

**Universidad de Concepción**  
Facultad de ingeniería  
Departamento de ingeniería metalúrgica

**Profesor(es) Patrocinante(s)**  
Andrés David Ramírez Madrid

**Ingeniero Supervisor**  
Cristian Armando Soto Peña

# **“Efecto de reactivos residuales y contaminantes en la adhesión partícula- burbuja en procesos de flotación columnar”**

**Catalina Constanza Gutiérrez Ortiz**

Informe de Memoria de Título

para optar al Título de

Ingeniera Civil Metalúrgica

Octubre 2023

## Resumen

En el siguiente trabajo se evaluó el efecto de la presencia de iones metálicos en la recuperación de minerales y el tiempo de inducción de la calcopirita con la burbuja, con el fin de encontrar correlaciones que nos permitan entender de mejor forma los diferentes efectos de los iones y mantener un control en procesos de flotación con aguas recirculadas proveniente de procesos anteriores, lo cual se está utilizando cada vez más en la industria minera para economizar y dar un mejor uso al agua.

Se evalúa principalmente en este informe el efecto de tres iones con diferentes valencias, ya sea monovalente, divalente y trivalente en la recuperación de la calcopirita en función del pH, mediante pruebas de microflotación y de tiempo de inducción. Los iones puestos a prueba fueron de  $K^+$ ,  $Fe^{2+}$  y  $Al^{3+}$  en las concentraciones de 0.10M, 0.15M y 0.30M a los pH 7, 9 y 11, buscando encontrar un efecto en la depresión o activación del mineral de calcopirita.

En las pruebas de microflotación el ion divalente es el que causó mayor impacto negativo en la recuperación de calcopirita, produciendo una depresión en la flotabilidad de ésta a cualquier pH, debiéndose principalmente a la formación de hidróxidos complejos como el  $Fe(OH)_{2(s)}$ , los cuales se adhieren a las partículas de calcopirita perjudicando notablemente a la hidrofobicidad del mineral. Para el caso del ion monovalente y trivalente, se obtuvieron resultados similares, en donde, ambos favorecieron considerablemente la recuperación de la calcopirita a cualquier condición experimentada, siendo a pH 9 el mejor escenario de recuperación.

Por otro lado, para la evaluación del tiempo de inducción de la partícula con la burbuja, se obtuvieron resultados análogos a las pruebas de microflotación, en donde, se deduce finalmente que a mayor recuperación, el tiempo de contacto que se requiere para que se adhiera el mineral con la burbuja es menor, en caso contrario, si existe una menor recuperación, el tiempo de inducción de la calcopirita en esa solución es mayor, es decir, que mientras menos flote el mineral es porque más tiempo se está demorando en adherirse a la burbuja, concluyendo así que la recuperación de un mineral es inversamente proporcional al tiempo de contacto. Finalmente, con los resultados obtenidos en las pruebas se realizó un ajuste polinomial para obtener una tendencia respecto a la recuperación, utilizando concentraciones y valores de pH distintos.

## Abstract

The following study assessed the impact of the presence of metal ions on mineral recovery and the induction time particles - bubbles. The goal was to identify correlations that would enhance our understanding of the diverse effects of ions and to maintain control over flotation processes using recirculated water from previous stages. This practice is increasingly employed in the mining industry to save water and optimize its usage.

This report primarily examines the effect of three ions with varying valences – monovalent, divalent, and trivalent – on chalcopyrite recovery concerning pH. This evaluation was conducted through micro flotation tests and induction time measurements. The ions subjected to testing were  $K^+$ ,  $Fe^{2+}$ , and  $Al^{3+}$  at concentrations of 0.10M, 0.15M, and 0.30M, at pH levels of 7, 9, and 11. The aim was to discern whether these ions had an impact on the depression or activation of chalcopyrite.

In the micro flotation experiments, the divalent ion had the most pronounced negative effect on chalcopyrite recovery. It caused depression in the floatability of chalcopyrite at any pH, primarily due to the formation of complex hydroxides like  $Fe(OH)_{2(s)}$ , which adhered to chalcopyrite particles and significantly undermined mineral hydrophobicity. In contrast, the monovalent and trivalent ions yielded similar results, substantially promoting chalcopyrite recovery under all experimental conditions, with pH 9 being the most favorable recovery scenario.

Regarding the evaluation of the time required for particle-bubble adherence, similar trends emerged as in the micro flotation tests. It can be inferred that higher recovery rates correspond to shorter contact times needed for mineral adhesion to bubbles. Conversely, lower recovery led to longer induction times for chalcopyrite in the solution. In essence, reduced mineral flotation corresponds to a lengthened time for bubble adhesion. This establishes an inverse relationship between mineral recovery and contact time. Ultimately, a polynomial adjustment was applied to the test results to establish a recovery trend, utilizing various concentrations and pH values.