

Métodos de concentración gravitacional, flotación y lixiviación de minerales sulfurados de Minas Capillitas

Barrionuevo Gabriel A
Vega Diego H
Barros José María
Micone Rodolfo
Herrera Nicolás
Toledo Jonathan

Facultad de Tecnología y Cs. As.-Universidad Nacional de Catamarca-Maximio
Victoria 55, gabriel_abc@hotmail.com



RESUMEN

Minas Capillitas, es una mina que se viene explotando desde hace más de 100 años, antiguamente por el cobre y actualmente por la rodocrosita. El mineral es un sulfuro complejo difícil de tratar metalúrgicamente y obtener un concentrado comercializable. Actualmente, Minas Capillitas, tiene unas escombreras con una cantidad de mineral estimado (por diferentes cubicaciones) de 405000 tn. La ley promedio de este mineral es 5 g/t de oro. En el presente trabajo se sacó muestra de una escombrera que tiene 33750 tn, y ley de oro de 12 gr/tn. La granulometría para flotación -100#, para mesa +60# y -60#.

Se trabajó con este mineral, y se hicieron ensayos en mesa sacudidora, lixiviación en frasco y flotación. Las mejores leyes se obtuvieron con la mesa sacudidora, llegando a tener un concentrado con ley de 40 g/t de oro. Con la flotación la ley de concentrado llegó a 20 g/t de oro. En el caso de la lixiviación el concentrado tuvo una ley de 2,7 ppm.

El ensayo de flotación se combinó con la lixiviación. Se flotó y a las colas de la flotación, se las lixivió. La recuperación con la flotación fue de 45,7%, la recuperación con la lixiviación, de las colas de la flotación fue 40%. La recuperación total combinada flotación y lixiviación alcanzó el 63%.

El objetivo del trabajo, es ver si a los sulfuros, que tienen muy buenas leyes de oro, y se encuentran como relleno, se los puede tratar en mesa sacudidora, al menos, y/o combinar con otro método; y obtener un concentrado preliminar que se pueda comercializar. Esto podría colaborar como ingreso extra para continuidad operacional y fuente laboral de Minas Capillitas.

Palabras Claves: flotación, lixiviación, ensayos

BOTTLE LEACH OF COMPLEX SULFUR MINAS CAPILLITAS

ABSTRACT

Minas Capillitas is a mine that has been exploited for more than 100 years, formerly for copper and currently for rhodochrosite. The mineral is a complex sulfur, difficult to treat metallurgically and obtain a marketable concentrate. Currently, Minas Capillitas, has stocks with an estimated amount of ore (according to estimation of cubic capacity) of 405,000 t. The average grade of this mineral is 5 g/t of gold. For this report, a sample was taken from a stock that has 33750 t, and a gold grade of 12 g/t. The granulometry for flotation -100#, for table + 60# and -60#.

Tests with this mineral were made on shaking table, leaching in flask and flotation. The best grades were obtained with the shaking table, getting a concentrate with a grade of 40 g/t of gold. With the flotation, the concentrate grade reached 20 g/t of gold. In the case of leaching, the concentrate had a grade of 2,7 ppm.

The flotation test was combined with leaching. The flotation was done and the tails were leached. The recovery with flotation was 45.7%. The recovery with leaching, from the flotation tails was 40%. Total combined flotation and leaching recovery reached 63%.

The goal of the test is to see if the sulphides, which have very good gold grades, and are found as fillers, can be treated at a shaking table, and / or combined with another method; and obtain a preliminary concentrate that can be marketed. This could contribute as extra income for operational continuity and job source for Minas Capillitas.

Key words: flotation, leaching, essays.

INTRODUCCIÓN

El mineral de minas Capillitas es un sulfuro complejo muy difícil

de tratar metalúrgicamente y obtener un concentrado comercializable. Anteriormente, se hicieron proyectos de investigación [1], y ensayos de flotación [2], por separado, no combinaron los procesos de concentración. Siempre con el objetivo de encontrar un producto comercializable. Los estudios anteriores consiguieron resultados parciales, que no fueron puesto en práctica por diferentes razones; una de ellas económica, y por otro lado, por falta de continuidad en los ensayos. Los métodos de concentración ensayados fueron tostación y lixiviación, a escala laboratorio y flotación.

El objetivo de este trabajo, es realizar un ensayo en mesa sacudidora y luego combinar los métodos de concentración por flotación y lixiviación con cianuro de las colas de la flotación. Se evaluará la ley de oro en los concentrados que se obtengan; la misión japonesa, hizo ensayos de flotaciones globales; para obtener concentrados de sulfuros, y allí como subproducto se obtenía el oro. En este caso, lo que se pretende es flotar para extraer los sulfuros en el concentrado, y a la cola de la flotación, que tendría menor cantidad de cianidas, lixiviarla con cianuro. También se utilizará mineral fresco, para tratarlo en la mesa sacudidora. El motivo de este paso es evaluar cuánto oro se puede concentrar directamente con la mesa; si es una cantidad que puede llegar a ser económica, se evitaría flotar y lixiviar, con las ventajas que significa no utilizar estos métodos de concentración.

PARTE EXPERIMENTAL

Los ensayos se hicieron con muestras obtenidas de una escombrera, la cual tiene un tonelaje estimado de 33.000 t.

Muestra para Flotación

Se partió de una muestra previamente molida de 5,1 kg, -#100, de la cual se usó para flotación 4,540 kg.

Se usaron 550g de muestra para realizar un análisis granulométrico, el p80 fue 0,14 mm. 470 g de muestra se usaron para determinar

ley de cabeza.

Muestra para Mesa

La muestra para mesa, se dividió en dos, +60# y -60#. Se obtuvieron 15,980kg +60 y 8,480kg -60.

Tabla 1. Determinación P₈₀

Malla	Micrones	Peso (gr)	Retenido (%)	Retenido ac.(%)	Pasante (%)	P80
100	149	122,2	16,29	16,29	100	131,0
140	105	244,9	32,65	48,94	51,06	
170	88	200,0	26,66	75,60	24,40	
200	74	140,5	18,74	94,33	5,67	
-200		42,5	5,67	100,00	0,00	
		750,0	249			

Clasificación Hidráulica

Para eliminar los finos presentes, a las muestras de +60 y -60 se les hizo una clasificación hidráulica.

- En primer lugar, se pasaron 15,980 kg de la muestra [-14, +60], se obtuvo dos calificaciones denominadas CH1 y CH2. La CH2 resultó con menos cantidad de muestra y mayor presencia de lamas respecto a la CH1.

- A continuación, se pasaron 8,480 kg de muestra -60, obteniéndose así de igual manera CH1 y CH2. Debido a que es un material más fino se cuenta con mayor presencia de partículas livianas que la muestra de +60.

Se tomaron pequeñas muestras en vidrio reloj para ser observadas en lupa, en la CH1 predominan partículas doradas brillantes con presencia de cuarzo, y en la CH2 se vio partículas regulares, doradas y brillantes y muy poca cantidad de cuarzo.

Se sacó muestra de la CH1, tanto de +60 como de -60 respectivamente, para determinación de ley de cabeza. De la CH2 no se tomó muestra ya que era poca cantidad.

Mesa Vibratoria

Ensayo I (Muestra +#60)

Se pasó por la mesa la CH1 +#60 en primer lugar. Se inició con una inclinación de 1°. Inicialmente se fue modificando la inclinación de la mesa hasta alcanzar la más adecuada, se comenzó con 1 grado y finalmente se realizó el ensayo con 2,7 grados de inclinación. También se fue regulando la cantidad de agua de alimentación y la de lavado, hasta alcanzar un valor que mostrara separación entre el concentrado y las medianías/colas.

Ensayo II (Muestra -#60)

Se pasa por mesa la muestra de CH1 -#60. Se parte con la misma inclinación del ensayo anterior 2,7°, debido a una mayor cantidad de finos se cambia la inclinación a 1,8° y se disminuye la cantidad de agua en el sector de separación para minimizar el arrastre del material que se dirigía al concentrado. Bajo estas condiciones se nota una mejoría en la separación de colas y medianías. El concentrado tiene un color dorado y gris, mientras que las medianías presentan un color similar pero más claro.

En la siguiente tabla se muestran los resultados conseguidos:

Flotación

Ensayo I

Para este ensayo se utiliza 2,28 kg de muestra -#100, en una celda de 10 litros. El porcentaje de sólido en peso fue de 20, y densidad de mineral de 2,7 kg/L.

Se usa colector MX-5160, la dosificación fue de 70 g/t y el espumante DOW 1012, con igual dosificación que el colector.

Los cálculos realizados fueron los siguientes:

Procedimiento

Condiciones del ensayo:

- RPM = 1200
- Colector y espumante = 70 g/t
- pH = 10
- % de sólido en peso = 20
- Tiempo de acondicionamiento = 5 minutos
- Tiempo de flotación = 7 minutos

Inicialmente se flota 5 minutos a 1200 rpm, luego se aumenta la velocidad de rotación a 1800 y se aumenta el volumen de espuma, con esta última velocidad se flotó 2 minutos.

Ensayo II

Para este ensayo se utiliza 1,5 kg de muestra -#100, y el porcentaje de sólido en peso se bajó a 17 % .

Con una concentración de colector (MX-5160) y de espumante (DOW 1012) de 100 g/t los dos.

Condiciones del ensayo:

- RPM = 1300
- Colector y espumante = 100 g/t
- pH = 11
- % de sólidos en peso = 17
- Tiempo de acondicionamiento = 5 minutos
- Tiempo de flotación = 7 minutos

Procedimiento

El procedimiento utilizado en este ensayo fue similar al anterior, pero partiendo de 1300 rpm, con un pH de 11, ya que en el ensayo anterior se comprobó que las rpm era el motivo de la baja cantidad de espuma. Las espumas eran de tamaño pequeño y se podía observar

que se dificultaba la elevación de las mismas.

Tabla 2. Ensayo N° 1 y N° 2

Espumante	Colector	dens. Pulpa	tiempo Ac.	Tiempo flot	p80	pH	Masas	vol. Pulpa	% sp	RPM	
										Acond	Flot
g/t	g/t	kg/L	min	min	mm		kg	L			
70	70	1,14	5	7	0,14	10	2,28	10	20	1200	1800

Lixiviación en frascos

Se lixivia en frascos la cola de la flotación. El objetivo de esto era ver la posibilidad de lixiviar mineral al cual se le había extraído sulfuros con la flotación.

Se cuenta en total para lixiviar 1240g de material. Como parámetros de la lixiviación se tendrá 50 % de sólido en peso y una concentración de cianuro de 2000ppm.

Se lixivió durante dos días, sacando muestras cada 12 hs, para hacer cinética. El volumen de solución que se extraía para lectura de ley, no era fijo, era variable, ya que se sacaban 150 cc de pulpa y luego se filtraba. Una vez determinado el volumen, este se reponía con agua y cal.

A continuación, se muestra la tabla y el gráfico con los valores obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En la siguiente tabla se pueden ver los resultados de los ensayos en mesa sacudidora

Tabla 3. Resultados del ensayo en mesa

Ensayo	Granulometría	Clase Hidráulica	Inclinación (grados)	Ley Au	Ley Au	Leu Au
				Cabeza (g/t)	Concentrado (g/t)	Cola (g/t)
1	-14+60#	1	2,7	8,4	8,4	7,43
2	-60#	1	1,8	11,23	40,18	8,57

La tabla 3, muestra que en el primer ensayo no se tuvo prácticamente ninguna concentración; mientras que en el ensayo 2 se obtuvo un concentrado con buena ley de oro. Estos ensayos son preliminares, pero muestran que se puede conseguir un concentrado con buena ley de oro tratando en mesa sacudidora el materia de dicha escombrera.

La tabla 4, muestra las condiciones y resultados obtenidos de los ensayos de flotación. Se puede ver que en los dos ensayos, se obtuvieron concentrados con una interesante ley de oro, si bien menor al obtenido en el ensayo 2 de la mesa sacudidora.

Tabla 4. Ensayos de Flotación.

Ensayo	Peso Min. kg	δ min	P80 mm	%sp	Vol. Pulpa lts	pH.	RPM		colector g/t	espumante g/T	tiempo acond. min	tiempo flot. min	Ley								
							Acond.	Flot.					Cabeza			Concentrado			Cola		
													Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (g/t)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (g/t)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (g/t)
1	2,28	2,7	0,14	20	10	10	1200	1800	70	70	5	7	10,37	408	0,5	16,91	545	0,63	8,7	311	0,49
2	1,5	2,7	0,14	17	8	11	1300	1300	100	100	5	5	10,37	408	0,5	20,53	-	-	10,3	359	0,48

En la tabla 5 y la figura 1, se muestran los resultados de la lixiviación en frasco con cianuro. Todos estos son ensayos preliminares.

Tabla 5. Ensayos de lixiviación en frascos.

tiempo (h)	ley Au (ppm)	fino Au (mg)	Fino Acum	R%
0	0	0	0	0
12	2,05	2,747	2,747	24,615
24	2,7	1,6	4,347	38,952
36	2,1	0,23	4,577	41,013
48	2,1	0	4,577	41,013

El fino acumulado, está expresado en mg.

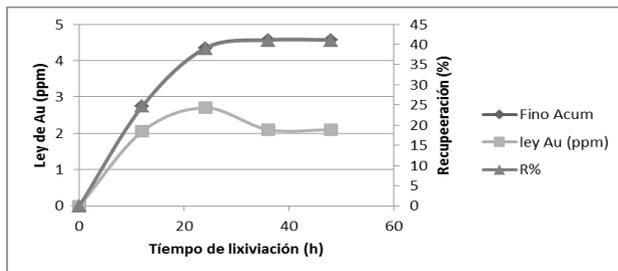


Figura 1. Valores de la lixiviación en Frascos.

CONCLUSIONES

- Utilizando la mesa sacudidora, se pueden obtener concentrados con buenas leyes de oro.
- La flotación da concentrado con leyes de oro menores que la mesa sacudidora, pero se tienen colas con menor cantidad de sulfuros cianicidas, que se pueden lixiviar con cianuro, en una segunda etapa.
- Combinando la recuperación por flotación y lixiviación de las colas de flotación con cianuro, se obtuvo una recuperación de oro de 63%.
- Se debe continuar con los ensayos para ajustar más las variables, para ver de obtener un concentrado comercializable.
- Esto permitiría tratar los sulfuros que se encuentran como relleno en interior mina.
- En forma cualitativa, se observó que la flotación elimina cierta cantidad de cianicidas, ya que se lixivió un muestra sin flotar, y el consumo de cianuro fue elevadísimo.

REFERENCIAS

1. Proyecto de investigación Tostación de sulfuros complejos de Minas capillitas, año 1983, Ervin A. Petek
2. Ensayos de Flotación de la misión japonesa J.I.C.A.
3. Manual de productos Químicos para Minería, CYANAMID
4. Teoría e Práctica do Tratamento de Minerios, Arthur Pinto Chaves
5. Tecnología de procesamiento de minerales, PhD B.A. WILLIS