios que lo integran, realizan importantes esfuerzos en la planificación territorial y la gestión del riesgo de desastres. Esto se enmarca en un contexto de actualización del marco legal nacional, que establece el Sistema y Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres como una nueva institucionalidad para una sociedad más resiliente (Ley N°21.364). De esta manera, el GMU Kütralkura desarrolla acciones para el fortalecimiento institucional a nivel local en relación con los riesgos volcánicos y en el contexto de cambio climático, donde se incorporan amenazas asociadas a la variación del clima como son las remociones en masa, incendios forestales, sequía, inundaciones y nevazones intensas, entre otras. En la planificación estratégica para el periodo 2022-2026 del GMU Kütralkura se ha propuesto: la implementación de las unidades de riesgos y desastres según el nuevo marco legal; la actualización de los planes de riesgos volcánicos; realizar estudios de riesgos en todas las comunas asociadas; y conformar un grupo de trabajo sobre riesgos y desastres.

Entre los principales desafíos que tiene actualmente el GMU Kütralkura en relación con la educación y la gestión del riesgo volcánico, destacamos los siguientes:

**1)** La puesta en valor y protección legal de geositos que se encuentran fuera de las áreas silvestres

protegidas, en particular aquellos que permiten desarrollar actividades educativas y turísticas destinadas a aumentar la resiliencia frente a los peligros geológicos.

**2)** Mejorar la infraestructura turística incluyendo la implementación de nuevos paneles de interpretación, audio-guías, museos y centros de visitantes, mediante la cual se comunique información necesaria para la reducción de los riesgos naturales. Especialmente, se deben sociabilizar las zonas seguras e inseguras en caso de gatillarse erupciones volcánicas, y los puntos de encuentro transitorio definidos por ONEMI.

**3)** Ofrecer de manera periódica cursos de formación sobre el GMU Kütralkura, para contribuir a la formación permanente de personas relevantes asociadas al turismo, la comunidad escolar y otros actores relevantes en esta zona con volcanismo activo.

Avanzar en la planificación territorial integrada y participativa del GMU Kütralkura para la reducción del riesgo de desastres, teniendo en cuenta el nuevo marco legal que considera el principio de la prevención. Para esto se requiere que actores públicos y privados, junto con la comunidad organizada, aporten colaborativamente sus competencias y capacidades en aquellas fases del ciclo del riesgo de desastres en que tengan responsabilidades establecidas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a cada una de las instituciones y personas que contribuyen de manera constante y comprometida con la reducción del riesgo volcánico en el GMU Kütralkura, y para el desarrollo sustentable de sus comunidades locales.

## REFERENCIAS

- ▶ Martínez, P. (2010). Identificación, caracterización y cuantificación de geositos, para la creación del I Geoparque en Chile, en torno al Parque Nacional Conguillío. [Memoria para optar al título de Geóloga]. Universidad de Chile.
- ▶ Moreno, H. & Gardeweg, M. (1989). La erupción reciente en el complejo volcánico Lonquimay (diciembre 1988), Andes del Sur. Revista Geológica de Chile, 16: 93-117.

- ▶ Moreno, H. & Naranjo, J.A. (2003). Mapa de peligros del volcán Llaima, Región de La Araucanía. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Ambiental 7, escala 1:75.000. Santiago.
- ▶ Moreno, H. (2000). Peligros del Volcán Quetrupillán, Regiones de La Araucanía y de Los Ríos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Serie Geología Ambiental, No. 30, 1 mapa escala 1:50.000. Santiago.
- ▶ Naranjo, J.; Moreno, H.; Emparan, C. & Murphy, M. (1993). Volcanismo explosivo reciente en la caldera del volcán Sollipulli, Andes del Sur (39° S). Revista Geológica de Chile. 20: 167-191.
- ▶ Naranjo, J.A. & Moreno, H. (2005). Geología del volcán Llaima, Región de La Araucanía. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 88: 33 p., 1 mapa escala 1:50.000, Santiago.
- ▶ Partarrieu, D. (2013). Inventario de geositios en la comuna de Lonquimay, para la creación del Geoparque.