

Importancia del cianuro en la  
cinética y recuperación de oro

Value of cyanide in kinetic and  
gold recovery

Barrionuevo, G.A.  
Vega, D.H.

---

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



## RESUMEN

Se ha investigado el comportamiento del cianuro en la disolución de oro, para ver la influencia de la concentración de cianuro en la cinética y en la recuperación, tanto en la solución aglomerante como en la lixivante; y de esta forma optimizar el cianuro que se utiliza en la planta industrial para disminuir su consumo. Para la realización de este trabajo se tomaron muestras de mineral, realizándose ensayos en columnas a escala de laboratorio. El mineral que se ensayó presenta oro en cuarzo y también tiene plata. La presencia de sulfuros y de oro grueso es muy escasa. La ley de oro fue 1,3 g/t, solo se evaluó la cinética y la recuperación de oro en los ensayos.

La aglomeración se llevó al 10% de humedad y se hizo con cal, y cianuro a diferentes concentraciones. La solución lixivante tuvo una concentración de cianuro variable de 500 a 800 ppm y la tasa de riego fue de 13 l/m<sup>2</sup>xh. La granulometría fue de -7/16”.

Se ha encontrado que aglomerando con una concentración de 12500 ppm (NaCN) se obtenía una mejor cinética.

En general se tuvo una recuperación de oro, de alrededor de 80% y la cinética variaba cuando la concentración de cianuro, sobre todo en la aglomeración, se disminuía. Inclusive en una columna se lixivió sin aglomerar, y se llegó a recuperar el 79,8% de oro, pero se demoró 2 días más en alcanzar dicha recuperación.

En todos los ensayos las recuperaciones alcanzadas fueron muy similares, pero el tiempo en alcanzar las mismas fue diferente debido a las distintas cinéticas.

**Palabras clave:** cianuro, lixiviación y cinética.

## ABSTRACT

The behavior of the cyanide in the gold solution has been tested to see the influence of the cyanide concentration on the kinetics and recovery, both in the binder solution and in the leaching; and in this way, optimize the cyanide that is used in the industrial plant to reduce the consumption of it. In order to carry out this work, samples of ore were taken, carrying out tests in columns at laboratory scale to evaluate gold recovery and kinetics. The mineral tested has gold in

quartz and also has silver. The presence of sulphides and coarse gold is very scarce. The chemical assay was  $1.3 \text{ g t}^{-1} \text{ Au}$ , only kinetics and gold recovery were assessed in trials.

The agglomeration was brought to 10% humidity and made with lime, and cyanide at different concentrations, the leaching solution has a variable cyanide concentration of 500 to 800 ppm and the irrigation rate was  $13 \text{ l / m}^2 \times \text{h}$ . The granulometry was  $-7/16 \text{ ''}$ .

It has been found that agglomerating at a concentration of 12500 ppm (NaCN) gave better kinetics.

In general there was a recovery of gold, around 80%. The one that varied most was the kinetics when the concentration of cyanide, especially in the agglomeration, decreased. Even in one column it leached without agglomeration, and 79.8% of gold was recovered, however it took 2 more days to reach that recovery.

**Keywords:** cyanide, leaching, kinetic.

## INTRODUCCIÓN

La lixiviación consiste en efectuar la disolución total o parcial de un sólido. En caso de la cianuración [1] una de las formas es percolación de pilas construida con mineral de baja ley.

Si bien la lixiviación es un proceso electroquímico, para acelerar y mejorar su cinética se aplican métodos de intervención externa, para acelerar el rendimiento cinético de dicho proceso, una de las formas es a través de la aglomeración.

Adicionalmente durante el aglomerado se agrega solución cianurada, para aprovechar el curado, durante el cual se comienza el proceso de lixiviación.

Una vez formada la pila de lixiviación la misma debe conservar las propiedades de alta permeabilidad líquida y gaseosa, correspondiente al producto poroso formado durante la aglomeración [2, 3].

A partir de aquí es que comienza la lixiviación, mediante riego por goteo o aspersión.

En Farallón Negro con cierta frecuencia se presenta la situación que se explica a continuación y que motiva este trabajo.

Farallón Negro cuenta con una planta de trituración de mineral que alimenta a las pilas de lixiviación con una capacidad de 700 t/d [1]. El total de la producción diaria se aglomera con cianuro y se apila para su

posterior lixiviado. El objetivo del trabajo fue estudiar la posibilidad de disminuir la cantidad de cianuro en la aglomeración. También se investigó el comportamiento de la lixiviación sin aglomerar, ya que en ciertas ocasiones, por rotura o mantenimiento del equipo de aglomeración éste queda fuera de servicio. Además, se evaluó que efecto tenía modificar la concentración de cianuro en la solución lixivante.

## **PARTE EXPERIMENTAL**

El trabajo de investigación fue realizado en el Yacimiento Farallón Negro (YMAD). Se realizó en una columna a escala de laboratorio con mineral triturado en la planta industrial. La granulometría del mineral a lixiviar en las columnas es  $-7/16''$ .

La tasa de riego no fue una variable a estudiar, se mantuvo alrededor de  $13 \text{ l/m}^2\text{xh}$ . Y la razón de lixiviación que se pretendía alcanzar era de  $3 \text{ m}^3/\text{t}$  [4].

La tasa de riego del ensayo N° 3 fue  $5 \text{ l/m}^2\text{xh}$ , debido que fue el primer ensayo con mineral sin aglomerar y podía presentar inundación. Pero al observar en los primeros cinco días que la columna no presentaba signo de inundación se subió la tasa a  $7 \text{ l/m}^2\text{xh}$ . Posteriormente la tasa se elevó a  $13 \text{ l/m}^2\text{xh}$ , que era la tasa estándar para todos los ensayos, finalmente se llevó a  $15 \text{ l/m}^2\text{xh}$  para alcanzar una razón de lixiviación, aproximadamente, de  $3 \text{ kg/l}$ .

Variabes medidas en los ensayos:

- % Humedad del mineral
- % Saturación
- Tasa de riego
- Razón de lixiviación
- Concentración de la solución lixivante
- Concentración de la solución aglomerante
- Humedad del aglomerado al 10%
- Humedad retenida

Los ensayos se hicieron en columnas con una altura de 2 m y un diámetro de 20 cm.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Tabla 1 se presenta un resumen de los resultados obtenidos con las diferentes condiciones de lixiviación. Las Figuras 1, 2 y 3,

muestran las curvas de recuperación de oro vs. tiempo para los ensayos realizados.

Para resaltar, podemos indicar al ensayo 1 (Tabla 1), como el de mayor cinética y recuperación, mientras que los ensayos 8 y 9, son sin y con aglomeración [5], respectivamente, y alcanzan la misma razón de lixiviación con 3 días de diferencia. Esto nos indica como favorece la aglomeración en la velocidad de percolación de la solución rica.

Tabla 1. Cuadro comparativo de variables utilizadas.

Ensayos	Cuadro comparativo de todas las variables utilizadas								Colas	Ley de Alimenta	Ley recalcul.
	Ppm CN Aglomerado	Ppm CN sol. Lixivante	Recuperación	Razon Lixiv	Tasa de riego	Dias lixivia.	Aglomerada				
							Si	No			
1	12.500 ppm	500 ppm	83.30%	3.04	10.7	25	X		0.25	1.3	1.5
2	8.000 ppm	500 ppm	81%	3.11	11.02	25	X		0.3	1.3	1.57
3	0 ppm	500 ppm	80%	3.31	15.3	25		X	0.35	1.3	1.73
4	8.000 ppm	500 ppm	76%	3.08	12.6	24	X		0.5	2.2	2.1
5	0 ppm	500 ppm	73%	2.73	12.75	24		X	0.6	2.2	2.26
6	0 ppm	800 ppm	80%	2.93	13.7	24		X	0.55	2.2	2.76
7	0 ppm	500 ppm	74%	3.24	13.2	24		X	0.6	2.02	2.33
8	0 ppm	2000 ppm	80%	2.8	13	24		X	0.57	2.02	2.74
9	0 ppm	2000 ppm	80%	2.7	12.5	21	X		0.47	2.02	2.27

Nota: Unidades: Razón de lixiviación en [kg/l]; Tasa de riego en [l/m<sup>2</sup>·h]; Leyes de oro en colas, alimentación y recalculada en [g/t].

En la Figura 1, se puede observar una cinética más lenta del ensayo 3 con respecto a los otros dos, debido que la muestra no fue aglomerada.

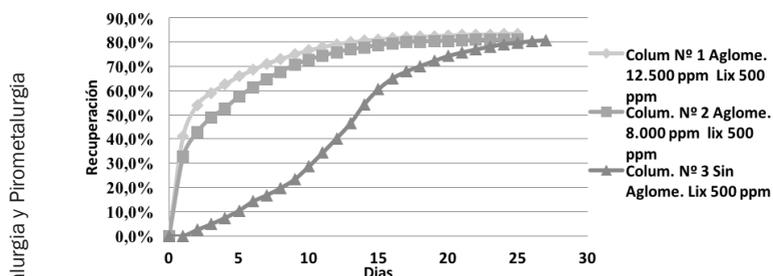


Figura 1. Recuperación de oro vs. tiempo. Ensayos 1, 2 y 3.

La falta de aglomeración en las columnas 2 y 3 (ensayos 5 y 6) muestra una demora en la cinética en los primeros dos días, pero se ve que la recuperación final es muy similar (Figura 2). Pero al observar las dos curvas que presentan un mineral sin aglomerar, con diferente concentración de cianuro en la solución lixiviante se ve que la de mayor concentración tiene mayor cinética.

En la Figura 3, se puede verificar que el aglomerado ayuda a la percolación de la solución rica, y la concentración de cianuro en la solución lixiviante influye en la cinética.

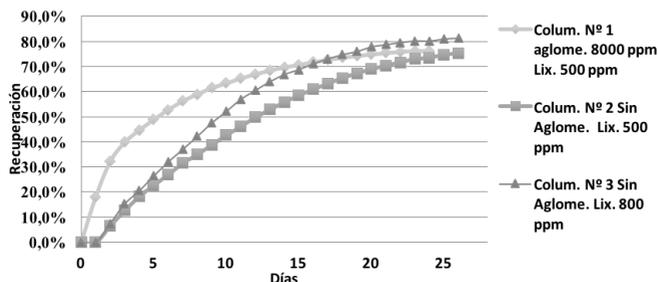


Figura 2. Recuperación de oro vs. tiempo. Ensayos 4, 5 y 6.

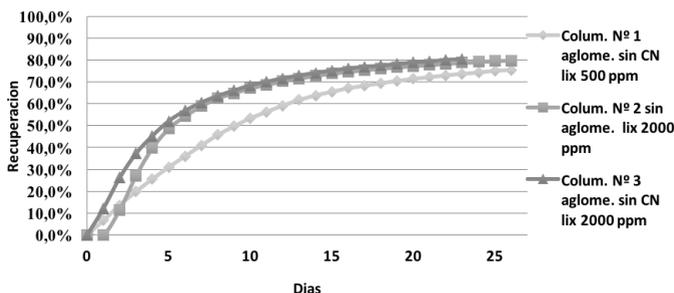


Figura 3. Recuperación de oro vs. tiempo. Ensayos 7, 8 y 9.

## CONCLUSIONES

En el trabajo de investigación se estudió la influencia del cianuro en la lixiviación de oro.

– Se puede ver que la mejor cinética y recuperación se obtiene aglomerando con 12500 ppm de cianuro y lixiviando con una solución de 500 ppm.

– Cuando se lixivía sin aglomerar se obtiene una cinética más lenta, pero en cuanto a la recuperación final, para igual razón de lixiviación, son muy similares.

– En caso de aglomerar sin cianuro tenemos una cinética intermedia entre aglomerado con cianuro y sin aglomerar. Podemos decir que la aglomeración ayuda en la cinética, debido a que la percolación de solución rica es más rápida.

– Estos resultados nos muestran que operativamente se podría trabajar, eventualmente, sin el equipo de aglomeración (por reparaciones, mantenimiento; etc). Con una cinética más lenta, la producción de fino disminuye, pero se puede tener una regularidad en el aporte de fino a planta por parte de las playas, hasta que se normalice la situación del equipo de aglomeración. Esta regularidad, es más favorable para la operación de la planta convencional, que si se detuviera la lixiviación hasta que se repare el equipo de aglomeración.

– Otra lectura que se puede ver en los ensayos es la disminución en la cantidad de cianuro por tonelada. Ya que aglomerando con 8000 ppm de cianuro en la solución aglomerante, se obtiene una cinética muy similar a la que se tiene con 12000 ppm de cianuro.

## BIBLIOGRAFÍA

1. E. M. Domic. “Hidrometalurgia. Fundamentos, procesos y aplicaciones”. 2001.
2. G. A. Barrionuevo. “Aplicación del Peróxido de Hidrogeno en Pilas de Lixiviación de Oro”. Tesis de Mestría (UNSJ). 2002.
3. J.A. Manrique Martínez. “Manejo de Pilas de Lixiviación de Oro en Minera Yanacocha”. Tesis. Lima-Perú. 2005.
4. R.A. Guerrero Escate. “Aplicación de la cianuración dinámica en la recuperación del oro para disminuir el tiempo y la cantidad de reactivos empleados en el proceso”. Tesis. Nasca-Perú. 2011.
5. C. Mamani. “Lixiviación de tamaño  $- 3/4$ +7/16” para proporcionar continuidad operativa en la extracción de metales útiles”. Tesis. 2009.