

PODER EJECUTIVO NACIONAL
MINISTERIO DE INDUSTRIA

553.412:622.842.2:533.32:622.341.2 (825.4)
(047)



ESTUDIO SOBRE LA
FLOTACION DE MANGANESO
Y
CIANURACION DE LA PLATA
DE
FARELLON NEGRO
Catamarca

Ing. Juan Yañez

1956

CONCLUSIONES

- 1 -

FLOTACION DEL MANGANESO.-

Este estudio tuvo como uno de sus objetivos aprovechar mediante flotación el mineral de manganeso que constituye junto con la ganga de la mena, los residuos de la cianuración.--

El material que es expulsado al desmante por una bomba centrífuga, está acompañado por solución pobre del proceso, formando un conjunto muy diluido, inconveniente para los resultados de la flotación. Además el grado de molienda es sumamente fino, 75% a menos de 200 mallas y es muy probable que gran parte de esta cantidad tengan valores inferiores a 400 mallas, porque aproximadamente el 40% del volumen total de los sólidos se encuentran en suspensión.-

Por otra parte el contenido excesivo de cal y cianuro del líquido acompañante producen efectos perniciosos en el comportamiento del manganeso. Debiéndose aunar a estos efectos deprimentes, el producido por el largo periodo de inmersión de que es objeto el mineral dentro de una solución cianurada y fuertemente alcalina.

Las pruebas llevadas a cabo con producto directo de la bomba de expulsión dieron resultado bajo todo punto de vista adversos. No existiendo recuperación ni selectividad de ninguna índole.

En los pasos siguientes se trabajó con material de cola del desmante, de tal forma que la adición de agua para formar la pulpa estaban controlada por el operador. Los análisis demostraron que no existían cambios fundamentales con los alcanzados en la experiencia anterior.

Al tratar mineral de un grado de molienda más grueso, producto oversize del clasificador Denver, se obtuvo resultados más efectivos, aunque por su baja selectividad no satisfacen a un proceso industrial.-

En todo los casos se utilizó la soap-flotation, que es la única recomendada para el manganeso.-

De modo que al confrontar datos sobre la recuperación del mineral de referencia en las colas que se trató por medio gravitatorio (estudio del Ing. Ramon Ruiz Bates) y por flotación, se desprende la conveniencia del primer método. Por cuanto la flotación se ve perjudicada por el gran contenido de lamas, los efectos adversos del cianuro y la fuerte alcalinidad del medio líquido.-

ESTUDIO DE LA CIANURACION DE LA PLATA

Por inconvenientes en el horno del laboratorio y del generador de corriente de la planta de Agua Tapada, no se pudo llevar a cabo las experiencias programadas, que tenían por objeto // confirmar o no, la hipótesis de que la deficiente recuperación de plata en el proceso actual es motivada por la falta de disolución del referido mineral.-

Problema de suma importancia con el que tropiezan una // gran cantidad de establecimientos donde se encuentra presente la asociación plata-manganeso. La que por factores no determinados afecta la solubilidad del primero dentro de la solución del cianuro.-

Inconveniente solucionado en parte, por medio de una reducción de los óxidos de Mn, al efectuar una tostación en un ambiente que reine algún gas pobre (método Caron), o en su defecto/ atacar el Mn mediante SO_2 .-

Tanto uno u otro proceso hacen tornar soluble la plata/ en un gran porcentaje. Y son aplicados en aquellos yacimientos en donde el tenor argéntífero justifica la instalación y la marcha / de este tratamiento previo.-

Pero se debe tener en cuenta que la dificultad planteada por la presencia de plata-manganeso a veces tiene un carácter/ superficial y desaparece en las labores profundas de la mina.-

---0000000---

ENSAYOS DE FLOTACION DEL MINERAL

a).- Minerales de la Mina.-

Los componentes mineralizadores de la veta se constató macroscópicamente, en cuanto estos ya fueron determinados detalladamente en informes efectuados sobre el yacimiento. Estando presente: óxidos de manganeso, y según análisis, oro y plata en estado nativo, // como minerales comerciables. Existiendo además óxido de hierro; en cuanto la ganga está constituida por cuarzo y calcita; observándose también en pequeníssima escala algo de pirita.

El contenido de manganeso se deduce de los análisis del mineral que alimentó la flotación, el que oscila entre 20 y 30 % de Mn.

En cuanto a la mineralización de la mina, hasta la profundidad actual no se manifiestan variaciones que puedan originar un // cambio fundamental en el tratamiento de los minerales.-

b).- Condiciones del Mineral a Tratar.-

En un principio se pensó en recuperar por medio de flotación, // el manganeso que es portador el residuo que produce la cianuración, // a que es sometido el mineral para extraer el oro y la plata.-

La cola por medio de una bomba centrífuga es expulsada al des- // monte en forma de pulpa que contiene aproximadamente 15% de sólidos y el 85% restante constituye una sustancia compuesta por líquido y materia en suspensión. Este líquido es solución pobre de la cianuración; por cuanto es expelida junto con el material sólido, por la // bomba de diafragma del último espesador del circuito de lixiviación, // sin tener ninguna filtración, ni lavado previo.-

En esta forma el material que será sometido a flotación, fuera de haber permanecido dentro de una solución de cianuro por un lapso de 48 hs., está acompañado por más del 80% de su volumen por una solución que a su vez contiene un valor promedio de 1000 gr. // de cianuro sódico y 200 gr. de cal por cada metro cúbico de líquido.-

Analizando el efecto, que esto produce sobre el mineral de manganeso, o mejor dicho sobre el comportamiento de este mineral en // la flotación, se ve; que el ion-cianuro no tiene acción sobre este mineral, pero desde luego, dentro de factor de tiempo normal para conditioning. Ahora se debe tener especial consideración la cantidad excesiva y el largo periodo de contacto, lo cual puede afectar la recuperación.-

En lo que se refiere a la cal, si bien es un agente utilizado //

generalmente como depresor de la lama de cuarzo, cuando se emplea un colector sulfhídrico; se tiene por otro lado, que aunque no existe uniformidad en estos conceptos, está en pie la teoría de que la cal / produce coagulación en la lama, perjudicando en esta forma la dis-/persión de la pulpa.-

Además el porcentaje existente de CaO, hace alcanzar al agua/ una dureza de 20° alemanes, equivalente a 36° franceses, escala que/ permite incluirla entre las aguas muy duras. 0.

Calificativo nada favorable para la soap flotation, por cuanto la dureza del medio líquido precipita los oleatos que forma el áci-/do graso, que se utiliza en dicha flotación. Precipitado que embarna todas las partículas sólidas y es nocivo para la recuperación.-

e). Grado de Molienda.-

La molienda fina se realiza por medio de un molino Denver de/ bolas de 3' x 3', que en la actualidad pasa 3 toneladas durante 24hs

Los análisis volumétricos dieron los siguientes valores:

| <u>Mallas Tyler</u> | <u>Porcentaje</u> |
|---------------------|-------------------|
| + 100 | 1,8 |
| + 140 | 7,2 |
| + 200 | 15,8 |
| - 200 | 75,0 |

De esta última cantidad se pudo medir el 40% del volumen to-/tal; mientras que el 35% se fué como lamas en suspensión.-

Tamaño inferior a 200 mallas no se pudo determinar por care-/cer de tamiz adecuado. Pero se estima que una gran cantidad de mate-/rial alcanzan valores inferiores a 400 mallas.-

Como los minerales de manganeso son mucho más friables que el cuarzo que constituye la ganga, se deduce que en su mayor parte el / material fino está constituido por el mencionado en primer término. Resultando que se presenta el problema de la lama, muy conocido en / cualquier sistema de concentración por la dificultad que ofrece al / tratamiento.-

Por otre parte, es conveniente destacar que el grado de mo-/lienda a que es sometido el mineral, está de acuerdo con las exigen-/cias requeridas para la cianuración.-

d).- Esquema de circulación.-

Adaptar este nuevo circuito dentro del flow sheet general, / no produjo ningún inconveniente, por cuanto, como se manifestó exis-/te

te una bomba centrífuga para la expulsión de cola.

Así lo único que restaba es comunicar la cañería de dicha bomba, con un tanque de acondicionamiento de la pulpa, del que pasa luego a las celdas de flotación.-

Esto permite obtener dos productos, el concentrado que es // proporcionado por la primera, y la cola que se elimina por el último compartimento. Mientras que el mineral que arrastran las espumas de la segunda y tercera celda, es considerado como mixto y trabaja en // circuito cerrado con la primera.-

En lo concerniente al agua, no hubo obstáculo de colocar cañerías que sirvan para este fin.-

La falta de alimentadores de reactivos fué subsanado por medio de buretas que permitieron controlar la cantidad dentro de un tiempo establecido.-

El concentrado fué recogido en un recipiente especial, mientras que las colas se arrojaron al exterior de la planta por medio // de cañerías.-

e).- Clase y Capacidad de las Máquinas.-

Para el acondicionamiento se utilizó un agitador Denver 24"x 24" perteneciente a la planta de Agua Tapada y que en la actualidad // no se usaba. Este tanque se presta para el servicio requerido por // ser similar a los tanques de acondicionamiento tipo Denver, provisto de tres orificios de salidas, ubicados a diferente alturas, que permiten graduar el tiempo de conditioning. La desgarga superior sirve // para una capacidad de 210 lts. El accionamiento se efectua por medio de un motor de 1 HP.-

La máquina de flotación pertenece al grupo de las de sub-aeración, y es una Denver Sub-A No 12, de tres celdas, cada una de // 22" x 22", permitiendo un volumen de 8,5 pié cúbico y consume la acción de 3 HP.-

La cantidad que estas máquinas pueden clasificar por hora, // es de 0,025 a 0,028 t. de mineral en una pulpa de 25% de sólido por // cada pié cúbico de volumen. Es decir 212 a 240 kg. de mineral por hora.-

Además entre las características de esta máquina figura la // posibilidad de efectuar el trabajo cell to cell, cuyo efecto es re- // comendado para alta selectividad y en operaciones donde el grado de // concentrado es de primera importancia.-

Siendo posible cambiarla para el sistema "open flow", hace efectiva una selección no tan pura, pero da una mayor recuperación. De modo que esta máquina tiene una gran flexibilidad que permitetoda clase de trabajo.-

f).- Reactivos.-

La flotación que se utilizó fué la más adecuada para el manganeso; la denominada "soap-flotation", pero que tiene el inconveniente de flotar calcita. La soap-flotation opera en base de un collector carboxílico; collector constituido por ácido graso. Entre estos, el reactivo típico para nuestro caso es el tall oil, que está formado por ácido graso y ácido resinoso.

En vista de que no existe en el país este producto, se buscó uno que tenga efecto semejante con el mencionado, llegándose así a un compuesto de ácido oleico; la oleina.-

Además para alcanzar una mayor fuerza colectora y a la vez corregir el exceso de espuma, a que se está propenso por la acción de los fatty acids, se aprovechó el efecto de un aceite mineral; el gasoil.

Como acondicionador principal se empleó silicato de sodio, que deprime el cuarzo y todo mineral en forma de silicato, produciendo al mismo tiempo dispersión de la lama silicia y de óxido de hierro.-

Fuera de esto el silicato de sodio tiende a prevenir la precipitación de jabones, que se forman al entrar en contacto ácido graso con agua dura.-

Para colaborar con el reactivo anterior se aprovechó las facultades del ácido tánico, en forma de tanino. Este deprime la calcita y es altamente efectivo para dispersar lamas en la ganga.-

Pero conviene recordar que ^{en exceso} tanto el silicato de sodio, como el tanino deprimen todos los minerales y hacen quebradizas las espumas.-

Como la soap-flotation actúa en un medio alcalino, se valió de los efectos del carbonato de sodio.-

Por último como espumante fué empleado el aceite de pino.-

g).- Operación.-

Prueba Nº 1.- La primera experiencia se llevo a cabo alimentando las celdas de flotación directamente con el material que expulsa la bomba centrífuga. Siendo las condiciones de la pulpa, por su dilución y por la clase de líquido, tal como se explica en el capítulo b) de este informe. A lo cual se debe añadir que la dilución fué en aumento, cuando las espumas consideradas como producto mixto, de la segunda y tercera celdas, al retornar a la primera lo hacían arrastrada por u-corriente de agua.-

Los detalles de la operación se expresan en las líneas siguientes.

Conditioning.-

Reactivos: Silicato de sodio; 100 g/t, en dilución del 10 %.-

Tanino; 250 g/t; en dilucion del 10 %

Tiempo de conditioning 20 minutos

Collector: Rectivos: oleina 450 g/t
gasoil 250 g/t

Tiempo para collector: 20 minutos

Frothing: Aceite de pino 50 g/t

pH: No se añadió nada por considerar elevada la alcalinidad de la pulpa, debido a la gran cantidad existente; 3.440 g/t

Pulpas:

Dilución: Indicada en el capítulo b).-

Grado de molienda: id.-

Temperatura: 11 °C.

Densidad: No se controló por no disponer de densímetro.-

Alcalinidad: El pH no se midió por no tener elementos necesarios.-

Los valores encontrados son: alimentación 21,2% Mn; concentrado 21,4% Mn; cola 20,7% Mn.-

Resultado completamente negativo, las espumas no eran portadora de ninguna materia. Dando la impresión de que todos los minerales fueron inhibidos.

La causa de todo esto se debe buscar en tres factores: 1ª Gran dilución de la pulpa; 2ª Dureza excesiva del medio líquido; 3ª Accion depramente llevada a cabo durante la cianuración.-

Prueba Nº 2.- El segundo ensayo se llevó a cabo con material de cola del desmonte, que tenía la ventaja de estar seco. De modo, que la pulpa fué formada por la adición de agua fresca, alcanzando una dilución conveniente, que para nuestro caso estimamos en 35 a 40% de sólido. Con este elemento y controlando la alcalinidad por medio de carbonato de soda, se procedió con el mismo temperamento respecto; conditioning, collector, etc., que la prueba anterior. Por considerar que las condiciones logradas en ellas, eran satisfactoria para el mineral a tratar.-

Los resultados también fueron negativos: Alimento 20,5% Mn; Concentrado 25,0% Mn.;; cola 17,5% Mn.-

Prueba Nº 3.- Por considerar que en los ensayos anteriores se realizó con material sumamente molido, para esta prueba se utilizó como alimento el producto oversize de la clasificadora Denver, que trabaja en circuito cerrado con el molino a bolas y por lo tanto va a remolienda Mineral de grano fino, pero que no contiene lama, por cuanto es arrastrada por el rebalse del clasificador.-

Los análisis dieron las siguientes cifras: Concentrado 34% Mn; alimentación 19,8% Mn; cola 18,9% Mn.

Como se vé la flotación no produce resultado digno de desear. Se percibe un aumento en la calidad del concentrado, pero en cambio la cola es siempre portadora de mucho mineral. Lo cual réiente noto riamente la recuperación.

En comparacion con los resultado obtenidos por medio gravitacional, existe un gran margen favorable para este último método (in forme 1953 del Ing. Ruiz Bates). Siendo posible elevar la recuperación lograda por medio de instalaciones adecuadas, que proporcionan condiciones a veces difíciles de lograr en un laboratorio.--

En cuanto a la posibilidad de recuperar el manganeso antes o despues de la cianuración incidiria notablemente el consumo de agua al efectuarse los trabajos en escala industrial. Pero se debe con-templar la conveniencia de trasladar las instalaciones a un punto// donde quede eliminado este importante factor.-

-----oooOooo-----

ESTUDIO DE LA CIANURACION DE LA PLATA

Este estudio se pretendió orientarlo hacia la verificación del comportamiento de la Ag dentro de la cianuración actual.-

Con este fin se especuló con los únicos datos disponibles: El Informe de pruebas de laboratorio del Ing. Ramon Ruiz Bates, de julio del año 53, y con dos análisis que se hicieron en junio del corriente año, en la planta de Agua Tapada.-

CUADRO I.- Comportamiento de la Plata en la Cianuración.-

| | Alimentación g/t | Cola g/t | Ag. disuelta g/t | Extracción % |
|------------------|---------------------|-------------|---------------------|-----------------|
| Prueba Nº 11 (x) | 165 | 149 | 16,1 | 9,8 |
| " Nº 14 " | 191 | 155 | 36,6 | 19,0 |
| " Nº 16 " | 184,3 | 160 | 23,9 | 13,0 |
| " Nº 17 " | 186 | 161 | 25,2 | 13,6 |
| Análisis A | 341,5 | 247 | 94,5 | 27,6 |
| " B | 201 | 211 | ? | ? |

(x) Datos del informe 1953.-

Ahora se indicará la relación de Ag y Mn, del mineral de Farrellon Negro. Valores extraídos de citado informe, que si bien no se puede generalizar para toda la mina, permite vislumbrar la causa de la baja recuperación de la plata en el tratamiento.-

CUADRO II.- Leyes de Plata en el concentrado de Mn y sus colas.-

| Tamaño | Concentrado | Cola | Distribución de Ag en % Concentrado | Cola |
|---------|-------------|------|--|------|
| -6 a +8 | 246 | 179 | 58 | 42 |
| +10 | 246 | 187 | 57 | 43 |
| +14 | 257 | 192 | 58 | 42 |

Estos datos tal como manifestó el Ing. Ramon Ruiz Bates, ponen de manifiesto la mayor vinculación de la Ag con la pirolusita. Seria interesante conocer que porcentaje de Mn tenían las colas para saber que grado de incidencia tendria la Ag. que acompaña al mineral mangánífero, sobre el contenido total de plata que es portadora la ganga de la mena.-

El Cuadro I indica que casi toda la Ag pasa a las colas. De modo que se puede aceptar que la baja recuperación es motivada por falta de disolución de aquel mineral. Ya que se estima que no existe entre los componentes del mineral ningún elemento que precipite prematuramente al mencionado participante y no afecte al oro, cuya extracción de la solución se efectúa normalmente por acción del / zine.-

Por lo tanto es admisible pensar que se encuentran presente las dificultades típicas que ofrecen la asociación de minerales de plata y manganeso. Dificultades que traen como consecuencia la insolubilidad de la plata en una solución de cianuro, dentro de un proceso normal de tratamiento. Lo cual es característico en un gran número de yacimientos donde existen esas condiciones mineralógicas.-

Si bien este inconveniente no fué plenamente subsanado por los adelantos de la hidrometalurgia; se efectúan tratamientos especiales que hacen posible una recuperación de gran porcentaje. Sistema entre los que se puede indicar el método Caron, el proceso Mc // Clusky, etc.-

El primero es el que está de acuerdo con nuestro caso, por la gran cantidad de manganeso existente. Tiene por fundamento la reducción de óxidos de Mn a una forma más manganesosa. Operación que hace volver soluble el contenido de plata en la cianuración.-

Con este punto de vista se deseó comprobar la veracidad de lo que hasta aquí se expuso. Preparando en la mesa Wifley concentra de Mn para someterlo a prueba.

Lamentablemente inconvenientes en los hornos de laboratorio, en el generador de la planta, por un lado, y además falta de reactivo para apreciar colorimétricamente la disolución de la Ag, no permitieron continuar con estos trabajos, teniendo que quedar inconcluso.-

Considerando que esta experiencia debe realizarse, me permito indicar la marcha que se debía seguir: Someter al concentrado de Mn en el horno del laboratorio a una tostación reductora; para lo cual se debe mezclar dicho elemento con carbon y mantenerlo por espacio de $1\frac{1}{2}$ hora en una temperatura de 600 °C. Sumergir el nuevo producto en una solución de cianuro para que se evite la oxidación al enfriarse.-

Luego, previa molienda adecuada pasar a un circuito de cianuración normal, en un agitador Dever 24" x 36" por espacio de 72 horas. Completando el tratamiento con filtración, expulsión de oxígeno y precipitación. Teniendo especial cuidado en recuperar la parte residual, tanto líquida como sólida.-

Esta última debe ser objeto de un estudio detenido, por suponer que los restos de carbon utilizado en la tostación produzcan una precipitación prematura de la plata.- Debiéndose atacar con solución de cianuro caliente para disolver el contenido que absorbe el carbon. Constituyendo la última faz de la experiencia en la separación del carbon y manganeso por medio gravitacional y efectuar análisis correspondiente.-

Paralelamente se debe cianurar sin ninguna clase de tra-

tamiento previo, la ganga originada por la concentración de Mn que sirva para la experiencia anterior. Así se podrá determinar el comportamiento del mineral de plata cuando no está afectado por la compañía del manganeso.-

Para finalizar se indica la conveniencia de estudiar la solubilidad de la Ag con los minerales de profundidad de la mina, ya existen casos, en los que los factores que inhiben al mencionado elemento desaparecen a medida que avanzan a profundidad el yacimiento.-

Al mismo tiempo se hace notar la necesidad de efectuar estimaciones colorimétricas tanto del oro, como de la plata, por considerarlos métodos de gran valor práctico para establecimientos de la naturaleza de Agua Tapada.-

BIBLIOGRAFIA

Ing. Ramon Ruiz Bates.- Aprovechamiento del mineral de Oro y Manganeso de Farellon Negro.-

Taggart.- Handbook of Mineral Dressing

Richards.- Mineral Dressing.-

Gaudin.- Flotation

Hamilton.- Manual of Cyanidation

Dorr and Bosqui.- Cyanidation and Concentration of Gold and Silver ores.-

America Cyanamid Co.- Chemistry of Cyanidation

Hofman.- Metalurgia.-

31 de Agosto de 1956.-



Ing. Juan Yañez