

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**  
**DIRECCIÓN DE POSTGRADO**  
**CONCEPCIÓN – CHILE**

The logo of the Universidad de Concepción is a shield-shaped emblem. It features a central yellow shield with a red torch and a blue flame. This central shield is set against a larger, light blue shield with a white border. The light blue shield contains five white stars in an arc at the top and a white laurel wreath at the bottom. The entire emblem is centered on the page.

**MODELACIÓN MATEMÁTICA DEL PROCESO DE LIXIVIACIÓN EN  
PILAS PARA LA PRODUCCIÓN DE COBRE**

*Tesis para optar al grado de  
Doctor en Ciencias Aplicadas con mención en Ingeniería Matemática*

**Emilio Armando Cariaga López**

**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MATEMÁTICA**  
**2008**

# Resumen

Esta tesis trata el problema de modelar matemáticamente el proceso de lixiviación en pilas de minerales de cobre. Se construye un modelo conceptual utilizando la teoría macroscópica de flujo multifásico y transporte multicomponente en medios porosos (isotermal y sin deformación mecánica). Específicamente, se considera el flujo de dos fases fluidas, una líquida y otra gaseosa, junto con el transporte de las siguientes componentes: ácido sulfúrico en la fase líquida, y cobre en las fases líquida y sólida. De este modo se extienden trabajos previos que consideran condiciones de flujo saturado y no saturado. Se asume que los problemas de flujo y de transporte están desacoplados. La solución del modelo matemático de flujo a dos fases es aproximada a través de un esquema numérico que combina el método de elementos finitos mixtos y el método de volúmenes finitos, mientras que la solución del modelo matemático de transporte es aproximada a través de un esquema de volúmenes finitos combinado con un esquema de elementos finitos. Para ambos esquemas numéricos propuestos, se efectúa el correspondiente análisis de convergencia. Finalmente, para los dos problemas considerados, se reportan diversos experimentos computacionales con parámetros, cuyos valores numéricos provienen de la industria chilena del cobre.

*Para una descripción más detallada (principales resultados, aportes y conclusiones) y cuantitativa ver Capítulo 5.*