



## CAMBIOS EN LA CUBIERTA GLACIAL DEL VOLCÁN HUDSON, SUR DE CHILE, EN RELACIÓN A LA ERUPCIÓN DE OCTUBRE DEL 2011

Francisco Cáceres<sup>1,2</sup>, Andrés Rivera<sup>1</sup> y Camilo Muñoz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Estudios Científicos (CECs). Arturo Prat 514, 5110466 Valdivia, Chile; [fcaceresa@ing.uchile.cl](mailto:fcaceresa@ing.uchile.cl)

<sup>2</sup>Departamento de Geología, Universidad de Chile. Plaza Ercilla 803, 13518 Santiago, Chile.

En la Zona Volcánica Sur (ZVS) de Chile (37-46°S), la mayor parte de los glaciares han retrocedido y sufrido pérdidas volumétricas debido al calentamiento troposférico y en menor medida, a una disminución de las precipitaciones que afecta esta región (Rivera *et al.* 2005, Carrasco *et al.* 2008). Sin embargo, muchos de estos glaciares están situados sobre volcanes activos, donde también son afectados por otro tipo de fenómenos, como por ejemplo el volcanismo efusivo, la caída de tefra o la actividad geotermal, entre otros. La cubierta glacial del volcán Hudson (45°54'S, 72°58'W) es un ejemplo de estas interacciones, al haber sufrido los efectos de una erupción menor en octubre de 2011, que se originó desde tres centros eruptivos ubicados bajo la misma cubierta glacial.

El volcán Hudson corresponde a una caldera de aproximadamente 10 km de diámetro que presenta en su interior una cubierta glaciaria de unos 2.5 km<sup>3</sup> con un espesor promedio de 40 m (Naranjo y Stern 1998). En décadas recientes, el volcán ha presentado dos erupciones considerables (IEV >3): una erupción subpliniana en agosto de 1971, y una erupción freatomagmática en agosto de 1991 con dos explosiones que generaron una columna eruptiva de 16-18 km de altura. El Hudson tuvo su última actividad conocida en octubre de 2011, donde se produjo una columna eruptiva de unos 5.5 km de altura. En todas estas erupciones se registraron lahares que descendieron por el valle del glaciar Huemules, continuando por el río homónimo hacia el oeste.

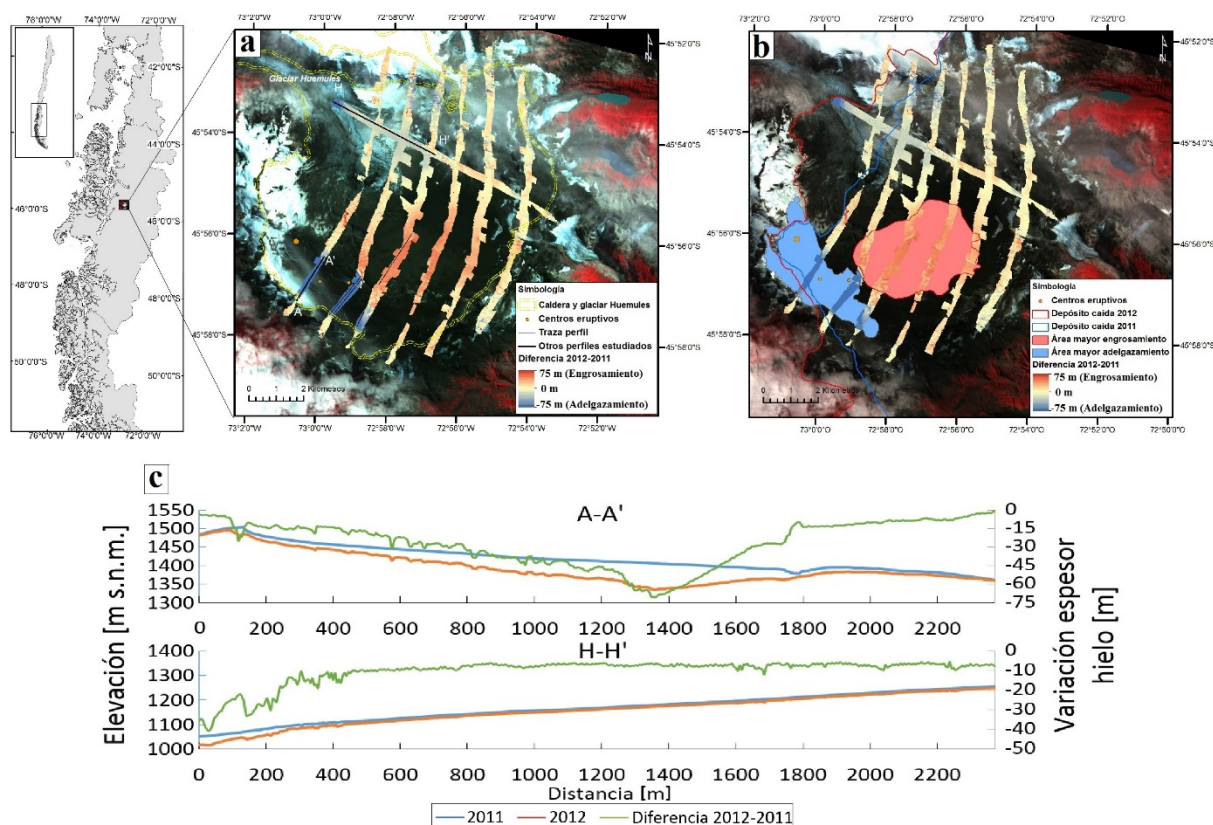
En este trabajo se busca determinar y cuantificar los efectos de las interacciones glacio-volcánicas en el volcán Hudson, en especial la fusión de hielo producida por la actividad geotermal durante la erupción de octubre del 2011, debido al contacto de coladas de lava con hielo, la caída de tefra sobre la superficie glacial, lo cual contribuyó a la generación de lahares.

Los efectos de esta erupción sobre la cubierta glaciaria fueron estudiados, a partir de imágenes satelitales ASTER de junio-2009, diciembre-2011 y marzo-2012, así como a partir de fotografías aéreas verticales de agosto-2011 y agosto-2012, las que fueron obtenidas junto con levantamientos con un sistema láser aerotransportado del CECs. Los datos topográficos resultantes de estas campañas con el sistema láser, permitieron generar sendos modelos digitales de elevación (MDE), los cuales se restaron punto a punto para obtener uno, cuyas diferencias de elevación (entre agosto-2011 y agosto-2012) permitieron identificar áreas donde se produjeron notorios cambios de elevación relacionados con la erupción de octubre del 2011 (Figura 1a).

Se trazaron perfiles topográficos sobre las áreas con cambios de elevación más notorios, las que se ubicaron cerca de los centros eruptivos y sobre el glaciar Huemules (Figura 1a). En estos perfiles se registró una diferencia máxima de  $-74 \pm 3$  m en la zona glacial inmediatamente adyacente a los tres centros eruptivos (Figura 1c). Hacia el este, se observó un área irregular, siguiendo la dirección de desplazamiento de la ceniza volcánica con un cambio de elevación superficial positivo (Figura 1b). En las proximidades de la línea de equilibrio del glaciar Huemules (Figura 1a), se midió una variación promedio de  $-23$  m, con máximos de  $-40 \pm 3$  m en (Figura 1c, perfil H-H').

El área del glaciar, que experimentó adelgazamiento, alcanzó a 7.9 km<sup>2</sup>, donde se estima que hubo una pérdida de al menos 0.21 km<sup>3</sup> (0.18 km<sup>3</sup> equivalente en agua) de hielo glaciario (Figura 1b). Este adelgazamiento generó un importante volumen de agua de fusión, el que debió descender por el valle del glaciar Huemules en dirección al oeste, generando un lahar. Además, esta agua permitió la generación de dos lagos dentro de la caldera volcánica, más precisamente en dos de los cráteres que sirvieron de fuente eruptiva.

Se estima que la erupción afectó en el corto plazo cerca del 10% de la cubierta glaciaria del volcán, siendo los procesos principales que provocaron la fusión de hielo, el impacto directo del volcanismo efusivo, la actividad geotermal, y en menor medida, la caída de cenizas en la superficie glaciaria.



**Figura 1.** Imagen ASTER de marzo 2012 del volcán Hudson. a) diferencias de altura (agosto 2012 – agosto 2011). Se ve ubicación de los perfiles AA' y HH', así como los tres centros eruptivos y el glaciar Huemules hacia el oeste, b) áreas de adelgazamiento y engrosamiento, juntos con la zona de cobertura de depósitos de caída en 2011 y 2012, c) perfiles topográficos A-A' y H-H'.

Además de los sectores con adelgazamiento antes mencionados, hubo un sector donde se produjo engrosamiento (Figura 1b), localizado en la zona afectada por la caída de material desde la parte central de la pluma de ceniza, la cual se dirigió principalmente al Este depositando dicho material sobre el hielo. Este engrosamiento, se debe a una considerable cubierta de tefra (>1 m) caída sobre la cubierta glacial. Esta cubierta de tefra puede disminuir la ablación superficial y aislar el hielo de procesos abrasivos, pudiendo favorecer a la conservación de la cubierta glaciaria del volcán.

Carrasco, J., Osorio, R. y Casassa, G. 2008. Secular trend of the equilibrium-line altitude on the western side of the southern Andes, derived from radiosonde and surface observations. *Journal of Glaciology* (54): 538-50.

Naranjo, J. y Stern, C. 1998. Holocene explosive activity of Hudson Volcano, southern Andes. *Bulletin of Volcanology* (59): 291-306.

Rivera, A., Bown, F., Casassa, G., Acuña, C. y Clavero, J. 2005. Glacier shrinkage and negative mass balance in the Chilean Lake District (40°S). *Hydrological Sciences Journal* (50): 963-974.