

Santiago, 17 de Mayo de 2008

(Actualizado el 28 de Mayo de 2008)

Análisis de las cenizas del Volcán Chaitén

Dr. Gabriel Vargas, Dr.(c) Álvaro Amigo*, Dr. Martin Reich, Dr. Diego Morata y

Dr. Miguel Ángel Parada

Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile

*cursando doctorado en la Universidad de Bristol, U.K.

Introducción

A partir del 1^{ero} de Mayo el volcán Chaitén inició una erupción caracterizada principalmente por una columna eruptiva de piroclastos y gases, cuya altura ha variado desde algunos kilómetros hasta más de 20 km sobre el cráter, y que ha sido, además, acompañada por explosiones y colapsos parciales de la misma en los días recién pasados. Si bien la erupción podría aún ser categorizada como una erupción moderada en términos geológicos, la gran cantidad de ceniza emitida en forma continua desde el cráter de este volcán (que podría superar 1 km³), ya ha causado un impacto importante en la población y en el medio ambiente. En efecto, durante la primera semana después de iniciada la erupción, la dispersión hacia el Este y Sureste de las cenizas en altura por efecto de los vientos troposféricos, y su posterior sedimentación, ha impactado fuertemente a la población, como por ejemplo, en las localidades de Futaleufú y Palena (al Sureste del volcán, en el límite con Argentina) y Esquel (al Este del volcán, en territorio Argentino). En Futaleufú, en particular, se han reportado acumulaciones de varios centímetros de espesor de cenizas, que ya han causado, entre otros efectos, la suspensión temporal del suministro de agua potable en la zona.

Los efectos más evidentes de la acumulación de cenizas ya se han dejado sentir, como por ejemplo el relleno de los lechos de los ríos por la acumulación de cenizas ha causado la inundación de Chaitén. *Sin embargo, no se han esclarecido los posibles efectos que este material podría tener sobre la salud de las personas y animales.* Aunque se han mencionado algunos aspectos nocivos asociados a la caída y acumulación de este material, la evaluación del riesgo para las personas y animales, así también como para el medioambiente en general, pasa por un conocimiento detallado del tamaño, composición química y mineralogía de las cenizas.

Análisis de laboratorio de las cenizas del volcán Chaitén

Mediante el uso de técnicas de laboratorio de alta precisión (*ver cuadro), nuestro grupo de estudio en el Departamento de Geología de la Universidad de Chile realizó la caracterización de los aspectos más relevantes de las cenizas emitidas hasta ahora por el volcán Chaitén, acumuladas en Futaleufú.

La ceniza tiene una composición riolítica, con valores de SiO₂ de 73.3% en peso y de álcalis (Na₂O + K₂O) de 7.28% en peso, similar al único análisis realizado con anterioridad a la erupción. El material tiene además un bajo contenido de metales. Los resultados se explicitan en la Tabla 1.

El tamaño de las partículas de ceniza varía desde <2,5 µm hasta centenas de micrones (µm). El resultado del análisis, que se aprecia en la Figura 1, muestra que un 30 % de las partículas presentan un tamaño inferior a los 15 µm, mientras que un 23 % es menor a los 10 µm (PM10). Partículas de fracciones menores a 4 µm representan un 12% de la muestra.

Las partículas de ceniza corresponden principalmente a fragmentos esféricos y elongados de vidrio volcánico (SiO₂ fundamentalmente), cristales de cuarzo, albita, feldespato potásico y dickita (arcilla formada por descomposición del vidrio en presencia de agua), todos característicos de este tipo de erupciones (Fig. 2). Sin embargo, los análisis confirmaron además la presencia de cristobalita, una especie cristalina de sílice en la fracción más fina de las cenizas (PM2,5) (ver fotografía TEM, Figura 3). Imágenes microscópicas de la cristobalita se obtuvieron en el Microscopio Electrónico de Transmisión de Alta Resolución del Departamento de Geología de la Universidad de Chile, que permite caracterizar la cristobalita gracias a su gran potencia de magnificación. Cabe mencionar que la cristobalita pasa inadvertida en otro tipo de análisis debido a su pequeño tamaño. La exposición prolongada a los cristales de cristobalita ha sido asociada a enfermedades pulmonares como la silicosis, y eventualmente a cáncer pulmonar. La *American Government Industrial Hygienists* considera como límite un valor promedio de 0,05 miligramos por metro cúbico durante 8 horas, de exposición a cristobalita fina en particular. Por esta razón su ocurrencia es considerada como de alta relevancia por la comunidad científica y las autoridades sanitarias (Baxter et al., 1999; Horwell y Baxter, 2006).

El efecto que pudiese tener la ceniza es altamente dependiente del tamaño de las partículas, pues el material fino posee la capacidad de ingresar al sistema respiratorio con mayor facilidad que las partículas más gruesas. Como ejemplo de lo anterior, la Figura 4 muestra un esquema simplificado. En general, partículas con diámetros mayores a los 15 µm no penetran en el sistema respiratorio y sus efectos en la salud se encuentran más bien relacionados con irritaciones oculares. Aquellas partículas entre 10 y 15 µm son retenidas en la parte alta del sistema respiratorio, causando irritación en la garganta y en las vías nasales. Partículas menores a los 10 µm pueden afectar los bronquios, pudiendo dar origen a enfermedades

como bronquitis o asma. Por último, fracciones más finas que 4 μm son catalogadas como partículas respirables. Estas pueden penetrar en los alvéolos pulmonares, produciendo silicosis y en casos extremos cáncer, cuando la exposición es prolongada en el tiempo.

Técnicas usadas

Las técnicas usadas fueron: Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), Microscopía Electrónica de Transmisión de Alta Resolución (HRTEM), Espectrometría de Emisión Atómica por Plasma Acoplado (ICP-AES), Difracción de Rayos X (DRX), Espectrometría Infraroja por Transformada de Fourier (FTIR) y Granulometría Láser.

Microscopía Electrónica de Barrido (SEM): permite observar la forma de la cenizas a escala microscópica

Microscopía Electrónica de Transmisión de Alta Resolución (HRTEM): permite observar la forma de la cenizas a escalas muy pequeñas, hasta de billonésima de metro, para determinar la forma, estructura, y composición química de las fracciones más finas (respirables) de las cenizas.

Espectrometría de Emisión Atómica por Plasma Acoplado (ICP-AES): permite analizar el polvo de ceniza y determinar los elementos químicos presentes.

Difracción de Rayos X (DRX) y Espectrometría Infraroja por Transformada de Fourier (FTIR): perminten determinar los minerales presentes en el polvo de ceniza.

Granulometría Láser: permite realizar un conteo de los tamaños de las partículas que forman la ceniza.

Nota: Todos los análisis fueron realizados en los laboratorios de Geología y de Física la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, excepto el análisis de SEM en la PUC.

Referencias

Baxter, PJ, Bonadonna C, Dupree, R, Hards VL, Kohn, SC, Murphy, MD, Nichols, A, Nicholson, RA, Norton, G, Searl, A, Sparks, J, Vickers BP, 1999. *Cristobalite in volcanic ash of the Soufriere Hills Volcano, Monserrat, British West Indies*. Science, Vol. 283, pp: 1142-1145.

Horwell, CJ, 2007. Grain-size analysis of volcanic ash for the rapid assessment of respiratory health hazard. *Journal of Environmental Monitoring*, Vol. 9 (10), pp: 1107-1115.

Horwell, CJ, Baxter, PJ, 2006. The respiratory health hazards of volcanic ash: a review for volcanic risk mitigation. *Bulletin of Volcanology*, Vol. 69 (1), pp: 1-24.

Tabla 1. Composición química de una muestra de cenizas del volcán Chaitén, tomada en Futaleufú (ICP-AES, Depto. Geología, FCFM).

	(%)			(ppm)			(ppm)
SiO ₂	73,3		Sc	3		Pb	<5
TiO ₂	0,15		Zn	38		As	<5
Al ₂ O ₃	14,1		Co	4		Cd	<1
Fe ₂ O _{3T}	1,6		Ni	3			
MnO	0,05		Ba	614			
MgO	0,34		Cr	2			
CaO	1,6		V	9			
Na ₂ O	4,4		Cu	7			
K ₂ O	2,9		Sr	139			
P ₂ O ₅	0,09						
PPC	1,04						
TOTAL	99,52						

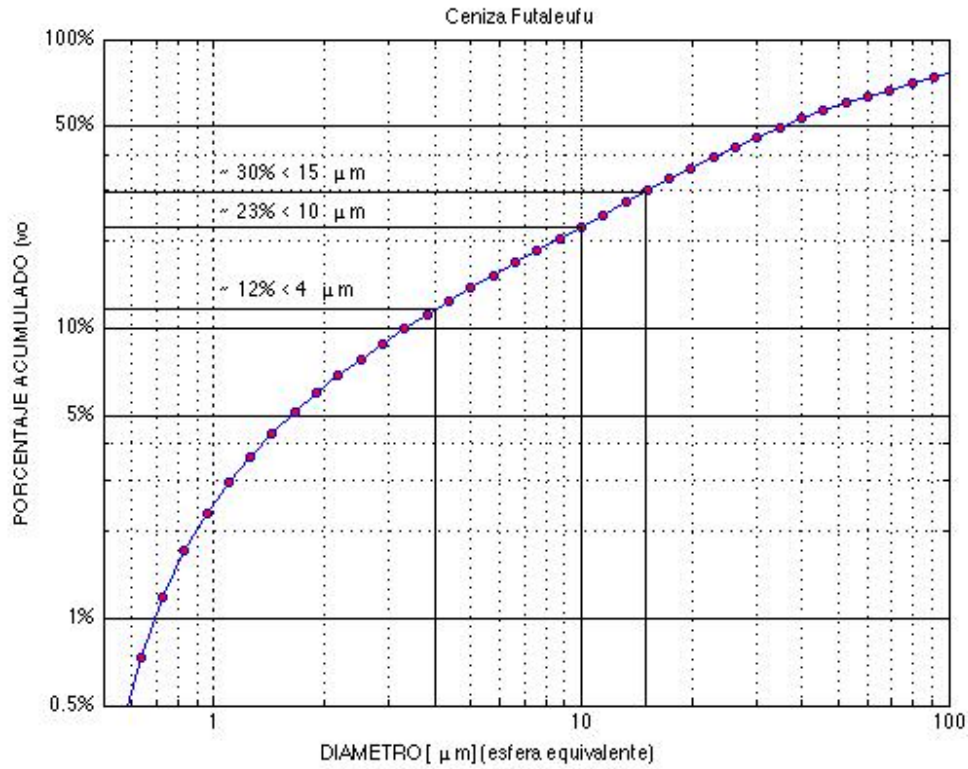


Figura 1: Análisis de granulometría de una muestra de cenizas del volcán Chaitén, tomada en Futaleufú (Granulómetro láser, Depto. Geología, FCFM). Para el análisis se utilizó el método de Horwell (2007).

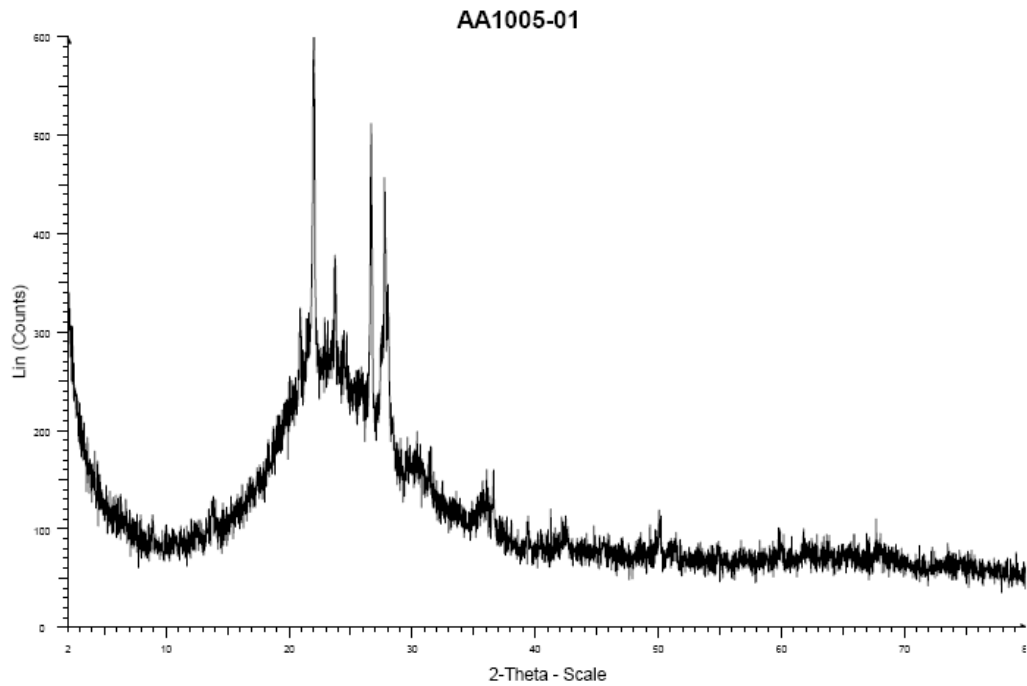


Figura 2.- Difractograma de la muestra de cenizas del volcán Chaitén, tomada en Futaleufú (DRX, Depto. de Física, FCFM).

IMAGEN DE LA FRACCIÓN FINA DE LAS CENIZAS DEL VOLCÁN CHATÉN
(Microscopio Electrónico de Transmisión de Alta Resolución,
Departamento de Geología de la Universidad de Chile)

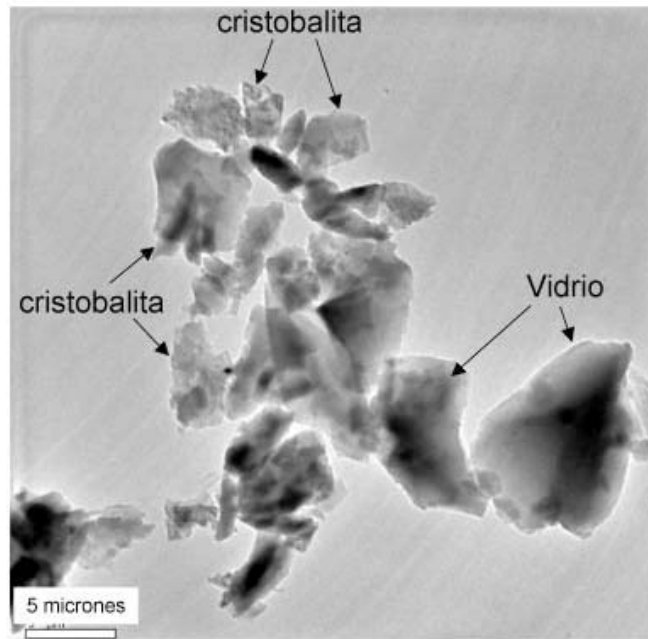


Figura 3: Imagen de HRTEM de la fracción fina de las cenizas del volcán Chaitén, a partir de una muestra tomada en Futaleufú (LabTEM, Depto. Geología, FCFM).

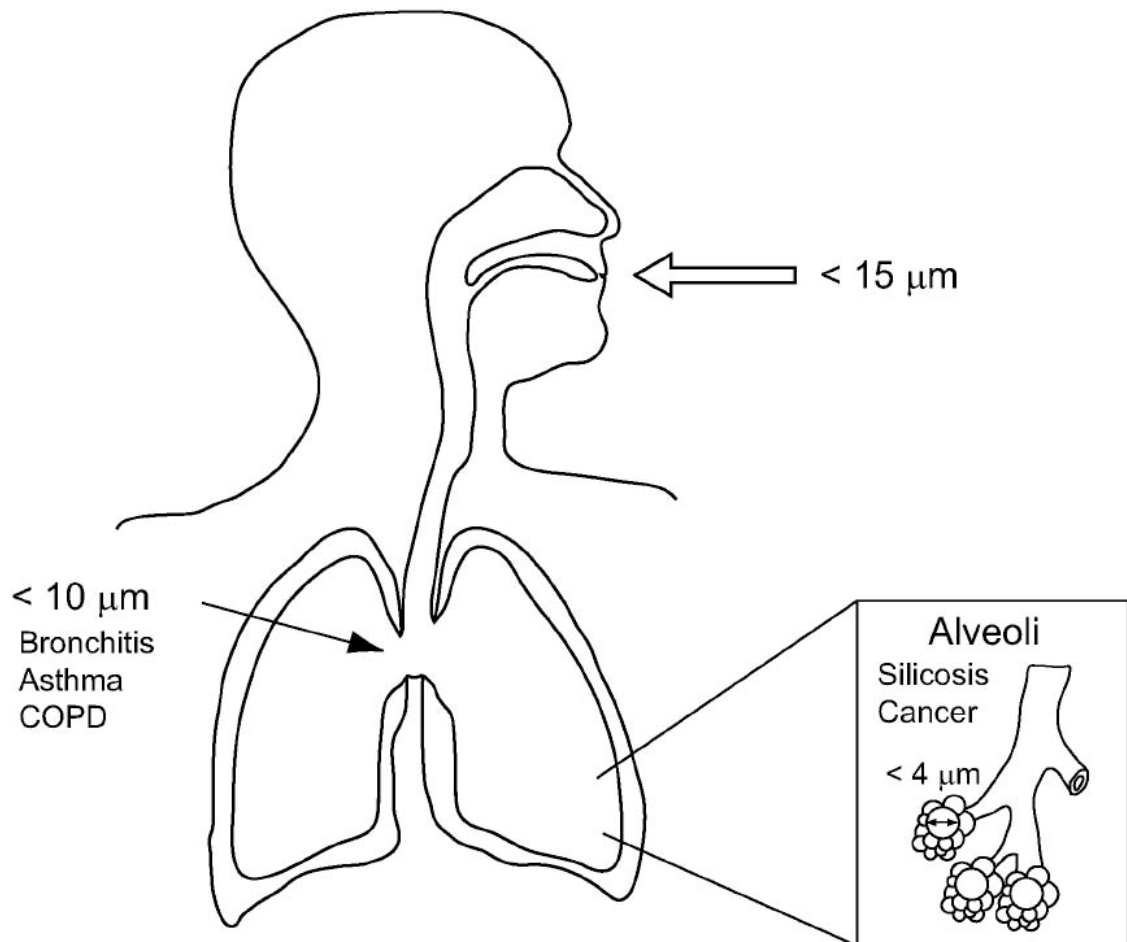


Figura 4: Esquema simplificado de la relación entre el tamaño de la partículas de ceniza y su ingreso a las vías respiratorias. Figura tomada de Horwell (2007).