



XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009



S8_015

Sill versus Stock: La influencia de las paredes de las cámaras magmáticas en la zonación composicional desde una aproximación numérica

Gutiérrez, F.¹, Parada, M.A.¹

(1) Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Plaza Ercilla 803, Santiago, Chile

frgutier@ing.uchile.cl

Introducción

Las variaciones composicionales de una cámara magmática depende, entre otros factores, de la eficiencia de procesos de fraccionamiento gravitacional, cristalización a lo largo de las paredes, exsolución gaseosa y de la dinámica convectiva. Muchos estudios se han enfocado en que la geometría de la cámara tiene un efecto importante en la diferenciación composicional del magma (e.g. [1]), sugiriendo que la cristalización a lo largo de la pared es más eficiente que el fraccionamiento gravitacional, particularmente en aquellas cámaras con una alta razón de aspecto ($RA = \text{alto}/\text{ancho}$). En esta investigación aplicamos el modelo numérico tiempo-dependiente propuesto por [2] para comparar cámaras magmáticas de igual tamaño bajo las mismas condiciones iniciales (profundidad de emplazamiento, composición, temperatura, condiciones redox, gradiente geotermal, etc), pero de distintas RA. Se pretende evaluar la influencia del largo de las paredes verticales de las cámaras magmáticas en la zonación composicional del magma durante 10 ka de evolución.

Metodología

Se utilizó el modelo tiempo-dependiente de [2], basado en el Método de Elementos Finitos, para simular dos cámaras cilíndricas de distintas RA (Figura 1), denominadas tipo stock ($RA = 4 \text{ km}/4 \text{ km}$) y tipo sill ($RA = 1 \text{ km}/8 \text{ km}$). Ambas cámaras tienen: (i) un volumen de 50 km^3 ; (ii) centros que se encuentran a 4 km de profundidad en la corteza, donde el gradiente geotérmico inicial es de $30^\circ\text{C}/\text{km}$; (iii) una composición inicial basáltica (48% peso de SiO_2 y 2% peso de H_2O) a 1200°C ; y (iv) la misma secuencia de cristalización - exsolución que incluye olivino (ol), clinopiroxeno (cpx), ortopiroxeno (opx), plagioclasa (plg) y agua (w). Esta secuencia ha sido calibrada en base a los resultados de MELTS ([3], [4]). El tamaño de las fases exsueeltas (cristales y burbujas) no supera 1cm.



Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009

Resultados

Durante 1ka el rango máximo de temperatura entre magmas coexistentes es de 200°C en ambas cámaras (Figura 2a). Después de 1ka el rango máximo de temperatura entre magmas coexistentes de la cámara tipo sill es menor que el de la cámara tipo stock, llegando a 250°C y 420°C a los 10 ka, respectivamente. El líquido sobrecalentado (> 1130°C) perdura hasta los 3 ka de evolución en la cámara tipo sill, mientras que en la cámara tipo stock lo hace hasta los 7 ka. La velocidad del flujo convectivo está representada por pulsos que decrecen en el tiempo (Figura 2b). La velocidad es mayor en la cámara tipo stock que en la cámara tipo sill. En cambio, la frecuencia de los pulsos es mayor en la cámara tipo sill que en la cámara tipo stock. En ambas cámaras, el contenido de SiO₂ del magma incrementa hacia el techo (Figura 3a-c), mientras que en las paredes se mantiene un flujo ascendente de magma rico en SiO₂. A los 10 ka (Figura 3c) el contenido de sílice y de H₂O exsuelta en el techo es mayor en la cámara tipo stock (55% en peso de SiO₂ y 15 % en vol. de H₂O) que en la de tipo sill (50% en peso de SiO₂ y 10% en vol. de H₂O). Sin embargo, los valores menores de SiO₂ (43% en peso) son similares en el piso de ambas cámaras.

Conclusiones

- (i) La disminución en la razón de aspecto contribuye a una distribución más homogénea de la temperatura y de la composición del magma en el techo, dando lugar a una cámara estratificada con menores gradientes.
- (ii) En comparación con una cámara de tipo stock, la cámara tipo sill permite la generación de una dinámica convectiva de menor velocidad pero con pulsos magmático de mayor frecuencia lo que se traduce en una mayor homogenización del magma, y probablemente en una menor erupción.

Agradecimientos

A CONICYT por la Beca de Doctorado otorgada a F.Gutiérrez.

Referencias

- [1] de Silva S.L. & Wolff, J.A. (1995). Zoned magma chambers: the influence of magma chamber geometry on sidewall convective fractionation. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 65, 111-118.
- [2] Gutiérrez, F., Parada, M.A., Ramírez, E. (2006). Influencia del tamaño de las cámaras magmáticas en la diferenciación magmática. *Congreso Geológico Chileno*, vol.2, 471-474.
- [3] Ghiorso, M.S. Sack, R.O. (1995). Chemical mass transfer in magmatic processes: IV. A revised and internally consistent thermodynamic model for the interpolation and extrapolation of liquid-solid equilibria in magmatic systems at elevated temperatures and pressures. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, vol. 119, 197-212.
- [4] Asimow, P.D. Ghiorso, M.S. (1998). Algorithmic modifications extending melts to calculate subsolidus phase relations. *American Mineralogist* vol. 83, 1127-1131.



XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009

Figura 1 Geometría de los dos tipos de cámaras magmáticas cilíndricas de 50 km³: (a) stock y (b) sill. Cada cámara ha sido simplificada de 3-D a 2-D utilizando el eje de simetría axial en el centro del cilindro.

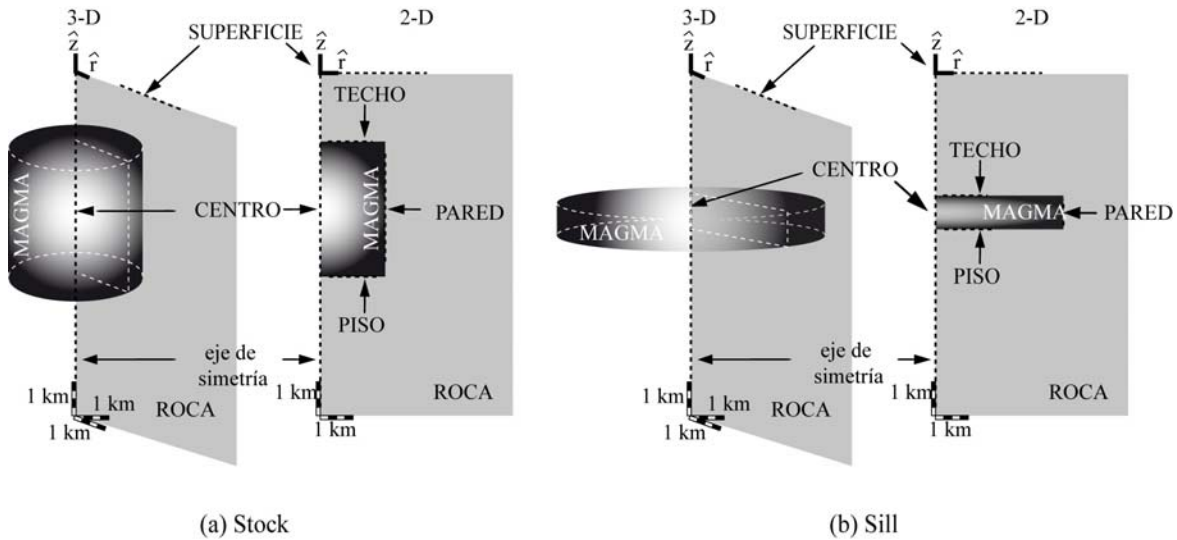
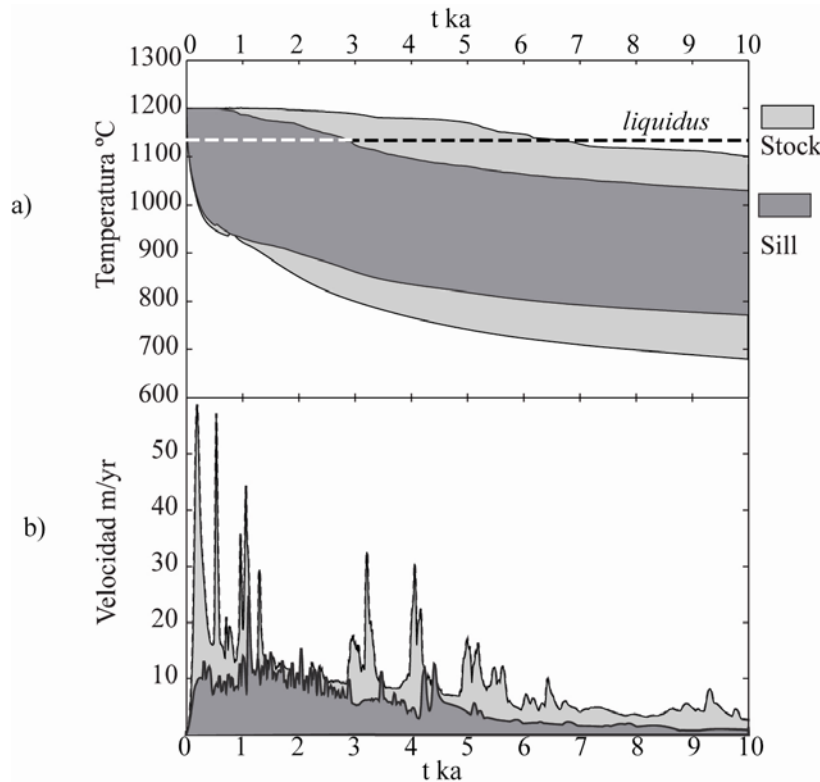


Figura 2 Rango máximo de temperatura (a) y velocidad convectiva (b) de magmas coexistentes durante 10 ka de evolución de la cámara.





Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

XII Congreso Geológico Chileno
Santiago, 22-26 Noviembre, 2009

Figura 3 Distribución del contenido de SiO_2 (% en peso; en color) del magma y contenido de H_2O (% en volumen; curvas de isoconcentración) exsuelta en el magma de las cámaras tipo sill y tipo stock a los: (a) 1 ka; (b) 5 ka y (c) 10 ka. Se muestra la mitad derecha de las cámaras, como se representa en la figura 1.

