

LOS VOLCANES

LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN CALBUCO

Boletín de Divulgación

Abril 2015



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



Proyecto de Extensión Universitaria
CONOCIENDO A LOS VOLCANES



¿QUÉ ES UN VOLCÁN?

La palabra **volcán** deriva del nombre "Vulcano", una isla romana en donde se creía que el dios "Vulcan", dios del fuego y la orfebrería, había instalado su fragua ardiente. Un volcán es una forma del relieve (como un cono, de hecho a veces se los llama conos volcánicos) producida por la salida de las rocas fundidas (magma), cenizas y otros productos volcánicos desde el interior de la tierra a la superficie.

¿DÓNDE SE ENCUENTRAN LOS VOLCANES EN LA TIERRA?

Los procesos relacionados con la formación de volcanes se explican con la teoría de la **tectónica de placas**. La tectónica de placas es una teoría que describe la estructura y la dinámica de la superficie terrestre. Establece que la porción superior rígida de la Tierra (litósfera) está fragmentada en una serie de placas que se desplazan sobre una porción caliente y plástica (manto astenósferico). En los bordes de las placas se concentra actividad sísmica, volcánica y tectónica. Es por esta razón que la actividad volcánica, en general, no se distribuye al azar sobre la superficie del planeta, sino que se concentra, sobre todo, a lo largo de los bordes de las placas tectónicas. La cordillera de los Andes (Fig. 1) forma parte del denominado Cinturón de fuego del Pacífico, correspondiente a una zona caracterizada por un límite de placa convergente, en donde una placa oceánica se hunde por debajo de una placa continental (la Placa de Nazca se hunde por debajo de la Placa Sudamericana, Fig. 1). En este ambiente ocurren procesos físicos complejos que llevan a la fusión de las rocas terrestres (magmas) que al ascender hasta la superficie forman los volcanes.



Figura 1: La Cordillera Andina en el sector Argentino-Chileno: un límite de placas convergente (los triángulos marcan la dirección de hundimiento de las placas oceánicas por debajo de la placa Sudamericana). El volcán Calbuco, uno de entre tantos volcanes activos andinos.

¿A QUÉ SE DENOMINA VOLCÁN ACTIVO?

Si un volcán tuvo una erupción, o indicios de una actividad geotermal o sísmica en los últimos 10.000 años, se lo considera como un volcán **activo**. Este límite fue elegido internacionalmente porque dentro este rango, que va de la época actual a esa fecha, se han producido las erupciones volcánicas más peligrosas para la humanidad. Hay otras más peligrosas aún, pero se generan en un rango mayor al de 100.000 años y exceden holgadamente los tiempos de existencia de las civilizaciones humanas. Resulta clave para entender la idea de volcán activo, comprender la diferencia entre el **tiempo geológico** y el **tiempo socio-cultural**. Mientras que para el **conocimiento común** un volcán puede considerarse "extinto" o "dormido", para el **conocimiento científico**, puede estar **activo**, basándose en datos geológicos, registros, modelos y teorías, desarrolladas por investigadores de organismos de ciencia, por ejemplo, como el **Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)**.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



¿QUÉ ES UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA?

¿CÓMO EMITEN LOS VOLCANES SUS PRODUCTOS?

Una erupción volcánica es una emisión de productos que llegan a la superficie de la tierra y que proceden del interior de un volcán. La erupción, puede ser violenta o tranquila. El material fundido (magma) que proviene del interior de la tierra llega hasta unos pocos kilómetros antes de la superficie como una "masa entera" y, dependiendo de la cantidad de gases que presente, al acercarse a la superficie puede reaccionar de diferentes formas. Si presenta pocos gases (volátiles) el magma alcanza la superficie (el cráter del volcán) sin dejar de comportarse como una "masa entera", generando "**flujos de lava**". Este mecanismo eruptivo se le denomina **efusivo** y corresponde a las erupciones volcánicas más "tranquilas". Sin embargo, ¿qué le pasará a esta masa entera de rocas fundidas (magma) si tiene incorporada una gran cantidad de gases? Para entender lo que ocurre recurriremos a un ejemplo de la vida diaria. Alguna vez, sacando una gaseosa de la heladera se nos ha caído al suelo. Al levantarla vemos que no hay muchas burbujas. Inclusive la miramos dos veces, antes de decir "¡no pasó nada!". Sin embargo, cuando la destapamos, percibimos una vibración en nuestras manos, observamos millones de burbujas en el interior de la botella y una gran cantidad del contenido sale violentamente a borbotones, generando una columna de líquido espumoso que salpica todo a su alrededor.

Básicamente, a los magmas que tienen una gran cantidad de gases, les ocurre lo mismo al llegar a la superficie. Los gases generan burbujas que expanden al magma (como en el caso de la gaseosa) y cuando las burbujas explotan lo dividen, generando millones de fragmentos que llegan a medir varios centímetros de diámetro (bombas volcánicas) o tener el tamaño de un grano de arena (cenizas volcánicas). Los volcanólogos se refieren a este último mecanismo como **explosivo** y corresponde a las erupciones volcánicas más "violentas". En estos casos, la columna que se genera desde el cráter (como la que sale por el pico de la botella) está constituida por fragmentos de magma (ahora solidificado), que los científicos llaman "**material piroclástico**".

La altura de la "columna eruptiva" (porque estamos hablando de la erupción) depende de la energía de la erupción. Cuanto más alta es la columna, más energía hay involucrada y como sabemos que esto se debe a la explosión de las burbujas podemos decir que la erupción es más explosiva, por esta razón este tipo de erupciones se denominan **erupciones explosivas**.

Cuando la columna alcanza gran altura, los vientos de la región pueden llevar los fragmentos (cenizas) a cientos de kilómetros del volcán (como las cenizas del volcán Calbuco que llegaron a ciudades como San Martín de los Andes, Neuquén o incluso Buenos Aires). Este proceso de dispersión de fragmentos piroclásticos se conoce como **caída de cenizas**. Sin embargo, si la columna se torna muy densa (como la gaseosa que cae en nuestras manos), los fragmentos se derraman todos juntos con gran rapidez por la ladera del volcán generando los denominados **flujos piroclásticos**. El material volcánico suelto acumulado en las laderas también puede ser removido por los "sismos volcánicos" (la vibración en nuestras manos de la botella de gaseosa) o las lluvias, generando "flujos de barro" denominados **lahares**.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



¿TODOS LOS VOLCANES SON PELIGROSOS?

En la Tierra las erupciones volcánicas han ocurrido desde su formación (hace aproximadamente 4500 millones de años). Cada año ocurren en nuestro planeta alrededor de 60 erupciones, la mayoría de ellas involucran un bajo grado de explosividad y poca área de influencia de los productos volcánicos (por ejemplo el Volcán Llaima en el 2009, el Volcán Copahue en el 2012 y el Volcán Villarica en el 2014).

El grado de peligro de un **volcán activo** se determina de acuerdo a la probabilidad de que éste entre en erupción (vinculada con su historia geológica y la frecuencia de sus erupciones) y a la distribución espacial y velocidad de transporte de los productos volcánicos. Por ejemplo, los flujos piroclásticos se mueven a velocidades de hasta 300 m/s (¡3 cuadas en un segundo!) y se pueden desplazar decenas de kilómetros, mientras que los flujos de lava se mueven a velocidades de m/h (¡media cuadra en una hora!) y generalmente se desplazan unos pocos kilómetros. Cuanto más **explosivo** es el volcán más **ceniza, flujos piroclásticos y lahares** podrá producir y en ese caso será más peligroso.

¿PUEDE PREDECIRSE UNA ERUPCIÓN VOLCÁNICA?

...LA ERUPCIÓN DEL VOLCÁN CALBUCO

La Cordillera de los Andes tiene, en el sector de Argentina y Chile, aproximadamente 123 volcanes (Fig. 1) que han sido identificados como activos, 90 localizados en Chile (fuente¹: SERNAGEOMIN) y 33 en la Argentina (fuente²: SEGEMAR), todos alineados en sentido N-S con el eje de los Andes. El volcán Calbuco corresponde a uno de estos volcanes activos, ubicado en la región de Los Lagos, al sur de Chile. Se encuentra a unos 30 km de las ciudades de Puerto Montt y Puerto Varas, poblaciones que reúnen en la actualidad más de 250.000 habitantes (fuente³: Instituto Nacional de Estadísticas-Chile). La construcción del volcán comenzó hace 300.000 años y la forma actual corresponde a los procesos acontecidos en los últimos 15.000 años.

Durante el siglo IX y XX presenta reportes de erupciones volcánicas y registro de fumarolas. Desde al año 1893, con actividad intermitente, el volcán desarrolló una serie de erupciones, las cuales continuaron durante los años 1911-12, 1917, 1921 y 1961. Las **erupciones** han sido **efusivas** y **explosivas**, habitualmente acompañadas por numerosos **flujos piroclásticos** y **lahares**.

El volcán Calbuco tiene una red de monitoreo permanente y completa, con profesionales idóneos para interpretar los registros que se obtienen de ese control. El 22 de abril de 2015 la red de monitoreo funcionaba de manera correcta, previo a esta fecha el volcán no había registrado ningún tipo de lo que los volcanólogos denominan **precursores eruptivos** (sismos volcánicos, deformación, fumarolas, cambio en la emisión y composición de los gases, entre otros). Los **precursores**, que se registran por diferentes instrumentales (sismógrafos, GPS e inclinómetros que miden la deformación, cámaras de video, entre otros), se obtienen desde años a horas antes de la erupción, dependiendo del sistema volcánico y tipo de erupción en progreso. El SERNAGEOMIN (Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile) tiene un procedimiento de semáforo con

Fuente¹: <http://www.sernageomin.cl/>

Fuente²: <http://www.segemar.gov.ar/index.php/peligrosidad-geologica/proyectos/evaluacion-de-peligrosidadvolcanica>

Fuente³: http://reportescomunales.bcn.cl/2012/index.php/Puerto_Montt/Poblaci%C3%B3n



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



Sistemas de Alerta Técnica que van desde **verde, amarillo a rojo**. El volcán Calbuco, hasta horas antes de la erupción, era considerado un volcán activo en nivel **verde** (sin señal o con señales de base que no salen de lo "normal"). Sin embargo, entre las 16:00 y 18:00 hs del 22 de abril se desataron todos los **precursores** y elevaron el nivel a **rojo = erupción en progreso**. De hecho, los precursoros que a ciencia cierta determinan una **erupción en progreso** (ondas sísmicas que implican tránsito de fluidos = magma), fueron registrados entre 50 minutos y 30 minutos antes de la erupción. A las 18:04 se desencadenó, con una duración de 1,5 horas, el primero de los dos pulsos de energía mayor que hasta el momento registró el **evento eruptivo explosivo**. El segundo fue registrado alrededor de la 1:00 hs del 23 de abril y tuvo una duración de 6 horas.

¿CUÁL FUE, HASTA EL MOMENTO, ALCANCE DE LOS PRODUCTOS ERUPTIVOS?

Los materiales expulsados desde el cráter generaron una **columna eruptiva** de 15 km de altura (Fig. 2). La densificación de la columna en su parte inferior dio origen a **flujos piroclásticos** que tuvieron un alcance máximo de 10 km, mientras que la removilización de ceniza de la ladera del volcán, generó lahares (aludes de ceniza). La importancia de los estudios científicos y un buen plan de gestión de riesgos fueron cruciales en las zonas próximas

al volcán. Un área de exclusión de 20 km de radio fue establecida y casi 5.000 personas fueron evacuadas. Los **flujos piroclásticos** y **lahares** ocasionaron solo daños en infraestructura. Un andinista estuvo extrañado por varias horas, pero fue encontrado a salvo. Al momento no se registraron víctimas.

La parte superior de la **columna eruptiva** desarrolló forma de hongo (Fig. 2) en su parte superior, comenzando a dispersar, en función de los vientos preponderantes, el **material piroclástico (ceniza)** en la atmósfera. Los vientos predominantes de dirección NE generaron caída de ceniza en una longitud de 300 km, alcanzando ciudades y poblaciones argentinas localizadas del otro lado de la cordillera (por ejemplo,



Figura 2: Erupción del Volcán Calbuco, Abril 2015. Fuente (Marcelo Uteraz).

San Carlos de Bariloche, Villa la Angostura, San Martín de los Andes, Piedra del Águila, entre otras), aunque el espesor del manto de ceniza en la mayoría de los casos no superó el milímetro. El alcance de los productos volcánicos en las lejanías del volcán también se manifestó de otras formas. La nube de ceniza luego se trasladó a cientos de kilómetros al NE del Volcán, llegando a Buenos Aires, pero a una altura de entre 4 y 10 km y en baja proporción (2 miligramos por metro cúbico de aire). Por precaución, por varios días estuvo suspendido parte del tránsito aéreo. En la actualidad es posible realizar un seguimiento detallado de la distribución de ceniza y medición de la cantidad de ceniza en el aire, mediante la utilización de imágenes satelitales y radares. Esta información puede estar disponible en la página de la **Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE)** y la página del **Volcanic Ash Advisory Center (VAAC, Centro de Aviso de Ceniza Volcánica)**.

Además si combinamos la información proveniente de estas imágenes con los datos climáticos, es posible establecer modelos de predicción de cómo se distribuirá la ceniza a lo largo del día. (ej. Pronóstico de dispersión de cenizas volcánicas de la página del servicio Meteorológico Nacional).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



¿DE QUÉ SE TRATA EL PROYECTO DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA CONOCIENDO AL VOLCÁN TROMEN?

El proyecto "Conociendo al Volcán Tromen" fue ideado en el marco del convenio de asistencia técnica entre el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y la provincia del Neuquén, con la finalidad de avanzar sobre la peligrosidad volcánica de los volcanes neuquinos, luego de la erupción del volcán Puyehue del 2011. Durante las campañas de campo coordinadas con los guardaparques de Áreas Naturales Protegidas de la provincia del Neuquén, se vislumbró la idea de realizar un proyecto educativo-social que abordara al volcán Tromen y sus poblaciones vecinas, involucrando desafíos didácticos y "el acercamiento las Comunidades vecinas a la Universidad". Nació así el proyecto de Extensión Universitaria "Conociendo al Volcán Tromen". El equipo del proyecto está constituido por docentes, estudiantes de grado y postgrado de 5 unidades académicas de la UNLP e Investigadores del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

El trabajo que realiza el proyecto de Extensión Conociendo al Volcán Tromen es posible gracias al apoyo de la Secretaria de Extensión Universitaria de la Universidad de La Plata (UNLP), de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, del Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET-UNLP), de Áreas Naturales Protegidas de la provincia del Neuquén y por sobre todo gracias a la posibilidad de contar en nuestro país con una **EDUCACIÓN PÚBLICA Y GRATUITA.**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



PÁGINAS DE INTERÉS

<http://www.sernageomin.cl/>

<http://www.segemar.gov.ar/index.php/peligrosidad-geologica/proyectos/evaluacion-de-peligrosidadvolcanica>

http://reportescomunales.bcn.cl/2012/index.php/Puerto_Montt/Poblaci%C3%B3n

<http://www.smn.gov.ar/vaac/buenosaires/productos.php?lang=es>

http://catalogos.conae.gov.ar/modis_imapp/

BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

D'Elia, L., Bilmes, A. Weissmann, H., López, L., Carrera, L. Hernando, I. Graieb, A., Brachetta Aporta, N. Carrera, J., Páez, G., Redigonda, J.I., Funes, D. Cuevas, C. Moyano Paz, D., González Dobra, M., D'Abramo, S., Ranea Sandoval, I.F., Gargiulo, I., Morote, M.L. 2015. **CONOCIENDO A LOS VOLCANES, Guía Didáctica y Manual de Actividades**. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, 54 pp.

Llambías, E.J. 2009. **Volcanes: nacimiento, estructura, dinámica**. Vazquez Mazzini Ed. 142 pp.

AUTORES:

Leandro D'Elia, Andrés Bilmes, Hilda Weissmann, Luciano López, Irene Hernando, Juan Ignacio Redigonda, Daniela Funes, Carolina Cuevas, Damian Moyano Paz, Mariano González Dobra, Julián Carrera, Augusto Graieb, Natalia Brachetta Aporta, Joaquín Carrera, Sergio D'Abramo, Ignacio Francisco Ranea Sandoval, Ignacio Gargiulo y María Laura Morote.

CONTACTO:

Dr. Leandro D'Elia

Centro de Investigaciones Geológicas – CIG (CONICET-UNLP)
Calle 1 n° 644 (B1900TAC), La Plata, Buenos Aires, Argentina
ldelia@cig.museo.unlp.edu.ar

Dr. Andrés Bilmes

Centro Nacional Patagónico – CENPAT (CONICET)
Bv. Almirante Brown 2915, Puerto Madryn, Chubut, Argentina
andresbilmes@gmail.com



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



Proyecto de Extensión Universitaria
CONOCIENDO A LOS VOLCANES

