

FLOTACION DEL MINERAL DE ORO DE EL CALLAO

Sergio MIRANDA C., Julián SUAREZ G. de C., y Aldo OSORIO J.
Escuela de Ingeniería Química
Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

RESUMEN

Se hacen ensayos de flotación con muestras de Mineral de Oro de El Callao, Estado Bolívar, Venezuela. El análisis de una muestra tipo indica: Au 12.2 gr/ton., Fe 9.3%, Zn 0.02%, S 2.8%, SiO₂ 68.3%. Se emplean etil e isobutil xantatos de sodio sintetizados en el Laboratorio y suministrados por AM. CYANAMID Co. El etil xantato es más efectivo que el isobutil en la flotación de los sulfuros. Con exceso de etil xantato se flota la totalidad de los sulfuros, lográndose colas con un contenido de oro del orden de 0.5 gr/ton. Aproximadamente un tercio de hierro y un tercio del cinc se encuentran asociados al azufre y los dos tercios restantes a la forma oxidada. La flotación previa a la cianuración se presenta como un camino promisorio para obtener altas recuperaciones de oro.

ABSTRACT

Flotation of Gold Ore from El Callao: Flotation of gold ore from El Callao, Bolívar State, Venezuela, was carried out. The average ore sample contained: Au 12.2 g/tn., Fe 9.3%, Zn 0.02%, S 2.8%, SiO₂ 68.3%.

Sodium ethyl and isobutyl xanthates either synthesized in the laboratory or obtained from AM. CYANAMID were used. Sulfide flotation is more effective with ethyl xanthate than with isobutyl xanthate. Using excess of ethyl xanthate all sulfides are floated, getting refuses with 0.5 g/ton of gold. One-third of iron and cinc are associated to sulfur, and the rest is oxidized. Flotation prior to cyanuration is a promising way to reach a high gold recovery.

INTRODUCCION

El mineral de oro de El Callao, Estado Bolívar, Venezuela, es del tipo hidrotermal, la mayor parte del oro se encuentra asociado a pirita.

En base al conocimiento de la mineralogía del yacimiento se diseñó un proceso para la extracción del oro [1], se contempla en él la flotación de los sulfuros y del oro nativo antes de la cianuración. El concentrado oro-sulfuros pueden someterse a tostación para destruir la red cristalina de la pirita y obtener un material más poroso.

En los ensayos de flotación se emplearon reactivos suministrados por Cyanamid [2] y xantatos que fueron sintetizados en el laboratorio.

ESTUDIO EXPERIMENTAL

Preparación de muestra: El mineral se muele hasta 3/8" y se almacena en un recipiente cerrado para evitar la oxidación superficial. Antes de cada ensayo se cuartea una fracción de la muestra y se muele a -80 mallas.

Síntesis de xantatos Los etil, n-butil e iso-butil xantatos de sodio se preparan a partir de: hidróxido de sodio, alcohol y sulfuro de carbono. Se agrega el hidróxido de sodio al alcohol, se espera su disolución y a continuación se agrega lentamente el sulfuro de carbono evitando cualquier aumento de temperatura que pueda descomponer el producto.

Flotación La muestra de 500 gr de mineral y 1600 gr de agua se vacía en la cava de la celda de flotación. Se agita la celda poniendo en marcha el rotor, se espera a que la pulpa sea uniforme, se agregan el colector y el espumante y se deja entrar aire. La espuma que se forma en la superficie adquiere un brillo metálico cuyo color va cambiando de amarillo ocre a marrón claro a medida que se extrae el concentrado.

Análisis químico El mineral concentrado y cola se atacan con ácido clorhídrico y con ácido nítrico, se filtran y en el filtrado se determina hierro y cinc por lectura de sus absorbancias en un espectrofotómetro de absorción atómica. Para determinar oro, se toma una fracción de la solución filtrada y se extrae con metil isobutilcetona (MIK), se lee la absorbancia del oro en la MIK.

El azufre se determina precipitándolo como sulfato de bario.

Equipos Molinos de mandíbulas y discos; Celda de flotación Galigher Agitair Mod. LA-500; Espectrofotómetro de absorción atómica PYE UNICAM Mod. SP192.

Reactivos Etil, n-butil e iso-butil sintetizados; xantato aero 301, aerofloat 208, aerofloat 15, aerofloat 242, aerofroth 70 y 71, suministrados por Cyanamid Int. (2).

RESULTADOS

Estudio mineralógico: Las observaciones al microscopio de secciones pulidas de mineral muestran la presencia de oro nativo y de cristales de blenda incrustados en cristales de pirita.

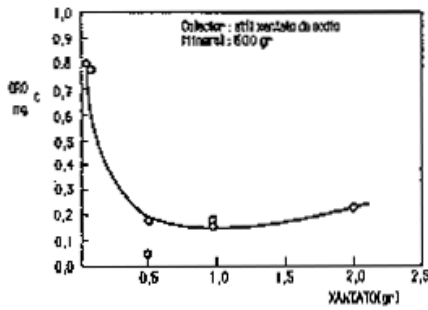


FIG. 1.-INFLUENCIA DE LA CONCENTRACION DEL XANTATO.

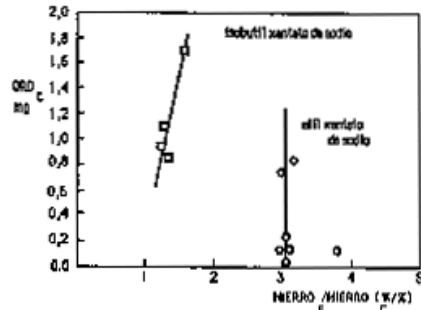


FIG. 2.-RELACION ENTRE EL ORO Y EL HIERRO.

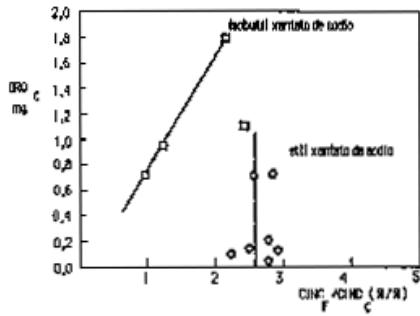


FIG. 3.-RELACION ENTRE EL ORO Y EL CINCO.

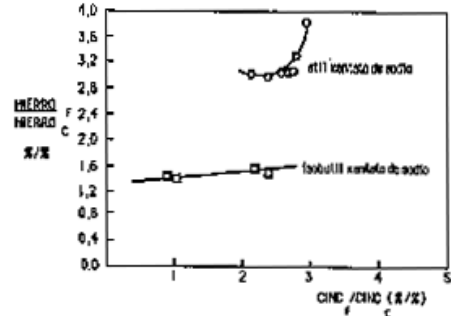


FIG. 4.-RELACION ENTRE EL HIERRO Y EL CINCO.

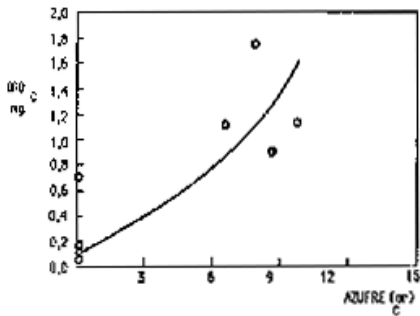


FIG. 5.-RELACION ENTRE EL ORO Y EL AZUFRE.

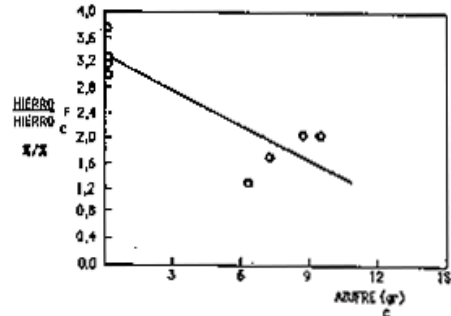


FIG. 6.-RELACION ENTRE EL HIERRO Y EL AZUFRE.

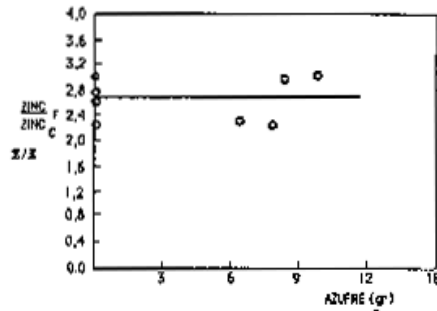


FIG. 7.-RELACION ENTRE EL CINCO Y EL AZUFRE.

Análisis granulométrico tipo de muestras flotadas

| Mallas | % peso |
|------------|--------|
| -80 + 100 | 30.2 |
| -100 + 120 | 10.0 |
| -120 + 140 | 3.8 |
| -140 + 170 | 26.4 |
| -170 + 200 | 2.5 |
| -200 + 270 | 11.0 |
| -270 | 16.1 |

Flotaciones Las Figuras 1 a 7 resumen los resultados. En ellas F indica flotado o concentrado y C no Flotado o cola

DISCUSION

Xantatos Figura 1. A medida que aumenta la cantidad de xantato disminuye el oro en las colas. Para cantidades de xantatos superiores a 0.5 gr/Kg de mineral la concentración en las colas se mantiene constante. Se recomiendan cantidades de xantato del orden de 0.05 gr/Kg de mineral, por lo que la disminución del oro en las colas se logró mediante el empleo de un fuerte exceso de reactivos.

Oro y hierro Figura 2. La razón entre la concentración de hierro en el flotado y la concentración de hierro en la cola para cada ensayo toma un valor de entre 1.3 y 1.4 cuando se flota con isobutil xantato de sodio y de aproximadamente 3.1 cuando se emplea etil xantato de sodio. Presumiblemente, el isobutil xantato flota solo algunos de los sulfuros de hierro, mientras que el etil xantato flota todos los sulfuros, dejando las colas libres de azufre, figura 7.

Las oscilaciones del contenido de oro en las colas, para un valor fijo de la razón hierro en flotados a hierro en colas, se puede deber a la flotación o no, de partículas de oro nativo liberado durante la molienda.

Oro y cinc Figura 3. Con etil xantato, la razón entre la concentración del cinc en el flotado y la concentración de cinc en la cola para cada ensayo se mantiene constante al variar el oro en las colas.

Con isobutil xantato, el oro en las colas disminuye al disminuir la razón cinc en flotado a cinc en cola.

Hierro y cinc Figura 4. Con el etil xantato, para un valor 3 de la relación concentración de hierro en flotado a concentración de hierro en cola, le corresponden valores entre 2 y 3 para la misma relación en cinc, demostrando la similitud del comportamiento de ambos elementos.

Con isobutil xantato, la no correspondencia de valores fijos para la relación hierro a cinc esta relacionada con la diferente selectividad del colector con respecto a los sulfuros presentes.

Oro y azufre Figura 5. En las colas, a medida que disminuye la cantidad de azufre disminuye la cantidad de oro. El oro esta asociado a la pirita confirmando las observaciones del estudio micrográfico.

Cuando el azufre tiende a cero en las colas el oro tiende a un valor cercano a 0.2 mgr que corresponde a una concentración cercana a 0.5 gr/ton.

Hierro y azufre Figura 6. La razón entre la concentración de hierro en el flotado a hierro en la cola crece con la disminución del azufre en las colas. Al forzar la flotación, todo el azufre pasa al flotado y la razón hierro flotado a hierro en cola toma un valor 3. Una fracción de hierro se encuentra asociada al azufre y otra al estado oxidado. De las razones entre las cantidades de hierro en los flotados y las correspondientes en las colas cuando el azufre es cero, se determina que solo una tercera parte del hierro se encuentra como sulfuro.

Cinc y azufre Figura 7. La relación cinc en flotado a cinc en cola se mantiene entre 2 y 3 independiente del contenido de azufre en las colas. El cinc asociado al azufre flota totalmente aún cuando quede azufre en las colas, demostrando una mayor selectividad del cinc con respecto al hierro.

Se deduce que aproximadamente una tercera parte del zinc se encuentra como sulfuro y las dos terceras partes como compuestos oxidados. Esta proporción coincide con la correspondiente del hierro, indicando la asociación hierro-cinc en el mineral.

CONCLUSIONES

En las muestras de mineral de oro de El Callao ensayadas:

- Los granos de oro y los cristales de blenda se encuentran incrustados en cristales de pirita.
- No hay asociación entre el oro y la blenda.
- El etil xantato de sodio es mas efectivo que el isobutil xantato de sodio en la flotación de los sulfuros.
- Un exceso de etilxantato de sodio permite flotar todos los sulfuros.
- Con exceso de xantato se logran colas con concentraciones de oro del orden de 0.5 gr/ton.
- Aproximadamente, un tercio del hierro y un tercio del cinc se encuentran a la forma de sulfuros y los dos tercios restantes a la forma oxidada.
- La flotación previa a la cianuración presenta un camino promisorio para lograr altas recuperaciones de oro.

REFERENCIAS

- [1] DIAZ M., MIRANDA S. y SUAREZ J., "Proceso para extraer oro desde el mineral de El Callao"; XIV Congreso Latinoamericano de Química, Costa Rica (1981)
- [2] AMERICAN CYANAMID, "Manual de Productos Químicos para Minería" Cyanamid International Wayne, New Jersey 07470, U.S.A.