

ANEXO 1

CALCULOS PARA % DE SÓLIDOS EN ENSAYO DE SEDIMENTACIÓN

Calculo de la densidad aparente (ρ)

$$\rho = \frac{W_1 - W_2}{W_3 + W_1 - W_2 - W_4} * \rho_l \quad (1)$$

Donde:

ρ : densidad aparente del mineral (g/cm^3)

ρ_l : densidad del agua (g/cm^3)

W_1 : peso picnómetro + mineral (g)

W_2 : peso picnómetro (g)

W_3 : peso picnómetro + agua (g)

W_4 : peso picnómetro + agua + mineral (g)

$$\text{de (1)} \quad \rho = \frac{24,6g - 24,1g}{49,6g + 21,6g - 24,1g - 49,8g} * 1 \text{ g}/\text{cm}^3 = 1,66 \text{ g}/\text{cm}^3$$

Calculo de masa a agregar para alcanzar un porcentaje de sólidos (%S) de: 20%, 30%, y 40%.

$$\%S = \frac{m_s}{m_{pulpa}} = \frac{m_s}{m_s + m_l} \quad (2)$$

Donde:

m_s : masa del sólido (mineral)

m_{pulpa} : masa de la pulpa (mineral + agua)

m_l : masa del líquido (agua)

Para 20% de sólidos: se toman 100 g de mineral (base de cálculo), y se calcula la masa y el volumen del líquido.

$$\text{de (2)} \quad 0,20 = \frac{100g}{100g + m_l}$$

$$m_l = \frac{100g - 20g}{0,20} = 400g$$

Teniendo en cuenta el valor de la densidad del agua, se tiene que:

$$m_l = V_l \quad (3)$$

$$\text{de (3)} \quad 400g = 400cm^3$$

Ahora bien, para calcular el volumen del sólido y de la pulpa, se tiene:

$$V_s = \frac{m_s}{\rho_s} \quad (4)$$

$$V_p = V_s + V_l \quad (5)$$

$$\text{de (4)} \quad V_s = \frac{100g}{1,66 \text{ g/cm}^3} = 60,24 \text{ cm}^3$$

$$\text{de (4) y (5) } V_p = 60,24 + 400 = 460,24 \text{ cm}^3$$

Es decir, para obtener un %S = 20, se necesita adicionar 400 cm³ de agua y 100g de mineral.

Para encontrar la masa de mineral requerida en 1000 cm³ de pulpa, con un 20% de sólidos, se recurre a una regla de tres, que arroja la siguiente ecuación.

$$m_s (20\%) \text{ en } 1000\text{cm}^3 = \frac{1000\text{cm}^3 \cdot m_s}{V_p} \quad (6)$$

$$m_s (20\%) \text{ en } 1000\text{cm}^3 = \frac{1000\text{cm}^3 \cdot 100\text{g}}{460,24 \text{ cm}^3} = 217,28 \text{ g}$$

El proceso es análogo para los porcentajes de pulpa de 30% y 40%. La masa de líquido para el 30% se obtiene como sigue.

$$\text{de (2) } m_l = \frac{100\text{g} - 30}{0,30} = 233,33 \text{ g}$$

$$\text{de (3) } V_l = 233,33 \text{ cm}^3$$

$$V_p = 233,33 + 60,24 = 293,57 \text{ cm}^3$$

Es decir, para obtener un %S = 30, se necesita adicionar 233,33 cm³ de agua y 100g de mineral.

Aplicando la misma relación para obtener una pulpa de 1000 cm³, con un porcentaje de sólidos de 30%, se obtiene una masa de sólidos de:

$$m_{s(30\%)} \text{ en } 1000\text{cm}^3 = 340,63 \text{ g}$$

La masa de líquido para el 40% se obtiene como sigue.

$$m_l = \frac{100 - 40}{0,40} = 150 \text{ g}$$

$$V_l = 150 \text{ cm}^3$$

$$V_p = 150 + 60,24 = 210,24 \text{ cm}^3$$

Es decir, para obtener un %S = 45, se necesita añadir a la pulpa, 150 cm³ de agua, mas, 60,24 g de mineral.

Igualmente, para un porcentaje de sólidos del 40%, en 1000 cm³, se obtiene una masa de sólidos de:

$$m_{s(40\%)} \text{ en } 1000\text{cm}^3 = 475,65 \text{ g}$$

30% EN SÓLIDOS PARA PRUEBA DE CIANURACIÓN

En principio se encuentra que el %S adecuado de los 3 anteriormente estudiados para utilizar en la solución cianurada es de 30%, en 1 litro de agua. Es decir, la cantidad de mineral que se adicionó fue de:

$$\text{de (2) } m_{s.CN(30\%)} = \%S (m_{s.CN(30\%)} + 1000\text{cm}^3) \quad (7)$$

Donde:

$m_{s.CN(30\%)}$: masa del sólido utilizada en cianuración con %S = 30%.

$$\text{de(7) } m_{s.CN(30\%)} - 0,3m_{s.CN(30\%)} = 300 \text{ cm}^3$$

$$m_{s.CN(30\%)} = 428,57 \text{ g}$$

Sin embargo, la precipitación con 428,57 g de mineral, sigue tardando bastante tiempo y a través de la experimentación (bajando gradualmente la masa de mineral), se logra encontrar un porcentaje más óptimo de sedimentación para el proceso de cianuración.

Se encuentra una mejor velocidad de sedimentación con 400 g de mineral, en un litro de agua. El %S perteneciente a esta cantidad se calcula a partir de la ecuación (2).

$$\%S = \frac{400g}{400g + 1000g} = 28,6\%$$

CÁLCULOS DEL PORCENTAJE DE RECUPERACIÓN

En cuanto al cálculos realizados para pre-ensayos y ensayos de cianuración

Se lixiviaron 400g de mineral, a los cuales se les realiza el calculo de la cantidad de Au presente en la muestra a partir del tenor de oro. Se usó la siguiente relación.

En 20 g de mineral hay 0,00034 g Au, entonces en 400g hay:

$$0,0068g \text{ Au} = 6,8 \text{ mg}$$

Volumen de Solución: 1L

Concentraciones de NaCN: 0,5g/L y 1g/L

Concentración de Au presente en solución inicial (ppm): 1mg/L = 1ppm, entonces, se obtiene que: 6,8 mg/L = 6,8 ppm.

Teniendo en cuenta las recuperaciones de Au reportadas por la absorción atómica (tabla 1) en la siguiente tabla, se calculó el % de recuperación de Au para los pre-ensayos.

TABLA 1. CONCENTRACIÓN DE ORO EN SOLUCIONES CIANURADAS

Muestra	Au (ppm)
0,5 g/L - 3h	0,2603
1 g/L - 3h	3,0025
0,5 g/L - 7h	2,5114

Calculo del Au no recuperado (tenor de Au en solución)

$$Au_{\text{no recuperado a } 3h \left(\frac{0,5g}{L}\right)} = 6,8 \text{ ppm} - 0,0260 \text{ ppm}$$

$$Au_{\text{no recuperado a } 3h \left(\frac{0,5g}{L}\right)} = 6,774 \text{ ppm}$$

$$Au_{\text{no recuperado a } 3h(\frac{1g}{L})} = 3,798 \text{ ppm}$$

$$Au_{\text{no recuperado a } 7h(\frac{0,5g}{L})} = 4,289 \text{ ppm}$$

Con estos valores logra calcular el % de recuperación.

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{\text{Tenor Au de cabeza} - \text{Tenor Au en Solución}}{\text{Tenor Au de cabeza}} * 100$$

Para 0,5g/L a 3h

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{6,8 \text{ ppm} - 6,774 \text{ ppm}}{6,8 \text{ ppm}} * 100 = 3,828$$

Para 0,5g/L a 7h

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{6,8 \text{ ppm} - 4,289 \text{ ppm}}{6,8 \text{ ppm}} * 100 = 36,932$$

Para 1g/L a 3h

$$\% \text{ Recuperación} = \frac{6,8 \text{ ppm} - 3,798 \text{ ppm}}{6,8 \text{ ppm}} * 100 = 44,154$$

Los cálculos para obtener los porcentajes de recuperación de los 12 ensayos de cianuración, se realizan de manera análoga a este procedimiento. Sus resultados se observan en la tabla XX.