



**Universidad de Concepción**  
**Dirección de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería - Programa de Magíster en Ingeniería Metalúrgica**

# **ESPUMACIÓN EN LA FLOTACIÓN DE MINERALES DE COBRE CON AGUA DE MAR**

Tesis presentada a la Escuela de Graduados de la Universidad de Concepción como un requisito para obtener el Grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, mención Metalurgia.

Oscar Ramón Ramos Ledesma  
CONCEPCIÓN-CHILE  
2012

Profesor Guía: Dr. Janusz Laskowski  
Dpto. de Ingeniería Metalúrgica, Facultad de Ingeniería Minas  
Universidad de British Columbia, Canadá

Cotutor: Dr. Fernando Concha A.  
Dpto. de Ingeniería Metalúrgica, Facultad de Ingeniería  
Universidad de Concepción, Chile

---

## RESUMEN

El efecto de los electrolitos inorgánicos sobre la espumación es relevante para comprender la flotación de minerales de Cu-Mo en agua de mar. En la presente tesis se investigó el efecto del NaCl y del agua de mar sobre la espumación en dos fases, empleando espumantes comerciales como DF-250, DF-1012, Matfroth-355, Tri etoxi butano (TEB), MIBC y aceite de pino. Para el desarrollo de este trabajo se aplicaron dos técnicas experimentales, el índice de espumabilidad dinámico (DFI) que utiliza un equipo convencional denominado columna de espumación; y la determinación del espesor de equilibrio de la capa espuma, realizada en una celda de flotación modificada.

Los resultados para esta etapa, muestran que la espumabilidad obtenida crece en medios salinos y en agua de mar, siendo este efecto mucho más pronunciado para los espumantes DF-250 y DF-1012. Sin embargo, en un exceso de concentración de NaCl particular para cada espumante, tiene lugar un colapso de la espuma, con pérdida de estabilidad y volumen.

Por otro lado, los estudios de espumación en tres fases en agua dulce, evaluados a distintos % de sólidos, mostraron que el espesor de espuma se incrementa proporcionalmente con la adición de partículas minerales en la pulpa, siendo mayor este efecto a altos % de sólidos, presentando en este caso mejores resultados los espumantes DF-250 y DF-1012. Sin embargo, en agua de mar el comportamiento es distinto, porque en un principio las partículas minerales inducen un colapso inicial de la espuma, particularmente para los espumantes DF-250 y DF-1012 y Matfroth-355, lo cual determina que el volumen de la espuma en tres fases sea menor que la reportada en dos fases. En este caso, al aumentar el % de sólidos en la pulpa, aumenta el espesor de espuma, pero a niveles inferiores de los que se obtiene con agua dulce. De esta manera, aunque se considera que los poliglicol son fuertes agentes de espumación, tanto en agua dulce como en agua de mar, estos agentes son mucho menos activos en este último.

Por lo tanto, las mediciones de espumabilidad reportadas en tres fases en agua dulce y agua de mar, presentan relaciones coherentes con los resultados de espumabilidad obtenidos en dos fases en términos de “fuerza espumante” para los espumantes evaluados.

---