

APPLICATION OF MODIFIED QUEBRACHO EXTRACTS IN COPPER-GOLD FLOTATION

Pedro E. Sarquís*; Victor Ciribeni*; Roberto Rossetti**, Mercedes González*

* Instituto de Investigaciones Mineras, Av. San Martín 1109 (o), 5400 San Juan – Argentina, tel Fax 54 264 4220556; Email: psarquis@unsj.edu.ar

** Dpto. de Ingeniería de Unitan s.a.i.c.a., Paseo Colón 221, piso 10, Buenos Aires - Argentina, tcl. (5411) 4331-5540, fax (5411) 4331-5548. Email: ingeniería@unitan.net

ABSTRACT

Vegetable quebracho extracts have been used for years in some mining processes. Now there is a new family of modified quebracho extract specially designed to be used in flotation processes as Dispersants and Depressors.

These modified quebracho extract are high molecular weight polyphenol compounds with sulfonate groups that dissolve easily in alkaline solutions. The presence of slightly acidic phenolic groups activates these compounds and its adsorption capacity due to the formation of complex phenolate ions (tannates) on the mineral surface.

On the other hand, their adsorption capacity is originated by electrostatics interaction between the charged mineral surface and modified quebracho molecules as hydrogen bonding.

In this work some of these modified quebracho extract called Floatan M3 and Floatan T5 from UNITAN company has been tried in copper-gold flotation. The M3 compound has performed successfully as a dispersant, while the other has done so has a carbonate depressor (also been commonly used in fluospar flotation).

Results of studies under different condition are summarized to see when these modified quebracho extracts stabilize the flotation of copper sulfurs and gold. This is verified specially when minerals alteration products are present, improving the quality and increasing recovery in rougher stage.

INTRODUCCIÓN

Los yacimientos del tipo diseminado, pórfido cuprífero, presentan diferentes zonas de alteración ubicadas en forma concéntrica, estas son: potásica, filica (sericítica, cuarzo-sericítica), argílica (argílica intermedia) y propilítica.

Generalmente, las reservas con valor económico se encuentran asociadas a la zona central del yacimiento y se extienden también a los anillos periféricos. Aproximándose al límite de la alteración argílica a la propilítica disminuyen los contenidos de metales, los sulfuros aparecen parcialmente oxidados y se presentan abundantes lamas primarias (partículas ultrafinas) que dificultan la flotación.

Estas lamas primarias son producidas por minerales como sericita, montmorillonita y clorita. Por su alta superficie específica consumen grandes cantidades de reactivos, recubren la superficie de los sulfuros ocasionando pérdidas en la recuperación de metales y son arrastrados por las burbujas de aire reportándose en los concentrados (Sarquís et al, 1999).

Una manera de atenuar estos efectos perjudiciales es incluir en la fórmula de reactivos a un dispersante para controlar las lamas, evitando el recubrimiento de la superficie del mineral que se quiere flotar y un depresor específico para evitar que estos minerales finos interactúen con el colector. (Sarquís, P.-Ciribeni, V.(a), 2000).

Se pensó en la utilización de un reactivo de origen vegetal de manera de evitar o disminuir cualquier riesgo de impacto en el medio ambiente, de esta manera se decidió realizar pruebas con extractos de quebracho. Estos reactivos, que se utilizan como dispersantes en diversas industrias, tienen efectos depresores sobre algunos minerales como se mencionó anteriormente.

Los extractos de quebracho modificados han sido utilizados como agentes modificadores de flotación para incrementar la selectividad en la flotación de minerales no metalíferos (Hanna y Somasundaran, 1976; Meissl et al., 1999).

PARTE EXPERIMENTAL

Muestras

Los ensayos se hicieron sobre dos muestras de un yacimiento de cobre-oro, una de ellas perteneciente a una zona con alteración filica ó sericitica-argilica, ó destructiva de feldspatos con 0,47 g/t de Au y 0,37 % de Cu, mientras que la otra corresponde a un sector de roca con poca alteración cuyo contenido metálico es de: 0,66 g/t de Au y 0,39 % de Cu.

Reactivos

Se utilizó como colector el 7249 de Cytec y el espumante OTX 140 de la misma empresa, productos comerciales utilizados en la planta de procedencia de las muestra tratadas. Como modificador de pH se empleó cal cálcica producida en la zona.

Extractos de quebracho modificados

El extracto de quebracho, también conocido como tanino, fue utilizado en flotación como depresor, especialmente de carbonatos. También se lo utiliza como dispersante en otras aplicaciones industriales.

Estos reactivos son mezclas complejas de polifenoles naturales obtenidos por extracción con agua caliente a partir de árboles, cuya especie caracteriza el extracto obtenido y por esta razón no es fácil sustituirlo en una aplicación por extractos de otra especie con igual resultado (Hanna y Somasundaran, 1976).

Existen dos categorías principales de taninos: "tanino hidrolizable" o "tanino" y el "tanino condensado" o "extracto de quebracho". Los primeros son fácilmente destruidos por ácidos, álcalis o enzimas a temperatura ambiente formando azúcar y ácido gálico u otros productos relacionados. Por otro lado, los "taninos condensados" como el extracto de quebracho no son destruidos por esos agentes salvo bajo condiciones extremas de pH (p.e. mayor que 12) y temperatura y no es afectado por las enzimas.

En el presente trabajo se pusieron a prueba los extractos de quebracho Floatan M3 y Floatan T5 de Unitán saica, el primero demostró en pruebas preliminares su capacidad como dispersante ya conocida en otras aplicaciones, mientras que el otro ya fue probado como depresor de carbonatos en flotación aniónica de fluorita.

Los modificadores Floatan son solubles en agua y se utilizaron en solución al 10 % en forma individual.

Técnica y equipos para los ensayos de flotación

Previo a los ensayos de flotación se determinó el tiempo de molienda que permite obtener una granulometría 25 % - 100 # y 80 % - 200 #, en un molino de barras de laboratorio con 1kg de mineral y 55 % de sólidos.

Para los ensayos de flotación se utilizó una celda Denver sub-aireada de 3 litros de capacidad a 1200 rpm y una dilución del 35 % en peso.

El esquema de procesamiento utilizado para ambos minerales se detalla a continuación:

Molienda: 55 % de sólidos, 1 kg/t de cal y 20 g/t de colector.

Acondicionamiento: 5 minutos, 35 % de sólidos, cal hasta ajustar pH de ensayo, en este punto se adicionan los extractos (por separado) en las dosis correspondientes, salvo en los ensayos estándar (sin extractos), luego 10 g/t espumante durante 1 minuto adicional.

Flotación: control de pH, espumación durante 3 minutos, refuerzo 15 g/t de colector y 3 minutos adicionales de flotación juntando ambas espumas

Durante los ensayos se estudiaron las siguientes variables:

- Dosis y combinación de extractos de quebracho.
- pH.

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestra de la zona de alteración

Para comprobar el efecto del pH en el rango de 9,5 a 11, se hicieron series de ensayos con y sin la adición de los extractos de quebracho modificados.

En la gráfica de la figura N°1 se puede ver como disminuye la recuperación de Cu y de Au, hacia la zona de mayor alcalinidad, siendo más afectado el Au, típico para estos minerales.

En la gráfica de la figura N° 2 se ve la recuperación obtenida con dosis de 50 y 100 g/t de Floatan M3 y T5 respectivamente, adicionados en ese orden, en el acondicionamiento.

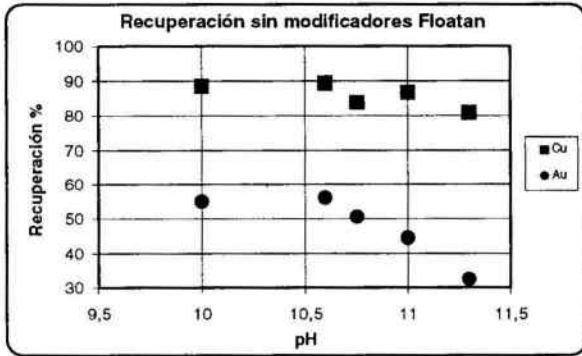


Figura N° 1. Gráfica del efecto del pH sobre la flotación sin modificadores Floatan

En el rango de pH 9,5 a 10, los resultados muestran similar comportamiento con respecto a las recuperaciones de Cu y Au, sin embargo, cuando el pH aumenta, mejora tanto la de Cu como la de Au a diferencia de la flotación sin modificadores Floatan.

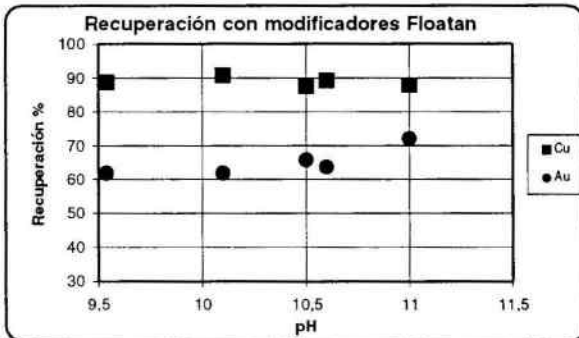


Figura N° 2. Efecto del pH en la flotación Con 50 g/t de Floatan M3 y 100 g/t de Floatan T5.

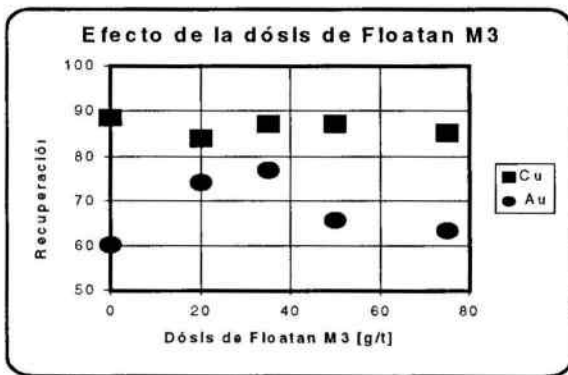


Figura N° 3. Flotación con 100 g/t de Floatan T5 y Floatan M3 variable.

En la siguiente serie de ensayos se mantuvieron fijos el pH a 10,6 y en 100 g/t la dosis de Floatan T5 variando la dosis de Floatan M3.

En la gráfica de la figura N° 3 la recuperación de Au muestra un máximo para dosis de 35 g/t de Floatan M3, que no se ve en la recuperación de Cu.

A continuación se utilizó como variable la dosis de Floatan T5 manteniendo constantes la dosis de Floatan M3 en 50 g/t y el pH a 10,6.

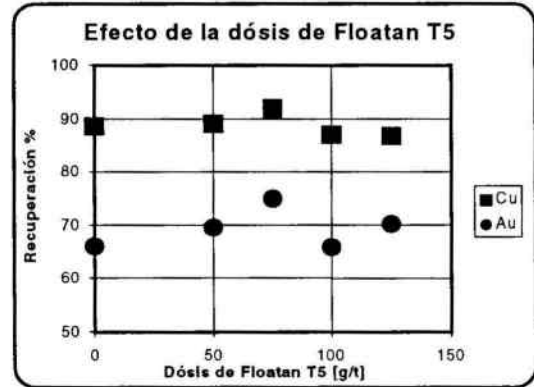


Figura N° 4. Recuperación con 50 g/t de Floatan M3 y dosis variables de Floatan T5

Como se observa en la gráfica de la figura N° 4 se registran máximos para Cu y Au, más notable en el último, con dosis de 75 g/t de Floatan T5.

Muestra de la zona sin alteración

La misma técnica de flotación se aplicó a la muestra de mineral fresco, haciendo una flotación sin los reactivos modificadores y luego adicionando solo Floatan M3 en dosis variables, para comprobar el rango de aplicación de este reactivo.

Los mejores resultados en cuanto a la recuperación de Cu y Au se obtuvieron con dosis de aproximadamente 40 g/t del modificador como se ve en gráfica de la figura N° 5.

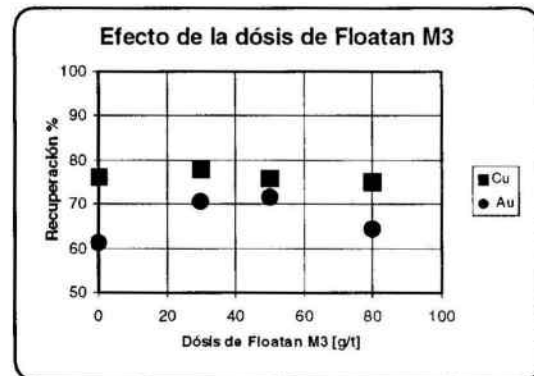


Figura N° 5. Recuperación de Cu y Au con cantidades variables de Floatan M3.

A continuación se varió la dosis de Floatan T5 como único modificador, manteniendo el pH a 10,6. En la gráfica de la figura N° 6 se ve un máximo para Au con dosis de 60 g/t, mientras que para Cu se presenta en 100 g/t.

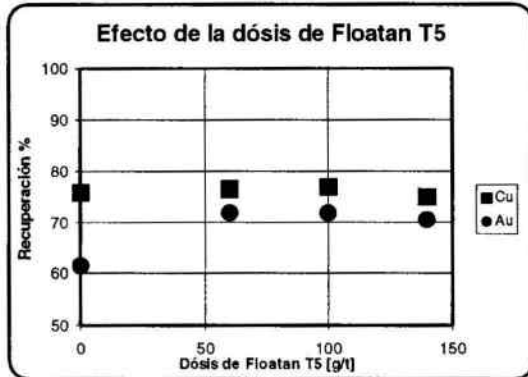


Figura N° 6. Recuperación de Cu y Au con cantidades variables de Floatan.T5

DISCUSIÓN

Al tratarse de moléculas polifuncionales y de elevado peso molecular, los extractos de quebracho modificados poseen un considerable potencial para la adsorción sobre superficies inorgánicas por varios mecanismos.

Cualquiera sea la forma de adsorción ésta involucra cambios en las características de la superficie inorgánica, alterando su comportamiento, por ejemplo, con respecto al colector (Hanna y Somasundarán, 1976).

La forma y la intensidad de la adsorción varía también con las condiciones del medio, determinando cuando un mineral flota, se deprime, se dispersa o coagula bajo determinadas circunstancias.. (Dudenkov et al., 1980; Hanna y Somasundaran, 1976)

Estas características son muy importantes ya que un mineral se lo puede deprimir en un sector del circuito y volver a flotar solamente variando las condiciones del medio para provocar una reversión de la adsorción.

Según un informe interno del Imperial College of London (1978), en la flotación de sulfuros, los mecanismos por los que se produce la depresión son diferentes, siendo probablemente la unión puente hidrógeno quien produce el recubrimiento de los sulfuros con las moléculas de quebracho modificado, convirtiendo ésta en hidrofílica. En el mismo trabajo, se informa que la depresión de los sulfuros se produciría a

pH inferior al utilizado en este trabajo y en consecuencia este mecanismo estaría ausente.

Por ese motivo se cree que, en primer término, la dispersión de las lamas permitiría despejar la superficie de los sulfuros dejando que el colector acceda a esta y en segundo lugar se podría pensar que las moléculas de los extractos de quebracho modificado recubren la superficie de esos minerales producto de la alteración del yacimiento, transformándolas en hidrofílicas y evitando que la enorme superficie que representan consuma colector. (Sarquís, y Ciribeni, 2000 (b))

CONCLUSIONES

Para menas de la zona de alteración:

- I. La aplicación de los modificadores Floatan M3 y T5, permitió mejorar la recuperación de Au sin modificación de la recuperación de Cu dentro del rango de pH 9,5 a 11 diferente de la flotación estándar, sin adición de los extractos de quebracho. Esto se determinó experimentalmente utilizando 50 y 100 g/t respectivamente.
- II. Las condiciones más adecuadas se registran a pH 10,5 y dosis de 35 g/t de Floatan M3 y 100 g/t de Floatan T5.
- III. También existen buenas condiciones a pH 10,5 con a dosis de 75 g/t de Floatan T5 y 50 g/t de Floatan M3.

Para menas de zonas sin alteración:

- IV. El uso individual de Floatan M3 a pH 10,2 y con dosis de 40 g/t produce incrementos en la recuperación de Cu y de Au.
- V. La aplicación individual de Floatan T5 a pH 10,2 con dosis de 60 g/t permite incrementar la recuperación de Cu y de Au .

REFERENCIAS

- Dudenkov S. V. Reactivos orgánicos, como reguladores de flotación. Parte I, Cap. XII pp 108-109 de: Fundamentos de la teoría y la práctica de empleo de reactivos de flotación. Ed. Mir. 1980.

- Hanna H. S. and Somasundaran P. Flotation. A.M.Gaudin Memorial Volume. Volume 1. Ed. Fuerstenau, M. C. pp. 240-242.1976.
- Imperial College of London, Informe interno solicitado por la Empresa Unitán saica, 1978.
- Meissl, R., Garcia, H. Y Quinzano, A. "Evaluación de taninos aplicados a la flotación de minerales". Informe interno: I N° 163/99. Instituto de Invest. Mineras, UNSJ, 1999, Argentina.
- Sarquís, P., Garcia, H., Quinzano, A. "Desarrollo de una formulación de reactivos para el tratamiento de un mineral de la zona de sulfuros secundarios de yacimientos diseminados de cobre - oro". Informe Interno I 67/99, Instituto de Investigaciones Mineras, UNSJ, 1999, Argentina.
- Sarquís, P., Ciribeni, V. (a), "Aplicación de modificadores floatan en la flotación de menas de cobre y oro del tipo andesita".Informe Interno I 7/2000. Instituto de Investigaciones Mineras, UNSJ, 2000, Argentina.
- Sarquís, P., Ciribeni, V. (b), "Estudio de las condiciones de aplicación de extractos de quebracho Modificados, en la flotación de menas de cobre y oro". Informe interno I 6/2000. Instituto de Investigaciones Mineras, UNSJ, 2000, Argentina.