

RIESGO VOLCÁNICO RELATIVO EN TERRITORIO ARGENTINO

Elissondo Manuela y Farías Camila



Complejo volcánico Planchón Peteroa - Actividad fumarólica (febrero de 2011)

SERIE CONTRIBUCIONES TÉCNICAS - PELIGROSIDAD GEOLÓGICA N° 28

RIESGO VOLCÁNICO RELATIVO EN TERRITORIO ARGENTINO

Elissondo Manuela¹ y Farías Camila²

¹ Servicio Geológico Minero Argentino - Dirección de Geología Ambiental y Aplicada - Instituto
de Geología y Recursos Minerales

² Servicio Meteorológico Nacional - Dirección Central de Monitoreo del Clima

Supervisión: Alejandro Emmanuel Celli
Revisión Técnica: Johanna Florencia Kaufman y Patricia Sruoga
Validación: Adriana Beatriz Balbi
Edición: Marcos Vila

ISSN 2618-5024

BUENOS AIRES 2024

SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO

INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES

Director: Dr. Martín Ricardo Gozalvez

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y APLICADA

Director: Lic. Alejandro Emmanuel Celli

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Esta publicación debe citarse como:

Elissondo M. y Farías C., 2024. Riesgo Volcánico Relativo en Territorio Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas Peligrosidad Geológica N° 28. 99 pp. Buenos Aires.

ISSN 2618-5024

ES PROPIEDAD DEL INSTITUTO DE GEOLOGÍA Y RECURSOS MINERALES - SEGEMAR
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN



Av. General Paz 5445 (Colectora provincia) 1650 - San Martín - Buenos Aires - República Argentina

Edificios 14 y 25 | (11) 5670-0100

www.segemar.gov.ar

CONTENIDO

RESUMEN	.....	1
ABSTRACT	.....	1
1. INTRODUCCIÓN	.....	2
2. METODOLOGÍA	.....	3
3. EVALUACIÓN DE RIESGO VOLCÁNICO RELATIVO EN ARGENTINA	.....	4
3.1. Volcanismo activo en territorio argentino - inventario de volcanes activos y potencialmente activos		6
3.1.1. Cordillera de los Andes.....		6
3.1.2. Antártida		20
3.1.2.1. Sector Antártico Argentino y el Tratado Antártico		20
3.1.2.2. Marco Geológico y Volcanismo Activo.....		20
3.1.3. Islas Sandwich del Sur.....		28
3.1.3.1. Reclamo Argentino de Soberanía sobre las Islas Sandwich del Sur.....		28
3.1.3.2. Marco Geológico y Volcanismo Activo.....		28
3.2. Peligrosidad		31
3.3. Exposición		40
3.4. Riesgo Volcánico Relativo.....		48
3.5. Distribución de Parámetros de Riesgo a Nivel Nacional		58
4. DISCUSIÓN, ALCANCES Y LIMITACIONES	.....	61
5. CONCLUSIONES	.....	62
6. AGRADECIMIENTOS	.....	62
7. TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO	.....	63

RESUMEN

El territorio de la República Argentina se encuentra expuesto a diversos peligros volcánicos que revisten un grado de riesgo variable, el cual debe ser correctamente analizado y gestionado, con la finalidad de reducir futuras pérdidas. Los volcanes activos con potencial de afectar al país se ubican en la cordillera de los Andes, en la península Antártica y en las islas Sandwich del Sur, siendo su grado de conocimiento muy heterogéneo.

En el año 2008, la Dirección de Geología Ambiental y Aplicada del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) inició el Programa de Estudio de Amenazas Volcánicas con el objetivo de desarrollar e implementar un plan de manejo del riesgo volcánico institucional. En este marco, se encaró la evaluación de riesgo volcánico relativo para el país (Elissondo y Villegas 2011). Posteriormente, en el año 2015 se entabló una colaboración con el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) para realizar en conjunto la evaluación de riesgo de los volcanes ubicados total o parcialmente en territorio argentino. El SMN tiene bajo su responsabilidad el Centro de Aviso de Cenizas Volcánicas Buenos Aires (VAAC Buenos Aires).

Esta contribución consiste en una actualización de la evaluación de riesgo volcánico realizada a partir del análisis de nuevos antecedentes, además de la incorporación de los volcanes activos y potencialmente activos ubicados en el territorio de Antártida e islas Sandwich del Sur, que no habían sido considerados previamente. En la primera sección se presenta el inventario actualizado de volcanes activos y potencialmente activos y en la segunda, la evaluación de peligrosidad, exposición y riesgo relativo.

Los resultados permiten agrupar a los volcanes en cinco categorías que varían desde riesgo muy alto a muy bajo. El ranking de riesgo volcánico relativo corresponde al ordenamiento de los resultados en forma decreciente.

El objetivo principal de este estudio es presentar un enfoque consistente, sistemático y objetivo para la planificación de actividades destinadas a la reducción del riesgo volcánico a nivel nacional. Se trata de un estudio dinámico, que se modifica según se genere nueva información de base o se produzcan cambios en los sistemas magmáticos y/o el medio socio-económico.

Palabras Clave: *Argentina, Inventario, volcanes activos y potencialmente activos, peligrosidad, exposición, riesgo volcánico relativo.*

ABSTRACT

The territory of Argentina is exposed to a wide variety of volcanic hazards that pose varying degrees of risk. With the aim of reducing future losses, these risks must be correctly analysed and managed. Active volcanoes with the potential to affect the country are located in the Andean Cordillera, the Antarctic Peninsula, and the South Sandwich Islands, and their level of knowledge is highly heterogeneous.

In 2008, the Direction of Environmental and Applied Geology of the Argentine Geological and Mining Survey (SEGEMAR) launched the Volcanic Hazards Study Program with the goal of developing and implementing an institutional volcanic risk management plan. Within this framework, a relative volcanic risk assessment for the country was undertaken (Elissondo and Villegas 2011). Subsequently, in 2015, a collaboration with the National Meteorological Service (SMN) was established in 2015 to jointly assess the relative volcanic risk of volcanoes located partially or entirely within the country. SMN is responsible for the Buenos Aires Volcanic Ash Advisory Centre (VAAC Buenos Aires).

This contribution comprises an update of the previous volcanic risk assessment, based on the analysis of new data and the inclusion of active volcanoes located in the Antarctic and South Sandwich Islands that had not been previously considered. The first section presents the updated inventory of active and potentially active volcanoes, while the second includes the hazard, exposure and risk assessment.

The results of the analysis allowed grouping the volcanoes into five categories ranging from very high to very low risk. The volcanic risk ranking corresponds to the arrangement of the results from highest to lowest value.

The primary objective of this study is to generate a consistent, systematic, and objective approach for planning activities aimed at reducing volcanic risk at a national level. This is a dynamic study and can be modified as background information is generated or changes are produced either in the magmatic systems or within the socio-economic environment.

Keywords: *Argentina, Inventory, active and potentially active volcanic systems, hazard, exposure, volcanic threat.*

1. INTRODUCCIÓN

El arco volcánico de los Andes argentino-chilenos incluye alrededor de 100 volcanes activos, 38 de los cuales se ubican total o parcialmente en nuestro país. En los territorios reclamados por Argentina en Antártida e islas Sandwich del Sur se reconocen más de 25 volcanes activos que forman islas y montes submarinos. El sector argentino continental, por su ubicación en relación al arco volcánico activo y los patrones de circulación atmosférica, presenta particularidades en cuanto a la exposición a los peligros volcánicos. No solo puede ser afectado por procesos vinculados a volcanes ubicados en Argentina, sino también por dispersión, caída de tefras y su posterior removilización, de centros de emisión ubicados en Chile. Ejemplos recientes de erupciones de magnitud moderada a alta de volcanes chilenos como Quizapu (1932), Hudson (1991), Chaitén (2008) y Cordón Caulle (2011) generaron en nuestro país un alto impacto socio-económico y ambiental. En lo que respecta a la peligrosidad vinculada a los volcanes ubicados en Argentina y a lo largo del límite internacional, las erupciones históricas documentadas son leves y no se registra pérdida de vidas. Se destacan eventos de baja magnitud vinculados al volcán Copahue (provincia del Neuquén) y al complejo volcánico Planchón-Peteroa (provincia de Mendoza), asociados principalmente a dispersión y caída de tefras, eyección de balísticos, lahares y corrientes de densidad piroclásticas (CDP) de bajo volumen. No obstante, el registro geológico holoceno-postglacial incluye eventos de mayor magnitud, como aquellos registrados en los complejos volcánicos Cerro Blanco y Laguna del Maule, con el potencial de generar un severo impacto en amplias regiones del territorio nacional.

Si bien la actividad volcánica en Argentina no constituye el fenómeno natural que más pérdidas ha generado durante el período histórico, en comparación con otros peligros (ej. inundaciones, sequías y terremotos), nuestro territorio se encuentra expuesto a una diversidad de procesos volcánicos que revisten un grado de riesgo variable, el cual debe ser correctamente analizado y gestionado. Con el objetivo de desarrollar e implementar un plan de manejo de riesgo volcánico a nivel institucional, la Dirección de Geología Ambiental y Aplicada del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) inició en el año 2008 el Programa de Estudio de Amenazas Volcánicas. Como primer paso se propuso realizar una evaluación de riesgo volcánico basada en el sistema

desarrollado por el Servicio Geológico de Estados Unidos (Ewert *et al.* 2005, 2018, Ewert 2007), con la finalidad de identificar y caracterizar los volcanes activos ubicados en nuestro país y de acuerdo a los resultados, planificar medidas de reducción de riesgo (Elissondo y Villegas 2011).

Por su parte, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) fue designado como responsable de uno de los nueve Centros de Avisos de Cenizas Volcánicas (VAAC) creados por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) en el año 1998. Tiene por función expedir información de asesoramiento con respecto a la extensión y movimiento pronosticados de la “nube” de cenizas volcánicas en respuesta a una notificación de erupción, erupción prevista de un volcán o en el caso que se haya informado la presencia de cenizas volcánicas en su zona de responsabilidad (OACI 2016). Ante la necesidad de contar con información volcanológica específica de una manera eficiente y confiable para generar pronósticos de dispersión de cenizas en tiempo cuasi-real, en el año 2013 el SMN elaboró una base de datos que incluía los volcanes de la región (Farías *et al.* 2014).

A nivel nacional, numerosos organismos están vinculados desde diferentes aspectos al manejo de riesgos. Desde la década de 1970 se organizaron varios sistemas de cooperación interinstitucional focalizados en el manejo de emergencias, que fueron evolucionando a sistemas integrales de manejo de riesgos (ej. Sistema Federal de Emergencias [SIFEM], Decreto 1250/99). Una vez creadas, estas iniciativas fueron perdiendo impulso y en general fueron reactivadas a partir del impacto de diferentes eventos naturales que afectaron al país, incluyendo inundaciones, sequías y erupciones volcánicas (Hudson 1991, Chaitén 2008, Cordón Caulle 2011). En el año 2014, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MinCyT) convocó a la elaboración de una serie de Protocolos Interinstitucionales de Gestión de la Información en el marco de la Comisión de Trabajo de Gestión de Riesgo que contemplaban varios procesos naturales, entre ellos la peligrosidad de caída de cenizas volcánicas. Incluyó a numerosos organismos de Ciencia y Técnica (CyT) vinculados a la temática, entre ellos el SEGEMAR y el SMN, además de universidades. Posteriormente en el año 2016 se sancionó la Ley 27.287 que creó el Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil (SINAGIR), con el propósito de fortalecer y optimizar las acciones destinadas a reducción de riesgos.

Las iniciativas previamente mencionadas promovieron un acuerdo de cooperación entre SEGEMAR y SMN para llevar a cabo la evaluación del riesgo volcánico para el país (Elissondo *et al.* 2016). La finalidad de la evaluación de riesgo es la generación de un enfoque consistente, sistemático y objetivo para la planificación de actividades destinadas a la mitigación del riesgo volcánico a través de estudios geológicos y de peligrosidad, monitoreo y transferencia a la comunidad (Ewert *et al.* 2005, 2018). En Argentina, es utilizada para la planificación de medidas de reducción del riesgo volcánico a escala nacional, tanto intra como interinstitucionales. En el SEGEMAR, se utiliza como base para la planificación de estudios geológicos, de peligrosidad volcánica, monitoreo y seguimiento de volcanes activos. Además, el SEGEMAR ha participado tanto en la elaboración de planes de emergencia y evacuación, como en la socialización de los mapas de peligrosidad volcánica. El SMN-VAAC, por otro lado, cumpliendo su responsabilidad de asesoramiento a la aeronáutica, utiliza esta información para realizar pronósticos de dispersión de ceniza en la atmósfera en su área de influencia. Asimismo, en el marco del SINAGIR, ambos organismos, asesoran a la Protección Civil.

El presente trabajo consiste en una actualización de la evaluación del riesgo volcánico relativo. En la primera sección (Capítulo 3.1) se caracteriza el volcanismo activo del territorio argentino, tanto en su porción continental sudamericana, como en Antártida e islas Sandwich del Sur, con el fin de revisar y actualizar el inventario de volcanes activos y potencialmente activos. En los capítulos subsiguientes (3.2 a 3.5) se presenta una actualización de la evaluación de riesgo volcánico relativo para los volcanes ubicados en el continente y la caracterización de la peligrosidad para aquellos ubicados en territorio de Antártida e islas del Atlántico Sur, que no habían sido incluidos en evaluaciones anteriores.

2. METODOLOGÍA

La metodología adoptada en este trabajo se basa en el sistema de evaluación de riesgo volcánico a escala nacional desarrollado por el Servicio Geológico de Estados Unidos (*US Volcanic Threat Assessment, United States Geological Survey [USGS]*) (Ewert *et al.* 2005, 2018, Ewert 2007). Consiste en un análisis semicuantitativo que, mediante ponderación y combinación de una serie de parámetros o factores,

permite la estimación del riesgo volcánico relativo (*Threat*) (Ewert *et al.* 2005, 2018, Ewert 2007). Esta metodología ha sido adaptada y aplicada en varios países y regiones, incluyendo Chile (Lara *et al.* 2006, 2011 y actualizaciones subsiguientes, ej. Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile [SERNAGEOMIN] 2020), América Central (Palma *et al.* 2008), El Caribe (Camejo y Robertson 2013), México (Espinasa-Pereña *et al.* 2015), Perú (Macedo *et al.* 2016), Ecuador (Santamaría y Bernard 2018) y Nueva Zelanda (Miller 2011).

El término *threat* corresponde a la combinación de peligrosidad y exposición. En versiones anteriores (Elissondo *et al.* 2016) se optó por denominarlo riesgo volcánico relativo para evitar confusiones, ya que la traducción literal de *threat*, amenaza, es utilizada como sinónimo de peligrosidad en varios países latinoamericanos. En Chile utilizan el término riesgo específico para referirse a *threat* (Lara *et al.* 2011). No corresponde al riesgo *sensu stricto*, definido como las pérdidas potenciales en términos de vidas, condiciones de salud, actividades económicas, bienes y servicios, que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo (*United Nations International Strategy for Disaster Reduction [UNISDR]* 2009). El concepto de riesgo se ha ido ajustando a lo largo del tiempo, siendo considerado una función de la peligrosidad (*hazard*), vulnerabilidad¹ (*vulnerability*), exposición (*exposure*) y capacidad² (*capacity*) (UNISDR 2017). Como se mencionó anteriormente, esta metodología sólo tiene en cuenta las componentes de peligrosidad y exposición (Capítulos 3.2 y 3.3). Los resultados de la evaluación incluyen tres índices principales: Peligrosidad, Exposición y Riesgo Volcánico Relativo, además de los índices *Unrest*³ y Riesgo Relativo de la Aviación. A partir del valor de riesgo volcánico relativo, los sistemas volcánicos son agrupados en diferentes clases o niveles de riesgo (Ewert *et al.* 2005, 2018, Ewert 2007) (Capítulo 3.4).

Este análisis se aplica a volcanes considerados activos según el criterio de Simkin y Siebert (2000) y Siebert *et al.* (2011), que incluye aquellos que

¹ Vulnerabilidad: condiciones determinadas por factores o procesos físicos, económicos o ambientales que incrementan la susceptibilidad de un individuo, comunidad, sistema o bien al impacto de un peligro (UNISDR 2017).

² Capacidad: Combinación de las fortalezas, atributos y recursos disponibles en una comunidad, sociedad u organización para gestionar y reducir el riesgo de desastres e incrementar la resiliencia (UNISDR 2017).

³ *Unrest*: cambios en el comportamiento del sistema volcánico que se desvían del nivel de base, que pueden o no evolucionar hacia una erupción (Phillipson *et al.* 2013, Pritchard *et al.* 2019).

han hecho erupción en el Holoceno (últimos 11.700 años, Cohen *et al.* 2013-2022) y aquellos que aún sin registro eruptivo, presentan evidencias instrumentales/históricas de actividad (*Unrest*, Capítulo 3.2), incluyendo desgasificación, sismicidad y/o deformación. Además, se consideran activos los sistemas de caldera que registran erupciones en los últimos 100.000 años (Ewert *et al.* 2005, 2018; Ewert 2007).

Existe una variedad creciente de metodologías para evaluar el riesgo volcánico a escala regional y/o global que analizan diferentes factores y consideran distintos componentes del riesgo (Nieto-Torres *et al.* 2021). Una de las metodologías más recientes fue desarrollada a partir de una colaboración entre CERGC (Especialización para la Evaluación y Manejo del Riesgo Geológico y Climático de la Universidad de Ginebra) y ALVO (Asociación Latinoamericana de Volcanología), y ha sido aplicada en Latinoamérica. Considera las componentes de vulnerabilidad y resiliencia⁴, además de la peligrosidad y exposición en la evaluación del riesgo volcánico (Nieto-Torres *et al.* 2021, Guimarães *et al.* 2021, Reyes-Hardy *et al.* 2022). Todas estas metodologías son relativas y brindan un marco que permite comparar los niveles de riesgo existentes entre diferentes volcanes y regiones.

3. EVALUACIÓN DE RIESGO VOLCÁNICO RELATIVO EN ARGENTINA

La metodología de evaluación de riesgo volcánico relativo (Ewert *et al.* 2005, 2018, Ewert 2007) comenzó a utilizarse en SEGEMAR en el año 2008, a partir de una propuesta que surgió del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (PMA: GCA), y en el año 2011 se publicaron los resultados del análisis de peligrosidad (Elissondo y Villegas 2011). Posteriormente, se emprendió una colaboración con el SMN con la finalidad de realizar la evaluación de riesgo para los volcanes andinos e uniformizar la información asociada a la base de datos de volcanes del SMN (Elissondo *et al.* 2016, Farías *et al.* 2016). En años subsiguientes se realizaron actualizaciones que fueron publicadas en congresos (Elissondo *et*

al. 2017) o permanecieron inéditas. En esta versión de la evaluación de riesgo volcánico se presenta una actualización elaborada en base al análisis de nuevos antecedentes geológicos y socio-económicos.

Revisión y actualización del inventario de volcanes activos y potencialmente activos

Previamente al análisis de riesgo, se actualizó el inventario de volcanes activos del territorio argentino continental y se incluyeron los centros de emisión localizados en el territorio de Antártida e islas Sandwich del Sur. Además, se realizó un replanteo del inventario que incluye tanto una redefinición de los sistemas considerados, como de los criterios de clasificación utilizados y campos incorporados.

El inventario se construyó a partir del análisis de numerosos antecedentes, incluyendo tanto bases de datos globales (*Smithsonian Global Volcanism Programme [GVP] 2023a, Global database on large magnitude explosive volcanic eruptions-LaMEVE*, Croweller *et al.* 2012), estudios y bases de datos regionales (Smellie 1990, Baker 1990, De Silva y Francis 1991, González-Ferrán 1995, Stern 2004, Trumbull *et al.* 2006, Lara *et al.* 2006, 2011, 2021, Stern *et al.* 2007, Sruoga *et al.* 2007, Siebert *et al.* 2011, Amigo *et al.* 2012a, Leat *et al.* 2010a, 2013, 2016, Kraus *et al.* 2013, Grosse *et al.* 2017, Maro *et al.* 2017, SERNAGEOMIN 2020, Yamin y Anselmi 2020, Geyer 2021, Smellie 2021a, Bertin 2022, Aguilera *et al.* 2022, Reyes-Hardy *et al.* 2023 y Hojas Geológicas publicadas por el SEGEMAR [<https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/69>], entre otros), combinados con el análisis de antecedentes específicos para cada sistema volcánico (Cuadros 1, 2, 3 y 4).

A diferencia de versiones anteriores en las cuales se incluyeron volcanes con evidencia comprobada e incierta de actividad holocena, en esta versión se consideraron sistemas volcánicos⁵ (Walker 1993, 2000) y se agruparon los centros eruptivos menores en campos o grupos volcánicos. Un criterio similar es utilizado en Chile por Lara *et al.* (2011). Por lo tanto, se han removido del inventario ciertos conos monogénicos aislados, además de volcanes cuya asignación al Holoceno es cuestionada (Capítulo 3.1).

En Antártida e islas Sandwich del Sur se desarrollan principalmente montes submarinos e islas

⁴ Resiliencia: capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuesta a un peligro para resistir, absorber, acomodar, adaptarse, transformar y recuperarse de los efectos de un peligro de manera oportuna y eficaz, incluyendo la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas a través del manejo del riesgo (UNISDR 2017).

⁵ Sistema volcánico o magmático: sistema que incluye desde la fuente de magma hasta el/los volcanes en superficie (Walker 1993, 2000).

volcánicas. Existen numerosas definiciones del término monte submarino (*seamounts*) dependiendo de la disciplina que los estudie (Staudigel *et al.* 2010), en este trabajo se adopta la definición de Mitchell (2015), quien los considera como volcanes submarinos que pueden presentar una gran variedad de rasgos morfológicos y dimensiones.

A partir de la información analizada, se caracterizó el estado de los volcanes como activo o potencialmente activo (Cuadros 1 a 4). Los volcanes catalogados como activos (Simkin y Siebert 2000, Siebert *et al.* 2011) incluyen a aquellos que cuentan con registro de erupciones históricas y/u holocenas confirmadas por edades absolutas y a volcanes que, sin evidencias de actividad holocena comprobada, presentan registro instrumental de actividad, suficiente para ser considerados activos (ej. Domuyo, monte submarino Orca). Un gran porcentaje de los volcanes analizados se apartan de esta definición, ya sea porque no cuentan con dataciones absolutas o presentan edades pleistocenas, pero son considerados activos a partir de criterios relativos o diferentes evidencias de actividad. En muchos casos, las edades absolutas existentes son determinaciones antiguas con elevado error (ej. Tuzgle). Estos volcanes son clasificados como potencialmente activos (Szakács 1994). Dentro de este grupo se incluyen volcanes considerados activos por criterios morfológicos/geomorfológicos como el grado de preservación (ej. Peinado, Monte Haddington); evidencias estratigráficas (ej. Laguna Blanca) o tefroestratigráficas (ej. Tres Cruces, Pico Melville). Además, se incluyen volcanes para los cuales existen reportes de actividad no confirmados, tanto fumarólica (ej. El Fraile) como anomalías térmicas (ej. Sierra Nevada) y erupciones históricas inciertas (ej. Aracar).

Dada la escala de análisis, para la localización de los estratovolcanes, la mayoría de los complejos volcánicos y complejos de domos se utilizó la ubicación aproximada del cráter o área cratérica considerada activa (o más joven). En el caso del complejo volcánico Laguna del Maule, se localizó en el área de mayor probabilidad de apertura de un nuevo centro de emisión (Gho *et al.* 2019). Para la ubicación de los campos y grupos volcánicos se utilizó el centro geométrico aproximado del área cubierta por los centros eruptivos que lo integran (Ewert *et al.* 2005), a excepción del campo volcánico Payún Matrú, para el cual se consideró la ubicación del volcán Payún Matrú.

Durante la actualización del inventario se realizó, además, una revisión de la cartografía oficial

de los sistemas volcánicos. Se comparó y unificó la información relativa a ubicación, cotas y toponimia de los sistemas analizados con las bases de datos del Instituto Geográfico Nacional (IGN 2023b) y del Servicio de Hidrografía Naval (SHN 2023). Al contrastar las diferentes bases surgieron varias discrepancias tanto en toponimia, como elevación o ubicación, que fueron debidamente comunicadas a las autoridades correspondientes.

Por otro lado, la situación específica de la Antártida, bajo la jurisdicción del Tratado Antártico (Capítulo 3.1.2.1), con ocupación internacional, genera que existan diferentes topónimos adoptados por distintos países para un mismo rasgo geográfico (ej. Isla Ross: Argentina, Chile; *James Ross*: Estados Unidos, Nueva Zelanda, Reino Unido, Rusia). En estos casos, se adoptó la nomenclatura argentina, verificada en la base de datos del SHN, aunque se aclara la existencia de múltiples topónimos (*Scientific Committee on Antarctic Research* [SCAR] 2023). Un caso particular lo constituyen numerosos montes submarinos ubicados tanto en Antártida como en las islas Sandwich del Sur, que reciben diversas denominaciones a partir de varios grupos de investigación, y para los cuales no existe toponimia oficial. En esos casos se mantuvieron todos los topónimos existentes en su idioma original, aclarando su fuente (Cuadros 3 y 4).

El inventario de volcanes activos y potencialmente activos resultante incluye a los sistemas volcánicos localizados a lo largo de los Andes argentino-chilenos, total o parcialmente en territorio argentino (Cuadro 1), en la Península Antártica (Cuadros 2 y 3) y en el arco de las islas Sandwich del Sur (Cuadro 4).

Información de base

Las diferentes etapas de este trabajo requieren la adquisición, revisión, procesamiento y análisis de un gran volumen de información relativa a diferentes temáticas y proveniente de una gran variedad de fuentes. La disponibilidad, accesibilidad y seguridad de los datos es uno de los mayores desafíos en el análisis de riesgo y la calidad de los resultados está directamente relacionada con la calidad de la información de base (UNISDR 2017).

La disponibilidad, calidad y resolución de la información necesaria para cada una de las etapas de este estudio es variable. La información puede dividirse en dos grandes temáticas: información geológica para caracterizar la peligrosidad volcánica

e información socio-económica y ambiental para la caracterización de la exposición. La información geológica se obtuvo de diferentes trabajos y publicaciones científicas (Capítulos 3.1 y 3.2), en tanto que la información socio-económica y ambiental se obtuvo de distintas instituciones y organismos públicos (Capítulo 3.3).

Dadas las particularidades del territorio antártico, que alberga estaciones de investigación administradas por alrededor de 30 países, y el reclamo de nuestro país de soberanía sobre las islas Sandwich del Sur, para esta contribución no fue posible gestionar la obtención de la información oficial necesaria para la evaluación de la exposición, y la consecuente estimación del riesgo. Por esta razón, los volcanes del territorio de Antártida e Islas del Atlántico Sur sólo fueron caracterizados desde el punto de vista de su peligrosidad.

En general, la información adquirida carece de formatos y resolución espacio-temporal uniforme, por lo cual, una vez obtenida debió ser procesada, uniformizada y georreferenciada de ser necesario. Toda la información recopilada se almacenó en diferentes capas de información en un Sistema de Información Geográfica (SIG) y fue procesada y analizada mediante el software ArcGIS.

Existen numerosas limitaciones en la información analizada, que constituyen una fuente de incertidumbre en los resultados. Estas limitaciones varían desde la escasez de información geológica, como estudios estratigráficos y datos geocronológicos para caracterizar la actividad postglacial de numerosos sistemas volcánicos, hasta disparidad en las bases de datos socio-económicos disponibles (Capítulos 3.1, 3.2 y 3.3).

3.1. VOLCANISMO ACTIVO EN TERRITORIO ARGENTINO - INVENTARIO DE VOLCANES ACTIVOS Y POTENCIALMENTE ACTIVOS

La actividad volcánica en territorio argentino está vinculada a diversos ambientes tectónicos, reconociéndose volcanismo activo en la cordillera de los Andes, la península Antártica y las islas Sandwich del Sur. En las secciones siguientes, se presenta una síntesis de las características geológicas y el volcanismo activo de cada región, con el resultante inventario de volcanes activos y potencialmente activos. Además, para los sectores de Antártida e islas Sandwich del Sur se incluye una breve reseña sobre

su situación política y los reclamos de soberanía realizados por nuestro país.

3.1.1. CORDILLERA DE LOS ANDES

La cordillera de los Andes es el mayor sistema orogénico activo desarrollado a partir de subducción de corteza oceánica debajo de un margen continental. Se extiende por más de 8.000 km a lo largo del borde pacífico de Sudamérica, desde el mar Caribe hasta la dorsal del norte de Scotia, al este de Tierra del Fuego (Ramos 1999a, 2009). Su evolución involucra una serie de procesos asociados a subducción que generaron una complicada segmentación, con el desarrollo de varias provincias morfoestructurales (Ramos 2009). El volcanismo activo se presenta en cuatro segmentos condicionados por variaciones de primer orden en la geometría de la zona de subducción (Fig. 1a) (Ramos y Aleman 2000, Stern 2004, y sus referencias). Los Andes argentino-chilenos (desde 22°S), incluyen la porción sur de la Zona Volcánica Central (ZVC: 14°S-28°S), la Zona Volcánica Sur (ZVS: 33,3°S-46°S) y la Zona Volcánica Austral (ZVA: 49°S-55°S), vinculadas a la subducción de las placas de Nazca y Antártica por debajo de la placa Sudamericana (Fig. 1b). La velocidad de convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana es de 7-9 cm/año (DeMets *et al.* 1990), y entre las placas Antártica y Sudamericana es de 2-3 cm/año (Argus *et al.* 2010). El ángulo medio de subducción de la placa de Nazca es de 25°-30° a 90 km de profundidad en los segmentos con volcanismo activo (Barazangi e Isacks 1976, Hayes *et al.* 2012). Entre las ZVC y la ZVS se desarrolla el segmento de Subducción Subhorizontal Pampeano (*Pampean flat slab*), y entre las ZVS y la ZVA, el *gap* volcánico Patagónico (*Patagonian Gap*). Ambas zonas carecen de volcanismo activo y están vinculadas a la subducción de la dorsal asísmica de Juan Fernández y la dorsal de Chile, respectivamente (Barazangi e Isacks 1976, Thorpe *et al.* 1984).

El volcanismo Pleistoceno-Holoceno se desarrolla tanto a lo largo del arco volcánico en la cordillera de los Andes, como en el retroarco, en diferentes regiones morfoestructurales. Muestra una gran diversidad, que debe ser considerada al analizar la peligrosidad (Stern *et al.* 2007, Lara *et al.* 2021). Esta diversidad responde a diferentes procesos de génesis magmática vinculados a variaciones en las condiciones tectónicas y geológicas (características de la litósfera continental y de la oceánica, parámetros de la convergencia), además de factores externos como el clima (Stern 2004, Stern *et al.* 2007, Lara *et al.* 2021).

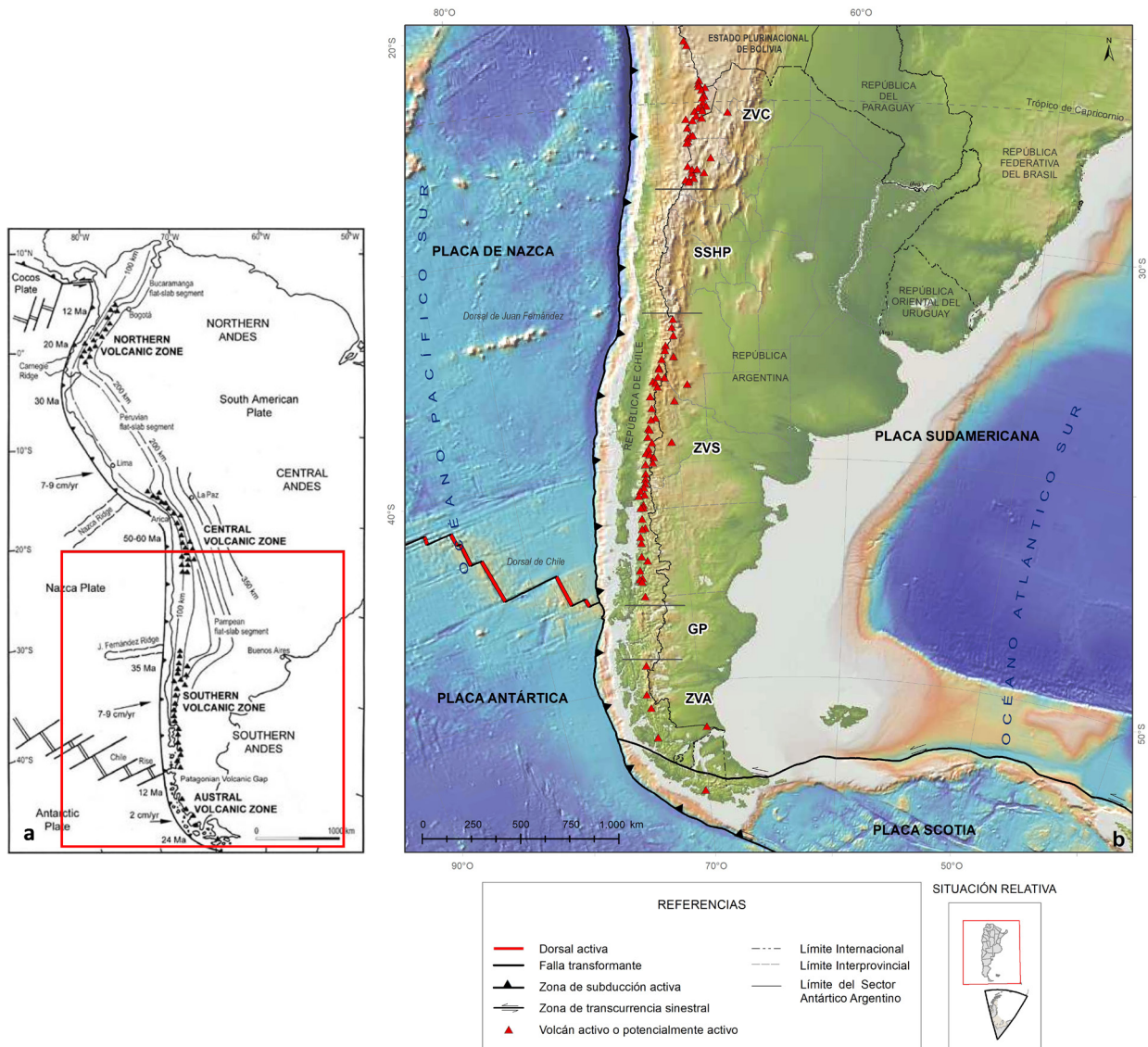


Figura 1a. Marco tectónico de la cordillera de los Andes y segmentos principales. Se indica la tasa y dirección de convergencia, la geometría de la zona de Wadati-Benioff, edad y características de las placas oceánicas en la proximidad de la trinchera (tomado de Stern 2004 y sus referencias). El recuadro rojo señala la ubicación de la **Figura 1b.** Andes Argentino Chilenos. ZVC: Zona Volcánica Central, SSHP: el Segmento de Subducción Subhorizontal Pampeano, ZVS: Zona Volcánica Sur, GP: Gap Volcánico Patagónico y ZVA: Zona Volcánica Austral. Triángulos rojos: volcanes holocenos (GVP 2023a). Placas tectónicas y límites de placas tomados del Mapa Geológico Bicontinental de la República Argentina. Escala 1:5.000.000. SEGEMAR (Etcheverría *et al.* 2018). Base cartográfica IGN (2023a). Modelo de elevación digital GMRT v.4.1 (Ryan *et al.* 2009).

Desde trabajos centenarios, como el mapa de volcanes argentino-chilenos realizado por Hauthal en 1903, a la fecha, existe una innumerable cantidad de estudios que analizan diferentes aspectos de la actividad magmática y el volcanismo a lo largo de los Andes, incluyendo su distribución, características, génesis, evolución, peligrosidad y riesgo. Escapa a los objetivos de este trabajo realizar una revisión exhaustiva de estos antecedentes, pero no pueden dejar de referirse los trabajos de González-Ferrán (1995), Stern (2004) y Stern *et al.* (2007) que caracterizan el volcanismo y magmatismo de los Andes argentino-chilenos y los Andes en su totalidad. A lo

largo de este capítulo se describen brevemente las características generales de las tres zonas volcánicas y la distribución del volcanismo activo en el territorio argentino continental, con la finalidad de brindar un marco geológico para el inventario de volcanes activos (Cuadro 1).

La ZVC se extiende entre el sur de Perú, suroeste de Bolivia, noreste de Chile y noroeste argentino, incluyendo la cordillera Occidental y la Puna. Entre las características particulares de este segmento se destacan el desarrollo del plateau Altiplano-Puna, un espesor cortical excepcionalmente alto (> 70-75 km en ciertos sectores) y una voluminosa provincia

ignimbrítica (De Silva 1989, Allmendinger *et al.* 1997, Coira *et al.* 1993, Yuan *et al.* 2002, Kay y Coira 2009, Beck *et al.* 2015, De Silva y Kay 2018). El arco volcánico activo se localiza en la cordillera Occidental, entre los 22° y 24,5°S se ubica enteramente en Chile, en tanto que hacia el sur se emplaza en la región fronteriza entre ambos países (Grosse *et al.* 2017). El volcanismo neógeno-cuaternario se extiende hacia el retroarco, en la Puna, condicionado por el desarrollo de estructuras de orientación NO-SE, N-S y NNE-SSO. Las estructuras más notorias corresponden a lineamientos del basamento paleozoico transversales al arco, de orientación NO-SE (ej. lineamiento Calama-Olacapato-El Toro [COT]) (Allmendinger *et al.* 1983, Viramonte *et al.* 1984, Salfity 1985). La composición de los productos es principalmente andesítica, dacítica y riódacítica, aunque también se reconocen andesitas basálticas, riolitas y escasos basaltos (Stern *et al.* 2007). El volcanismo de arco está caracterizado principalmente por volcanes compuestos de composición dominante andesítica a dacítica. En el retroarco predominan los centros eruptivos menores de composición andesítica y andesítico basáltica, en algunos casos shoshonítica, y en menor medida dacítica a riolítica, además de grandes sistemas de caldera de composición dacítica a riolítica (Coira y Kay 1993, Kay *et al.* 1994, Trumbull *et al.* 2006, Kay y Coira 2009, Petrinovic *et al.* 2017, Grosse *et al.* 2017, Maro *et al.* 2017, Fernández-Turiel *et al.* 2021, entre otros).

El volcanismo en este tramo de la ZVC es continuo desde el Oligoceno superior-Mioceno, aunque

ha variado su posición y magnitud a lo largo del tiempo. Existen numerosos trabajos que describen las características y/o evolución del volcanismo en esta región (De Silva y Francis 1991, Coira y Kay 1993, Trumbull *et al.* 2006, Kay *et al.* 2008, Kay y Coira 2009, Amigo *et al.* 2012a, Guzmán *et al.* 2014, 2017, Petrinovic *et al.* 2017, Maro *et al.* 2017, Grosse *et al.* 2017, Bertin 2022, entre otros). Los volcanes de este tramo de los Andes se emplazan en un ambiente extremo (elevada altura e hiperaridez), de difícil acceso y con una baja densidad de población. Como consecuencia de la aridez del clima, la mayoría de los centros volcánicos están muy bien preservados y han sido clasificados como activos en base a criterios morfológicos, aunque muchos son de edad pleistocena (Stern *et al.* 2007).

El volcanismo de arco pleistoceno-holoceno del sector argentino de la ZVC incluye volcanes activos y potencialmente activos ubicados tanto a lo largo del límite internacional como en sus cercanías. Grosse *et al.* (2017) describen su desarrollo de manera segmentada: alrededor de los 24,5°S se emplazan los volcanes Aracar, Socompa y Llullaillaco; a los 25°S los volcanes Escorial (Corrida de Cori), Lastarria, Cordón del Azufre y Bayo Gorbea; y por último hacia los 27°S se reconocen numerosos centros de emisión en la zona del paso de San Francisco. Esta región muestra la mayor concentración de volcanes cuaternarios como Sierra Nevada, El Cóndor, Peinado, Falso Azufre, Incahuasi, Ojos del Salado, Tres Cruces, Tipas, El Solo y El Fraile (Grosse *et al.* 2017, Petrinovic *et al.* 2017 y sus referencias) (Fig. 2).

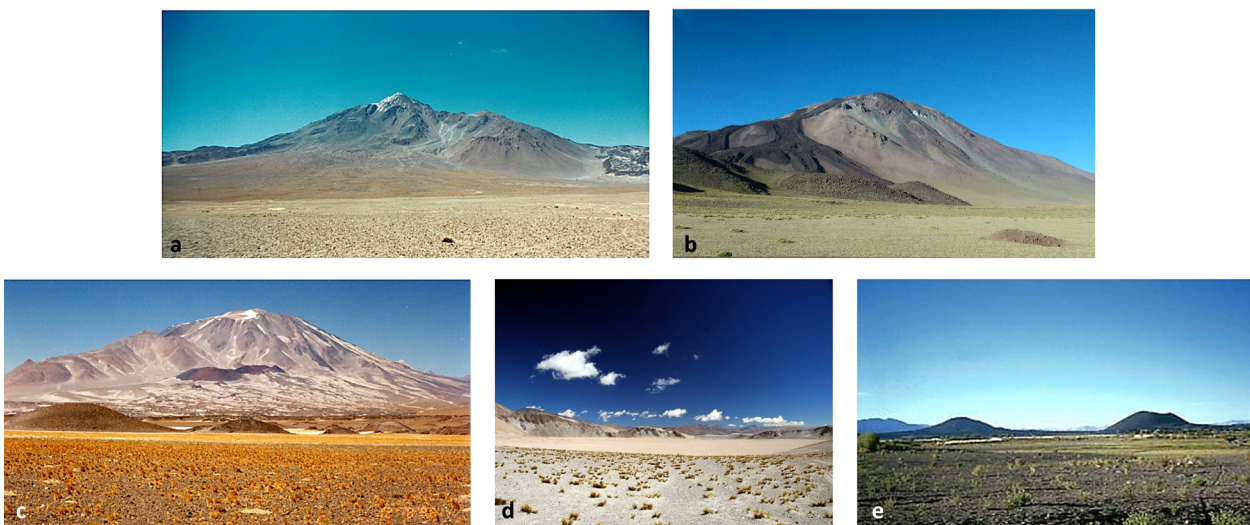


Figura 2. a) Volcán Socompa, vista desde el sur (tomada de Zappettini y Blasco 2001); b) Volcán Tuzgle, vista desde el sur (fotografía de J. Kaufman); c) Volcán Incahuasi desde la vega de San Francisco (tomada de Rubiolo *et al.* 2003); d) Caldera del Cerro Blanco (fotografía de S. Castro); e) Conos de escoria pertenecientes al campo volcánico Antofagasta de la Sierra (*Global Volcanism Program, Image GVP-09614*, B. Edwards 1998).

La actividad volcánica pleistocena-holocena en el retroarco se desarrolla principalmente en la Puna Sur. Comprende numerosos centros monogénicos predominantemente máficos y en menor medida félsicos (Maro *et al.* 2017 y sus referencias), que han sido agrupados en varios campos o grupos volcánicos reconocidos en diferentes regiones, desde el borde oriental de la Puna hasta la región del paso de San Francisco (Viramonte *et al.* 1984, Kay *et al.* 1994, Guzmán *et al.* 2006, Petrinovic *et al.* 2006, Risse *et al.* 2008, Murray *et al.* 2015, Schoenbohm y Carrapa 2015, Maisonnave y Poma 2016, Maro *et al.* 2017, Báez *et al.* 2017a, Haag *et al.* 2019, Filipovich *et al.* 2019, Grosse *et al.* 2018c, 2020b, Morfulis *et al.* 2020). A partir de la definición de volcanismo activo adoptada, se han incluido en el inventario al grupo volcánico Salar de Arizaro (Viramonte *et al.* 1984) y al campo volcánico Antofagasta o Antofagasta de la Sierra (Báez *et al.* 2017a), que son considerados holocenos por criterios relativos. En el retroarco también se registra actividad vinculada a volcanismo poligénico: al norte del lineamiento COT se emplaza el estratovolcán Tuzgle (Coira y Kay 1993), mientras que en la Puna Sur se desarrollan grandes sistemas de caldera silíceos como el complejo volcánico Cerro Blanco (Seggiaro *et al.* 2006, Montero López *et al.* 2010, Báez *et al.* 2015) (Fig. 2). Este complejo generó una de las mayores erupciones holocenas registradas a escala global (Fernández-Turiel *et al.* 2019). Otras calderas localizadas en el retroarco (ej. Cerro Galán) (Sparks *et al.* 1985), no fueron incluidas en el inventario por su edad mayor a 100 Ka. Al norte del complejo volcánico Cerro Blanco, al este de la sierra de Calalaste, se ubica el volcán Cueros de Purulla (Seggiaro *et al.* 2006, Berteza *et al.* 2021). Consiste en un complejo de domos, cuya actividad se extendería tentativamente hasta el Holoceno por criterios relativos (Berteza *et al.* 2021). Varios niveles de tefra de edad holocena reconocidos en el Noroeste Argentino (NOA) han sido asignados a este centro eruptivo, aunque de manera no concluyente (Fernández-Turiel *et al.* 2019, Sampietro-Vattuone *et al.* 2020). Si bien no existe información suficiente para definir su carácter mono o poligénico (Berteza *et al.* 2021), se lo incluye preliminarmente en esta versión del inventario, haciendo notar la falta de certeza sobre sus características y edad.

El catálogo del *Smithsonian* GVP contempla alrededor de 60 volcanes activos para toda la ZVC (GVP 2023a). En esta versión del inventario, para la porción argentina de los Andes argentino-chilenos se reconocen 22 volcanes activos y potencialmente

activos, de los cuales 13 se sitúan en posición fronteriza y 9 completamente en territorio argentino. En territorio chileno, al sur de los 22°S, se reportan 12 volcanes activos (SERNAGEOMIN 2020). En lo que respecta a los volcanes argentinos y limítrofes, sólo existe registro de erupciones históricas inciertas para los volcanes Aracar y Ojos del Salado, ocurridas en marzo y noviembre de 1993, respectivamente (Cuadro 1). Por otro lado, nuestro territorio ha sido afectado por dispersión y caída de tefras provenientes del volcán Láscar, ubicado en Chile a 60 km del límite internacional (Gardeweg y Medina 1994, Viramonte *et al.* 1995) y es susceptible de ser afectado por caída de tefras de otros centros volcánicos trasandinos (ej. Guallatiri) (Reyes-Hardy *et al.* 2021). Los volcanes ubicados en territorio argentino no cuentan con redes de monitoreo, mientras que, en territorio chileno y limítrofe, los volcanes Láscar y Lastarria están siendo monitoreados (SERNAGEOMIN 2023a, Aguilera *et al.* 2022). Dadas las condiciones de la región, son muy importantes las observaciones realizadas mediante sensores remotos, que permiten realizar un seguimiento del estado de los volcanes. Se registran evidencias de *Unrest* incluyendo deformación, desgasificación, anomalías térmicas y sismicidad para un total de 8 volcanes (Cuadros 1 y 14).

La ZVS se extiende a partir de los 33,3°S, su extremo norte coincide con la subducción de la dorsal de Juan Fernández y el sur con la subducción de la dorsal de Chile (Stern *et al.* 2007, entre otros). Sobre la base de condicionantes tectónicos y características petrológicas y geoquímicas, ha sido subdividida en varios segmentos menores (Norte: 33,3°-34,5°S; Transicional⁶: 34,5°-37°S; Central: 37°-42°S y Sur: 42°-46°S) (López-Escobar 1984, Tormey *et al.* 1991, López-Escobar *et al.* 1995, Dungan *et al.* 2001, Sellés *et al.* 2004). Los volcanes ubicados en Argentina y el límite internacional, se emplazan en los segmentos Norte (ZVSN), Transicional (ZVST) y Central (ZVSC), en las provincias de Mendoza y Neuquén. Los volcanes de la ZVS Sur (ZVSS) se encuentran exclusivamente en Chile. A escala regional, se diferencian dos áreas con características y evolución contrastante limitadas por el lineamiento Cortaderas (Ramos 1981), que a grandes rasgos intersecta el límite sur de la ZVST (Kay *et al.* 2006). El tramo ubicado al norte se caracteriza por el desarrollo de un voluminoso volcanismo de retroarco (provincia volcánica de Payenia, Polanski 1954) y deformación

⁶ El límite sur del segmento de transición varía según diferentes autores (Sellés *et al.* 2004), en este caso se adopta la definición de López-Escobar *et al.* 1995, quienes lo ubican a 37°S.

del antepaís (Ramos y Kay 2006, Kay *et al.* 2006, Ramos *et al.* 2014). En el segmento ubicado al sur, desaparece el volcanismo Neógeno-Cuaternario en el retroarco al este de la depresión de Loncopué, y a partir de los 38°S se desarrolla la Zona de Falla de Liquiñe-Ofqui (ZFLO, Hervé 1994) (Lara y Folguera 2006, Cembrano y Lara 2009). Esta última corresponde a un sistema de fallamiento de rumbo dextral que se extiende a lo largo de 1.200 km entre los 38° y 47°S (Cembrano *et al.* 1996, 2000, Lavenu y Cembrano 1999, Arancibia *et al.* 1999, Cembrano y Lara 2009).

La composición de los magmas varía de norte a sur, en la ZVSN predominan los productos andesítico-basálticos a dacíticos, con riolitas correspondientes a ignimbritas pleistocenas (ej. Ignimbrita Diamante, Stern *et al.* 1984a, Guerstein 1993). El segmento de transición muestra una gran variabilidad entre basaltos y riolitas, con predominio de andesitas, aunque se destacan importantes volúmenes de productos riolíticos (complejo volcánico Laguna del Maule [Hildreth *et al.* 2010, Fierstein *et al.* en prep] y grandes sistemas silíceos pleistocenos [Hildreth *et al.* 1984, Hildreth *et al.* 1999]). En el retroarco de este segmento las rocas dominantes son basaltos alcalinos. Hacia el sur, en las ZVSC y ZVSS, las composiciones varían entre basaltos y riolitas, con mayor proporción de andesitas basálticas y basaltos. Las rocas más diferenciadas se asocian a ciertos centros, vinculados con la configuración estructural del basamento (López-Escobar *et al.* 1995, Stern 2004, Lara *et al.* 2004b, Stern *et al.* 2007, Cembrano y Lara 2009, Hickey-Vargas *et al.* 2016, entre otros).

El arco volcánico activo de la ZVS se extiende a lo largo de aproximadamente 1.400 km (Hildreth y Moorbath 1988) e incluye más de 70 estratovolcanes y complejos volcánicos, grandes campos volcánicos, complejos de caldera y cientos de centros eruptivos menores (Stern *et al.* 2007). El frente volcánico se desarrolla a lo largo de la cordillera Principal en el extremo norte del segmento, mientras que hacia el sur de los 34,5° se ubica en la vertiente chilena de la cordillera (Hildreth y Moorbath 1988, Stern 2004). De norte a sur, disminuye la altura de los volcanes del frente volcánico, junto con el espesor cortical (de 50 a 35 km) y la altura de la cordillera (Hildreth y Moorbath 1988).

En el tramo norte (ZVSN) el arco presenta orientación N-S y se extiende a lo largo del límite internacional en la provincia de Mendoza (volcanes Tupungatito, San José y Maipo) (Fig. 3). Hacia el sur, en la ZVST, también en Mendoza, el arco adquiere

orientación NNE. Los sistemas volcánicos activos de este segmento, sólo considerando territorio argentino y limítrofe son: Overo, Planchón-Peteroa y Laguna del Maule (Fig. 3). Hacia el sur, en la provincia del Neuquén, dos grandes complejos volcánicos se apartan del eje de la cordillera a lo largo del cinturón Tromen-Domuyo, paralelo al lineamiento Cortaderas (Llambías *et al.* 2010). En el retroarco de la ZVST entre 33,4° y 38°S se emplaza la provincia volcánica Payenia sobre una superficie de alrededor de 40.000 km² (Llambías *et al.* 2010). Está compuesta por varios campos volcánicos cuya actividad se extiende entre el Mioceno y el Holoceno, y se caracteriza por una transición de rocas de arco subalcalinas y volcanismo alcalino de retroarco (Muñoz y Stern 1989, Bermúdez y Delpino 1989, Ramos y Kay 2006, Llambías *et al.* 2010, Ramos y Folguera 2011, Gudnason *et al.* 2012, Hernando *et al.* 2012, 2014a, 2016, Søger *et al.* 2015, Litvak *et al.* 2015, entre otros). Los campos/grupos volcánicos pertenecientes a la Payenia que cuentan con registro de actividad holocena, incluidos en esta evaluación, son Payún Matrú e Infiernillo (Cuadro 1 y Fig. 3).

Hacia el sur, en la ZVSC, la ZFLO controla tanto el desarrollo de volcanes compuestos como de numerosos centros eruptivos menores, mientras que en el extremo oriental del arco se emplazan volcanes controlados por estructuras de orientación oblicua (Lara y Folguera 2006, Melnick *et al.* 2006, Cembrano y Lara 2009). En nuestro país el volcanismo de este tramo del arco está representado por los volcanes fronterizos Copahue y Lanín, y el grupo Huanquihue en territorio argentino (Fig. 4). En el retroarco de la provincia del Neuquén se reconocen cientos de centros eruptivos menores distribuidos entre los 37 y 39°S (Muñoz y Stern 1989, Leanza *et al.* 1997, Zanettini *et al.* 2010, Varekamp *et al.* 2010) a lo largo de la depresión de Loncopué (García Morabito y Folguera 2005, Folguera *et al.* 2006, 2010, Rojas Vera *et al.* 2014), que han sido agrupados en el campo volcánico Zapala (Santos *et al.* 2022). El campo volcánico Laguna Blanca, uno de los agrupamientos que integra dicho sistema volcánico, ha sido catalogado como potencialmente activo (Leanza *et al.* 1997, Varekamp *et al.* 2010) y se incluye en el inventario (Fig. 4). Existen otros agrupamientos dentro del campo volcánico Zapala cuya edad podría corresponder al Holoceno, aunque no han sido considerados en este estudio debido a la escasez de información (Zanettini *et al.* 2010, entre otros). Al sur de los 40°S, en la porción más austral de la ZVSC y en la ZVSS, los volcanes activos se localizan en territorio chileno.



Figura 3. a) Volcán Maipo; b) Complejo volcánico Planchón-Peteroa; c) Complejo volcánico Laguna del Maule (CVLdM), subcomplejo Barrancas: complejo de domos ubicado en las nacientes del río homónimo; d) CVLdM, Cari Launa: centro de emisión ubicado en el extremo norte del CVLdM en el límite internacional; e) Cono de escorias perteneciente al campo volcánico Payún Matrú. Fotografías a y c de P. Sruoga; b, d y e de M. Elissondo.



Figura 4. a) Volcán Copahue, diciembre de 2012; b) Ladera sur del volcán Lanín; c) Grupo Huanquihue: al fondo se observa el cono de escorias Achén Niyeu, y en primer plano la colada El Escorial; d) Campo Volcánico Laguna Blanca, conos de escoria (tomada de patagonia.com.ar). Fotografías a, b y c de M. Elissondo.

La ZVS es de las tres zonas volcánicas, la que registra mayor actividad histórica, con un promedio de una erupción por año (Stern *et al.* 2007). En este segmento de los Andes se desarrollan la mayoría de los volcanes, tanto fronterizos como chilenos, que han afectado a nuestro país en el último siglo. Incluye eventos de gran magnitud como la erupción del Quizapu (1932), considerada la mayor erupción histórica de los Andes para dicho período (Hildreth y Drake 1992), hasta eventos más recientes vinculados a los complejos volcánicos Nevados de Chillán (2016) (SERNAGEOMIN 2023b), Planchón-Peteroa (2018-2019 (Cuadro 1) y volcán Copahue (2012) (Cuadro 1), de volumen considerablemente menor. Numerosas erupciones de diversa magnitud ocurridas desde el siglo XX han afectado en mayor y menor grado a nuestro territorio, incluyendo eventos plinianos y subplinianos de los volcanes Hudson (1991) (Naranjo 1991, Scasso *et al.* 1994), Chaitén (2008) (Lara 2009, Watt *et al.* 2009), Cordón Caulle (1920-21, 1960, 2011) (Lara *et al.* 2006, Bonadonna *et al.* 2015ab, Pistolesi *et al.* 2015) y Calbuco (1961, 2015) (Sellés y Moreno 2011, Daga *et al.* 2014, Romero *et al.* 2016, Van Eaton *et al.* 2016). Además, se registran eventos de moderada a baja magnitud como las erupciones del Descabezado Grande (1932-1935) (Vera *et al.* 2022), Tupungatito (1959-1961) (Petit-Breuilh 2004, Bertin y Silva 2015), San José (1960) (Silva Parejas *et al.* 2012), Lonquimay (1988) (GVP 1988) y Llaima (1994, 2008) (Naranjo y Moreno 2005, Moreno y Naranjo 2003, GVP 1994, 2008). La mayoría de estos volcanes se ubican en Chile, aunque la dispersión y caída de tefras, y su posterior removilización han generado un severo impacto en amplias regiones de nuestro país (Bitschene *et al.* 1993, Bitschene 1995, Lara 2009, Watt *et al.* 2009, Martin *et al.* 2009, Wilson *et al.* 2010, 2011, 2012, 2013, Alfano *et al.* 2011, Elissondo *et al.* 2016, Forte *et al.* 2018, Domínguez *et al.* 2020).

El inventario de volcanes activos y potencialmente activos de la ZVS incluye 14 sistemas volcánicos, 7 fronterizos y 7 ubicados completamente en territorio argentino (Cuadro 1). SERNAGEOMIN (2020) reporta un total de 52 volcanes activos para la ZVS, incluyendo los 7 volcanes limítrofes. Los sistemas volcánicos que presentan registro de actividad histórica son: Tupungatito, San José, Maipo, Planchón-Peteroa, Copahue, Tromen y Huanquihue. Los volcanes Tupungatito, San José, Maipo, Planchón-Peteroa, Laguna del Maule, Domuyo, Copahue y Lanín están siendo monitoreados (Capítulo 3.2). Además de los eventos eruptivos mencionados

previamente, en la última década se han detectado evidencias de *unrest* a partir de monitoreo y seguimiento remoto en el complejo volcánico Laguna del Maule (SERNAGEOMIN 2023c, SEGEMAR 2023), y en los volcanes Lanín (SERNAGEOMIN 2017) y Domuyo (Astort *et al.* 2019, Lundgren *et al.* 2020, Godoy *et al.* 2021).

Al sur de los 49°S se desarrolla la ZVA, que fue identificada como un segmento independiente de volcanismo activo andino en 1976 (Stern *et al.* 1976). La mayoría de los volcanes que la integran fueron desconocidos hasta avanzado el siglo XX debido a la inaccesibilidad y baja densidad de población de la región (Stern 2004, Stern *et al.* 2007, Martinic 1988, 2008). Entre los rasgos particulares de este segmento se destaca un extenso volcanismo de retroarco de edad neógena-cuaternaria, relacionado con la subducción de la dorsal de Chile y la apertura de ventanas astenosféricas a partir del Mioceno tardío (Ramos y Kay 1992, D’Orazio *et al.* 2001).

El arco volcánico de la ZVA está compuesto por 6 volcanes activos, 5 estratovolcanes (Lautaro, Viedma, Aguilera, Reclus y Monte Burney) y un complejo de domos (Isla Cook o Fueguino), mientras que en el retroarco se desarrolla el campo volcánico Pali-Aike (Stern 2004, Stern *et al.* 2007, Corbella y Lara 2008, entre otros). De estos volcanes, sólo el campo volcánico Pali-Aike y el volcán Viedma se ubican parcialmente en territorio argentino. Las rocas volcánicas del arco comprenden andesitas y dacitas con tendencia adakítica (Stern *et al.* 1984b, Stern y Kilian 1996). El campo volcánico Pali-Aike, por otro lado, consiste en un extenso campo basáltico alcalino que incluye coladas de lava, conos de escoria, conos de tobas y maares (Skewes y Stern 1979, Corbella 2002).

El registro histórico y holoceno de los volcanes de la ZVA comprende varias erupciones explosivas, entre las que se destacan eventos de gran magnitud provenientes de los volcanes del arco ubicados en Chile que generaron caída de tefras en la Patagonia Austral (Martinic 1988, 2008, Stern 1990, 2000, 2008, Kilian *et al.* 2003, Motoki *et al.* 2006). El campo volcánico Pali Aike presenta registro de erupciones holocenas (Skewes y Stern 1979). El volcán Viedma, cuya localización precisa se desconoce, es ubicado tentativamente en los Hielos Continentales al NO del lago Viedma, en la zona del límite argentino-chileno pendiente de demarcación⁷. Corresponde

⁷ Corresponde al sector del límite argentino-chileno pendiente de demarcación desde el monte Fitz Roy hasta el cerro Daudet. Acuerdo Argentina-Chile 1998 (Ley 25.110/1999).

a un volcán subglacial que habría hecho erupción en la primavera de 1988 (Kilian 1991). Este centro de emisión sigue siendo una incógnita, su existencia fue propuesta por Lliboutry (1956) a partir de la presencia de depósitos de tefra en los Hielos Continentales y fue ubicado en el nunatak Viedma. Shipton recorrió la zona en el año 1959 y desestimó su existencia ya que el nunatak está compuesto por rocas de basamento (Shipton 1960). Posteriormente, Kilian (1991) describió evidencias de una erupción explosiva que generó depósitos de caída de tefras y lahares que afectaron la superficie del glaciar Viedma. Adjudicó a este evento al volcán homónimo (Kilian 1991, Martinic 2008), y le asignó una ubicación aproximada en el glaciar, que no corresponde al nunatak. Además, realizó una breve descripción de sus productos y estimó que el evento tuvo lugar entre septiembre y noviembre de 1988. A la fecha, su existencia sigue sin confirmarse, fue removido del catálogo de volcanes activos del SERNAGEOMIN y de la base de datos de volcanes holocenos del *Smithsonian* GVP en el año 2019. A partir de estudios de depósitos de tefra en secuencias lacustres en los alrededores de la localidad de El Chaltén, se reconoció un nivel tentativamente correlacionable con el evento del volcán Viedma de 1988 (Mayr *et al.* 2019), aunque esta correlación tampoco está comprobada. Si bien las evidencias siguen siendo esquivas, se mantiene al volcán Viedma en esta versión del inventario, en base a la existencia del registro eruptivo histórico (Kilian 1991) y el reconocimiento de niveles de tefra provisoriamente correspondientes a dicho evento (Mayr *et al.* 2019, Smith *et al.* 2019), hasta contar con mayor información que permita corroborar o desestimar su existencia.

Los peligros vinculados al volcanismo activo y potencialmente activo de los Andes argentino-chilenos incluyen una variedad de procesos y productos relacionados tanto a eventos efusivos como explosivos (Cuadro 1). El volcanismo de arco está representado principalmente por estratovolcanes, complejos volcánicos y complejos de domos asociados a depósitos de caída de tefras, eyectos balísticos y diferentes tipos de CDP, además de coladas de lava y lahares. El volcanismo de retroarco corresponde en mayor medida a centros monogénicos máficos caracterizados por eventos efusivos y/o de baja explosividad con generación de coladas de lava y depósitos de caída de tefras. Sin embargo, también se registran eventos de mayor explosividad vinculados a volcanes poligénicos (ej. Payún Matrú), a composiciones más silíceas (ej. Cueros de Purulla)

o erupciones freatomagmáticas (ej. Antofagasta de la Sierra). El complejo volcánico Cerro Blanco ha generado eventos de muy alta magnitud asociados a colapso de caldera con producción de ignimbritas y depósitos de caída de tefras, con la potencialidad de afectar severamente una amplia superficie de nuestro país y países limítrofes (Báez *et al.* 2015, Fernández-Turiel *et al.* 2019, De Silva *et al.* 2022). Por otro lado, numerosos niveles de tefra reconocidos en la región extraandina desde el NOA hasta la Patagonia austral, fueron originados a partir de eventos de moderada a alta explosividad, y en ciertos casos, como en la ZVC, sus fuentes todavía no se encuentran definidas con certeza (ej. Cerro Blanco, Tres Cruces, El Fraile, Ojos del Salado, Cueros de Purulla, Báez *et al.* 2015, Fernández-Turiel *et al.* 2019, Sampietro-Vattuone *et al.* 2020, Bertin 2022). Entre los peligros asociados a los sistemas volcánicos también se deben considerar otros procesos de remoción en masa, como deslizamientos y avalanchas de rocas.

La revisión y análisis de los antecedentes para cada sistema volcánico permitió ajustar el inventario de volcanes activos y potencialmente activos del sector argentino de los Andes argentino-chilenos (Fig. 5 y Fig. 12). El catálogo actualizado incluye 38 sistemas volcánicos, 22 pertenecen a la ZVC, 14 a la ZVS y 2 a la ZVA (Cuadro 1). De estos 38 volcanes, 21 se encuentran en una posición fronteriza, 16 completamente en territorio argentino y 1 (Viedma) presenta ubicación incierta. A su vez, 18 son calificados como activos y 20 como potencialmente activos.

El inventario de volcanes activos y la evaluación de peligrosidad son estudios dinámicos, que se modifican según se vaya incrementando el conocimiento geológico de los mismos. Además, dependen de los criterios de análisis adoptados. Desde la versión original de este estudio se realizaron ciertas modificaciones. Por un lado, se incorporaron los sistemas volcánicos Domuyo en el año 2019, Tres Cruces, Cueros de Purulla en el 2020 y El Fraile en 2023, el primero en la ZVS y los restantes en la ZVC. Por otro lado, se removieron algunos volcanes, ya sea porque se consideró más apropiado analizar sistemas volcánicos y se eliminaron o reagruparon volcanes monogénicos aislados, o porque no cumplen con los requisitos para ser considerados activos. El volcán Sin Nombre (GVP 2023q), denominado por Viramonte *et al.* (1984) como volcán Negro de la Casualidad, fue asignado por dichos autores al campo volcánico Salar de Arizaro (clasificado actualmente como grupo

volcánico). En trabajos posteriores que estudian el volcanismo monogénico de la Puna Sur (Maro *et al.* 2017, Haag *et al.* 2019, Morfulis *et al.* 2020, Grosse *et al.* 2020b, entre otros), se lo representa como perteneciente tanto al grupo Salar de Arizaro como al Salar de Antofalla. En este trabajo se mantuvo la definición original de Viramonte *et al.* (1984), incorporándolo al grupo Salar de Arizaro. El Cerro Volcánico (también denominado Fonck), perteneciente al grupo volcánico Tronador de edad pleistocena (GVP 2023p), es un cono piroclástico asignado al Holoceno por criterios relativos (Mella *et al.* 2003, Mella *et al.* 2005). En esta actualización se optó por removerlo del catálogo, ya que se trata de un cono monogénico aislado con actividad holocena no confirmada. La misma decisión se tomó respecto al volcán Tralihue (Tunstall y Folguera 2005) que cuenta con muy escasos antece-

dentos que resultan insuficientes para caracterizarlo adecuadamente. Asimismo, este volcán había sido catalogado como holoceno por el *Smithsonian GVP* y actualmente es re categorizado como pleistoceno (GVP 2023n). En el caso del campo volcánico Basalto Cráter (GVP 2023d) se postuló actividad holocena a partir de criterios relativos (Ravazzoli y Sesana 1977, Massaferró *et al.* 2006), aunque estudios morfométricos indican edades geomorfológicas más antiguas (Massaferró *et al.* 2015) y presenta edades absolutas que lo asignan al Pleistoceno temprano a medio (Mena *et al.* 2006, Pécskay *et al.* 2007, Jalowitzki *et al.* en Haller *et al.* 2022). A partir de estas evidencias se decidió removerlo del inventario, ya que no se ajusta a la definición de volcán activo, aunque se destaca la observación de Pécskay *et al.* (2007) quienes sugieren no desestimarlos.



Figura 5. Sistemas volcánicos activos y potencialmente activos del territorio argentino continental. Se representan además los sistemas volcánicos ubicados en Chile (SERNAGEOMIN 2020). Base cartográfica IGN (2023). Imagen de base: combinación de ArcGis World Image y modelo de elevación digital GMRT v.4.1 (Ryan *et al.* 2009).

NOMBRE	UBIC	ELEV m s. n. m.	LAT. (°S)	LONG. (°O)	TIPO	COMP	EDAD	PROD	MAX. IEV	ÚLTIMA ERUPCIÓN Y/O EDAD ABSOLUTA MENOR	ESTADO	OBSERVACIONES	REFERENCIAS
ZONA VOLCÁNICA CENTRAL (ZVC)													
Tuzgle	Arg (JY)	5.486	24,056	66,479	Estrato- volcán	A-D	Pleisto- Holo?	CL-DL- CDP-CT- AvR	Nd	0,1 ± 0,1 / 0,1 ± 0,3 Ma (K/Ar) ¹	Pot. Activo	Se estima actividad holocena por el grado de preservación ^{2,3,4} . Campo geotermal activo	¹ Schwab y Lippolt 1976, AQUATER 1980, Coira y Paris 1981, ² De Silva y Francis 1991, Coira y Kay 1989, ³ 1993, Schurr <i>et al.</i> 2003, 2006, Coira 2008, Kay <i>et al.</i> 2008, Kay y Coira 2009, Giordano <i>et al.</i> 2013, Norini <i>et al.</i> 2014, ⁴ Grosse <i>et al.</i> 2017, Bertin 2022
Aracar	Arg (SA)	6.095	24,289	67,784	Estrato- volcán	D-A-AB	Plio- Pleisto- Holo?	CL-DL	Nd	28-3-1993 (IEV 2) Erupción incierta ^{1,2}	Pot. Activo	Buen grado de preservación	Koukharsky y Munizaga 1993, ¹ González-Ferrán 1995, ² GVP 1993a, Koukharsky y Etcheverría 1997, Maisonnave y Page 1997, Zappettini y Blasco 2001, Karátson <i>et al.</i> 2012, Grosse <i>et al.</i> 2014a, 2017, Décima <i>et al.</i> 2022
Socompa	Arg- Chile (SA)	6.049	24,396	68,245	Estrato- volcán	D-A	Pleisto- Holo	CL-DL- CDP-CT- AvR	5 (Vol. ~ 1 km ³) ³	5,84 ± 0,43 Ka AP (U- Th/He en Zr) ¹ 6,4 a 6,2 Ka cal. AP (¹⁴ C) ¹	Activo	Actividad fumarólica ¹ Sistema geotermal ciego ^{1,2} Deformación ⁴	¹ Galliski <i>et al.</i> 1987, Deruelle 1978a,b, Francis <i>et al.</i> 1985, Francis y Wells 1988, Ramírez 1988, Wadge <i>et al.</i> 1995, Van Wyk de Vries <i>et al.</i> 2001, Zappettini y Blasco 2001, Kelfoun y Druitt 2005, Kelfoun <i>et al.</i> 2008, Amigo <i>et al.</i> 2012a, Doucelance <i>et al.</i> 2014, Seggiaro y Apaza 2018, ² Conde Serra <i>et al.</i> 2020, ³ Grosse <i>et al.</i> 2022a, Bertin 2022, Apaza <i>et al.</i> 2022, ⁴ Liu <i>et al.</i> 2023
Llullaillaco	Arg- Chile (SA)	6.739	24,719	68,537	Estrato- volcán	D	Pleisto- Holo	CL-DL, CDP- CT?, AvR	2 ³	1960 ¹ -1877 ³ 6 ± 11 Ka (Ar/Ar) ²	Activo	Erupciones históricas no confirmadas	Brüggen 1950, Gardeweg <i>et al.</i> 1984, 1993, Francis y Wells 1988, Richards y Villeneuve 2001, Zappettini y Blasco 2001, ¹ Petit Breuhil 2004, Arancibia <i>et al.</i> 2009, Polanco <i>et al.</i> 2009, Amigo <i>et al.</i> 2012a, Villa <i>et al.</i> 2018, ² 2019, Grosse <i>et al.</i> 2017, Ramírez <i>et al.</i> 2018, Bertin 2022, ³ GVP 2023f
Salar de Arizaro	Arg (SA)	4.100	24,872	68,093	Grupo volcánico	AB-B	Pleisto- Holo?	CL-DL- CT	Nd	80 ± 60 Ka (Ar/Ar) ²	Pot. Activo	Holoceno por criterios relativos (estratigráficos- morfológicos) ¹	¹ Viramonte <i>et al.</i> 1984, Kay <i>et al.</i> 1994, Zappettini y Blasco 2001, Richards y Villeneuve 2002, ² Schoenbohm y Carrapa 2015, Murray <i>et al.</i> 2015, Maisonnave y Poma 2016, Maisonnave 2016, Maro <i>et al.</i> 2017
Escorial	Arg- Chile (SA)	5.451	25,082	68,367	Estrato- volcán	A	Pleisto- Holo?	CL	Nd	0,130 ± 0,04 Ma (Ar/Ar) ³	Pot. Activo	Holoceno por grado de preservación ^{1,2} Posible actividad geotermal ¹	Naranjo y Cornejo 1992, ¹ Richards y Villeneuve 2002, ² De Silva 2007, ³ Naranjo <i>et al.</i> 2013
Lastarria	Arg- Chile (SA- CAT)	5.706	25,169	68,507	Estrato- volcán	A-D	Pleisto- Holo	CL-DL- CPD-CT- AvR	Nd	2,710 a 2,340 cal Ka AP(¹⁴ C) ¹	Activo	Actividad fumarólica ^{8,9,11} Deformación ^{2,3,4,5} Anomalía térmica ⁶ Actividad sísmica ^{7,10}	Naranjo 1985, 1986, 1988, 1992, ¹ 2010, Naranjo y Francis 1987, Naranjo y Cornejo 1992, Seggiaro <i>et al.</i> 2007, ² Pritchard y Simmons 2002, 2004, GVP 2007, Pavez <i>et al.</i> 2006, ³ Froger <i>et al.</i> 2007, ⁴ Ruch <i>et al.</i> 2008, 2009, Ruch y Walter 2010, Anderssohn <i>et al.</i> 2009, Amigo <i>et al.</i> 2012a, ⁸ Aguilera <i>et al.</i> 2012, 2016b, Amigo y Bertin 2013, ⁵ Henderson y Pritchard 2013, Naranjo <i>et al.</i> 2013, 2018, 2019b, Richards <i>et al.</i> 2013, ⁶ Jay <i>et al.</i> 2013, Budach <i>et al.</i> 2013, Pritchard <i>et al.</i>

NOMBRE	UBIC	ELEV m s. n. m.	LAT. (°S)	LONG. (°O)	TIPO	COMP	EDAD	PROD	MAX. IEV	ÚLTIMA ERUPCIÓN Y/O EDAD ABSOLUTA MENOR	ESTADO	OBSERVACIONES	REFERENCIAS
													2014, ⁷ Spica <i>et al.</i> 2015, Stechern <i>et al.</i> 2017, Grosse <i>et al.</i> 2017, Rodríguez <i>et al.</i> 2020, Robidou <i>et al.</i> 2020, ⁹ Inostroza <i>et al.</i> 2020, 2023, Bertin 2022, ¹⁰ McFarlin <i>et al.</i> 2022, ¹¹ Layana <i>et al.</i> 2023
Cordón del Azufre	Arg-Chile (CAT)	5.463	25,336	68,521	Complejo volcánico	A-D	Pleisto-Holo?	CL-CT	Nd	199 ± 14 Ka (Ar/Ar) ⁵	Pot. Activo	Holoceno por grado de preservación ¹ Depósitos piroclásticos recientes en flanco oriental ¹ Deformación ^{2,3,4}	De Silva y Francis 1991, ¹ González-Ferrán 1995, ² Pritchard y Simons 2002, ³ Froger <i>et al.</i> 2007, ⁴ Ruch <i>et al.</i> 2008, 2009, Anderssohn <i>et al.</i> 2009, Pearce y Lundgren 2013, ⁵ Naranjo <i>et al.</i> 2013, 2018, 2019b, Remy <i>et al.</i> 2014, Grosse <i>et al.</i> 2017, Bertin 2022
Bayo Gorbea	Arg-Chile (CAT)	5.413	25,414	68,589	Complejo volcánico	D-A	Pleisto-Holo?	CL-CT	Nd	23 ± 17 Ka (Ar/Ar) ²	Pot. Activo	Explosión de vapor ³ Coladas de azufre Deformación ¹	De Silva y Francis 1991, González-Ferrán 1995, Seggiaro <i>et al.</i> 2007, ¹ Froger <i>et al.</i> 2007, Amigo <i>et al.</i> 2012a, Richards <i>et al.</i> 2013, ² Naranjo <i>et al.</i> 2013, 2018, 2019b, Grosse <i>et al.</i> 2017, ³ Benison 2019, Bertin 2022
Antofagasta / Antofagasta de la Sierra	Arg (CAT)	3.604	26,148	67,385	Campo volcánico	AB-B	Pleisto-Holo?	CL-CT-CDP	Nd	37 ± 2 Ka (K/Ar) ¹	Pot. Activo	Holoceno por grado de preservación ^{2,3}	² De Silva y Francis 1991, Risse <i>et al.</i> 2008, Murray <i>et al.</i> 2015, ³ Báez <i>et al.</i> 2017a, Maro <i>et al.</i> 2017, Haag <i>et al.</i> 2019, ¹ Fernández-Turiel <i>et al.</i> 2021
Sierra Nevada	Arg-Chile (CAT)	6.173	26,493	68,586	Complejo volcánico	A-D	Pleisto-Holo?	CL-DL	Nd	431 ± 12 Ka (Ar/Ar) ²	Pot. Activo	Potencial anomalía térmica ¹	De Silva y Francis 1991, Seggiaro <i>et al.</i> 2006, Clavero <i>et al.</i> 1997, 2012, ¹ Jay <i>et al.</i> 2013, ² Polanco <i>et al.</i> 2014, Grosse <i>et al.</i> 2017, 2018a, Bertin 2022
Cueros de Purulla	Arg (CAT)	4.912	26,553	67,821	Complejo de domos	R	Pleisto-Holo?	DL-CL-CDP-CT-AvR	Nd	0,4 ± 0,1 Ma (K/Ar) ¹	Pot. Activo	Posible nivel de tefra holoceno ^{2,3}	¹ Siebel <i>et al.</i> 2001, Seggiaro <i>et al.</i> 2006, Báez <i>et al.</i> 2015, Alfaro Ortega 2015, ² Fernández-Turiel <i>et al.</i> 2019, ³ Sampietro-Vatuonne <i>et al.</i> 2020, Berthea <i>et al.</i> 2021, Bertin 2022
Peinado	Arg (CAT)	5.741	26,623	68,115	Estrato-volcán	AB-A-D	Pleisto-Holo?	CL-CT-DL-CPD	Nd	36,8 ± 3,8 Ka (K/Ar) ¹ 40,2 ± 10,5 Ka (Ar/Ar) ²	Pot. Activo	Actividad explosiva muy joven ¹	De Silva y Francis 1991, González-Ferrán 1995, Seggiaro <i>et al.</i> 2006, Grosse <i>et al.</i> 2014b, 2017, 2018bc, 2020ab, ¹ 2022b, Ochi Ramacciotti <i>et al.</i> 2017, ² Bertin 2022
El Cóndor	Arg (CAT)	6.373	26,632	68,361	Complejo Volcánico	A-D	Pleisto-Holo?	CL-CT	Nd	23 ± 25 Ka (K/Ar) ¹	Pot. Activo	Lavas jóvenes sin datar en región cuspidal (Holoceno?) ¹	De Silva y Francis 1991, Seggiaro <i>et al.</i> 2006, Grosse <i>et al.</i> 2014a, 2017, ¹ 2018ac, Bertin 2022
Cerro Blanco	Arg (CAT)	4.670	26,782	67,758	Caldera	R-Rd	Pleisto-Holo	CT-DL-CDP	7 ¹ -6 ²	4,440 a 4,240 Ka cal AP (¹⁴ C) ⁶	Activo	Mayor erupción holocena de los Andes Deformación ^{1,4,5,8} , actividad fumarólica ^{2,7} y sísmica ³	¹ Pritchard y Simons 2002, 2004, Viramonte <i>et al.</i> 2005, ² ab, Arnosio <i>et al.</i> 2005, 2008, Seggiaro <i>et al.</i> 2006, Montero López <i>et al.</i> 2010, ³ Mulcahy <i>et al.</i> 2010, 2014, ⁴ Henderson y Pritchard 2013, ⁵ Brunori <i>et al.</i> 2013, Fernández-Turiel <i>et al.</i> 2014, ⁶ 2019, Báez <i>et al.</i> 2015, 2017b, 2020 ab, ⁷ Chiodi <i>et al.</i> 2019, Bardelli <i>et al.</i> 2020, Lamberti <i>et al.</i> 2020, ⁸ Vélez <i>et al.</i> 2021, De Silva <i>et al.</i> 2022

NOMBRE	UBIC	ELEV m s. n. m.	LAT. (°S)	LONG. (°O)	TIPO	COMP	EDAD	PROD	MAX. IEV	ÚLTIMA ERUPCIÓN Y/O EDAD ABSOLUTA MENOR	ESTADO	OBSERVACIONES	REFERENCIAS
Falso Azufre	Arg - Chile (CAT)	5.906	26,804	68,361	Complejo volcánico	A-TA-D	Plio- Pleisto- Holo?	CL-DL- CT-CDP?	Nd	0,16 ± 0,08 Ma (K/Ar) (Unidad Oriental) ² 0,528 ± 0,093 Ma (K/Ar) (Edificio principal) ²	Pot. Activo	Anomalía térmica ¹ Depósitos piroclásticos cuspidales y domos sin dataciones ²	Zentilli 1974, González-Ferrán <i>et al.</i> 1985, Mpodozis <i>et al.</i> 1996, Seggiaro <i>et al.</i> 2006, Clavero <i>et al.</i> 2012, ¹ Jay <i>et al.</i> 2013, Grosse <i>et al.</i> 2014b, 2017, ² 2018a, Escalante Fochi <i>et al.</i> 2017, Bertin 2022
Incahuasi	Arg- Chile (CAT)	6.635	27,034	68,296	Estrato- volcán	A-TA- TAB-D	Pleisto- Holo?	CL-DL- CT	Nd	0,71 ± 0,08 Ma (K/Ar) (Central) ¹ 0,35 ± 0,03 Ma (K/Ar) (Flanco) ²	Pot. Activo		¹ González-Ferrán <i>et al.</i> 1985, Baker <i>et al.</i> 1987, Mpodozis <i>et al.</i> 1996, Rubiolo <i>et al.</i> 2003, Amigo <i>et al.</i> 2012a, Grosse <i>et al.</i> 2014b, 2017, ² 2018a, Naranjo <i>et al.</i> 2019a
El Fraile	Arg- Chile (CAT)	6.068	27,049	68,379	Complejo de domos	D	Pleisto- Holo?	DL-CDP- CT	Nd	0,23 ± 0,04 Ma (K/Ar) ¹	Pot. Activo	Fuente no comprobada de tefras holocenas ² ¿Actividad Fumarólica? ³	¹ González-Ferrán <i>et al.</i> 1985, Baker <i>et al.</i> 1987, Mpodozis <i>et al.</i> 1996, Gardeweg <i>et al.</i> 1997, 1999, Rubiolo <i>et al.</i> 2003, Grosse <i>et al.</i> 2017, Naranjo <i>et al.</i> 2019a, ² Bertin 2022, ³ Salas com. pers. 2022
Ojos del Salado	Arg- Chile (CAT)	6.879	27,110	68,541	Complejo volcánico	D-A	Pleisto- Holo	CL-DL- CT-CDP	Nd	14-11-1993 IEV 1 Erupción Incierta ²	Activo	Actividad fumarólica ¹ Anomalía térmica ³	¹ González-Ferrán <i>et al.</i> 1985, Baker <i>et al.</i> 1987, ² GVP 1993b, González-Ferrán 1995, Mpodozis <i>et al.</i> 1996, Gardeweg <i>et al.</i> 1997, 1999, Rubiolo <i>et al.</i> 2003, Amigo <i>et al.</i> 2012a, ³ Jay <i>et al.</i> 2013, Grosse <i>et al.</i> 2017, Naranjo <i>et al.</i> 2019a, Bertin 2022
El Solo	Arg- Chile (CAT)	6.205	27,104	68,713	Complejo de domos	D	Pleisto- Holo?	DL-CDP	Nd	1,3 ± 0,5 Ma (K/Ar) ¹	Pot. Activo	Buen grado de preservación	Mpodozis <i>et al.</i> 1996, Baker <i>et al.</i> 1987, Rubiolo <i>et al.</i> 2003, Gardeweg <i>et al.</i> 1997, ² 2000, Grosse <i>et al.</i> 2017, Naranjo <i>et al.</i> 2019a, Bertin 2022
Tres Cruces	Arg- Chile (CAT)	6.749	27,099	68,778	Complejo olcánico	D-R-A- TA	Pleisto- Holo?	CL-DL- CT-CDP	Nd	28 ± 11 Ka (Ar/Ar) ¹	Pot. Activo	Niveles de tefra del Holoceno tardío, no confirmados ²	González-Ferrán <i>et al.</i> 1985, Baker <i>et al.</i> 1987, Mpodozis <i>et al.</i> 1996, ¹ Gardeweg <i>et al.</i> 1997, 2000, Rubiolo <i>et al.</i> 2003, Amigo <i>et al.</i> 2012a, Naranjo <i>et al.</i> 2019a, ² Fernández-Turiel <i>et al.</i> 2019, Sampietro- Vattuone <i>et al.</i> 2020, Bertin 2022
Tipas	Arg (CAT)	6.658	27,193	68,559	Complejo volcánico	A-D	Pleisto- Holo?	CL-DL	Nd	Nd	Pot. Activo	Buen grado de preservación	De Silva y Francis 1991, Rubiolo <i>et al.</i> 2003, Grosse <i>et al.</i> 2017
ZONA VOLCÁNICA SUR (ZVS)													
Tupungatito	Arg- Chile (MZA)	5.603	33,400	69,821	Estrato- volcán	AB-A	Pleisto- Holo	CL-CT- CDP-LH- AvR	2 ^{1,5}	28-11-1987 IEV 2 ¹	Activo	~ 19 erupciones históricas ^{1,2,5} Intensa actividad fumarólica, lago ácido ^{3,4}	Brüggen 1950, Groeber 1951, ¹ GVP 1987, ² Petit- Breuilh 2004, Silva y Bertin 2012, ³ Benavente <i>et al.</i> 2013, ⁴ Bertin <i>et al.</i> 2013, Bertin y Silva 2015, ⁵ Flores y Jara 2018
San José	Arg- Chile (MZA)	5.837	33,789	69,894	Complejo volcánico	A	Pleisto- Holo	CL-DL- CT	2 ²	02-07-1960 IEV 2 ²	Activo	Registro histórico varía entre 7 y 21 eventos de IEV 1-2, entre 1822 y 1960 ³ Actividad fumarólica ^{1,2}	Brüggen 1950, Thiele 1980, López Escobar <i>et al.</i> 1985, ¹ GVP 1991, ² 2023k, Moreno <i>et al.</i> 1991, ³ Silva Parejas <i>et al.</i> 2012, Silva Parejas y Orozco 2015
Maipo	Arg- Chile (MZA)	5.318	34,162	69,831	Estrato- volcán	A-AB-D	Pleisto- Holo	CL-CT- CDP	2 ²	1912 IEV 2 ^{1,2}	Activo		Stern <i>et al.</i> 1984a, Guerstein 1993, ¹ Sruoga <i>et al.</i> 2000, 2005ab, 2012, Sruoga y Feineman 2009, Lara <i>et al.</i> 2008, Orozco <i>et al.</i> 2015, ² GVP 2023g

NOMBRE	UBIC	ELEV m s. n. m.	LAT. (°S)	LONG. (°O)	TIPO	COMP	EDAD	PROD	MAX. IEV	ÚLTIMA ERUPCIÓN Y/O EDAD ABSOLUTA MENOR	ESTADO	OBSERVACIONES	REFERENCIAS
Overo	Arg (MZA)	4.619	34,567	70,019	Estrato- volcán	A-B?	Pleisto- Holo?	CL-CT- CDP	Nd	Nd	Pot. Activo	Intensa actividad fumarólica ¹	Kittl 1944, Groeber1947b, Capitanelli 1957, Sruoga <i>et al.</i> 2005a, Pritchard <i>et al.</i> 2013, ¹ Iannelli <i>et al.</i> 2022
Planchón- Peteroa	Arg- Chile (MZA)	3.512	35,241	70,573	Complejo volcánico	A-AB-D	Pleisto- Holo	CL-CT- CDP-LH- AvR	3 ¹	07-11-2018 a 07-05-2019 IEV 2 ^{2,3}	Activo		Moreno Roa y Tormey 1987, Tormey <i>et al.</i> 1989, Haller <i>et al.</i> 1994, ¹ Naranjo <i>et al.</i> 1999b, Naranjo y Haller 2002, Sruoga 2004, 2008, Benavente 2010, Aguilera <i>et al.</i> 2011, 2016a, Haller y Risso 2011, Tassi <i>et al.</i> 2016a, Klug <i>et al.</i> 2018, ² GVP 2019ab, Romero <i>et al.</i> 2020, Vigide <i>et al.</i> 2020, ³ Forte <i>et al.</i> 2022, Llano <i>et al.</i> 2022
Laguna del Maule	Arg- Chile (MZA- NQN)	3.092	36,059	70,501	Complejo volcánico	R-Rd-A- D-B	Pleisto- Holo	CL-DL- CDP-CT	5 (Holo) 6 (15 Ka) ³	1,8 cal Ka AP (¹⁴ C) ³ / < 1,8 ± 0,9 Ka (Ar/Ar) ⁷ / 0,8 ± 0,6 Ka (³⁶ Cl) ¹	Activo	Deformación ^{2,4,5} , desgasificación ^{7,8,9} y actividad sísmica ⁶	Groeber 1947a, López Escobar y Munizaga 1983, Muñoz y Niemeyer 1984, Frey <i>et al.</i> 1984, Singer <i>et al.</i> 2000, 2014, ¹ 2018, Hildreth <i>et al.</i> 2010, ² Fournier <i>et al.</i> 2010, Amigo <i>et al.</i> 2012b, Fierstein <i>et al.</i> 2013, 2014, 2016, 2017, ³ en prep., ⁴ Le Mével <i>et al.</i> 2013, 2015, 2021, ⁵ Feigl <i>et al.</i> 2014, Sruoga <i>et al.</i> 2015, 2016, 2017, ⁶ Cardona <i>et al.</i> 2015, 2018, Peterson <i>et al.</i> 2016, Andersen <i>et al.</i> ⁷ 2017, 2018, 2019, Miller <i>et al.</i> 2017ab, Cáceres <i>et al.</i> 2018, Garibaldi 2018, Cordell <i>et al.</i> 2018, ⁸ Rojas <i>et al.</i> 2019, 2022, ⁹ Lemus <i>et al.</i> 2019, Gho <i>et al.</i> 2019
Infiernillo	Arg (MZA)	3.007	35,142	69,830	Grupo volcánico	AB	Pleisto- Holo	CL-CT	Nd	5.000 ± 800 a AP (³ He) ¹ / 0,005 ± 0,116 Ma (K/Ar) ² / 8.040 ± 40 a AP (¹⁴ C) ²	Activo		Naranjo <i>et al.</i> 1999a, Giampaoli <i>et al.</i> 2002, ¹ Marchetti <i>et al.</i> 2006, ² Folguera <i>et al.</i> 2009, Lambias <i>et al.</i> 2010, Gudnason <i>et al.</i> 2012, Espanon <i>et al.</i> 2014b, González Blazek 2017
Payún Matru	Arg (MZA)	3.715	36,423	69,238	Campo volcánico	Ba-TA-A	Pleisto- Holo	CL-DL- CT	Nd	1,99 ± 1,43 Ka (³ He, ²¹ Ne) ³ S. María/ 2 ± 2 Ka (³ He) ² Los Volcanes/ 5,5 ± 3,8 Ka (Ar/Ar) ³ Río Grande/ 7 ± 1 Ka (Ar/Ar) ¹ Payún Matru	Activo		Llambias 1964, 1966, Bermúdez y Delpino 1989, Bermúdez <i>et al.</i> 1993, Inbar y Risso 2001, Pasquare <i>et al.</i> 2008, Quidelleur <i>et al.</i> 2009, ¹ Germa <i>et al.</i> 2010, Llambias <i>et al.</i> 2010, Espanon <i>et al.</i> 2010, 2014abc, 2016, Ramos y Folguera 2011, Gudnason <i>et al.</i> 2012, Hernando 2012, Hernando <i>et al.</i> 2012, 2014a,b, 2016, 2017, 2019, Søger <i>et al.</i> 2013, 2015, ² Marchetti <i>et al.</i> 2014, ³ May <i>et al.</i> 2018, Haller y Massafiero 2022
Domuyo	Arg (NQN)	4.698	36,637	70,432	Complejo de domos	R-D	Plio- Pleisto	DL-CDP	?	0,11 ± 0,02 Ma (ZrFt) ¹ / 0,506 ± 0,007 Ma (Ar/Ar) ⁷ C. Domo/ 0,254 ^{+0,035-0,030} Ma (U/Th en Zr) ⁷ C. Covunco	Activo	Sin registro holoceno. Evidencias de actividad: deformación ^{4,6} , desgasificación ^{2,3} , sismos ⁵ Eventos freáticos	Llambias <i>et al.</i> 1978, Pesce 1981, 1983, 1987, 2013, Brousse y Pesce 1982, ¹ JICA 1983, Miranda <i>et al.</i> 2006, Mas <i>et al.</i> 2011, ² Chiodini <i>et al.</i> 2014, Páez <i>et al.</i> 2014, Marin Ratto <i>et al.</i> 2015, ³ Tassi <i>et al.</i> 2016b, ⁴ Astort <i>et al.</i> 2019, Galetto <i>et al.</i> 2018, ⁵ Godoy <i>et al.</i> 2018, 2021, ⁶ Lundgren <i>et al.</i> 2020, Dirr 2020, ⁷ Silva-Fragoso <i>et al.</i> 2021
Tromen	Arg (NQN)	3.980	37,140	70,049	Estrato- volcán	A-AB-B	Pleisto- Holo	CL-CT	3 ²	1820-28 AD ¹	Activo		Brañes 2006, Kay <i>et al.</i> 2006, Galland <i>et al.</i> 2007, Folguera <i>et al.</i> 2008 ab, Llambias <i>et al.</i> 2011, Lamberti 2013, ¹ D'Elia <i>et al.</i> 2014, Petrinovic y D'Elia 2018, Pallares <i>et al.</i> 2019, ² GVP 2023n

NOMBRE	UBIC	ELEV m s. n. m.	LAT. (°S)	LONG. (°O)	TIPO	COMP	EDAD	PROD	MAX. IEV	ÚLTIMA ERUPCIÓN Y/O EDAD ABSOLUTA MENOR	ESTADO	OBSERVACIONES	REFERENCIAS
Copahue	Arg- Chile (NQN)	2.937	37,862	71,183	Estrato- volcán	B-AB	Pleisto- Holo	CL-CT- CDP-LH	2	2012-act.	Activo		Pesce 1989, Delpino y Bermúdez 1993, 1994, 2002, Bermúdez y Delpino 1995, Linares <i>et al.</i> 1999, Polanco <i>et al.</i> 2000, Mazzoni y Licitra 2000, Bermúdez <i>et al.</i> 2002, Polanco 2003, Rovere <i>et al.</i> 2004, Melnick <i>et al.</i> 2006, Caselli <i>et al.</i> 2008, 2016ab, 2018, Sruoga y Consoli 2011ab, Forte <i>et al.</i> 2012, Petrinovic <i>et al.</i> 2014ab, Balbis <i>et al.</i> 2016, Augusto y Varekamp 2016, Augusto y Vélez 2017, Vigide <i>et al.</i> 2018, 2023, Kaufman 2019, Báez <i>et al.</i> 2020, 2021, Sruoga <i>et al.</i> 2021, 2022, Kaufman <i>et al.</i> 2023
Laguna Blanca	Arg (NQN)	1.459	39,021	70,373	Campo volcánico	B-Tb- TAB	Pleisto- Holo?	CL-CT	Nd	Nd	Pot. Activo	Campo volcánico Zapala ¹	Muñoz y Stern 1989, Leanza <i>et al.</i> 1997, Lara y Folguera 2006, Varekamp <i>et al.</i> 2010, ¹ Santos <i>et al.</i> 2022
Lanín	Arg- Chile (NQN)	3.728	39,638	71,502	Estrato- volcán	B-A-D	Pleisto- Holo	LF-TF- PDC-LH	4 ²	< 1.650 ± 70 a AP (¹⁴ C) ¹	Activo	Edades relativas < 600 a ¹	Turner 1973, Corbella y Alonso 1989, Rabassa <i>et al.</i> 1990, ¹ Lara 2004, Lara <i>et al.</i> 2004a, Cucchi <i>et al.</i> 2005, Riso y Lara 2011, Fennell <i>et al.</i> 2014, ² Tolosa 2015, Fontijn <i>et al.</i> 2016, SERNAGEOMIN 2017, Jara <i>et al.</i> 2020, Cottet 2020, Balbis 2020, Fuentes 2021, Balbis <i>et al.</i> 2022
Huanquihue	Arg (NQN)	1.585	39,864	71,565	Grupo volcánico	B-AB	Pleisto- Holo	CL-CT	3 ¹	0,36 ± 0,01 Ka cal AP ¹ (¹⁴ C) / 1.230 a 1.170 a Cal AP(¹⁴ C) ²	Activo		Turner 1973, Corbella y Alonso 1989, Mazzoni y Stura 1993, Inbar <i>et al.</i> 1995, Cucchi <i>et al.</i> 2005, Lara <i>et al.</i> 2001, Casteller <i>et al.</i> 2010, Van Daele <i>et al.</i> 2014, ¹ Fontijn <i>et al.</i> 2016, ² Cottet 2020
ZONA VOLCÁNICA AUSTRAL (ZVA)													
Viedma	? (SC)	1.100	49,366	73,316	Volcán subglacial	D	Nd	CT-LH	Nd	Sept.-Nov. 1988? ¹	Pot. Activo	No existe certeza sobre su existencia y ubicación. Zona del límite argentino-chileno pendiente de demarcación (Ley 25.110/1999)	Lliboutry 1956, ¹ Kilian 1991, González-Ferrán 1995, Stern 2004, Martinic 2008, Stern <i>et al.</i> 2007, Mayr <i>et al.</i> 2019, Smith <i>et al.</i> 2019
Pali Aike (Palei-Aike)	Arg- Chile (SC)	292	52,082	69,696	Campo volcánico	Ba	Plio- tardío- Holo	CL-CT	Nd	5.000-10.000 a ¹	Activo		Skewes 1978, ¹ Skewes y Stern 1979, D'Orazio <i>et al.</i> 2000, Corbella 2002, Mazzarini y D'Orazio 2003, Stern 2004, Corbella y Lara 2008, Stern <i>et al.</i> 2007, Ross <i>et al.</i> 2010, Panza <i>et al.</i> 2010, 2015, Sjøager <i>et al.</i> 2021

Cuadro 1. Inventario de sistemas volcánicos activos y potencialmente activos ubicados total o parcialmente en territorio argentino continental. UBIC: Ubicación, Argentina (Arg) o limítrofe (Arg-Chile) y provincia correspondiente. JY: Jujuy, SA: Salta, CAT: Catamarca, MDZ: Mendoza, NQN: Neuquén, SC: Santa Cruz. COMP: Composición. B: basalto, A: andesita, AB: andesita basáltica, D: dacita, Rd: riodacita, R: riolita, TA: traquiandesita, TAB: traquiandesita basáltica, Ba: basalto alcalino. EDAD: Pleisto-Holo: pleistoceno-holoceno, Pleisto-Holo?: ídem con actividad holocena no confirmada. PROD: Productos. CL: coladas de lava, DL: domo lávico, CT: caída de tefras, CDP: corrientes de densidad piroclástica, LH: lahar, AvR: avalancha de rocas. MAX. IEV: máximo índice de explosividad volcánica estimado. ÚLTIMA ERUPCIÓN Y/O EDAD ABSOLUTA MENOR: incluye último evento histórico y/o edad absoluta más joven. Se incluye más de una edad en el caso de contar con dataciones obtenidas por diferentes métodos o en diferentes centros de emisión correspondientes a un mismo sistema volcánico. Entre paréntesis, método de datación correspondiente: ³⁶Cl-³He-²¹Ne (Nucleidos cosmogénicos-*Surface exposure dating*), Trazas de fisión (ZrFT). Nd: No determinado. ESTADO: activo o potencialmente activo (Pot. Activo). OBSERVACIONES. Los números representados como supraíndice corresponden a la fuente de información indicada en la columna REFERENCIAS. Además de las referencias bibliográficas especificadas, se consideraron los siguientes trabajos y bases de datos regionales o globales: De Silva y Francis 1991, González-Ferrán 1995, Stern 2004, Stern *et al.* 2007, Lara *et al.* 2011, Amigo *et al.* 2012a, Grosse *et al.* 2017, Bertin 2022, GVP 2023a.

3.1.2. ANTÁRTIDA

3.1.2.1. Sector Antártico Argentino y el Tratado Antártico

El sector Antártico Argentino, sobre el cual nuestro país reclama soberanía, pertenece al territorio de la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e islas del Atlántico Sur (Ley 23.775/1990), aunque su situación jurídica es particular, ya que se encuentra sujeto al Tratado Antártico. Está ubicado entre el paralelo 60°S y el polo Sur y los meridianos 25° y 74°O. Este reclamo se basa en múltiples elementos, entre ellos: la contigüidad geográfica y continuidad geológica con el territorio argentino, la instalación y ocupación permanente de bases antárticas, el desarrollo de actividad científica por más de un siglo y la herencia histórica de España (Dirección Nacional del Antártico [DNA] 2021a).

El Tratado Antártico consiste en un acuerdo internacional que involucra al continente Antártico al sur de los 60° de latitud sur. Fue firmado en 1959 por 12 países, incluida la República Argentina, y permanece vigente desde el 23 de junio de 1961. Entre los países firmantes existen reclamos territoriales, en muchos casos coincidentes parcialmente. En este aspecto, mantiene el *status quo* existente al momento de su firma y especifica que mientras esté en vigencia, no podrá realizarse ningún acto vinculado a reclamos de soberanía (validación, apoyo o negación de reclamos, adquisición de derechos, nuevos reclamos o ampliación de reclamos existentes) (Secretaría del Tratado Antártico 2021). El objetivo del tratado consiste en asegurar la libertad de investigación científica y la promoción de la cooperación internacional con fines científicos en la Antártida, además de garantizar usos exclusivamente pacíficos. Establece la prohibición de realizar explosiones nucleares y de eliminar desechos radiactivos en la región, y promueve medidas de protección ambiental. Asimismo, prohíbe el desarrollo de cualquier actividad de carácter militar, con excepción de apoyo logístico a investigaciones científicas u otras actividades realizadas con fines pacíficos (Cardone y Fontana 2019, DNA 2021b).

En los años subsiguientes a su firma se adicionaron al tratado 44 países, 17 de los cuales realizan investigación científica en territorio antártico, y constituyen miembros consultivos junto con los 12 países iniciales. Los 27 países restantes participan como miembros no consultivos (Secretaría del Tratado Antártico 2023). Los firmantes pueden mantener bases permanentes o transitorias en Antártida. A la fecha, existen alrededor de 50 estaciones permanentes administradas por 30 países. Nuestro país administra 13 bases, 7 son de carácter permanente (operativas todo el año) y 6 de carácter temporario (operativas sólo en verano). Las ba-

ses permanentes son: Orcadas, Marambio, Esperanza, San Martín, Carlini (anteriormente base Jubany), Petrel y Belgrano II. Las bases temporarias son: Melchior, Decepción, Cámara, Primavera, Matienzo y Brown (Fig. 7). Las bases son administradas por el Comando Conjunto Antártico (Ministerio de Defensa), a excepción de las bases Carlini y Brown que son administradas por Cancillería (DNA 2021c).

Nuestro país considera al Tratado Antártico de vital importancia geopolítica, ya que resguarda adecuadamente la reivindicación de soberanía argentina en la Antártida frente a los reclamos superpuestos, y además asegura la existencia de una amplia zona de paz en nuestra frontera sur (Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto 2023).

3.1.2.2. Marco Geológico y Volcanismo Activo

La placa Antártica está rodeada por 6 placas tectónicas y limitada en su mayor parte por márgenes pasivos, excepto en el extremo norte de la península Antártica, donde se desarrolla un margen activo (Storey y Granot 2021). El volcanismo activo antártico está asociado a diferentes ambientes tectónicos: subducción en la península Antártica, islas oceánicas relacionadas a puntos calientes e intraplaca en el sistema de Rift de Antártida Occidental (Geyer 2021).

La península Antártica constituye un sistema de arco continental de tipo andino (Suárez 1976, Smellie 1981, Storey y Garrett 1985) generado por la subducción hacia el este en el margen proto-Pacífico desde el Paleozoico superior-Mesozoico (Burton-Johnson y Riley 2015, Jordan *et al.* 2020, Leat y Riley 2021 y sus referencias). A partir del Paleógeno tuvieron lugar una serie de colisiones secuenciales de dorsales oceánicas con la trinchera que generaron el cese progresivo de la subducción (Barker 1982, Larter y Barker 1991, Storey y Granot 2021, Smellie y Hole 2021). Como consecuencia, se produjo la declinación del magmatismo de arco y la proliferación de volcanismo alcalino de intraplaca disperso (Hole y Larter 1993, Smellie y Hole 2021, Hole 2021). El magmatismo de arco cesó en las islas Shetland del Sur hace aproximadamente 20 Ma (Smellie 2021b), aunque la subducción continúa a una tasa muy reducida en un solo segmento del margen occidental de la península (Larter y Barker 1991). Este segmento se relaciona a la convergencia entre la microplaca de Drake (denominada también Aluk o Phoenix) y el bloque Shetland del Sur, con la apertura de la cuenca de Bransfield (mar de la Flota⁸) en una posición de trasarco (Fig. 6) (Barker *et al.* 1991, Lawver *et al.* 1995, Ramos 1999b, Christeson *et al.* 2003, Storey y Granot 2021).

⁸ El mar de la Flota (topónimo argentino) es sinónimo del estrecho de Bransfield (*Bransfield Strait*, topónimo adoptado por Chile, Estados Unidos, Reino Unido y Rusia) (SCAR 2023).

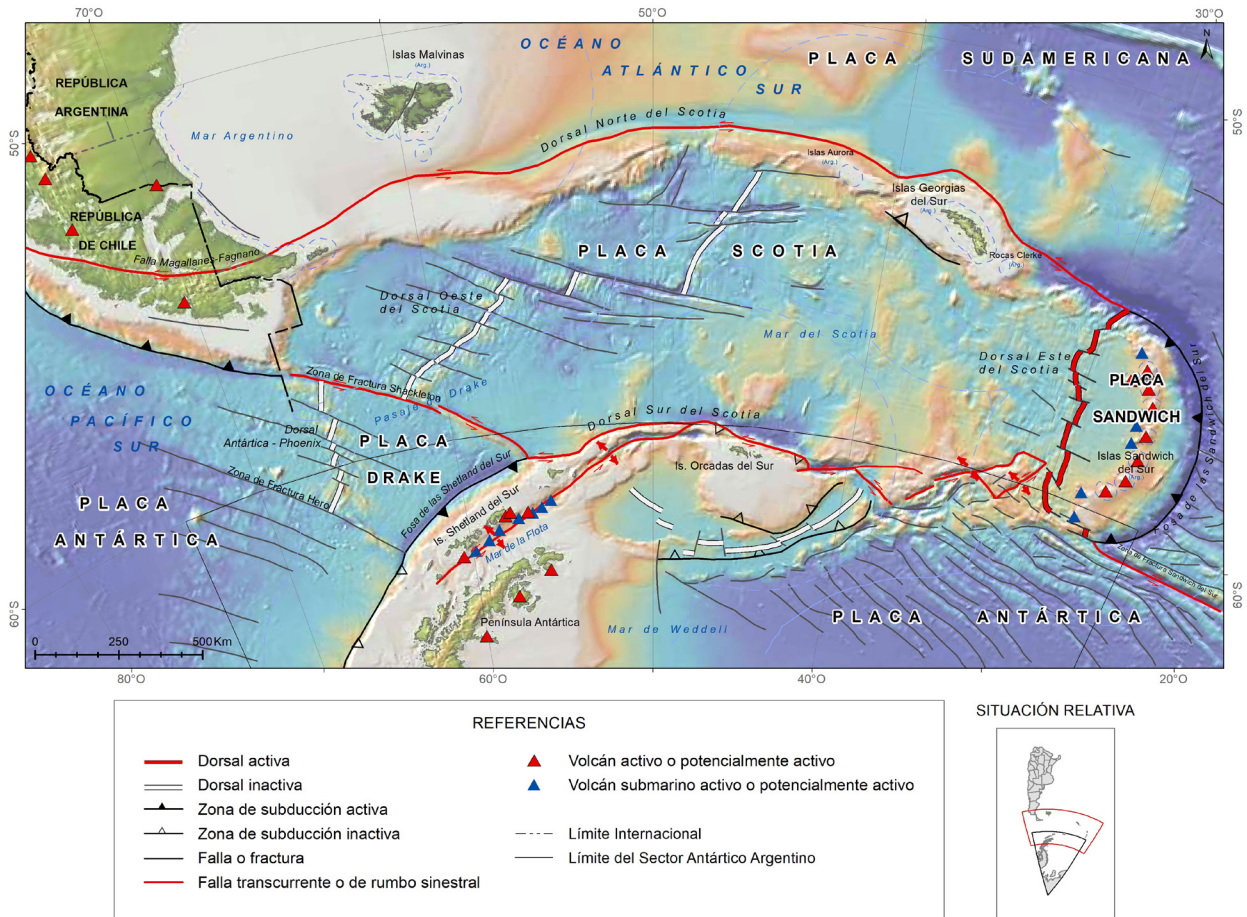


Figura 6. Marco tectónico del territorio de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Placas tectónicas, límites y estructura tomadas de Yamin y Anselmi (2020). Volcanes activos y potencialmente activos modificados de GVP 2023, Leat *et al.* 2010a, 2013, 2016, Smellie 2021a, Geyer 2021 y sus referencias. Base cartográfica IGN (2023a). Modelo de elevación digital GMRT v.4.1 (Ryan *et al.* 2009).

El volcanismo activo en la península se vincula principalmente a subducción, aunque el régimen tectónico varía entre un ambiente de cuenca de trasarco en el mar de la Flota (cuenca de Bransfield) y volcanismo de retroarco representado por el Grupo Volcánico Isla James Ross [GVIJR] (Fig. 7) (Smellie 2021a). Además, según el mismo autor, el régimen tectónico del volcanismo pleistoceno tardío a holoceno reconocido en las islas Shetland del Sur, Amberes y Bravante, no está claramente definido.

La cuenca de Bransfield, ubicada entre las islas Shetland del Sur y la península Antártica, es una cuenca de rift activa que define el límite sur del bloque de las Shetland del Sur (Fig. 6). Se trata de una cuenca de trasarco desarrollada sobre litósfera continental de la península Antártica (Almendros *et al.* 2020, Geyer 2021 y sus referencias). No existe acuerdo sobre la generación de corteza oceánica en el eje de la cuenca, por esto su clasificación varía entre cuenca de trasarco y cuenca marginal de trasarco (Smellie 2021a, Almendros *et al.* 2020 y sus referencias). Se estima que se originó luego del cese

o disminución de la tasa de expansión en la dorsal Antártica-Phoenix hace entre 3 y 4 Ma (Barker 1982, Lawver *et al.* 1995, Livermore *et al.* 2000, Eagles 2004). Existen diferentes teorías sobre su origen incluyendo: subducción pasiva de la placa de Phoenix y *slab rollback* de la trinchera de las Shetland del Sur; transtensión del margen continental de la península Antártica por movimiento sinistral entre las placas Antártica y Scotia; y la combinación de ambos mecanismos (Almendros *et al.* 2020, Geyer 2021, Smellie 2021a y sus referencias).

La cuenca de Bransfield alcanza una longitud de 400 km con una orientación NE-SO, entre las islas Smith y Clarence (Fig. 8). Registra volcanismo activo y sismicidad, alto flujo calórico e hidrotermalismo, además de adelgazamiento litosférico, una anomalía magnética central positiva y una anomalía gravimétrica negativa (Nagihara y Lawver 1989, Lawver *et al.* 1996, Dählmann *et al.* 2001, Klinkhammer *et al.* 2001, Christeson *et al.* 2003, Somoza *et al.* 2004, Aquilina *et al.* 2013, 2014, Smellie 2021a).

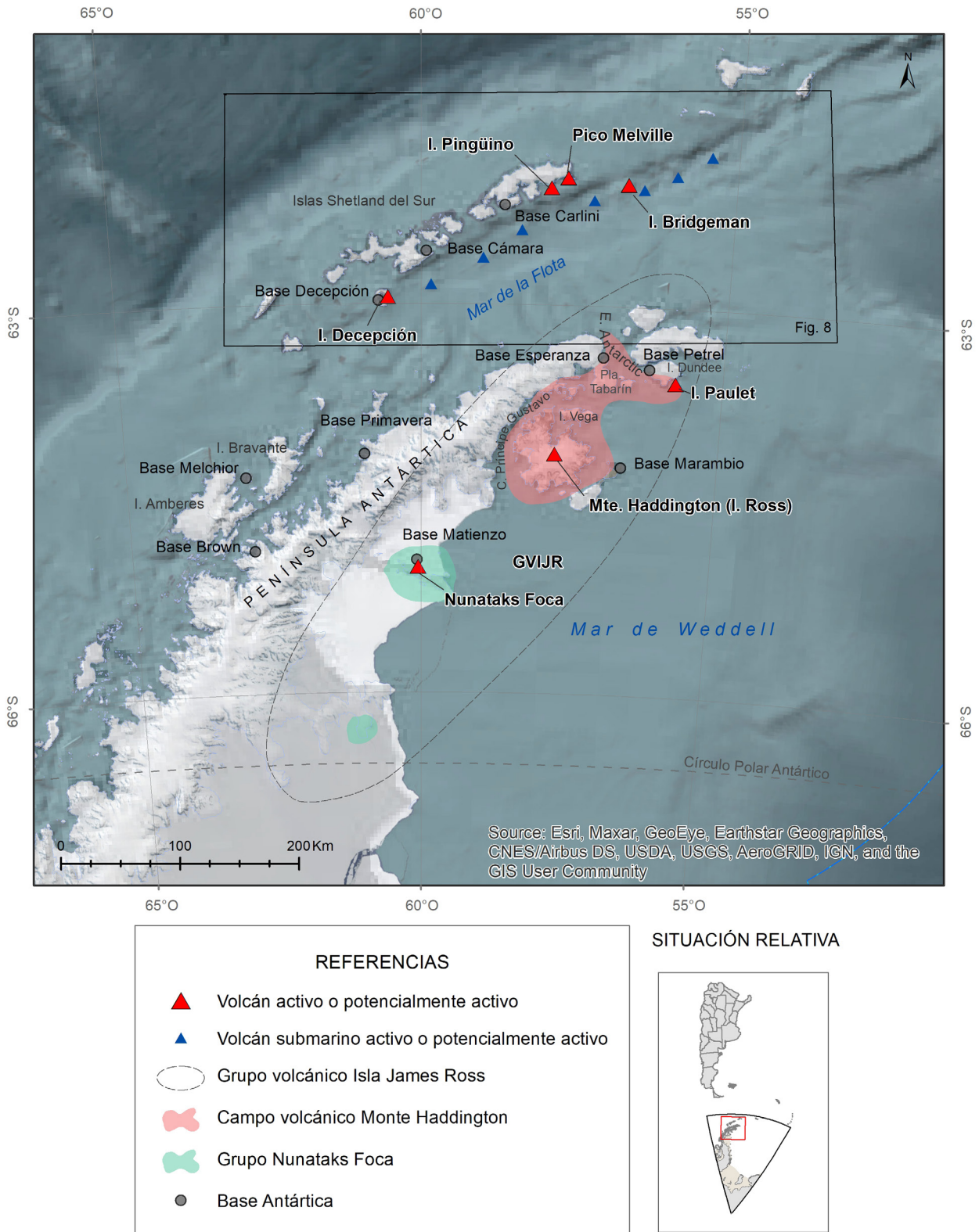


Figura 7. Volcanes activos y potencialmente activos de la península Antártica. Modificados de Smellie *et al.* 2021a, Geyer 2021 y sus referencias en los cuadros 2 y 3. Se indican además las bases antárticas argentinas (IGN 2023a). El recuadro corresponde a la ubicación de la figura 8. Imagen de base: Esri "World Imagery". Junio 2023 (<http://www.arcgis.com/home/>), combinado con el modelo de elevación digital GMRT v.4.1 (Ryan *et al.* 2009).

Se han diferenciado tres subcuencas alineadas denominadas cuencas de Bransfield Occidental, Central y Oriental (Gràcia *et al.* 1996, 1997). La

cuenca Occidental es amagmática, mientras que las restantes presentan volcanismo activo, con excepción del extremo oriental de la cuenca Oriental

(Gràcia *et al.* 1996, 1997, Barker y Austin 1998, Fretzdorff *et al.* 2004). La actividad volcánica en estas cuencas está representada por volcanes subaéreos (islas Decepción, Bridgeman y Pingüino), grandes edificios volcánicos submarinos alineados a lo largo del eje de la cuenca y numerosos montes submarinos dispersos (Fig. 8) (Smellie 1990, Gràcia *et al.* 1996, 1997, Lawver *et al.* 1996, Fretzdorff *et al.* 2004, García *et al.* 2011, Smellie 2021a, Geyer 2021). La cuenca Central, entre las islas Decepción y Bridgeman, está compuesta por edificios volcánicos mayores ubicados en la intersección de dos sistemas de fallas de orientación ENE–OSO y NNO–SSE. En la cuenca Oriental se desarrolla un campo volcánico integrado por numerosos centros eruptivos menores (Smellie 2021a). Gràcia *et al.* (1996, 1997) identificaron un total de 119 montes submarinos que varían morfológicamente desde circulares a elongados en planta, cuyos diámetros oscilan entre 2 y 7 km (con máximos de 16 km) y alturas entre 250 y 550 metros. Los edificios mayores han recibido diferentes denominaciones a partir de distintos grupos de investigación (Cuadro 3). El monte submarino Orca (González-Ferrán 1991) o edificio E (Gràcia *et al.* 1996) es el más conocido, debido a la ocurrencia de una serie de enjambres sísmicos recientes (Almendros *et al.* 2020, Cesca *et al.* 2022 y sus referencias).

La composición de los productos, tanto de las islas como de los montes submarinos, varía de basalto a riolita, con predominio de basaltos toleíticos. Las rocas más evolucionadas se reconocen en los centros de mayor volumen (islas Decepción y Bridgeman).

En la cuenca Oriental también se reportan basaltos alcalinos (Keller *et al.* 2002, Fretzdorff *et al.* 2004, Haase y Beier 2021, Smellie 2021a, Geyer 2021).

Existe registro de actividad tanto para los volcanes subaéreos como para los submarinos (Cuadros 2 y 3). La isla Decepción (Fig. 9), ubicada en el extremo occidental de la cuenca Central, es uno de los volcanes más estudiados y monitoreados de la Antártida y es el segundo volcán más activo del continente luego del monte Erebus (Geyer 2021, Smellie 2021a). El registro histórico incluye alrededor de 20 eventos desde el siglo XIX y tres crisis sísmicas en 1992, 1999, 2014-2015 (Geyer 2021, Geyer *et al.* 2021 y sus referencias). Los eventos eruptivos más recientes tuvieron lugar en 1967, 1969 y 1970, afectaron las bases científica chilena y británica, y generaron evacuación de la base argentina. La isla Decepción registra sismicidad, deformación, actividad fumarólica y anomalías térmicas (Almendros *et al.* 2020 y sus referencias). Cuenta con estudios de peligrosidad volcánica (Roobol 1982, Smellie 2002, Bartolini *et al.* 2014) y un plan de manejo (Geyer 2021 y sus referencias). En la isla se asientan las bases Decepción (Argentina) y Gabriel de Castilla (España), además de ser un frecuentado destino turístico (Geyer 2021, Smellie 2021a).

La isla Bridgeman, ubicada en el límite entre las cuencas Oriental y Central, presenta reportes de actividad eruptiva y fumarólica histórica (Fig. 9). Si bien estos reportes fueron cuestionados (González-Ferrán y Katsui 1970, Smellie 1990, Smellie 2021a, Williams 2021), recientemente se confirmó la ocurrencia de una erupción explosiva de tipo surtseyano en el año

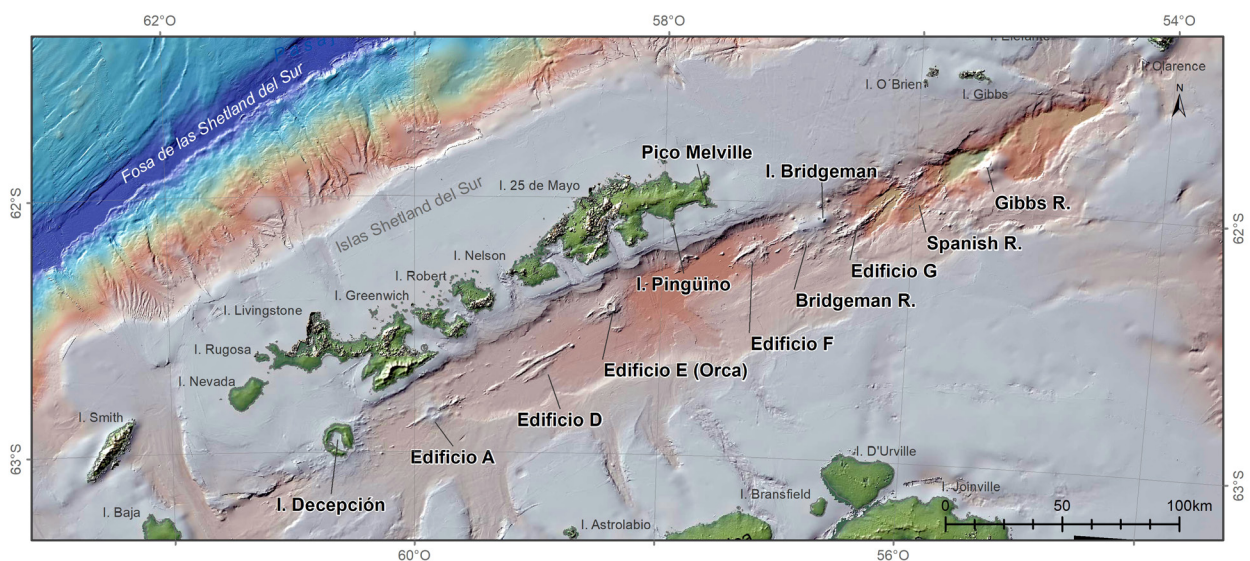


Figura 8. Volcanes activos y potencialmente activos (texto en negrita) del rift de Bransfield (mar de la Flota) e islas Shetland del Sur. Esquema de ubicación en figura 7. Fuente: González-Ferrán 1991, Gràcia *et al.* 1996, 1997, Lawver *et al.* 1996, Fretzdorff *et al.* 2004, Smellie 2021a, Geyer 2021 y referencias en los cuadros 2 y 3. Base cartográfica IGN (2023a). Modelo de elevación digital GMRT v.4.1 (Ryan *et al.* 2009).

1821 (Smellie *et al.* 2023). La isla Pingüino (Fig. 9), ubicada hacia el oeste del eje del rift, presenta registro de actividad muy joven (entre 74 y 300 años) (Birkenmajer 1980), además de reportes de actividad fumarólica (Smellie 1990, 2021a), que actualmente se asignan a la isla Bridgeman (Smellie *et al.* 2023).

Respecto al volcanismo submarino (Cuadro 3), no existen reportes de erupciones confirmadas, pero se han obtenido registros de sismicidad instrumental en numerosos centros (Robertson-Maurice 2003, Dziak *et al.* 2010, Rodrigo *et al.* 2018, Almendros *et al.* 2020, Ruocco y Del Valle 2021, Cesca *et al.* 2022) así como también de intensa actividad hidrotermal (Klinkhammer *et al.* 2001, Dählmann *et al.* 2001, Keller *et al.* 2002, Rodrigo *et al.* 2018). El monte submarino Orca es uno de los que ha registrado actividad más reciente, la cual se interpreta como intrusión magmática, aunque no está confirmado si llegó a producirse una erupción (Almendros *et al.* 2020, Cesca *et al.* 2022).

Tanto los volcanes submarinos como las islas han sido afectados por diferentes procesos de remoción en masa (Ercilla *et al.* 1998, Smellie *et al.* 2002b, Rey *et al.* 2002, Almendros *et al.* 2020). Aunque existen reportes de tsunamis generados a partir de erupciones históricas de la isla Decepción (Smellie 2002a), no hay antecedentes de estudios de peligrosidad de tsunamis asociados a las islas y volcanes submarinos de la cuenca.

Hacia el NO del rift de Bransfield, en las islas Shetland del Sur (Fig. 8), se reconocen volcanes de edad pleistocena a holocena (islas Livingston, Greenwich y 25 de Mayo) (Smellie 1990, Smellie 2021a). El Pico Melville, localizado en la costa sudeste de la isla

25 de Mayo⁹, es un pequeño estratovolcán erosionado (Barton 1965, Birkenmajer 1982b, Smellie 1990). Si bien se le atribuía una edad pleistocena, actualmente se lo cataloga como potencialmente activo a partir del hallazgo de un nivel de ceniza en testigos de sedimentos marinos holocenos (Keller *et al.* 2003, Kraus *et al.* 2013, Smellie 2021a).

Por último, el volcanismo alcalino de retroarco se desarrolla en el sector oriental de la península Antártica. En este trabajo se adopta la definición propuesta por Smellie y Hole (2021), que también ha sido adoptada por el *Smithsonian GVP*. Estos autores dividieron al volcanismo neógeno-cuaternario de la península en dos grupos: Grupo Volcánico Mar de Bellingshausen y Grupo Volcánico Isla James Ross. Estas definiciones se basan en criterios geográficos, ya que el aislamiento y discontinuidad de los afloramientos impide realizar un análisis litoestratigráfico tradicional (Smellie y Hole 2021). En este caso el término “Grupo” no se refiere a la tipología morfológica, sino que es utilizado como equivalente a provincia volcánica, y dentro de cada grupo quedan incluidos varios campos/grupos volcánicos. En el inventario de volcanes activos sólo se considera al GVIJR, ya que su actividad se extendería hasta el Holoceno a partir de criterios relativos (Smellie y Hole 2021, Smellie 2021a).

El GVIJR es el mayor campo volcánico de la Antártida (Smellie *et al.* 2013), incluye al campo volcánico Monte Haddington y al grupo Nunataks Foca (Smellie y Hole 2021). Ambos se asocian a diferentes ambientes tectónicos y procesos de géne-

⁹ Isla 25 de Mayo (topónimo argentino). También es denominada King George (topónimo adoptado por el Reino Unido, Estados Unidos y Rusia) y Rey Jorge (Chile) (SCAR 2023).

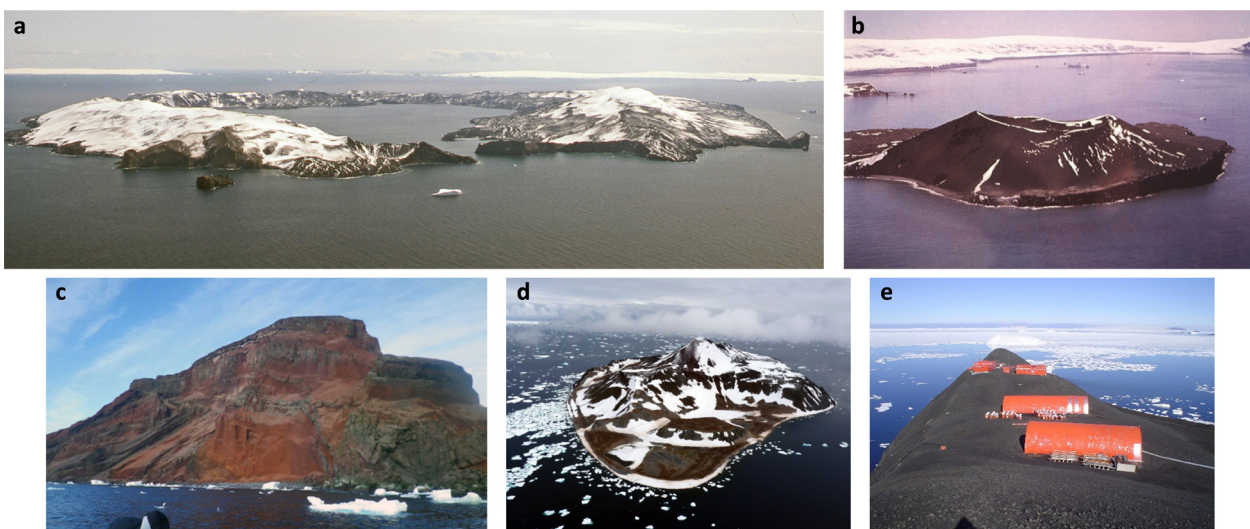


Figura 9. a) Isla Decepción, vista desde el SE (tomada de Smellie 2021a), b) Isla Pingüino, vista desde el SO (tomada de González-Ferrán, *Global Volcanism Program Image GVP-06205*); c) Isla Bridgeman (fotografía de J. López-Martínez, Smellie 2021a); d) Isla Paulet, desde el NNE (tomada de Kraus *et al.* 2013); e) Nunataks Foca. Nunatak Larsen y edificaciones de la base antártica Matienzo (fotografía tomada de <https://www.argentina.gob.ar/armada/antartida/bases-temporarias>).

sis magmática, aunque su composición, litofacies y ambientes eruptivos son similares (Smellie y Hole 2021). La composición de sus productos es predominantemente basáltica alcalina, con escasos representantes toleíticos (Haase y Beier 2021, Hole 2021). El campo volcánico Monte Haddington estaría vinculado a extensión en el retroarco asociada a los estadios finales de la subducción en las islas Shetland del Sur (Smellie 1987, Hole *et al.* 1995, Eagles *et al.* 2009, Košler *et al.* 2009, Haase y Beier 2021). Por otro lado, el grupo volcánico Nunataks Foca se asocia a la apertura de ventanas astenosféricas generadas a partir de la colisión de la dorsal Antártica-Phoenix con la trinchera (Hole 1988, 1990, 2021, Hole *et al.* 1995).

El campo volcánico Monte Haddington está compuesto por el monte Haddington, un volcán en escudo que conforma la isla Ross, y numerosos centros satélite incluyendo a la isla Vega y a las islas ubicadas en los canales Príncipe Gustavo y estrecho Antarctic¹⁰, además de la península Tabarín, islas Dundee y Paulet. El monte Haddington es el volcán de mayores dimensiones de la Antártida, alcanza 60-80 km de ancho y un volumen mínimo de 4.500 km³, de los cuales al menos 3.500 km³ se encuentran debajo del nivel del mar (Smellie *et al.* 2013). La mayoría de los centros satélite son volcanes monogénicos subglaciales (*tuyas*) (Baker *et al.* 1973, Nelson 1975, Smellie y Skilling 1994, Smellie *et al.* 2006*ab*), además de volcanes en escudo de dimensiones menores (ej. isla Vega) (Smellie 2021*a*). La mayoría de las erupciones corresponden a ambientes subglaciales y marinos (Smellie 2021*a*). La edad del campo volcánico ha sido acotada entre 6,25 y 0,08 Ma, y podría extenderse hasta los 12,4 Ma en base a dataciones obtenidas en clastos de sedimentitas (Smellie 2021*a*, Smellie y Hole 2021). Si bien no existen edades holocenas confirmadas, a partir de la presencia de varios conos de escoria y de tobas bien preservados en el margen oriental de la isla Ross (volcanes Elba, Marina y Eugenia [Strelin y Malagnino 1992] y un cono de escoria al sudeste del volcán Elba [Smellie *et al.* 2013]), se lo considera como potencialmente activo (Smellie *et al.* 2008, 2013, Smellie 2021*a*). La base antártica argentina Marambio se ubica 50 km al sudeste del monte Haddington, en la isla homónima.

La isla Paulet, al este del estrecho Antarctic, consiste en un pequeño volcán en escudo sobre el cual se desarrollan dos conos de escoria y un maar (Fig. 9) (González-Ferrán 1995, Smellie 1990, Smellie 2021*a*). No cuenta con dataciones holocenas, pero a partir del excelente grado de preservación de los conos de escoria, Smellie (1990) estima una edad menor a 1 Ka.

En el estrecho Antarctic se han identificado montes submarinos (Ej. Jaegy Knoll) (GVP 2005, Lavoie *et al.* 2016) de posible edad postglacial (Smellie 2021*a*).

El grupo volcánico Nunataks Foca está compuesto por múltiples centros eruptivos de escaso volumen y reducida extensión areal, que constituyen 16 islas y nunataks en la costa oriental de la península Antártica, al sur del monte Haddington (Smellie y Hole 2021, Geyer 2021 y sus referencias). Existen escasos estudios sobre este grupo debido a su aislamiento y dificultades de trabajo (Smellie y Hole 2021). Se reconocen geformas y depósitos que varían desde ambientes subaéreos a subglaciales incluyendo conos de escoria, conos de tobas y *tuyas* (Smellie y Hole 2021). La edad de los centros ha sido acotada entre 4,0 y < 0,1 Ma (Smellie y Hole 2021). Existen varios reportes de actividad desde su descubrimiento por Larsen en 1893 (González-Ferrán 1983, Domack 2010 en Kraus *et al.* 2013). Smellie y Hole (2021) desestiman estas observaciones, aunque no descartan su potencial actividad sobre la base de las edades absolutas, mientras que el *Smithsonian GVP* lo atribuye al Pleistoceno. La base científica Matienzo, de carácter temporario, está asentada sobre el nunatak Larsen (Fig. 9).

Hacia el sur, en las islas Bravante y Amberes, se han identificado volcanes en escudo de edad pliocena a pleistocena tardía en el primer caso, y no determinada en el segundo (Smellie 2021*a*). Por otro lado, en la plataforma submarina, costa afuera de la isla Amberes, se ha reportado la existencia de un monte submarino (*Dregde* 138) (Hole y Larter 1993), que podría corresponder al período postglacial por sus características morfológicas. Estos centros no fueron incluidos en el inventario debido a la insuficiente información de base.

Los volcanes activos y potencialmente activos identificados en el sector Antártico Argentino se representan en los mapas de las figuras 7, 8 y 12 y en los cuadros 2 y 3. El inventario incluye 4 volcanes subaéreos en el ámbito de la cuenca de Bransfield e islas Shetland del Sur (islas Decepción, Bridgeman, Pingüino y Pico Melville) (Cuadro 2), además de 6 montes submarinos mayores y un campo volcánico en la cuenca de Bransfield (Cuadro 3). En el sector oriental de la península Antártica se desarrolla el GVIJR, compuesto por el campo volcánico Monte Haddington (CVMH) y el grupo Nunataks Foca. El CVMH está compuesto por numerosos centros de emisión, sólo se incluyen en el inventario los centros que presentan registro confiable de actividad holocena (Monte Haddington e isla Paulet). Los montes submarinos reconocidos en el estrecho Antarctic, no fueron incluidos en el inventario, debido a la falta de información necesaria para su caracterización y la incertidumbre acerca de su actividad.

¹⁰ Topónimo aceptado por SHN.

NOMBRE	ELEV m s. n. m.	LAT. (°S)	LONG. (°O)	TIPO	COMP	EDAD	PROD	MAX. IEV	ÚLTIMA ERUPCIÓN	ESTADO	OBSERVACIONES	BASE ARG	REFERENCIAS		
Isla Decepción	602	63,001	60,652	Escudo- Caldera	B-AB (B a R)	Pleisto- Holo	CL-CDP- CT-LH- Ts-Dz	6 ^{2,3}	12-8-1970 (IEV 3) ⁵	Activo	~ 30 erupciones holocenas ⁴ Turismo Deformación, actividad sísmica, desgasificación ^{1,4}	Base Decepción, evacuación 1967	González-Ferrán y Katsui 1970, Baker <i>et al.</i> 1975; Martí y Baraldo 1990, ¹ Ortiz <i>et al.</i> 1997, Agosto <i>et al.</i> 2004, ² Martí <i>et al.</i> 2013, Smellie 1990, ³ 2001, 2002 <i>abc</i> , 2021 <i>a</i> , Smellie y López Martínez 2002 <i>abc</i> , Smellie y Hole 2021, ⁴ Geyer <i>et al.</i> 2017, 2019, 2021, Antoniadis <i>et al.</i> 2018, Almendros <i>et al.</i> 2018, ⁵ GVP 2023 <i>e</i> y sus referencias		
Montes submarinos del mar de la Flota (cuenca de Bransfield): Se describen en el cuadro 3															
Isla Bridgeman	240	62,063	56,713	Estrato- volcán	B-AB	Pleisto- Holo	CL-CT	Nd	01-1821 ¹	Activo	Actividad fumarólica Siglo XIX		González-Ferrán y Katsui 1970, Weaver <i>et al.</i> 1979, Matthies <i>et al.</i> 1988, Smellie 1990, 2021 <i>a</i> , Keller <i>et al.</i> 1992, Birkenmajer 1994, Fretzdorff <i>et al.</i> 2004, Aquilina <i>et al.</i> 2013, Kraus <i>et al.</i> 2013, Williams 2021, Ancco <i>et al.</i> 2022, ¹ Smellie <i>et al.</i> 2023		
Isla Pingüino	180	62,100	57,930	Escudo (conos de escoria, maar)	B	Plio- Holo	CL-CT	Nd	74 años (antes de 1978, liquenome- tría) ¹	Activo	Edades entre 300 y 74 años por liquenometría ¹	Carlini (40 km al SO)	¹ Birkenmajer 1980, 1982 <i>a</i> González-Ferrán y Katsui 1970, González-Ferrán 1995, Weaver <i>et al.</i> 1979, Smellie 1990, 2021 <i>a</i> , Pańczyk y Nawrocki 2011, Angiel y Dąbski 2012, Kraus <i>et al.</i> 2013, Geyer 2021		
Pico Melville	549	62,020	57,670	Estrato- volcán	B-AB	Pleisto- Holo?	CL-CT- PDC	Nd	Nd	Pot. Activo	Holoceno por tefrocronología, no concluyente ¹	Carlini (57 km al SO)	Barton 1965, Birkenmajer 1982 <i>b</i> , Birkenmajer y Keller 1990, Smellie 1990, 2021 <i>a</i> , ¹ Keller <i>et al.</i> 2003, Kraus <i>et al.</i> 2013, Geyer 2021		
GVIIR	CVMH	Monte Haddington (Isla Ross)	1628	64,150	57,750	Campo volcánico	B-Hw	Mio- Holo?	CL-CT	Nd	Nd	Pot. Activo	Holoceno por morfología (conos de escoria y de tobas) ^{1,2}	Base Marambio (50 km al SE)	Baker <i>et al.</i> 1973, Nelson 1975, Smellie 1987, 1990, 2021 <i>a</i> , ¹ Streling y Malagnino 1992, Smellie <i>et al.</i> 2006 <i>b</i> , 2008, ² 2013, Košler <i>et al.</i> 2009, Marensi <i>et al.</i> 2010, Kraus <i>et al.</i> 2013, Geyer 2021, Haase y Beier 2021 y sus referencias
		Isla Paulet	353	63,579	55,780	Escudo	B	Pleisto- Holo?	CL-CT	Nd	1850 E. Incierta ¹	Pot. Activo	Holoceno por morfología ²	Base Petrel (26 km al NO)	Baker <i>et al.</i> 1973, ² Smellie 1990, 2021 <i>a</i> , González-Ferrán 1995, Kraus <i>et al.</i> 2013, Geyer 2021, ¹ GVP 2023 <i>i</i>
		Nunataks Foca (Seal Nunataks)	368	65,030	60,050	Grupo volcánico	B-AB	Plio- Holo?	CL-CT	Nd	2 eventos incierto 1980 y 1893 ¹	Pot. Activo	Eventos históricos desacreditados ²	Base Matienzo	¹ GVP 1982, Del Valle <i>et al.</i> 1983, González-Ferrán 1983, Hole 1990, Smellie 1990, 1999, Kraus <i>et al.</i> 2013, ² Smellie y Hole 2021, Geyer 2021

Cuadro 2. Inventario de sistemas volcánicos activos y potencialmente activos ubicados en el territorio antártico argentino. COMP: Composición, B: basalto, AB: andesita basáltica, R: riolita, Hw: hawaíta. EDAD: Mio, Plio, Pleisto-Holo: miocena, pliocena, pleistocena-holocena, Pleisto-Holo?: Idem con actividad holocena no confirmada. PROD: Productos. CL: coladas de lava, CT: caída de tefras, CDP: corriente de densidad piroclástica, LH: lahar, Dz: deslizamiento, Ts: tsunami. MAX. IEV: máximo índice de explosividad volcánica estimado. ÚLTIMA ERUPCIÓN: último evento histórico registrado. Nd: No determinado. BASE ARG: bases antárticas argentinas en área de influencia y distancia desde el centro de emisión. Los números representados como supra índice corresponden a la fuente de información de la columna REFERENCIAS.

NOMBRE	PROF m b. n. m.	LAT. (°S)	LONG. (°O)	UBIC	TIPO	COMP	MORFO	AS	AH	ESTADO	OBSERVACIONES	REFERENCIAS
Edificio A (Gràcia <i>et al.</i> 1996), <i>Humpback</i> (Almendros <i>et al.</i> 2020), <i>The Axe</i> (Tyler <i>et al.</i> 2011)	350	62,850	59,841	CC	Monte submarino	A-B-r	Semicircular	ES	Nd	Activo		Gràcia <i>et al.</i> 1996, 1997, Keller <i>et al.</i> 2002, Dziak <i>et al.</i> 2010, Tyler <i>et al.</i> 2011, Almendros <i>et al.</i> 2018, 2020
Edificio D (Gràcia <i>et al.</i> 1996), <i>Three Sisters</i> (Lawver <i>et al.</i> 1996)	1.150	62,643	59,000	CC	Monte submarino	A-B-r	Elongado	ES	Si	Activo		Gràcia <i>et al.</i> 1996, 1997, Lawver <i>et al.</i> 1996, Keller <i>et al.</i> 2002, Dziak <i>et al.</i> 2010, Almendros <i>et al.</i> 2020
Orca (González-Ferrán 1991), Edificio E (Gràcia <i>et al.</i> 1996)	650	62,425	58,383	CC	Monte submarino	AB-B-A	Circular	ES	Nd	Activo		González-Ferrán 1991, Gracia <i>et al.</i> 1996, 1997, Keller <i>et al.</i> 2002, Robertson-Maurice <i>et al.</i> 2003, Dziak <i>et al.</i> 2010, Rodrigo <i>et al.</i> 2018, Almendros <i>et al.</i> 2020, Ruocco y Del Valle 2021, Cesca <i>et al.</i> 2022
Edificio F (Gràcia <i>et al.</i> 1996) <i>Hook</i> (Klinkhammer <i>et al.</i> 2001)	1.075	62,190	57,250	CC	Monte submarino	AB-R-D	Circular	ES	Si	Activo		Keller y Fisk 1992, Gràcia <i>et al.</i> 1996, 1997, Klinkhammer <i>et al.</i> 2001, Dählmann <i>et al.</i> 2001, Keller <i>et al.</i> 2002, Fretzdorff <i>et al.</i> 2004, Petersen <i>et al.</i> 2004, Aquilina <i>et al.</i> 2013, 2014, Dziak <i>et al.</i> 2010, Ancco <i>et al.</i> 2022
<i>Bridgeman Rise</i> ¹ (Fretzdorff <i>et al.</i> 2004)	240	62,112	56,954	CC	Monte submarino	B a R	Semicircular	ES	Si	Activo	¹ Edificio volcánico submarino sobre el que se desarrolla la isla Bridgeman	Gràcia <i>et al.</i> 1996, 1997, Fretzdorff <i>et al.</i> 2004, Dziak <i>et al.</i> 2010, Ancco <i>et al.</i> 2022
Edificio G (Gràcia <i>et al.</i> 1996) <i>G Ridge</i> (Fretzdorff <i>et al.</i> 2004)	900	62,097	56,469	CC-CO	Monte submarino	AB-B-D-Ba	Elongado	Nd	Nd	Pot. Activo		Gràcia <i>et al.</i> 1996, 1997, Keller <i>et al.</i> 2002, Fretzdorff <i>et al.</i> 2004
<i>Spanish Rise</i> (Fretzdorff <i>et al.</i> 2004)	1.800	61,985	55,957	CO	Campo volcánico	Ba-Te	-	Nd	Nd	Pot. Activo		Gràcia <i>et al.</i> 1996, 1997, Fretzdorff <i>et al.</i> 2004
Edificio H (Gràcia <i>et al.</i> 1997), <i>Gibbs Rise</i> (Fretzdorff <i>et al.</i> 2004), ¹ <i>Wordie</i> (United States Board on Geographic Names 2003)	750	61,823	55,430	CO	Monte submarino?	AB-A	Semicircular	ES	Nd	? ²	¹ Equivalente al monte submarino <i>Wordie</i> ? ² Dudas sobre su origen volcánico o tectónico	Gràcia <i>et al.</i> 1997, Fretzdorff <i>et al.</i> 2004, Dziak <i>et al.</i> 2010, Ruocco y Del Valle 2021

Cuadro 3. Inventario de volcanes submarinos activos y potencialmente activos ubicados el territorio antártico reclamado por nuestro país, correspondiente al mar de la Flota (cuenca de Bransfield). PROF: profundidad expresada en m b. n. m. UBIC: ubicación, CC: cuenca Central, CO: cuenca Oriental. COMP: composición, B: basalto, AB: andesita basáltica, A: andesita, D: dacita, R: riolita, Ba: basalto alcalino, Te: tefrita. Cuando la composición está en minúscula indica una baja proporción. MORFO: morfología en planta. AS: actividad sísmica, ES: enjambres sísmicos, AH: actividad hidrotermal. Nd: No determinado. Bridgeman Rise y la isla Bridgeman (Cuadro 2) corresponden a un mismo sistema volcánico.

3.1.3. ISLAS SANDWICH DEL SUR

3.1.3.1. *Reclamo Argentino de Soberanía sobre las Islas Sandwich del Sur*

El reclamo de nuestro país de soberanía sobre las islas Sandwich del Sur está incluido en la Cuestión de las Islas Malvinas, que corresponde a la disputa de soberanía entre la República Argentina y el Reino Unido por las islas Malvinas, Georgias del Sur, Sandwich del Sur y los espacios marítimos circundantes (Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto 2022).

La primera expedición argentina al archipiélago de las Sandwich del Sur tuvo lugar durante la campaña antártica 1951-1952. En dicha ocasión se realizaron reconocimientos de varias islas y se desembarcó en Saunders y Vindicación (Arnaud 2016, Yamin y Anselmi 2020). En enero de 1955 se construyó un refugio en la bahía Ferguson, ubicada en la costa sudeste de la isla Morrel (isla occidental perteneciente al Grupo Thule del Sur). El refugio, denominado Teniente Esquivel, consistía en una pequeña edificación de madera y una baliza (Hermelo 2005, Arnaud 2016, Yamin y Anselmi 2020). En diciembre de 1955 se instaló en el refugio un grupo de 3 personas compuesto por 2 radioaficionados y un guardiamarina (Manuel Ahumada, Miguel Villafañe y Ricardo A.R. Hermelo). El objetivo de la campaña incluía realizar transmisiones radiales desde la isla (radio LU2,3y4ZY), además de observaciones meteorológicas, glaciológicas, biológicas y oceanográficas. En enero de 1956 sus ocupantes fueron evacuados debido a una erupción volcánica en la isla Blanco¹¹. Este pequeño refugio documenta la primera ocupación humana por un periodo de tiempo relativamente prolongado en las islas Sandwich del Sur (Hermelo 2005). Al año siguiente fue utilizado como base para la realización de relevamientos gravimétricos en el marco del Año Geofísico Internacional (Dubrovin y Petrov 1971).

Veinte años después, el 7 de noviembre de 1976, se inició la construcción de una base científica argentina en las inmediaciones del refugio, denominada estación científica Corbeta Uruguay (Arnaud 2016, Yamin y Anselmi 2020). La base se inauguró el 18 de marzo de 1977 y funcionó de manera permanente, contando con numerosos científicos especializados en diferentes disciplinas, además de personal militar. La estación permaneció activa hasta el 20 de junio de 1982, cuando fue ocupada por tropas británicas al

final de la guerra de Malvinas y posteriormente demolida en diciembre del mismo año (Arnaud 2016). Fue la primera y única base científica construida en las islas Sandwich del Sur, actualmente sólo se conservan el refugio y las balizas argentinas.

3.1.3.2. *Marco Geológico y Volcanismo Activo*

El archipiélago de las Sandwich del Sur se ubica en el océano Atlántico Sur entre 56°-60°S y 26°-28°O. Consiste en un arco de islas intra-oceánico, activo y tectónicamente simple (Leat *et al.* 2013). Es originado por la subducción de corteza oceánica de la placa Sudamericana por debajo de la microplaca Sandwich, también oceánica (Fig. 10a y Fig. 6). La velocidad promedio de subducción varía de norte a sur entre 6,7 y 7,9 cm/año (Thomas *et al.* 2003, Smalley *et al.* 2007, Ramos 1996, 2010, Leat *et al.* 2014) y la edad de la corteza oceánica subductada varía entre 80 y 27 Ma, en el mismo sentido (Barker 1995, Ramos 1996, Yamin y Anselmi 2020). El ángulo de subducción es muy alto, variando desde más de 45° en el extremo sur hasta subvertical en el norte (Frankel y McCann 1979, Brett 1977, Barker *et al.* 1991, Ramos 1996). El límite occidental de la placa Sandwich corresponde a la dorsal del Este del Scotia, un centro de expansión activo de trasarco resultado de la subducción en la fosa de las Sandwich del Sur, que la separa de la placa de Scotia (Ramos 1999b, Ramos 2010, Yamin y Anselmi 2020).

El arco volcánico de las islas Sandwich del Sur (Fig. 10b) es uno de los más jóvenes del mundo (Liu *et al.* 2021) y se desarrolla principalmente sobre corteza oceánica generada en la dorsal del Este de Scotia durante los últimos 10 Ma (Baker 1990, Larter *et al.* 2003, Leat *et al.* 2014). Presenta un frente volcánico curvo y bien definido, con una longitud mayor a 500 kilómetros. Está compuesto por grandes sistemas volcánicos y tres cadenas transversales de montes submarinos (Leat *et al.* 2013, 2016).

Se reconocen 8 edificios volcánicos mayores a lo largo del frente volcánico y alrededor de 20 montes submarinos principales (Fig. 10b). Los edificios mayores son, de norte a sur: Zavodovski, Visokoi, Candelaria, Saunders, Jorge (Montagu¹²), Blanco (Bristol¹³), Grupo Thule del Sur (islas Morrel o Thule, Cook y Bellinghausen) y Banco Vysokaya (Leat *et al.* 2013). Este último es denominado también grupo Kemp y Adventure (Leat *et al.* 2016) (Cuadro 4). Los volcanes del extremo sur

¹¹ Existen relatos que asignan esta erupción a la isla Cook (Hermelo 2005).

¹² Toponimia utilizada por el Reino Unido.

¹³ Toponimia utilizada por el Reino Unido.

(Jorge, Blanco y Grupo Thule del Sur) presentan mayor tamaño y una estructura más simple que los ubicados hacia el extremo norte del arco (Leat *et al.* 2013).

Los montes submarinos se desarrollan en diferentes posiciones, tanto a lo largo del arco formando grupos volcánicos independientes, como asociados a los edificios mayores (centros adventicios), o alineados en cadenas transversales en el retroarco (Leat *et al.* 2013, 2016). El primer caso corresponde a los montes submarinos Protector y Nelson, ubicados en los extremos norte y sur del arco respectivamente.

Respecto al segundo caso, se han identificado montes submarinos adventicios y campos de lava en los flancos occidentales de las islas Jorge, Blanco y Grupo Thule del Sur, además de montes submarinos en las islas Visokoi y Candelaria (Leat *et al.* 2010a, 2013). Por último, las tres cadenas de montes submarinos son subparalelas, con una orientación N 30°-43°E y se extienden hacia el retroarco entre 38 y 60 km desde el frente volcánico. La más septentrional se ubica al sur de Zavodovski (montes submarinos Leskov), y las dos restantes se desarrollan al norte y sur de Saunders (Leat *et al.* 2013).

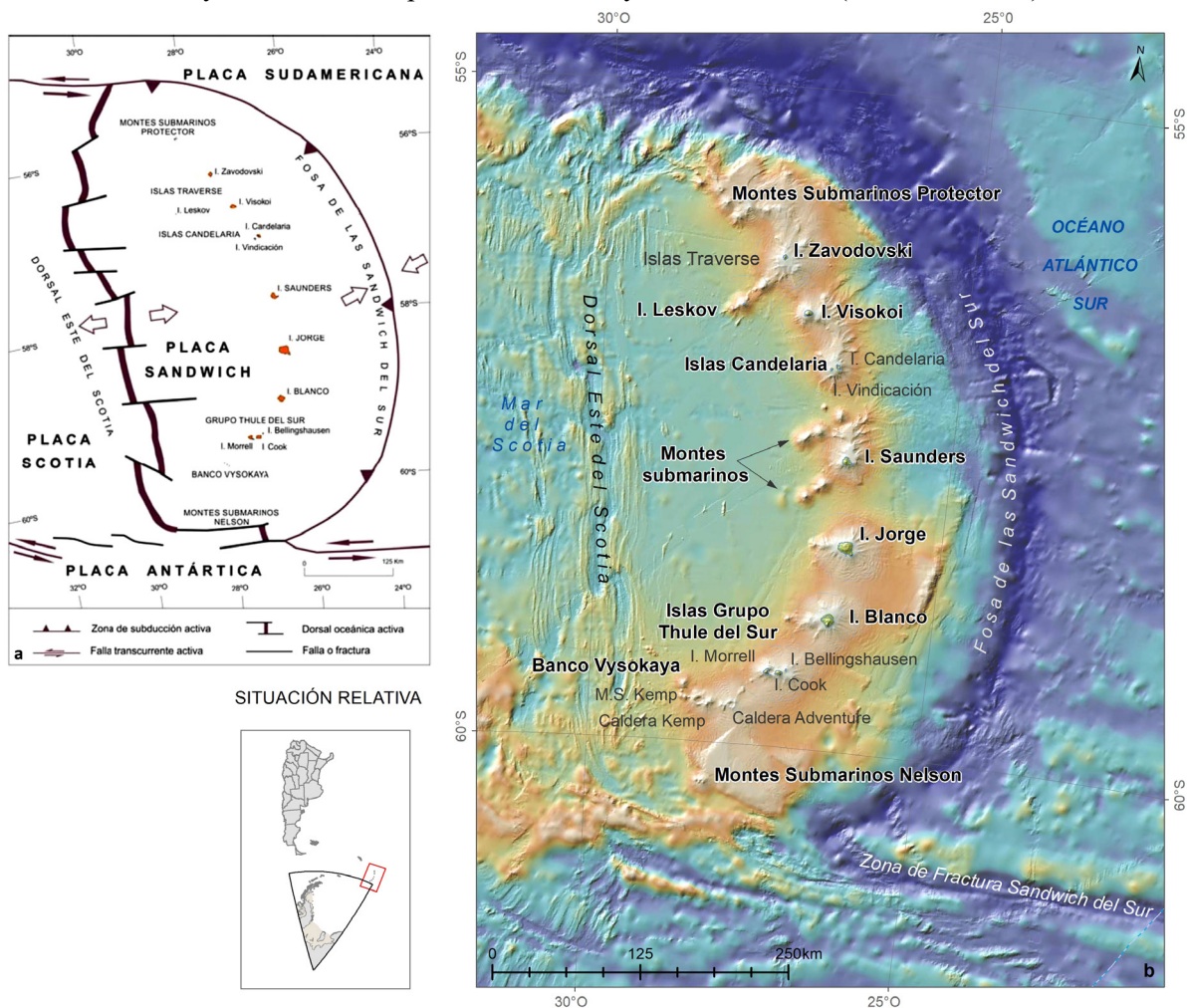


Figura 10a. Marco tectónico de la placa Sandwich del Sur. Se representan los límites de placas y las islas del archipiélago Sandwich del Sur, tomado de Yamin y Anselmi (2020). **Figura 10b.** Mapa del arco de islas Sandwich del Sur. Modelo de elevación digital GMRT v.4.1 (Ryan *et al.* 2009).

Siete de los edificios mayores (Zavodovski, Visokoi, Candelaria, Saunders, Jorge, Blanco, Grupo Thule del Sur) y la cadena de montes submarinos Leskov forman once islas con cumbres que alcanzan los 3,0-3,5 km sobre el nivel de base ubicado entre 2-3 km profundidad (Fig. 11) (Leat *et al.* 2010a, 2013, 2016). Las islas son pequeñas, siendo Jorge la mayor con 12 km de longitud, y corresponden a la porción subaérea de los volcanes, que son principalmente submarinos y

están compuestos por rocas volcánicas, piroclásticas y volcaniclasticas (Holdgate y Baker 1979, Baker 1990, Smellie *et al.* 1998, Leat *et al.* 2003, 2010a, 2013, 2016, Liu *et al.* 2021). La edad de las rocas más antiguas es de $3,1 \pm 0,3$ Ma (Baker *et al.* 1977). En general las islas están englazadas y desprovistas de vegetación. Las islas mayores y más australes (Jorge, Blanco, Cook y Morrel) se encuentran intensamente englazadas (Leat *et al.* 2013).



Figura 11. a) Isla Zavodosky, actividad fumarólica cerca de la cumbre del monte Curry (fotografía de J. Smellie, GVP Global Volcanism Program Image GVP GVP-11091); b) Isla Candelaria, vista desde el N (fotografía de M. Belchier, tomada de British Antarctic Survey 2022); c) Isla Jorge, vista desde el norte. Columna de cenizas del evento eruptivo del año 2005 (fotografía de R. Ashurst, tomada de Patrick y Smellie 2013); d) Isla Saunders, monte Miguel (fotografía de R. Ozturk, tomada de Wilkinson 2023).

Los montes submarinos pertenecientes a las cadenas de retroarco se elevan más de 2 km por encima del fondo oceánico (Leat *et al.* 2013). A partir de criterios morfológicos, Leat *et al.* (2013) infirieron que algunos de los montes submarinos presentan actividad postglacial y postularon que son contemporáneos con el volcanismo de arco. Los montes submarinos adventicios también muestran evidencias de actividad reciente (Leat *et al.* 2010a, 2013).

A lo largo del arco, Leat *et al.* (2013) identificaron, además, siete calderas tanto submarinas como subaéreas, de norte a sur: Quest (Mtes. Sub. Protector), Montagu (Is. Jorge), Thule, Estrecho de Douglas y Resolution (Grupo Thule del Sur), Adventure y Kemp (Banco Vysokaya). Todas excepto Quest, se sitúan en la cumbre de grandes volcanes en la porción sur del arco, y la mayoría están asociadas a actividad actual o histórica, tanto volcánica como hidrotermal (Leat *et al.* 2013).

Las rocas del arco son predominantemente basaltos y andesitas basálticas, con menor proporción de andesitas, dacitas y riolitas (Baker 1968, 1978, Holdgate y Baker 1979, Pearce *et al.* 1995, Leat *et al.* 2003, 2014, 2016) pertenecientes a las series toleítica de bajo K, toleítica y calcoalcalina (Pearce *et al.* 1995, Leat *et al.* 2003, 2004, 2007).

Numerosos niveles de tefras reconocidos en testigos de hielo glaciario en Antártida Oriental y en depósitos marinos en el océano Atlántico Sur (Sme-

llie 1999, Narcisi *et al.* 2010) han sido asignados a los volcanes del arco de las islas Sandwich del Sur (Leat *et al.* 2016).

Leat *et al.* (2010a, 2013, 2016) identificaron y describieron un gran número de movimientos en masa que han afectado a la mayoría de los volcanes y montes submarinos del arco de islas. Los fenómenos reconocidos varían desde pequeños movimientos en masa a grandes deslizamientos y avalanchas de rocas. No existen estudios que evalúen la peligrosidad de tsunamis originados por erupciones volcánicas o deslizamientos asociados a los edificios volcánicos del archipiélago, aunque se han realizado simulaciones de tsunamis generados por actividad sísmica (Dragani *et al.* 2009, Okal y Hartnady 2009, Leat *et al.* 2013).

Estas islas son remotas e inhóspitas y han permanecido inhabitadas desde su descubrimiento (Baker 1990, Collins *et al.* 2022), a excepción de la ocupación argentina en la isla Morrel en los años 1955-57 y 1976-1982 (Capítulo 3.2.3.1). Además, se encuentran alejadas de las rutas marítimas y aéreas comerciales. La zona más cercana con ocupación temporaria (islas Georgias del Sur) se ubica 250 km al oeste-noroeste de la isla Zavodoski (Baker 1990), con una población estimada de 30 personas (World Data 2022). El extremo sur del archipiélago fue descubierto en 1775 por James Cook, quién denominó a las islas del Grupo Thule como “Tierra Thule del Sur” (Ramos 1996,

Canclini 2009, Yamin y Anselmi 2020). Las islas del extremo norte fueron descubiertas en el año 1819 por una expedición rusa dirigida por Fabian Gottlieb von Bellingshausen (Ramos 1996, Yamin y Anselmi 2020). Durante el siglo XIX y comienzos del XX fueron visitadas mayormente por cazadores de focas y flotas balleneras. A partir del siglo XX constituyen el destino de diversas expediciones científicas (Baker 1990, Collins *et al.* 2022). Según Baker (1990) es probable que las islas sólo hayan sido observadas en promedio unos pocos días cada año. A pesar de su aislamiento, se han documentado erupciones y actividad fumarólica en la mayoría de las islas y varios montes submarinos, con excepción de la isla Vindicación (Holdgate 1963, Gass *et al.* 1963, Baker 1990, Lachlan-Cope *et al.* 2001, Patrick *et al.* 2005, Patrick y Smellie 2013, Leat *et al.* 2003, 2007, 2013, 2016, Liu *et al.* 2021, GVP 2017*ab*, 2023*chkl*¹⁴). Los reportes de actividad más recientes provienen de observaciones mediante imágenes satelitales (Lachlan-Cope *et al.* 2001, Patrick *et al.* 2005, Patrick y Smellie 2013, Gray *et al.* 2019). Los montes submarinos Protector presentan registro de una erupción explosiva submarina ocurrida en 1962 (Gass *et al.* 1963). Existen reportes de erupciones estrombolianas asociadas con coladas de lava en las islas Jorge (2001-2007) (GVP 2003) y Blanco (1956, 2016) (GVP 2017*b*), y actividad de lagos de lava en la isla Saunders (1995-1998). Además, han sido documentadas erupciones explosivas freatomagmáticas de bajo volumen en las islas Zavodovsky (2016) (GVP 2017*a*) y Saunders (2014-act) (GVP 2023*l*, Patrick y Smellie 2013, Liu *et al.* 2021). Por otro lado, se ha detectado actividad hidrotermal en los montes submarinos Protector y en las calderas Kemp y Adventure (Boschen *et al.* 2013, Bohrmann 2013, Leat *et al.* 2016, Linse *et al.* 2019, Liu *et al.* 2021).

El inventario de volcanes activos de las islas Sandwich del Sur incluye 10 sistemas volcánicos desarrollados a lo largo del arco (montes submarinos Protector, Zavodovski, Visokoi, Candelaria, Saunders, Jorge, Blanco, Grupo Thule del Sur, Banco Vysokaya y montes submarinos Nelson) y 3 cadenas de montes submarinos en el retroarco (montes submarinos Leskov y las cadenas ubicadas al norte y sur de Saunders) (Cuadro 4, Fig. 10b y Fig. 12). Como se mencionó anteriormente, la mayoría de ellos poseen registro de actividad histórica. Las cadenas de montes submarinos han sido reconoci-

das principalmente mediante estudios batimétricos, por lo tanto, su caracterización es principalmente morfológica (Leat *et al.* 2013). En el cuadro 4 se sintetizan las características principales de los volcanes activos y potencialmente activos del arco de islas Sandwich del Sur.

3.2. PELIGROSIDAD

El término peligrosidad es definido como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino en un intervalo de tiempo determinado, para un área específica (United Nations Department of Humanitarian Affairs [UNDHA] 1992). Un peligro es un fenómeno natural o actividad humana que puede causar pérdida de vidas, lesiones o impactos en la salud, daño a las propiedades, trastornos a la sociedad, economía y degradación ambiental (UNISDR 2009). El estudio de la peligrosidad requiere la estimación del área que podría ser afectada por un proceso (natural o antrópico) con cierta intensidad y frecuencia.

La evaluación de peligrosidad mediante la metodología aplicada en este trabajo se realiza a partir del análisis y ponderación de 15 factores entre los cuales se considera el tipo de volcán, la magnitud y recurrencia eruptiva, los productos/eventos holocenos y el registro de señales históricas de *Unrest* (Cuadro 5) (Ewert *et al.* 2005, 2018, Ewert 2007).

El factor *Tipo de volcán* permite clasificar los volcanes en dos grandes grupos: *Tipo 0* y *Tipo 1*. Los centros de emisión *Tipo 0* se caracterizan en la mayoría de los casos por erupciones efusivas a levemente explosivas, en tanto que los *Tipo 1*, por eventos de mayor explosividad. Las tipologías pertenecientes al *Tipo 0* son conos piroclásticos, campos volcánicos, centros fisurales y volcanes en escudo basálticos. Los volcanes de *Tipo 1* incluyen estratovolcanes, complejos volcánicos, domos y complejos de domos, mares y calderas (Ewert *et al.* 2005, 2018).

Los volcanes andinos (Cuadro 1) son principalmente estratovolcanes y complejos volcánicos del *Tipo 1*, con desarrollo de volcanes *Tipo 0* ya sea vinculados a edificios mayores o asociados en campos volcánicos o grupos volcánicos. También se reconocen importantes complejos volcánicos que han generado eventos de colapso de caldera, como el complejo volcánico Cerro Blanco.

Los volcanes de Antártida e islas Sandwich del Sur son en su mayoría volcanes submarinos

¹⁴ Cuando hay varios reportes de actividad del Smithsonian GVP, se cita únicamente el perfil del volcán.

	NOMBRE	ELEV m s. n. m.	LAT. (°S)	LONG. (°O)	TIPO	COMP	EDAD	PROD	MAX. IEV	ÚLTIMA ERUPCIÓN	ESTADO	OBSERVACIONES	REFERENCIAS
	Montes submarinos Protector	-55	55,939	28,100	Grupo volcánico	R-A-D	Pleisto-Holo	CL-DL-CT-Dz	4 (Vol. mín 0,6 km ³) ¹	5-3-1962 (IEV 4?) ¹	Activo	Actividad hidrotermal ²	¹ Gass <i>et al.</i> 1963, Holdgate 1963, Holdgate y Baker 1979, Baker 1990, Leat <i>et al.</i> 2003, 2007, 2010a, 2013, 2016, Rizzo <i>et al.</i> 2002, ² Bohrmann 2013, GVP 2023j
	Isla Zavodoski (Monte Curry)	551	56,298	27,590	Estrato-volcán	B-AB	Pleisto-Holo	CL-CT-Dz-AvR	2	30-3-2016 (IEV 1) ³	Activo	Actividad fumarólica ^{1,4} y anomalía térmica ²	Holdgate 1963, Holdgate y Baker 1979, ¹ Baker 1990, Pearce <i>et al.</i> 1995, Leat <i>et al.</i> 2003, 2010a, ² Patrick y Smellie 2013, Yamin y Anselmi 2020, ³ GVP 2017a, ⁴ Liu <i>et al.</i> 2021
ISLAS TRAVERSE	Isla Leskov	190	56,672	28,100	Cadena de montes submarinos	A	Pleisto-Holo	CL-DL-DPi-Dz-AvR	Nd	Nd	Activo	Reportes de actividad fumarólica (1911-1964) ^{1,2} y anomalía térmica no confirmada ³	Baker <i>et al.</i> 1977, Baker 1978, ¹ 1990, ² Holdgate y Baker 1979, Pearce <i>et al.</i> 1995, Leat <i>et al.</i> 2010a, 2013, ³ Patrick y Smellie 2013
	Isla Visokoi (Monte Hodson)	915	56,707	27,215	Estrato-volcán	B-AB	Pleisto-Holo	CL-CT-Dz	Nd	1830 ¹ 1930? ²	Activo	Actividad fumarólica reiterada	¹ Fanning 1834, ² Kemp y Nelson 1931, Holdgate y Baker 1979, Baker 1990, Ramos 1996, Leat <i>et al.</i> 2010a, 2013, Patrick y Smellie 2013
	Islas Candelaria (Candelaria y Vindicación)	550	57,088	26,716	Estrato-volcán	AB-A-D	Pleisto-Holo	CL-CT-CDP	2 ⁶	6-11-1911 (IEV 2) ⁶ 1953? ⁶	Activo	Actividad fumarólica intensa y anomalía térmica ^{1, 2, 3, 4, 5}	¹ Holdgate 1963, ² Tomblin 1979, Holdgate y Baker 1979, ³ Baker 1990, Leat <i>et al.</i> 2003, 2010a, 2013, ⁴ Patrick y Smellie 2013, ⁵ Liu <i>et al.</i> 2021, ⁶ GVP 2023c
	Isla Saunders (Monte Miguel)	990	57,804	26,491	Estrato-volcán	B-AB	Pleisto-Holo	CL-CT	2 ⁶	14-11-2014-cont (IEV 1) ⁶	Activo	Lago de lava ^{2,3,4} , desgasificación y anomalía térmica ^{1,3,5}	¹ Baker 1978, 1990, Holdgate y Baker 1979, ² Lachlan-Cope <i>et al.</i> 2001, ³ Patrick y Smellie 2013, Leat <i>et al.</i> 2013, 2014, ⁴ Gray <i>et al.</i> 2019, ⁵ Liu <i>et al.</i> 2021, ⁶ GVP 2023l
	Cadenas de montes submarinos: N (Montes Humpback, Orca, Minkie y West Minkie) y S (Fin y Southern Right). No analizados por escasez de información.												
	Isla Jorge (<i>Montagu</i>) (Monte Belinda)	1.370	58,434	26,385	Estrato-volcán	B-AB	Pleisto-Holo	CL-CT	1 ¹	2001-2007 (IEV 1) ¹	Activo	Deltas de lava	Baker <i>et al.</i> 1977, Baker 1978, 1990, Holdgate y Baker 1979, Patrick <i>et al.</i> 2005, Patrick y Smellie 2013, Leat <i>et al.</i> 2013, 2014, GVP 2003, 2010, ¹ 2023h
	Isla Blanco (<i>Bristol</i>) (Monte Sourabaya)	1.100	59,013	26,543	Estrato-volcán	B-A	Pleisto-Holo	CL-CT	3 ³	24-4-2016 (IEV 1) ³	Activo	Anomalía térmica y desgasificación ^{1,2}	Baker <i>et al.</i> 1977, Baker 1978, ¹ 1990, Holdgate y Baker 1979, ² Patrick y Smellie 2013, Leat <i>et al.</i> 2013, 2014, ³ GVP 2017b, 2023b, Liu <i>et al.</i> 2021
	Grupo Thule del Sur (Islas Bellingshausen, Cook y Morrel o Thule)	1.067	59,442	27,225	Complejo Volcánico	AB-B-A-D	Pleisto-Holo	CL-DPi	1	2-7-1975 (IEV 1) ⁶	Activo	Anomalía térmica y actividad fumarólica ^{1,2,3,4,5}	Kemp y Nelson 1931, Holdgate 1963, Baker 1978, ¹ 1990, ² Holdgate y Baker 1979, ³ Smellie <i>et al.</i> 1998, Allen y Smellie 2008, ⁴ Patrick y Smellie 2013, Leat <i>et al.</i> 2003, 2013, 2014, ⁵ Liu <i>et al.</i> 2021, ⁶ GVP 2023m
	Banco Vysokaya (Grupo Kemp y Adventure)	-89	59,699	28,334	Complejo volcánico	B-AB-D	Pleisto-Holo	CL-Dz	Nd	Nd	Activo	Actividad hidrotermal ^{1,2}	Barker 1995, Hamilton 1989, Leat <i>et al.</i> 2010b, 2013, 2014, 2016, ¹ Boschen <i>et al.</i> 2013, ² Linse <i>et al.</i> 2019
	Montes Submarinos Nelson	-194	60,327	28,209	Grupo volcánico	D	Pleisto-Holo?	CL-Dz	Nd	Nd	Pot. Activo	Holoceno por morfología	Hamilton 1989, Barker 1995, Leat <i>et al.</i> 2004, 2010b, 2013, 2014

Cuadro 4. Inventario de sistemas volcánicos activos y potencialmente activos ubicados en las islas Sandwich del Sur. COMP: Composición, B: basalto, AB: andesita basáltica, A: andesita, D: dacita, R: riolita. EDAD: Pleisto-Holo: pleistocena-holocena, Pleisto-Holo?: Idem con actividad holocena no confirmada. PROD. Productos. CL: coladas de lava, DL: domo lávico, CT: caída de tefras, CDP: corriente de densidad piroclástica, DPi: depósitos piroclásticos indiferenciados, Dz: deslizamiento, AvR: avalancha de rocas. MAX. IEV: máximo índice de explosividad volcánica estimado. ÚLTIMA ERUPCIÓN último evento histórico registrado. Nd: No determinado. ESTADO: activo o potencialmente activo (Pot. Activo). Los números representados como supra índice corresponden a la fuente de información indicada en la columna REFERENCIAS.

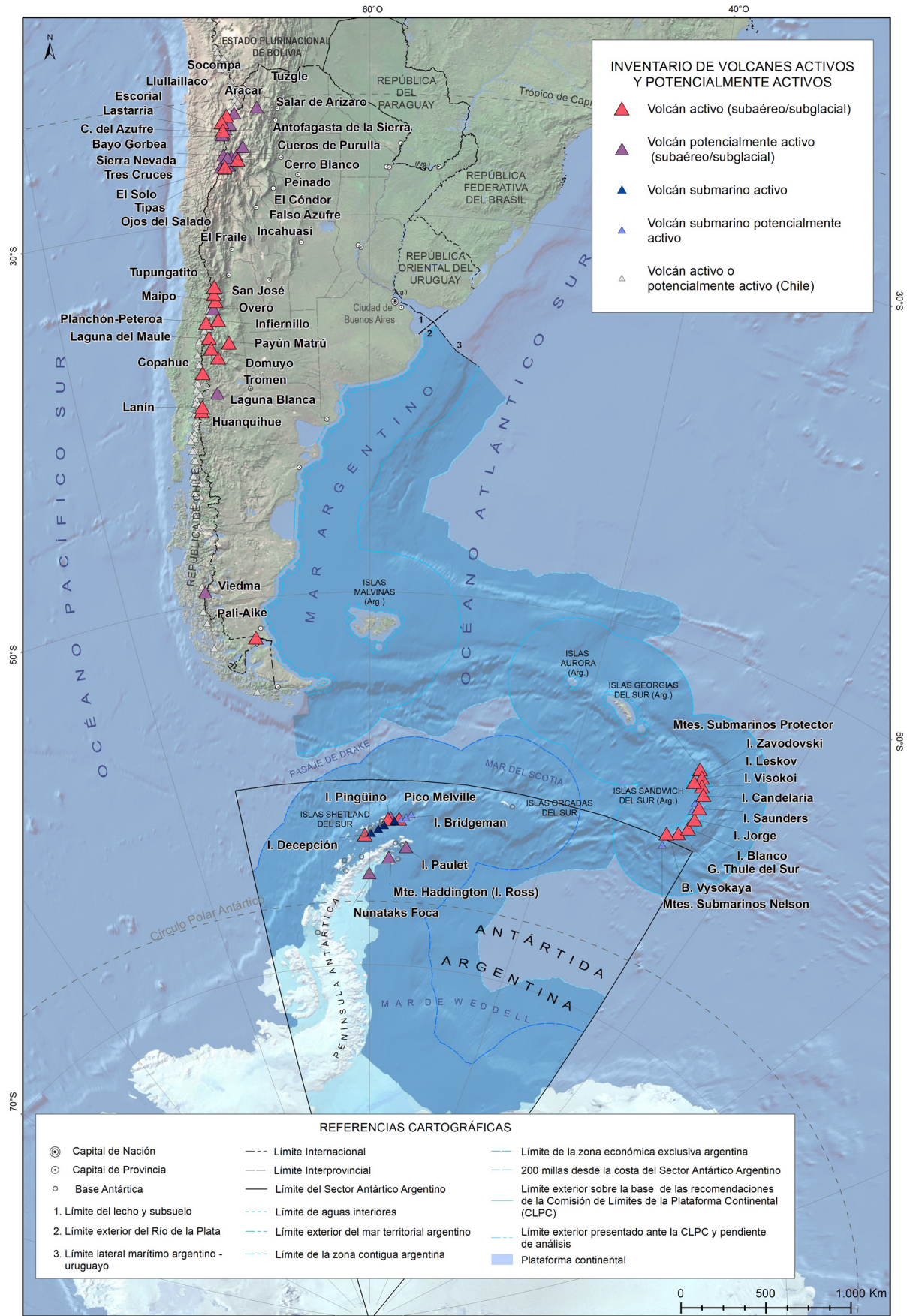


Figura 12. Inventario de sistemas volcánicos activos y potencialmente activos del territorio argentino continental, Antártida e islas Sandwich del Sur. Base cartográfica IGN (2023a). Imagen: combinación de ArcGis World Image y SRTM Shaded Relief 2.1.0 (<https://www.naturalearthdata.com>).

FACTOR DE PELIGROSIDAD	PESO
TIPO DE VOLCÁN	0-1
Cono piroclástico, campo volcánico basáltico, centro fisural basáltico, volcán en escudo (<i>tipo 0</i>)	0
Estratovolcán, complejo volcánico, domo o complejo de domos, maar o caldera (<i>tipo 1</i>)	1
MÁXIMO ÍNDICE DE EXPLOSIVIDAD VOLCÁNICA (IEV)	0-3
IEV ≤ 2	0
IEV 3-4	1
IEV 5-6	2
IEV ≥ 7	3
Máximo IEV desconocido y volcán <i>Tipo 0</i>	0
Máximo IEV desconocido y volcán <i>Tipo 1</i>	1
No existe registro de erupciones holocenas y el volcán no es una caldera	0
ACTIVIDAD EXPLOSIVA (ÚLTIMOS 500 AÑOS)	0-1
Si existe registro de erupciones explosivas con IEV ≥ 3 en los últimos 500 años	1
ACTIVIDAD EXPLOSIVA MAYOR (ÚLTIMOS 5.000 AÑOS)	0-1
Si existe registro de erupciones explosivas con IEV ≥ 4 en los últimos 5.000 años	1
RECURRENCIA ERUPTIVA	0-4
Intervalo entre erupciones: 1-99 años	4
Intervalo entre erupciones: 100-1.000 años	3
Intervalo entre erupciones varía de 1.000 a varios miles de años	2
Intervalo entre erupciones: 5.000-10.000 años	1
Caldera silíceas con registro de eventos en los últimos 100 Ka y <i>Unrest</i>	1
No hay registro de erupciones holocenas	0
CORRIENTES DE DENSIDAD PIROCLÁSTICAS (CDP) HOLOCENAS	0-1
Registro de CDP durante el Holoceno	1
LAVAS HOLOCENAS	0-1
Registro de coladas de lava durante el Holoceno	1
LAHARES HOLOCENOS	0-1
Registro de lahares durante el Holoceno	1
TSUNAMIS	0-1
Registro de tsunamis durante el Holoceno	1
POTENCIAL DE EXPLOSIONES HIDROTERMALES	0-1
Registro de actividad explosiva freática holocena y/o el sistema volcánico presenta manifestaciones geotermales extensas	1
POTENCIAL DE COLAPSO	0-1
Existe registro de colapso de flanco durante el Cuaternario y se ha reconstruido el edificio volcánico o es un volcán con alto relieve, flancos abruptos y alteración importante	1
FUENTE DE LAHAR PRIMARIO	0-1
El volcán posee una fuente de agua/hielo permanente de volumen $> 1 \times 10^6 \text{ m}^3$	1

FACTORES DE UNREST (Registrados desde la última erupción y en ausencia de actividad eruptiva)	ACTIVIDAD SÍSMICA	1-Nd
	Registro de actividad sísmica en un radio de 20 km del volcán	1
	DEFORMACIÓN	1-Nd
	Registro de deformación	1
	ACTIVIDAD FUMARÓLICA-DESGASIFICACIÓN	1-Nd
Registro de desgasificación magmática o hidrotermal y/o anomalías calóricas	1	
ÍNDICE DE PELIGROSIDAD (IP)		SUMA (0-20)

Cuadro 5. Factores de peligrosidad analizados para cada sistema volcánico y peso asignado a cada factor. Nd: No determinado/sin información (tomado de Ewert *et al.* 2005, 2018, Ewert 2007).

(montes submarinos) e islas volcánicas. Las islas fueron clasificadas según su morfología como estratovolcán, volcán en escudo o complejo volcánico. También se reconocen calderas, campos y grupos volcánicos correspondientes a ambientes subaéreos, subglaciales y submarinos (Cuadros 2 a 4).

El volcanismo submarino ha sido menos estudiado que el subaéreo, tanto por la inaccesibilidad a las erupciones y depósitos, como por el escaso conocimiento sobre el efecto de la masa de agua en la interacción agua-magma y en la manera en que las propiedades físicas de la masa de agua afectan los estilos eruptivos, procesos de dispersión y características de los depósitos (Cas y Giordano 2014). A partir de estudios recientes sobre erupciones submarinas, Ewert *et al.* (2018) consideraron la inclusión o no de los volcanes submarinos en la evaluación de peligrosidad dependiendo de su capacidad potencial de afectar la superficie mediante procesos como dispersión y caída de tefras, acumulación de tefras en la superficie del mar y generación de tsunamis. La capacidad de afectar la superficie depende de numerosos factores como la composición y contenido de volátiles del magma, magnitud de la erupción y profundidad del centro de emisión, entre otros. Ewert *et al.* (2018) seleccionaron como criterios la composición y profundidad del centro de emisión. De esta manera, para volcanes submarinos de composición intermedia se evalúa su peligrosidad si la profundidad de su cumbre está por encima de los 400 m b. n. m., y en el caso de composiciones silíceas, si la profundidad es menor o igual a 1.000 m b. n. m. Siguiendo este criterio, de los volcanes submarinos ubicados en Antártida sólo se analizó la peligrosidad del edificio A (Gràcia *et al.* 1996) (Cuadro 3). Entre los volcanes submarinos ubicados en las islas Sandwich del Sur

(Cuadro 4) se consideró a los montes submarinos Protector, Leskov, Banco Vysokaya y Nelson. Los montes submarinos desarrollados al norte y sur de Saunders no fueron incluidos en la evaluación debido a la escasa información existente, la cual resulta insuficiente para caracterizarlos.

Los siguientes tres factores del cuadro 5, hacen referencia a la magnitud de las erupciones registradas. El factor Máximo Índice de Explosividad Volcánica (IEV) (Newhall y Self 1982) agrupa los valores de la escala de explosividad volcánica en cuatro categorías que varían de 0 a 4. Para el caso de volcanes que no cuentan con estimaciones de IEV para sus eventos, se asigna un valor de 0 a los volcanes *Tipo 0* y 1 a los volcanes *Tipo 1*. Por último, en caso de existir erupciones de caldera de edad menor a 100.000 años sin estimación de IEV, se asigna un peso de 1 (Ewert *et al.* 2005, 2018).

Entre los volcanes andinos analizados (Cuadro 1), la mayor erupción holocena registrada corresponde a la erupción del complejo volcánico Cerro Blanco de ~4,2 Ka AP con un IEV estimado entre 6+ y 7 (Báez *et al.* 2015, Fernández-Turiel *et al.* 2019). Este evento es considerado como la mayor erupción holocena de los Andes en los últimos 5.000 años y una de las mayores erupciones holocenas a escala global (Fernández-Turiel *et al.* 2019). Además, este complejo volcánico registra otro evento previo de caldera de edad menor a 100 Ka (Ignimbrita del Campo de Piedra Pómez, 54 Ka, De Silva *et al.* 2022). El complejo volcánico Laguna del Maule es el siguiente en lo que respecta a la magnitud de sus erupciones. Existen registros de al menos 10 eventos plinianos y subplinianos holocenos con IEV variable entre 4 y 5, además de una erupción postglacial de IEV 6 (Riolita del Maule ~ 15 Ka, Fierstein *et al.* en preparación, Gho *et al.* 2019). El volcán Socompa

registra un evento de caída pliniano holoceno de IEV 5, en base a la estimación de volumen del depósito en $\sim 1 \text{ km}^3$ (Grosse *et al.* 2022a), y el volcán Lanín registra un evento holoceno tardío de IEV 4 (Tolosa 2015). Los restantes volcanes presentan registros de erupciones de IEV máximo ≤ 3 . Un ejemplo de este caso es el depósito Pómez Los Baños (Naranjo y Haller 2002) asociado al complejo volcánico Planchón-Peteroa.

Respecto a los volcanes antárticos, la mayor erupción holocena registrada corresponde al evento de caldera de la isla Decepción, datado en 3.980 ± 125 a AP (Antoniades *et al.* 2018), con un IEV de 6 (volumen $30\text{-}60 \text{ km}^3 \text{ ERD}^{15}$) (Smellie 2001, Martí *et al.* 2013). Este evento es catalogado también como una de las mayores erupciones del Holoceno tardío registradas a nivel mundial (Bartolini *et al.* 2014). Los restantes volcanes de la región, tanto subáereos como submarinos, no cuentan con estimación de IEV para sus eventos. Entre los volcanes de las islas Sandwich del Sur, el mayor IEV documentado corresponde a la erupción de los montes submarinos Protector ocurrida en 1962 de IEV 4, considerando el volumen mínimo estimado en $\sim 0,6 \text{ km}^3$ por Gass *et al.* (1963), seguida por la erupción de enero de 1956 de la isla Blanco caracterizada por un IEV de 3 (GVP 2023b). Es importante destacar que existen numerosos eventos en las tres regiones volcánicas que no cuentan con estimación de volumen e IEV, representado con Nd (No determinado) en los cuadros 1 a 4.

Los factores *Actividad explosiva en los últimos 500 años* y *Actividad explosiva mayor en los últimos 5.000 años*, se ponderan con un valor de 1 si existe registro de erupciones con un IEV mayor o igual a 3 o 4 en dichos lapsos de tiempo, respectivamente. Su objetivo es separar los volcanes que han generado eventos de magnitud considerable en tiempos recientes de los holocenos (Ewert *et al.* 2005, 2018). En este caso cabe realizar nuevamente la misma salvedad que en el caso anterior, además de la escasez de estudios de detalle que permitan caracterizar los eventos y depósitos asociados, existe también una escasez de dataciones absolutas para la mayoría de los depósitos asignados al intervalo Holoceno-Postglacial. Los sistemas volcánicos que cuentan con registro de eventos explosivos ($\text{IEV} \geq 3$ o 4) para los últimos 500 y 5.000 años pertenecientes a la cadena andina son los complejos volcánicos

Cerro Blanco, Planchón-Peteroa y Laguna del Maule, el volcán Lanín y el grupo Huanquihue. En el caso de Antártida, sólo la isla Decepción califica positivamente para ambos factores. En las islas Sandwich del Sur, los montes submarinos Protector y la isla Blanco registran eventos con IEV 3 y 4 para dichos períodos de tiempo.

El factor *Recurrencia eruptiva* caracteriza la frecuencia de las erupciones sin considerar la magnitud de las mismas. Los pesos asignados a los diferentes intervalos de tiempo varían entre 0 y 4 (Cuadro 5) (Ewert *et al.* 2005, 2018). Nuevamente se destaca que los estudios estratigráficos y geocronológicos de detalle que permitirían una determinación precisa de la recurrencia de los sistemas volcánicos son escasos. Entre los volcanes andinos, los sistemas que registran un menor intervalo de recurrencia son Tupungatito, Planchón Peteroa y Copahue. La isla Decepción, en Antártida, presenta el mayor valor de ponderación para este factor, en tanto que en las islas Sandwich del Sur los pesos son menores.

Los siguientes factores caracterizan los peligros asociados a cada sistema volcánico a partir de los procesos y productos holocenos identificados en el registro estratigráfico incluyendo: corrientes de densidad piroclásticas (CDP), coladas de lava, lahares y tsunamis. Se considera también la existencia de eventos de colapso de flanco durante el Cuaternario. Son factores binarios, si existe registro de alguno de estos productos/procesos se ponderan con un valor de 1, de lo contrario con 0. Además, si el sistema volcánico cuenta con registro de erupciones freáticas holocenas o presenta rasgos geotermales de importancia considerable se asigna 1 al factor *Potencial de Explosiones Hidrotermales* (Ewert *et al.* 2005, 2018). En los cuadros 1 a 4, se indican los productos holocenos reconocidos para cada volcán analizado.

Respecto al potencial de tsunamis de las islas volcánicas y montes submarinos de Antártida e islas Sandwich del Sur, como se mencionó en los capítulos correspondientes, no existen estudios al respecto. La isla Decepción es el único sistema volcánico que cuenta con registro de generación de tsunamis durante los eventos eruptivos ocurridos en el siglo XX (Smellie *et al.* 2002a y sus referencias). El factor *Fuente de lahar* considera la presencia de agua disponible para la generación de lahares, a partir de la existencia de cuerpos de agua o hielo permanentes de volumen $> 1 \times 10^6 \text{ m}^3$ (Ewert *et al.* 2005, 2018). La información de base necesaria para ponderar

¹⁵ ERD: Equivalente de roca densa (*dense rock equivalent*).

este factor se obtuvo del Inventario Nacional de Glaciares (Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales [IANIGLA] 2018), antecedentes específicos para cada volcán (Cuadros 1 a 4) y la observación de imágenes satelitales (Ej. *Google Earth*).

Los últimos tres factores analizados corresponden a las evidencias de *Unrest*, el cual puede ser de origen magmático o no magmático (geotermal, tectónico), aunque la distinción entre ambos todavía no está claramente definida. Ambos tipos de *Unrest* pueden producirse simultáneamente, así como ambas fuentes pueden desencadenar eventos eruptivos (Pritchard *et al.* 2019). Los factores de *Unrest* corresponden al registro de actividad geofísica o geoquímica anormal (Cuadro 5). Se ponderan mediante un factor binario, si existe registro de sismicidad, deformación, anomalías térmicas o desgasificación se asigna un valor de 1 al parámetro correspondiente, de lo contrario se aclara la ausencia de la información (Nd) (Ewert *et al.* 2005, 2018). En la mayoría de los casos, la misma se obtiene del registro instrumental a partir de estaciones de monitoreo en campo o de sensores remotos. En Argentina el Observatorio Argentino de Vigilancia Volcánica (OAVV-SEGEMAR) y en Chile el Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS-SERNAGEOMIN) monitorean en total 9 volcanes ubicados a lo largo del límite internacional (Lastarria, Tupungatito, San José, Maipo, CV Planchón-Peteroa, CV Laguna del Maule, Copahue y Lanín). Los últimos cuatro volcanes están instrumentados de manera conjunta por ambos servicios geológicos, en tanto que los primeros están instrumentados por el OVDAS. A su vez, el OAVV completó la instalación de las redes de monitoreo en el volcán Domuyo en octubre de 2023. La isla Decepción en Antártida es monitoreada desde la década de 1990 por el Observatorio Volcanológico Decepción (Argentina-España) y por el OAVV a partir del verano de 2023. Este sistema volcánico cuenta con un plan de manejo, emergencia y evacuación que es revisado periódicamente (Geyer 2021). Por otro lado, numerosos grupos de trabajo realizan monitoreo remoto mediante análisis y procesamiento de imágenes satelitales, que permite detectar deformación, anomalías térmicas y desgasificación en tiempo cuasi-real (ej. MIROVA, *Middle InfraRed Observation of Volcanic Activity* [<https://www.mirovaweb.it>], Coppola *et al.* 2016], *MODVOLC*

Thermal Alert [<http://modis.higp.hawaii.edu>], Wright *et al.* 2004], *NASA Global Sulfur Dioxide Monitoring* [<https://so2.gsfc.nasa.gov>], *MOUNTS Monitoring Unrest From Space* [<http://mounts-project.com>], Valade *et al.* 2019]). El análisis mediante sensores remotos además de permitir realizar un seguimiento de las señales de *Unrest*, es de utilidad para caracterizar distintos aspectos de los sistemas volcánicos para períodos de tiempo recientes (Pritchard y Simmons 2002, 2004, Castro Godoy *et al.* 2003, 2019, 2022, Viramonte *et al.* 2005a, Castro Godoy 2005, 2014, Froger *et al.* 2007, Jay *et al.* 2013, Patrick y Smellie 2013, Pritchard *et al.* 2014, Heredia *et al.* 2022, Wright *et al.* 2023, entre otros). La aplicación de sensores remotos resulta particularmente útil en volcanes ubicados en regiones remotas o de difícil acceso, como la Puna o los volcanes del Atlántico Sur.

Posteriormente a la ponderación de cada factor, su suma resulta en el índice de peligrosidad (IP) para cada sistema volcánico. Como se mencionó anteriormente, la información necesaria para caracterizar la peligrosidad es heterogénea. Existen volcanes intensamente estudiados (ej. Copahue, isla Decepción), y en la última década se han realizado numerosos estudios estratigráficos de detalle sobre volcanes activos, incluyendo un creciente número de estudios tefrocronológicos, que han permitido mejorar notablemente el conocimiento de la estratigrafía volcánica postglacial (ej. Laguna del Maule, Cerro Blanco) (Cuadro 1). Sin embargo, la caracterización de la estratigrafía del intervalo Holoceno-Postglacial es incompleta y heterogénea, lo mismo que el monitoreo volcánico. Por este motivo, muchos factores son caracterizados con valores mínimos o con ausencia de información (Nd), que se considera nula al momento de la suma.

En el mapa de la figura 13 se presentan los resultados de la evaluación de peligrosidad, tanto para los Andes como para el sector de Antártida e Islas Sandwich del Sur. Los resultados de la evaluación de peligrosidad se presentan en los cuadros 6a, b y c. Los resultados fueron agrupados según el nivel de peligrosidad que varía desde muy alto a muy bajo. Los límites entre clases corresponden a los quiebres en la distribución. Los sistemas que representan mayor peligro son la isla Decepción en la Antártida, el complejo volcánico Planchón-Peteroa en la cordillera de los Andes y la isla Blanco en las islas Sandwich del Sur.

NOMBRE	IP	NIVEL DE PELIGRO	
Planchón-Peteroa	15	MUY ALTO	
Laguna del Maule	14		
Cerro Blanco	13		
Copahue	13		
Tupungatito	12		
Lanín	11	ALTO	
Socompa	10		
Lastarria	9		
San José	9		
Maipo	9		
Tromen	7	MODERADO	
Llullaillaco	6		
Domuyo	6		
Tuzgle	5	BAJO	
Ojos del Salado	5		
Overo	5		
Payún Matrú	5		
Huanquihue	5		
Pali Aike	5		
El Fraile	4		
Tres Cruces	4		
Cordón del Azufre	3		MUY BAJO
Bayo Gorbea	3		
Cueros de Purulla	3		
El Cóndor	3		
Falso Azufre	3		
Infiernillo	3		
Viedma	3		
Aracar	2		
Antofagasta de la Sierra	2		
Sierra Nevada	2		
Peinado	2		
Tipas	2		
Laguna Blanca	2		
Salar de Arizaro	1		
Escorial	1		
Incahuasi	1		
El Solo	1		

6a

NOMBRE	IP	NIVEL DE PELIGRO
Isla Decepción	18	MUY ALTO
Isla Pingüino	7	MODERADO
Isla Bridgeman	4	BAJO
Monte Haddington (Isla Ross)	4	
Pico Melville	3	MUY BAJO
Isla Paulet	3	
Edificio A	3	
Nunataks Foca	1	
Edificio D	Ne	NO EVALUADOS
Orca	Ne	
Edificio F	Ne	
G Ridge	Ne	
Spanish Rise	Ne	
Edificio H	Ne	

6b

NOMBRE	IP	NIVEL DE PELIGRO
Isla Blanco	9	ALTO
Isla Zavodoski	8	
Islas Candelaria	8	
Isla Saunders	8	
Islas Grupo Thule del Sur	8	
Isla Visokoi	7	MODERADO
Isla Jorge	7	
Montes Submarinos Protector	6	BAJO
Montes submarinos Leskov	4	
Banco Vysokaya	4	MUY BAJO
Montes Submarinos Nelson	3	
Montes Submarinos N	Ne	NO EVALUADOS
Montes Submarinos S	Ne	

6c

Cuadro 6. Resultados de la evaluación de peligrosidad agrupados según nivel de peligrosidad (muy alto a muy bajo), para los sistemas volcánicos ubicados en territorio argentino continental (6a), en el sector antártico(6b) e islas Sandwich del Sur(6c). IP: índice de peligrosidad.

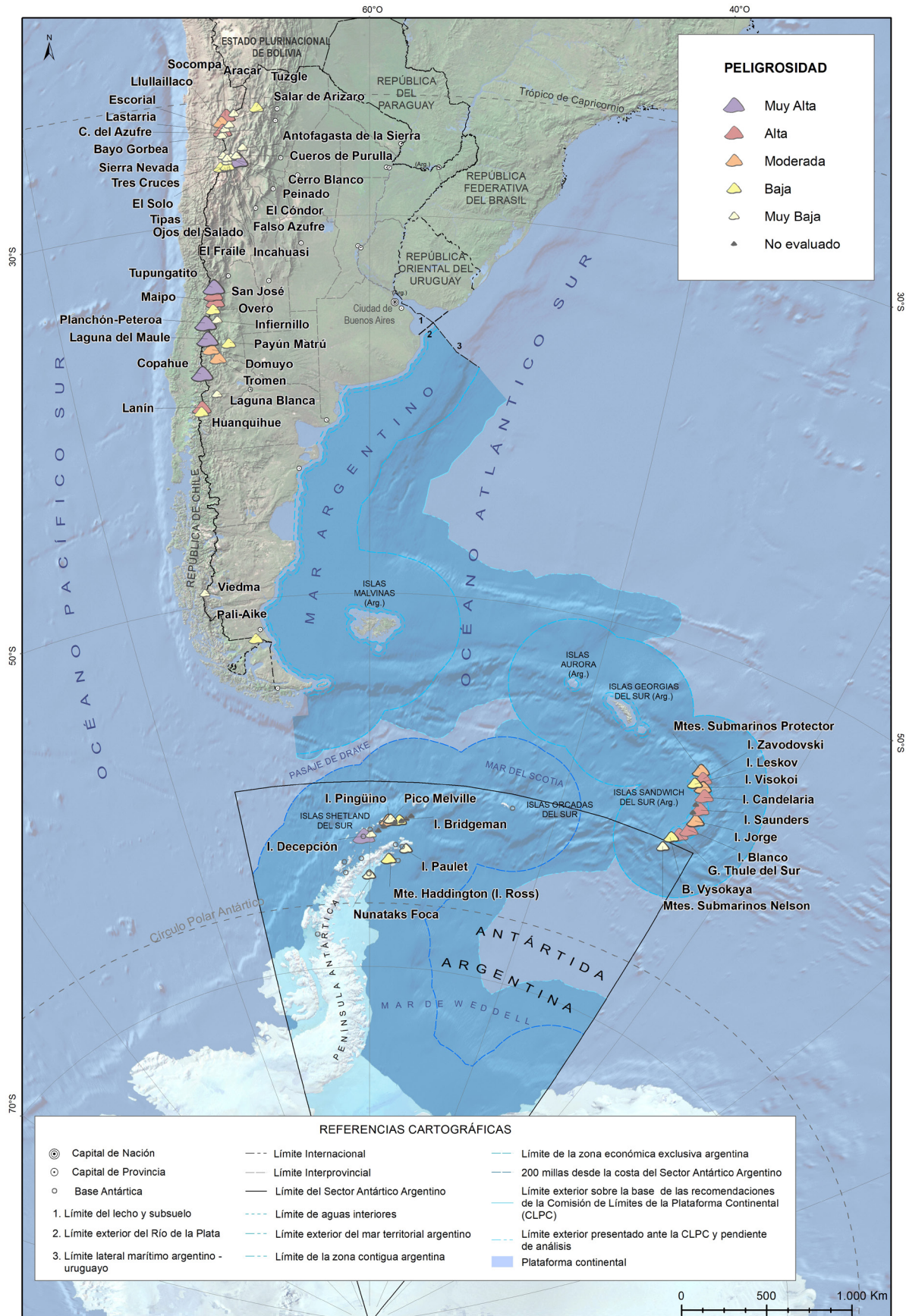


Figura 13. Resultados de la evaluación de peligrosidad para los sistemas volcánicos localizados en la cordillera de los Andes, la península Antártica e islas Sandwich del Sur. Por cuestiones de escala no se incluyeron los nombres de los montes submarinos del mar de la Flota (cuenca de Bransfield). Base cartográfica IGN (2023a). Imagen: combinación de ArcGis World Image y SRTM Shaded Relief 2.1.0 (<https://www.naturalearthdata.com>).

3.3. EXPOSICIÓN

El término exposición hace referencia a las personas, propiedades, sistemas y elementos presentes en zonas de peligro que se encuentran sujetos a pérdidas potenciales (UNISDR 2009). La metodología utilizada considera la exposición de la población, infraestructura crítica, medio ambiente y actividades económicas predominantes. Para caracterizarla se requiere la recopilación y análisis de una gran variedad de información socio-económica y ambiental, proveniente de diferentes fuentes. Como

se mencionó previamente, debido a las características particulares del territorio antártico y las islas Sandwich del Sur, en esta contribución se realiza la evaluación de exposición exclusivamente para los volcanes andinos.

La caracterización de la exposición involucra el análisis de 9 factores (Cuadro 7) que incluyen la población presente en los alrededores del volcán, la ocurrencia de fatalidades o evacuaciones históricas, la exposición de la aviación, de infraestructura de transporte y energía, y de áreas sensibles o con desarrollo particular (Ewert *et al.* 2005, 2018, Ewert 2007).

FACTOR DE EXPOSICIÓN	PESO
POBLACIÓN EN EL TERRENO	$\text{Log}_{10} (N_1 + N_2)$ 0-X
Población (residente y turistas) en un radio de 30 km	N_1
Población (residente y turistas) aguas abajo del radio de 30 km en el caso de procesos con alcance mayor	N_2
FATALIDADES HISTÓRICAS	0-1
Si existe registro de fatalidades y el área permanece poblada	1
EVACUACIONES HISTÓRICAS	0-1
Si la zona posee población permanente y se ha evacuado previamente	1
EXPOSICIÓN LOCAL DE LA AVIACIÓN	0-2
Cualquier tipo de volcán en un radio de 50 km de un aeropuerto con vuelos comerciales	1
Volcán <i>Tipo 1</i> en un radio de 300 km de un aeropuerto con vuelos comerciales	1
Volcán <i>Tipo 1</i> en un radio de 300 km de un aeropuerto internacional	2
EXPOSICIÓN REGIONAL DE LA AVIACIÓN	$\text{Log}_{10} (P_d)$ (0-X)
Tráfico de pasajeros diario (media de pasajeros por día, P_d) sobre un área volcánica	P_d
INFRAESTRUCTURA DE ENERGÍA	0-1
Desarrollo de infraestructura de energía incluyendo generación, transmisión y/o distribución de energía eléctrica, petróleo y gas	1
INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE	0-1
Desarrollo de infraestructura de transporte (rutas nacionales o provinciales, vías de ferrocarril e infraestructura portuaria)	1
ÁREAS SENSIBLES O DE DESARROLLO CONSIDERABLE	0-1
Existencia de áreas sensibles o con desarrollo considerable (áreas protegidas, emprendimientos turísticos, actividades económicas significativas)	1
ISLAS VOLCÁNICAS HABITADAS*	0-1
Si los depósitos volcánicos holocenos abarcan más del 25 % de la superficie de la isla	1
INDICE DE EXPOSICIÓN	= SUMA

Cuadro 7. Factores de exposición analizados y peso asignado a cada uno. La suma de los pesos resulta en el índice de exposición para cada sistema volcánico (Ewert *et al.* 2005, 2018, Ewert 2007). * No se consideró este factor ya que sólo se evaluó la exposición para los volcanes andinos.

La información de base utilizada para evaluar la exposición fue obtenida de diferentes organismos e instituciones, detallados a lo largo de esta sección. La misma se obtuvo tanto en formato vectorial georreferenciado, como en una variedad de formatos sin información geoespacial, incluyendo tablas, informes y/o mapas. En este último caso, los datos fueron uniformizados, tanto espacial como temporalmente, digitalizados de ser necesario, y georreferenciados para ser almacenados y analizados en un SIG.

El factor *Población en el terreno* incluye a la población expuesta en sectores proximales, considerando un radio de 30 km desde el volcán (N1 en el cuadro 7). Para los volcanes cuya zonación de peligrosidad contiene áreas susceptibles de ser afectadas por productos volcánicos con un alcance mayor, se suma la población expuesta en dicha área (población aguas abajo, N2 en el cuadro 7). La distancia de 30 km fue propuesta por Ewert *et al.* (2005) a partir del análisis de datos poblacionales en diferentes regiones volcánicas del mundo en combinación con estadísticas sobre el alcance de ciertos peligros volcánicos elaboradas por Newhall y Hoblitt (2002). Esta distancia incluye áreas con hasta un 5 % de probabilidad de ser afectadas por CDP para erupciones con un IEV 4-5. Respecto de la exposición a caída de tefras, la distancia de 30 km abarca áreas con un 10 % de probabilidad de superar 10 cm de espesor de acumulación de tefra para erupciones con IEV = 3 y un 80 % de probabilidad de superar 10 cm para un IEV = 4. Por ende, esa distancia representa adecuadamente, a la escala de análisis, las zonas donde existe riesgo para la vida de las personas, ya que el umbral de 10 cm de espesor de acumulación de tefra constituye el límite mínimo estimado por encima del cual, las construcciones pueden sufrir daño estructural (ej. caída de techos) y las CDP son letales incluso con espesores centimétricos (Ewert *et al.* 2005). Para todos los volcanes analizados en este trabajo fue suficiente con considerar el radio de 30 km, con excepción del complejo volcánico Laguna del Maule cuya zonación de peligrosidad involucra productos con alcance mayor (Gho *et al.* 2019).

La mayoría de las áreas volcánicas del país presentan un importante desarrollo turístico, por esto el análisis poblacional considera tanto a la población residente como a los visitantes. La población residente expuesta se obtuvo a partir de los datos georreferenciados del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010 (Instituto

Nacional de Estadística y Censos [INDEC] 2015) (Fig. 14). Se utilizaron las capas provinciales con información a nivel de fracción o radio censal (INDEC 2015). El número de turistas expuestos es un dato más difícil de obtener, ya que las estadísticas turísticas para diferentes provincias y localidades no se encuentran siempre disponibles, además de presentarse en formato y/o resolución heterogénea. La información se recopiló a partir de diversas fuentes (Cuadro 8). Un gran número de volcanes se ubica en áreas naturales protegidas, tanto nacionales como provinciales (Cuadro 12 y Fig. 20). En el caso de volcanes ubicados en Parques Nacionales se consideraron las estadísticas de visitantes de la Administración de Parques Nacionales (Sistema de Información Turística de Argentina [SINTA] 2022) y en el caso de volcanes ubicados en áreas protegidas provinciales se recurrió al Sistema Federal de Áreas Protegidas (SIFAP 2022). Además, se consultaron estadísticas de organismos provinciales y municipales de turismo (Cuadro 8). Para los volcanes ubicados en las inmediaciones de pasos fronterizos internacionales (Fig. 18 y Fig. 19), se consideró también a las personas en tránsito, a partir del análisis de las estadísticas de la Dirección Nacional de Migraciones referente a los ingresos y egresos de personas al país (DNM 2021). Se evaluaron los movimientos migratorios de personas en los pasos fronterizos localizados en el área proximal de cada sistema volcánico para el período comprendido entre enero de 2015 y enero de 2020. Se consideró este período, ya que las medidas tomadas en marzo de 2020 a raíz de la pandemia SARCOVID 2 generaron restricciones en la circulación y cierre de pasos fronterizos. Cabe destacar que las estadísticas de turismo obtenidas de áreas protegidas y organismos provinciales y municipales de turismo no siempre abarcan la totalidad del intervalo 2015-2020.

A partir de las diferentes fuentes consultadas se estimó el número de turistas y personas en tránsito anual, del cual se obtuvo un valor promedio diario de visitantes expuestos para cada sistema volcánico. Este valor se sumó a la población residente para obtener el valor de población en el terreno, que varía entre más de 15.000 personas expuestas para el campo volcánico Laguna Blanca y 1 para los volcanes Socompa, Llullaillaco y Aracar. El valor de ponderación de este factor corresponde al Log_{10} del número de personas y varía entre mayor a 4 y menor a 1 para los extremos mencionados previamente (Cuadro 8).

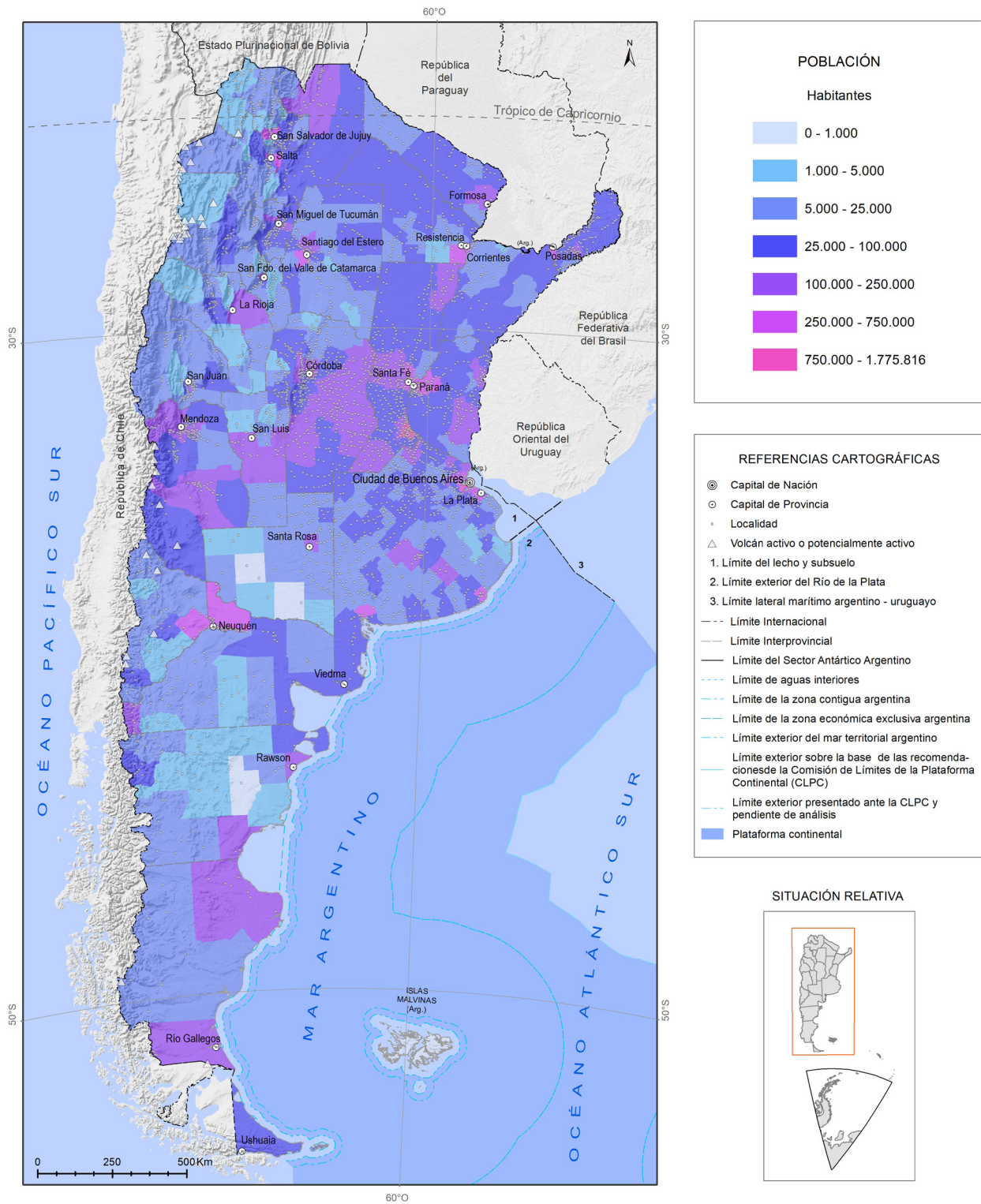


Figura 14. Número de habitantes por departamento del Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda 2010 (INDEC 2015). Nótese que para la estimación de la población residente en el área proximal se utilizó la información a nivel de radio censal. Base cartográfica IGN (2023a). Imagen SRTM Shaded Relief 2.1.0 (<https://www.naturalearthdata.com>).

POBLACIÓN EN EL TERRENO	VOLCÁN (Población INDEC, Turistas/Día) ^{x Fuente}	Log ₁₀ (N ₁ + N ₂)
> 10.000	Laguna Blanca (15.499, 7) ¹	> 4
10.000-5.000	Tuzgle (5.228, Nd)	4-3,7
1.000-5.000	Tromen (4.364, Nd), Lanín (466, 1471) ^{1,2} , Pali-Aike (112, 1304) ²	3,7-3
1.000-100	Domuyo (894, 4) ³ , Antofagasta de la Sierra (819, 4) ⁴ , Huanquihue (333, 450) ^{1,2} , Copahue (655, 93) ^{5,6} , Infiernillo (481, 27) ⁷ , Laguna del Maule (160, 295) ² , Tupungatito (233, 27) ⁷ , Viedma (15, 196) ⁸ , Payún Matrú (180, 27) ^{4,7} , Cerro Blanco (192, 6) ⁴ , Overo (139, 27) ⁷ , Cueros de Purulla (146, 6) ⁴ , San José (121, 27) ⁷ , Maipo (112, 27) ⁷	3-2
100-10	Planchón-Peteroa (65, 5) ² , Incahuasi (13, 62) ^{2,4} , El Cóndor (8, 62) ^{2,4} , Falso Azufre (6, 59) ² , Peinado (44, 6)	2-1
< 10	Tipas (8, 3) ⁴ , El Fraile (7, 3) ⁴ , Ojos del Salado (6, 3) ⁴ , Cordón del Azufre (6, Nd), Sierra Nevada (6, Nd), El Solo (4, 3) ⁴ , Bayo Gorbea (5, Nd), Lastarria (4, Nd), Tres Cruces (3, 3) ⁴ , Escorial (3, Nd), Salar de Arizaro (2, Nd), Socompa (1, Nd), Lullaillaco (1, Nd), Aracar (1, Nd)	< 1

Cuadro 8. Factor población en el terreno. POBLACIÓN EN EL TERRENO: rango del número de personas expuestas en el área proximal de los sistemas volcánicos analizados. VOLCÁN: incluye el nombre del sistema volcánico y entre paréntesis, el número de personas estimado en el área proximal. El valor en color negro corresponde al número de personas residentes obtenido de INDEC (2015) y el valor azul corresponde al número medio de turistas por día. Nd: Sin Información. Supra índice: Fuente del número de turistas o personas en tránsito expuestas. 1: SINTA 2022, 2: DNM 2021, 3: Lonac 2005, 4: SIFAP 2022, 5: Ministerio de Turismo, Neuquén 2017a, 6: Ministerio de Turismo, Neuquén 2017b, 7: Gobierno de Mendoza 2022, 8: Secretaría de Turismo, Municipalidad de El Chaltén 2017.

Los factores *Fatalidades Históricas* y *Evacuaciones Históricas* consideran la existencia de eventos históricos que hayan generado pérdidas de vidas o evacuación de la población. En territorio argentino continental, el único volcán que ha generado evacuación de personas es Copahue. La localidad de Cavihue fue evacuada en mayo del año 2013 a raíz de un cambio en el nivel de alerta del volcán (Caselli *et al.* 2016c). Existen además reportes de autoevacuación de la localidad en julio del 2000 (Delpino y Bermúdez 2002) y de evacuación de turistas en agosto de 1992 (GVP 1992).

Para analizar la exposición de la aviación se recurre a dos factores: *Exposición Local* y *Exposición Regional*. La *Exposición Local* se caracteriza dependiendo del tipo de volcán y categoría del/los aeropuertos expuestos (Cuadro 7), considerando sólo aeropuertos que cuentan con transporte comercial de pasajeros. Los criterios de ponderación de este factor fueron definidos por Ewert *et al.* (2005, 2018) a partir del análisis

de estadísticas sobre los efectos de la actividad volcánica reportados en aeropuertos (Guffanti *et al.* 2003). Si cualquier tipo de volcán se encuentra en un radio de 50 km de un aeropuerto recibe un peso de 1, si un volcán de *tipo 1* se encuentra a 300 km de un aeropuerto también se pondera con un valor de 1, y por último si un volcán de *tipo 1* se encuentra a menos de 300 km de un aeropuerto internacional se le asigna el valor de 2 (Cuadro 7) (Ewert *et al.* 2018).

La información de base utilizada para caracterizar este factor incluye la ubicación de los aeropuertos argentinos (IGN 2023a) y su jerarquía (Cuadro 9). Esta última fue obtenida de Aeropuertos Argentina 2000 [AA2000] (2022) y de los sitios web correspondientes a cada aeropuerto (ej. El Calafate <https://aeropuertoelcalafate.com>) en el caso de no pertenecer a AA2000. Además, se consideraron los aeropuertos internacionales expuestos en Chile (Dirección General de Aeronáutica Civil [DGAC] 2022, Fig. 15).

PROVINCIA	LOCALIDAD	NOMBRE	CATEGORIA	OACI	IATA
Catamarca	S.F. del Valle de Catamarca	Cnel. Felipe Varela	Aeropuerto	SANC	CTC
Jujuy	San Salvador de Jujuy	Gob. Horacio Guzmán	Aeropuerto Internacional	SASJ	JUJ
	La Quiaca	Doctor Guillermo Snopek	Aeropuerto	SASQ	
La Rioja	La Rioja	Cap. Vicente A. Almonacid	Aeropuerto	SANL	IRJ
Mendoza	Mendoza	Gob. Gabrielli/El Plumerillo	Aeropuerto Internacional	SAME	MDZ
	San Rafael	Santiago Germano	Aeropuerto	SAMR	AFA
	Malargüe	Cdro. Ricardo Salomon	Aeropuerto	SAMM	LGS
Neuquén	Neuquén	Presidente Perón	Aeropuerto Internacional	SAZN	NQN
	Cutral-Co	Cutral-Co	Aeropuerto	SAZW	CUT
	Zapala	Vicecomodoro Mario Luis Olezza	Aeropuerto	SAHZ	APZ
	San Martín de los Andes	Aviador Campos/Chapelco	Aeropuerto	SAZY	CPC
Río Negro	Bariloche	Tte. Luis Candelaria	Aeropuerto Internacional	SAZS	BRC
	General Roca	Arturo Humberto Illia	Aeropuerto	SAHR	GNR
Salta	Salta	Gral. Güemes	Aeropuerto Internacional	SASA	SLA
San Juan	San Juan	Domingo Faustino Sarmiento	Aeropuerto	SANU	UAQ
Santa Cruz	Río Gallegos	Pil. Civ. Norberto Fernández	Aeropuerto Internacional	SAWG	RGL
	El Calafate	Comandante Armando Tola	Aeropuerto Internacional	SAWC	FTE
	El Turbio	El Turbio/28 de Noviembre	Aeropuerto	SAWT	RYO
Santiago del Estero	Río Hondo	Termas de Río Hondo	Aeropuerto	SANH	RHD
Tierra del Fuego	Río Grande	Gob. Ramón Trejo Noel	Aeropuerto Internacional	SAWE	RGA
Tucumán	S. Miguel de Tucumán	Tte. Benjamín Matienzo	Aeropuerto Internacional	SANT	TUC

Cuadro 9. Listado de aeropuertos argentinos ubicados a una distancia menor o igual a 300 km de los sistemas volcánicos analizados. Se indican PROVINCIA O REGIÓN, LOCALIDAD, NOMBRE y CATEGORÍA de cada aeropuerto. OACI, IATA: códigos correspondientes a la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y a la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA). Fuente: IGN 2023a, AA2000 2022, DGAC 2022, IATA/ICAO 2020.

La *Exposición Regional de la Aviación* requiere la estimación del número de pasajeros en vuelo que transitan por día en el espacio aéreo de cada sistema volcánico. Para ello se consideran todos los volcanes *tipo 1* y los volcanes *tipo 0* que hayan generado eventos explosivos (Ewert *et al.* 2018). El número de pasajeros se obtuvo a partir de las estadísticas aeroportuarias argentinas para vuelos comerciales de cabotaje e internacionales para el período enero 2015-marzo 2020 (Administración Nacional de Aviación Civil [ANAC] 2021). A partir de estos datos, se estimó el número medio de pasajeros por día para cada ruta aérea (Fig. 15 y Cuadros 10a y 10b), para posteriormente estimar el número medio diario de pasajeros en vuelo en el espacio aéreo de cada sistema volcánico (P_d) (Cuadro 11). La ubicación de los aeropuertos extranjeros fue obtenida de la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (*International Air Transport Association/International Civil Aviation Organization* [IATA/ICAO] 2020). El valor de ponderación asignado a este factor corresponde al Log_{10} de la media diaria de pasajeros (P_d). La exposición regional de la aviación

varía entre 4 (Tuzgle) y 2,8 (Domuyo), correspondientes a alrededor de 10.000 y 700 pasajeros por día respectivamente (Cuadro 11). En el cuadro 10 se presentan las rutas aéreas que atravesaron el espacio aéreo de los sistemas volcánicos analizados durante el período 2015-2020, que incluyen un total de 57 rutas de cabotaje (Cuadro 10a) y 37 rutas internacionales (Cuadro 10b).

El factor *Infraestructura de Energía* considera la exposición de infraestructura de generación, transmisión y/o distribución de energía. Incluye infraestructura relacionada a energía eléctrica e hidrocarburos (Ewert *et al.* 2005, 2018). Además, se tuvieron en cuenta proyectos geotérmicos en etapa de exploración. Es un factor binario que varía entre 1 y 0, dependiendo de la existencia o no de infraestructura en el área proximal de cada volcán. La información de base para caracterizar este factor fue obtenida en mayor medida de la Secretaría de Energía (2022) en formatos variables. Las capas de información analizadas se representan en el mapa de la figura 16, incluyendo:

- Energía Eléctrica: Generación (centrales de generación de energía eólica, fotovoltaica,

RUTA	Pd	RUTA	Pd	RUTA	Pd
Aeroparque - Bariloche	2.571	Bariloche - El Palomar	239	El Palomar - Salta	118
Aeroparque - Catamarca	136	Bariloche - Ezeiza	367	El Palomar - Tucumán	83
Aeroparque - Chapelco	287	Bariloche - Mendoza	31	Ezeiza - Mendoza	273
Aeroparque - El Calafate	987	Bariloche - Rosario	83	Ezeiza - Río Grande	76
Aeroparque - Esquel	138	Bariloche - Tucumán	13	Ezeiza - Salta	155
Aeroparque - Jujuy	573	Cdro. Rivadavia - Mendoza	30	Ezeiza - Tucumán	60
Aeroparque - La Rioja	155	Cdro. Rivadavia - Neuquén	139	Ezeiza - Ushuaia	206
Aeroparque - Mendoza	2.329	Córdoba - El Calafate	48	Iguazú - Mendoza	26
Aeroparque - Neuquén	1.918	Córdoba - Jujuy	114	Iguazú - Salta	97
Aeroparque - Río Gallegos	662	Córdoba - Mendoza	327	Jujuy - Salta	16
Aeroparque - Río Grande	303	Córdoba - Neuquén	152	Jujuy - Tucumán	5
Aeroparque - Salta	2.056	Córdoba - Salta	227	Mar del Plata - Mendoza	13
Aeroparque - San Juan	520	Córdoba - Tucumán	113	Mar del Plata - Tucumán	19
Aeroparque - San Rafael	135	Córdoba - Ushuaia	80	Mendoza - Neuquén	127
Aeroparque - Termas Río Hondo	100	El Calafate - Ezeiza	163	Mendoza - Rosario	61
Aeroparque - Tucumán	1.608	El Calafate - Trelew	15	Mendoza - Salta	63
Aeroparque - Ushuaia	1.349	El Calafate - Ushuaia	381	Rosario - Salta	59
Bariloche - Córdoba	182	El Palomar - Jujuy	77	Salta - Tucumán	7
Bariloche - El Calafate	108	El Palomar - Mendoza	142	Trelew - Ushuaia	67

a

RUTA	PAIS DESTINO	Pd	RUTA	PAIS DESTINO	Pd
Aeroparque - Santiago	Chile	1.479	Ezeiza - Santiago	Chile	3.236
Bariloche - Campinas	Brasil	15	Mendoza - Lima	Perú	122
Bariloche - San Pablo	Brasil	24	Mendoza - Panamá	Panamá	72
Córdoba - Lima	Perú	324	Mendoza - San Pablo	Brasil	112
Córdoba - Panamá	Panamá	317	Mendoza - Santiago	Chile	845
Córdoba - Punta Cana	R. Dominicana	6	Neuquén - Santiago	Chile	38
Córdoba - Samana	R. Dominicana	7	Rosario - Lima	Perú	174
Córdoba - Santiago	Chile	600	Rosario - Panamá	Panamá	176
El Palomar - Santiago	Chile	89	Rosario - Santiago	Chile	84
Ezeiza - Auckland	Nueva Zelanda	206	Salta - Asunción	Paraguay	2
Ezeiza - Bogotá	Colombia	749	Salta - Iquique	Chile	15
Ezeiza - Cancún	México	296	Salta - Lima	Perú	80
Ezeiza - Dallas-Fort Worth	Estados Unidos	396	Salta - Santa Cruz de la Sierra	Bolivia	45
Ezeiza - Habana	Cuba	21	San Juan - Santiago	Chile	28
Ezeiza - Houston	Estados Unidos	429	Tucumán - Lima	Perú	67
Ezeiza - Lima	Perú	2.218	Tucumán - San Pablo	Brasil	9
Ezeiza - Los Ángeles	Estados Unidos	47	Tucumán - Santiago	Chile	22
Ezeiza - México DF	México	538	Ushuaia - Santiago	Chile	9
Ezeiza - Panamá	Panamá	762			

b

Cuadro 10. Rutas aéreas que atravesaron el espacio aéreo de los sistemas volcánicos analizados durante el período 2015-2020. a: Vuelos de cabotaje, b: Vuelos internacionales. Pd: Media diaria de pasajeros en vuelo para cada ruta aérea para el período 2015-2020. Fuente: ANAC 2021.

- hidráulica, nuclear, térmica y pequeños aprovechamientos hidroeléctricos), transporte eléctrico (líneas de alta y media tensión y estaciones transformadoras de alta tensión) y distribución eléctrica (redes de distribución eléctrica del Consejo Federal de Energía Eléctrica (CFEE) y empresas de distribución eléctrica provinciales).
- Hidrocarburos: Producción (pozos y concesiones de explotación), transporte y distribución (gasoductos, oleoductos, poliductos de la República Argentina de la red de transporte y distribución de gas natural de Argentina (ENARGAS) y ductos de hidrocarburos declarados según resoluciones 120-E/2017 y 319/93 de la Secretaría de Energía).
 - Proyectos geotérmicos y sitios de interés geotérmico (Conde Serra y Johannis 2021, Secretaría de Energía 2022).

ERA	RANGO P _d	VOLCÁN (P _d)
4,04-4,01	> 10.000	Tupungatito (10.826), San José (10.826), Overo (10.488), Maipo (10.306), Tuzgle (10.236)
3,97-3,81	6.000-10.000	Aracar (9.459), Cueros de Purulla (8.590), Socompa (7.922), Escorial (7.522), Laguna del Maule (6.948), Planchón-Peteroa (6.766), Lanín (6.423), Cerro Blanco (6.395)
3,68-3,49	3.000-6.000	Llullaillaco (4.740), Lastarria (4.740), Pali-Aike (4.490), Cordón del Azufre (4.344), Huanquihue (4.236), Incahuasi (4.132), Tipas (4.119), Peinado (4.094), Falso Azufre (3.964), El Fraile (3.964), Ojos del Salado (3.964), El Solo (3.964), El Cóndor (3.964), Sierra Nevada (3.942), Bayo Gorbea (3.915), Tres Cruces (3.897), Payún Matrú (3.282), Tromen (3.099), Copahue (3.099)
3,28-2,86	< 2000	Viedma (1.908), Domuyo (717)

Cuadro 11. Exposición Regional de la Aviación (ERA). RANGO P_d: rango de la media de pasajeros en vuelo por día, correspondiente al período 2015-2020. VOLCÁN: sistemas volcánicos analizados y entre paréntesis el valor medio de pasajeros por día para cada uno.

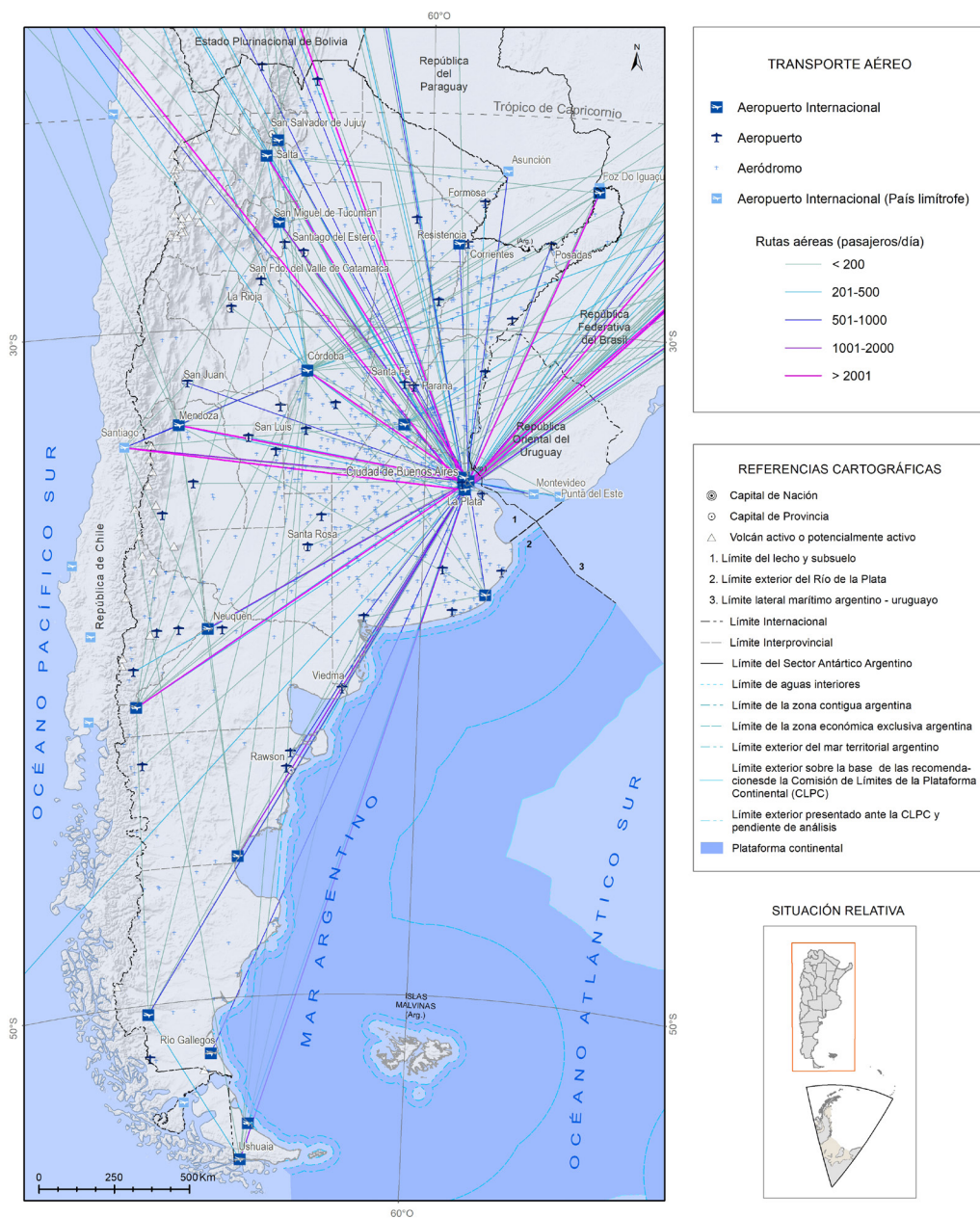


Figura 15. Información de base utilizada para la ponderación de los factores exposición local y regional de la aviación. Fuentes: IGN 2023a, AA2000 2022, DGAC 2022, ANAC 2021, IATA/ICAO 2020. Base cartográfica IGN (2023a). Imagen SRTM Shaded Relief 2.1.0 (<https://www.naturalearthdata.com>)

El gráfico de la figura 17 enumera los elementos relacionados a este factor expuestos en el área proximal de los sistemas volcánicos analizados.

El factor *Infraestructura de Transporte* involucra tanto al transporte terrestre como al lacustre y marino. Se consideraron rutas principales (nacionales y provinciales), vías férreas e infraestructura portuaria. Es un factor binario, que se pondera con un valor de 1 en el caso de contar con desarrollo de infraestructura en el área proximal del sistema volcánico y 0 en caso contrario (Ewert *et al.* 2005, 2018). Las capas de información fueron obtenidas en formato vectorial del IGN (2023a) (Fig. 18). El gráfico de la figura 19 enumera la infraestructura de transporte expuesta en el área proximal de cada sistema volcánico, discriminada por tipo y jurisdicción.

El factor *Áreas Sensibles o de Desarrollo Considerable* tiene en cuenta la exposición de sitios, actividades y elementos de importancia tanto económica, como ambiental y simbólica en áreas proximales de cada sistema volcánico. Al igual que los factores anteriores, es un factor binario que varía entre 0 y 1 (Cuadro 7). La base de datos para caracterizar este factor dista de ser completa, ya que existe una gran cantidad de fuentes de información dispersas y su disponibilidad varía con el tipo de actividad y jurisdicción responsable. Se consideraron áreas naturales protegidas, usos del suelo y actividades económicas (agropecuaria, acuícola, turismo y minería). La información de base incluye:

- Áreas protegidas (clasificadas de acuerdo a su jurisdicción): Internacional (Patrimonio de la Humanidad, Sitio Ramsar, Reserva de Biósfera),

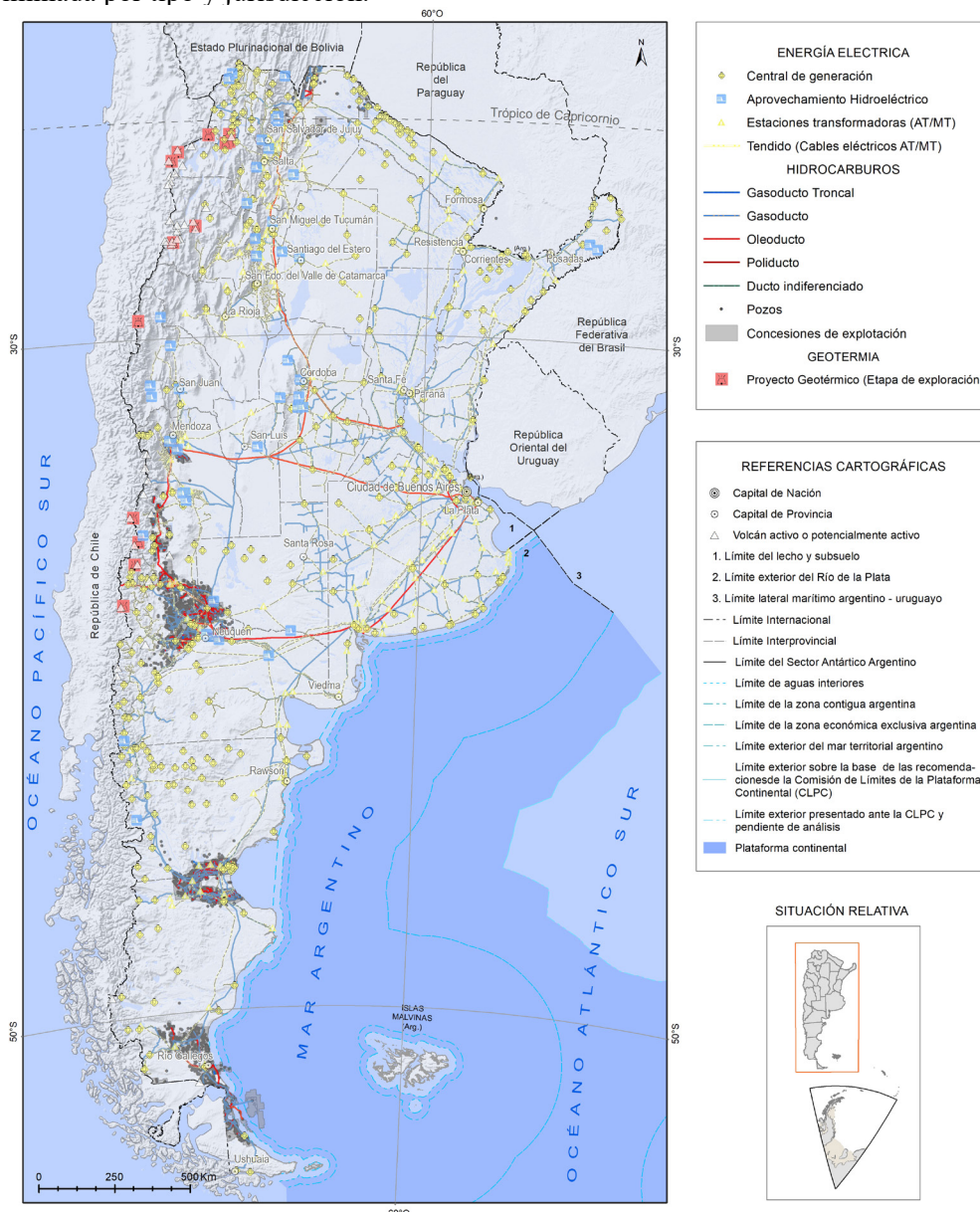


Figura 16. Información de base para caracterizar el factor *Infraestructura de Energía*. Incluye infraestructura de generación, transporte y distribución de energía eléctrica e hidrocarburos (petróleo y gas) y proyectos geotérmicos en etapa de exploración. Fuente: Secretaría de Energía 2022, Conde Serra y Johans 2021. Base cartográfica IGN (2023a). Imagen *SRTM Shaded Relief 2.1.0* (<https://www.naturalearthdata.com>).

Nacional (Parque Nacional, Reserva Nacional, Reserva Natural, Monumento Natural, Reserva Natural de la Defensa, Parque Interjurisdiccional Marino, Área Marina Protegida) y Provincial (Parque Provincial, Reserva Provincial, Reserva Natural, Reserva de Usos Múltiples, Refugio de Vida Silvestre, Monumento Natural, Paisaje Protegido, Reserva Municipal y Reserva Privada). La información de base se obtuvo en formato vectorial y tablas del Sistema Federal de Áreas Protegidas (SIFAP 2022) (Cuadro 12, Fig. 20 y Fig. 21).

- Turismo: Incluye información relativa a infraestructura de turismo como centros de esquí, centros termales, hoteles y campings, obtenida en formato vectorial de IGN (2023a) y del Padrón Único Nacional de Alojamiento (PUNA 2023), complementada con información obtenida de los sitios web de organismos provinciales y municipales de turismo. Es importante destacar que la información turística, tanto las estadísticas como la distribución y caracterización de infraestructura, no es homogénea a escala nacional. En general el grado de detalle de las bases de datos varía según la provincia analizada.
- Minería: Se consideraron puntos de explotación minera (minas y canteras) obtenidos en formato vectorial de la Secretaría de Energía (2022) e IGN (2023a).
- Actividad agropecuaria: Se consideraron emprendimientos agropecuarios (establecimientos agropecuarios y puestos) y áreas de cultivo,

obtenidos en formato vectorial de IGN (2023a).

- Vegetación y usos del suelo: se consideraron áreas con vegetación natural y artificial (IGN 2023a).
- Actividad acuícola: Se consideraron sólo los criaderos de truchas por su ubicación en el área proximal de los sistemas volcánicos, sin tener en cuenta los criaderos de otras especies localizados a grandes distancias (mayormente en la Mesopotamia). La información se digitalizó a partir de datos obtenidos de la Red de Fortalecimiento de la Acuicultura (ReFACUA 2022).

Una vez ponderados todos los factores, se obtuvo el *Índice de Exposición* (IE) para cada volcán (Cuadro 13 y Fig. 22). Este índice varía entre 12,7 y 2,3 correspondientes al volcán Tuzgle y grupo volcánico Salar de Arizaro respectivamente. Los resultados se agruparon en cinco niveles de exposición que varían desde muy alta a muy baja, cuyos límites corresponden a los quiebres en la distribución. Los sistemas volcánicos que presentan mayor exposición son Tuzgle, Copahue, Tromen, Lanín y Pali Aike, en ese orden.

3.4. RIESGO VOLCÁNICO RELATIVO

El riesgo volcánico relativo (*Threat*) se obtiene del producto de los índices de peligrosidad y exposición estimados previamente (Cuadros 6 y 13). En el cuadro 14 se presenta el ranking de riesgo volcánico relativo, que corresponde al ordenamiento de los resultados de mayor

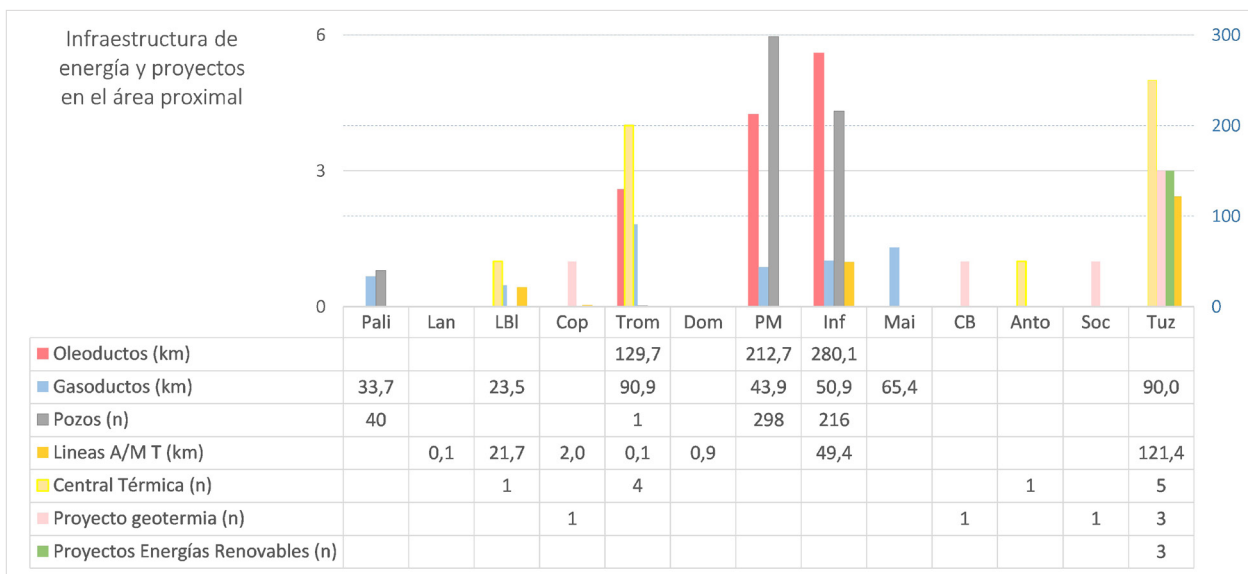


Figura 17. Infraestructura y proyectos de energía expuestos en el área proximal de los sistemas volcánicos analizados. El eje vertical derecho corresponde a la longitud (km) de oleoductos, gasoductos y tendidos eléctricos de alta y media tensión (Lineas A/MT). El eje vertical izquierdo hace referencia al número de centrales térmicas de generación de energía eléctrica, proyectos geotérmicos y de energías renovables, y concesiones de explotación y permisos de exploración. Por cuestiones de escala el número de pozos se representa en el eje vertical derecho. Sistemas volcánicos ordenados de norte a sur: Tuz: Tuzgle, Soc: Socompa, Anto: Antofagasta de la Sierra, CB: Cerro Blanco, Mai: Maipo, Inf: Infiernillo, PM: Payún Matrú, Dom: Domuyo, Trom: Tromen, Cop: Copahue, LBI: Laguna Blanca, Lan: Lanín, Pali: Pali-Aike.

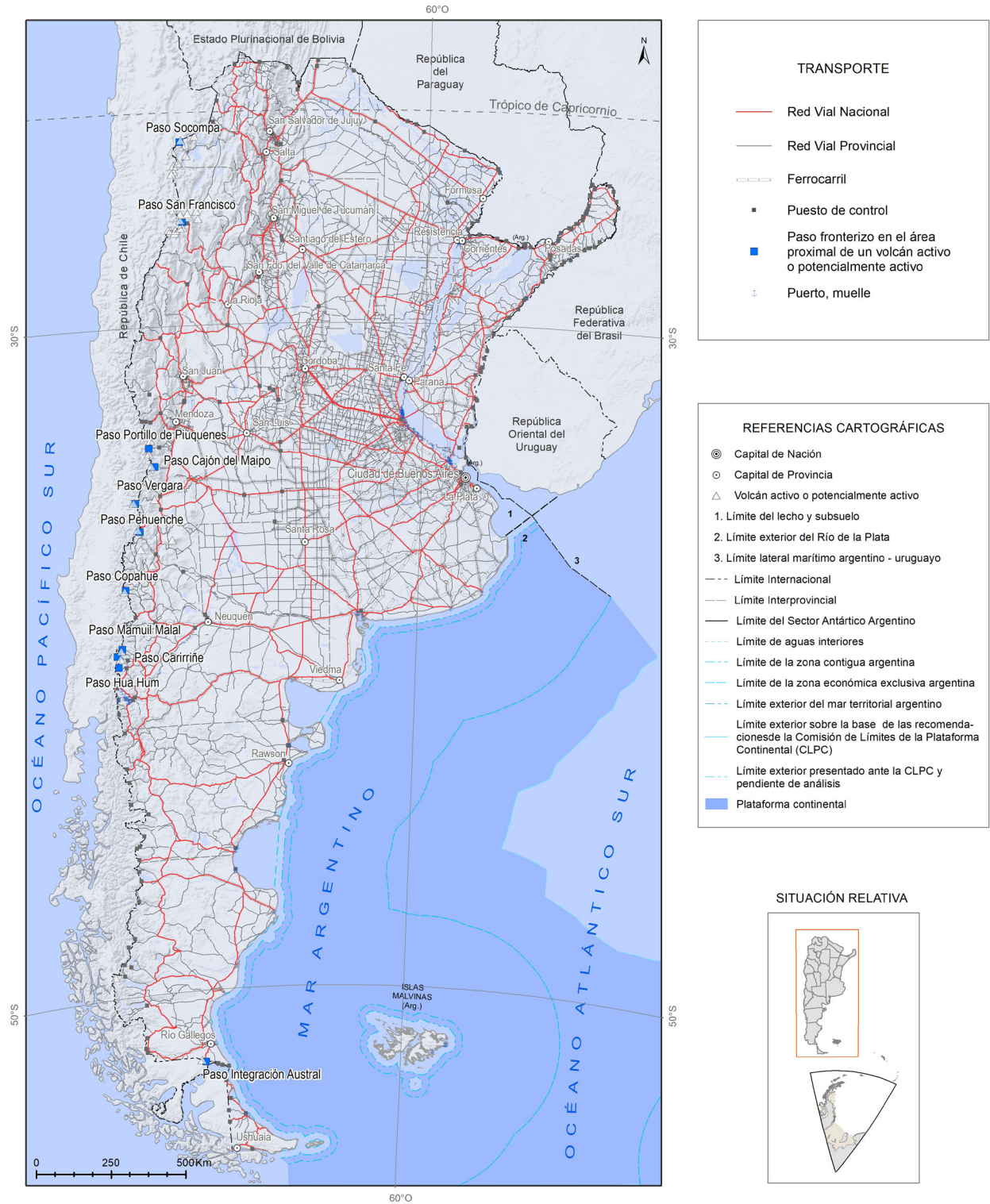


Figura 18. Información de base utilizada para caracterizar el factor *Infraestructura de Transporte*. Incluye rutas principales (nacionales y provinciales), vías férreas e infraestructura portuaria. Se representan además los puestos de control fronterizo. Los pasos fronterizos localizados en el sector proximal de los volcanes analizados se representan en color azul (Fuente: IGN 2023a). Base cartográfica IGN (2023a). *Imagen SRTM Shaded Relief 2.1.0* (<https://www.naturalearthdata.com>).

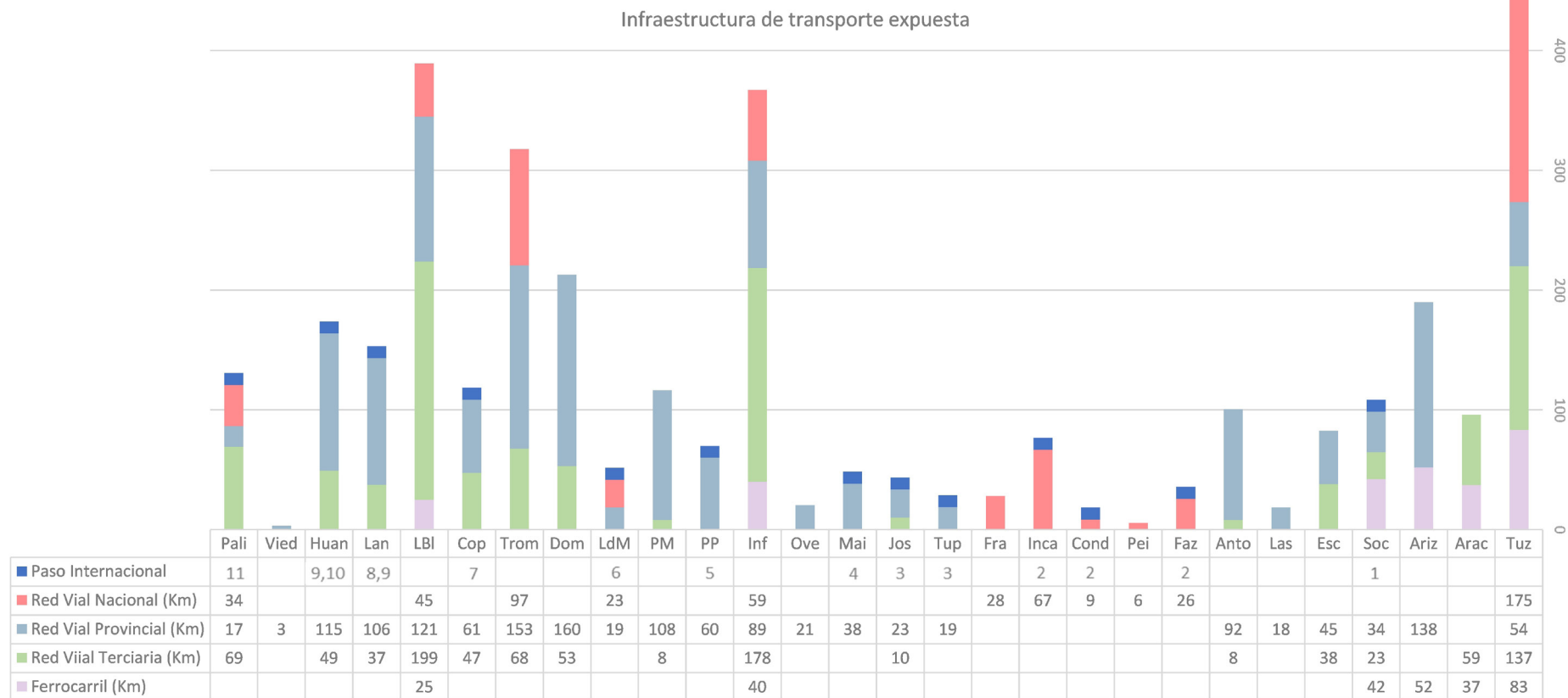


Figura 19. Infraestructura de transporte expuesta en el área proximal de los sistemas volcánicos analizados. La red vial (nacional, provincial y terciaria) y las vías férreas se representan en longitud de tramo expuesto (km). Pasos internacionales expuestos= 1: Socompa, 2: San Francisco, 3: Portillo de Piuquenes, 4: Cajón del Maipo, 5: Vergara, 6: Pehuenche, 7: Copahue, 8: Mamuil Malal, 9: Carirriñe, 10: Hua-Hum, 11: Integración Austral. Sistemas volcánicos ordenados de norte a sur: Tuz: Tuzgle, Arac: Aracar, Ariz: Salar de Arizaro, Soc: Socompa, Esc: Escorial, Las: Lastarria, Anto: Antofagasta de la Sierra, Faz: Falso Azufre, Pei: Peinado, Cond: El Cóndor, Inca: Incahuasi, Fra: El Fraile, Tup: Tupungatito, Jos: San José, Mai: Maipo, Ove: Overo, Inf: Infiernillo, PP: Planchón-Peteroa, PM: Payún Matrú, LdM: Laguna del Maule, Dom: Domuyo, Trom: Tromen, Cop: Copahue, LBI: Laguna Blanca, Lan: Lanín, Huan: Huanquihue, Vied: Viedma, Pali: Pali-Aike.

ÁREA PROTEGIDA	PROVINCIA	VOLCÁN/ES
NACIONAL		
Parque y Reserva Nacional Laguna Blanca	Neuquén	Laguna Blanca
Parque y Reserva Nacional Lanín	Neuquén	Lanín, Huanquihue
Parque y Reserva Nacional Los Glaciares	Santa Cruz	Viedma
PROVINCIAL		
Reserva Provincial de Fauna y Flora Olaroz-Cauchari	Jujuy	Tuzgle
Reserva Natural de Uso Múltiple Los Andes	Salta	Tuzgle, Aracar, Salar de Arizaro, Socompa, Lullailaco
Refugio Provincial de Vida Silvestre Laguna de Socompa	Salta	Socompa
Reserva Natural de Vida Silvestre Laguna Blanca	Catamarca	Antofagasta de la Sierra
Área Natural Protegida Provincial Campo de Piedra Pómez	Catamarca	Cerro Blanco, Cuero de Purulla, Peinado
Parque Provincial Volcán Tupungato	Mendoza	Tupungatito
Parque Provincial Cordón del Plata	Mendoza	Tupungatito
Reserva Recreativa Natural y Reserva de Uso Múltiple Manzano - Portillo de Piuquenes	Mendoza	Tupungatito, San José
Reserva Natural Provincial Laguna del Diamante	Mendoza	Maipo, San José
Reserva Natural Hídrica Lagunas del Atuel	Mendoza	Overo, Infiernillo
Reserva Natural Manejada - Santuario de Flora y Fauna - Monumento Natural La Payunia	Mendoza	Payún Matrú
Reserva de Uso Múltiple Domuyo	Neuquén	Domuyo
Parque Provincial El Tromen	Neuquén	Tromen
Parque Provincial Copahue	Neuquén	Copahue
Parque Provincial Boca del Chimehuín	Neuquén	Lanín, Huanquihue
Monumento Natural Provincial Cerro Chaltén	Santa Cruz	Viedma
Reserva Provincial Lago del Desierto	Santa Cruz	Viedma
Reserva Provincial Laguna Azul	Santa Cruz	Pali-Aike
INTERNACIONAL		
SITIOS RAMSAR		
Lagunas Altoandinas y Puneñas de Catamarca	Catamarca	Antofagasta de la Sierra, Cerro Blanco, Cueros de Purulla, El Cóndor, Peinado, Incahuasi, El Fraile, Ojos del Salado, El Solo, Tipas, Tres Cruces
Laguna Blanca	Neuquén	Laguna Blanca
Parque Provincial El Tromen	Neuquén	Tromen
RESERVAS DE LA BIÓSFERA		
Laguna Blanca	Catamarca	Antofagasta de la Sierra
Andino Norpatagónica	Neuquén	Lanín, Huanquihue
SITIOS DE PATRIMONIO MUNDIAL		
Parque y Reserva Nacional Los Glaciares	Santa Cruz	Viedma

Cuadro 12. Áreas protegidas agrupadas según su jurisdicción. La columna VOLCÁN/ES: incluye el/los sistemas volcánicos ubicados dentro de cada área protegida. Fuente: SIFAP 2022.

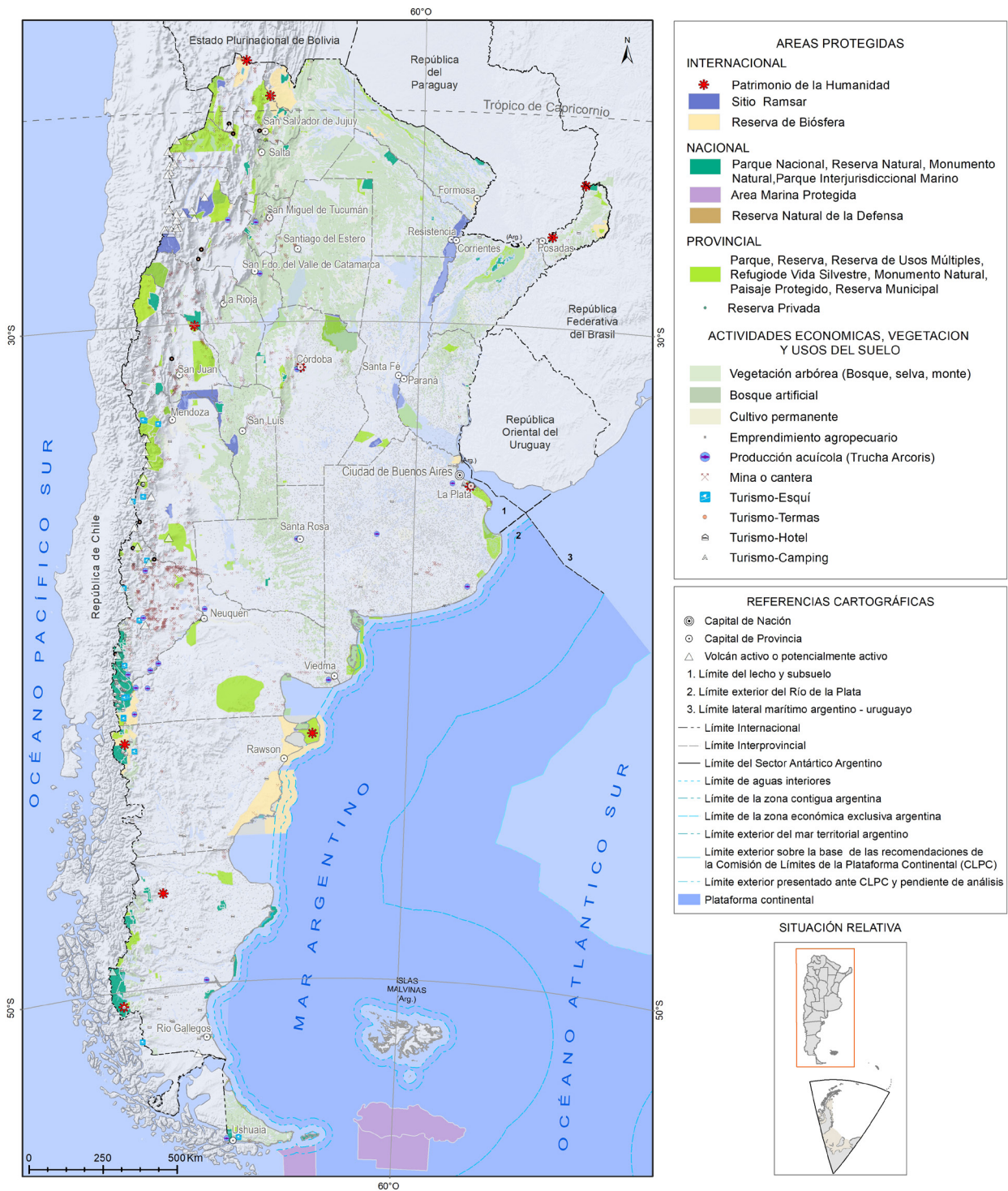


Figura 20. Información de base utilizada para caracterizar factor *Áreas Sensibles o de Desarrollo Considerable*. Incluye: áreas protegidas según jurisdicción y tipo, infraestructura de turismo (centros de esquí, centros termales, hoteles y campings), minería (minas y canteras), actividad agropecuaria (emprendimientos agropecuarios), vegetación (natural y artificial), actividad acuícola (criaderos de truchas). Fuentes: SIFAP 2022, IGN 2023, Secretaría de Energía 2022, ReFACUA 2022. Base cartográfica IGN (2023a). Imagen SRTM Shaded Relief 2.1.0 (<https://www.naturalearthdata.com>).

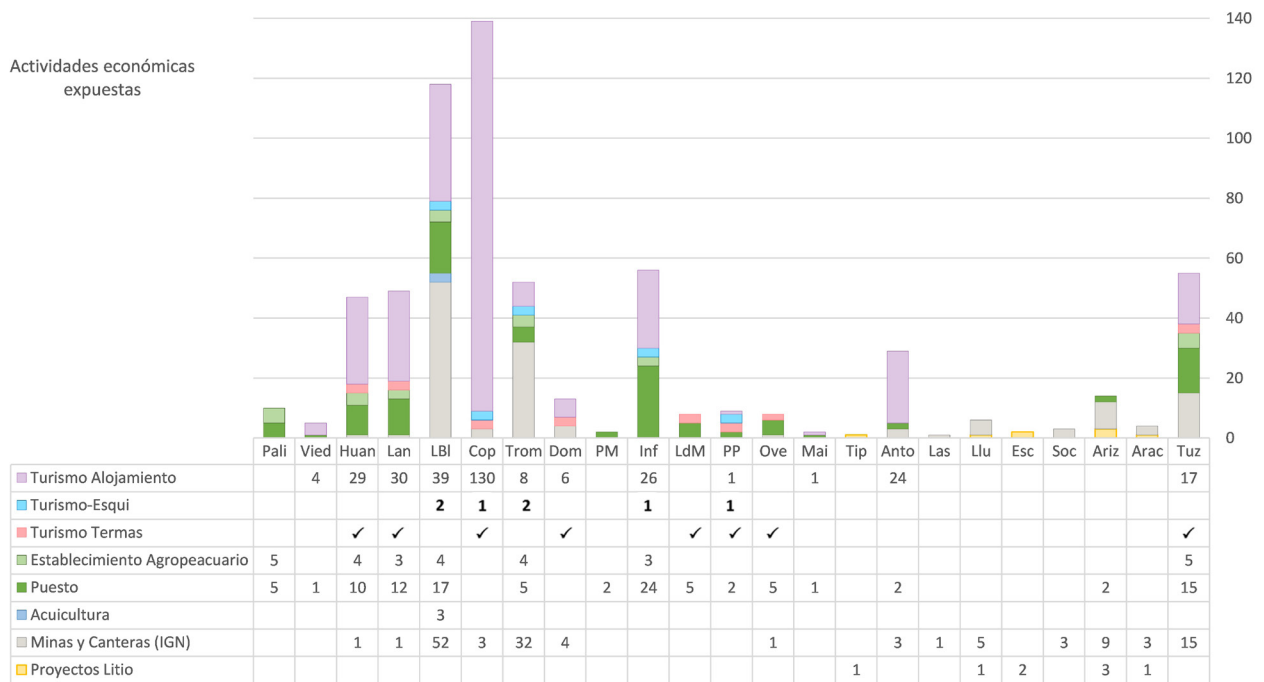


Figura 21. Elementos expuestos en el área proximal de los sistemas volcánicos analizados correspondientes al factor *Áreas Sensibles o de Desarrollo Considerable*. Incluye infraestructura o emprendimientos vinculados a turismo (alojamientos turísticos, PUNA 2023), actividad agropecuaria (establecimientos agropecuarios y puestos, IGN 2023a), actividad acuícola (ReFACUA 2022), minería (minas y canteras, IGN 2023a) y proyectos de litio (Secretaría de Energía 2022). Expresados según cantidad de emprendimientos (n), a excepción de los emprendimientos vinculados a la práctica de esquí que están discriminados según tipo en 1 (centros de esquí) y 2 (parques de nieve); y las áreas termales con uso turístico están señalizadas con un tilde (✓) (IGN 2023a). Sistemas volcánicos ordenados de norte a sur: Tuz: Tuzgle, Arac: Aracar, Ariz: Salar de Arizaro, Soc: Socompa, Esc: Escorial, Llu: Llullaillaco, Las: Lastarria, Anto: Antofagasta de la Sierra, Tip: Tipas, Mai: Maipo, Ove: Overo, PP: Planchón-Peteroa, LdM: Laguna del Maule, Inf: Infiernillo, PM: Payún Matrú, Dom: Domuyo, Trom: Tromen, Cop: Copahue, LBI: Laguna Blanca, Lan: Lanín, Huan: Huanquihue, Vied: Viedma, Pali: Pali-Aike.

a menor. Incluye, además, los índices de peligrosidad, exposición, riesgo relativo de la aviación y *unrest*. El índice *unrest* corresponde a la suma de los factores de *unrest* (Ewert *et al.* 2005). El riesgo relativo de la aviación (RRAV) se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$RRA_v = (MIEV + AE_{500} + AE_{5.000} + RE) \times (ELA + ERA)$$

Siendo: M IEV el factor *Máximo IEV*, AE_{500} y $AE_{5.000}$ los factores *Actividad Explosiva en los últimos 500 y 5.000 años*, RE el factor *Recurrencia Eruptiva* y ELA y ERA la *Exposición Local y Regional* de la Aviación.

Los resultados de la evaluación de riesgo volcánico relativo (RVR) varían desde un máximo de 161 (volcán Copahue) hasta 2 (grupo volcánico Salar de Arizaro) y presentan una distribución con tendencia exponencial (Cuadro 14, Fig. 23 y Fig. 24). Los sistemas volcánicos analizados fueron agrupados en 5 niveles de RVR (muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo), a diferencia de las versiones anteriores en las que se agruparon en cuatro categorías. Los límites entre niveles corresponden a los quiebres en la distribución.

El grupo RVR muy alto incluye volcanes con valores de riesgo relativo entre 161 y 124, índices de peligrosidad y exposición altos a muy altos, *unrest* mayor o igual 1 y riesgo de la aviación alto. Por un lado, se reconocen sistemas volcánicos con registro de erupciones históricas, caracterizadas por eventos explosivos de magnitud moderada a baja, con alta recurrencia eruptiva (Planchón-Peteroa, Copahue y Tupungatito). Por otro, sistemas que presentan registro de erupciones holocenas de magnitud moderada a alta (Lanín, Laguna del Maule y Cerro Blanco). Se destacan los complejos volcánicos Cerro Blanco y Laguna del Maule que han generado eventos eruptivos postglaciales y holocenos de $IEV \geq 5$ (Fierstein *et al.* en prep., Gho *et al.* 2019, Báez *et al.* 2015, Fernández-Turiel *et al.* 2019). Todos los volcanes, excepto el complejo volcánico Cerro Blanco, se encuentran monitoreados por el OAVV y el OVDAS. El complejo volcánico Laguna del Maule y el volcán Lanín han presentado períodos de incremento en su actividad que han provocado cambios en el nivel de alerta volcánica durante la última década.

N°	NOMBRE	IE	NIVEL DE EXPOSICIÓN
1	Tuzgle	12,728	MUY ALTO
2	Copahue	12,365	
3	Tromen	12,131	
4	Lanín	12,095	
5	Pali Aike	11,803	
6	Maipo	11,124	ALTO
7	Domuyo	10,809	
8	Payún Matrú	10,799	
9	Tupungatito	10,411	
10	Overo	10,164	
11	San José	10,135	
12	Cerro Blanco	10,089	
13	Planchón-Peteroa	9,749	
14	Laguna del Maule	9,500	MODERADO
15	Viedma	9,454	
16	Huanquihue	9,301	
17	Cueros de Purulla	9,098	
18	Socompa	8,899	
19	Incahuasi	8,473	
20	Escorial	8,353	
21	Laguna Blanca	8,190	
22	El Cóndor	7,431	BAJO
23	Lastarria	7,278	
24	Peinado	7,256	
25	Aracar	6,976	
26	Infiernillo	6,682	
27	Llullaillaco	6,676	
28	Tipas	6,518	
29	El Fraile	6,461	
30	Cordón del Azufre	6,416	
31	Falso Azufre	6,411	
32	Bayo Gorbea	6,292	
33	Antofagasta	5,913	
34	Ojos del Salado	5,443	MUY BAJO
35	El Solo	5,200	
36	Tres Cruces	5,193	
37	Sierra Nevada	4,374	
38	Salar de Arizaro	2,301	

Cuadro 13. Índice de exposición (IE) estimado para los 38 sistemas volcánicos analizados. La columna N° corresponde al orden de mayor a menor IE. La columna NIVEL DE EXPOSICIÓN agrupa los resultados en 5 clases (muy alta a muy baja).

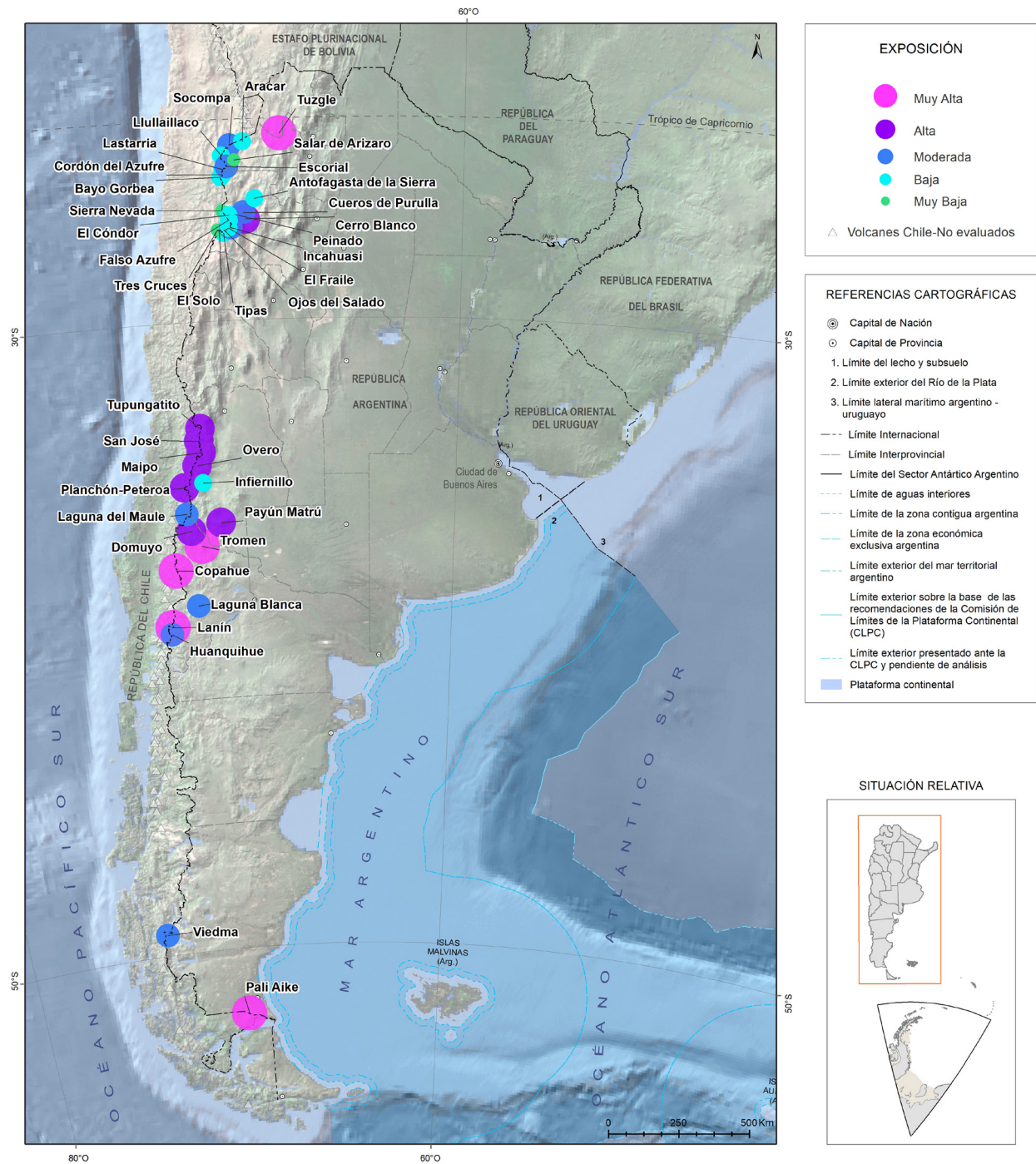


Figura 22. Niveles de exposición asociados a los sistemas volcánicos activos del territorio argentino continental. Base cartográfica IGN (2023a). Imagen: combinación de ArcGIS World Image y modelo de elevación digital GMRT v.4.1 (Ryan *et al.* 2009).

da (SERNAGEOMIN 2017, SERNAGEOMIN 2023c, SEGEMAR 2023). El complejo volcánico Cerro Blanco posee registro de deformación, desgasificación y actividad sísmica (Mulcahy *et al.* 2010, 2014, Pritchard y Simmons 2002, 2004, Chiodi *et al.* 2019, Lamberti *et al.* 2020, Vélez *et al.* 2021), esta última estaría vinculada a actividad tectónica en fallas ubicadas al norte del complejo volcánico (Mulcahy *et al.* 2014).

El siguiente grupo (RVR alto) incluye 4 volcanes (Maipo, San José, Socompa y Tromen), cuyos valores de riesgo varían entre 100 y 85. Todos presentan índices de peligrosidad, exposición y riesgo de la aviación altos y como mínimo una señal de *unrest*. Los volcanes Maipo, San José y Tromen presentan registro de erupciones históricas, en tanto que el Socompa posee registro holoceno.

NIVEL	N°	NOMBRE	UBICACIÓN	PROVINCIA	RVR	IP	IE	RAV	U
MUY ALTO	1	Copahue	Arg-Chile	Neuquén	160,747	13	12,365	21,965	3
	2	Planchón-Peteroa	Arg-Chile	Mendoza	146,232	15	9,749	34,947	2
	3	Lanín	Arg-Chile	Neuquén	133,046	11	12,095	29,039	1
	4	Laguna del Maule	Arg-Chile	Mendoza/Neuquén	132,998	14	9,500	35,051	3
	5	Cerro Blanco	Argentina	Catamarca	131,159	13	10,089	34,835	3
	6	Tupungatito	Arg-Chile	Mendoza	124,933	12	10,411	24,138	2
ALTO	7	Maipo	Arg-Chile	Mendoza	100,113	9	11,124	12,026	1
	8	San José	Arg-Chile	Mendoza	91,214	9	10,135	12,069	2
	9	Socompa	Arg-Chile	Salta	88,988	10	8,899	23,595	2
	10	Tromen	Argentina	Neuquén	84,918	9	12,131	16,474	1
MODERADO	11	Lastarria	Arg-Chile	Catamarca/Salta	65,501	9	7,278	17,027	3
	12	Domuyo	Argentina	Neuquén	64,853	6	10,809	9,711	3
	13	Tuzgle	Argentina	Jujuy	63,642	5	12,728	12,020	1
	14	Pali Aike	Arg-Chile	Santa Cruz	59,017	5	11,803	11,304	0
	15	Payún Matrú	Argentina	Mendoza	53,997	5	10,799	16,548	0
	16	Overo	Argentina	Mendoza	50,819	5	10,164	12,041	1
	17	Huanquihue	Argentina	Neuquén	46,504	5	9,301	18,508	0
	18	Llullaillaco	Arg-Chile	Salta	40,055	6	6,676	17,027	0
BAJO	19	Viedma	?	Santa Cruz	28,361	3	9,454	5,281	0
	20	Cueros de Purulla	Argentina	Catamarca	27,295	3	9,098	5,934	0
	21	Ojos del Salado	Arg-Chile	Catamarca	27,216	5	5,443	7,196	1
	22	El Fraile	Arg-Chile	Catamarca	25,845	4	6,461	7,232	1*
	23	El Cóndor	Argentina	Catamarca	22,292	3	7,431	3,598	0
	24	Tres Cruces	Arg-Chile	Catamarca	20,771	4	5,193	7,181	0
	25	Infiernillo	Argentina	Mendoza	20,046	3	6,682	0,000	0
	26	Cordón del Azufre	Arg-Chile	Catamarca	19,248	3	6,416	5,638	1
	27	Falso Azufre	Arg-Chile	Catamarca	19,233	3	6,411	3,598	1
	28	Bayo Gorbea	Arg-Chile	Catamarca	18,875	3	6,292	5,593	1
	29	Laguna Blanca	Argentina	Neuquén	16,381	2	8,190	0,000	0
MUY BAJO	30	Peinado	Argentina	Catamarca	14,511	2	7,256	3,612	0
	31	Aracar	Argentina	Salta	13,952	2	6,976	5,976	0
	32	Tipas	Argentina	Catamarca	13,036	2	6,518	4,615	0
	33	Antofagasta	Argentina	Catamarca	11,827	2	5,913	0,000	0
	34	Sierra Nevada	Arg-Chile	Catamarca	8,748	2	4,374	3,596	1*
	35	Incahuasi	Arg-Chile	Catamarca	8,473	1	8,473	4,616	0
	36	Escorial	Arg-Chile	Salta	8,353	1	8,353	5,876	0
	37	El Solo	Arg-Chile	Catamarca	5,200	1	5,200	3,598	0
	38	Salar de Arizaro	Argentina	Salta	2,301	1	2,301	0,000	0

Cuadro 14. Ranking de riesgo volcánico relativo: resultados de la evaluación de riesgo volcánico relativo ordenados de mayor a menor valor de riesgo. NIVEL: nivel de riesgo, N°: posición dentro del ranking, RVR: riesgo volcánico relativo, IP: índice de peligrosidad; IE: índice de exposición, RAV: riesgo relativo de la aviación, U: *unrest*. *: No comprobado.

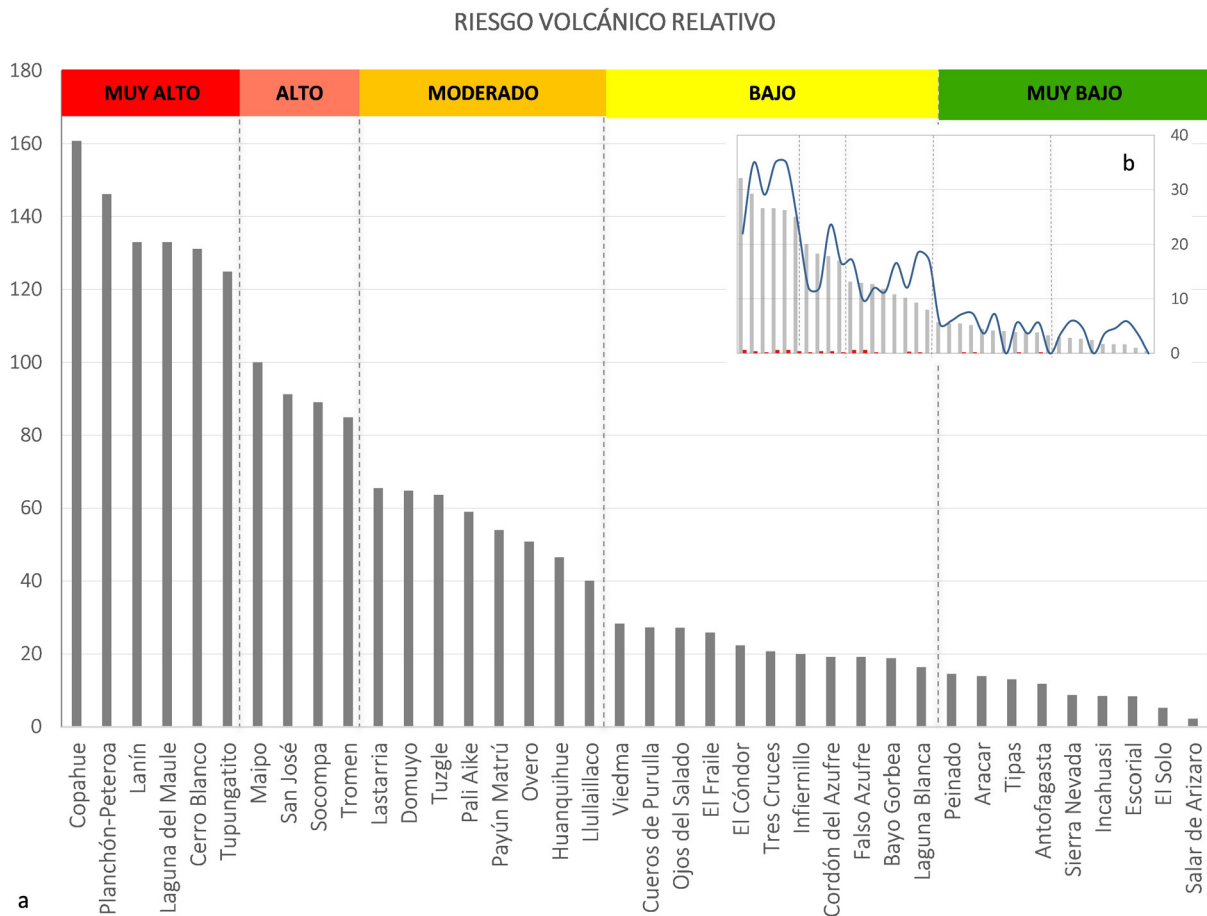


Figura 23. Evaluación de riesgo volcánico relativo para Argentina. (a): Resultados del análisis de riesgo ordenados de mayor a menor, los mismos presentan una distribución exponencial. Los quiebres en la distribución (línea de puntos) corresponden a los límites de los cinco niveles de RVR (muy alto, alto, moderado, bajo y muy bajo). (b): RVR (barras grises), riesgo de la aviación (RAV, curva azul) y *Unrest* (barras rojas).

El grupo RVR moderado incluye 8 sistemas volcánicos (Lastarria, Domuyo, Tuzgle, Pali Aike, Payún Matrú, Overo, Huanquihue y Llullaillaco) con valores que varían entre 65 y 40. Incluye volcanes con índices de peligrosidad moderada y de exposición alta a moderada. El riesgo de la aviación es en general moderado, con algunos valores por encima de la media (Lastarria). Los valores de *unrest* son variables entre 3 (Domuyo y Lastarria) y 0 (Payún Matrú). Los volcanes presentan registro de erupciones holocenas e históricas, con excepción del Domuyo que no cuenta con registro holoceno, pero es considerado activo a partir de evidencias de *Unrest* (Lundgren *et al.* 2020, entre otros).

El grupo catalogado con un nivel de RVR bajo incluye a los volcanes Viedma, Cueros de Purulla, Ojos del Salado, El Fraile, El Cóndor, Tres Cruces, Infiernillo, Cordón del Azufre, Falso Azufre, Bayo Gorbea y Laguna Blanca. Están caracterizados por valores de RVR bajo (entre 28 y 16) e índices de peligrosidad y exposición bajos, en ciertos casos moderados (Viedma y Cueros de Purulla). El riesgo

relativo de la aviación es bajo y el *unrest* máximo comprobado y no comprobado es 1 en ciertos volcanes (Cordón del Azufre, Bayo Gorbea, Ojos del Salado, El Fraile, Falso Azufre). Los únicos volcanes con actividad histórica u holocena, comprobada o creíble, son Ojos del Salado, Infiernillo y Viedma. La mayoría de los volcanes de este grupo son catalogados como potencialmente activos (Cuadro 1).

El grupo RVR muy bajo incluye sistemas volcánicos con valores de riesgo menor a 15, caracterizados por índices de peligrosidad muy bajos y de exposición bajos a muy bajos. Pertenecen a este grupo los sistemas volcánicos Peinado, Aracar, Tipas, Antofagasta de la Sierra, Sierra Nevada, Incahuasi, Escorial, El Solo y Salar de Arizaro. Todos los volcanes de este grupo son catalogados como potencialmente activos, sin certeza de actividad holocena. Se reconocen tanto estratovolcanes y complejos volcánicos, como centros eruptivos menores agrupados en campos o grupos volcánicos (Antofagasta de la Sierra y Salar de Arizaro). El riesgo de la aviación es bajo y el *unrest* es cero.

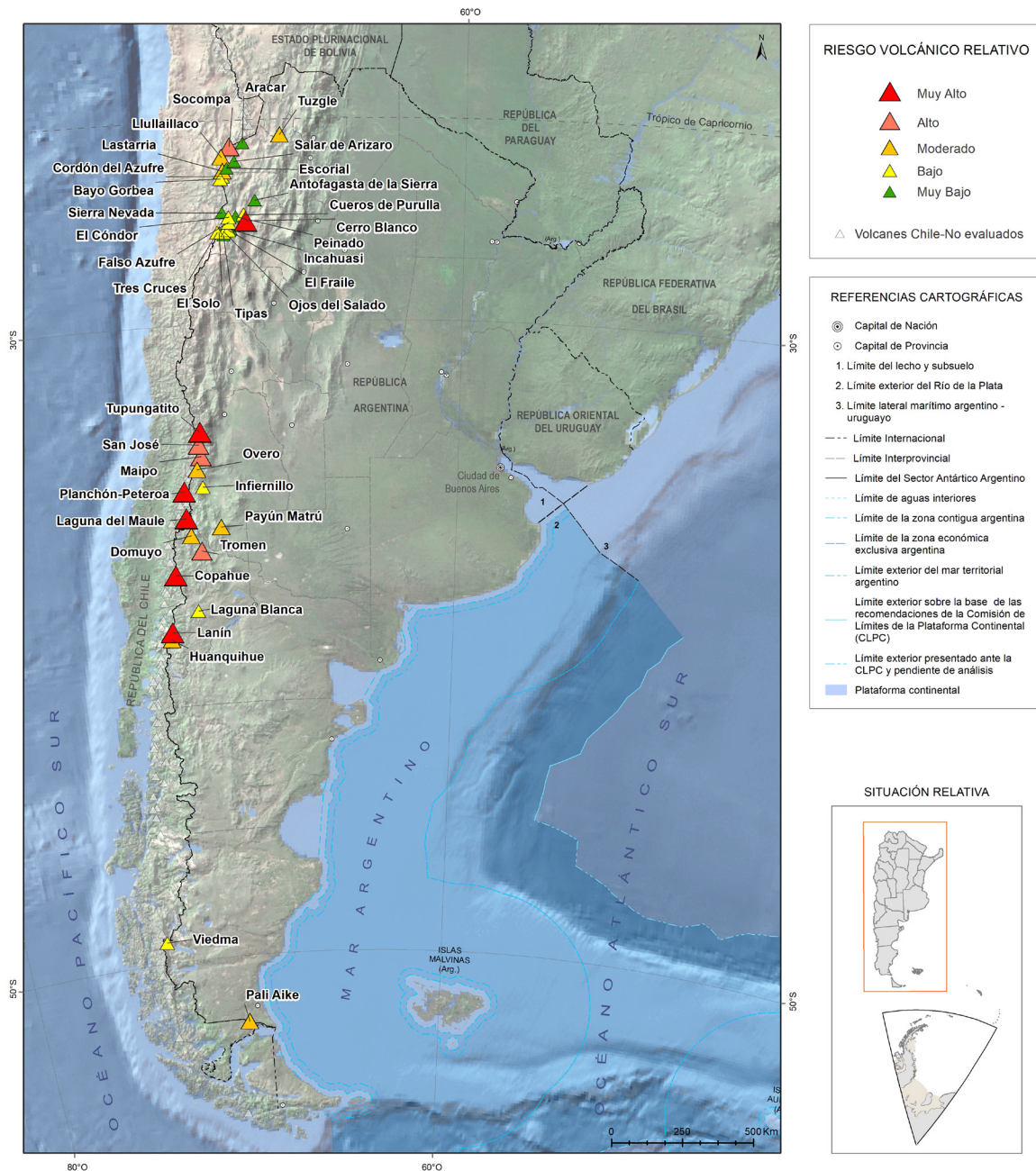


Figura 24. Evaluación de riesgo volcánico relativo para el territorio argentino continental. Se representan los 38 sistemas volcánicos analizados según el nivel de RVR que varía entre muy alto y muy bajo. Base cartográfica IGN (2023a). Imagen: combinación de ArcGIS World Image y modelo de elevación digital GMRT v.4.1 (Ryan *et al.* 2009).

3.5. DISTRIBUCIÓN DE PARÁMETROS DE RIESGO A NIVEL NACIONAL

A lo largo del territorio argentino varían tanto el tipo y distribución de los volcanes como el riesgo y sus componentes. En territorio continental, la provincia que cuenta con un mayor número de volcanes activos y potencialmente activos es Catamarca, seguida de Mendoza, Neuquén, Salta, Santa Cruz y Jujuy, en ese orden (Cuadro 1, Fig. 25 y Fig. 26). No obstante, la provincia de Mendoza cuenta con un mayor porcentaje de volcanes con actividad histórica

u holocena confirmada, mientras que la provincia de Catamarca cuenta con el mayor porcentaje de volcanes potencialmente activos, es decir sin actividad holocena confirmada (Cuadro 1).

Los resultados de la evaluación de peligrosidad indican que el sistema volcánico andino más peligroso, sin considerar aquellos ubicados completamente en Chile, es el complejo volcánico Planchón-Peteroa (Cuadro 6a, Fig. 13 y Fig. 26), seguido por los complejos volcánicos Laguna del Maule y Cerro Blanco, y por los volcanes Copahue, Tupungatito y Lanín. A nivel regional, la provincia de Mendoza

se caracteriza por un mayor índice de peligrosidad máximo y medio, seguida de Neuquén (Cuadro 15 y Fig. 26). Al analizar esta distribución es importante considerar el menor grado de conocimiento geológico

de los volcanes de la Puna (mayor porcentaje de volcanes potencialmente activos) que podría estar influenciando los resultados de la evaluación de peligrosidad.

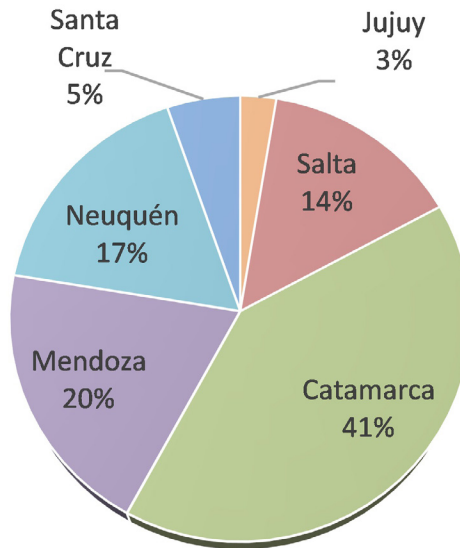


Figura 25. Porcentaje de volcanes (activos y potencialmente activos) por provincia.

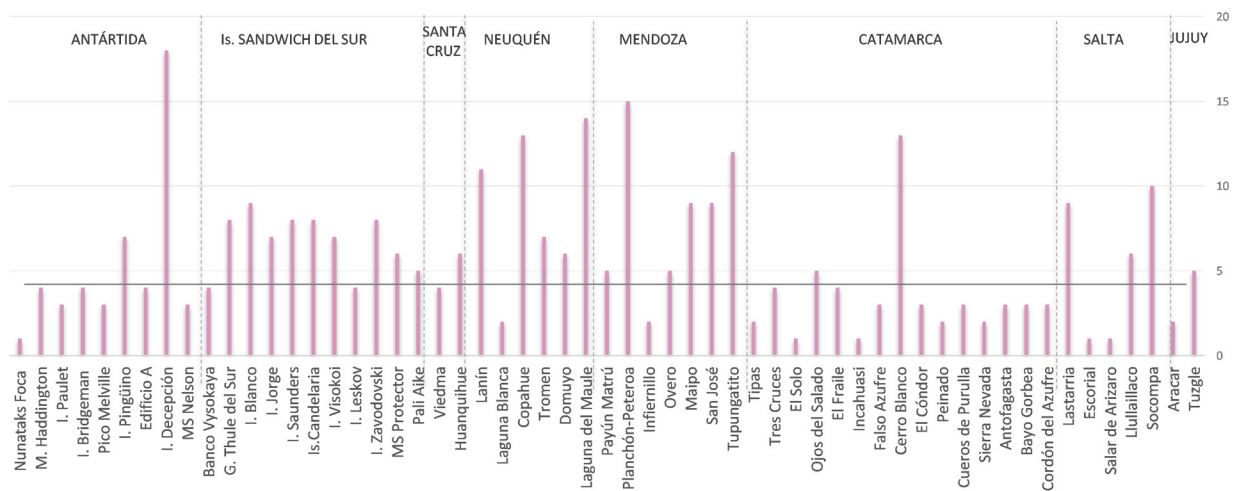


Figura 26. Índice de peligrosidad (IP) para los sistemas volcánicos activos y potencialmente activos ubicados en las 3 regiones analizadas. Los volcanes están ordenados latitudinalmente (de menor a mayor) de izquierda a derecha. La línea sólida corresponde al IP medio (5,6).

PROVINCIA	IP _M	IP _m	IE _M	IE _m	RVR _M	RVR _m
Jujuy	5	5	12,7	12,7	63,6	63,6
Salta	10	4,8	8,9	6,8	88,9	36,5
Catamarca	13	3,8	10,1	6,7	131,2	27,8
Mendoza	15	8,9	11,1	9,8	146,2	89,2
Neuquén	14	8,4	12,4	10,6	160,7	92,7
Santa Cruz	5	4,5	11,8	10,6	59,0	48,4
Is. Sandwich del Sur	9	6,1	Ne	Ne	Ne	Ne
Antártida	18	5,5	Ne	Ne	Ne	Ne

Cuadro 15. Resultados de la evaluación de riesgo volcánico relativo por provincia y región. IPM: índice de peligrosidad máximo, IPm: índice de peligrosidad medio, IEM: índice de exposición máximo, IEm: índice de exposición medio, RVRM: riesgo volcánico relativo máximo y RVRm: riesgo volcánico relativo medio. Ne: no evaluado.

La comparación regional de los resultados de la evaluación de exposición arroja que las provincias con un mayor grado de exposición son Jujuy y Neuquén, seguidas de Santa Cruz, Mendoza, Catamarca y Salta. En la figura 27 se representan los elementos expuestos en el área proximal de los sistemas volcánicos analizados para cada provincia. El número de personas expuestas en el terreno, al igual que el número de asentamientos es mayor en la provincia del Neuquén. Es importante considerar la gran contribución al valor de exposición de las personas en vuelo en las provincias de Jujuy, Salta, Catamarca y Mendoza. Neuquén también encabeza la exposición respecto al desarrollo de vías de comunicación terrestres, número de áreas protegidas expuestas, minería y turismo. La provincia de Jujuy encabeza la exposición en cuanto a infraestructura de energía eléctrica. Por otro lado, la provincia de Mendoza cuenta con el mayor nivel de exposición en relación a la producción y distribución de hi-

drocarburos. Si bien esta cuantificación es muy general, la información sobre la distribución, tipo y cantidad de elementos expuestos resulta de suma importancia para la elaboración de planes de manejo de emergencias.

Comparando el riesgo volcánico relativo, la provincia con mayor nivel de RVR (máximo y medio) es Neuquén, seguida de Mendoza. Las provincias de Catamarca, Salta, Jujuy y Santa Cruz siguen en orden decreciente de RVR máximo, en tanto que el RVR medio disminuye de Jujuy, Santa Cruz, Salta y Catamarca (Cuadro 15 y Fig. 28).

Al analizar y comparar regionalmente los resultados de peligrosidad, exposición y riesgo, es importante considerar las limitaciones existentes en la información de base. En este sentido, tanto la heterogeneidad en el conocimiento geológico de los volcanes, como en las bases de datos socio-económicas de las distintas provincias podrían estar influenciando los resultados.

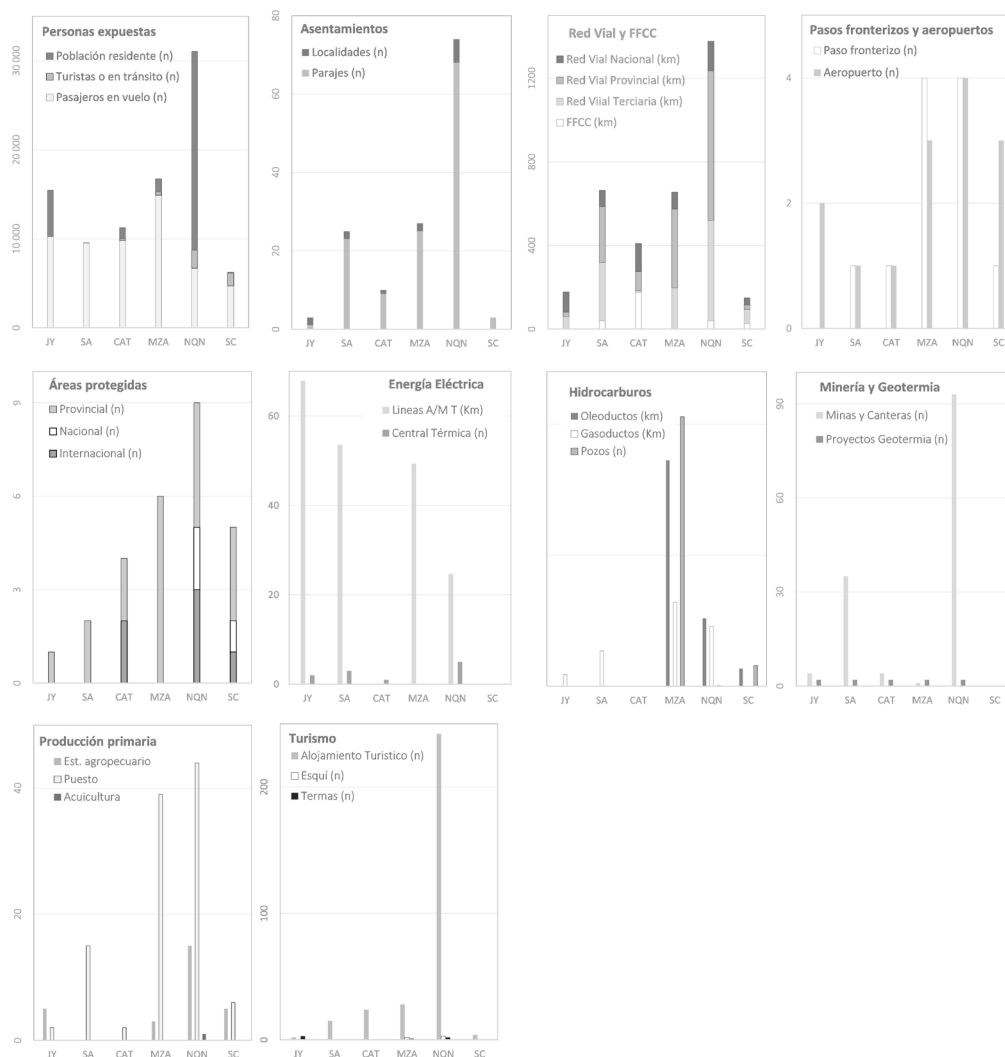


Figura 27. Elementos expuestos en el área proximal de los sistemas volcánicos analizados por provincia. JY: Jujuy, SA: Salta, CAT: Catamarca, MZA: Mendoza, NQN: Neuquén, SC: Santa Cruz. Se representan el número de personas expuestas (incluye población residente, turistas o personas en tránsito y personas en vuelo), asentamientos (localidades y parajes, IGN 2023a), red vial y FFCC, pasos fronterizos y aeropuertos, áreas protegidas, infraestructura de generación y transporte de energía eléctrica e hidrocarburos, minería y geotermia, producción primaria y turismo. Fuentes: consultar el capítulo 3.3.

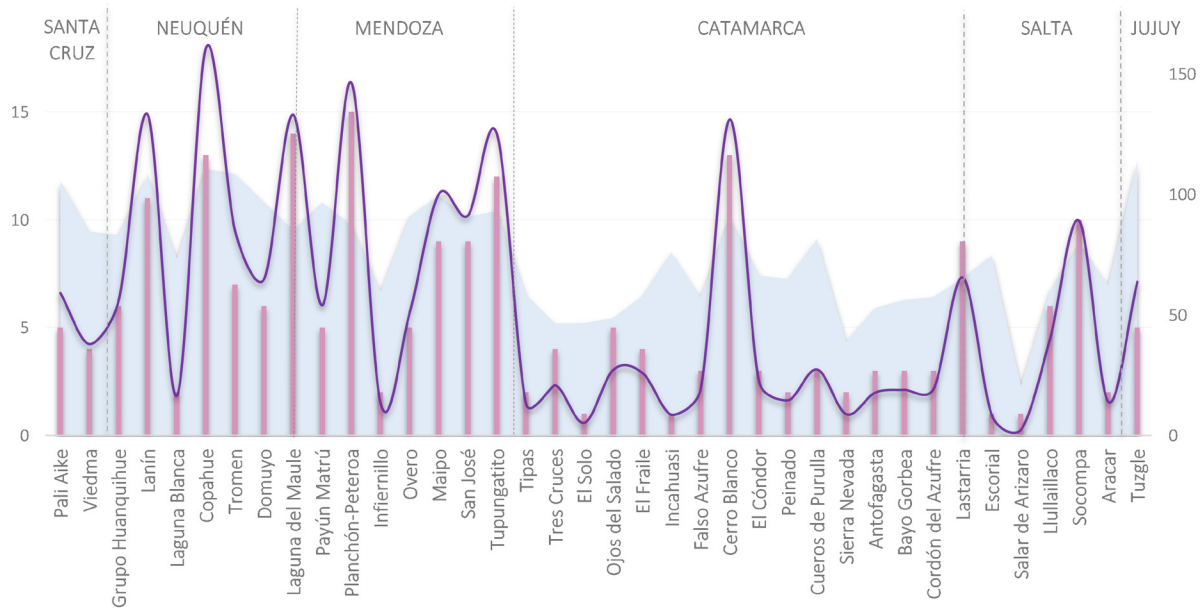


Figura 28. Riesgo volcánico relativo (curva violeta), índice de peligrosidad (barras rosas) e índice de exposición (área celeste), para cada sistema volcánico, ordenados por latitud. Se indican las provincias correspondientes. Eje vertical derecho: valor de riesgo volcánico relativo, eje vertical izquierdo: valor de los índices de peligrosidad y exposición.

4. DISCUSIÓN, ALCANCES Y LIMITACIONES

Los resultados de la evaluación de riesgo volcánico relativo (Cuadro 14 y Fig. 19) proveen un marco estandarizado que permite comparar los niveles de riesgo y sus componentes entre diferentes volcanes y regiones de nuestro país.

La finalidad de la evaluación de riesgo volcánico relativo es la generación de un enfoque consistente, sistemático y objetivo para la planificación de actividades destinadas a la reducción del riesgo volcánico a nivel nacional. Es una herramienta de utilidad para comunicar los niveles de riesgo volcánico del país tanto a los diferentes actores del ciclo de manejo de riesgo como a la población, para asistir a la toma de decisiones, planificación de tareas de reducción de riesgo y distribución de recursos. Sin embargo, es necesario tener en cuenta los objetivos, alcances y limitaciones del análisis realizado. Por un lado, no constituye un estudio de riesgo estricto. La metodología utilizada es semicuantitativa y a escala nacional, y no considera probabilidad de ocurrencia de los eventos, susceptibilidad de distintos peligros, ni vulnerabilidad, capacidad o resiliencia.

Este trabajo constituye una primera aproximación que permite identificar los volcanes activos y potencialmente activos ubicados en nuestro territorio, valorar su grado de conocimiento y comparar los niveles de riesgo entre volcanes y regiones, y de

esta manera planificar distintos tipos de actividades de acuerdo a las necesidades identificadas.

Asimismo, es importante tener en cuenta que el análisis realizado no considera volcanes ubicados en territorio chileno que podrían afectar severamente nuestro país mediante dispersión y caída de tefras.

Es de suma importancia considerar la escala de trabajo (regional/subcontinental), precisión e incertidumbre de este estudio. Esta última incluye tanto la incertidumbre aleatoria, implícita en el fenómeno volcánico, como la epistémica, involucrada en el conocimiento incompleto de las características geológicas y las bases de datos socio-económicas. Como se mencionó en los capítulos precedentes, la caracterización de las componentes del riesgo requiere la adquisición y manejo de un gran volumen de información de base de distintas fuentes cuya disponibilidad, cantidad y calidad es heterogénea. Por un lado, el conocimiento de la estratigrafía postglacial, cronología y caracterización física de los distintos eventos es incompleto, hecho que limita la caracterización de la peligrosidad. Por otro lado, la disponibilidad de información socio-económica necesaria para la evaluación de la exposición también es dispar tanto entre diferentes regiones como entre factores de exposición analizados. A pesar de estas limitaciones, comparando la disponibilidad y calidad de información de base utilizada en esta actualización en comparación con versiones anteriores, ha mejorado notablemente tanto por el incremento

de estudios volcanológicos, como por la política nacional de datos abiertos.

El ranking de riesgo volcánico corresponde al ordenamiento decreciente de los resultados de la evaluación de riesgo e indica qué volcanes son prioritarios para la realización de estudios de detalle geológicos y de peligrosidad, actividades de monitoreo y planes de emergencia y divulgación. No obstante, es importante considerar que el orden en el ranking no necesariamente constituye un control primario al momento de planificar dichas actividades. Los resultados del análisis no sólo permiten identificar volcanes/regiones con mayor nivel de riesgo, peligrosidad o exposición, sino también volcanes o regiones con escasez de información que, aunque no encabezan el ranking, deberían constituir objetivos prioritarios para la realización de estudios de distinta índole (ej. Puna catamarqueña). El ranking de riesgo volcánico no implica un pronóstico de una futura erupción y tampoco es equivalente al Sistema Nacional de Alerta Temprana (*National Volcano Early Warning System*) (Ewert *et al.* 2005) destinado a priorizar actividades de monitoreo.

Por último, es de vital importancia el trabajo multidisciplinario para la interpretación de los resultados de la evaluación de riesgo, planificación de tareas, toma de decisiones y comunicación de los resultados, además de las consideraciones de alcance, escala y limitaciones del estudio.

5. CONCLUSIONES

El inventario de volcanes activos y potencialmente activos y la evaluación de riesgo volcánico relativo presentada en este trabajo corresponden a una actualización realizada en base a información geológica, socio-económica y ambiental publicada en la última década. El inventario de volcanes activos fue redefinido e incluye un total de 38 sistemas volcánicos ubicados total o parcialmente en territorio argentino continental, 14 volcanes en territorio Antártico y 13 en territorio de las islas Sandwich del Sur.

La evaluación de riesgo volcánico relativo permite agrupar a los volcanes del territorio argentino continental en 5 categorías de riesgo que varían entre Muy Alto y Muy Bajo. No se analizó el riesgo de los

volcanes de Antártida e islas del Atlántico Sur por la imposibilidad de obtención de información para caracterizar la exposición.

Los resultados de este estudio son utilizados para la planificación de estudios geológicos, de peligrosidad y actividades de monitoreo y divulgación llevadas en cabo en el SEGEMAR. Para el SMN, este estudio constituye un aporte consistente que permite la validación de la observación y monitoreo de ceniza volcánica en la atmósfera, además de reconocer los centros de mayor riesgo. Asimismo, son utilizados interinstitucionalmente en planes de reducción de riesgo a nivel nacional en el marco del SINAGIR.

El inventario de volcanes activos y potencialmente activos y la evaluación de riesgo volcánico relativo son estudios dinámicos, que se van modificando según se genera información de base necesaria para su elaboración. Los resultados de la evaluación de riesgo constituyen valores mínimos, que están sujetos a cambios según se vaya obteniendo mayor información sobre la estratigrafía holocena-postglacial, se den cambios en el sistema magmático y se desarrolle *unrest* o se modifique la exposición.

Para la planificación de tareas, la toma de decisiones destinadas a la reducción de riesgo y comunicación, es fundamental entender los alcances y limitaciones del inventario de volcanes activos y la evaluación de riesgo. Es importante además considerar que un gran número de volcanes en territorio chileno revisten un alto riesgo para el país y no fueron incluidos en este análisis.

6. AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a Catherine Hickson, cuya inspiración y soporte promovieron el desarrollo de este trabajo. Un reconocimiento muy especial a Estela Collini, que generó el vínculo entre ambos organismos. A Patricia Sruoga y Johanna Kaufman, por su apoyo constante y sus valiosas sugerencias. A Daniel Bertin, Luis Lara, Alvaro Amigo y María Paz Reyes-Hardy por el generoso intercambio de opiniones e información. A Daniela Villegas e Ignacio Gatti, por su desinteresada colaboración. A Adriana Balbi y Alejandro Celli por su detallada revisión.

7. TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC). 2021. Estadísticas. Recuperado el 5 de marzo de 2021 de <https://datos.anac.gob.ar/>.
- Aeropuertos Argentina 2000 (AA2000). 2022. Aeropuertos. Disponible en <https://www.aa2000.com.ar/aeropuertos#>.
- Aguilera, F., Benavente, O., Gutiérrez, F., Agosto, M., Caselli, A. 2011. Distribution of gas-water discharges and current geochemical survey along Planchón-Peteroa-Azufre Volcanic Complex, southern Chile. *Gas Workshop (Kamchatka)*, 11(1): 5.
- Aguilera, F., Tassi, F., Darrah, T., Moune, S., Vasalli, O. 2012. Geochemical model of a magmatic-hydrothermal system at the Lastarria volcano, northern Chile. *Bulletin of Volcanology* 74: 119-134.
- Aguilera, F., Benavente, O., Gutiérrez, F., Romero, J., Saltoris, O., González, R., Agosto, M., Caselli, A., Pizarro, M. 2016a. Eruptive activity of Planchón-Peteroa volcano for period 2010-2011, Southern Andean Volcanic Zone, Chile. *Andean Geology* 43 (1): 20-46. doi: 10.5027/andgeoV43n1-a02.
- Aguilera, F., Layana, S., Rodríguez-Díaz, A., González, C., Cortés, J., Inostroza, M. 2016b. Hydrothermal alteration, fumarolic deposits and fluids from Lastarria Volcanic Complex: A multidisciplinary study. *Andean Geology* 43 (2): 166-196. doi: 10.5027/andgeoV43n2-a02.
- Aguilera, F., Apaza, F., Del Carpio, J., Grosse, P., Jiménez, N., Ureta, G., Inostroza, M., Báez, W., Layana, S., Gonzalez, C., Rivera, M., Ortega, M., Gonzalez, R., Iriarte, R. 2022. Advances in scientific understanding of the Central Volcanic Zone of the Andes: a review of contributing factors. *Bulletin of Volcanology* 84: 22. doi: 10.1007/s00445-022-01526-y.
- Agosto, M., Varekamp, J. 2016. The Copahue volcanic-hydrothermal system and applications for volcanic surveillance. En Tassi, F., Vaselli, O., Caselli, A.T. (Eds.). *Copahue Volcano, Active Volcanoes of the World*: 199-238. Springer, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-662-48005-2_9.
- Agosto, M., Vélez, L. 2017. Avances en el conocimiento del Sistema Volcánico-Hidrotermal del Copahue: a 100 años del trabajo pionero de Don Pablo Groeber. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 74: 109-124.
- Agosto, M.R., Caselli, A.T., Dos Santos Afonso, M. 2004. Manifestaciones de piritas framboidales en fumarolas de la Isla Decepción (Antártida): implicancias genéticas. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 59: 152-157.
- Alfano, F., Bonadonna, C., Volentik, A.C.M., Connor, C.B., Watt, S.F.L., Pyle, D.M., Connor, L.J. 2011. Tephra stratigraphy and eruptive volume of the May, 2008, Chaitén eruption, Chile. *Bulletin of Volcanology* 73: 613-630. doi: 10.1007/s00445-010-0428-x.
- Alfaro Ortega, B.B. 2015. Caracterización Litofacial de los depósitos ignimbríticos aflorantes en la sierra de Calalaste, Filo Colorado y la Región de Aguada del Médano, Puna Austral. Tesis Profesional. Universidad Nacional de Salta (inérita), 96 pp.
- Allen, C.S., Smellie, J.S. 2008. Volcanic features and the hydrological setting of Southern Thule, South Sandwich Islands. *Antarctic Science* 20 (3): 301-308. doi: 10.1017/S0954102008001156.
- Allmendinger, R.W., Ramos, V.A., Jordan, T.E., Palma, M., Isacks, B.L. 1983. Paleogeography and Andean structural geometry, northwest Argentina. *Tectonics* 2(1): 1-6.
- Allmendinger, R.W., Jordan, T.E., Kay, S.M., Isacks, B.L. 1997. The evolution of the Altiplano-Puna Plateau of the Central Andes. *Earth and Planetary Sciences Annual Review* 25: 139-174. doi: 10.1146/annurev.earth.25.1.139.
- Almendros, J., Carmona, E., Jiménez-Morales, V., Díaz-Moreno, A., Lorenzo, F. 2018. Volcano-tectonic activity at Deception Island volcano following a seismic swarm in the Bransfield rift (2014-2015). *Geophysical Research Letters* 45 (10): 4788-4798. doi: 10.1029/2018gl077490.
- Almendros, J., Wilcock, W., Soule, D., Teixidó, T., Vizcaíno, L., Ardanaz, O., Granja Bruña, J.L., Martín Jiménez, D., Yuan, X., Heit, B., Schmidt-Aursch, M.C., Geissler, W., Dziak, R., Carrión, F., Ontiveros, A., Abella, R., Carmona, E., Agüí Fernández, J.F., Sánchez, N., Serrano, I., Davoli, R., Krauss, Z., Kidiwela, M., Schmahl, L. 2020. BRAVOSEIS: Geophysical investigation of rifting and volcanism in the Bransfield strait, Antarctica. *Journal of South American Earth Sciences* 104: 102834. doi: 10.1016/j.jsames.2020.102834.
- Amigo, A., Bertin, D. 2013. Mapa Preliminar de Peligros Volcánicos Volcán Lastarria, escala 1:50.000. Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), Carta Geológica de Chile, Serie Geología Ambiental.
- Amigo, A., Bertin, D., Orozco, G. 2012a. Peligros volcánicos de la zona norte de Chile. Regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta y Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Ambiental 17, 45 pp.
- Amigo, A., Fierstein, J., Sruoga, P. 2012b. Avances en el estudio tefrocronológico post-glacial del complejo

- volcánico Laguna del Maule. XIII Congreso Geológico Chileno (Antofagasta), Actas: 463-464.
- Ancco, O., Cerpa, L., Gálvez, S. 2022. Estudios entre Hook Ridge e isla Bridgeman en el estrecho de Bransfield. Anomalías acústicas de imágenes multihaz de columna de agua. *Bitácora Hidrográfica* 25: 33-37.
- Andersen, N., Singer, B., Jicha, B., Beard, B., Johnson, C., Licciardi, J. 2017. Pleistocene to Holocene Growth of a Large Upper Crustal Rhyolitic Magma Reservoir beneath the Active Laguna del Maule Volcanic Field, Central Chile. *Journal of Petrology*, 58 (1): 85-114. doi: 10.1093/petrology/egx006.
- Andersen, N., Singer, B., Costa, F., Fournelle, J., Herrin, J.S., Fabbro, G.N. 2018. Petrochronologic perspective on rhyolite volcano unrest at Laguna del Maule, Chile. *Earth and Planetary Science Letters* 493: 57-70. doi: 10.1016/j.epsl.2018.03.043.
- Andersen, N.L., Singer, B.S., Coble, M.A. 2019. Repeated rhyolite eruption from heterogeneous hot zones embedded within a cool, shallow magma reservoir. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 124: 2582-2600. doi: 10.1029/2018JB016418.
- Anderssohn, J., Motagh, M., Walter, T.R., Rosenau, M., Kaufmann, H. Oncken, O. 2009. Surface deformation time series and source modeling for a volcanic complex system based on satellite wide swath and image mode interferometry: The Lazufre system Central Andes. *Remote Sensing of environment* 113(10): 2062-2075. doi:10.1016/j.rse.2009.05.004.
- Angiel, P.J., Dąbski, M. 2012. Lichenometric ages of the Little Ice Age moraines on King George Island and of the last volcanic activity on Penguin Island (West Antarctica). *Geografiska Annaler. Series A, Physical Geography* 94(3): 395-412. doi: 10.1111/j.1468-0459.2012.0460.x.
- Antoniades, D., Giralt, S. Geyer, A., Álvarez-Valero, A.M., Pla-Rabes, S., Granados, I., Liu, E.J., Toro, M., Smellie, J.L., Oliva, M. 2018. The timing and widespread effects of the largest Holocene volcanic eruption in Antarctica. *Scientific Reports* 8: 17279: doi: 10.1038/s41598-018-35460-x.
- Apaza, F., Guzmán, S., Grosse, P., Le Roux, P., De Rosa, R., Seggiaro, R.E. 2022. Petrografía y geoquímica de los depósitos volcánicos y enclaves del volcán Socompa, Zona Volcánica Central de los Andes. XXI Congreso Geológico Argentino (Puerto Madryn), Actas: 381-382.
- AQUATER S.A. 1980. Exploración geotérmica en el área del Cerro Tuzgle, provincia de Jujuy, República Argentina. Estudio de Prefactibilidad. Secretaría de Minería de la Provincia de Jujuy (inédito): 123 pp.
- Aquilina, A., Connelly, D.P., Copley, J.T., Green, D.R.H., Hawkes, J.A., Hepburn, L.E., Huvenne, V.A.I, Marsh, L., Mills, R.A., Tyleret, P.A. 2013. Geochemical and visual indicators of hydrothermal fluid flow through a sediment-hosted volcanic ridge in the Central Bransfield Basin. *PLoS ONE* 8: e54686. doi: 10.1371/journal.pone.0054686.
- Aquilina, A., Homoky, W.B., Hawkes, J.A., Lyins, T.W., Mills, R.A. 2014. Hydrothermal sediments are a source of water column Fe and Mn in Bransfield Strait, Antarctica. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 137: 64-80. doi: 10.1016/j.gca.2014.04.003.
- Arancibia, G., Cembrano, J., Lavenu, A. 1999. Transpresión dextral y partición de la deformación en la Zona de Falla Liquiñe-Ofqui, Aisén, Chile (44-45°S). *Revista Geológica de Chile* 26(1): 3-22.
- Arancibia, G., Rojas, C., Clavero, J., Godoy, E. 2009. Análisis estructural del depósito de avalancha de detritos del volcán Lullailaco (24°43'S), Andes Centrales. XII Congreso Geológico Chileno (Santiago), Actas: S2-001.
- Argus, D.F., Gordon, R.G., Heflin, M.B., Ma, C., Eanes, R.J., Willis, P., Peltier, W.R., Owen, S.E. 2010. The angular velocities of the plates and the velocity of Earth's centre from space geodesy. *Geophysical Journal International* 180: 913-960. doi: 10.1111/j.1365-246X.2009.04463.x.
- Arnaud, V.G. 2016. Archipiélagos Georgias del Sur y Sandwich del Sur, y la Convención Nootka Sound. *Boletín del Centro Naval* 844: 248-259.
- Arnosio, M., Becchio, R., Viramonte, J.G., Gropelli, G., Norini, G., Corazzato, C. 2005. Geología del Complejo Volcánico Cerro Blanco (26°45'LS, 67°45'LO), Puna Austral. XVI Congreso Geológico Argentino (La Plata), Actas 1: 851-858.
- Arnosio, M., Becchio, R., Viramonte, J.G., De Silva, S., Viramonte, J.M. 2008. Geocronología e isotopía del Complejo Volcánico Cerro Blanco: Un sistema de calderas cuaternario (73-12 ka) en los Andes Centrales del sur. XVII Congreso Geológico Argentino (San Salvador de Jujuy), Actas 1: 177-178.
- Astort, A., Walter, T.R., Ruiz, F., Sagripanti, L., Nacif, A., Acosta, G., Folguera, A. 2019. Unrest at Domuyo Volcano, Argentina, Detected by Geophysical and Geodetic Data and Morphometric Analysis. *Remote Sensing* 11: 2175. doi:10.3390/rs11182175.
- Báez, A.D., Báez, W., Caselli, A.T., Martini, M.A., Sommer, C.A. 2020. The glaciovolcanic evolution of the Copahue volcano, Andean Southern Volcanic Zone, Argentina-Chile. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 396, 106866. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2020.106866.

- Báez, A.D., Báez, W., Caselli, A.T., Daga, R., Sommer, C.A. 2021. A reinterpretation of pyroclastic density current deposits at Copahue volcano, Andean Southern Volcanic Zone, Argentina-Chile. *Journal of South American Earth Sciences* 111, 103479. doi: [org/10.1016/j.jsames.2021.103479](https://doi.org/10.1016/j.jsames.2021.103479).
- Báez, W., Arnosio, M., Chiodi, A., Ortiz Yañes, A., Viramonte, J.G., Bustos, E., Giordano, G., López, J.F. 2015. Estratigrafía y evolución del Complejo Volcánico Cerro Blanco, Puna Austral, Argentina. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas* 32(1): 29-49.
- Báez, W., Carrasco Nuñez, G., Giordano, G., Viramonte, J.G., Chiodi A. 2017a. The polycyclic scoria cones of the Antofagasta de la Sierra basin, Southern Puna Plateau, Argentina. En Németh, K., Carrasco- Nuñez, G., Aranda-Gómez, J.J., Smith, I.E.M. (Eds.). *Monogenetic Volcanism*. Geological Society of London Special Publications 446: 311-336. doi: 10.1144/SP446.3.
- Báez, W., Chiodi, A., Bustos, E., Arnosio, M., Viramonte, J.G., Giordano, G. 2017b. Mecanismos de emplazamiento y destrucción de los domos lávicos asociados a la Caldera del Cerro Blanco, Puna Austral: *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 74: 223-238.
- Báez, W., De Silva, S.L., Chiodi, A., Bustos, E., Giordano, G., Arnosio, M., Suzaño, N., Viramonte, J.G., Norini, G., Gropelli, G. 2020a. Pulsating flow dynamics of sustained, forced pyroclastic density currents: Insights from a facies analysis of the Campo de la Piedra Pómez ignimbrite, southern Puna, Argentina. *Bulletin of Volcanology* 82:53. doi: [10.1007/s00445-020-01385-5](https://doi.org/10.1007/s00445-020-01385-5).
- Báez, W., Bustos, E., Chiodi, A., Reckziegel, F., Arnosio, M., De Silva, S., Giordano, G., Viramonte, J.G., Sampietro-Vattuone, M.M., Peña-Monné, J.L. 2020b. Eruptive style and flow dynamics of the pyroclastic density currents related to the Holocene Cerro Blanco eruption (southern Puna plateau, Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 98, 102482. doi: [10.1016/j.jsames.2019.102482](https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102482).
- Baker, P.E. 1968. Comparative volcanology and petrology of the Atlantic island-arcs. *Bulletin Volcanologique* 32: 189-206.
- Baker, P.E. 1978. The South Sandwich Islands: III. Petrology of the volcanic rocks. *British Antarctic Survey, Scientific Report* 93, 34 pp.
- Baker, P.E. 1990. South Sandwich Islands. En Le Masurier, W.E., Thompson, J.W. (Eds.). *Volcanoes of the Antarctic Plate and Southern Oceans*. American Geophysical Union. *Antarctic Research Series* 48: 361-395. Washington.
- Baker, P.E., González-Ferrán, O., Vergara, M. 1973. Paulet Island and the James Ross Island Volcanic Group. *British Antarctic Survey Bulletin* 32: 89-95.
- Baker, P.E., McReath, I., Harvey, M.R., Roobol, M.J., Davies, T.G. 1975. The geology of the South Shetland Islands: V. Volcanic evolution of Deception Island. *British Antarctic Survey Scientific Reports* 78: 81 pp.
- Baker, P.E., Buckley, F., Rex, D.C. 1977. Cenozoic volcanism in the Antarctic. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 279: 131-142.
- Baker, P.E., González-Ferrán, O., Rex, D.C. 1987. Geology and geochemistry of the Ojos del Salado volcanic region, Chile. *Journal of the Geological Society of London* 144: 85-96.
- Balbis, C. 2020. Reconstrucción de eventos volcánicos explosivos post-glaciales en los alrededores del volcán Lanín, Neuquén, Argentina. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba, 145 pp.
- Balbis, C., Petrinovic, I.A., Guzmán, S. 2016. A contribution to the hazards assessment at Copahue volcano (Argentina-Chile) by facies analysis of a recent pyroclastic density current deposit. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 327: 288-298. doi: [10.1016/j.jvolgeores.2016.08.009](https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2016.08.009).
- Balbis, C., Petrinovic, I.A., Hernando, I.R., Brod, J.A., Villegas A. 2022. Bimodal Holocene flank eruptions at Lanín composite volcano, Southern Volcanic Zone of the Andes: Characterization of their deposits and controls on the vents array. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 429, 107610. doi: [10.1016/j.jvolgeores.2022.107610](https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2022.107610).
- Barazangi, M., Isacks, B.L. 1976. Spatial distribution of earthquakes and subduction of the Nazca Plate beneath South America. *Geology* 4: 686-692.
- Bardelli, L., Arnosio, M., Báez, W., Suzaño, N., Becchio, R., Viramonte, J., Bustos, E., Berteá, E. 2020. Multi-banded pumice in the Campo de la Piedra Pómez rhyolitic ignimbrite (southern Puna Plateau): Pre-eruptive physical and chemical interactions between mafic and rhyolitic melts. *Journal of South American Earth Sciences* 101: 102616. doi: [10.1016/j20.jsames.2020.102616](https://doi.org/10.1016/j20.jsames.2020.102616).
- Barker, D.H.N., Austin, J.A. 1998. Rift propagation, detachment faulting, and associated magmatism in Bransfield Strait, Antarctic Peninsula. *Journal of Geophysical Research* 103: 24.017-24.043. doi: [10.1029/98JB01117](https://doi.org/10.1029/98JB01117).
- Barker, P.F. 1982. The Cenozoic subduction history of the Pacific margin of the Antarctic Peninsula: ridge crest-trench interactions. *Journal of the Geological*

- Society of London 139: 787-801. doi: 10.1144/gsjgs.139.6.0787.
- Barker, P.F. 1995. Tectonic Framework of the East Scotia Sea. En: Taylor, B. (Eds.) *Backarc Basins*: 281-314. Springer. doi:10.1007/978-1-4615-1843-3_7.
- Barker, P.F., Dalziel, I.W.D., Storey, B.C. 1991. Tectonic development of the Scotia Arc region. En Tingey, R.J. (Ed.) *Geology of Antarctica*: 215-248. Oxford University Press.
- Bartolini, S., Geyer, A., Martí, J., Pedrazzi, D., Aguirre-Díaz, G. 2014. Volcanic hazard on Deception Island (South Shetland Islands, Antarctica). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 285: 150-168. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2014.08.009.
- Barton, C.M. 1965. The Geology of the South Shetland Islands. III. The Stratigraphy of King George Island. *British Antarctic Survey Scientific Reports* 44, 33 pp.
- Beck, S.L., Zandt, G., Ward, K.M., Scire, A. 2015. Multiple styles and scales of lithospheric foundering beneath the Puna Plateau, central Andes. En DeCelles, P.G., Ducea, M.N., Carrapa, B., Kapp, P.A. (Eds.). *Geodynamics of a Cordilleran Orogenic System: The Central Andes of Argentina and Northern Chile*. Geological Society of America Memoir 212: 43-60.
- Benavente, O. 2010. Actividad hidrotermal asociada a los complejos volcánicos Planchón-Peteroa y Descabezado Grande-Quizapu-Cerro Azul, 36°S y 37°S, Zona volcánica sur, Chile. Memoria para optar al título de Geólogo (inédita). Universidad de Chile, 206 pp.
- Benavente, O., Tassi, F., Gutiérrez, F., Vaselli, O., Aguilera, F., Reich, M. 2013. Origin of fumarolic fluids from Tupungatito Volcano (Central Chile); interplay between magmatic, hydrothermal, and shallow meteoric sources. *Bulletin of Volcanology* 75: 1-15.
- Benison, K.C. 2019. The Physical and Chemical Sedimentology of Two High-Altitude Acid Salars in Chile: Sedimentary Processes in an Extreme Environment. *Journal of Sedimentary Research*, 89(2): 147-167. doi: org/10.2110/jsr.2019.9.
- Bermúdez, A., Delpino, D. 1989. La provincia basáltica andino cuyana. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 44 (1-4): 35-55.
- Bermúdez, A.M., Delpino, D.H. 1995. Mapa de los Peligros Potenciales en el área del Volcán Copahue Sector Argentino. Serie Mapas de Riesgo Geológico, Servicio Geológico Neuquino (inédito), Neuquén.
- Bermúdez, A., Delpino, D., Frey, F., Saal, A. 1993. Los basaltos de retroarco extraandinos. En Ramos, V.A. (Ed.). *Geología y Recursos Naturales de Mendoza*. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza), Relatorio I(13): 161-172.
- Bermúdez, A., Delpino, D., López Escobar, L. 2002. Caracterización geoquímica de lavas y piroclastos holocenos del volcán Copahue, incluyendo los originados en la erupción del año 2000. Comparación con otros volcanes de la Zona Volcánica Sur de los Andes. XV Congreso Geológico Argentino (El Calafate), Actas: 377-382.
- Berteá, E.S., Báez, W.A., Bustos, E., Filipovich, R.E., Bardelli, L., Arnosio, J. M., Villagrani, A., Sommer, C.A., Alfaro Ortega, B., Chiodi, A. L. 2021. Cartografía y reconstrucción de la historia eruptiva del volcán Cueros de Purulla, Puna Austral, provincia de Catamarca. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 78(2): 284-310.
- Bertin, D. 2022. Volcano-tectonic history and volcanic hazard assessment of the 22,5-29°S segment of the Central Volcanic Zone of the Andes. PhD Thesis. The University of Auckland, New Zealand. Recuperado el 20 de julio de 2022 de <http://hdl.handle.net/2292/59546>.
- Bertin, D., Silva, C. 2015. Geología y peligros del volcán Tupungatito, Región Metropolitana de Santiago. XIV Congreso Geológico Chileno (La Serena): 120-123.
- Bertin, D., Silva, C., Kraus, S., Orozco, G. 2013. Geología del volcán Tupungatito, Región Metropolitana de Santiago. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geología Básica 369.
- Birkenmajer, K. 1980. Age of the Penguin Island Volcano, South Shetland Islands (West Antarctica), by the lichenometric method. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences* 27: 69-76.
- Birkenmajer, K. 1982a. The Penguin Island volcano, South Shetland Islands (Antarctica): its structure and succession. *Studia Geologica Polonica* 74: 155-173.
- Birkenmajer, K. 1982b. Structural evolution of the Melville Peak Volcano, King George Island (South Shetland Islands, West Antarctica). *Bulletin of the Polish Academy of Sciences* 24: 341-351.
- Birkenmajer, K. 1994. Evolution of the Pacific margin of the northern Antarctic Peninsula: an overview. *Geologische Rundschau* 83: 309-321.
- Birkenmajer, K., Keller, R.A. 1990. Pleistocene age of the Melville Peak volcano, King George Island, West Antarctica, by K-Ar dating. *Bulletin of the Polish Academy of Sciences* 38: 17-24.
- Bitschene, P.R. 1995. Environmental impact and hazard assessment of the August 1991 eruption of Mt. Hudson (Patagonian Andes). En Bitschene, P.R., Méndia, J. (Eds.). *The August 1991 eruption of the Hudson Volcano (Patagonian Andes): a thousand days after*: 2-15. Cuvillier, Gottingen.

- Bitschene, P.R., Fernández, M.I., Arias, N., Arizmendi, A., Griznik, M., Nillni, A. 1993. Volcanology and environmental impact of the August 1991 eruption of the Hudson volcano (Patagonian Andes, Chile). *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie Teil I H 1(2)*: 165-17.
- Bohrmann, G. 2013. The expedition of the research vessel 'Polarstern' to the Antarctic in 2013 (ANT-XXIX/4). *Reports on Polar and Marine Research* 668, 174 pp. <http://hdl.handle.net/10013/epic.41984>.
- Bonadonna, C., Cioni, R., Pistolesi, M., Elissondo, M., Baumann, V. 2015a. Sedimentation of long-lasting wind-affected volcanic plumes: the example of the 2011 rhyolitic Cordón Caulle eruption, Chile. *Bulletin of Volcanology* 77(2): 13. doi: 10.1007/s00445-015-0900-8.
- Bonadonna C, Pistolesi M, Cioni R, Degruyter W, Elissondo M, Baumann V, 2015b. Dynamics of wind-affected volcanic plumes: the example of the 2011 Cordón Caulle eruption, Chile. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 120(4): 2242-2261. doi: 10.1002/2014JB011478.
- Boschen, R.E., Rowden, A.A., Clark, M.R., Gardner, J.P.A. 2013. Mining of deep-sea seafloor massive sulfides: a review of the deposits, their benthic communities, impacts from mining, regulatory frameworks and management strategies. *Ocean & Coastal Management* 84: 54-67. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2013.07.005.
- Brañes, M.J. 2006. El Chilidúgu del padre Bernardo Havestadt. *Introducción y selección. Onomázein* 14: 65-99.
- Brett, C.P. 1977. Seismicity of the South Sandwich Islands region. *Geophysical Journal International* 51(2): 453-464. doi:10.1111/j.1365-246x.1977.tb06928.x.
- British Antarctic Survey. 2022. New South Sandwich Islands research. BAS Communications, 15 jun 2022. Disponible en <https://www.bas.ac.uk/media-post/research-sheds-light-on-south-sandwich-islands>.
- Brousse, R., Pesce, A.H. 1982. Cerro Domo, Un volcán Cuaternario con posibilidades geotérmicas. *Provincia del Neuquén. 5° Congreso Latinoamericano de Geología (Buenos Aires), Actas*: 197-208.
- Brüggen, J. 1950. *Fundamentos de la Geología de Chile*. Instituto Geográfico Militar, 374 pp. Santiago.
- Brunori, C.A., Bignami, C., Stramondo, S., Bustos, E. 2013. 20 years of active deformation on volcano caldera: Joint analysis of InSAR and AInSAR techniques. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 23: 279-287. doi: 10.1016/j.jag.2012.10.003.
- Budach, I., Brasse, H., Díaz, D. 2013. Crustal-scale electrical conductivity anomaly beneath inflating Lazufre volcanic complex, Central Andes. *Journal of South American Earth Sciences* 42: 144-149. doi: 10.1016/j.jsames.2012.11.002.
- Burton-Johnson, A., Riley, T.R. 2015. Autochthonous v. accreted terrane development of continental margins: a revised in situ tectonic history of the Antarctic Peninsula. *Journal of the Geological Society of London* 172: 822-835. doi: 10.1144/jgs2014-110.
- Cáceres F., Castruccio, A., Parada, M.A. 2018. Morphology, effusion rates, and petrology of postglacial lavas of Laguna del Maule Volcanic Field, Chilean Andes, and implications for their plumbing system. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 19: 4925-4944. doi: 10.1029/2018GC007817.
- Camejo, M., Robertson, R. 2013. Estimating volcanic risk in the Lesser Antilles. University of the West Indies Seismic Research Centre. SRC Open-File Report 2013-1001, 49 pp.
- Canclini, A. 2009. *Islas Sandwich del Sur. La Argentina en el Atlántico Sur*. Zagier y Urruty Publicaciones, 144 pp. Buenos Aires.
- Capitanelli, R.G. 1957. La explotación de azufre del volcán Overo. *Boletín de Estudios Geográficos* 17 (IV): 157-169.
- Cardona, C., Tassara, A., Lara, L., Thurber, C., Gil, F., Morales, S. 2015. Actividad sísmica del Complejo Volcánico Laguna del Maule (Chile). XIV Congreso Geológico Chileno (La Serena), Actas: At4St11058.
- Cardona, C., Tassara, A., Gil, F., Lara, L., Morales, S., Kohler, P., Franco, L. 2018. Crustal seismicity associated to rapid surface uplift at Laguna del Maule Volcanic Complex, Southern Volcanic Zone of the Andes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 353: 83-94. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2018.01.009.
- Cardone, I.J., Fontana, P.G. 2019. Latin-American contributions to the creation of the Antarctic regime. *The Polar Journal* 2(9), 25pp. doi: 10.1080/2154896X.2019.1685174.
- Cas, R.A.F., Giordano, G. 2014. Submarine Volcanism: A Review of the Constraints, Processes and Products, and Relevance to the Cabo de Gata Volcanic Succession. *Italian Journal of Geosciences (Bollettino della Società geologica italiana)* 133 (3): 362-377. doi: 10.3301/IJG.2014.46.
- Caselli, A.T., Dietrich, S. Vélez, M.L., Tobal, J. 2008. Análisis facial de las ignimbritas de la Formación Las Mellizas (Complejo Volcánico Caviahue-Copahue), Neuquén, Argentina. XVII Congreso

- Geológico Argentino (San Salvador de Jujuy), Actas: 1330-1331.
- Caselli, A.T., Velez, M.L., Agosto, M., Liccioli, C., Vaselli, O. 2016a. Prehistoric to historic volcanic activity at Copahue Volcano. En Tassi, F., Vaselli, O., Caselli, A.T. (Eds.). Copahue Volcano, Active Volcanoes of the World: 49-59. Springer, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-662-48005-2_3.
- Caselli, A.T., Agosto, M., Velez, M.L., Forte, P., Bengoa, C., Daga, R., Albite, J.M., Capaccioni, B. 2016b. The 2012 eruption. En Tassi, F., Vaselli, O., Caselli, A.T. (Eds.). Copahue Volcano, Active Volcanoes of the World: 61-77. Springer, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-662-48005-2_4.
- Caselli, A.T., Liccioli, C., Tassi, F. 2016c Risk Assessment and Mitigation at Copahue Volcano. En Tassi, F., Vaselli, O., Caselli, A. (Eds) Copahue Volcano. Active Volcanoes of the World: 239-254. Springer, Berlin, Heidelberg. doi: 10.1007/978-3-662-48005-2_10.
- Caselli, A.T., Sommer, C.A., Daga, R., Báez, A.D., Barion, G.E. 2018. Volcán Copahue: Fases eruptivas del ciclo 2012-2018. XV Congreso Geológico Chileno (Concepción), Actas: 1064.
- Casteller, A., Stoffel, M., Crespo, S., Arbella, E., Villalba, R. 2010. Use of dendrochronological and radiocarbon methods for dating a volcanic event in the Lake District, northern Patagonian Andes. En Mielikäinen, K., Mäkinen, H., Timonen, M. (Eds.). 8th International Conference on Dendrochronology, WordDendro2010 (Bariloche), Abstracts: 294.
- Castro Godoy, S.E. 2005. Monitoreo de Temperaturas y Gases en los Andes Centrales y Sur. En Marín, G. (Ed.). Contribuciones Técnicas del Proyecto GEOSAT-AR. Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 41, 178 pp.
- Castro Godoy, S. 2014. Monitoreo satelital del complejo volcánico Planchón-Peteroa con ASTER. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. Informe Técnico, 10 pp.
- Castro Godoy, S., Urai, M., Kaku, M., Tonooka, H. 2003. Utilización de datos ASTER para el Monitoreo de Volcanes y la Identificación de Productos Volcánicos. XI Simposio de Sensores Remotos (Belo Horizonte, Brasil), Actas.
- Castro Godoy, S., García, S., Carballo, F. 2019. Análisis de datos ASTER asociado a la actividad térmica previa a la erupción del volcán Planchón-Peteroa. Primer Congreso de la Asociación Latinoamericana de Volcanología (ALVO) (Antofagasta).
- Castro Godoy, S., Heredia, S., Pardo Duro, L., Wright, E., Carballo, F. 2022. Caracterización térmica de volcanes activos con datos satelitales ASTER durante el período 2000-2021. XXI Congreso Geológico Argentino (Puerto Madryn), Actas: 1157-1158.
- Cembrano, J., Lara, L. 2009. The link between volcanism and tectonics in the southern volcanic zone of the Chilean Andes: A review. Tectonophysics 471: 96-113. doi:10.1016/j.tecto.2009.02.038.
- Cembrano, J., Hervé, F., Lavenu A. 1996. The Liquiñe-Ofqui fault zone: a long-lived intra-arc fault Zone in southern Chile. Tectonophysics 259: 55-66.
- Cembrano, J., Shermer, E., Lavenu, A., Sanhueza, A. 2000. Contrasting nature of deformation along an intra-arc shear zone, the Liquiñe-Ofqui fault zone, southern Chilean Andes. Tectonophysics 319: 129-149.
- Cesca, S., Suga, M., Rudzinski, Ł., Vajedian, S., Niemi, P., Plank, S., Petersen, G., Deng, Z., Rivalta, E., Vuan, A., Plasencia Linares, M.P., Heimann, S., Dahm, T. 2022. Massive earthquake swarm driven by magmatic intrusion at the Bransfield Strait, Antarctica. Communications Earth & Environment 3: 89. doi: 10.1038/s43247-022-00418-5.
- Chiodi, A., Tassi, F., Báez, W., Filipovich, R., Bustos, E., Glok Galli, M., Suzaño, N., Ahumada, M.F., Viramonte, J.G., Giordano, G., Pecoraino, G., Vaselli, O. 2019. Preliminary conceptual model of the Cerro Blanco caldera-hosted geothermal system (southern Puna, Argentina): Inferences from geochemical investigations. Journal of South American Earth Sciences 94: 102213. doi: 10.1016/j.jsames.2019.102213.
- Chiodini, G., Liccioli, C., Vaselli, O., Calabrese, S., Tassi, F., Caliro, S., D'Alessandro, W. 2014. The Domuyo volcanic system. An enormous geothermal resource in Argentine Patagonia. Journal of Volcanology and Geothermal Research 274: 71-77.
- Christeson, G.L., Barker, D.H.N., Austin, J.A., Dalziel, I.W.D. 2003. Deep crustal structure of Bransfield Strait: Initiation of a back arc basin by rift reactivation and propagation. Journal of Geophysical Research 108: 2492. doi: 10.1029/2003JB002468.
- Clavero, J., Mpodozis, C., Gardeweg, M. 1997. Mapa geológico del área del Salar de Wheelwright, Región de Atacama (Inédito). Escala 1:100.000. Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile.
- Clavero, J., Mpodozis, C., Gardeweg, M., Valenzuela, M. 2012. Geología de las áreas Laguna Wheelwright y Paso San Francisco, Región de Atacama. Escala 1:100.000. Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 139-140: 32 pp.
- Cohen, K.M., Finney, S.C., Gibbard, P.L., Fan, J.X. 2013-2022. The ICS International Chronostratigraphic Chart. Episodes 36: 199-204. Disponible en

- <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/Chronostrat-Chart2022-02.pdf>.
- Coira, B. 2008. Recursos Geotérmicos de Alta Entalpía de la provincia de Jujuy. En Coira, B., Zappettini, E. (Eds.). *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy*. XVII Congreso Geológico Argentino (San Salvador de Jujuy), Relatorio VI C: 563-576.
- Coira, B., Kay, S.M. 1989. Cerro Tuzgle. Quaternary Andean volcanism in the eastern Puna-Altiplano plateau, Argentina. IAVCEI General Assembly: Continental magmatism (Santa Fe, New Mexico). New Mexico Bureau of Mines & Mineral Resources Bulletin 131: 55.
- Coira, B., Kay, S.M. 1993. Implications of Quaternary volcanism at Cerro Tuzgle for crustal and mantle evolution of the Puna Plateau, Central Andes, Argentina. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 113: 40-58.
- Coira, B., Paris, G. 1981. Estratigrafía volcánica del área del Cerro Tuzgle (23°50'S y 66°45'W), Provincia de Jujuy. VIII Congreso Geológico Argentino (San Luis), Actas 3: 659-671.
- Coira, B., Kay, S.M., Viramonte, J. 1993. Upper Cenozoic magmatic evolution of the Argentine Puna-A model for changing subduction geometry: *International Geology Review* 35: 677-720. doi: 10.1080/00206819309465552.
- Collins, M.A., Hart, T., Hogg, O.T., Hollyman, P.R., Liszka, C.M., Stewart, H.A., Trathan, P.N. 2022. South Sandwich Islands - An understudied isolated Southern Ocean archipelago. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 201: 105121. doi: 10.1016/j.dsr2.2022.105121.
- Conde Serra, A., Johannis, P.E. 2021. Geotermia en Argentina: Estado, Áreas de interés, Potencial. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Informe Técnico, 22pp.
- Conde Serra, A., Seggiaro, R., Apaza F., Castro Godoy S., Marquetti, C., Masa, S., Cozzi, G., Lelli, M., Raco, B., Guevara L., Carrizo, N., Azcurra, D., Carballo, F. 2020. Modelo Conceptual Geotérmico preliminar del Volcán Socompa, Departamento de los Andes, Provincia de Salta. Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas Geotermia N° 2, 92 pp.
- Coppola, D., Laiolo, M., Cigolini, C., Delle Donne, D., Ripepe, M. 2016. Enhanced volcanic hot-spot detection using MODIS IR data: results from the MIROVA system. *Geological Society, London, Special Publications* 426: 181-205. doi: 10.1144/SP426.5.
- Corbella, H. 2002. El campo volcano-tectónico de Pali Aike. En Haller, M.J. (Ed.). *Geología y Recursos Naturales de Santa Cruz*. XV Congreso Geológico Argentino (El Calafate), Relatorio 18: 285-301.
- Corbella, H., Alonso, M. 1989. Post-glacial hydroclastic and pyroclastic deposits in the Lanín National Park, North-Patagonian Cordillera, Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 44 (1-4): 127-132.
- Corbella, H., Lara, L.E. 2008. Late Cenozoic Quaternary Volcanism in Patagonia and Tierra del Fuego. En Rabassa, J. (Ed.). *The Late Cenozoic of Patagonia and Tierra del Fuego*. *Developments in Quaternary Science* 11: 95-119. Elsevier.
- Cordell, D., Unsworth, M.J., Díaz, D. 2018. Imaging the Laguna del Maule Volcanic Field, central Chile using magnetotellurics: Evidence for crustal melt regions laterally-offset from surface vents and lava flows. *Earth and Planetary Science Letters* 488: 168-180. doi: 10.1016/j.epsl.2018.01.007.
- Cottet, J. 2020. Estratigrafía de eventos volcánicos basada en registros sedimentarios postglaciales en la zona del lago Epulafquen, Patagonia. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata, La Plata. 330 pp.
- Croweller, H.S., Arora, B., Brown, S.K., Cottrell, E., Deligne, N.I., Ortiz Guerrero, N., Hobbs, L., Kiyosugi, K., Loughlin, S.C., Lowndes, J., Nayembil, M., Siebert, L., Sparks, R.S.J., Takarada, S., Venzke, E. 2012. Global database on large magnitude explosive volcanic eruptions (LaMEVE). *Journal of Applied Volcanology* 1(4): 1-13. doi: 10.1186/2191-5040-1-4.
- Cucchi, R., Leanza, H.A., Repol, D., Escoztegui, L., González, R., Danieli, J.C. 2005. Hoja Geológica 3972-IV, Junín de los Andes. Provincia del Neuquén. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 357, 102 pp.
- D'Elia, L., Páez, G., Hernando, I., Petrinovic, I., Villarosa G., Bilmes, A., Bodaño, M., Guzman, S., Guido Borzi, G., Serra Varela, S., Manzoni, C., Outes, V., Delmético, A., Balbis, C. 2014. Erupciones históricas del volcán Tromen: análisis geomorfológico y geocronológico en su sector noroeste. *Comunicación. Revista de la Asociación Geológica Argentina* 71 (3): 444 -448.
- Daga, R., Guevara, S., Poiré, D.G., Arribére, M. 2014. Characterization of tephra dispersed by the recent eruptions of volcanoes Calbuco (1961), Chaitén (2008) and Cordón Caulle complex (1960 and 2011), in Northern Patagonia. *Journal of South American Earth Sciences* 49: 1-14. doi: 10.1016/j.jsames.2013.10.006.
- Dählmann, A., Wallmann, K. A., Sahling, H., Sarthou, G., Bohrmann, G., Petersen, S., Chin, C.S., Klinkham-

- meret, G.P. 2001. Hot vents in an ice-cold ocean: Indications for phase separation at the southernmost area of hydrothermal activity, Bransfield Strait, Antarctica. *Earth and Planetary Science Letters* 193: 381-394. doi: 10.1016/S0012-821X(01)00535-0.
- De Silva, S.L. 1989. Altiplano-Puna volcanic complex of the Central Andes. *Geology* 17: 1102-1106.
- De Silva, S.L. 2007. Comunicación personal. Global Volcanism Program. 2022. Corrida de Cori Volcanic Field (355112). En [Database] Volcanoes of the World (v. 5.0.0; 1 Nov 2022). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2022.5.0.
- De Silva, S.L., Francis, P.W. 1991. Volcanoes of the Central Andes, 216 pp. Springer-Verlag, Berlín.
- De Silva, S.L., Kay, S.M. 2018. Turning up the heat: High-flux magmatism in the Central Andes. *Elements* 14(4): 245-250. doi: 10.2138/gselements.14.4.245.
- De Silva, S.L., Roberge, J., Bardelli, L., Báez, W., Ortiz, A., Viramonte, J. G., Arnosio, J.M., Becchio, R. 2022. Magmatic evolution and architecture of an arc-related, rhyolitic caldera complex: The late Pleistocene to Holocene Cerro Blanco volcanic complex, southern Puna, Argentina. *Geosphere* 18 (2): 394-423. doi: 10.1130/GES02294.1.
- Décima, S., Grosse, P., Guzmán, S., Apaza, F. 2022. Cartografía preliminar del estratovolcán Aracar y sus alrededores, Puna Austral, Zona Volcánica Central de los Andes. XXI Congreso Geológico Argentino (Puerto Madryn), Actas: 389.
- Decreto 1250/99. 1999. SISTEMA FEDERAL DE EMERGENCIAS. Disponible en <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/60000-64999/60916/norma.htm>.
- Del Valle, R.A., Fourcade, N.H., Medina, F.A. 1983. Interpretación preliminar de las edades K/Ar y de los análisis químicos de las rocas volcánicas y de los diques de los Nunataks Foca, Antártida. *Contribuciones del Instituto Antártico Argentino* 287: 1-13.
- Delpino, D., Bermúdez, A. 1993. La Actividad del Volcán Copahue durante 1992. Erupción con emisiones de Azufre Piroclástico. Provincia del Neuquén. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza), Actas 4: 292-301.
- Delpino, D., Bermúdez, A. 1994. Volcanismo Post-Glacial en el volcán Copahue (37°45'S) sector argentino. Peligros potenciales asociados. 7° Congreso Geológico Chileno (Concepción), Actas 1: 260-264.
- Delpino, D., Bermúdez, A. 2002. La erupción del volcán Copahue del año 2000. Impacto social y al medio natural. Provincia del Neuquén. Argentina. XV Congreso Geológico Argentino (El Calafate), Actas 3: 365-370.
- DeMets, C., Gordon, R.G., Argus, D.F., Stein, S. 1990. Current plate motions. *Geophysical Journal International* 101: 425-478.
- Deruelle, B. 1978a. Calc-alkaline and shoshonitic lavas from five Andean volcanoes (between latitudes 21°45' and 24°30'S) and the distribution of the Plio-Quaternary volcanism of the south-central and southern Andes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 3: 281-298.
- Deruelle, B. 1978b. The Negros de Aras nuée ardente deposits: a cataclysmic eruption of Socompa volcano (Andes of Atacama, Chile). *Bulletin of Volcanology* 41(3): 175-186.
- Dirección General de Aeronáutica Civil Chile (DGAC). 2022. Red aeroportuaria Nacional. Disponible en <https://www.dgac.gob.cl/aeropuertos/red-aeroportuaria-nacional/red-aeroportuaria/>.
- Dirección Nacional de Migraciones (DNM). 2021. Dirección Nacional de Migraciones. Movimientos Migratorios. Ingresos y Egresos de personas al país. Recuperado el 15 de septiembre de 2021 de <https://datos.mininterior.gob.ar/dataset/movimientos-migratorios>
- Dirección Nacional del Antártico (DNA). 2021a. Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. Cancillería Argentina. Subsecretaría de Malvinas, Antártida y Atlántico Sur. Dirección Nacional del Antártico. Recuperado el 10 de septiembre de 2021 de <https://cancilleria.gob.ar/es/iniciativas/dna/divulgacion/sector-antartico-argentino>.
- Dirección Nacional del Antártico (DNA). 2021b. Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. Cancillería Argentina. Subsecretaría de Malvinas, Antártida y Atlántico Sur. Recuperado el 10 de septiembre de 2021 de <https://cancilleria.gob.ar/es/iniciativas/dna/divulgacion/tratado-antartico>.
- Dirección Nacional del Antártico (DNA). 2021c. Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. Cancillería Argentina. Subsecretaría de Malvinas, Antártida y Atlántico Sur. Recuperado el 10 de septiembre de 2021 de <https://cancilleria.gob.ar/es/iniciativas/dna/antartida-argentina/bases>.
- Dirr, S. 2020. Estratigrafía y petrografía de los depósitos volcanoclasticos del Complejo volcánico Domuyo, noroeste neuquino. Trabajo Final de Licenciatura. Universidad Nacional de Río Negro.
- Domínguez, L., Bonadonna, C., Forte, P., Jarvis, P.A., Cioni, R., Mingari, L., Bran, D., Panbianco, J.E. 2020. Aeolian remobilisation of the 2011-Cordón Caulle Tephra-fallout deposit: example of an im-

- portant process in the life cycle of volcanic ash. *Frontiers in Earth Science* 7: 343. doi:10.3389/feart.2019.00343.
- D'Orazio, M., Agostini, S., Innocenti, F., Manetti, P., Haller, M.J., Mazzarini, F. 2001. Slab window-related magmatism from southernmost South America: the Late Miocene mafic volcanics from the Estancia Glencross Area (~52°S, Argentina-Chile). *Lithos* 57: 67-89.
- D'Orazio, M., Agostini, S., Mazzarini, F., Innocenti, F., Manetti, P., Haller, M.J., Lahsen, A. 2000. The Pali Aike volcanic field, Patagonia: slab-window magmatism near the tip of South America. *Tectonophysics* 321: 407-427.
- Doucelance, R., Kelfoun, K., Labazuy, P., Bosq, C. 2014. Geochemical insights into the internal dynamics of debris avalanches. A case study: The Socompa avalanche, Chile. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 15. doi: 10.1002/2014GC005235.
- Dragani, W.C., D'Onofrio, E.E., Grismeyer, W., Fiore, M.M.E., Violante, R.A., Rovere, E.I. 2009. Vulnerability of the Atlantic Patagonian coast to tsunamis generated by submarine earthquakes located in the Scotia Arc region. Some numerical experiments. *Natural Hazards* 49: 437-458.
- Dubrovín, L.I., Petrov, V.N. 1971. *Scientific Stations in Antarctica 1882-1963*. Translated and published by the Polar Information Service of the National Science Foundation (Washington D.C.) and the National Indian Scientific Documentation Centre (New Delhi), 441 pp.
- Dungan, M.A., Wulff, A., Thompson, R. 2001. Eruptive stratigraphy of the Tatará-San Pedro complex, 36°S, Southern Volcanic Zone, Chilean Andes: reconstruction method and implications for magma evolution at long-lived arc volcanic centers. *Journal of Petrology* 42(3): 555-626.
- Dziak, R.P., Park, M., Lee, W.S., Matsumoto, H., Bohnenstiehl, D.R., Haxel, J.H. 2010. Tectono-magmatic activity and ice dynamics in the Bransfield Strait back-arc basin, Antarctica. *Journal of Geophysical Research* 115 (B1): B01102. doi: 10.1029/2009JB006295.
- Eagles, G. 2004. Tectonic evolution of the antarctic-phoenix plate system since 15 ma. *Earth and Planetary Science Letters* 217 (1-2): 97-109. doi: 10.1016/S0012-821X(03)00584-3.
- Eagles, G., Gohl, K., Larter, R.D. 2009. Animated tectonic reconstruction of the Southern Pacific and alkaline volcanism at its convergent margins since Eocene times. *Tectonophysics* 464: 21-29. doi: 10.1016/j.tecto.2007.10.005.
- Elissondo, M., Villegas, D. 2011. Evaluación de Peligrosidad Volcánica en Argentina. En Leanza, H., Franchini, M., Impiccini, A., Pettinari, G., Sigismondi, M., Pons, J., Tunik, M. (Eds.). XVIII Congreso Geológico Argentino (Neuquén), 10a. Volcanes activos, evolución y monitoreo, Actas: 475.
- Elissondo, M., Baumann, V., Bonadonna, C., Pistolesi, M., Cioni, R., Bertagnini, A., Biass, S., Herrero, J.C., Gonzalez, R. 2016. Chronology and impact of the 2011 Cordón Caulle eruption, Chile. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 16: 675-704. doi:10.5194/nhess-16-675-2016.
- Elissondo, M., Farías, C., Collini, E. 2016. Volcanic Risk Assessment in Argentina. Conference Cities on Volcanoes 9 (Puerto Varas, Chile), Actas: S1.4.
- Elissondo, M., Farías, C., Collini, E. 2017. Evaluación del riesgo volcánico relativo en Argentina. XX Congreso Geológico Argentino (San Miguel de Tucumán), III Simposio sobre volcanes activos, Actas: 36-38.
- Ercilla, G., Baraza, J., Alonso, B., Canals, M., Stoker, M.S., Evans, D., Cramp, A. 1998. Recent geological processes in the Central Bransfield Basin (Western Antarctic Peninsula). En Stoker, M.S., Evans, D. (Eds.). *Geological Processes on Continental Margins: Sedimentation, Mass-Wasting and Stability*. Geological Society of London Special Publication 129: 205-216. doi: 10.1144/GSL.SP.1998.129.01.13.
- Escalante Fochi, F., Ochi Ramacciotti, M.L., Grosse, P. 2017. Volcanismo félsico efusivo cuaternario al este del macizo Falso Azufre, Puna Sur. XX Congreso Geológico Argentino (San Miguel de Tucumán), Actas ST8: 60-64.
- Espanon, V.R. 2010. Cosmogenic ²¹Ne and ³He dating and geochemistry of young basaltic lavas from southern Mendoza, Argentina. BSc (Honours) thesis, University of Wollongong, Australia.
- Espanon, V.R., Honda, M., Chivas, A.R. 2014a. Cosmogenic ³He and ²¹Ne surface exposure dating of young basalts from Southern Mendoza, Argentina. *Quaternary Geochronology* 19: 76-86. doi: 10.1016/j.quageo.2013.09.002.
- Espanon, V.R., Chivas, A.R., Kinsley, L.P.J., Dosseto, A. 2014b. Geochemical variations in the Quaternary Andean back-arc volcanism, southern Mendoza, Argentina. *Lithos* 208-209: 251-264. doi:10.1016/j.lithos.2014.09.010.
- Espanon, V.R., Chivas, A.R., Phillips, D., Matchan, E. L., Dosseto, A. 2014c. Geochronological, morphometric and geochemical constraints on the Pampas Onduladas long basaltic flow (Payún Matrú Volcanic Field, Mendoza, Argentina). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 289-758: 114-129.

- Espanon, V.R., Chivas, A.R., Turner, S.P., Kinsley, L.P., Dosseto, A. 2016. Localised magmatic constraints on continental back-arc volcanism in southern Mendoza, Argentina: the Santa Maria Volcano. *Bulletin of Volcanology*, 78, 83. doi: 10.1007/s00445-016-1078-4.
- Espinasa-Pereña, R., Nieto-Torres, A., Hernández, O., Castañeda, E. 2015. Diagnóstico de los volcanes activos a monitorear por el servicio vulcanológico nacional. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Reporte Interno, 181 pp. Ciudad de México, México.
- Etcheverría, M.P., Anselmi, G., Candiani, J.C., Chávez, S.B., Folguera, A., Marengo, H.G., Negro, C.V., Rodríguez, M.F., Seggiaro, R.E., Tedesco, A.M., Wilson, C.G.J., Yamin, M.G., Oyola, M., Olmos, M.I., Celedón, M.R., Gozalvez, M.R., Villagrán, C.A., Wright, E.M. 2018. Mapa Geológico Bicontinental de la República Argentina. Escala 1:5.000.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Buenos Aires. <http://repositorio.segemar.gov.ar/308849217/2778>
- Ewert, J.W. 2007. System for Ranking Relative threats of U.S. Volcanoes. *Natural hazards Review* 8: 112-124. doi: 10.1061/(ASCE)1527-6988(2007)8:4(112)
- Ewert, J.W., Guffanti, M., Murray, T.L. 2005. An Assessment of Volcanic Threat and Monitoring Capabilities in the United States: Framework for a National Volcano Early Warning System U.S. Geological Survey Open File Report 2005-1164, 62 pp.
- Ewert, J.W., Diefenbach, A.K., Ramsey, D.W. 2018. 2018 Update to the U.S. Geological Survey National Volcanic Threat Assessment. United States Geological Survey Scientific Investigation Report 2018-5140, 40 pp. doi: 10.3133/sir20185140.
- Fanning, E. 1834. *Voyages Round the World, With Sketches of Voyages to the South Seas, North and South Pacific Oceans, China etc. Under the Command and Agency of the Author.* London.
- Farías, C., Collini, E.A., Viramonte, J.G., Ortiz Guerrero, N. 2014. Base de Datos Regional de Volcanes que se encuentran en el dominio del Centro de Avisos de Ceniza Volcánica (VAAC) Buenos Aires. XIX Congreso Geológico Argentino (Córdoba), Actas: S24-5-2.
- Farías, C., Elissondo, M., Collini, E. 2016. Development of a regional volcanoes data base: VORHISE (Volcanes de la región y su historia eruptiva). Conference Cities on Volcanoes 9 (Puerto Varas, Chile), S2.9.
- Feigl, K.L., Le Mevel, H., Tabrez Ali, S., Cordova, L., Andersen, N., DeMets, C., Singer, B. 2014. Rapid uplift in Laguna del Maule volcanic field of the Andean Southern Volcanic Zone (Chile) 2007–2012. *Geophysical Journal International* 196: 885-901. doi: 10.1093/gji/ggt438.
- Fennell, L., Ramos, M., Folguera, A. 2014. Evolución sin y postglaciaria de la vertiente oriental del volcán Lánin, Provincia de Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 71 (1): 100-111.
- Fernández-Turiel, J.L., Perez-Torrado, F.J., Saavedra, J., Osterrieth, M., Carrizo, J.I. 2014. Cerro Blanco originó la mayor erupción de los últimos 5000 años en el noroeste de Argentina. XIX Congreso Geológico Argentino (Córdoba), Actas: 1093-1094.
- Fernández-Turiel, J. L., Pérez-Torrado, F. J., Rodríguez-González, A., Saavedra, J., Carracedo, J. C., Rejas, M., Lobo, A., Osterrieth, M., Carrizo, J. I., Esteban, G., Gallardo, J., Ratto, N. 2019. The large eruption 4.2 ka cal BP in Cerro Blanco, Central Volcanic Zone, Andes: Insights to the Holocene eruptive deposits in the southern Puna and adjacent regions. *Estudios Geológicos* 75(1): e088. doi: 10.3989/egeol.43438.515.
- Fernández-Turiel, J.L., Saavedra, J., Pérez-Torrado, F.J., Rodríguez-González, A., Rejas, M., Guillou, H., Aulinas, M. 2021. New ages, morphometric and geochemical data on recent shoshonitic volcanism of the Puna, Central Volcanic Zone of Andes: San Jerónimo and Negro de Chorrillos volcanoes. *Journal of South American Earth Sciences* 109: 103270. doi: 10.1016/j.jsames.2021.103270.
- Fierstein, J., Sruoga, P., Amigo, A., Elissondo, M., Rosas, M. 2013. Tephra in Argentina establishes postglacial eruptive history of Laguna del Maule volcanic field in Chile. IAVCEI General Assembly (Kagoshima, Japón), 3A2-3F-O11.
- Fierstein, J., Sruoga, P., Amigo, A., Elissondo, M., Rosas, M. 2014. Tephra in Argentina establishes postglacial eruptive history of Laguna del Maule volcanic field in Chile: 36 silicic eruptions in 14 ka. XIX Congreso Geológico Argentino (Córdoba), Actas: S23-17.
- Fierstein, J., Sruoga, P., Amigo, A., Elissondo, M. 2016. Post-glacial Laguna del Maule: Multi-stage rhyolitic edifices built by >50 eruptive events over 14 kyr. *Cities on Volcanoes 9* (Puerto Varas), Actas: S3.5.
- Fierstein, J. 2017. Postglacial eruptive history from tephra-lava correlations provide window into magmatic system beneath Laguna del Maule, Chile. IAVCEI Scientific Assembly (Portland), Abstracts VH12B(V.7): 1023.
- Fierstein, J. En preparación. Laguna del Maule, the world's most postglacially active rhyolitic volcanic field: > 60 silicic eruptions in ~ 15kyr. United States Geological Survey (USGS) Professional Paper.

- Filipovich, R., Báez, W., Bustos, E., Villagrán, A., Chiodi, A., Viramonte, J. 2019. Eruptive styles related to the monogenetic mafic volcanism of Pasto Ventura region, Southern Puna, Argentina. *Andean Geology* 46(2): 300-335. doi: 10.5027/andgeov46n2-3091.
- Flores, F., Jara, G. 2018. Peligros del volcán Tupungatito, región Metropolitana de Santiago. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Ambiental 32. Santiago.
- Folguera, A., Zapata, T., Ramos, V. 2006. Late Cenozoic extension and the evolution of the Neuquén Andes. En Kay, S.M., Ramos, V.A. (Eds.). *Evolution of an Andean Margin: A Tectonic and Magmatic View from the Andes to the Neuquén Basin (35°-39°S lat)*. Geological Society of America, Special Paper 407: 267-285. doi:10.1130/2006.2407(12).
- Folguera, A., Bottesi, G., Zapata, T., Ramos, V.A. 2008a. Crustal collapse in the Andean backarc since 2 Ma: Tromen volcanic plateau, southern Central Andes (36° 40'-37° 30' S). *Tectonophysics* 459: 140-160. doi: 10.1016/j.tecto.2007.12.013.
- Folguera, A., Zamora Valcarce, G., Miranda, F., Leanza, H.A. 2008b. El volcán Tromen: ríos de lava. Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. CSIGA (Ed.). Instituto de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino. *Anales* 46: 561-569.
- Folguera, A., Naranjo, J.A., Orihashi, Y., Sumino, H., Nagao, K., Polanco, E., Ramos, V.A. 2009. Retroarc volcanism in the northern San Rafael Block (34°-35° 30' S), southern Central Andes: occurrence, age, and tectonic setting. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 186: 169-185. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2009.06.012.
- Folguera, A., Rojas Vera, E., Bottesi, G., Zamora Valcarce, G., Ramos, V.A. 2010. The Loncopué Trough: a Cenozoic basin produced by extension in the southern Central Andes. *Journal of Geodynamics* 49(5): 287-295. doi: 10.1016/j.jog.2010.01.009.
- Fontijn, K., Rawson, H., Van Daele, M., Moernaut, J., Abarzúa, A.M., Heirman, K., Bertrand, S., Pyle, D.M., Mather, T.A., De Batist, M., Naranjo, J.A., Moreno, H. 2016. Synchronisation of sedimentary records using tephra: a postglacial tephrochronological model for the Chilean Lake District. *Quaternary Science Reviews* 137: 234-254. doi: 10.1016/j.quascirev.2016.02.015.
- Forte, P.B., Bengoa, C., Caselli, A.T. 2012. Análisis preliminar de la actividad sísmica del complejo volcánico Copahue-Caviahue mediante técnicas de array. XIII Congreso Geológico Chileno (Antofagasta), Actas: 574-576.
- Forte, P., Domínguez, L., Bonadonna, C., Gregg, C. E., Bran, D., Bird, D., Castro, J.M. 2018. Ash resuspension related to the 2011–2012 Cordón Caulle eruption, Chile, in a rural community of Patagonia, Argentina. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 350: 18-32. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2017.11.021.
- 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.
- Fournier, T.J., Pritchard, M.E., Riddick, S.N. 2010. Duration, magnitude, and frequency of subaerial volcano deformation events: New results from Latin America using InSAR and a global synthesis. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 11: Q01003. doi: 10.1029/2009GC002558.
- Francis, P.W., Wells, G.L. 1988. Landsat thematic mapper of debris avalanche deposits in the Central Andes. *Bulletin of Volcanology* 50: 258-278.
- Francis, P.W., Gardeweg, M., Ramirez, C.F., Rothery, D.A. 1985. Catastrophic debris avalanche deposit of Socompa volcano, northern Chile. *Geology* 13: 600-603.
- Frankel, A., McCann, W. 1979. Moderate and large earthquakes in the South Sandwich Arc: Indicators of tectonic variation along a subduction zone. *Journal of Geophysical Research* 84(B10): 5571-5577. doi: 10.1029/jb084ib10p05571.
- Fretzdorff, S., Worthington, T.J., Haase, K.M., Hekinian, R., Franz, L., Keller, R.A., Stoffers, P. 2004. Magmatism in the Bransfield Basin: rifting of the South Shetland Arc? *Journal of Geophysical Research* 109: B12208. doi: 10.1029/2004JB003046.
- Frey, F.A., Gerlach, D.C., Hickey, R.L., López-Escobar, L., Munizaga, F. 1984. Petrogenesis of the Laguna del Maule volcanic complex, Chile (36°S). *Contributions to Mineralogy and Petrology* 88: 133-149.
- Froger, J.L., Remy, D., Bonvalot, S., Legrand, D. 2007. Two scales of inflation at Lastarria-Cordon del Azufre volcanic complex, central Andes, revealed from ASAR-ENVISAT interferometric data. *Earth and Planetary Science Letters* 255(1-2): 148-163. doi:10.1016/j.epsl.2006.12.012.
- Fuentes, T.G. 2021. Evolución volcánica y petrológica del volcán Lanín, un estratovolcán de arco, Neuquén-Argentina. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de La Plata. 244 pp. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/137859>.

- Galetto, A., García, V., Caselli, A. 2018. Structural controls of the Domuyo geothermal field, Southern Andes (36 38' S), Argentina. *Journal of structural Geology* 114: 76-94. doi: 10.1016/j.jsg.2018.06.002.
- Galland, O., Hallot, E., Cobbold, P., Ruffet, G., de Bremond d'Ars, J. 2007. Volcanism in a compressional Andean setting: A structural and geochronological study of Tromen volcano (Neuquén province, Argentina). *Tectonics* 26: TC4010. doi: 10.1029/2006TC002011.
- Galliski, M.A., Arias, J., Coira, B., Fuentes, A. 1987. Reconocimiento geotérmico del área Socompa, provincia de Salta, República Argentina. *Revista del Instituto de Geología y Minería* 7: 37-53.
- García, M., Ercilla, G., Alonso, B., Casas, D., Dowdeswell, J.A. 2011. Sediment lithofacies, processes and sedimentary models in the Central Bransfield Basin, Antarctic Peninsula, since the Last Glacial Maximum. *Marine Geology* 290: 1-16. doi: 10.1016/j.margeo.2011.10.006.
- García Morabito, E., Folguera, A. 2005. El alto de Copahue - Pino Hachado y la fosa de Loncopué: un comportamiento tectónico episódico, Andes neuquinos (37°- 39°S). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60(4): 742-761.
- Gardeweg, M., Cornejo, P., Davidson, J. 1984. Geología del Volcán Llullaillaco, altiplano de Antofagasta, Chile (Andes Centrales). *Revista Geológica de Chile* 23: 21-37.
- Gardeweg, M., Ramírez, C.F., Davidson, J. 1993. Mapa geológico del área del Salar de Punta Negra y del volcán Llullaillaco, Región de Antofagasta, Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), Documentos de Trabajo 5, 1 mapa escala 1:100.000. Santiago.
- Gardeweg, M.C., Medina, E. 1994. La erupción subpliniana del 19-20 Abril de 1993 del Volcán Láscar, N. de Chile. 7° Congreso Geológico Chileno (Concepción), Actas 7: 299-304.
- Gardeweg, M.C., Mpodozis, C., Clavero, J., Cuitiño, L. 1997. Mapa Geológico de la Hoja Nevado Ojos de Salado, Región de Atacama. Escala 1:100.000 (Inédito). Servicio Nacional de Geología y Minería, Chile.
- Gardeweg, M.C., Clavero, J., Mpodozis, C., Villeneuve, M., Pérez de Arce, C. 1999. Volcanismo Cuaternario en la región sur de la Zona Volcánica de los Andes Centrales (26° y 28°S): Geocronología K-Ar y ³⁹Ar/⁴⁰Ar e implicancias regionales. XIV Congreso Geológico Argentino (Salta), Actas 1: 96.
- Gardeweg, M.C., Clavero, J., Mpodozis, C., Pérez de Arce, C., Villeneuve, M. 2000. El macizo Tres Cruces: Un complejo volcánico longevo y potencialmente activo en la Alta Cordillera de Copiapó, Chile. IX Congreso Geológico Chileno (Puerto Varas), Actas 2: 291-195.
- Garibaldi, N. 2018. Magma-driven crustal deformation modulated by pre-existing tectonic structures at the restless Laguna del Maule volcanic field, Chile. XV Congreso Geológico Chileno (Concepción), Actas 1: 999.
- Gass, I.G., Harris, P.G., Holdgate, M.W. 1963. Pumice eruption in the area of the South Sandwich Islands. *Geological Magazine* 100: 321-330.
- Germa, A., Quidelleur, X., Gillot, P.Y., Tchilinguirian, P. 2010. Volcanic evolution of the back-arc Pleistocene Payun Matru volcanic field (Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 29: 717-730. doi:org/10.1016/j.jsames.2010.01.002.
- Geyer, A. 2021. Antarctic volcanism: active volcanism overview. En Smellie, J.L., Panter, K.S., Geyer, A. (Eds.). *Volcanism in Antarctica: 200 Million Years of Subduction, Rifting and Continental Break-up*. Geological Society of London Memoirs 55: 55-72. doi: 10.1144/M55-2020-12.
- Geyer, A., Martí, A., Giralt, S., Folch, A. 2017. Potential ash impact from Antarctic volcanoes: Insights from Deception Island's most recent eruption. *Scientific Reports* 7: 16534. doi: 10.1038/s41598-017-16630-9.
- Geyer, A., Álvarez-Valero, A.M., Gisbert, G., Aulinas, M., Hernández-Barreña, D., Lobo, A. and Martí, J. 2019. Deciphering the evolution of Deception Island's magmatic system. *Scientific Reports* 9: 373. Mdoi: 10.1038/s41598-018-36188-4.
- Geyer, A., Pedrazzi, D., Almendros, J., Berrocoso, M., López-Martínez, J., Maestro, A., Carmona, E., Álvarez-Valero, A.M., de Gil, A. 2021. Deception Island. En Smellie, J.L., Panter, K.S., Geyer, A. (Eds.). *Volcanism in Antarctica: 200 Million Years of Subduction, Rifting and Continental Break-up*. Geological Society of London Memoirs 55: 667-693. doi: 10.1144/M55-2018-56.
- Gho, R., Sruoga, P., Amigo, A., Fierstein, J., Elissondo, M., Kaufman, J., Toloza, V., Calderón, R. 2019. Peligros del Complejo Volcánico Laguna del Maule, Argentina y Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería-Servicio Geológico Minero Argentino. *Publicación Geológica Multinacional* 8, 66 pp. (Inédito).
- Giampaoli, P., Dajczgewand, D.M., Dzelalija, F. 2002. La estructura del sector externo de la faja plegada y corrida de Malargüe a la latitud del río Salado, cuenca neuquina surmendocina, Argentina. XV Congreso Geológico Argentino (El Calafate) Actas 3: 168-173.

- Giordano, G., Pinton, A., Cianfarra, P., Báez, W., Chioldi, A., Viramonte, J., Norini, G., Groppelli, G. 2013. Structural control on geothermal circulation in the Cerro Tuzgle-Tocomar geothermal volcanic area (Puna plateau, Argentina). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 249, 77-94. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2012.09.009.
- Global Volcanism Program (GVP). 1982. Report on Seal Nunataks Volcanic Field (Atarctica). En McClelland, L. (Ed.). *Scientific Event Alert Network Bulletin* 7: 9. Smithsonian Institution. doi: 10.5479/si.GVP.SEAN198209-390050.
- Global Volcanism Program (GVP). 1987. Report on Tupungatito (Chile-Argentina). En McClelland, L. (Ed.). *Scientific Event Alert Network Bulletin* 12: 12. Smithsonian Institution. <https://doi.org/10.5479/si.GVP.SEAN198712-357010>.
- Global Volcanism Program (GVP). 1988. Report on Lonquimay (Chile). En McClelland, L. (Ed.). *Scientific Event Alert Network Bulletin*, 13:12. Smithsonian Institution. doi: 10.5479/si.GVP.SEAN198812-357100.
- Global Volcanism Program (GVP). 1991. Report on San José (Chile-Argentina). En McClelland, L. (Ed.). *Bulletin of the Global Volcanism Network*, 16: 5. Smithsonian Institution. <https://doi.org/10.5479/si.GVP.BGVN199105-35702>.
- Global Volcanism Program (GVP). 1992. Report on Copahue (Chile-Argentina). En McClelland, L. (Ed.). *Bulletin of the Global Volcanism Network*, 17: 7. Smithsonian Institution. doi: 10.5479/si.GVP.BGVN199207-357090.
- Global Volcanism Program (GVP). 1993*a*. Report on Aracar (Argentina). En Venzke, E. (Ed.). *Bulletin of the Global Volcanism Network*, 18: 4. Smithsonian Institution. doi: 10.5479/si.GVP.BGVN199304-355160.
- Global Volcanism Program (GVP). 1993*b*. Report on Nevados Ojos del Salado (Chile-Argentina). En Wunderman, R. (Ed.). *Bulletin of the Global Volcanism Network* 18:11. Smithsonian Institution. doi: 10.5479/si.GVP.BGVN199311-355130.
- Global Volcanism Program (GVP). 1994. Report on Llama (Chile). En Wunderman, R. (Ed.). *Bulletin of the Global Volcanism Network* 19: 4. Smithsonian Institution. doi: 10.5479/si.GVP.BGVN199404-357110.
- Global Volcanism Program (GVP). 2003. Report on Montagu Island (United Kingdom). En Venzke, E. (Ed.). *Bulletin of the Global Volcanism Network* 28:2. Smithsonian Institution. doi: 10.5479/si.GVP.BGVN200302-390081.
- Global Volcanism Program (GVP). 2005. Report on Additional Reports (Unknown). En Wunderman, R. (Ed.). *Bulletin of the Global Volcanism Network* 30: 3. Smithsonian Institution. doi: 10.5479/si.GVP.BGVN200503-600500.
- Global Volcanism Program (GVP). 2007. Report on Lastarria (Chile-Argentina). En Wunderman, R. (Ed.). *Bulletin of the Global Volcanism Network*, 32:2. Smithsonian Institution. doi: 10.5479/si.GVP.BGVN200702-355120.
- Global Volcanism Program (GVP). 2008. Report on Llama (Chile). En Wunderman, R. (Ed.). *Bulletin of the Global Volcanism Network*, 33:1. Smithsonian Institution. doi: 10.5479/si.GVP.BGVN200801-357110.
- Global Volcanism Program (GVP). 2017*a*. Report on Zavodovski (United Kingdom). En Crafford, A.E., Venzke, E. (Eds.). *Bulletin of the Global Volcanism Network* 42: 2. Smithsonian Institution. doi: 10.5479/si.GVP.BGVN201702-390130.
- Global Volcanism Program (GVP). 2017*b*. Report on Bristol Island (United Kingdom). En Crafford, A.E., Venzke, E. (Eds.). *Bulletin of the Global Volcanism Network* 42: 9. Smithsonian Institution. doi: 10.5479/si.GVP.BGVN201709-390080.
- Global Volcanism Program (GVP) 2019*a*. Report on Planchón-Peteroa (Chile). En Crafford, A.E., Venzke, E. (Eds.). *Bulletin of the Global Volcanism Network*, 44:3. Smithsonian Institution. doi: 10.5479/si.GVP.BGVN201903-357040.
- Global Volcanism Program (GVP) 2019*b*. Report on Planchón-Peteroa (Chile). En Crafford, A.E., Venzke, E. (Eds.). *Bulletin of the Global Volcanism Network*, 44:6. Smithsonian Institution. doi: 10.5479/si.GVP.BGVN201906-357040.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023*a*. [Database] *Volcanoes of the World* (v. 5.0.4; 17 Apr 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2022.5.0.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023*b*. Bristol (390080). En [Database] *Volcanoes of the World* (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023*c*. Candlemas (390100). En [Database] *Volcanoes of the World* (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023*d*. Crater Basalt Volcanic Field (358025). En [Database] *Volcanoes of the World* (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.

- Global Volcanism Program (GVP). 2023e. Deception Island (390030). En [Database] Volcanoes of the World (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023f. Llullaillaco (355110). En [Database] Volcanoes of the World (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023g. Maipo (357021). En [Database] Volcanoes of the World (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023h. Montagu (390081). En [Database] Volcanoes of the World (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023i. Paulet (390041). En [Database] Volcanoes of the World (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023j. Protector Seamounts (390140). En [Database] Volcanoes of the World (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023k. San José (357020). En [Database] Volcanoes of the World (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023l. Saunders (390090). En [Database] Volcanoes of the World (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023m. Southern Thule (390070). En [Database] Volcanoes of the World (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023n. Tralihue (357101). En [Database] Volcanoes of the World (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023o. Tromen volcanic plateau (357072). En [Database] Volcanoes of the World (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023p. Tronador (358011). En [Database] Volcanoes of the World (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Global Volcanism Program (GVP). 2023q. Unnamed (355161). En [Database] Volcanoes of the World (v. 5.1.0; 9 Jun 2023). Distributed by Smithsonian Institution, compiled by Venzke, E. doi: 10.5479/si.GVP.VOTW5-2023.5.1.
- Gobierno de Mendoza. 2022. Prensa. Recuperado el 15 de noviembre de 2022 de <https://www.mendoza.gov.ar/prensa/con-400-000-visitas-anales-aves-glaciares-y-sitios-historicos-encuentran-proteccion-en-85-000-hectareas-andinas/>.
- Godoy, L.B., Caselli, A., Fernández Melchor, I., Nacif, S. 2018. Análisis de actividad sísmica detectada por experimento local de periodo corto en el Cerro Domuyo, Neuquén. XV Congreso Geológico Chileno (Concepción), Volc-2: 998.
- Godoy, L.B., Nacif, S., Lupari, M., García, H.P.A., Correa-Otto, S., Melchor, I., Pechuan, S.N., Ariza, J.P., Gimenez, M., Caselli, A. 2021. Geophysical evidence of first stages of inflation in Domuyo volcanic center in northwestern Neuquén province, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 107: 102694. doi: 10.1016/j.jsames.2020.102694.
- González Blazek, L.V. 2017. Evolución morfológica y morfométrica de los conos volcánicos monogenéticos de los campos volcánicos de Payún Matru, Llancanelo y Cuenca del Río Salado. *Boletín de Estudios Geográficos* 107: 87-104.
- González-Ferrán, O. 1983. The Seal Nunataks: an active volcanic group on the Larsen Ice Shelf, West Antarctica. En Oliver, R.L., James, P.R., Jago, J.B. (Eds.). *Antarctic Earth Science*: 334-337. Cambridge University Press, New York.
- Gonzalez-Ferrán, O. 1991. The Bransfield Rift and its active volcanism. En Thompson, M.R.A., Crame, J.A., Thomson, J.W. (Eds.). *Geological Evolution of Antarctica*: 505-509. Cambridge University Press. New York.
- González-Ferrán, O. 1995. *Volcanes de Chile*. Instituto Geográfico Militar, 635 pp. Santiago.
- González-Ferrán, O., Katsui, Y. 1970. Estudio integral del volcanism cenozoico superior de las Islas Shetland del Sur, Antártica. *Series Científica del Instituto Antártico Chileno* 1: 123-174.

- González-Ferrán, O., Baker, P.E., Rex, D.C. 1985. Tectonic-volcanic discontinuity at latitude 27° South, Andean Range, associated with Nazca plate subduction. *Tectonophysics* 112: 423-441.
- Gràcia, E., Canals, M., Farrán, M.-I., Prieto, M.J., Sorribas, J., Gebra Team. 1996. Morphostructure and evolution of the Central and Eastern Bransfield basins (NW Antarctic Peninsula). *Marine Geophysical Researches* 18: 429-448. doi: 10.1007/BF00286088.
- Gràcia, E., Canals, M., Farran, M.-I., Sorribas, J., Pallas, R. 1997. Central and Eastern Bransfield basins (Antarctica) from high-resolution swath-bathymetry data. *Antarctic Science* 9 (2): 168-180. doi: 10.1017/S0954102097000229.
- Gray, D.M., Burton-Johnson, A., Fretwell, P.T. 2019. Evidence for a lava lake on Mt. Michael volcano, Saunders Island (South Sandwich Islands) from Landsat, Sentinel-2 and ASTER satellite imagery. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 379: 60-71. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2019.05.002.
- Groeber, P. 1947a. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. Hojas Bardas Blancas y Los Muelles. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 2(4): 409-433.
- Groeber, P. 1947b. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70. 2. Hojas Sosneao y Maipo. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 2(2): 141-177.
- Groeber, P. 1951. La Alta Cordillera entre las latitudes 34° y 29°30'. Instituto Investigaciones de las Ciencias Naturales, Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, *Revista (Ciencias Geológicas) I* (5): 1-352.
- Grosse, P., Euillades, P.A., Euillades, L.D., van Wyk de Vries, B. 2014a. A global database of composite volcano morphometry. *Bulletin of Volcanology* 76: 784. doi: 10.1007/s00445-013-0784-4.
- Grosse, P., Orihashi, Y., Guzmán, S.R., Petrinovic, I.A. 2014b. Volcanismo Cuaternario en la zona del Paso San Francisco, Catamarca. XIX Congreso Geológico Argentino (Córdoba), Actas: S24-2-6.
- Grosse, P., Guzmán, S., Petrinovic, I.A. 2017. Volcanes compuestos cenozoicos del noroeste argentino. En Muruaga, C.M., Grosse, P. (Eds.). *Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. XX Congreso Geológico Argentino (Tucumán)*, Relatorio: 484-517.
- Grosse, P., Orihashi, Y., Guzmán, S.R., Sumino, H., Nagao, K. 2018a. Eruptive history of Incahuasi, Falso Azufre and El Cóndor Quaternary composite volcanoes, southern Central Andes. *Bulletin of Volcanology* 80, 44. doi: 10.1007/s00445-018-1221-5.
- Grosse, P., Guzmán, S.R. 2018b. Volcanismo. En Grau, H.R., Babot, M.J., Izquierdo, A., Grau, A. (Eds.), *La Puna argentina: naturaleza y cultura. Serie de Conservación de la Naturaleza, Fundación Miguel Lillo* 24: 32-51.
- Grosse, P., Guzmán, S., Ochi Ramacciotti, M.L., Escalante Fochi, F., Orihashi, Y. 2018c. Volcanismo máfico cuaternario a lo largo del lineamiento Peinado, sur de la Zona Volcánica Central de los Andes, Argentina. XV Congreso Geológico Chileno (Concepción), Actas: 965.
- Grosse, P., Guzmán, S., Apaza, F., Orihashi, Y. 2020a. Reconstrucción eruptiva del volcán potencialmente activo Peinado, sur de la Zona Volcánica Central de los Andes, Argentina. 1er Congreso Geológico de la Asociación Latinoamericana de Volcanología (Antofagasta).
- Grosse, P., Ochi Ramacciotti, M.L., Escalante Fochi, F., Guzmán, S., Orihashi, Y., Sumino, H. 2020b. Geomorphology, morphometry, spatial distribution and ages of mafic monogenetic volcanoes of the Peinado and Incahuasi fields, southernmost Central Volcanic Zone of the Andes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 401: 106966. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2020.106966.
- Grosse, P., Danišik, M., Apaza, F.D., Guzmán, S.R., Lahitte, P., Quidelleur, X., Self, S., Siebe, C., van Wyk de Vries, B., Ureta, G., Guillong, M., De Rosa, R., Le Roux, P., Wotzlaw, J-F., Bachmann, O. 2022a. Holocene collapse of Socompa volcano and pre- and post-collapse growth rates constrained by multi-system geochronology. *Bulletin of Volcanology* 84: 85. doi: 10.1007/s00445-022-01594-0.
- Grosse, P., Guzmán, S.R., Nauret, F., Orihashi, Y., Sumino, H. 2022b. Central vs. lateral growth and evolution of the < 100 ka Peinado composite volcano, southern Central Volcanic Zone of the Andes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 425: 107532. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2022.107532.
- Gudnason, J., Holm, P.M., Søger, N., Llambías, E.J. 2012. Geochronology of the late Pliocene to Recent volcanic activity in the Payenia back-arc province, Mendoza Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 37: 191-201. doi: 10.1016/j.jsames.2012.02.003.
- Guerstein, P.G. 1993. Origen y significado geológico de la Asociación Piroclástica Pumícea. Pleistoceno de la provincia de Mendoza entre los 33° 30' y 34° 40' L.S. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Naturales, Tesis doctoral, inédita.
- Guffanti, M.C., Mayberry, G.C., Wunderman, R., Casadevall, T.J. 2003. Impact of volcanic activity

- on airports. *Cities on Volcanoes 3* (Hilo, Hawaii). Abstracts: 51.
- Guimarães, L.F., Nieto-Torres, A., Bonadonna, C., Frischknecht, C. 2021. A New Inclusive Volcanic Risk Ranking, Part 2: Application to Latin America. *Frontiers in Earth Science* 9: 757742. doi: 10.3389/feart.2021.757742.
- Guzmán, S.R., Petrinovic, I.A., Brod, J.A. 2006. Pleistocene mafic volcanoes in the Puna-Cordillera Oriental boundary, NW-Argentina. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 158: 51-69. doi:10.1016/j.jvolgeores.2006.04.014.
- Guzmán, S., Grosse, P., Montero-López, C., Hongn, F., Pilger, R., Petrinovic, I., Seggiaro, R., Aramayo, A. 2014. Spatial-temporal distribution of explosive volcanism in the 25-28°S segment of the Andean Central Volcanic Zone. *Tectonophysics* 636: 170-189. doi: 10.1016/j.tecto.2014.08.013.
- Guzmán, S., Grosse, P., Martí, J., Petrinovic, I.A. y Seggiaro, R. 2017. Calderas cenozoicas argentinas de la Zona Volcánica Central de los Andes-procesos eruptivos y dinámica: una revisión. En Muruaga, C.M., Grosse, P. (Eds.). *Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. XX Congreso Geológico Argentino* (San Miguel de Tucumán), Relatorio: 518-547.
- Haag, M.B., Báez, W.A., Sommer, C.A., Arnosio, J.M., Filipovich, R.E. 2019. Geomorphology and spatial distribution of monogenetic volcanoes in the southern Puna Plateau (NW Argentina). *Geomorphology* 342: 196-209. doi: 10.1016/j.geomorph.2019.06.008.
- Haase, K.M., Beier, C. 2021. Bransfield Strait and James Ross Island: petrology. En Smellie, J.L., Panter, K.S., Geyer, A. (Eds.). *Volcanism in Antarctica: 200 Million Years of Subduction, Rifting and Continental Break-up*. Geological Society of London Memoirs 55: 285-301. doi: 10.1144/M55-2018-37.
- Haller, M.J., Massafiero, G.I. 2022. Distribución espacial de centros eruptivos en la provincia volcánica de Payeria. XXI Congreso Geológico Argentino (Puerto Madryn), Actas: 397-398.
- Haller, M.J., Risso, C. 2011. La erupción del volcán Peteroa (35°15'S, 70°18'0) del 4 de septiembre de 2010. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 68: 297-307.
- Haller, M.J., Ostera, H.A., Pesce, A.H., Gardini, M., Folguera, A. 1994. Vulcanoestratigrafía reciente y eruptividad del volcán Peteroa. 7° Congreso Geológico Chileno (Concepción), Actas 1: 319-323.
- Haller, M.J., Massafiero, G.I., Alric, V.I., Navarrete, C.R., Menegatti, N. 2022. Magmatismo básico cenozoico del centro sur del Chubut. En Giacosa, R.E. (Ed.). *Geología y Recursos Naturales de la provincia de Chubut. XXI Congreso Geológico Argentino* (Puerto Madryn), Relatorio B.15: 457-488.
- Hamilton, I.W. 1989. Geophysical investigations of subduction related processes in the Scotia Sea, Ph.D. thesis, University of Birmingham.
- Hayes, G.P., Wald, D.J., Johnson, R.L. 2012. Slab1.0: a three-dimensional model of global subduction zone geometries. *Journal of Geophysical Research* 117: B01302. doi: 10.1029/2011JB008524.
- Henderson, S., Pritchard, M.E. 2013. Decadal volcanic deformation in the Central Andes volcanic zone revealed by InSAR time series. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 14: 1358-1374. doi: 10.1002/ggge.20074.
- Heredia, S., Castro Godoy, S., Carballo, F. 2022. Seguimiento satelital de la evolución térmica del CV Planchón-Peteroa durante el periodo 2000-2021. XXI Congreso Geológico Argentino (Puerto Madryn), Actas: 1170-1171.
- Hermelo, R.A.R. 2005. A cincuenta años de la primera ocupación del refugio Thule en las Islas Sandwich del Sur. *Antártida Argentina. Boletín del Centro Naval* 812: 473-476.
- Hernando, I.R. 2012. Evolución volcánica y petrológica del volcán Payún Matrú, retroarco andino del sudeste de Mendoza. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata.
- Hernando, I.R., Llambías, E.J., González, P.D., Sato, K. 2012. Volcanic stratigraphy and evidence of magma mixing in the Quaternary Payún Matrú volcano, andean backarc in western Argentina. *Andean Geology* 39(1): 158-179.
- Hernando, I.R., Aragón, E., Frei, R., González, P.D., Spakman, W. 2014a. Constraints on the origin and evolution of magmas in the Payún Matrú Volcanic Field, Quaternary Andean back-arc of Western Argentina. *Journal of Petrology* 55 (1): 209-239.
- Hernando, I.R., Franzese, J.R., Llambías, E.J., Petrinovic, I.A. 2014b. Vent distribution in the Quaternary Payún Matrú volcanic field, Western Argentina: its relation to tectonics and crustal structures. *Tectonophysics* 622: 122-134.
- Hernando, I.R., Petrinovic, I.A., Llambías, E.J., D'Elia, L., Gonzalez, P.D., Aragón, E. 2016. The role of magma mixing and mafic recharge in the evolution of a back-arc quaternary caldera: The case of Payún Matrú, Western Argentina. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 311: 150-169.
- Hernando, I.R., Petrinovic, I.A., Gutiérrez, D.A., Bucher, J. 2017. La caldera cuaternaria del Payún Matrú,

- retroarco andino de la Zona Volcánica Sur. XX Congreso Geológico Argentino (San Miguel de Tucumán), Actas: 82-84.
- Hernando, I.R., Petrinovic, I.A., D'Elia, L., Guzmán, S., Páez, G.N. 2019. Post-caldera pumice cones of the Payún Matrú caldera, Payenia, Argentina: Morphology and deposits characteristics. *Journal of South American Earth Sciences* 90: 453-462. doi: 10.1016/j.jsames.2018.12.017.
- Hervé, F. 1994. The Southern Andes between 39° and 44°S latitude: the geological signature of a transpressive tectonic regime related to magmatic arc. En Reutter, K.J., Scheuber, E., Wigger, P.J. (Eds.). *Tectonics of the Southern Central Andes*: 243-248. SpringerVerlag.
- Hickey-Vargas, R., Holbik, S., Tormey, D., Frey, F.A., Moreno Roa, H. 2016. Basaltic rocks from the Andean Southern Volcanic Zone: Insights from the comparison of along-strike and small-scale geochemical variations and their sources. *Lithos* 258-259: 115-132. doi: 10.1016/j.lithos.2016.04.014.
- Hildreth, W., Drake, R.E. 1992. Volcán Quizapu, Chilean Andes. *Bulletin of Volcanology* 54: 93-125.
- Hildreth, W., Moorbath, S. 1988. Crustal contribution to arc magmatism in the Andes of central Chile. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 98: 455-489.
- Hildreth, W., Grunder, A.L., Drake, R.E. 1984. The Loma Seca Tuff and the Calabozos caldera: A major ash-flow and caldera complex in the southern Andes of central Chile. *Geological Society of America Bulletin* 95: 45-54.
- Hildreth, W., Fierstein, J., Godoy, E. 1999. The Puelche Volcanic Field: extensive Pleistocene rhyolite lava flows in the Andes of central Chile. *Revista Geológica de Chile* 26: 275-309.
- Hildreth, W., Godoy, E., Fierstein, J., Singer, B. S. 2010. Laguna del Maule Volcanic Field: Eruptive History of a Quaternary basalt-to-rhyolite distributed volcanic field on the Andean range crest in central Chile. *Servicio Nacional de Geología y Minería. Boletín N°63*, 145 pp.
- Holdgate, M.W. 1963. Observations in the South Sandwich Islands, 1962. *Polar Record* 11: 394-405. doi:10.1017/S0032247400053511.
- Holdgate, M.W., Baker, P.E. 1979. The South Sandwich Islands: I. General description. *British Antarctic Survey. Scientific Report* 91, 76 pp.
- Hole, M.J. 1988. Post-subduction alkaline volcanism along the Antarctic Peninsula. *Journal of the Geological Society of London* 145: 985-998. doi: 10.1144/gsjgs.145.6.0985.
- Hole, M.J. 1990. Geochemical evolution of Pliocene-Recent postsubduction alkalic basalts from Seal Nunataks, Antarctic Peninsula. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 40: 149-167. doi: 10.1016/0377-0273(90)90118-Y.
- Hole, M.J. 2021. Antarctic Peninsula: petrology. En Smeilie, J.L., Panter, K.S., Geyer, A. (Eds.). *Volcanism in Antarctica: 200 Million Years of Subduction, Rifting and Continental Break-up*. Geological Society of London, *Memoirs* 55: 327-343. doi: 10.1144/M55-2018-40.
- Hole, M.J., Larter, R.D. 1993. Trench-proximal volcanism following ridge crest-trench collision along the Antarctic Peninsula. *Tectonics* 12: 897-910. doi: 10.1029/93TC00669.
- Hole, M.J., Saunders, A.D., Rogers, G., Sykes, M.A. 1995. The relationship between alkaline magmatism, lithospheric extension and slab window formation along continental destructive plate margins. *Geological Society of London, Special Publications* 81: 265-285. doi: 10.1144/GSL.SP.1994.081.01.15.
- Iannelli, S.B., Litvak, V.D., Fennell, L.M., Martos, F.E., Fernández Paz, L., Hurley, M., Agosto, M., Folguera, A. 2022. Actividad geotermal identificada en el retroarco de los Andes Centrales del Sur: Volcán Overo (34°30'S). XXI Congreso Geológico Argentino (Puerto Madryn), Actas: 1172-1173.
- Inbar, M., Risso, C. 2001. A morphological and morphometric analysis of a high-density cinder cone volcanic field - Payún Matrú, south-central Andes, Argentina. *Zeitschrift für Geomorphologie* 45: 321-343.
- Inbar, M., Risso, C., Parica, C. 1995. The morphological development of a young lava flow in the South Western Andes-Neuquén, Argentina. *Zeitschrift Geomorphologischer Natur Forschungen* 39 (4): 479-487.
- Inostroza, M., Aguilera, F., Menzies, A., Layana, S., González, C., Ureta, G., Sepúlveda, J., Scheller, S., Böhme, S., Barraza, M., Tagle, R., Patzschke, M. 2020. Deposition of metals and metalloids in the fumarolic fields of Guallatiri and Lastarria volcanoes, northern Chile. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 393: 106803. doi:10.1016/j.jvolgeores.2020.106803.
- Inostroza, M., Fernández, B., Aguilera, F., Layana, S., Walter, T.R., Zimmer, M., Rodríguez-Díaz, A., Oelze, M. 2023. Physical and chemical characteristics of active sulfur flows observed at Lastarria volcano (northern Chile) in January 2019. *Frontiers in Earth Science* 11: 1197363. doi: 10.3389/feart.2023.1197363.
- Instituto Geográfico Nacional. 2023a. CAPAS SIG. Disponible en <https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG>.

- Instituto Geográfico Nacional. 2023b. Geoportal. Disponible en <https://geoportal.ign.gob.ar/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC). 2015. Unidades Geoestadísticas. Cartografía y códigos geográficos del Sistema Estadístico Nacional. Buenos Aires. Disponible en <http://www.indec.gov.ar/codgeo.asp>
- International Air Transport Association-International Civil Aviation Organization (IATA/ICAO)*. 2020. *List of airports*. Disponible en <http://www.ip2location.com>.
- Inventario Nacional de Glaciares (IANIGLA). 2018. Instituto Argentino de Nivología y Glaciología. IANIGLA-CONICET. Disponible en <https://www.glaciaresargentinos.gob.ar/>.
- Japan International Cooperation Agency (JICA). 1983. Intern Report on the Northern Neuquén Geothermal Development Project. Tokyo, Japan International Cooperation Agency Open-File Report.
- Jara, G., Elissondo, M., Lara, L., Kaufman, J., Sruoga, P. 2020. Peligros del Volcán Lanín, región de la Araucanía y provincia de Neuquén. Servicio Nacional de Geología y Minería-Servicio Geológico Minero Argentino, Publicación Geológica Multinacional 32. Inédito.
- Jay, J.A., Welch, M., Pritchard, M.E., Mares, P.J., Mnich, M.E., Melkonian, A.K., Aguilera, F., Naranjo, J.A., Sunagua, M., Clavero, J. 2013. Volcanic hotspots of the central and southern Andes as seen from space by ASTER and MODVOLC between the years 2000 and 2010. En Pyle, D.M., Mather, T.A., Biggs, J. (Eds.). Remote sensing of volcanoes and volcanic processes: Integrating observation and modelling. Geological Society of London Special Publication 380(1): 161-185. doi: 10.1144/SP380.1.
- Jordan, T.A., Riley, T.R., Siddoway, C.S. 2020. The geological history and evolution of West Antarctica. *Nature Reviews Earth & Environment* 1: 117-133. doi: 10.1038/s43017-019-0013-6.
- Karátson, D., Telbisz, T., Wörner, G. 2012. Erosion rates and erosion patterns of Neogene to Quaternary stratovolcanoes in the Western Cordillera of the Central Andes: An SRTM DEM based analysis. *Geomorphology* 139-140: 122-135. doi: 10.1016/j.geomorph.2011.10.010.
- Kaufman, J.F. 2019. Exposure Based Multi-Hazard Risk Assessment of Copahue Volcano, Neuquén, Argentina, CERG-C memoire, unpublished, University of Geneva, 57p.
- Kaufman, J.F., Elissondo, M., Sruoga, P., Yamín, M.G. 2023. Peligrosidad del volcán Copahue. Provincia del Neuquén. Servicio Geológico Minero Argentino.
- Instituto de Geología y Recursos Minerales. Serie de Contribuciones Técnicas Peligrosidad Geológica N° 24, 51 pp.
- Kay, S.M., Coira, B.L. 2009. Shallowing and steepening subduction zones, continental lithospheric loss, magmatism, and crustal flow under the Central Andean Altiplano-Puna Plateau. En Kay, S.M. (Ed.). Backbone of the Americas: shallow subduction, plateau uplift, and ridge and terrane collision. Geological Society of America Memoir 204: 229-259. doi: 10.1130/2009.1204(11).
- Kay, S.M., Coira, B., Viramonte, J. 1994. Young mafic back arc volcanic rocks as indicators of continental lithospheric delamination beneath the Argentine Puna Plateau, central Andes. *Journal of Geophysical Research* 99: 24323-24339. doi:10.1029/94JB00896.
- Kay, S.M., Burns, M., Copeland, P., Mancilla, O. 2006. Upper Cretaceous to Holocene magmatism and evidence for transient Miocene shallowing of the Andean subduction zone under the northern Neuquén Basin. En Kay, S.M., Ramos, V.A. (Eds.). Evolution of an Andean Margin: a Tectonic and Magmatic View from the Andes to the Neuquén Basin (35-39°S). Geological Society of America, Special Paper 407: 19-60. doi: 10.1130/2006.2407(02).
- Kay, S.M., Coira, B.L., Mpodozis, C. 2008. Field trip guide to the Neogene to Recent evolution of the Puna Plateau and the southern Central Volcanic Zone. En Kay, S.M., Ramos, V.A. (Eds.). Field Trip Guides to the Backbone of the Americas in the Southern and Central Andes (Boulder, Colorado). Geological Society of America Field Guide 13: 117-181. doi: 10.1130/2008.0013(05).
- Kelfoun, K., Druitt, T.H. 2005. Numerical modeling of the emplacement of Socompa rock avalanche, Chile. *Journal of Geophysical Research* 110: B12202. doi:10.1029/2005JB003758.
- Kelfoun, K., Druitt, T., van Wyk de Vries, B., Guilbaud, M.N. 2008. Topographic reflection of the Socompa debris avalanche, Chile. *Bulletin of Volcanology* 70: 1169-1187.
- Keller, R.A., Fisk, M.R., White, W.M., Birkenmajer, K. 1992. Isotopic and trace element constraints on mixing and melting models of marginal basin volcanism, Bransfield Strait, Antarctica. *Earth and Planetary Science Letters* 111: 287-303.
- Keller, R.A., Fisk, M.R., Smellie, J.L., Strelin, J.A., Lawver, L.A. 2002. Geochemistry of back arc basin volcanism in Bransfield Strait, Antarctica: subducted contributions and along-axis variations. *Journal of Geophysical Research* 107: 2171. doi: 10.1029/2001JB000444.

- Keller, R.A., Domack, E., Drake, A. 2003. Potential for tephrochronology of marine sediment cores from Bransfield Strait and the northwestern Weddell Sea. 16th INQUA Congress (Reno, USA), Geological Society of America, Abstracts with Programs: 236.
- Kemp, S., Nelson, A.L. 1931. The South Sandwich Islands. 'Discovery' Reports 3: 133-198.
- Kilian, R. 1991. The Australandean Volcanic Zone. (south Patagonia). Symposium Géodynamique andine. Résumés des communications: 301-304.
- Kilian, R., Hohner, M., Biester, H., Wallrabe-Adams, H.J., Stern, C.R. 2003. Holocene peat and lake sediment tephra record from the southernmost Chilean Andes (53-55°S). *Revista Geológica de Chile* 30: 23-37.
- Kittl, E. 1944. Estudios geológicos y petrográficos sobre los volcanes de la región cordillerana al sur de Mendoza y del Grupo del Descabezado. Museo Argentino de Ciencias Naturales, Anales 41: 71-192.
- Klinkhammer, G.P., Chin, C.S., Keller, R., Dählmann, A., Sahling, H., Sarthou, G., Petersen, S., Smith, F., Wilson, C. 2001. Discovery of new hydrothermal vent sites in Bransfield Strait, Antarctica. *Earth and Planetary Science Letters* 193: 395-407. doi: 10.1016/S0012-821X(01)00536-2.
- Klug, J., Singer, B.S., Jicha, B.R., Ramirez, A., Sruoga, P. 2018 40Ar/39Ar geochronology and geochemical evolution of Planchon-Peteroa volcanic complex. GSA Annual Meeting in Indianapolis. Abstracts.
- Košler, J., Magna, T., Mlcoch, B., Mixa, P., Nyvlt, D., Holub, F.V. 2009. Combined Sr, Nd, Pb and Li isotope geochemistry of alkaline lavas from northern James Ross Island (Antarctic Peninsula) and implications for back-arc magma formation. *Chemical Geology* 258: 207-218. doi: 10.1016/j.chemgeo.2008.10.006.
- Koukharsky, M., Munizaga, F. 1993. Nuevas edades K/Ar de estratovolcanes de la Puna entre los 24° y 24°30' S, Argentina. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza), Actas 4: 277-281.
- Koukharsky, M., Etcheverría, M. 1997. Geología del volcán Aracar, sur de los Andes Centrales (24°19'00"S, 67°49'20"O), Argentina. VIII Congreso Geológico Chileno (Antofagasta), Actas 2: 1324-1328.
- Kraus, S., Kurbatov, A., Yates, M. 2013. Geochemical signatures of tephros from Quaternary Antarctic Peninsula volcanoes. *Andean Geology* 40: 1-40. doi: 10.5027/andgeoV40n1-a01.
- Lachlan-Cope, T., Smellie, J.L., Ladkin, R. 2001. Discovery of a recurrent lava lake on Saunders Island (South Sandwich Islands) using AVHRR imagery. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 112: 105-116. doi: 10.1016/S0377-0273(01)00237-2.
- Lamberti, M.C. 2013. Geología del volcán Tromen. Trabajo final de licenciatura (Inédito). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires, 122 pp.
- Lamberti, M.C., Chiodi, A., Agosto, M., Filipovich, R., Massenzio, A., Báez, W., Tassi, F., Vaselli, O., Viramonte, J. 2020. Carbon dioxide diffuse degassing as tool for computing the thermal energy release at Cerro Blanco Geothermal System, Southern Puna (NW Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 105: 102833. doi: 10.1016/j.jsames.2020.102833
- Lara, L. 2004. Geología del volcán Lanín, Región de La Araucanía. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta de Geología de Chile, Serie Geología Básica, 18 pp.
- Lara, L.E. 2009. The 2008 eruption of the Chaiten volcano, Chile: a preliminary report. *Andean Geol* 36(1): 125-129.
- Lara, L., Folguera, A. 2006. The Pliocene to Quaternary narrowing of the Southern Andean Volcanic arc between 37° and 41°S latitude. En Kay, S.M., Ramos, V.A. (Eds.). *Evolution of an Andean Margin: A Tectonic and Magmatic View from the Andes to the Neuquén Basin (35°-39°S lat)*. Geological Society of America, Special Paper 407: 99-315. doi: 10.1130/2006.2407(14).
- Lara, L., Rodríguez, C., Moreno, H., Perez de Arce, C. 2001. Geocronología K-Ar y geoquímica del volcanismo plioceno superior-pleistoceno de los Andes del sur (39-42 deg. S). *Revista Geológica de Chile* 28: 67-90.
- Lara, L., Naranjo, J.A., Moreno, H. 2004a. Lanín volcano (39.5°S), Southern Andes: geology and morphostructural evolution. *Revista Geológica de Chile* 31 (2): 241-257.
- Lara, L., Naranjo, J.A., Moreno, H. 2004b. Rhyodacitic fissure eruption in Southern Andes (Cordón Caulle; 40.58°S) after the 1960 (Mw:9.5) Chilean earthquake: a structural interpretation. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 138: 127-138. doi:10.1016/j.jvolgeores.2004.06.009.
- Lara, L.E., Clavero, J., Hinojosa, M., Huerta, S., Wall, R., Moreno, H. 2006. NVEWS-CHILE: Sistema de Clasificación semicuantitativa de la vulnerabilidad volcánica. XI Congreso Geológico Chileno (Antofagasta), Actas 2: 487-490.
- Lara, L.E., Moreno, H., Naranjo, J.A., Matthews, S., Pérez de Arce, C. 2006. Magmatic evolution of the Puyehue-Cordón Caulle Volcanic Complex (40°S), Southern Andean Volcanic Zone: From shield to unusual rhyolitic fissure volcanism. *Journal of Vol-*

- canology and Geothermal Research 157: 343-366. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2006.04.010.
- Lara, L.E., Wall, R., Stockli, D. 2008. La ignimbrita Pudahuel (Asociación Piroclástica Pumicea) y la Caldera Diamante (33° S): nuevas edades U-Th-He. XVII Congreso Geológico Argentino (Jujuy) Actas: 1265.
- Lara, L.E., Orozco, G., Amigo, A., Silva, C. 2011. Peligros Volcánicos de Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile, Serie Geología Ambiental 13, 34 pp. 1 mapa escala 1:2.000.000.
- Lara, L.E., Flores, F., Calderón, R., Cardona, C. 2021. Volcano hazards and risks in Chile. En Shroder, J.F., Papale, P. (Eds.). Forecasting and Planning for Volcanic Hazards, Risks, and Disasters: 617-633. Elsevier. doi: 10.1016/B978-0-12-818082-2.00017-2.
- Larter, R.D., Barker, P.F. 1991. Effects of ridge crest-trench interactions on Antarctic-Phoenix Spreading: Forces on a young subducting plate. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 96 (B12): 19583-19607. doi: 10.1029/91JB02053.
- Larter, R.D., Vanneste, L.E., Morris, P., Smyth, D.K. 2003. Structure and tectonic evolution of the South Sandwich arc. En Larter, R.D., Leat, P.T. (Eds.). *Intra-Oceanic Subduction Systems: Tectonic and Magmatic Processes*. Geological Society of London Special Publications 219: 255-284. doi: 10.1144/GSL.SP.2003.219.01.13.
- Lavenu, A., Cembrano, J. 1999. Compressional and transpressional-stress pattern for Pliocene and Quaternary brittle deformation in fore arc and intra-arc zones (Andes of Central and Southern Chile). *Journal of Structural Geology* 21: 1669-1691.
- Lavoie, C., Domack, E.W., Heirman, K., Naudts, L., Brachfeld, S. 2016. A Holocene volcanic knoll within a glacial trough, Antarctic Sound, northern Antarctic Peninsula. *Geological Society of London Memoirs* 46: 125-126. doi: 10.1144/M46.130.
- Lawver, L., Keller, R., Fisk, M., Strelin, J. 1995. Bransfield strait, Antarctic Peninsula. Active extension behind a dead arc. En Taylor, B. (Ed.). *Backarc Basins: Tectonics and Magmatism*: 315-342. Springer. doi: 10.1007/978-1-4615-1843-3_8.
- Lawver, L.A., Sloan, B.J., Barker, D.H.N., Ghidella, M., Von Herzen, R.P., Keller, R.A., Klinkhammer, G.P., Chin, C.S. 1996. Distributed, active extension in Bransfield Basin, Antarctic Peninsula: evidence from multibeam bathymetry. *Geological Society of America, GSA Today* 6 (11): 1-6.
- Layana, S., Aguilera, F., Inostroza, M., Tassi, F., Wilkes, T.C., Bredemeyer, S., González, C., Pering, T.D., McGonigle, A.J.S. 2023. Evolution of the magmatic-hydrothermal system at Lastarria volcano (Northern Chile) between 2006 and 2019: Insights from fluid geochemistry. *Frontiers in Earth Science* 11: 1114001. doi: 10.3389/feart.2023.1114001.
- Le Mével, H., Córdova, C., Ali, S.T., Feigl, K., DeMets, C., Williams-Jones, G., Tikoff, B., Singer, B.S. 2013. Unrest within a large rhyolitic magma system at Laguna del Maule Volcanic Field (Chile) from 2007 through 2013: Geodetic measurements and numerical models. *AGU Fall Meeting Abstracts* 1: 2728.
- Le Mével, H., Feigl, K., Córdova, C., DeMets, C., Lundgren, P. 2015. Evolution of unrest at Laguna del Maule volcanic field (Chile) from InSAR and GPS measurements, 2003 to 2014. *Geophysical Research Letters* 42: 6590-6598. doi: 10.1002/2015GL064665.
- Le Mével, H., Córdova, C., Cardona, C., Feigl, K.L. 2021. Unrest at the Laguna del Maule volcanic field 2005–2020: renewed acceleration of deformation. *Bulletin of Volcanology* 83: 39. doi: 10.1007/s00445-021-01457-0.
- Leanza, H.A., Hugo, C.A., Herrero, J.C., Donnari, E., Pucci, J.C. 1997. Hoja Geológica 3969-III, Picún Leufú. Provincias de Neuquén y Río Negro. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 218, 128 pp.
- Leat, P.T., Smellie, J.L., Millar, I.L., Larter, R.D. 2003. Magmatism in the South Sandwich arc. En: Larter, R.D., Leat, P.T. (Eds.). *Intra-Oceanic Subduction Systems: Tectonic and Magmatic Processes*. Geological Society of London Special Publications 219: 285-313. doi: 10.1144/GSL.SP.2003.219.01.14.
- Leat, P.T., Pearce, J.A., Barker, P.F., Millar, I.L., Barry, T.L., Larter, R.D. 2004. Magma genesis and mantle flow at a subducting slab edge: the South Sandwich arc-basin system. *Earth and Planetary Science Letters* 227: 17-35.
- Leat, P.T., Larter, R.D., Millar, I.L. 2007. Silicic magmas of Protector Shoal, South Sandwich arc: indicators of generation of primitive continental crust in an island arc. *Geological Magazine* 144: 179-190.
- Leat, P.T., Tate, A.J., Tappin, D.R., Day, S.J., Owen, M.J. 2010a. Growth and mass wasting of volcanic centers in the northern South Sandwich arc, revealed by new multibeam mapping. *Marine Geology* 275: 110-126. doi: 10.1016/j.margeo.2010.05.001.
- Leat, P.T., Tate, A.J., Deen, T.J., Day, S.J., Owen, M.J. 2010b. RRS James Clark Ross JR206 cruise report: volcanic and continental slope processes, South Georgia and South Sandwich Islands. *British Antarctic Survey Cruise Report ES6/1/2010/1*.

- Leat, P.T., Day, S.J., Tate, A.J., Martin, T.J., Owen, M.J., Tappin, D.R. 2013. Volcanic evolution of the South Sandwich volcanic arc, South Atlantic, from multibeam bathymetry. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 265: 60-77. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2013.08.013.
- Leat, P.T., Fretwell, P.T., Tate, A.J., Larter, R.D., Martin, T.J., Smellie, J.L., Jokat, W., Bohrmann, G. 2014. Bathymetry and Geological Setting of the South Sandwich Islands Volcanic Arc (various scales). BAS GEOMAP 2 series, Sheet 6, British Antarctic Survey, Cambridge, UK. doi: 10.5285/b8143952-421c-4544-8437-58f339253d30.
- Leat, P.T., Fretwell, P.T., Tate, A.J., Larter, R.D., Martin, T.J., Smellie, J.L., Jokat, W., Bohrmann, G. 2016. Bathymetry and geological setting of the South Sandwich Islands volcanic arc. *Antarctic Science* 28(4): 293-303. doi: 10.1017/S0954102016000043.
- Leat, P.T., Riley, T.R. 2021. Antarctic Peninsula and South Shetland Islands: volcanology. En Smellie, J.L., Panter, K.S., Geyer, A. (Eds.). *Volcanism in Antarctica: 200 Million Years of Subduction, Rifting and Continental Break-up*. Geological Society of London, *Memoirs* 55: 185-212. doi: 10.1144/M55-2018-52.
- Lemus, M., Cardona, C., Velásquez, G. 2019. Mediciones de dióxido de carbono (CO₂) difuso de suelo en Complejo Volcánico Laguna del Maule. Informe Inédito. Servicio Nacional de Geología y Minería, Chile, 13 pp.
- Ley 23.775. 1990. Provincialización de Territorios Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-23775-176>.
- Ley 25.110. 1999. Acuerdo entre la República Argentina y la República de Chile para precisar el recorrido del límite desde el monte Fitz Roy hasta el cerro Daudet. Disponible en <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/ley-25110-58471>
- Ley 27.287. 2016. Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil. Disponible en <https://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/265000-269999/266631/norma.htm>.
- Linares, E., Osters, H., Mas, L. 1999. Cronología potasio-argón del Complejo Efusivo Copahue- Caviahue, provincia del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 54 (3):240-247.
- Linse, K., Copley, J.T., Connelly, D.P., Larter, R., Pearce, D.A., Polunin, N.V.C., Rogers, A.D., Chen, C., Clarke, A., Glover, A.G., Graham, A.G.C., Huvenne, V.A.I., Marsh, L., Reid, W.D.K., Roterman, C.N., Sweeting, C.J., Zwirgmaier, K., Tyler, P.A. 2019. Fauna of the Kemp Caldera and its upper bathyal hydrothermal vents (South Sandwich Arc, Antarctica). *Royal Society Open Science* 6: 191501. doi: 10.1098/rsos.191501.
- Litvak, V.D., Spagnuolo, M.G., Folguera, A., Poma, S., Jones, R., Ramos, V.A. 2015. Late Cenozoic calc-alkaline volcanism over the Payenia shallow subduction zone, South-Central Andean backarc (34°30'-37°S), Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 64(2): 365-380. doi: 10.1016/j.jsames.2015.09.010.
- Liu, E.J., Wood, K., Aiuppa, A., Giudice, G., Bitetto, M., Fischer, T.P., McCormick Kilbride, B.T., Plank, T., Hart, T. 2021. Volcanic activity and gas emissions along the South Sandwich Arc. *Bulletin of Volcanology* 83: 3. doi:10.1007/s00445-020-01415-2.
- Liu, F., Elliott, J.R., Ebmeier, S.K., Craig, T.J., Hooper, A., Novoa Lizama, C., Delgado, F. 2023. First onset of unrest captured at Socompa: A recent geodetic survey at Central Andean volcanoes in Northern Chile. *Geophysical Research Letters* 50: e2022GL102480. doi: 10.1029/2022GL102480.
- Livermore, R., Balanyá, J.C., Maldonado, A., Martínez, J.M., Rodríguez-Fernández, J., Sanz de Galdeano, C., Galindo Zaldívar, J., Jabaloy, A., Barnolas, A., Somoza, L., Hernández-Molina, J., Suriñach, E., Viseras, C. 2000. Autopsy on a dead spreading center: The Phoenix Ridge, Drake Passage. *Antarctica Geology* 28: 607-610. doi: 10.1130/0091-7613(2000)28<607:AO-ADSC>2.0.CO;2.
- Llambías, E.J. 1964. Geología y petrología del volcán Payún Matrú. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Recuperado el 25 de mayo de 2023 de http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_1236_Llambias.pdf.
- Llambías, E.J. 1966. Geología y petrología del volcán Payún Matrú. *Acta Geológica Lilloana* 8, 265-315.
- Llambías, E.J., Palacios, M., Danderfer, J.C., Brogioni, N. 1978. Petrología de las rocas ígneas Cenozoicas del Volcán Domuyo y áreas adyacentes, Provincia del Neuquén. 7 Congreso Geológico Argentino (Neuquén), *Actas* 2: 553-568.
- Llambías, E.J., Bertotto, G.W., Risso, C., Hernando, I.R. 2010. El volcanismo cuaternario en el retroarco de Payenia: una revisión. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 67 (2): 278-300.
- Llambías, E., Leanza, H., Galland, O. 2011. Agrupamiento volcánico Tromen-Tilhue. En Leanza, H., Arregui, C., Carbone, O., Danielli, J., Vallés, J. (Eds.) *Geología y Recursos Naturales de La Provincia de Neuquén*. XVIII Congreso Geológico Argentino (Neuquén), *Relatorio*: 627-636.

- Llano, J., Nogués, V., Agosto, M., Lamberti, M.C., Sierra, D., García, S., Carbajal, F., Calabrese, S., D'Alessandro, W. 2022. Geoquímica de las aguas vinculadas al Complejo volcánico Planchón-Peteroa, Mendoza-Argentina. *Revista de la Asociación geológica Argentina* 79(3): 429-448.
- Llibouty, L. 1956 Nieves y Glaciares de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile: 471pp. Santiago.
- Lonac, A. 2005. Plan de manejo área natural protegida Sistema Domuyo, provincia del Neuquén. Consejo Federal de Inversiones, 201 pp.
- López-Escobar, L. 1984. Petrology and chemistry of volcanic rocks of the southern Andes. En Harmon, R.S., Barreiro, B.A. (Eds.). *Andean magmatism, chemical and isotopic constraints: 47-71*. Shiva Publishing Ltd. UK.
- López-Escobar, L., Munizaga, F. 1983. Características geoquímicas y petrogénesis del Complejo Volcánico Laguna del Maule, Andes del Sur, 36°00'S. *Revista Geológica de Chile* 19-20: 3-24.
- López-Escobar, L., Tagiri, M., Moreno, H., Notsu, K., Onuma, N. 1985. Geochemistry and petrology of lavas from San José Volcano, southern Andes, 33°45'S. *Geochemical Journal* 19 (4): 209-222.
- López-Escobar, L., Cembrano, J., Moreno, H. 1995. Geochemistry and tectonics of the Chilean Southern Andes basaltic Quaternary volcanism (37°-46°S). *Revista Geológica de Chile* 22: 219-234.
- Lundgren, P., Girona, T., Bato, M.G., Realmuto, V.J., Samsonov, S., Cardona, C., Franco, L., Gurrola, E., Aivazis, M. 2020. The dynamics of large silicic systems from satellite remote sensing observations: the intriguing case of Domuyo volcano, Argentina. *Scientific Reports* 10:11642. doi: 10.1038/s41598-020-67982-8.
- Macedo, O., Taípe, E., Del Carpio, J., Ticona, J., Ramos, D., Puma, N., Aguilar, V., Machacca, R., Torres, J., Cueva, K., Cruz, J., Lazarte, I., Centeno, R., Miranda, R., Álvarez, Y., Masías, P., Vilca, J., Apaza, F., Chijcheapaza, R., Calderón, J., Cáceres, J., Vela, J. 2016. Evaluación del riesgo volcánico en el sur del Perú, situación de la vigilancia actual y requerimientos de monitoreo en el futuro. Instituto Geológico Minero y Metalúrgico de Perú. Informe Técnico, 75 pp.
- Maisonnave, E.B. 2016. Petrología y evolución del volcanismo Neógeno y Cuaternario al sur de 24° LS y al Oeste de 67°30'O, Puna, Provincia de Salta, Argentina. Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Recuperado el 10 de septiembre de 2020 de http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n6045_Maisonnave.
- Maisonnave, B., Page, S. 1997. Geología de las efusiones basales del volcán Aracar, Puna Salteña, República Argentina. VIII Congreso Geológico Chileno (Antofagasta), Actas 2 (Sesión Temática 6): 1359-1363.
- Maisonnave, E.M., Poma, E. 2016. Caracterización petrológica y nuevas edades de los basaltos de Chuculaqui, Puna Austral, provincia de Salta. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 73(4): 582-587.
- Marchetti, D., Cerling, T., Evenson, E., Gosse, K.J., Martinez, O. 2006. Cosmogenic Exposure Ages of Lava Flows that Temporarily Dammed the Río Grande and Río Salado, Mendoza Province, Argentina. *Backbone of the Americas. Patagonia to Alaska (Mendoza)*, Abstracts with Programs 5-39.
- Marchetti, D.W., Hynek, S.A., Cerling, T.E. 2014. Cosmogenic ³He exposure ages of basalt flows in the northwestern Payún Matrú volcanic field, Mendoza province, Argentina. *Quaternary Geochronology* 19: 67-75. doi: 10.1016/j.quageo.2012.10.004.
- Marenssi, S.A., Casadio, S., Santillana, S.N. 2010. Record of Late Miocene glacial deposits on Isla Marambio (Seymour Island), Antarctic Peninsula. *Antarctic Science* 22: 193-198. doi: 10.1017/S0954102009990629
- Marín Ratto, S., Rossi, A.C., Galetto, A.T., García, V.H., Caselli, A.T. 2015. Fases eruptivas del Complejo Volcánico Domuyo, provincia de Neuquén, Argentina. XIV Congreso geológico Chileno (La Serena), Actas: 398-401.
- Maro, G., Caffè, P.J., Báez, W. 2017. Volcanismo monogénico máfico cenozoico de la Puna. En Muruaga, C., Grosse, P. (Eds.) 2017. *Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. XX Congreso Geológico Argentino (San Miguel de Tucumán)*, Relatorio: 548-577.
- Martí, A., Baraldo, A. 1990. Pre-caldera pyroclastic deposits of Deception Island (South Shetland Islands). *Antarctic Science* 2: 345-352. doi: 10.1017/S0954102090000475.
- Martí, J., Geyer, A., Aguirre-Díaz, G. 2013. Origin and evolution of the Deception Island caldera (South Shetland Islands, Antarctica). *Bulletin of Volcanology* 75: 732. doi: 10.1007/s00445-013-0732-3.
- Martin, R.S., Watt, S.F.L., Pyle, D.M., Mather, T.A., Matthews, N.E., Georg, R.B., Day, J.A., Fairhead, T., Witt, M.L.I., Quayle, B.M. 2009. Environmental effects of ashfall in Argentina from the 2008 Chaitén volcanic eruption. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 184(3-4): 462-472. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2009.04.010.
- Martinic, B.M. 1988. Actividad volcánica histórica en la región de Magallanes. *Revista Geológica de Chile* 15: 181-186.

- Martinic, B.M. 2008. Registro histórico de antecedentes volcánicos y sísmicos en la Patagonia Austral y la Tierra del Fuego. *Magallania* 36(2): 5-18.
- Mas, L.C., Mas, G.R., Bengochea, L., López, N. 2011. Actividad eruptiva en la región del volcán Domuyo. En Leanza, H.A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J.C., Vallés, J.M. (Eds.). XVIII Congreso Geológico Argentino (Neuquén), Relatorio: 609-612.
- Massaferro, G.I., Haller, M.J., D'Orazio, M., Alric, V.I. 2006. Sub-recent volcanism in northern Patagonia: a tectonomagmatic approach. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 155: 227-243.
- Massaferro, G.I., Haller, M.J., Prez, H., Simeoni, A., Meister, C.M. 2015. Estudio comparativo de morfometría e historia erosiva en campos volcánicos monogenéticos intracontinentales de la Patagonia septentrional. *Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, Contribuciones Científicas GAEA* 27: 133-150.
- Matthies, D., Storzer, D., Troll, G. 1988. Volcanic ashes in Bransfield Strait sediments: geochemical and stratigraphical investigations (Antarctica). Second International Conference on Natural Glasses (Prague), Proceedings: 139-147.
- May, V.R., Chivas, A.R., Dosseto, A., Honda, M., Matchan, E.L., Phillips, D., Price, D.M. 2018. Quaternary volcanic evolution in the continental back-arc of southern Mendoza, Argentina, *Journal of South American Earth Sciences* 84 :88-103. doi: 10.1016/j.jsames.2018.02.007.
- Mayr, C., Smith, R.E., García, M.L., Massaferro, J., Lücke, A., Dubois, N., Maidana, N.I., Meier, W.J.-H., Wissel, H., Zolitschka, B. 2019. Historical eruptions of Lautaro volcano and their impacts on lacustrine ecosystems in southern Argentina. *Journal of Paleolimnology* 62: 205-221. doi: 10.1007/s10933-019-00088-y.
- Mazzarini, F., D'Orazio, M. 2003. Spatial distribution of cones and satellite-detected lineaments in the Pali Aike volcanic field (southernmost Patagonia): insights into the tectonic setting of a Neogene rift system. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 125: 291-305.
- Mazzoni, M.M., Licitra, D.T. 2000. Significado estratigráfico y volcanológico de depósitos de flujos piroclásticos neógenos con composición intermedia en la zona del lago Caviahue, provincia del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 55(3): 188-200.
- Mazzoni, M.M., Stura, S. 1993. Lavas y tetras recientes del volcán Escorial. Provincia del Neuquén. XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza). *Actas* 4: 282-291.
- McFarlin, H., Thompson, G., McNutt, S.R., Braunmiller, J., West, M.E. 2022. Classification of seismic activity at the Lazufre Volcanic System, based on 2011 to 2012 data. *Frontiers in Earth Science* 10: 890998. doi: 10.3389/feart.2022.890998.
- Mella, M., Muñoz, J., Vergara, M., Stern, C.R. 2003. The Tronador Volcanic Complex: a pleistocene calc-alkaline to tholeiitic arc volcanism in the Southern Andes. IV South American Symposium on Isotope Geology (Salvador-BA, Brazil), Short Papers: 613-615.
- Mella, M., Muñoz, J., Vergara, M., Klohn, E., Farmer, L., Stern, C.R. 2005. Petrogenesis of the Pleistocene Tronador volcanic group, Andean Southern Volcanic Zone. *Revista Geológica de Chile* 32: 131-154. doi: 10.4067/S0716-02082005000100008.
- Melnick, D., Folguera, A., Ramos, V.A. 2006. Structural control on arc volcanism: the Copahue-Agrio complex, South-Central Andes (37°50'S). *Journal of South American Earth Sciences* 22: 66-88. doi: 10.1016/j.jsames.2006.08.008.
- Mena, M., Ré, G., H., Haller, M., Singer, S.E., Vilas, J.F. 2006. Paleomagnetism of the late Cenozoic basalts from northern Patagonia. *Earth, Planets and Space* 58: 1273-1281. doi: 10.1186/BF03352622.
- Miller, C. 2011. Threat assessment of New Zealand's volcanoes and their current and future monitoring requirements: GNS Science Report 2010/55, 50 pp.
- Miller, C., Williams-Jones, G., Fournier, D., Witter, J. 2017a. 3D gravity inversion and thermodynamic modelling reveal properties of shallow silicic magma reservoir beneath Laguna del Maule, Chile. *Earth and Planetary Science Letters*, 459: 14-27. doi: 10.1016/j.epsl.2016.11.007.
- Miller, C.A., Le Mével, H., Currenti, G., Williams-Jones, G., Tikoff, B. 2017b. Microgravity changes at the Laguna del Maule volcanic field: Magma-induced stress changes facilitate mass addition. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 122: 3179-3196. doi: 10.1002/2017JB014048.
- Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. 2022. Cuestión de Malvinas. Cancillería. Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. Recuperado el 25 de julio de 2022 de <https://cancilleria.gob.ar/es/politica-exterior/cuestion-malvinas/la-cuestion-de-las-islas-malvinas>.
- Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. 2023. Política Exterior. Antártida. Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. Recuperado el 10 de junio

- de 2023 de <https://cancilleria.gob.ar/es/politica-exterior/antartida>.
- Ministerio de Turismo, Neuquén. 2017a. F12. Caviahue. Anuario Estadístico en Turismo, 19 pp. Recuperado el 20 de abril de 2018 de <http://neuquentur.gob.ar/lab/wp-content/uploads/2017/09/F-12-CAVIAHUE>.
- Ministerio de Turismo, Neuquén. 2017b. F13. Copahue. Anuario Estadístico en Turismo, 11 pp. Recuperado el 20 de abril de 2018 de <http://neuquentur.gob.ar/lab/wp-content/uploads/2017/09/F-12-CAVIAHUE>.
- Miranda, F., Folguera, A., Leal, P.R., Naranjo, J.A., Pesce, A. 2006. Upper Pliocene to Lower Pleistocene volcanic complexes and Upper Neogene deformation in the south-central Andes (36°30'–38°S). En Kay, S.M., Ramos, V.A. (Eds.). Evolution of an Andean Margin: a Tectonic and Magmatic View from the Andes to the Neuquén Basin (35-39°S). Geological Society of America, Special Paper 407: 287-298.
- Mitchell, N.C. 2015. Submarine Geomorphology. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, 15 pp. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.09249-6.
- Montero López, M.C., Hongn, F., Brod, J.A., Seggiaro, R., Marrett, R., Sudo, M. 2010, Magmatismo ácido del Mioceno Superior-Cuaternario en el área de Cerro Blanco-La Hoyada, Puna Sur. Revista de la Asociación Geológica Argentina 67(3): 329-348.
- Moreno Roa, H., Tormey, D.R. 1987. New fumarolic activity at Peteroa volcano. EOS 68: 500.
- Moreno, H., Thiele, R., Varela, J. 1991. Estudio geológico y de riesgo volcánico y de remoción en masa del proyecto hidroeléctrico Alfalfal II-Las Lajas. CHIL-GENER, ejecutado por Departamento de Geología y Geofísica, Universidad de Chile, 85 pp.
- 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 N° 7. Escala 1:100.000, Santiago.
- Morfulis, M., Báez, W., Retamoso, S., Bardelli, L., Filipovich, R., Sommer, C.A. 2020. Quantitative spatial distribution analysis of mafic monogenic volcanism in the southern Puna, Argentina: Implications for magma production rates and structural control during its ascent. Journal of South American Earth Sciences 104: 102852. doi: 10.1016/j.jsames.2020.102852.
- Motoki, A., Orihashi, Y., Naranjo, J.A., Hirata, D., Sevarca, P., Anma, R. 2006. Geologic reconnaissance of Lautaro volcano, Chilean Patagonia. Revista Geológica de Chile 33: 177-187.
- Mpodozis, C., Kay, S., Gardeweg, M., Coira, B. 1996. centrales, 27°S): Implicancias de la migración hacia el este del frente volcánico Cenozoico Superior. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Buenos Aires), Actas 3: 539-548.
- Mulcahy, P., Chen, C., Kay, S. M., Brown, L. D., Alvarado, P. M., Sandvol, E. A., Heit, B., Yuan, X. 2010. The Southern Puna seismic experiment: shape of the subducting Nazca Plate, areas of concentrated mantle and crustal earthquakes, and crustal focal mechanisms. American Geophysical Union Fall Meeting, Abstracts: T11A-2050.
- Mulcahy, P., Chen, C., Kay, S.M., Brown, L.D., Isacks, B.L., Sandvol, E., Heit, B., Yuan, X., Coira, B.L. 2014. Central Andean mantle and crustal seismicity beneath the Southern Puna plateau and the northern margin of the Chilean-Pampean flat slab. Tectonics 33: 16361658.
- Muñoz, B., Niemeyer, H. 1984. Hoja Laguna del Maule. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta geológica de Chile N°64, 98 pp. 1 mapa escala 1:250.000.
- Muñoz, J.B., Stern, C. 1989. Alkaline magmatism within the segment 38°-39°S of the Plio-Quaternary volcanic belt of the Southern South American continental margin. Journal of Geophysical Research 94 (B4): 4545-4560.
- Murray, K.E., Ducea, M.N., Schoenbohm, L. 2015. Foundering-driven lithospheric melting: The source of central Andean mafic lavas on the Puna Plateau (22°S-27°S). En DeCelles, P.G., Ducea, M.N., Carrapa, B., Kapp, P.A. (Eds.). Geodynamics of a Cordilleran Orogenic System. The Central Andes of Argentina and Northern Chile. Geological Society of America Memoir 212: 139-166. doi:10.1130/2015.1212(08).
- Nagihara, S., Lawver, L.A. 1989. Heat flow measurements in the King George Basin, Bransfield Basin. Antarctic Science 23: 123-125.
- Naranjo, J.A. 1985. Sulfur flows at Lastarria volcano in the north Chilean Andes. Nature 313: 778-780.
- Naranjo, J.A. 1986. Geology and evolution of the Lastarria volcanic complex, North Chilean Andes. M. Phil. Thesis (Unpublished), The Open University, Milton Keynes: 157 pp. United Kingdom.
- Naranjo, J.A. 1988. Coladas de azufre de los volcanes Lastarria y Bayo en el Norte de Chile: Reología, Génesis e importancia en geología planetaria. Revista Geológica de Chile 15(1): 3-12.
- Naranjo, J.A. 1991. Nueva erupción del volcán Hudson. Revista Geológica de Chile 18: 183-184.
- Naranjo, J.A. 1992. Chemistry and petrological evolution of the Lastarria volcanic complex in the North Chilean Andes. Geological Magazine 129(6): 723-740.

- Naranjo, J.A. 2010. Geología del Complejo Volcánico Lastarria, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 123, 33pp.
- Naranjo, J.A., Cornejo, P. 1992. Hoja Salar de la Isla. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile N° 72, 1 mapa escala 1:250.000.
- Naranjo, J.A., Francis, P.W. 1987. High velocity debris avalanche at Lastarria volcano in the north Chilean Andes. *Bulletin of Volcanology* 49: 509-514.
- Naranjo, J.A., Haller, M.J. 2002. Erupciones holocenas principalmente explosivas del volcán Planchón, Andes del sur (35°15'S). *Revista Geológica de Chile* 29(1): 93-113.
- 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 N° 88, 33 pp. 1 mapa escala 1:50.000, Santiago.
- Naranjo, J.A., Lara, L., Mazzoni, M. 1999a. Late Quaternary monogenetic volcanoes along Río Salado, Southwest Mendoza Province. *Acta Geológica Hispánica* 32: 113-122.
- Naranjo, J.A., Haller, M.J., Ostera, H., Pesce, H.A., Sruoga, P. 1999b. Geología y Peligros del Complejo Volcánico Planchón-Peteroa, Andes del Sur (35°15'S), Región del Maule, Chile-Provincia de Mendoza, Argentina. Servicio Nacional de Geología y Minería-Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 52, 55 pp.
- Naranjo, J.A., Villa, V., Venegas, C. 2013. Geología de las áreas Salar de Pajonales y Cerro Moño, Regiones de Antofagasta y Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 153-154, 46 pp. Santiago.
- Naranjo, J.A., Villa, V., Ramírez, C., Pérez de Arce, C. 2018. Volcanism and tectonism in the southern Central Andes: Tempo, styles, and relationships. *Geosphere* 14(2): 626-641. doi: 10.1130/GES01350.1.
- Naranjo, J.A., Hevia, F., Arcos, R., Polanco, E. 2019a. Geología de las áreas Nevado Ojos del Salado y Cerro El Fraile, Región de Atacama. Escala 1:100.000. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 204-205, 96 pp.
- Naranjo, J.A., Hevia, F., Villa, V., Ramírez, C.A. 2019b. Miocene to Holocene geological evolution of the Lazufre segment in the Andean volcanic arc: *Geosphere* 15(1): 47-59. doi: 10.1130/GES01352.1
- Narcisi, B., Petit, J.R., Delmonte, B. 2010. Extended East Antarctic ice-core tephrostratigraphy. *Quaternary Science Reviews* 29: 21-27.
- NASA Global Sulfur Dioxide Monitoring s.f. Global Sulfur Dioxide Monitoring. Atmospheric Chemistry and Dynamics Laboratory. Disponible en <https://so2.gsfc.nasa.gov>.
- Nelson, P.H.H. 1975. The James Ross Island Volcanic Group of North-East Graham Land. *British Antarctic Survey Scientific Reports* 54, 89pp.
- Newhall, C.G., Hoblitt, R.P. 2002. Constructing event trees for volcanic crisis. *Bulletin of Volcanology* 64: 3-20. doi: 10.1007/s004450100173.
- Newhall, C.G., Self, S. 1982. The volcanic explosivity index (VEI) an estimate of explosive magnitude for historical volcanism. *Journal of Geophysical Research* 87(C2): 1231-1238. doi: 10.1029/JC087iC02p01231.
- Nieto-Torres, A., Guimarães, L. F., Bonadonna, C., and Frischknecht, C. 2021. A New Inclusive Volcanic Risk Ranking, Part 1: Methodology. *Frontiers in Earth Science* 9: 697451. doi: 10.3389/feart.2021.697451.
- Norini, G., Cogliati, S., Báez, W., Arnosio, M., Bustos, E., Viramonte, J., Gropelli, G. 2014. The geological and structural evolution of the Cerro Tuzgle Quaternary stratovolcano in the back-arc region of the Central Andes, Argentina. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 285: 214-228. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2014.08.023.
- ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL (OACI). 2016. Anexo 3 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional. Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional. 214 pp. Canadá. ISBN 978-92-9249-992-1.
- Ochi Ramacciotti, M.L., Escalante Fochi, F., Grosse, P. 2017. Volcanismo monogenético máfico cuaternario sobre el lineamiento Peinado, Puna Sur. XX Congreso Geológico Argentino (San Miguel de Tucumán), Actas ST8: 144-149.
- Okal, E.A., Hartnady, C.J. 2009. The South Sandwich Islands earthquake of 27 June 1929: seismological study and inference on tsunami risk for the South Atlantic. *South African Journal of Geology* 112: 359-370.
- Orozco, G., Garcés, F., Jara, G., Lara, L.E. 2015. Nuevos antecedentes para la geología del complejo volcánico Maipo-Diamante, Andes del Sur. XIV Congreso Geológico Chileno (La Serena): 218-221.
- Ortiz, R., García, A., Aparicio, A., Blanco, I., Felpeto, A., Del Rey, R., Villegas, M.T., Ibáñez, J., Morales, J., Del Pezzo, E., Olmedillas, J., Astiz, M.M., Vila, J., Ramos, M., Viramonte, J.G., Risso, C., Caselli, A. 1997. Monitoring of the volcanic activity of Deception island, South Shetland Islands, Antarctica (1986-

- 1995). En Ricci, C.A. (Ed.). *The Antarctic Region: Geological Evolution and Processes: 1071–1076*. Terra Antarctica Publications, Siena.
- Páez, G., D'Elia, L., Hernando, I., Petrinovic, I., Villarosa, G., Borzi, G., Serra Varela, S. 2014. Evolución y dinámica eruptiva del complejo volcánico Domuyo, Provincia de Neuquén, Argentina. XIV Congreso geológico Argentino (Córdoba), Actas S24-3-14.
- Pallares, C., Quidelleur, X., Debreil, J.A., Antoine, C., Sarda, P., Tchilinguirian, P., Delpech, G., Gillota, P.-Y. 2019. Quaternary evolution of the El Tromen volcanic system, Argentina, based on new K-Ar and geochemical data: Insights for temporal evolution of magmatic processes between arc and back-arc settings. *Journal of South American Earth Sciences* 90: 338-354. doi: 10.1016/j.jsames.2018.12.022.
- Palma, J.L., Rose, W.I., Escobar-Wolf, R. 2008. Volcanic Threat in Central America: Assessment and Comparison of Volcanic Hazards and Associate Vulnerability in Guatemala, El Salvador, Nicaragua, and Costa Rica. American Geophysical Union, Fall Meeting (San Francisco), Abstracts: V11C-2072.
- Pańczyk, M., Nawrocki, J. 2011. Pliocene age of the oldest basaltic rocks of Penguin Island (South Shetland Islands, northern Antarctic Peninsula). *Geological Quarterly* 55: 335-344.
- Panza, J.L., Sacomani, L.E., Viera, R., Pichersky, G., Franchi, M. 2010. Hojas Geológicas 5369-I y 5369-II, Monte Aymond y Monte Dinero. Provincias de Santa Cruz y Tierra del Fuego. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 392, 95 pp.
- Panza, J.L., Sacomani, L.E., Parisi, C., Pezzuchi, H., Pichersky, G. 2015. Hoja Geológicas 5169-III y 5169-IV Río Gallegos y Cabo Buen Tiempo, provincia de Santa Cruz. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 413, 186 pp.
- Pasquare, G., Bistacchi, A., Francalanci, L., Bertotto, G.W., Boari, E., Massironi, M., Rossotti, A. 2008. Very long pahoehoe inflated basaltic lava flows in the Payena volcanic province (Mendoza and La Pampa, Argentina). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 63: 131-149.
- Patagonia.com.ar. s. f. Fotogalería. Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2023. <https://www.patagonia.com.ar/album-fotos/1089+Parque+Nacional+Laguna+Blanca.html>
- Patrick, M., Smellie, J.L., Harris, A.J.L., Wright, R., Dean, K., Izbekov, P., Garbeil, H., Pilger, E. 2005. First recorded eruption of Mount Belinda volcano (Montagu Island), South Sandwich Islands. *Bulletin of Volcanology* 67: 415-422. doi: 10.1007/s00445-004-0382-6.
- Patrick, M.R., Smellie, J.L. 2013. Synthesis A spaceborne inventory of volcanic activity in Antarctica and southern oceans, 2000–10. *Antarctic Science* 25(4): 475-500. doi: 10.1017/S0954102013000436.
- Pavez, A., Remy, D., Bonvalat, S., Diamant, M., Gabalda, G., Froger, J.L., Julien, P., Legrand, D., Moisset, D. 2006. Insight into ground deformations at Lascar volcano (Chile) from SAR interferometry, photogrammetry and GPS data: Implications on volcano dynamics and future space monitoring. *Remote Sensing of Environment* 100: 307-320. doi:10.1016/j.rse.2005.10.013.
- Pearce, J.A., Baker, P.E., Harvey, P.K., Luff, I.W. 1995. Geochemical evidence for subduction fluxes, mantle melting and fractional crystallization beneath the South Sandwich arc. *Journal of Petrology* 36: 1073-1109.
- Pearse, J., Lundgren, P. 2013. Source model of deformation at Lazufre volcanic center, central Andes, constrained by InSAR time series. *Geophysical Research Letters* 40(6): 1059-1064. doi: 10.1002/grl.50276.
- Pécskay, Z., Haller, M.J., Németh, K. 2007. Preliminary K/Ar geochronology of the Crater Basalt Volcanic Field (CBVF), northern Patagonia. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62 (1): 25-29.
- Pesce, A.H. 1981. Estratigrafía de las nacientes del río Neuquén y Nahuever, Provincia del Neuquén. 9° Congreso Geológico Argentino (San Luis), Actas 3: 439–455.
- Pesce, A.H. 1983. Evaluación geotérmica del área del cerro Domuyo (Neuquén), SEGEMAR (Servicio Geológico Minero Argentino). Serie Contribuciones Técnicas, Geotermia 1, 46 pp.
- Pesce, A.H. 1987. Evaluación geotérmica del área Cerro Domuyo, Provincia del Neuquén, República Argentina. *Revista Brasileira de Geofísica* 5: 283-299.
- Pesce, A. 1989. Evolución volcano-tectónica del complejo efusivo Copahue-Caviahue y su modelo geotérmico preliminar. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 44 (1-4): 307-327.
- Pesce, A.H. 2013. The Domuyo Geothermal Area, Neuquén, Argentina. *Geothermal Resources Council Transactions* 37: 309-314.
- Petersen, S., Herzig, P.M., Schwarz-Schampera, U., Hannington, M.D., Jonasson, I.R. 2004. Hydrothermal precipitates associated with bimodal volcanism in the

- Central Bransfield Strait, Antarctica. Mineralium Deposita 39: 358-379. doi: 10.1007/s00126-004-0414-3
- Peterson, D., Miller, C., Garibaldi, N., Keranen, K., Tikoff, B., Williams-Jones, G. 2016. Magma-tectonic interaction at Laguna del Maule, Chile. *Cities on Volcanoes 9* (Puerto Varas), Actas: 3.9.
- Petit-Breuilh, M.E. 2004. La historia Eruptiva de los Volcanes Hispanoamericanos (Siglos XVI al XX): el modelo chileno. *Excelentísimo Cabildo Insular de Lanzarote*, 431 pp. Huelva.
- Petrinovic, I.A., D'Elia, L. 2018. Rocas Volcanoclásticas. Depósitos, Procesos y Modelos de Facies: desde el origen hasta las zonas finales de depositación. *Asociación Argentina de Sedimentología Publicación Especial 3*, 172 pp.
- Petrinovic, I.A., D'Elia, L., Páez, G., Balbis, C., Guzmán, S., Villarosa, G., Carniel, R. 2014a. Depósito de corriente piroclástica reciente (1963–64 AD?–1976 AD?) del volcán Copahue (I): evidencias geológicas de campo y edad radiocarbónica. *Revista de la Asociación Geologica Argentina 71* (1): 139-142.
- Petrinovic, I.A., Villarosa, G., D'Elia, L., Guzmán, S.P., Páez, G.N., Outes, V., Manzoni, C., Delménico, A., Balbis, C., Carniel, R., Hernando, I.R. 2014b. La erupción del 22 de diciembre de 2012 del volcán Copahue, Neuquén, Argentina: caracterización del ciclo eruptivo y sus productos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina 71* (2): 161-173.
- Petrinovic, I.A., Grosse, P., Guzmán, S., Caffè, P. 2017. Evolución del volcanismo cenozoico en la Puna Argentina. En Muruaga, C.M., Grosse, P. (Eds.). *Ciencias de la Tierra y Recursos Naturales del NOA. XX Congreso Geológico Argentino (San Miguel de Tucumán)*, Relatorio: 469-483.
- Petrinovic, I.A., Riller, U., Alvarado, G., Brod, J.A., Arnasio, M. 2006. Bimodal Volcanism in a tectonic transfer zone: evidence for tectonically controlled magmatism in the southern Central Andes, NW Argentina. *Journal of Volcanology and Geothermal Research 152*: 240-252. doi:10.1016/j.jvolgeores.2005.10.008.
- Phillipson, G., Sobradelo, R., Gottsmann, J. 2013 Global volcanic unrest in the 21st century: an analysis of the first decade. *Journal of Volcanology and Geothermal Research 264*: 183-196. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2013.08.004.
- Pistolesi, M., Cioni, R., Bonadonna, C., Elissondo, M., Baumann, V., Bertagnini, A., Chiari, L., Gonzales, R., Rosi, M., Francalanci, L. 2015. Complex dynamics of small-moderate volcanic events: The example of the 2011 rhyolitic Cordón Caulle eruption, Chile. *Bulletin of Volcanology 77*(3): 1-24. doi: 10.1007/s00445-014-0898-3.
- Polanco, E., 2003. Evolución del volcán Copahue (37°45'S) Andes del Sur. M.S. Ph.D. Tesis. Universidad Autónoma de México, México D.F.
- Polanco, E., Naranjo, J.A., Young, S., Moreno, H., 2000. Volcanismo Explosivo Holoceno en la Cuenca del Alto Biobío, Andes del Sur (37°45'-38°30'S). IX Congreso Geológico Chileno (Puerto Varas), Actas 2: 59-61.
- Polanco, E., Clavero, J., Godoy, E., Gimeno, D., Fernández-Turiel, J.L., Rodríguez, I., González, E., Guzmán, S., Petrinovic, I. 2009. Geoquímica del volcán Llullaillaco (24°43'S), Andes Centrales (Chile-Argentina): resultados preliminares. XII Congreso Geológico Chileno (Santiago), Actas S7-023.
- Polanco, E., Clavero, J., Arcos, R. 2014. Cadena Volcánica Los Cuyanos-Sierra Nevada: geoquímica y edades Ar/Ar, Zona Volcánica Central, Región de Atacama, Chile (26°26'S). XIX Congreso Geológico Argentino (Córdoba), Actas: S24-3-16.
- Polanski, J. 1954. Rasgos geomorfológicos del territorio de la provincia de Mendoza: Ministerio Economía, Instituto Investigaciones económicas y tecnológicas. *Cuadernos de Investigaciones y Estudios 4*: 4-10.
- Pritchard, M.E., Simons, M. 2002. A satellite geodetic survey of large-scale deformation of volcanic centres in the central Andes. *Nature 418*: 167-171.
- Pritchard, M.E., Simons, M. 2004. An InSAR-based survey of volcanic deformation in the central Andes, *Geochemistry Geophysics Geosystems 5*: Q02002. doi:10.1029/2003GC000610.
- Pritchard, M.E., Jay, J.F., Aron, F., Henderson, S.T., Lara, L.E. 2013. Subsidence at southern Andes volcanoes induced by the 2010 Maule, Chile earthquake. *Nature Geoscience 6*: 632-636. doi: 10.1038/NGEO1855.
- Pritchard, M.E., Henderson, S.T., Jay, J.A., Soler, V., Krzesni, D.A., Button, N.E., Welch, M.D. Semple, A.G., Glass, B., M. Minaya, E., Amigo, A., Clavero, J. 2014. Reconnaissance earthquake studies at nine volcanic areas of the central Andes with coincident satellite thermal and InSAR observations. *Journal of Volcanology and Geothermal Research 280*: 90-103. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2014.05.004.
- Pritchard, M.E., Mather, T.A., McNutt, S.R., Delgado, F.J., Reath, K. 2019. Thoughts on the criteria to determine the origin of volcanic unrest as magmatic or non-magmatic. *Royal Society, Philosophical Transactions A 377*: 20180008. doi: 10.1098/rsta.2018.0008.
- Padrón Único Nacional de Alojamiento (PUNA). 2023. Ministerio de Turismo y Deportes. Subsecretaría de Desarrollo Estratégico. Dirección Nacional de Mercados y Estadística. Disponible en <https://datos.yve-ra.gov.ar/dataset/padron-unico-nacional-alojamiento>

- Quidelleur, X., Carlut, J., Tchilinguirian, P., Germa, A., Gillot, P.-Y. 2009. Paleomagnetic directions from mid-latitude sites in the southern hemisphere (Argentina): contribution to time averaged field models. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 172: 199–209.
- Rabassa, J., Evenson, E.B., Clinch, J.M., Schlieder, G., Zeitler, P., Stephens, G.C. 1990. Geología del Cuaternario del Valle del Río Malleo, Provincia del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 45: 55-68.
- Ramírez, C.F. 1988. The Geology of Socompa volcano and its debris avalanche deposit, northern Chile. MPhil Thesis (Inedito). Open University, 232pp UK.
- Ramírez, C., Villa, V., Corada, P. 2018. Nuevos antecedentes geocronológicos y litológicos del Volcán Lluillaco, Andes Centrales. XV Congreso Geológico Chileno (Concepción), Actas: 948.
- Ramos, V.A. 1981. Descripción geológica de la Hoja 33c Los Chihuidos Norte, provincia del Neuquén: Servicio Geológico Nacional. Boletín N° 182, 103 pp.
- Ramos, V.A. 1996. Geología de las islas Sandwich del Sur. En Ramos, V.A., Turic, M.A. (Eds.). *Geología y Recursos Naturales de la Plataforma Continental Argentina. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Buenos Aires), Relatorio 20: 369-383.
- Ramos, V.A. 1999a. Plate tectonic setting of the Andean Cordillera. *Episodes* 22(3): 183-190.
- Ramos, V.A. 1999b. Las provincias geológicas del territorio argentino. En Caminos R. (Ed.). *Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales* 29(3): 41-96. Buenos Aires.
- Ramos, V.A. 2009. Anatomy and global context of the Andes: Main geologic features and the Andean orogenic cycle. En Kay, S.M., Ramos, V.A., Dickinson, W.R. (Eds.). *Backbone of the Americas: Shallow Subduction, Plateau Uplift, and Ridge and Terrane Collision. Geological Society of America Memoir* 204: 31-65. doi: 10.1130/2009.1204(02).
- Ramos, V.A. 2010. The tectonic regime along the Andes: Present-day and Mesozoic regimes. *Geological Journal* 45 (1): 2-25. doi: 10.1002/gj.1193.
- Ramos, V.A., Aleman, A. 2000. Tectonic evolution of The Andes. En Cordani, U.G., Milani, E.J., Thomaz Filho, A., Campos, D.A. (Eds.). *31st International Geological Congress (Río de Janeiro). Tectonic Evolution of South America: 635-685.*
- Ramos, V.A., Folguera, A. 2011. Payenia volcanic province in the Southern Andes: An appraisal of an exceptional Quaternary tectonic setting. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 201: 53-64. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2010.09.008.
- Ramos, V.A., Kay, S.M. 1992. The Southern Patagonian plateau basalts: retroarc testimony of a ridge collision, Argentina. En Oliver, R.A., Vatin-Perignon, N., Laubacher, G. (Eds.). *Andean Geodynamics Symposium (Grenoble). Tectonophysics* 205: 261-282.
- Ramos, V.A., Kay, S.M. 2006. Overview of the tectonic evolution of the southern Central Andes of Mendoza and Neuquén (35°–39°S latitude). En Kay, S.M., Ramos, V.A. (Eds.). *Evolution of an Andean Margin: a Tectonic and Magmatic View from the Andes to the Neuquén Basin (35-39°S). Geological Society of America, Special Paper* 407: 1-17. doi: 10.1130/2006.2407(01)
- Ramos, V.A., Litvak, V., Spagnuolo, M., Folguera, A. 2014. An Andean tectonic cycle: from crustal thickening to extension in a thin crust (34°-37°SL). *Geoscience Frontiers* 5: 351-367. doi: 10.1016/j.gsf.2013.12.009
- Ravazzoli, I., Sesana, F. 1977. Descripción Geológica de la Hoja 41c, Río Chico, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional, Boletín N° 148, 77 pp.
- Red de Fortalecimiento de la Acuicultura (ReFACUA). 2022. Red de Fortalecimiento de la Acuicultura. Mapa de distribución de especies en Argentina. Disponible en <http://www.refacua.gob.ar/documentos.php>
- Remy, D., Froger, J.L., Perfettini, H., Bonvalot, S., Gabalda, G., Albino, F., Cayol, V., Legrand, D., De Saint Blanquat, M. 2014. Persistent uplift of the Lazufre volcanic complex (Central Andes): New insights from PCAIM inversion of InSAR time series and GPS data. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 15(9): 3591-3611.
- Rey, J., Maestro, A., Somoza, L. and Smellie, J.L. 2002. Submarine morphology and seismic stratigraphy of Port Foster. En López-Martínez, J., Smellie, J.L., Thomson, J.W., Thomson, M.R.A. (Eds), *Geology and Geomorphology of Deception Island, 1:25 000. BAS GEOMAP Series Sheets 6-A and 6-B. British Antarctic Survey: 40-46.*
- Reyes-Hardy, M.P., Aguilera Barraza, F., Sepúlveda Birke, J.P., Esquivel Cáceres, A., Inostroza Pizarro, M. 2021. GIS-based volcanic hazards, vulnerability and risks assessment of the Guallatiri Volcano, Arica y Parinacota Region, Chile. *Journal of South American Earth Sciences* 109: 103262. doi: 10.1016/j.jsames.2021.103262
- Reyes-Hardy, M.P., Di Maio, L., Dominguez, L., Frischknecht, C., Biass, S., Guimarães, L.F., Nieto-Torres, A., Elissondo, M., Figueroa, M., Amigo, A., Garcia, S.,

- Bonadonna, C. 2022. Mapa Regional y Ranking de Riesgos Volcánicos de la Zona Volcánica Central de los Andes. IX Foro Internacional de Peligros Volcánicos (Arequipa, Perú), Libro de Resúmenes: 176-181.
- Reyes-Hardy, M.P., Di Maio, L., Dominguez, L., Frischknecht, C., Biass, S., Guimarães, L.F., Nieto-Torres, A., Elissondo, M., Pedreros, G., Aguilar, R., Amigo, A., Garcia, S., Forte, P., Bonadonna, C. 2023. Active and potentially active volcanoes of the Central Volcanic Zone of the Andes (CVZA). <https://archive-ouverte.unige.ch/unige:172413>
- Richards, J.P., Villeneuve, M. 2001. The Llullaillaco volcano, northwest Argentina: construction by Pleistocene volcanism and destruction by sector collapse. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 105(1-2): 77-105.
- Richards, J.P., Villeneuve, M. 2002. Characteristics of late Cenozoic volcanism along the Archibarca lineament from Cerro Llullaillaco to Corrida de Cori, northwest Argentina. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 116: 161-200. doi: 10.1016/S0377-0273(01)00329-8
- Richards, J.P., Jourdan, F., Creaser, R., Maldonado, G., DuFrane, S. 2013. Geology, geochemistry, geochronology, and economic potential of Neogene volcanic rocks in the Laguna Pedernal and Salar de Aguas Calientes segments of the Archibarca lineament, northwest Argentina. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 258: 47-73. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2013.04.004
- Risse, A., Trumbull, R.B., Coira, B., Kay, S M., van den Bogaard, P. 2008. 40Ar/39Ar geochronology of mafic volcanism in the back-arc region of the southern Puna plateau, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 26: 1-15. doi: 10.1016/j.jsames.2008.03.002
- Risso, C., Lara, L. 2011. El Volcán Lanín. En Leanza H.A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J.C., Vallés, J.M. (Eds.) *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Neuquén. XVIII Congreso Geológico Argentino (Neuquén), Relatorio: 621-625.*
- Risso, C., Scasso, R.A., Aparicio, A. 2002. Presence of large pumice blocks on Tierra del Fuego and South Shetland Islands shorelines, from 1962 South Sandwich Islands eruption. *Marine Geology* 186: 413-422.
- Robertson-Maurice, S.D., Wiens, D.A., Shore, P.J., Vera, E., Dorman, L.M. 2003. Seismicity and tectonics of the south shetland islands and bransfield strait from a regional broadband seismograph deployment. *Journal of Geophysical Research* 108(B10): 2461, doi: 10.1029/2003JB002416
- Robidoux, P., Rizzo, A. L., Aguilera, F., Aiuppa, A., Artale, M., Liuzzo, M., Nazzari, M., Zummo, F. 2020. Petrological and noble gas features of Lascar and Lastarria volcanoes (Chile): Inferences on plumbing systems and mantle characteristics. *Lithos*: 105615. doi: 10.1016/j.lithos.2020.105615
- Rodrigo, C., Blamey, J. M., Huhn, O., Provost, C. 2018. Is there an active hydrothermal flux from the Orca seamount in the Bransfield Strait, Antarctica? *Andean Geology* 45: 344-356. doi: 10.5027/and-geoV45n3-3086
- Rodríguez, I., Páez, J., van Wyk de Vries, S., van Wyk de Vries, B., Godoy, B. 2020. Dynamics and physical parameters of the Lastarria debris avalanche, Central Andes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 402: 106990. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2020.106990
- Rojas, A. 2019. Mineralogía de alteración e hidroquímica del sistema volcánico-hidrotermal Laguna del Maule: implicancias en el riesgo volcánico, alzamiento superficial y recurso geotérmico. Tesis de Magister en Ciencias y Memoria de Título (Inédito). Universidad de Chile. 127 pp.
- Rojas, A., Sruoga, P., Lamberti, M.C., Agosto, M., Tondreau, J., Mendoza, N., Daniele, L., Morata, D. 2022. Unravelling the hydrothermal system of Laguna del Maule restless volcanic field, in the Andean Southern Volcanic Zone (36° 10'S). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 424: 107498. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2022.107498
- Rojas Vera, E.A., Sellés, D., Folguera, A., Gímenez, M., Ruíz, F., Orts, D., Zamora Valcarce, G., Martínez, P., Bechis, F., Ramos, V.A. 2014. The origin of the Loncopué Trough in the retroarc of the Southern Central Andes from field, geophysical and geochemical data. *Tectonophysics* 637: 1-19. doi: 10.1016/j.tecto.2014.09.012
- Romero, J.E., Morgavi, D., Arzilli, F., Daga, R., Caselli, A., Reckziegel, F., Viramonte, J., Díaz-Alvarado, J., Palacci, M., Burton, M., Perugini, D. 2016. Eruption dynamics of the 22-23 April 2015 Calbuco volcano (Southern Chile): analyses of tephra fall deposits. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 317: 15-29. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2016.02.027
- 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., Zegarra, I. 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, 106984. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2020.106984
- Roobol, M.J. 1982. The volcanic hazard at Deception Island, South Shetland Islands. *British Antarctic Survey Bulletin* 51: 237-245.
- Ross, P.S., Delpit, S., Haller, M.J., Németh, K., Corbella, H. 2010. Influence of the substrate on maar-diatreme volcanoes. An example of a mixed setting from the Pali Aike volcanic field, Argentina. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 201 (1-4): 253-271. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2010.07.018
- Rubiolo, D., Martínez, L., Pereyra, F. 2003. Hoja Geológica 2769-IV, Fiambalá, provincias de Catamarca y La Rioja. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 364, 78 pp.
- Ruch, J., Anderssohn, J., Walter, T.R., Motagh, M. 2008. Caldera-scale inflation of the Lazufre volcanic area, South America: Evidence from InSAR. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 174(4): 337-344. doi:10.1016/j.jvolgeores.2008.03.009
- Ruch, J., Manconi, A., Zeni, G., Solaro, G., Pepe, A., Shirzaei, M., Walter, T.R., Lanari, R. 2009. Stress transfer in the Lazufre volcanic area, central Andes. *Geophysical Research Letters* 36: L22303. doi:10.1029/2009GL041276
- Ruch, J., Walter, T.R. 2010. Relationship between the InSAR-measured uplift, the structural framework, and the present-day stress field at Lazufre volcanic area, Central Andes. *Tectonophysics* 492: 133-140. doi: 10.1016/j.tecto.2010.06.003
- Ruocco, M.I., del Valle, R.A. 2021. Recent Seismic Activity at Bransfield Strait, Antarctica. *International Journal of Earth Sciences Knowledge and Applications* 3(2): 167-170.
- Ryan, W.B.F., Carbotte, S.M., Coplan, J., O'Hara, S., Melkonian, A., Arko, R., Weissel, R.A., Ferrini, V., Goodwillie, A., Nitsche, F., Bonczkowski, J., Zemsky, R. 2009. Global Multi-Resolution Topography (GMRT) synthesis data set. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 10: Q03014. doi: 10.1029/2008GC002332
- Salfty, J.A. 1985. Lineamentos transversales al rumbo andino en el noroeste argentino. 4° Congreso Geológico Chileno (Antofagasta), Actas 2: 119-137.
- Sampietro-Vattuone, M.M., Báez, W.A., Peña-Monné, J.L., Sola, A. 2020. Chronological and geomorphological approach to the Holocene tephtras from Tafi and Santa María valleys, NW Argentina. *Quaternary Research* 1-17. doi: 10.1017/qua.2019.78
- Santamaría, S., Bernard, B. 2018. Hierarchization of the Volcanoes of continental and Insular Ecuador Based on Their Threat Potential. *Cities on Volcanoes 10* (Napoles).
- Santos, F.S., Sommer, C.A., Haag, M.B., Báez, W.A., Caselli, A.T., Báez, A.D. 2022. Tectonic controls on geomorphology and spatial distribution of monogenetic volcanoes in the Central Southern Volcanic Zone of the Andes (Argentina). *Geomorphology* 402: 108130. doi: 10.1016/j.geomorph.2022.108130
- Scasso, R., Corbella, H., Tiberi, P. 1994. Sedimentological analysis of the tephra from the 12-15 August 1991 eruption of the Hudson Volcano. *Bulletin of Volcanology* 56: 121-132.
- Schoenbohm, L., Carrapa, B. 2015. Miocene-Pliocene shortening, extension, and mafic magmatism support small-scale lithospheric foundering in the central Andes, NW Argentina. *The Geological Society of America Memoirs* 212: 167-180. doi: 10.1130/2015.1212(09)
- Schurr, B., Asch, G., Rietbrock, A., Trumbull, R., Haberland, C. 2003. Complex patterns of fluid and melt transport in the Central Andean subduction zone revealed by attenuation tomography: *Earth and Planetary Science Letters* 215: 105-119. doi: 10.1016/S0012-821X(03)00441-2
- Schurr, B., Rietbrock, A., Asch, G., Kind, R., Oncken, O. 2006. Evidence for lithospheric detachment in the central Andes from local earthquake tomography. *Tectonophysics* 415: 203-223. doi: 10.1016/j.tecto.2005.12.007
- Schwab, K., Lippolt, H. 1976. K-Ar mineral ages and late Cenozoic history of the Salar Cauchari area (Argentina, Puna). En González-Ferrn, O. (Ed.). *Proceedings of the Symposium on Andean and Antarctic Volcanological Problems* (Santiago). International Association of the Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior Special Series: 698-714.
- Scientific Committee on Antarctic Research (SCAR). 2023. *Composite Gazetteer of Antarctica*. Scientific Committee on Antarctic Research. Disponible en <https://data.aad.gov.au/aadc/gaz/scar/>.
- Secretaría de Energía. 2022. *Portal de Datos Abiertos de la Secretaría de Energía*. Disponible en <http://datos.energia.gob.ar/>.
- Secretaría de Turismo. Municipalidad de El Chaltén. 2017. *El Chaltén, de pueblo de frontera a destino turístico*, 58 pp. Disponible en <http://www.elchalten.tur.ar/>.
- Secretaría del Tratado Antártico. 2021. *El Tratado Antártico*. Secretaría del Tratado Antártico. Recuperado el 9 de septiembre de 2021 de <https://www.ats.aq/s/antarctic treaty.html>.

- Secretaría del Tratado Antártico. 2023. Partes. Secretaría del Tratado Antártico. Recuperado el 20 de julio de 2023 de <https://www.ats.aq/devAS/Parties?lang=e>.
- SEGEMAR. 2023. Complejo Volcánico Laguna del Maule. Observatorio Argentino de Vigilancia Volcánica. Servicio Geológico Minero Argentino. Disponible en <https://oavv.segemar.gob.ar/monitoreo-volcanico/laguna-del-maule/>.
- Seggiaro, R.E., Apaza, F. 2018. Geología del Proyecto Geotérmico Socompa. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, 26 pp.
- Seggiaro, R., Hongn, F., Castillo, A., Pereyra, F., Villegas, D., Martínez, L. 2006. Hoja Geológica 2769-II, Paso San Francisco, Provincia de Catamarca. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 294, 62 pp.
- Seggiaro, R., Becchio, R., Pereyra, F., Martínez, L. 2007. Hoja Geológica 2569-IV, Antofalla, provincias de Catamarca y Salta. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 343, 62 pp.
- Sellés, D., Rodríguez, A.C., Dungan, M.A., Naranjo, J.A., Gardeweg, M. 2004. Geochemistry of Nevado de Longaví Volcano (36.2 degrees S); a compositionally atypical arc volcano in the Southern Volcanic Zone of the Andes. *Revista Geológica de Chile* 31: 293-315.
- Sellés, D., Moreno, H. 2011. Geología del volcán Calbuco, Región de los Lagos. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, N° 130, 30 pp. 1 mapa escala 1:50.000, Santiago.
- SERNAGEOMIN. 2017. Reporte especial de actividad volcánica Región de La Araucanía, 15 de febrero de 2017, 16:55 horas (Horario Local). Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur. Red Nacional de Vigilancia Volcánica. Servicio Nacional de Geología y Minería. Disponible en https://rnvv.sernageomin.cl/rnvv/TI_Santiago_prod/reportes_LB/2017/_2017021507061020REAV_20170215_1655_Lanin.pdf.
- SERNAGEOMIN. 2020. Ranking de Riesgo Específico de Volcanes de Chile. Disponible en https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2020/07/2Ranking-2019_Tabla_Final.pdf.
- SERNAGEOMIN. 2023a. Volcán Láscar. Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur. Red Nacional de Vigilancia Volcánica. Servicio Nacional de Geología y Minería. Disponible en <https://rnvv.sernageomin.cl/volcan-lascar/>.
- SERNAGEOMIN. 2023b. Complejo Volcánico Nevados de Chillán. Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur. Red Nacional de Vigilancia Volcánica. Servicio Nacional de Geología y Minería. Disponible en <https://rnvv.sernageomin.cl/complejo-volcanico-nevados-de-chillan/>.
- SERNAGEOMIN. 2023c. Complejo Volcánico Laguna del Maule. Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur. Red Nacional de Vigilancia Volcánica. Servicio Nacional de Geología y Minería. Disponible en <https://rnvv.sernageomin.cl/complejo-volcanico-laguna-del-maule/>.
- Servicio de Hidrografía Naval (SHN). 2023. Geoportal. Disponible en <http://geoportal.ddns.net/#/geoportal> <http://geoportal.ddns.net/#/geoportal>
- Shipton, E. 1960. Volcanic activity on the Patagonian ice cap. *Geographical Journal* 126(4): 389-396.
- Siebel, W., Schnurr, W.B.W., Hahne, K., Kraemer, B., Trumbull, R.B., van de Bogaard, P., Emmermann, R. 2001. Geochemistry and isotope systematics of small to medium volume Neogene-Quaternary ignimbrites in the southern Central Andes: evidence for derivation from andesitic magma sources. *Chemical Geology* 171(3-4): 213-237.
- Siebert, L., Simkin, T., Kimberly, P. 2011. *Volcanoes of the world*. 3rd edition. University of California Press, 417pp.
- Silva, C., Bertin, D. 2012. Mapa preliminar de peligros volcánicos volcán Tupungatito. Servicio Nacional de Geología y Minería. Inédito, escala 1:100.000. Santiago.
- Silva Parejas, C., Orozco, G., Moreno, H. 2012. Mapa preliminar de peligros volcánicos, Complejo Volcánico San José, región Metropolitana de Santiago. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Ambiental. Inédito, 11 pp.
- Silva Parejas, C., Orozco, G. 2015. Peligros del Complejo Volcánico San José, Cajón del Maipo, Región Metropolitana de Santiago, Chile. XIV Congreso Geológico Chileno (La Serena): 37-40.
- Silva-Fragoso, A., Ferrari, L., Norini, G., Orozco-Esquivel, T., Corbo-Camargo, F., Bernal, J.P., Castro, C., Arrubarrena-Moreno, M. 2021. Geology and conceptual model of the Domuyo geothermal area, northern Patagonia, Argentina. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 420: 107396. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2021.107396.
- Simkin, T., Siebert, L. 2000. Earth's volcanoes and eruptions-An overview. En Sigurdsson, H., Houghton, B.F., McNutt, S.R., Rymer, H., Stix, J. (Eds.). *Encyclopedia of volcanoes*. Academic Press: 249-269. San Diego.

- Singer, B. S., Hildreth, W., Vincze, Y. 2000. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ evidence for early deglaciation of the Central Chilean Andes. *Geophysical Research Letters* 27: 1663-1666.
- Singer, B. S., Andersen, N. L., Le Mével, H., Feigl, K., DeMets, C., Tikoff, B., Thurber, C. H., Jicha, B. R., Cardona, C., Córdoba, L., Gil, F., Unsworth, M. J., Williams-Jones, G., Miller, C., Fierstein, J., Hildreth, W., Vazquez, J. 2014. Dynamics of a large, restless, rhyolitic magma system at Laguna del Maule, southern Andes, Chile. *GSA Today* 24(12): 4-10. doi: 10.1130/GSATG216A.1.
- Singer, B. S., Le Mével, H., Licciardi, J. M., Córdoba, L., Tikoff, B., Garibaldi, N., Andersen, N. L., Diefenbach, A., Feigl, K. 2018. Geomorphic expression of rapid Holocene silicic magma reservoir growth beneath Laguna del Maule, Chile. *Science Advances* 4: eaat 1513. doi: 10.1126/sciadv.aat1513.
- Sistema de Información Turística de Argentina (SINTA). 2022. Sistema de Información Turística de Argentina. Ministerio de Turismo y Deportes. Informes. Parques Nacionales. Estadísticas de visitantes. Recuperado el 25 de septiembre de 2022 de <https://www.yvera.tur.ar/sinta/informe/info/parques-nacionales/informes-tecnicos>.
- Sistema Federal de Áreas Protegidas (SIFAP). 2022. Sistema Federal de Áreas Protegidas. Áreas Protegidas. Recuperado el 6 de diciembre de 2022 de <https://sifap.gob.ar/areas-protegidas/>.
- Skewes, M.A. 1978. Geología, petrología, quimismo y origen de los volcanes del área de Pali Aike, Magallanes, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia* 9: 95-106.
- Skewes, M.A., Stern, C.R. 1979. Petrology and geochemistry of alkali basalts and ultramafic inclusions from the Palei-Aike volcanic field in southern Chile and the origin of the Patagonian plateau lavas. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 6: 3-25. doi: 10.1016/0377-0273(79)90044-1.
- Smalley, R.Jr., Dalziel, I.W.D., Bevis, M.G., Kendrick, E., Stamps, D.S., King, E.C., Taylor, F.W., Laurý, E., Zakrajsek, A., Parra, H. 2007. Scotia arc kinematics from GPS geodesy. *Geophysical Research Letters* 34 (21): L21308. doi: 10.1029/2007GL031699.
- Smellie, J.L. 1981. A complete arc-trench system recognized in Gondwana sequences of the Antarctic Peninsula region. *Geological Magazine* 118: 139-159. doi: 10.1017/S001675680003435X.
- Smellie, J.L. 1987. Geochemistry and tectonic setting of alkaline volcanic rocks in the Antarctic Peninsula: a review. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 32: 269-285. doi: 10.1016/0377-0273(87)90048-5.
- Smellie, J.L. 1990. Graham Land and South Shetland Islands. En LeMasurier, W.E., Thomson, J.W. (Eds.). *Volcanoes of the Antarctic plate and Southern Oceans*. American Geophysical Union, Antarctic Research Series 48: 303-359.
- Smellie, J.L. 1999. The upper Cenozoic tephra record in the south polar region: a review. *Global and Planetary Change* 21: 51-70.
- Smellie, J.L. 2001. Lithostratigraphy and volcanic evolution of Deception Island, South Shetland Islands. *Antarctic Science* 13: 188-209. doi:10.1017/S0954102001000281.
- Smellie, J.L. 2002a. Volcanic hazard. En: López-Martínez, J., Smellie, J.L., Thomson, J.W., Thomson, M.R.A. (Eds.). *Geology and Geomorphology of Deception Island*, 1:25 000. BAS GEOMAP Series Sheets 6-A and 6-B. British Antarctic Survey: 47-53. Cambridge, UK.
- Smellie, J.L. 2002b. The 1969 subglacial eruption on Deception Island (Antarctica): events and processes during an eruption beneath a thin glacier and implications for volcanic hazards. *Geological Society of London, Special Publications* 202: 59-79. doi: 10.1144/GSL.SP.2002.202.01.04.
- Smellie, J.L. 2002c. Geology. En: López-Martínez, J., Smellie, J.L., Thomson, J.W., Thomson, M.R.A. (Eds.). *Geology and Geomorphology of Deception Island*, 1:25 000. BAS GEOMAP Series Sheets 6-A and 6-B. British Antarctic Survey: 11-30. Cambridge, UK.
- Smellie, J.L. 2021a. Bransfield Strait and James Ross Island: volcanology. En Smellie, J.L., Panter, K.S., Geyer, A. (Eds.). *Volcanism in Antarctica: 200 Million Years of Subduction, Rifting and Continental Break-up*. Geological Society of London Memoirs 55: 227-284. doi: 10.1144/M55-2018-58.
- Smellie, J.L. 2021b. Antarctic volcanism: volcanology and palaeoenvironmental overview. En Smellie, J.L., Panter, K.S., Geyer, A. (Eds.). *Volcanism in Antarctica: 200 Million Years of Subduction, Rifting and Continental Break-up*. Geological Society of London Memoirs 55: 19-42. doi: 10.1144/M55-2020-1.
- Smellie, J.L., Skilling, I.P. 1994. Products of subglacial eruptions under different ice thicknesses: two examples from Antarctica. *Sedimentary Geology* 91: 115-129. doi: 10.1016/0037-0738(94)90125-2.
- Smellie, J.L., Morris, P., Leat, P.T., Turner, D.B., Houghton, D. 1998. Submarine caldera and other volcanic observations in Southern Thule, South Sandwich Islands. *Antarctic Science* 10: 171-172.
- Smellie, J.L., López-Martínez, J. 2002a. Introduction. En López-Martínez, J., Smellie, J.L., Thomson, J.W.,

- Thomson, M.R.A. (Eds.). *Geology and Geomorphology of Deception Island*, 1:25.000. BAS GEOMAP Series Sheets 6-A and 6-B. British Antarctic Survey: 1-6. Cambridge, UK.
- Smellie, J.L., López-Martínez, J. 2002*b*. Geological and geomorphological evolution: summary. En López-Martínez, J., Smellie, J.L., Thomson, J.W., Thomson, M.R.A. (Eds.). *Geology and Geomorphology of Deception Island*, 1:25 000. BAS GEOMAP Series Sheets 6-A and 6-B. British Antarctic Survey, Cambridge, UK, 54–57.
- Smellie, J.L., López-Martínez, J. 2002*c*. Geological Map of Deception Island, 1:25 000. En López-Martínez, J., Smellie, J.L., Thomson, J.W., Thomson, M.R.A. (Eds.). *Geology and Geomorphology of Deception Island*, 1:25 000. BAS GEOMAP Series Sheet 6-A. British Antarctic Survey, Cambridge, UK.
- Smellie, J.L., McIntosh, W.C., Esser, R., Fretwell, P. 2006*a*. The Cape Purvis volcano, Dundee Island (northern Antarctic Peninsula): late Pleistocene age, eruptive processes and implications for a glacial palaeoenvironment. *Antarctic Science* 18: 399-408. doi: 10.1017/S0954102006000447.
- Smellie, J.L., Nelson, A., Williams, M. 2006*b*. Fire and ice: unraveling the climatic and volcanic history of James Ross Island, Antarctic Peninsula. *Geology Today* 22(6): 220-226.
- Smellie, J.L., Johnson, J.S., McIntosh, W.C., Esser, R., Gudmundsson, M.T., Hambrey, M.J., van Wyk de Vries, B. 2008. Six million years of glacial history recorded in the James Ross Island Volcanic Group, Antarctic Peninsula. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 260: 122–148. doi: 10.1016/j.palaeo.2007.08.011.
- Smellie, J.L., Johnson, J.S. Nelson, A.E. 2013. Geological Map of James Ross Island. 1. James Ross Island Volcanic Group (1:125 000 Scale). British Antarctic Survey, BAS GEOMAP 2 Series Sheet 5.
- Smellie, J.L., Hole, M.J. 2021. Antarctic Peninsula: volcanology. En Smellie, J.L., Panter, K.S., Geyer, A. (Eds.). *Volcanism in Antarctica: 200 Million Years of Subduction, Rifting and Continental Break-up*. Geological Society of London Memoirs 55: 305-325. doi: 10.1144/M55-2018-59.
- Smellie, J.L. Kraus, S., Williams, K. 2023. The 1821 eruption of Bridgeman Island, South Shetland Islands, Antarctica: an observed Capelinhos-style hydrovolcanic event. *Antarctic Science*: 1-16. doi: 10.1017/S095410202300011.
- Smith, R.E., Smith, V.C., Fontijn, K., Gebhardt, A.C., Wastegård, S., Zolitschka, B., Ohlendorf, C., Stern, C.R., Mayr, C. 2019. Refining the Late Quaternary tephrochronology for southern South America using the Laguna Potrok Aike sedimentary record. *Quaternary Science Reviews* 218: 137-156. doi: 10.1016/j.quascirev.2019.06.001.
- Søager, N., Holm, P.M., Llambías, E.J. 2013. Payenia volcanic province, Southern Mendoza, Argentina: OIB mantle upwelling in a back-arc environment. *Chemical Geology* 349-350: 36-53. doi: 10.1016/j.chemgeo.2013.04.007.
- Søager, N., Holm, P.M., Thirlwall, M.F. 2015. Sr, Nd, Pb, and Hf isotopic constraints on mantle sources and crustal contaminants in the Payenia volcanic province, Argentina. *Lithos* 212-215: 368-378. doi: 10.1016/j.lithos.2014.11.026.
- Søager, N., Holm, P.M., Massafiero, G.I., Haller, M.J., Traum, M.K. 2021. The Patagonian intraplate basalts: A reflection of the South Atlantic convection cell. *Gondwana Research* 91: 40-57. doi:10.1016/j.gr.2020.12.008.
- Somoza, L., Martínez-Frías, J., Smellie, J.L., Rey, J., Maestro, A. 2004. Evidence for hydrothermal venting and sediment volcanism discharged after recent short-lived volcanic eruptions at Deception Island, Bransfield Strait, Antarctica. *Marine Geology* 203: 119-140. doi: 10.1016/S0025-3227(03)00285-8.
- Sparks, R.S.J., Francis, P.W., Hamer, R.D., Pankhurst, R.J., O'Callaghan, L.J., Thorpe, R.S., Page, R.N. 1985. Ignimbrites of the Cerro Galan caldera, northwest Argentina. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 25: 205-248.
- Spica, Z., Legrand, D., Iglesias, A., Walter, T., Heimann, S., Dahn, T., Froger, J.L., Rémy, D., Bonvalot, S., West, M., Pardo, M. 2015. Hydrothermal and magmatic reservoirs at Lazufre volcanic area, revealed by a high-resolution seismic noise tomography. *Earth and Planetary Science Letters* 421: 27-38. doi.org/10.1016/j.epsl.2015.03.042.
- Sruoga, P. 2004. Volcán Planchón-Peteroa (35°15'S/70°35'0): Estratigrafía eruptiva y evaluación de su peligrosidad. En González, M.A., Bejerman, N.J. (Eds.). *Peligrosidad Geológica en Argentina. Metodologías de análisis y mapeo. Estudio de casos. Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería, Publicación Especial N°4: 487-500.*
- Sruoga, P. 2008. El volcán Planchón-Peteroa (35°15'S/70°35'0): un modelo para armar. En CSIGA (Ed.). *Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Naturales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales* 46(1): 237-248.
- Sruoga, P., Feineman, M. 2009. Actividad explosiva post-glacial del volcán Maipo (34°10'S), Zona Volcánica

- Sur. 12° Congreso Geológico Chileno (Santiago), Actas: S07-031.
- Sruoga, P., Consoli, V. 2011a. El Volcán Copahue. En Leanza, H.A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J.C., Vallés, J.M. (Eds.). Geología y Recursos Naturales de La Provincia de Neuquén. XVIII Congreso Geológico Argentino (Neuquén), Relatorio: 613-620.
- Sruoga, P., Consoli, V. 2011b. Nueva edad Ar/Ar para la Formación Las Mellizas. Implicancias en la evolución del complejo Caviahue-Copahue (37° 51'S, 71° 09'O), Provincia de Neuquén. XVIII Congreso Geológico Argentino (Neuquén), Actas: 512-513.
- Sruoga, P., Llambías, E., Fauqué, L. 2000. Geocronología y evolución geoquímica del volcán Maipo (34°10'S). IX Congreso Geológico Chileno (Puerto Varas), Actas 2: 72-76.
- Sruoga, P., Etcheverría, M., Folguera, A., Repol, D., Zanettini, J.C. 2005a. Hoja Geológica 3569-I, Volcán Maipo. Provincia de Mendoza. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 290, 92 pp.
- Sruoga, P., Llambías, E.J., Fauqué, L., Schonwandt, D., Repol, D.G. 2005b. Volcanological and geochemical evolution of the Diamante Caldera-Maipo volcano complex in the Southern Andes of Argentina (34°10'S). *Journal of South American Earth Sciences* 19: 399-414. doi: 10.1016/j.jsames.2005.06.003.
- Sruoga, P., Petrinovic I.A., Lara, L. 2007. Mapa de Volcanes Activos. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Inédito.
- Sruoga, P., Etcheverría, M., Feineman, M., Rosas, C., Burkert, Ibañes, O. 2012. Complejo Caldera Diamante-Volcán Maipo (34°10'S, 69°50'O): evolución volcanológica y geoquímica e implicancias en su peligrosidad. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 69 (4): 508-530.
- Sruoga, P., Elissondo, M., Fierstein, J., García, S., Gonzalez, R., Rosas, M. 2015. Actividad explosiva postglacial del centro Barrancas, Complejo Volcánico Laguna del Maule (36° 05' S, 70° 30' O). Peligrosidad en Argentina. XIV Congreso Geológico Chileno (La Serena), Actas: At4St11 013.
- Sruoga, P., Elissondo, M., Fierstein, J., Andersen, N., Arboleya, A. 2016. Cerro Barrancas: a highly productive and hazardous eruptive center in the Laguna del Maule Volcanic Field, Chile. *Cities on Volcanoes* 9 (Puerto Varas), Actas: S3.5.
- Sruoga, P., Elissondo, M., Rosas, M., Fierstein, J., Singer, B., Andersen, N. 2017. Cerro Barrancas, Laguna del Maule volcanic field, Chile: eruptive stratigraphy and hazard assessment. IAVCEI Scientific Assembly (Portland), Abstracts: VH12B, V.7, 1023.
- Sruoga, P., Yamin, M., Corvalan, M., Kaufman, J.F., Elissondo, M., Olivera Craig, V., Badi, G., García, S. 2021. Late Pleistocene subglacial fissure-related volcanism at Caviahue-Copahue volcanic complex (37°51'S, 71°05'W), South Volcanic Zone. *Journal of South American Earth Sciences* 110: 103309. doi: 10.1016/j.jsames.2021.103309.
- Sruoga, P., Jara Aburto, G., Kaufman, J., Elissondo, M. 2022. Geocronología Ar40/Ar39 del Complejo Volcánico Caviahue-Copahue, Neuquén, Argentina. XXI Congreso Geológico Argentino (Puerto Madryn), Actas, S7: 1184-1185.
- Staudigel, H., Koppers, A.A.P., Lavelle, J.W., Pitcher, T.J., Shank, T.M. 2010. Defining the Word "Seamount". *Oceanography* 23 (1): 20-21. doi: 10.5670/oceanog.2010.85.
- Stechern, A., Just, T., Holtz, F., Blume-Oeste, M. Namur, O. 2017. Decoding magma plumbing and geochemical evolution beneath the Lastarria volcanic complex (Northern Chile)-Evidence for multiple magma storage regions. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 338: 25-45. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2017.03.018.
- Stern, C.R. 1990. Tephrochronology of southernmost Patagonia. *National Geographic Research* 6: 110-126.
- Stern, C.R. 2000. The Holocene Tephrochronology of southernmost Patagonia and Tierra del Fuego. 9° Congreso Geológico Chileno (Puerto Varas), Actas 2: 77-80.
- Stern, C.R. 2004. Active Andean Volcanism: its geologic and tectonic setting. *Revista Geológica de Chile* 31(2): 161-206. doi: 10.5027/andgeoV31n2-a01.
- Stern, C.R. 2008. Holocene tephrochronology record of large explosive eruptions in the southernmost Patagonian Andes. *Bulletin of Volcanology* 70: 435-454.
- Stern, C.R., Skewes, M.A., Duran, M. 1976. Volcanismo Orogénico en Chile Austral. Primer Congreso Geológico de Chile (Santiago), Actas 2: 195-212.
- Stern, C.R., Amini, H., Charrier, R., Godoy, E., Hervé, F., Varela, J. 1984a. Petrochemistry and age of rhyolitic pyroclastic flows which occur along the drainage valleys of the Río Maipo and Río Cachapoal (Chile) and the Río Yaucha and Río Papagayos (Argentina). *Revista Geológica de Chile* 23: 39-52.
- Stern, C.R., Futa, K., Muehlenbachs, K. 1984b. Isotope and trace element data for orogenic andesites from the Austral Andes. En Harmon, R.S., Barreiro, B.A. (Eds.). *Andean Magmatism: Chemical and Isotopic Constraints*: 31-46. Shiva Publishing, UK.

- Stern, C.R., Kilian, R. 1996. Role of the subducted slab, mantle wedge and continental crust in the generation of adakites from the Andean Austral Volcanic Zone. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 123: 263-281.
- Stern, C.R., Moreno, H., López-Escobar, L., Clavero, J.E., Lara, L.E., Naranjo, J.A., Parada, M.A., Skewes, M.A. 2007. Chilean volcanoes. En Moreno, T., Gibbons, W. (Eds.). *The Geology of Chile*. The Geological Society of London: 147-178. doi: 10.1144/GOCH.5.
- Storey, B.C., Garrett, S. 1985. Crustal growth of the Antarctic Peninsula by accretion, magmatism and extension. *Geological Magazine* 122: 5-14. doi: 10.1017/S0016756800034038.
- Storey, B.C., Granot, R. 2021. Tectonic history of Antarctica over the past 200 million years. En Smellie, J.L., Panter, K.S., Geyer, A. (Eds.). *Volcanism in Antarctica: 200 Million Years of Subduction, Rifting and Continental Break-up*. Geological Society of London *Memoirs* 55: 9–17. doi: 10.1144/M55-2018-38.
- Strelin, J., Malagnino, E.C. 1992. Geomorfología de la Isla James Ross. En Rinaldi, C.A. (Ed.) *Geología de la Isla James Ross, Antártida*. Instituto Antártico Argentino: 7-36.
- Suárez, M. 1976. Plate-tectonic model for southern Antarctic Peninsula and its relation to southern Andes. *Geology* 4: 211-214.
- Szakács, A. 1994. Redefining active volcanoes: a discussion. *Bulletin of Volcanology* 56: 321-325. doi: 10.1007/BF00326458.
- Tassi, F., Aguilera, F., Benavente, O., Paonita, A., Chiodini, G., Caliro, S., Agosto, M., Gutiérrez, F., Capaccioni, B., Vaselli, O., Caselli, A., Saltori, O. 2016a. Geochemistry of fumarolic fluids from Peteroa volcano (Argentina-Chile) in 2010-2015: Insights into compositional changes related to the fluid source region(s). *Chemical Geology* 432: 41-53. doi: 10.1016/j.chemgeo.2016.04.007.
- Tassi, F., Liccioli, C., Agosto, M., Chiodini, G., Vaselli, O., Calabrese, S., Pecoraino, G., Tempestia, L., Caponia, C., Fiebig, J., Caliroi, S., Caselli, A. 2016b. The hydrothermal system of the Domuyo volcanic complex (Argentina). A conceptual model based on new geochemical and isotopic evidence. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 328: 198–209. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2016.11.003.
- Thiele, R. 1980. Hoja Santiago. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile 39, 51 pp.
- Thomas, C., Livermore, R.A., Pollitz, F.F. 2003. Motion of the Scotia Sea plates. *Geophysical Journal International* 155 (3): 789-804. doi: 10.1111/j.1365-246X.2003.02069.x.
- Thorpe, R.S., Francis, P.W., O'Callaghan, J.O. 1984. Relative roles of source composition, fractional crystallization and crustal contamination in the petrogenesis of Andean volcanic rocks. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A: Physical and Engineering Sciences* 310: 675-692.
- Tolosa, V. 2015. Tefroestratigrafía Postglacial del complejo volcánico Quetrupillán 39°30'S, 71°43'O, Regiones de La Araucanía y de Los Ríos, Chile. Universidad de Concepción, Facultad de Ciencias Químicas, Departamento de Ciencias de la Tierra, 156 pp.
- Tomblin, J.F. 1979. The South Sandwich Islands: II. The geology of Candlemas Island. *British Antarctic Survey, Scientific Report* 92: 1-33.
- Tormey, D.R., Frey, F.A., López Escobar, L. 1989. Geologic history of the active Azufre-Planchón-Peteroa volcanic center (35°15'S, southern Andes) with implications for the development of compositional gaps. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 44(1-4): 420-430.
- Tormey, D.R., Hickey-Vargas, R.L., Frey, F.A., López-Escobar, L. 1991. Recent lavas from the Andean volcanic front (33° to 42°S). Interpretations of along-arc compositional variations. En Harmon, R.S., Rapela, C.W. (Eds.) *Andean Magmatism and its Tectonic Setting*. Geological Society of America, *Special Paper* 265: 57-77.
- Trumbull, R.B., Riller, U., Oncken, O., Scheuber, E., Munier, K., Hongn, F. 2006. The time-space distribution of Cenozoic volcanism in the South-Central Andes: a new data compilation and some tectonic implications. En Oncken, O., Chong, G., Franz, G., Giese, P., Götze, H.J., Ramos, V.A., Strecker, M.R., Wigger, P. (Eds.). *The Andes: Active Subduction Orogeny*: 29-43. Springer-Verlag, Berlin. doi: 10.1007/978-3-540-48684-8_2.
- Tunstall, C., Folguera, A. 2005. Control estructural en el desarrollo de una concentración anómala de calderas en los Andes de Neuquén: Complejo Volcánico Pino Hachado (38°30'S y 71°0'). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60: 731-741.
- Turner, J.C.M. 1973. Descripción geológica de la Hoja 37 a,b. Junín de Los Andes, provincia de Neuquén. Carta geológico-económica de la República Argentina, escala 1:200.000. Subsecretaría de Minería, Servicio Nacional Minero Geológico, Boletín N° 138, 82 pp.
- Tyler, P.A., *et al.* 2011. RRS James Cook Cruise JC55, 13 Jan-22 Feb 2011. Bransfield Strait, the East Scotia Ridge and the Kemp Seamount Calderas, Cruise 3 of the NERC Consortium Grant 'Chemosynthetically-driven ecosystems in the Southern Ocean: Ecology

- and Biogeography' (ChEsSo). National Oceanography Centre Cruise Report 05. Southampton, UK, National Oceanography Centre Southampton, 74pp.
- United Nations Department of Humanitarian Affairs (UNDHA). 1992. Glossary: Internationally Agreed Glossary of Basic Terms Related to Disaster Management, Ginebra, Suiza, 93 pp.
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR) 2009. 2009. Terminology on Disaster Risk Reduction. Ginebra, Suiza, 35 pp.
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). 2017. National Disaster Risk Assessment. Words into Action Guidelines. Governance System, Methodologies, and Use of Results. United Nations International Strategy for Disaster Reduction, 303 pp.
- United States Board on Geographic Names. 2003. Advisory Committee on Undersea Features 298th Meeting. National Imagery and Mapping Agency. Bethesda, Maryland.
- Valade, S., Ley, A., Massimetti, F., D'Hondt, O., Laiolo, M., Coppola, D., Loibl, D., Hellwich, O., Walter, T.R. 2019. Towards Global Volcano Monitoring Using Multisensor Sentinel Missions and Artificial Intelligence: The MOUNTS Monitoring System. *Remote Sensing* 11, 1528. doi: 10.3390/rs11131528.
- Van Daele, M., Moernaut, J., Silversmit, G., Schmidt, S., Fontijn, K., Heirman, K., Vandoorne, W., De Clercq, M., Van Acker, J., Wolff, C., Pino, M., Urrutia, R., Roberts, S.J., Vincze, L., De Batist, M. 2014. The 600 year eruptive history of Villarrica Volcano (Chile) revealed by annually-laminated lake sediments. *Geological Society of America Bulletin*, 126 (3-4). 481-498. doi: 10.1130/B30798.1.
- Van Eaton, A.R., Amigo, A., Bertin, D., Mastin, L.G., Giacosa, R.E., González, J., Valderrama, O., Fontijn, K., Behnke, S.A. 2016. Volcanic lightning and plume behavior reveal evolving hazards during the April 2015 eruption of Calbuco volcano, Chile. *Geophysical Research Letters* 43: 3563-3571. doi: 10.1016/10.1002/2016GL068076.
- Van Wyk de Vries, B., Self, S., Francis, P.W., Keszthelyi, L. 2001. A gravitational spreading model for the Socompa debris avalanche. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 105: 225-247. doi: 10.1016/S0377-0273(00)00252-3.
- Varekamp, J.C., Hesse, A., Mandeville, C.W. 2010. Back-arc basalts from the Loncopue graben (Province of Neuquén, Argentina). *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 197: 313-328.
- Vélez, M.L., Bustos, E., Euillades, L., Blanco, M., López, J.F.S., Barbero, I., Berrocoso, M., Gil Martínez, A., Viramonte, J.G. 2021. Ground deformation at the Cerro Blanco caldera: A case of subsidence at the Central Andes BackArc. *Journal of South American Earth Sciences* 106, 102941. doi: 10.1016/j.jsames.2020.102941.
- Vera, F., Jorquera, C., Amigo, A., Bertin, L. 2022. Peligros de los volcanes Descabezado Grande, Cerro Azul, Quizapu y centros eruptivos menores, región del Maule. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Ambiental 39, 99 pp.
- Vigide, N., Albite, J.M., Caselli, A. 2018. Caldera Del Agrio: Colapso volcánico-estructural a partir de erupciones fisurales. XV Congreso Geológico Chileno (Concepción), Volc-2, 1017.
- Vigide, N., Yagupsky, D., Barcelona, H., Agosto, M., Caselli, A.T. 2020. Structural analysis of the Planchón-Peteroa Volcanic Complex: Insights for the geothermal system. *Journal of South American Earth Sciences* 104: 102856. doi: 10.1016/j.jsames.2020.102856.
- Vigide, N., Yagupsky, D., Barcelona, H., Agosto, M., Caselli, A. 2023. Understanding the Cavihue-Copahue volcanic complex through kinematic solutions, paleotensors and analogue modelling. *Journal of South American Earth Sciences* 121: 104136. doi: 10.1016/j.jsames.2022.104136.
- Villa, V., Ramirez, C., Grosse, P., Naranjo, J.A. 2018. Características de los volcanes chilenos en los Andes Centrales entre los 24,5°S y 26,5°S. XV Congreso Geológico Chileno (Concepción), Actas: 993-995.
- Villa, V., Ramírez, C., Ferrando, R., Montecino, D., Lienlaf, M. 2019. Geología de las áreas Salar Punta Negra y Cerro Sur Bayo, Región de Antofagasta. Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica 202-203: 130 pp.
- Viramonte, J., Galliski, M., Araña Saavedra, V., Aparicio, A., García Cacho, L., Martín Escorza, C. 1984. El finivulcanismo básico de la depresión de Arizaro, provincia de Salta. IX Congreso Geológico Argentino (Bariloche), Actas 3: 234-251.
- Viramonte, J.G., Becchio, R., Bolli, M.I., Petrinovic, I., Tejedó, A. 1995. Actividad eruptiva del volcán Lascar: Erupción 18/24-Abril-1993. Primer Informe. Convenio Secretaría de Minería de a Nación y Universidad Nacional de Salta.
- Viramonte, J.G., Castro Godoy, S., Arnosio, J.M., Becchio, R., Poodts, M. 2005a. El Campo Geotermal de la Caldera de Cerro Blanco, utilización de imágenes Aster. XVI Congreso Geológico Argentino (La Plata), Actas 2: 505-512.

- Viramonte, J.G., Arnosio, M., Becchio, R., Gropelli, G., Norini, G., Corazzatto, C., Di Filippo, M., Blanco, M., Eulillades, P., Poodts, M., Castro Godoy, S., Klotz, J., Asch, G., Heit, B. 2005b. Cerro Blanco Volcanic Complex: the youngest caldera system in the Southern Central Andes. A multidisciplinary Earth Science Project. 19° Colloquium on Latin American Geosciences (Potsdam), 19 LAK: 135.
- Wadge, G., Francis, P.W., Ramírez, C.F. 1995. The Socompa collapse and avalanche event. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 66: 309-336. doi: 10.1016/0377-0273(94)00083-S.
- Walker, G.P.L. 1993. Basaltic-volcano systems. En Pritchard, H.M., Alabaster, T., Harris, N.B.W., Neary, C.R. (Eds.). *Magmatic Processes and Plate Tectonics. Geological Society Special Publication* 76:3-38.
- Walker, G.P.L. 2000. Basaltic volcanoes and volcanic systems. En Sigurdsson, H., Houghton, B., McNutt, S.R., Rymer, H., Stix, J. (Eds.). *Encyclopedia of Volcanoes*. Academic Press: 283-291. San Diego.
- Watt, S.F.L., Pyle, D.M., Mather, T.A., Martin, R.S., Matthews, N.E. 2009. Fallout and distribution of volcanic ash over Argentina following the May 2008 explosive eruption of Chaitén, Chile. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth* 114: 11. doi: B0420710.1029/2008jb006219.
- Weaver, S.D., Saunders, A.D., Pankhurst, R.J., Tarney, J. 1979. A geochemical study of magmatism associated with the initial stages of back-arc spreading. The Quaternary volcanics of Bransfield Strait, from South Shetland Islands. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 68: 151-169.
- Wilkinson, F. 2023. One of Earth's loneliest volcanoes holds an extraordinary secret. *National Geographic*. Disponible en <https://www.nationalgeographic.co.uk/adventure/2023/02/one-of-earths-loneliest-volcanoes-holds-an-extraordinary-secret>.
- Williams, K.L. 2021. Bridgeman Island, Antarctica, 'burning mount' or old eroded volcano?. *Polar Record* 57: E33. doi:10.1017/S0032247421000152.
- Wilson, T.M., Cole, J.W., Stewart, C., Johnston, D.M., Cronin, S.J. 2010. Assessment of Long-term Impact and Recovery of the 1991 Hudson Eruption to Agriculture and Rural Communities, Patagonia, South America, GNS Science, New Zealand, GNS Science Report 2009/66, 100 pp.
- Wilson, T., Cole, J.W., Stewart, C., Cronin, S., Johnston, D. 2011. Ash storms: impacts of wind-remobilised volcanic ash on rural communities and agriculture following the 1991 Hudson eruption, southern Patagonia, Chile. *Bulletin of Volcanology* 73: 223-239. doi:10.1007/s00445-010-0396-1.
- Wilson, T., Cole, J., Johnston, D., Cronin, S., Stewart, C., Dantas, A. 2012. Short and long-term evacuation of people and livestock during a volcanic crisis: lessons from the 1991 eruption of Volcán Hudson, Chile, *Journal of Applied Volcanology* 1, 2. doi: 10.1186/2191-5040-1-2
- Wilson, T., Stewart, C., Bickerton, H., Baxter, P., Outes, V., Villarosa, G., Rovere, E. 2013. Impacts of the June 2011 Puyehue-Cordón Caulle volcanic complex eruption on urban infrastructure, agriculture and public health. GNS Science, New Zealand, GNS Science Report 2012/20, 88 pp.
- World Data 2022. South Georgia-Sandwich Islands. World Data. Recuperado el 20 de julio de 2022 de <https://www.worlddata.info/america/southgeorgia-sandwichislands/index.php>
- Wright, E.M., Pardo Duró, M.L., Castro Godoy, S., Carballo, F. 2023. Detección de deformación a partir de interferometría diferencial (DInSAR) y seguimiento de anomalías térmicas en volcanes activos de la República Argentina. Abril 2019-Diciembre 2021. Servicio Geológico Minero Argentino. En edición.
- Wright, R., Flynn, L., Garbeil, H., Harris, A., Pilger, E. 2004. MODVOLC: near-real-time thermal monitoring of global volcanism. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 135 (1-2): 29-49. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2003.12.008.
- Yamin, M.G., Anselmi, G. 2020. Geología de las placas Scotia y Sandwich. Revisión y mapa geológico. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Serie Contribuciones Técnicas, Geología N° 8, 29 pp. Buenos Aires.
- Yuan, X., Sobolev, S.V., Kind, R. 2002. Moho topography in the Central Andes and its geodynamic implications. *Earth and Planetary Science Letters* 199: 389-402. doi: 10.1016/S0012-821X(02)00589-7
- Zanettini, J.C.M., Leanza, H.A., Giusiano, A., Santamaría, G.R., Franchi, M. 2010. Hoja Geológica 3972-II Loncopué, provincia del Neuquén. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 381, 93 pp.
- Zappettini, E.O., Blasco, G. 2001. Hoja Geológica 2569-II, Socompa, provincia de Salta. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, escala 1:250.000. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín N° 260, 62 pp.
- Zentilli, M. 1974. Geological evolution and metallogenetic relationships in the Andes of northern Chile between 26° and 29° south. PhD thesis. Queen's University, Kingston, Canada, 446 pp.