

ESTUDIO Y ELABORACIÓN DEL ESQUEMA TECNOLÓGICO PARA  
EL TRATAMIENTO DE LA MENA DE COBRE DEL YACIMIENTO  
"ARROYO DE MANTUA"

O. SALAS Y J. LAZO

*Facultad Minero-Metalúrgica Universidad de Oriente.*

*Recibido: 30 de Octubre de 1975.*

ABSTRACT. The main elements of the combined scheme in the treatment of "Arroyo de Mantua" ore are: the lixiviation operations, concentration of copper solutions by the liquid extraction methods and the obtainment of copper cathodes by electrolysis. The tailing obtained according to this scheme consisting fundamentally of sulphides may be processed by the conventional methods. The result obtained in the different operations of the process have analysed and discussed in the present working.

RESUMEN. Los elementos principales del esquema combinado de tratamiento de la mena de "Arroyo de Mantua" son las operaciones de lixiviación, concentración de las soluciones de cobre por los métodos de extracción líquida y obtención de cátodos de cobre por electrólisis. Las colas que se obtienen, según este esquema y que constan fundamentalmente de sulfuros, pueden ser procesadas por los métodos convencionales. En el presente trabajo se analizan y discuten los resultados obtenidos en las diferentes operaciones del proceso.

## INTRODUCCIÓN

El yacimiento "Arroyo de Mantua" es una de las fuentes cupríferas principales que existen en nuestro país. Este yacimiento pertenece al tipo de los complejos, y los minerales de cobre están representados fundamentalmente, por la calcantita y la convelina.

La composición de la mena y el alto entrecrecimiento de los minerales sulfurosos, prácticamente imposibilitan la utilización de los métodos de tratamiento convencionales.

En la práctica mundial, han sido elaborados varios esquemas generales para el procesamiento de las menas de tipos oxidada y mixta; pero al ser aplicados para un mismo tipo de mena en diferentes partes del mundo, en la inmensa mayoría de los casos, ha sido necesaria la introducción de variantes a estos esquemas, que en ocasiones son tan significativas que prácticamente por sí solas pasan a formar parte de

un nuevo esquema, dando lugar a los métodos combinados. Esta es una característica de estas menas y por eso se clasifican en la categoría de complejas.

El objetivo de este trabajo es la elaboración de un esquema que nos brinde la posibilidad de procesar las menas oxidadas del tipo complejo, del yacimiento "Arroyo de Mantua".

El alto contenido de sulfato de cobre en estas menas, las tendencias modernas<sup>1,2</sup> en el desarrollo de la metalurgia del cobre en los momentos actuales, así como también el gasto de combustibles y materiales refractarios de importación en la utilización de los métodos convencionales pirometalúrgicos, nos hacen enfocar nuestro estudio hacia la aplicación del método hidrometalúrgico.

Las investigaciones fueron dirigidas a obtener el esquema que cuenta con las siguientes operaciones:

Lixiviación ácida de los minerales, enriquecimiento de los licores pobres de cobre, con ayuda de la extracción líquida y la obtención de cátodos de cobre, por medio de la electrólisis. Las colas obtenidas por este método, las cuales contienen fundamentalmente sulfuros, pueden ser procesadas para obtener concentrados por los esquemas tecnológicos convencionales.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se realizaron con una muestra de mena del yacimiento "Arroyo de Mantua", que contiene en porcentos 5,87 Cu; 25,8 Fe; 30,7 S total; 2,80  $S_{8O_4}^{2-}$ ; 25,4 Si O<sub>2</sub>; 0,92 CaO; 1,10 MgO; 5,85 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Su apariencia externa, comparativamente, es de un material homogéneo y seco.

Los experimentos de lixiviación fueron realizados por agitación y percolación. En el primer método se utilizaron 8 recipientes que se agitaban simultáneamente sobre la misma plataforma, con 150g de muestra y granulometría de -3 mm y 750 cm<sup>3</sup> de agua cada uno, ensayándose 8 muestras a la vez. En el segundo método se empleó un recipiente con un fondo filtrante en el cual se depositaban 3kg de muestra con una granulometría + 5 - 20mm y 2,75 de solución ácida.

La limpieza del hierro contenido en las soluciones se realizó por medio de la oxidación del ferrosulfato y con la consiguiente precipitación con cal.

Los ensayos de extracción líquida se llevaron a cabo por dos variantes. La primera de éstas, fue la utilización de 6 embudos separadores, termostatzados, que se agitaban simultáneamente sobre una plataforma destinada para ello. La segunda fue en una agitadora magnética con un recipiente de 1 dm<sup>3</sup> de capacidad.

Los ensayos de electrólisis se efectuaron en una pequeña cubeta electrolítica de unos 200 cm<sup>3</sup> de capacidad que contenía 2 ánodos y un cátodo.

## RESULTADOS DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las operaciones fundamentales del esquema tecnológico seleccionado (Fig. 1) se pueden resumir de la siguiente forma:

**Lixiviación.** La lixiviación simple del mineral con soluciones aciduladas puede ser aplicada, ya que esta permite lixiviar de una forma rápida y sencilla casi todo el cobre oxidado, y con poco gasto de agua obtener soluciones de cobre lo suficientemente concentradas para la siguiente operación del esquema, que es la electrólisis. (Fig. 2).

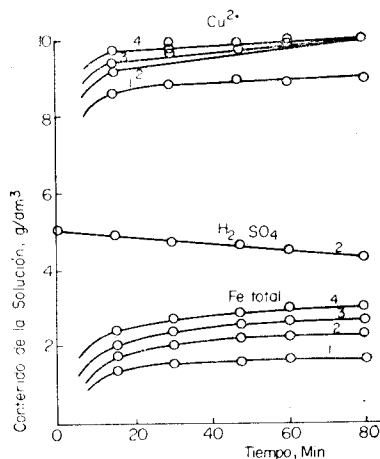
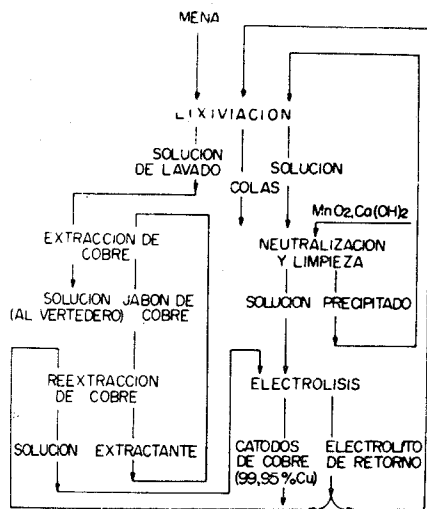


Fig. 1. Esquema para la extracción del cobre de los minerales oxidados del yacimiento "Arroyo de Mantua".

Fig. 2. Cinética de la lixiviación por agitación del mineral con soluciones ácidas. Contenido H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en la solución inicial (g/dm<sup>3</sup>): (1)—0,2; (2)—5; (3)—10; (4)—17.

La aplicación de la percolación en la lixiviación se dificulta por la destrucción de parte del mineral haciéndolo parcialmente impermeable. Por eso fue recomendado realizar la lixiviación en reactores rotatorios de acción continua<sup>3</sup> con una relación S:L = 1:0,8 + 1:1.

*Extracción del cobre.* Los mejores resultados fueron obtenidos de soluciones con un contenido de cobre de 3 – 10 g/dm<sup>3</sup> y Fe de 0,04 – 0,9 g/dm<sup>3</sup>, utilizando el extractante 4-metilbutil –2-oxifenoxima (ABF) y neutralizando parcialmente con soda. El siguiente tratamiento del extracto de cobre obtenido se realizó con el electrolito de retorno conteniendo 160–200 g/dm<sup>3</sup> de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, el cual garantizó la obtención de un electrolito lo suficientemente concentrado (35–40 g/dm<sup>3</sup> Cu) y la regeneración del extractante.

*Electrólisis de las soluciones de cobre.* A una baja densidad de corriente (100–200 a/m<sup>2</sup>) la electrólisis del cobre, de soluciones obtenidas en la operación de lixiviación y en la de reextracción, luego de haberlos liberado de hierro, transcurre sin dificultad hasta un contenido de cobre de 20 g/dm<sup>3</sup> en las mismas. El cobre obtenido es de gran calidad y pureza. El consumo de energía eléctrica fue de 1650–1950 kWh/t.Cu.

*Flotación de las colas.* Las colas obtenidas de la lixiviación de la mena, contenían 1,0–1,1% de Cu, alrededor de 30% Fe y 35% S. El cobre contenido en las colas, fundamentalmente, se encuentra en forma de covelina, finalmente incrustada en la pirita. Debido a esto no se garantiza un beneficio satisfactorio de las mismas por flotación.

Hasta la operación anterior (electrólisis) la recuperación del cobre oxidado asciende a 90–95%.

*Tratamiento metalúrgico de las colas.* Se probaron experimentalmente dos variantes para el tratamiento de las menas: Tostación sulfatizante de las colas y el esquema combinado de segregación del cobre y la consiguiente flotación. En la primera variante, las cenizas obtenidas se sometieron a la lixiviación con agua acidulada y luego las soluciones fueron enriquecidas aplicando la extracción líquida con el extractante ABF y la consiguiente electrólisis.

Las condiciones e índices alcanzados según el esquema de segregación de las colas, se recogen en un trabajo por separado.<sup>4</sup>

En estos esquemas de tratamiento de las colas, la recuperación del cobre oscila entre 85 y 90%. La recuperación total del cobre, en el esquema en su conjunto se encuentra en el rango de 95–97%.

En general, la investigación sobre la mena "Arroyo de Mantua", permitió proponer los contornos del posible esquema tecnológico y los índices tecnológicos esperados.

### RECONOCIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al prof. Dr. G. N. Dobrojotov por las consultas científicas ofrecidas durante la realización del trabajo.

### REFERENCIAS

1. TSEIDLER A. A. "Tsvetnie Metalli", 7, 90, 1971.
2. NABOICHENKO G. G. y SMIRNOV V. I. Guidrometallurguia Medi. "Metallurguia", 1974.
3. Spravochnik Metallurguia po tsvetnim metallam. Proisvodstvo glinosema. M. Metallurguia 259, 1970.
4. ALONSO C. y LAZO J. Segregación de las colas de lixiviación de las Menas del yacimiento "Arroyo de Mantua". V. Seminario del Cenic. Habana. 1975.