



“Análisis superficial de secciones finas de pirita y potencial zeta de pirita expuesta a reactivos de flotación en aguas salinas”

Tesis presentada a la

DIRECCIÓN DE POSTGRADO DE LA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

para optar al ***Grado de Magíster en Cs. de la Ing. c/m en Ingeniería Química***

Dr. Romel Jiménez Concepción, Director de Postgrados en Ingeniería Química, saluda atentamente y tiene el agrado de invitarle al Examen de Grado del Sr. **Álvaro Rodrigo Paredes Garcés**, que se efectuará en el Auditorio Prof. Hugo Segura Gómez, 2do piso, Edificio Gustavo Pizarro Castro, el día miércoles 14 de marzo de 2018 a las 15.00 hrs.

Profesor Guía:

Pedro Toledo R., Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.

Profesor Co-Guía:

Leopoldo Gutiérrez B., Departamento de Ingeniería Metalúrgica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.

Profesor Co-Guía:

Sergio Acuña N., Departamento Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Universidad de Concepción.

Profesor Comisión Interna:

Romel Jiménez C., Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.

Profesor Comisión Externa:

Tomás Vargas V., Departamento de Ingeniería Química y Biotecnología, Facultad de Cs. Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

Concepción, 12 de marzo de 2018.

RESUMEN

La escasez de agua dulce ha afectado el desarrollo minero del país, es por esto que algunas plantas mineras han empezado a utilizar agua de mar completamente o en partes del proceso. En Chile existen cinco plantas operando con agua de mar, Minera Centinela (ex Proyecto Esperanza), Minera Sierra Gorda KGHM, Las Luces, Michilla y Tocopilla. El uso de agua de mar en minería es relativamente reciente por lo que aún no hay suficiente investigación sobre los efectos específicos que esta produce sobre la recuperación de minerales valiosos, en particular en el proceso de flotación. La flotación consiste en la separación selectiva de distintos minerales en base a su grado de hidrofobicidad, esta se puede acentuar o reducir mediante reactivos químicos, tales como, colectores, espumantes y modificadores. El control de pH en agua de mar se dificulta debido a sus características de solución tampón, por lo que producir cambios en el pH no es una alternativa económicamente favorable, es aquí donde cobra mayor importancia el uso de colectores.

Los colectores son especies químicas que le confieren hidrofobicidad a las partículas minerales. De este tipo de reactivos un grupo importante incluye los colectores sulfhídricos o tiólicos que tienen como fórmula química general ROCS_2M , siendo R un grupo alquil y M un metal. En solución este reactivo se disocia dejando el ion xantato ROCS_2^- como el ion activo, que al reaccionar y ser adsorbido en superficie cambia la afinidad del mineral con el agua al dejar expuesta la cadena de hidrocarburos, lo que genera superficies hidrófobas. Un producto principal de la reacción del ion xantato con de pirita, es el dixantógeno el cual es la especie más hidrófoba a dentro de los xantatos, para lo cual se han propuesto distintos mecanismos para explicar su adsorción en la superficie mineral.

Los mecanismos de adsorción de especies tipo xantato han sido tema de debate desde el comienzo de su utilización en flotación. En este trabajo investigativo se quiere avanzar en la comprensión de tales mecanismos con ayuda de microscopía de fuerza atómica (AFM) y pruebas de potencial zeta y así observar el efecto que tienen algunos de los principales electrolitos presentes en agua de mar. Se realizó un análisis superficial de un mineral sulfurado, pirita, expuesto a distintas condiciones de salinidad en solución acuosa, con lo que se observó cambios en la adsorción de especies xantato y en la oxidación superficial del mineral. Estos

análisis se complementaron con pruebas de ángulos de contacto, para observar cambios en su hidrofobicidad. Las pruebas de potencial zeta, se realizaron para tener una idea de los cambios superficiales a nivel de cargas eléctricas y los ensayos de microscopía de fuerza atómica, para tener una visión superficial de los cambios producidos.

Este trabajo se separó en dos grandes ejes, análisis superficial de pirita con microscopía de fuerza atómica, capítulo 5.1, y pruebas de potencial zeta con la adición de sales monovalentes y divalentes, capítulo 5.2. En el capítulo 5.1 se analizaron superficies pulidas y oxidadas para la adición de xantato con agua ultra pura y así corroborar, en parte, mecanismos actuales propuestos para la adsorción de este tipo de colectores sobre pirita. Ya desde esta base se trabajó solo con pirita oxidada, con el objetivo de reproducir condiciones que se tendrían en el caso de la superficie de la pirita molida expuesta al ambiente y al proceso de molienda. Aquí se añadió cloruro de sodio como sal monovalente a distintas condiciones de concentración con distintas concentraciones de colector, se siguió con ensayos de sales divalentes, sales de calcio y magnesio y se observó su efecto sobre la adsorción superficial del colector. Estas observaciones se complementaron con medidas macroscópicas de ángulo de contacto, para tener una referencia de la hidrofobicidad superficial. En el capítulo 5.2 se realizó una gran batería de ensayos de potencial zeta, utilizando el método de *streaming potential*, de pirita sola y pirita en presencia de sales monovalentes y divalentes. Como representantes de la serie monovalente de sales alcalinas se utilizó litio, sodio, potasio y cesio y de la serie divalente, calcio y magnesio. Con estos ensayos de potencial se hacen comparaciones entre sales a diferentes concentraciones e igual concentraciones, estas concentraciones son 0,01, 0,05 y 0,1 M, a lo que también se agregó amil xantato de potasio al sistema en dos concentraciones 10^{-3} y 10^{-4} M. Con toda esta información se procedió a un análisis detallado de tendencias y características de las curvas, para postular posibles explicaciones de lo observado.