

Análisis físico-químicos y ensayos metalúrgicos
de la muestra del mineral
denominado “Santa Filomena”

por
Ernesto de la Torre

Quito, junio del 2001

1. – Introducción.

Por solicitud de la empresa SERVIGEMAB, el Departamento de Metalurgia Extractiva (DEMEX) ha realizado análisis físico-químicos y ensayos metalúrgicos de la muestra del mineral denominado “Santa Filomena”, con el fin de establecer el comportamiento del mineral a diferentes procesos de cianuración agitada, cianuración por percolación en columna, molienda, concentración gravimétrica en mesa, amalgamación. En este informe se presentan los resultados de los análisis y ensayos realizados.

2. – Muestras.

El DEMEX recibió una muestra sólida, registrada con la Referencia No. 2183, con un peso total de 88 Kg. La muestra que llegó seca, fue homogeneizada y cuarteada en fracciones de 2 Kg. Adicionalmente se recibió de la misma mineralización una muestra en roca de 250 g. para la realización de un estudio mineralógico.

3. - Caracterización del mineral.

En muestras representativas del mineral, se realizaron los siguientes análisis y ensayos: análisis físicos, análisis químicos globales, análisis mineralógico (muestra en roca), análisis granulométrico, estandarización de curva de molienda, concentración gravimétrica en mesa, determinación de oro amalgamable, cianuración agitada con y sin deslamado, percolación en columna con deslamado previo, pruebas de sedimentación con y sin floculante.

3.1. Metodología de análisis y resultados

3.1.1. Análisis químicos, mineralógicos y físicos.

➤ Resultados de análisis químico

Los análisis químicos se realizan utilizando la técnica de ensayo al fuego para los metales preciosos, disgregación ácida en microondas para el resto de elementos y lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla No. 1.

Tabla No. 1 Análisis químico de la muestra original

Elemento	Contenido
Fe	8.5 %
Al	3.0 %
K	0.4 %
Cu	0.3 %
Mg	0.09 %
Sb	< 0.1 %
As	0.01 %
Au	77 g/t
Ag	11 g/t

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede observar que el mineral contiene, hierro y aluminio en mayor cantidad, el resto de elementos analizados se encuentran en cantidades menores. El contenido de oro es elevado.

➤ **pH**

Para una pulpa al 33 % de sólidos, pH = 8.0

➤ **Análisis Mineralógico**

El análisis mineralógico se realizó por observación macroscópica directa de una muestra en roca, se utilizó un microscopio estereoscópico Olympus, con un objetivo 1X (10 aumentos). Los resultados obtenidos son los siguientes:

Peso de muestra en roca analizado 250 g.

Tamaño de rocas: de 3 a 0.3 cm

Tabla No. 2 Análisis mineralógico de la muestra original

Mineral	Color	Morfología	Tamaño de grano (mm)
Cuarzo	Blanco, transparente, rosado, gris.	Cristales y agregados granulosos y masivos	2 - 8
Pirita	Amarillo	Granos finos diseminados	1
Esfalerita	Café negruzco	Granos finos y agregados masivos	2 – 5
Calcopirita	Amarillo dorado	Granos y laminas	0,1
Covelita	Celeste – azulado	Granos finos	< 1
Hematita	Rojo, café-rojizo, negruzco	Amplias zonas terrosas, Agregados granulosos	Zonas de 10 granos < 1
Limonita	Café negruzco	Agregados fibrosos y masivos, estalactitas	1 – 5
Goethita	Plateada negruzca	Ramificaciones	1-3
Micas	Blanco brillante	Laminas pequeñas	< 1
Sulfatos de Fe y Cu	Celeste verdoso	Agregados masivos y granulosos	1 - 6
Óxidos de Cu	Azules	Granos finos	2
Arcillas	Amarillo claro	Material muy fino	--
Oro	Amarillo intenso	Granos finos	hasta 0,5

La fase mineralógica presente en mayor cantidad es el cuarzo, los sulfuros constituyen una fase menor, entre estos se encuentran la pirita, la esfalerita, la calcopirita, la covelita. El mineral posee una cantidad importante de óxidos de hierro (hematita, limonita, goethita) a los cuales se encuentra asociado el metal precioso. Se observaron dos granos de oro en la muestra analizada (0,1 y 0,5 mm.).

Cabe señalar además que la muestra posee alto contenido de material extremadamente fino (arcillas), que en el caso de la muestra analizada, cubre toda la superficie de las rocas.

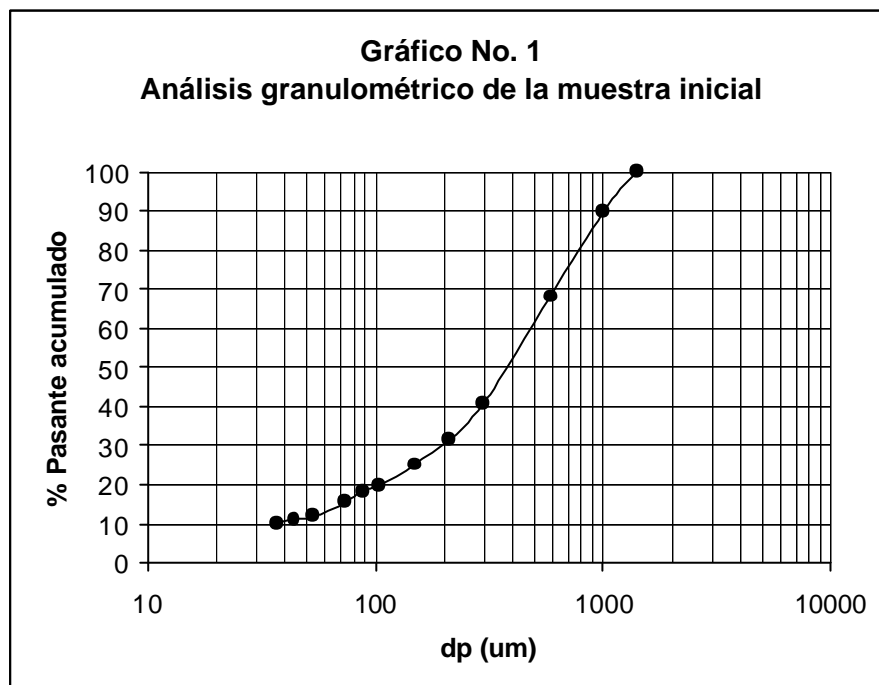
➤ **Densidad real y densidad aparente**

Densidad real = 2.72 g/cm^3

Densidad aparente = 1.48 g/cm^3

➤ **Análisis granulométrico del mineral inicial.**

- Se realiza el análisis granulométrico de la muestra inicial y se determina que tiene un $d_{80} = 790 \text{ }\mu\text{m}$, como se puede observar en el gráfico No.1. Los detalles del ensayo se encuentran en la Ficha técnica No.1.



➤ **Calibración de la molienda en bolas.**

- Se realiza el análisis granulométrico de diferentes muestras molidas en molino de bolas Batch de laboratorio DENVER (12" x 5"), empleando diferentes tiempos para la molienda (Fichas técnicas No.2 a No.6).

Las condiciones experimentales empleadas son las siguientes:

- 2 Kg de mineral
- 10 Kg de bolas
- 1.2 litros de agua
- tiempos de molienda: 15, 20, 30, 40, 60 minutos.

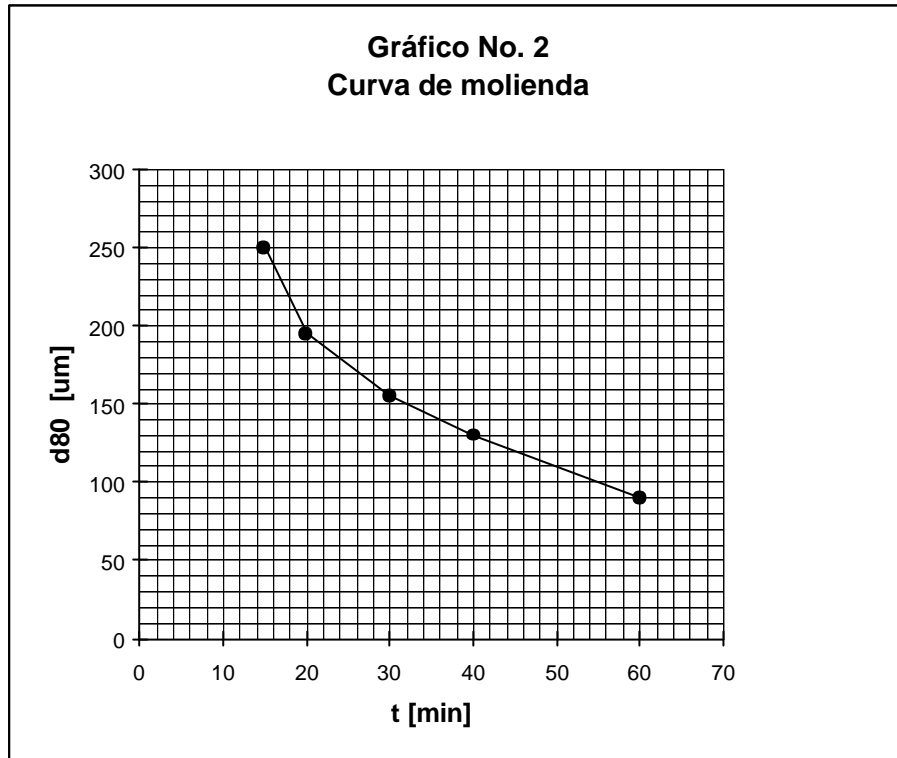
Los resultados de d_{80} obtenidos se encuentran en la tabla No. 3

Tabla No. 3 Valores de d_{80} (μm)

Tiempo de molienda (min.)	d_{80} (μm)
15	250
20	195
30	155
40	130
60	90

Empleando los valores de la tabla No. 3 se elabora una curva de molienda (Gráfico No.2), en base a la cual se determina el tiempo de molienda necesario, a las condiciones especificadas, para obtener un producto con d_{80} correspondiente a los valores de malla No. 80 y No. 150, los resultados son los siguientes:

- Para obtener un producto con $d_{80} = 177 \mu\text{m}$. (malla No.80) el mineral se debe moler 22.5 minutos.
- Para obtener un producto con $d_{80} = 106 \mu\text{m}$ (malla No.150) el mineral se debe moler 52.5 minutos.



- **Análisis químico de oro de las fracciones granulométricas inferior y superior a 400 mallas (38 mm) del mineral molido a malla 80 ($d_{80}=177\mu\text{m}$) y malla 150 ($d_{80}=106\mu\text{m}$)**

El contenido de oro en las fracciones superior e inferior a la malla No. 400 son los siguientes:

Tabla No. 4 Contenido de oro en fracciones + 400 mallas y - 400 mallas

Mineral molido a	Muestra inicial	Fracción de tamaño superior a la malla No. 400 (+ 38µm)			Fracción de tamaño inferior a la malla No. 400 (- 38µm)		
		% Peso	Contenido oro (g/t)	% Recup. oro	% Peso	Contenido oro (g/t)	% Recup. oro
d_{80} (µm)	Contenido oro (g/t)						
177	71,1	69,5	60,9	59,5	30,5	94,5	40,5
106	74,6	51,3	58,8	40,4	48,7	91,2	59,6

De acuerdo a los resultados de la tabla No. 4, se puede observar que el mineral contiene un porcentaje elevado de finos (inferior a 38 μm) después de la molienda, esto es 30,5 % en peso para el mineral molido a $d_{80} = 177 \mu\text{m}$ y 48,7 % en peso para el mineral molido a $d_{80}=106 \mu\text{m}$.

Cuando el mineral posee un $d_{80} = 177 \mu\text{m}$, la fracción superior a 38 μm . contiene el 59,5% del oro presente, mientras que para un $d_{80} = 106 \mu\text{m}$. la fracción superior a 38 μm . posee el 40,4 % del metal precioso.

3.1.2. Concentración gravimétrica en mesa y determinación de oro amalgamable

Con el fin de evaluar el comportamiento del mineral en los procesos de concentración gravimétrica, se realizaron ensayos en una mesa de rifles, considerando dos tiempos de molienda previa para el mineral: 22,5 min. ($d_{80}=177 \mu\text{m}$) y 52,5 min. ($d_{80}=106 \mu\text{m}$). Se analizaron las fracciones obtenidas de oro y plata por ensayo al fuego y se evaluaron las recuperaciones correspondientes.

Los ensayos se realizaron en una mesa Wilfley marca Denver, modelo 13A de laboratorio. Las condiciones experimentales y resultados se indican en las fichas técnicas No. 7 y No.8. Se han considerado alimentaciones de 2 Kg. de mineral con un caudal másico que varia entre 0,3 a 0,4 kg/min, utilizando de 9 a 10 litros de agua por minuto.

Un resumen de los resultados obtenidos se presenta a continuación.

Tabla No. 5 Resultados de concentración gravimétrica en mesa para oro

Ensayo No.	Tiempo molido min.	d_{80} μm	Alimentación Kg/min	Concentrado		Mixto		Arena		Fino	
				%Rec Au	g/t Au	%Rec Au	g/t Au	%Rec Au	g/ton Au	%Rec Au	g/t Au
1	22,5	177	0,4	27,0	1500	8,7	60,0	19,8	40,0	44,5	65,0
2	52,5	106	0,33	22,8	1724	6,0	68,4	13,7	36,5	57,4	65,0

Tabla No.6 Resultados de concentración gravimétrica en mesa para plata

Ensayo	Tiempo molido	d ₈₀	Alimentación	Concentrado		Mixto		Arena		Fino	
				%Rec Ag	g/ton Ag	%Rec Ag	g/ton Ag	%Rec Ag	g/ton Ag	%Rec Ag	g/ton Ag
1	22,5	177	0,4	25,8	220	8,7	9,2	19,9	6,2	45,5	10,5
2	52,5	106	0,33	25,3	294	5,9	10,3	12,5	5,1	22,4	9,8

La concentración gravimétrica en mesa permite obtener fracciones claramente definidas (concentrado, mixto, arenas y finos) con características mineralógicas granulométricas específicas. El concentrado formado principalmente por sulfuros, el mixto constituido por óxidos y algo de sulfuros, la arena y fino conteniendo la ganga, además de sulfuros y óxidos muy finos.

Utilizando este proceso se logra recuperar un máximo de 22,8 a 27 % de oro en el concentrado, con leyes elevadas de 1724 a 1500 g/t del metal precioso. Se recupera del 28,8 al 35,7 % en la fracción de concentrado + mixto. La fracción de arenas y finos contiene el porcentaje más elevado de oro (64,3 al 71,2 %).

Para el caso de la plata, se logra una recuperación máxima del 25 % en la fracción de concentrado.

3.1.3. Determinación de oro amalgamable

Para la determinación de oro amalgamable se realizan ensayos de concentración gravimétrica en mesa y se efectúa la amalgamación de la fracción de concentrado. El ensayo se realiza en batea (plátón) con el concentrado, la adición de 2 g. de mercurio y 0.2 g. de NaOH durante un período de 30 min.

El tratamiento de la amalgama se realiza en tubo de ensayo con adición de 5 ml de ácido nítrico y con 5 ml de agua destilada, se calienta en baño maría a una temperatura de 80 °C. durante un período de 20 min., se obtiene como producto una “esponja” de oro.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla No. 7 Resultados de determinación de oro amalgamable del concentrado

Ensayo	Tiempo molienda	d₈₀	Oro obtenido	Contenido de oro	Recuper. de oro	Oro amalgamable
No.	min.	μm	g	g/t	%	g/t
1	22,5	177	0,02612	13,06	87,0	11,36
2	52,5	106	0,0217	10,85	86,8	9,42

Por amalgamación se obtiene alrededor del 87% del oro presente en el concentrado, es decir el mineral posee del 9,42 al 11,36 g/t de oro amalgamable en función de la granulometría obtenida en la molienda.

3.1.4. Determinación de la granulometría de una fracción de oro

Utilizando la fracción de oro obtenido a partir del concentrado de mesa Wilfley para malla No. 80, se realizó la determinación de la granulometría del metal precioso. Para esto se empleó el Microscopio Leica a luz reflejada, se emplearon lentes de 100 aumentos (10X) y de 200 aumentos (20X) además de una escala comparativa para establecer el tamaño de los granos de oro.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Peso de la muestra analizada: 0,0260 g.

Tabla No. 8 Granulometría de una fracción de oro

Malla No.	Abertura de malla mm.	% volumétrico aproximado
- 20 + 40	- 840 + 420	2
- 40 + 50	- 420 + 297	40
- 50 + 70	- 297 + 210	30
- 70 + 80	- 210 + 177	10
- 80 + 100	- 177 + 149	4
- 100 + 140	- 149 + 105	6
- 140 + 170	- 150 + 88	3
- 170 + 250	- 88 + 62	2
- 250 + 325	- 62 + 44	1.5
- 325 + 400	- 44 + 38	1
- 400	< 38	0.5

El oro recuperado del concentrado gravimétrico, presenta el 70 % de sus granos en un tamaño comprendido entre 420 a 210 μm . es decir presentan granulometría relativamente gruesa, por tanto el proceso de disolución de éstos granos durante la cianuración será lento.

3.1.5. Cianuración agitada

Se realizaron 4 ensayos de cianuración agitada, sin deslamado y con deslamado previo (eliminación de la fracción inferior a 38 μm por lavado), tanto para el mineral molido a malla No.80 ($d_{80} = 177 \mu\text{m}$) como para el mineral a malla No. 150 ($d_{80} = 106 \mu\text{m}$), (Fichas técnicas No. 9 a No. 12).

La metodología experimental empleada es la siguiente:

1. Pesar 2 Kg de mineral y moler en molino de bolas durante 22,5 min. o 52,5 min. de acuerdo al producto que se desee obtener,(malla No. 80 o malla No. 150).

2. Colocar 1 Kg del mineral molido en el reactor de agitación y adicionar la cantidad de agua necesaria para completar 2 litros, es decir, para trabajar a 33% de sólidos.
3. Registrar el peso del recipiente con pulpa
4. Determinar el pH inicial de la pulpa.
5. Ir adicionando la cal necesaria para tener un pH de 10.5. Registrar la cantidad de cal adicionada.
6. Dejar la pulpa en agitación por lo menos 30 minutos, hasta que el pH se estabilice registrar el valor del pH de trabajo.
7. Adicionar la cantidad de cianuro de sodio necesaria, la concentración de cianuro de sodio utilizada es de 1 g/l. y se mantendrá constante esta concentración durante toda la experimentación.
8. Realizar controles periódicos de la concentración de cianuro, cal libre y pH. Adicionar la cantidad necesaria de cianuro de sodio para que la concentración inicial permanezca constante. Adicionar cal, si hay deficiencia de esta, o el pH desciende de 10.5. Tomar una muestra de 10 ml para análisis de cinética de oro. Reponer el volumen de solución manteniendo constante el peso de la pulpa.
9. El control de la cinética del proceso se realiza a los siguientes tiempos: 0.5, 1, 2, 4, 8 y 24 horas.
10. Una vez concluida la prueba, filtrar la pulpa en filtro a presión. Recoger la solución, determinar el volumen y tomar una muestra para análisis de oro. Esta primera solución corresponde a la “solución fuerte” en el balance metalúrgico.
11. Lavar la torta, adicionando 1 litro de agua al filtro, y filtrándolo al vacío. Recoger la solución, determinar el volumen y tomar una muestra para análisis de oro. Esta solución corresponde a la “solución de lavado” en el balance metalúrgico.
12. Secar la torta, pesar y homogeneizar. Tomar una muestra por cuarteo para el análisis de oro en el relave, por ensayo al fuego. Con estos datos, se realiza el balance metalúrgico.

Tabla No. 9 Resultados obtenidos por cianuración agitada

Ensayo	d ₈₀	Deslamado previo	Tiempo Ensayo	Recuperación Au solución.	Contenido Au en el Relave	Consumo CNNa	Consumo cal
No.	μm		horas	%	g/t	Kg/t	Kg/t
1	177	NO	48	80,3	14,1	2,45	1,0
2	106	NO	48	84,1	11,8	5,59	0,88
3	177	SI	24	69,9	21,3	0,40	0,58
4	106	SI	24	71,2	20,4	0,40	0,55

En el caso de los ensayos No. 1 y No. 2, después de 48 horas de proceso, se alcanza una recuperación máxima de 84,1 % de oro en solución, pero el consumo de cianuro de sodio es elevado (5,59 Kg/t). Durante el proceso la presencia de mineral fino dificultó sensiblemente la toma de muestras para análisis de cinética y control de concentraciones de cianuro, por tanto se realizan ensayos deslamando la fracción inferior a 38 μm del producto molido.

Es muy importante resaltar que a las 24 horas de cianuración la recuperación de oro en solución en los ensayos 1 y 2 es de 58,9% y de 56,5% respectivamente. (Ver Fichas técnicas No. 9 y No. 10)

En el caso de los ensayos No. 3 y No. 4, el material a cianurar se deslama previamente a malla 400 (38 μm.), la recuperación máxima en 24 horas de proceso es de 71,2%, en este caso se reduce significativamente el consumo de cianuro de sodio a 0,4 kg/t. Se debe resaltar que si se dejaría 48 horas de cianuración en estos ensayos, la recuperación de oro en solución sería similar a los obtenidos para los ensayos No. 1 y 2, debido a la cinética de disolución del oro observada.

3.1.6. Cianuración en columna

Se realizan ensayos de percolación del mineral molido a $d_{80}=177\mu\text{m}$ y $d_{80}=106\mu\text{m}$ sin deslamado a $38\mu\text{m}$, pudiéndose observar el taponamiento de la columna y la suspensión del flujo de salida de la solución, por lo cual los ensayos de cianuración en columna se realizaron con el mineral molido y deslamado a $38\mu\text{m}$.

Se efectuaron dos ensayos de cianuración por percolación en columna, el proceso se realizó durante 30 días, (Fichas técnicas No. 13 y No. 14). La metodología empleada es la siguiente:

1. Moler previamente alrededor de 10 Kg. de mineral a 22,5 min. ($d_{80}=177\mu\text{m}$) y a 52,5 min. ($d_{80}=106\mu\text{m}$) para obtener la granulometría deseada para el ensayo.
2. Deslamar el material molido a malla No. 400 ($38\mu\text{m}$), y secar al ambiente la fracción superior a esta referencia.
3. Pesar entre 5 Kg. de mineral (+ 400 mallas), y colocar en un plástico amplio.
4. Añadir la cantidad de cal necesaria por Kg de material, para tener un pH de 10.5 en la pulpa (determinado previamente en la cianuración agitada).
5. Aglomerar el material con pequeñas cantidades de agua. Para esto se rolea el material a fin de que forme pequeños grumos y se continúa hasta que empiece a mojarse el plástico. Determinar la cantidad de agua adicionada del material.
6. Para el montaje de la columna, colocar en el fondo, un filtro poroso, formado por lana de vidrio y sobre este, alrededor de 3 cm de ripio granítico (material estéril) de $\frac{1}{4}$ ".
7. Cargar la columna, compactándola ligeramente conforme se llena, evitando la segregación del mineral.
8. Medir la altura del lecho
9. Sobre el mineral, colocar un paño, que servirá de distribuidor de la solución en el lecho.
10. Preparar la solución cianurada en cantidad suficiente como para alimentar 30 horas la columna (alrededor de 2 l), de acuerdo a las condiciones de operación determinadas, es decir a concentración de 1 g/l. de cianuro de sodio y a pH de 10,5.

11. Regular la alimentación de la solución en 10 l/h/m^2 , (esto es 0,8 l/día) usando una bomba peristáltica. La percolación en la columna se realiza en un sistema abierto, sin recirculación de la solución.
12. Registrar el tiempo de inicio del goteo.
13. Realizar controles diarios del volumen, concentración de cianuro, cal libre y pH, de las soluciones de entrada y salida de la columna. Recoger la solución de salida. Tomar una muestra de 10 ml para análisis de cinética de oro.
14. Reponer el volumen de solución cianurada de alimentación utilizada y controlar que la concentración de cianuro se mantenga en las condiciones establecidas.
15. Una vez concluida la operación (después de 1 mes de proceso), dejar que drene la columna. Recoger la totalidad de la solución de salida, medir el volumen final acumulado y tomar una muestra para análisis de oro. Esta solución corresponde a la “solución fuerte” en el balance metalúrgico.
16. Lavar la columna con aproximadamente 2 l de agua, con el mismo flujo de percolación usado. Dejar que drene completamente esta solución. Recogerla, medir el volumen total y tomar una muestra para análisis de oro. Esta solución corresponde a la “solución de lavado” en el balance metalúrgico.
17. Medir la altura final del lecho, para determinar el grado de compactación del lecho.
18. Descargar la columna con cuidado, manteniendo la distribución del material en el lecho. Separar el lecho en 3 secciones, correspondientes a las partes superior, media e inferior de la columna. Tomar muestras de cada sección para realizar análisis por separado, a fin de determinar el grado de disolución del oro a través de la columna. Pesar todas las muestras.
19. Homogeneizar bien el material descargado y tomar una muestra representativa para el análisis de oro en el relave. Determinar el peso seco del relave. Con estos datos, completar el balance metalúrgico.

Tabla No. 10 Resultados obtenidos por cianuración en columna fracción + 38 mm

Ensayo	d ₈₀	Tiempo ensayo	Recuperación Au solución.	Contenido Au en el Relave	Consumo CNNa	Consumo Cal	Velocidad percolación
No.	μm	días	%	g/t	Kg/t	Kg/t	l/día
1	177	30	90,9	5,6	4,65	1,73	0,63
2	106	30	87,7	7,3	3,72	1,43	0,50

El ensayo de cianuración por percolación No. 1 presenta el valor más alto de recuperación de oro al final del proceso (90,9 %), adicionalmente la velocidad de percolación es más elevada (0,63 l/día), comparada con la del ensayo de cianuración por percolación No.2, sin embargo el consumo de cianuro es más alto.

La cianuración por percolación de la fracción + 38 μm, es eficiente para recuperar el oro presente, sin embargo considerando los resultados presentados en la tabla No. 4 referentes a la repartición del oro en las fracciones +38 μm y - 38 μm se tendrían los siguientes resultados de recuperación de oro, respecto a la muestra inicial (sin deslamar)

Tabla No. 11 Resultados obtenidos por cianuración en columna respecto a la muestra inicial (sin deslamar)

Ensayo	d ₈₀	Recuperación de oro en la fracción + 38 μm	Recuperación Au solución por percolación	Recuperación de oro respecto a la muestra inicial
No.	μm	%	%	%
1	177	59,5	90,9	54,1
2	106	40,4	87,7	35,4

El proceso de cianuración por percolación es más eficiente cuando el material presenta una granulometría mayor. Las “perdidas” de oro en el material son significativas, debido al alto porcentaje de finos (- 38 μm) que posee la muestra.

3.1.7. Ensayos de Sedimentación

Se realizan ensayos de sedimentación con el mineral molido a malla No. 80 y No. 150 . Se trabaja con dos litros de pulpa en una probeta graduada, midiéndose la altura de la interfase de ‘material grueso’ en función del tiempo. Se trabaja además con dos litros de pulpa a la que se adicionan 200 g/t de Magnafloc 156.

En base a la variación de la interfase se calcula la velocidad de sedimentación en la primera etapa, los detalles del ensayo se encuentran en las fichas técnicas No.16 a No.21. A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Tabla No. 12 Resultados de ensayos de sedimentación

Velocidad de sedimentación en cm/min.	Sin floculante	NTU solución clarificada	Con floculante (200 g/t)	NTU solución clarificada
Malla No. 80 (177 μm)	0.32	607	0.34	1162
Malla No. 150 (106 μm)	0.076	404	0.6	400

La velocidad de sedimentación cuando el material posee $d_{80} = 177 \mu\text{m}$, es de 0,32 cm/min, en este caso la adición del floculante Magnafloc 156 no tiene efecto significativo sobre la velocidad de sedimentación y aún menos sobre el valor de NTU de la solución clarificada. Cuando el material posee $d_{80} = 106 \mu\text{m}$, la adición de floculante aumenta sustancialmente la velocidad de sedimentación de 0,076 a 0,6 cm/min , sin embargo la incidencia sobre el valor del NTU de la solución clarificada prácticamente no es afectado.

4. Conclusiones y recomendaciones

- El mineral tratado puede considerarse como un mineral oxidado de hierro con alto contenido de oro (70 a 77 g/t) y un importante contenido de arcillas que dificultan el procesamiento de la muestra en los ensayos metalúrgicos de cianuración agitada y en columna.
- Al moler el material a un $d_{80}=177\mu\text{m}$ (malla No.80), la fracción $- 38\mu\text{m}$ corresponde al 30,5% en peso y engloba el 40,5% del oro total.
- Al moler el material mas fino esto es a un $d_{80}=106 \mu\text{m}$ (malla No.150), la fracción $- 38\mu\text{m}$ corresponde al 48,7% en peso y engloba el 59,6% del oro total.
- El proceso de cianuración por percolación de la fracción de mineral $+38 \mu\text{m}$, de la muestra que posee $d_{80} = 177 \mu\text{m}$ (malla No. 80) permite obtener una recuperación del 90,9 % del oro contenido en dicha fracción (60,9 g/t), que representa el 59,5 % del oro total (71,7 g/t), es decir el proceso es eficiente para el material previamente deslamado.
- La percolación del material sin deslamado previo no es factible dado que se produce taponamiento de la columna y suspensión del flujo de salida de la solución.
- El proceso de cianuración por percolación con molienda más fina es desfavorable para la recuperación del oro en solución.
- Se recomienda efectuar ensayos de cianuración por percolación, con el mineral sin molienda previa y con mineral molido a una granulometría más gruesa que malla No. 80.
- El proceso de tratamiento del mineral sugerido en base de los resultados de los ensayos, sería: realizar la cianuración por percolación de la fracción $+ 38 \mu\text{m}$, moliendo el material a malla No. 80 (o más gruesa) y cianurar por agitación y CIP la fracción $- 38 \mu\text{m}$.

- Industrialmente el deslamado puede efectuarse utilizando piscinas de sedimentación controlada.

Atentamente,

Ing. Ernesto de la Torre Chauvin
Jefe de Departamento.

FICHAS TECNICAS

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

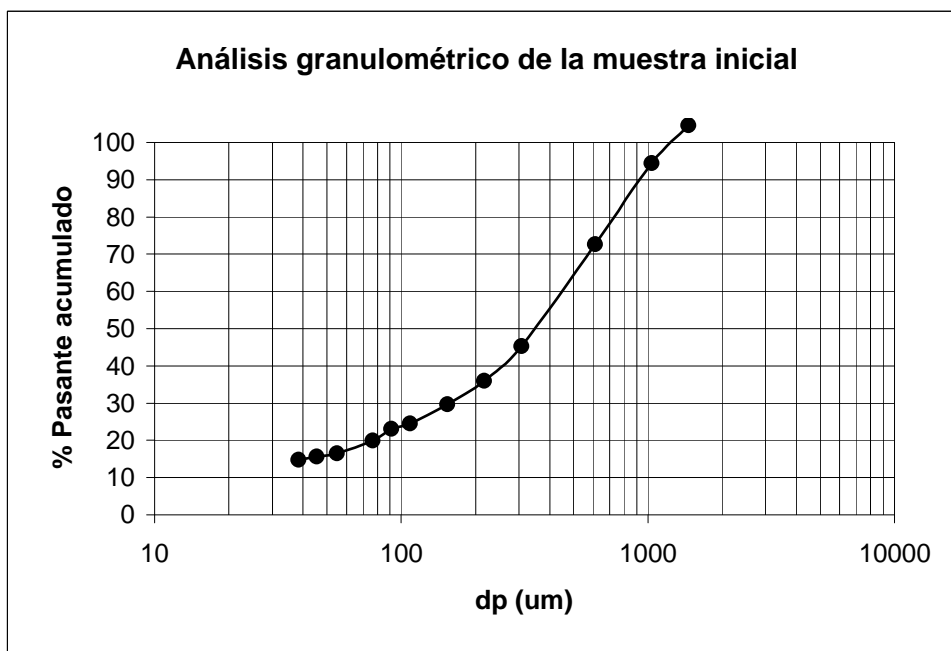
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No. 1

Muestra: Mineral inicial

Objetivo: Análisis Granulométrico del mineral inicial

Malla No.	dp [um]	Peso retenido (g)	% peso retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado
10	1410	0.1	0.03	0.03	100.0
18	1000	30.2	10.17	10.2	89.8
30	590	64.6	21.75	32.0	68.0
50	297	81.2	27.34	59.3	40.7
70	210	27.6	9.29	68.6	31.4
100	149	18.7	6.30	74.9	25.1
140	105	15.6	5.25	80.1	19.9
180	88	4.1	1.38	81.5	18.5
200	74	9.2	3.10	84.6	15.4
270	53	10.4	3.50	88.1	11.9
325	44	2.6	0.88	89.0	11.0
400	37	2.4	0.81	89.8	10.2
<400	< 37	30.3	10.20	100.0	0.0
Total		297	100.00		



d80 = 790 um

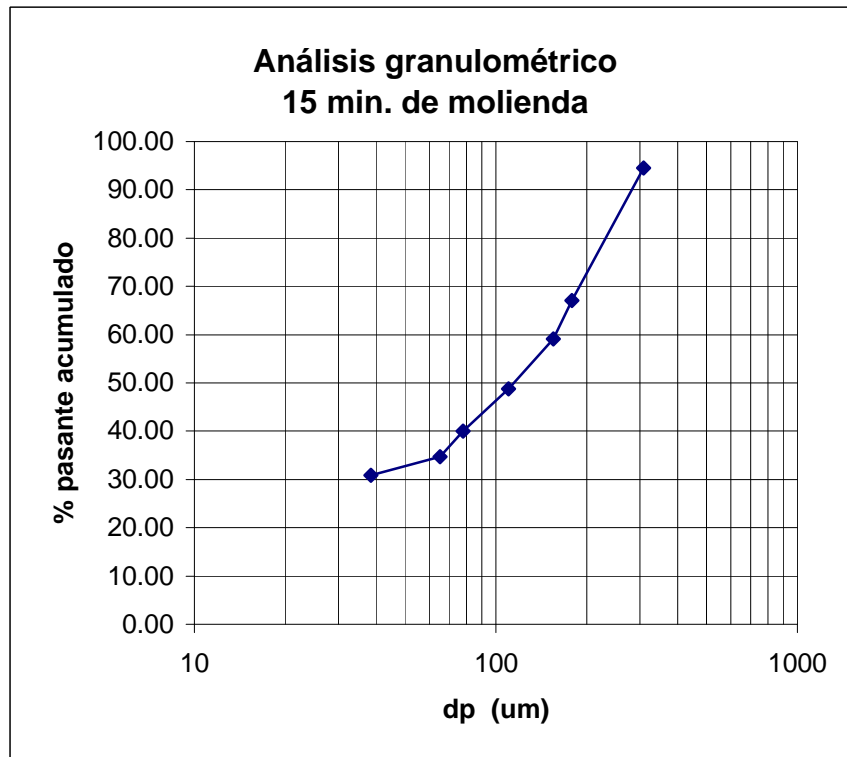
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TÉCNICA No. 2

Muestra: Mineral inicial molido 15 min.

Objetivo: Análisis granulométrico a 15 min. de molienda

Malla No.	dp [um]	Peso retenido (g)	% peso retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado
50	297	171.9	8.60	8.6	91.40
80	172	548.6	27.43	36.0	63.97
100	149	159.4	7.97	44.0	56.00
150	106	208.1	10.41	54.4	45.60
200	75	174.7	8.74	63.1	36.86
270	63	105.8	5.29	68.4	31.57
400	37	77.3	3.87	72.3	27.71
<400		554.2	27.71	100.0	0.00
Total		2000	100.00		



d80 = 250 um

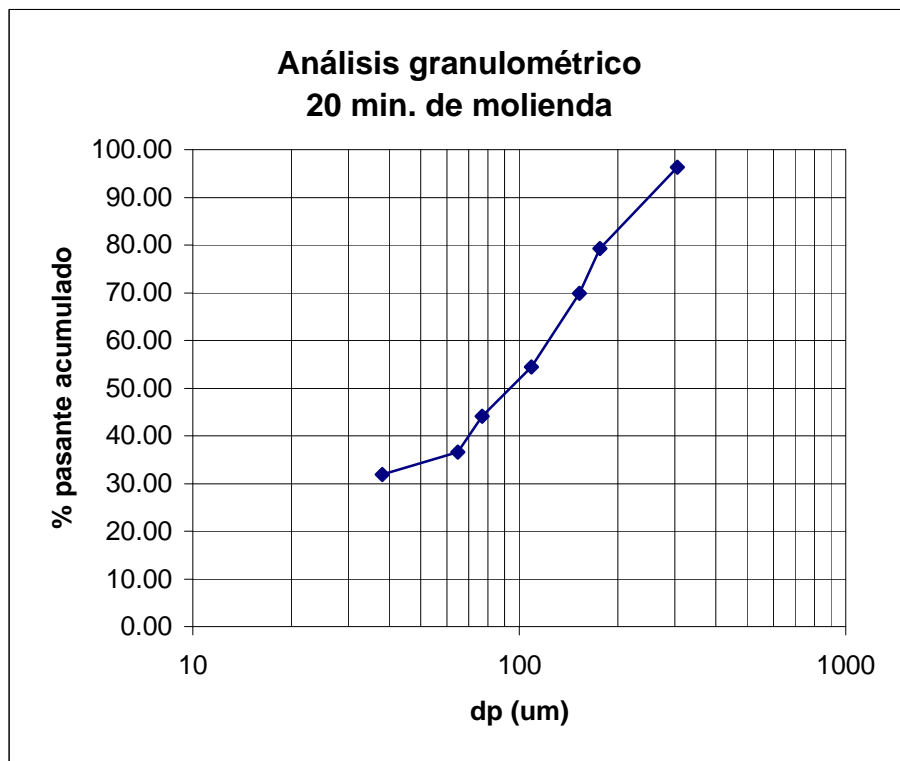
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TÉCNICA No. 3

Muestra: Mineral inicial molido 20 min.

Objetivo: Análisis granulométrico a 20 min. de molienda

Malla No.	dp [um]	Peso retenido (g)	% peso retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado
50	297	135.4	6.77	6.8	93.20
80	172	342.4	17.12	23.9	76.08
100	149	186.5	9.33	33.2	66.76
150	106	310.2	15.51	48.8	51.25
200	75	205.9	10.30	59.1	40.95
270	63	150.9	7.55	66.6	33.41
400	37	93.4	4.67	71.3	28.74
<400		575.3	28.77	100.0	-0.03
Total		2000	100.00		



d80 = 195 um

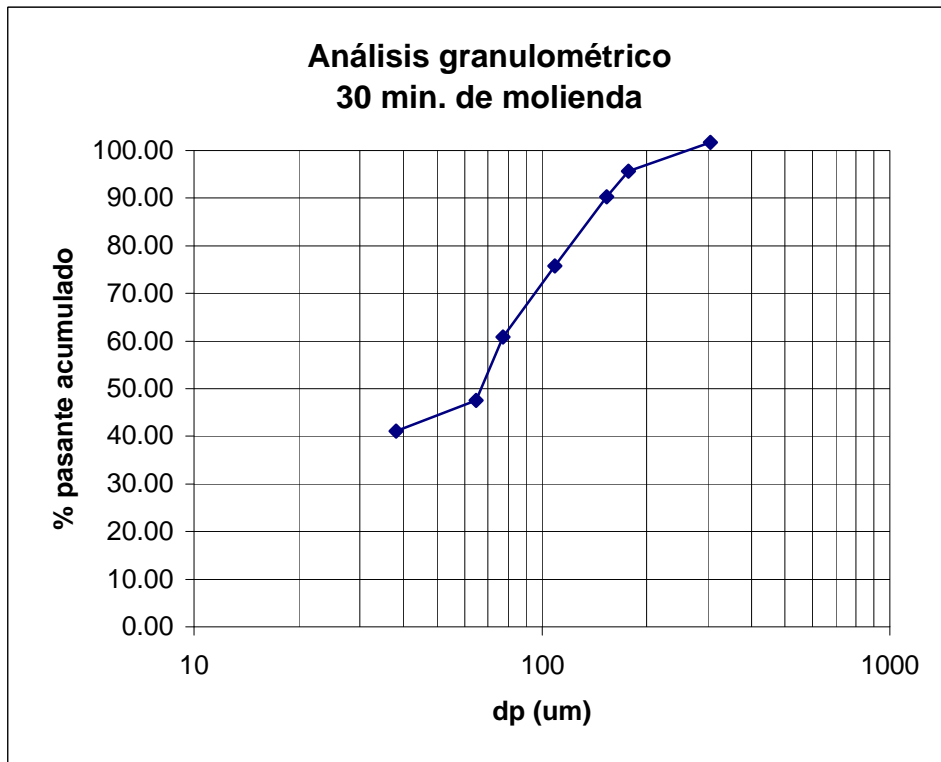
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TÉCNICA No. 4

Muestra: Mineral inicial molido 30 min.

Objetivo: Análisis granulométrico a 30 min. de molienda

Malla No.	dp [um]	Peso retenido (g)	% peso retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado
50	297	30.4	1.52	1.5	98.48
80	172	119.2	5.96	7.5	92.52
100	149	107.3	5.37	12.8	87.16
150	106	292.5	14.63	27.5	72.53
200	75	296.8	14.84	42.3	57.69
270	63	267	13.35	55.7	44.34
400	37	130	6.50	62.2	37.84
<400		756.8	37.84	100.0	0.00
Total		2000	100.00		



d80 = 155 um

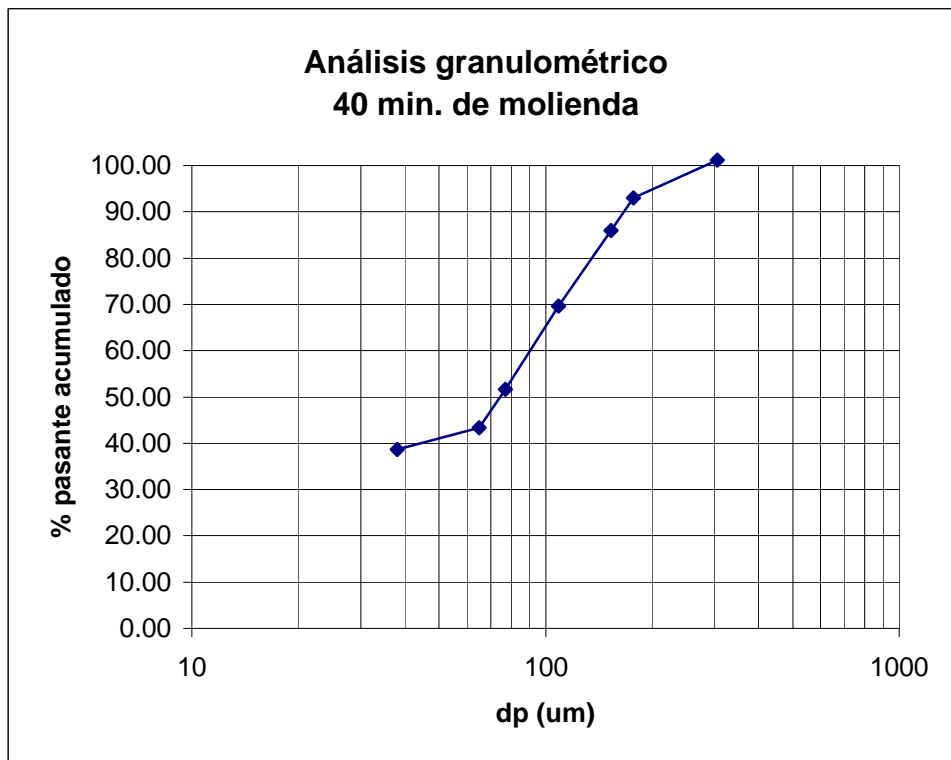
ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TÉCNICA No. 5

Muestra: Mineral inicial molido 40 min.

Objetivo: Análisis granulométrico a 40 min. de molienda

Malla No.	dp [um]	Peso retenido (g)	% peso retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado
50	297	42.2	2.11	2.1	97.89
80	172	162.7	8.14	10.2	89.76
100	149	139.9	7.00	17.2	82.76
150	106	328.1	16.41	33.6	66.36
200	75	359.6	17.98	51.6	48.38
270	63	164.5	8.23	59.9	40.15
400	37	93.9	4.70	64.5	35.46
<400		709.1	35.46	100.0	0.00
Total		2000	100.00		



d80 = 130 um

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

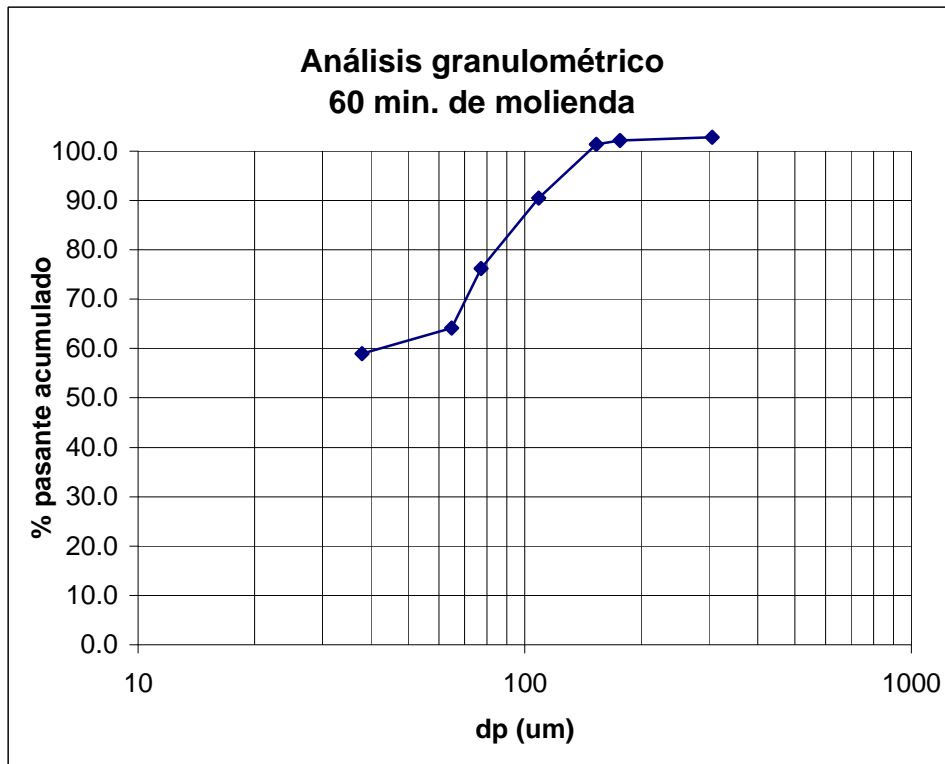
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TÉCNICA No. 6

Muestra: Mineral inicial molido 60 min.

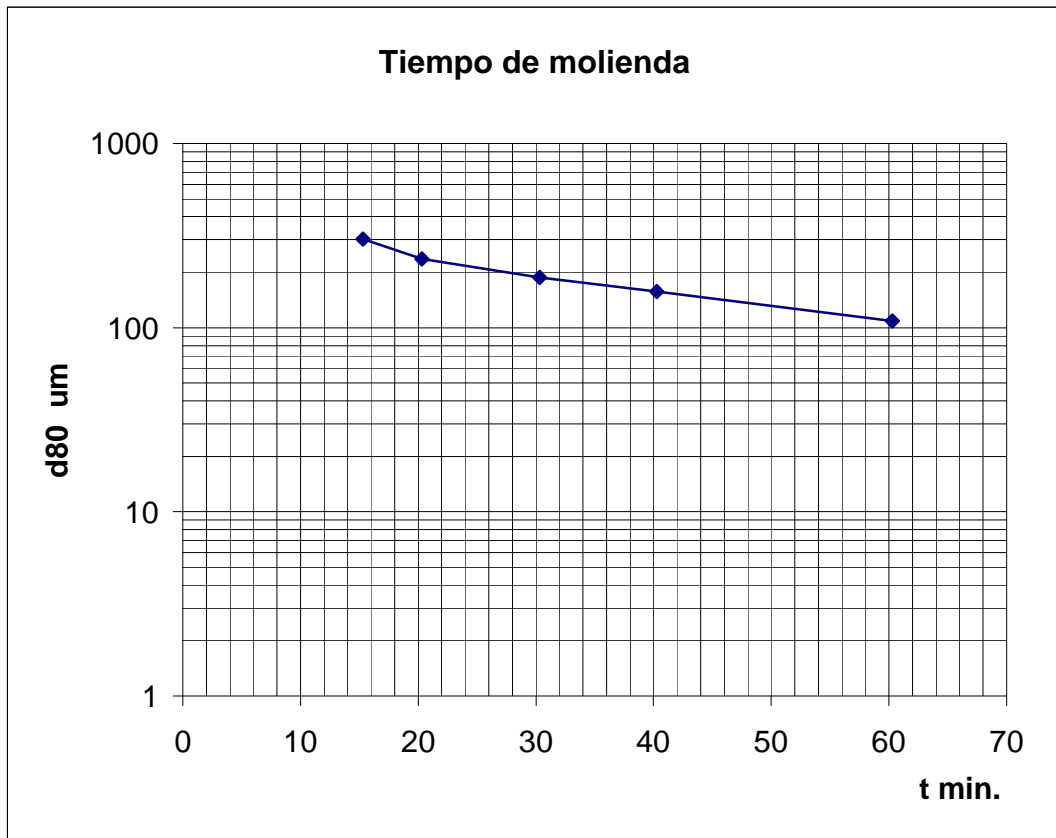
Objetivo: Análisis granulométrico a 60 min. de molienda

Malla No.	dp [um]	Peso retenido (g)	% peso retenido	% retenido acumulado	% pasante acumulado
50	297	5.4	0.3	0.3	99.7
80	172	11.6	0.6	0.9	99.1
100	149	16.4	0.8	1.7	98.3
150	106	218	10.9	12.6	87.4
200	75	284.5	14.2	26.8	73.2
270	63	243	12.2	39.0	61.0
400	37	103.2	5.2	44.1	55.9
<400		1117.9	55.9	100.0	0.0
Total		2000	100.0		

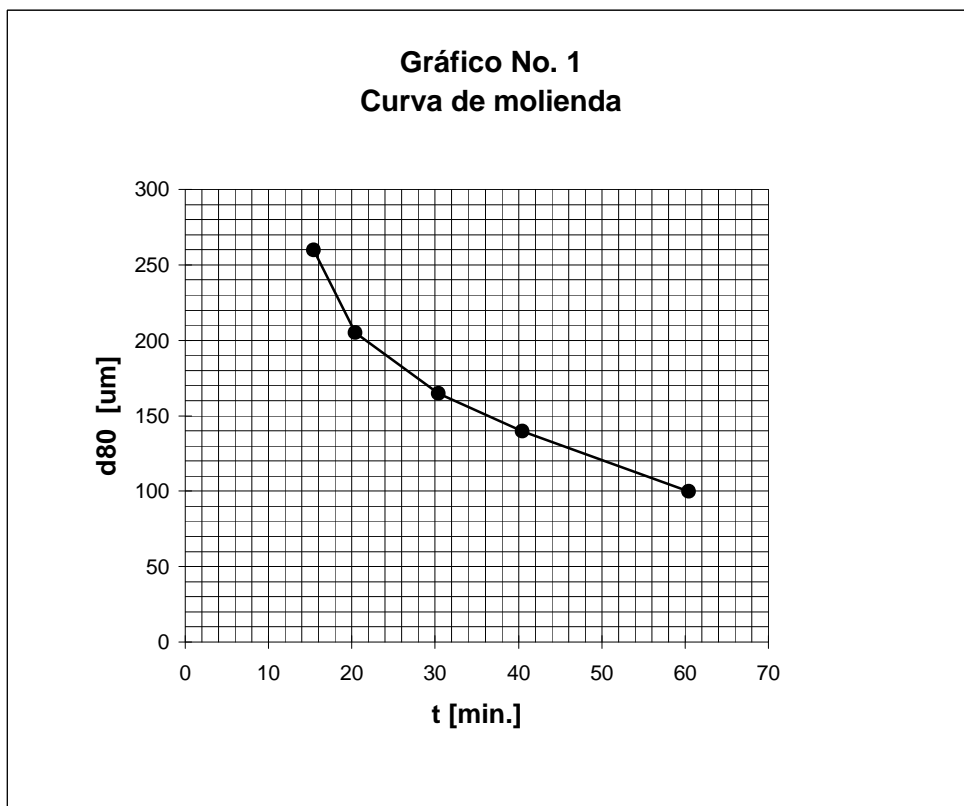


d80 = 90 um

t min.	d80 um
15	250
20	195
30	155
40	130
60	90



t min.	d80 um
15	250
20	195
30	155
40	130
60	90



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

Ficha Técnica No. 7

Muestra : Mineral a malla 80

Objetivo del ensayo: Concentración gravimétrica en mesa Wilfley y determinación del oro amalgamable en el concentrado.

1. Condiciones de molienda :

Peso mineral : 2 Kg.
Volumen de agua: 1.2 l.
Tiempo : 22.5 min.
% de sólidos : 62.50%

2. Condiciones experimentales para concentración gravimétrica en mesa Wilfley

Peso muestra : 2 Kg.
% de sólidos : 20%
Flujo de alimentación : 400 g /min.
Flujo de agua: 9 litros/min.
Desplazam. del tablero: 10 mm.
Inclinación del tablero : 7 °
Número de golpes: 300

3. Resultados de concentración gravimétrica

Fracción	Peso (g)	% Peso	Au (g/t)	Ag (g/t)	% Rec. Au	% Rec. Ag
Concentrado	26.70	1.34	1500.00	220.50	27.00	25.85
Mixto	214.20	10.77	60.00	9.20	8.67	8.66
Arenas	732.60	36.81	40.00	6.20	19.76	19.95
Fino	1016.50	51.08	65.00	10.50	44.57	45.54
Total	1990.00	100.00			100.00	100.00
Alimentación recalculada			74.51	11.44		

4. Resultados de oro amalgamable en el concentrado gravimétrico

Oro obtenido: 0.02612 g
Contenido oro amalgama. 13.06 g/t
Recuperación de oro : 87%

Oro amalgamable : 11.36 g/t

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

Ficha Técnica No. 8

Muestra : Mineral a malla 150

Objetivo del ensayo: Concentración gravimétrica en mesa Wilfley y determinación del oro amalgamable en el concentrado.

1. Condiciones de molienda :

Peso mineral : 2 Kg.
Volumen de agua: 1.2 l.
Tiempo : 51,5 min.
% de sólidos : 62.50%

2. Condiciones experimentales para concentración gravimétrica en mesa Wilfley

Peso muestra : 2 Kg.
% de sólidos : 20%
Flujo de alimentación : 333 g /min.
Flujo de agua: 10 litros/min.
Desplazam. del tablero: 11 mm.
Inclinación del tablero : 10 °
Número de golpes: 320

3. Resultados de concentración gravimétrica

Fracción	Peso (g)	% Peso	Au (g/t)	Ag (g/t)	% Rec. Au	% Rec. Ag
Concentrado	19.20	0.97	1724.00	294.70	22.77	25.30
Mixto	127.80	6.46	68.40	10.30	6.02	5.89
Arenas	547.60	27.66	36.50	5.10	13.75	12.49
Fino	1285.00	64.91	65.00	9.80	57.46	22.36
Total	1979.60	100.00			100.00	100.00
Alimentación recalculada			73.40	11.29		

4. Resultados de oro amalgamable en el concentrado gravimétrico

Oro obtenido: 0.0217 g
Contenido oro amalgama. 10.85 g/t
Recuperación de oro : 86.8%

Oro amalgamable : 9,42 g/t

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No. 9

Muestra: Mineral a malla No. 80

Objetivo: Cianuración por agitación de mineral a malla 80

MOLIENDA

Tiempo: 25 min.
 Peso material: 2 Kg.
 % de sólidos: 62.50%

PREAIREACION:

Peso de mineral : 1 kg
 Volumen de agua añadida : 2 l
 % Sólidos 33.3 %
 pH inicial: 8.17
 pH final: 10.46
 Adición de cal: 0.829 g
 Tiempo: 1 h

CIANURACION:

Conc. cianuro libre: 1 g/l
 Conc. CaO libre: 0.05 g/l

CONTROL DE CIANURACION

Tiempo (h)	[CNNa] (g/l)	[Ca] (g/l)	Adic. CNNa (g)	Adición cal (g)	pH
0	1.00	0.05	2.00	0.83	10.5
0.5	0.83	0.05	0.35	0.20	10.4
1	0.90	0.05	0.20	0.07	10.4
2	0.95	0.05	0.10	0.00	10.5
4	0.85	0.05	0.30	0.00	10.5
7,5	1.00	0.05	0.00	0.00	10.5
22	0.85	0.05	0.30	0.00	10.7
24	0.95	0.05	0.10	0.00	10.9
28	0.90	0.05	0.20	0.00	10.9
31	0.90	0.05	0.20	0.00	10.9
46	0.65	0.05	0.70	0.00	11.0
48	1.00	0.05	0.00	0.00	11.0
TOTAL AÑADIDO (g)			4.45	1.10	
CONSUMO (kg/t)			2.45	1.00	

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No. 9 (cont...)

Muestra: Mineral a malla No. 80

Objetivo: Cianuración por agitación de mineral a malla 80

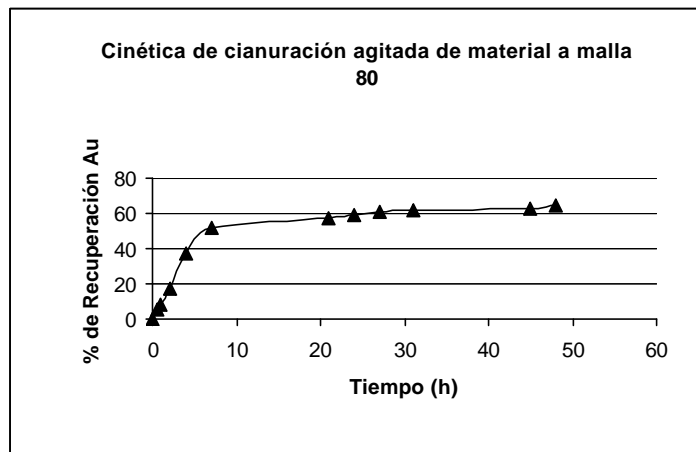
BALANCE METALURGICO

RESULTADOS	Productos finales	Leyes		Repartición Au (%)
		Au		
		(mg/l) ó (mg/kg)	(mg)	
Solución final (l.)	1.97	24.0	47.3	64.2
Solución lavado (l.)	0.96	12.4	11.9	16.1
Relave (kg)	1.03	14.1	14.5	19.7
Alimentación recalculada	1.03	71.7	73.6	100.0

% Recuperación Au en solución: 80.3 %

CINETICA

Tiempo (h)	Oro (mg/l)	Volumen (l)	% Recup. Au
0	0	2.0	0
0.5	1.89	2.0	5.1
1	2.93	2.0	7.8
2	6.34	2.0	17.0
4	14.01	2.0	37.5
7	19.39	2.0	51.9
21	21.45	2.0	57.4
24	22.01	2.0	58.9
27	22.72	2.0	60.8
31	22.96	2.0	61.4
45	23.31	2.0	62.4
48	24.00	2.0	64.2



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No. 10

Muestra: Mineral a malla No. 150

Objetivo: Cianuración por agitación de mineral a malla 150

MOLIENDA

Tiempo: 53 min.
 Peso material: 2 Kg.
 % de sólidos: 62.50%

PREAIREACION:

Peso de mineral : 1 kg
 Volumen de agua añadida : 2 l
 % Sólidos 33.3 %
 pH inicial: 8.41
 pH final: 10.62
 Adición de cal: 0.98 g
 Tiempo: 1 h

CIANURACION:

Conc. cianuro libre: 1 g/l
 Conc. CaO libre: 0.05 g/l

CONTROL DE CIANURACION

Tiempo (h)	[CNNa] (g/l)	[Cal] (g/l)	Adic. CNNa (g)	Adición cal (g)	pH
0	1.00	0.05	2.00	0.98	10.6
0.5	0.65	0.05	0.70	0.00	10.7
1	0.75	0.05	0.50	0.00	10.8
2	0.96	0.05	0.09	0.00	10.9
4	0.75	0.05	0.50	0.00	11.0
7	0.70	0.05	0.60	0.00	11.0
21	0.25	0.05	1.50	0.00	11.0
24	0.80	0.05	0.40	0.00	11.0
27	0.90	0.05	0.20	0.00	11.1
31	1.00	0.05	0.00	0.00	11.0
45	0.45	0.05	1.10	0.00	11.1
48	1.00	0.05	0.00	0.00	11.1
TOTAL AÑADIDO (g)			7.59	0.98	
CONSUMO (kg/t)			5.59	0.88	

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No. 10 (cont...)

Muestra: Mineral a malla No. 150

Objetivo: Cianuración por agitación de mineral a malla 150

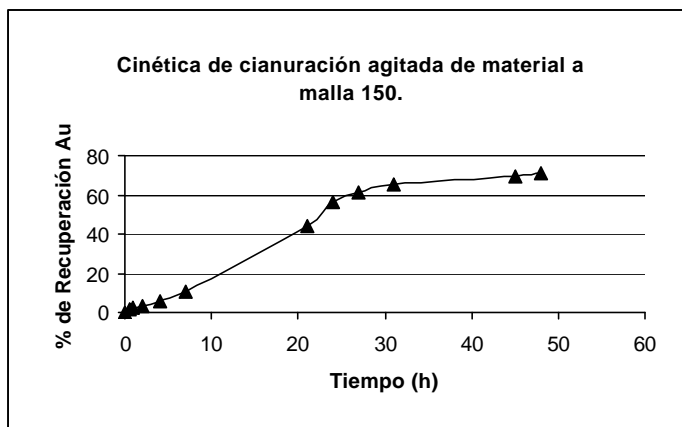
BALANCE METALURGICO

RESULTADOS	Productos finales	Leyes		Repartición Au (%)
		Au		
		(mg/l) ó (mg/kg)	(mg)	
Solución final (l.)	1.93	28.4	54.9	70.7
Solución lavado (l.)	0.98	10.6	10.4	13.4
Relave (kg)	1.05	11.8	12.3	15.9
Alimentación recalculada	1.05	74.2	77.6	100.0

% Recuperación Au en solución: 84.1 %

CINETICA

Tiempo (h)	Oro (mg/l)	Volumen (l)	% Recup. Au
0	0	1.9	0
0.5	0.62	1.9	1.5
1	1.01	1.9	2.5
2	1.42	1.9	3.5
4	2.46	1.9	6.1
7	4.40	1.9	10.9
21	17.68	1.9	44.0
24	22.71	1.9	56.5
27	24.59	1.9	61.2
31	26.41	1.9	65.7
45	27.86	1.9	69.3
48	28.43	1.9	70.7



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No. 11

Muestra: Mineral a malla No. 80 previamente deslamado

Objetivo: Cianuración por agitación de mineral a malla 80 previamente deslamado

MOLIENDA

Tiempo: 25 min.
 Peso material: 2 Kg.
 % de sólidos: 62.50%

PREAIREACION:

Peso de mineral : 1 kg
 Volumen de agua añadida : 2 l
 % Sólidos 33.3 %
 pH inicial: 8.17
 pH final: 10.4
 Adición de cal: 0.608 g
 Tiempo: 40 min.

CIANURACION:

Conc. cianuro libre: 1 g/l
 Conc. CaO libre: 0.30 g/l

CONTROL DE CIANURACION

Tiempo (h)	[CNNa] (g/l)	[Ca] (g/l)	Adic. CNNa (g)	Adición Cal (g)	pH
0	1.00	0.05	2.00	0.61	10.5
0.5	0.80	0.05	0.40	0.07	10.7
2	1.00	0.05	0.00	0.00	10.7
4	1.00	0.05	0.00	0.00	10.7
7	1.00	0.05	0.00	0.00	10.8
10	1.00	0.05	0.00	0.00	10.8
24	1.00	0.05	0.00	0.00	11.0
TOTAL AÑADIDO (g)			2.40	0.68	
CONSUMO (kg/t)			0.40	0.58	

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No.11 (cont...)

Muestra: Mineral a malla No. 80 previamente deslamado

Objetivo: Cianuración por agitación de mineral a malla 80 previamente deslamado

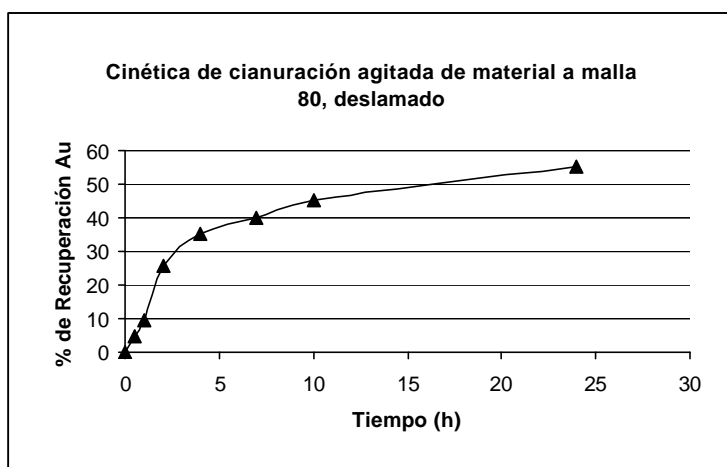
BALANCE METALURGICO

RESULTADOS	Productos finales	Leyes		Repartición Au (%)
		Au		
		(mg/l) ó (mg/kg)	(mg)	
Solución final (l.)	2.00	19.8	39.6	55.5
Solución lavado (l.)	0.99	10.4	10.3	14.4
Relave (kg)	1.01	21.3	21.5	30.1
Alimentación recalculada	1.01	70.7	71.4	100.0

% Recuperación Au en solución: 69.9 %

CINETICA

Tiempo (h)	Oro (mg/l)	Volumen (l)	% Recup. Au
0	0	2.0	0
0.5	1.77	2.0	5.0
1.0	3.41	2.0	9.6
2	9.22	2.0	25.8
4	12.53	2.0	35.1
7	14.30	2.0	40.1
10	16.18	2.0	45.3
24	19.80	2.0	55.5



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No. 12

Muestra: Mineral a malla No. 150 previamente deslamado

Objetivo: Cianuración por agitación de mineral a malla 150 previamente deslamado

MOLIENDA

Tiempo: 53 min.

Peso material: 2 Kg.

% de sólidos: 62.50%

Deslamado

PREAIREACION:

Peso de mineral : 1 kg

Volumen de agua añadida : 2 l

% Sólidos 33.3 %

pH inicial: 7.7

pH final: 10.5

Adición de cal: 0.651 g

Tiempo: 1 h

CIANURACION:

Conc. cianuro libre: 1 g/l

Conc. CaO libre: 0.05 g/l

CONTROL DE CIANURACION

Tiempo (h)	[CNNa] (g/l)	[Cal] (g/l)	Adic. CNNa (g)	Adición cal (g)	pH
0	1.00	0.05	2.00	0.65	10.5
0.5	0.80	0.05	0.40	0.00	10.7
1	1.00	0.05	0.00	0.00	10.8
2	1.00	0.05	0.00	0.00	10.8
4	1.00	0.05	0.00	0.00	10.9
6	1.00	0.05	0.00	0.00	10.9
8	1.00	0.05	0.00	0.00	10.9
24	1.00	0.05	0.00	0.00	11.0
TOTAL AÑADIDO (g)			2.40	0.65	
CONSUMO (kg/t)			0.40	0.55	

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No. 12 (Cont...)

Muestra: Mineral a malla No. 150 previamente deslamado

Objetivo: Cianuración por agitación de mineral a malla 150 previamente deslamado

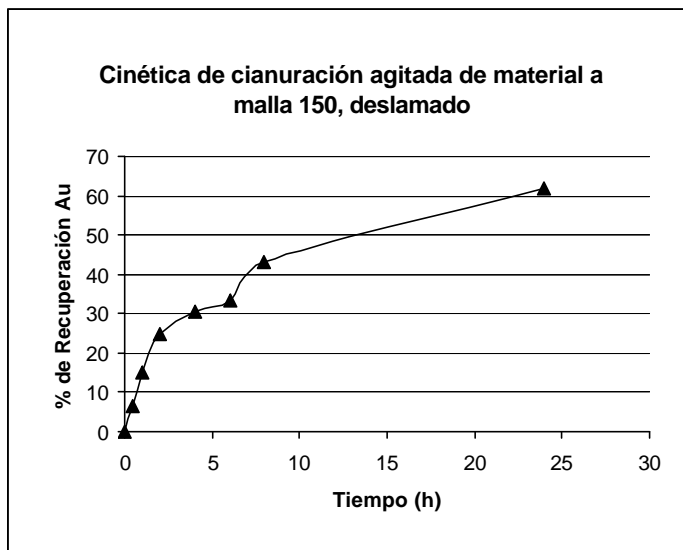
BALANCE METALURGICO

RESULTADOS	Productos finales	Leyes		Repartición Au (%)
		Au		
		(mg/l) ó (mg/kg)	(mg)	
Solución final (l.)	1.98	21.3	42.2	62.0
Solución lavado (l.)	0.99	6.3	6.2	9.2
Relave (kg)	0.96	20.4	19.6	28.8
Alimentación recalculada	0.96	70.8	68.0	100.0

% Recuperación Au en solución: 71.2 %

CINETICA

Tiempo (h)	Oro (mg/l)	Volumen (l)	% Recup. Au
0	0	2.0	0
0.5	2.18	2.0	6.3
1	5.21	2.0	15.2
2	8.58	2.0	25.0
4	10.46	2.0	30.5
6	11.51	2.0	33.5
8	14.88	2.0	43.3
24	21.30	2.0	62.0



**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA**

FICHA TECNICA No. 13

OBJETIVO: Cianuración en columna para mineral a malla No. 80
COLUMNA No. 1

CONDICIONES:

Peso mineral :	5 kg	Cal adicionada en mineral	4.5 g
pH final:	11	Agua adicionada al mineral	390 ml
Cianuro libre:	1 g/l	Altura lecho inicial	108 cm
Granulometría:	177 μ m.	Altura lecho final	98 cm
		Desplazamiento lecho	10 cm

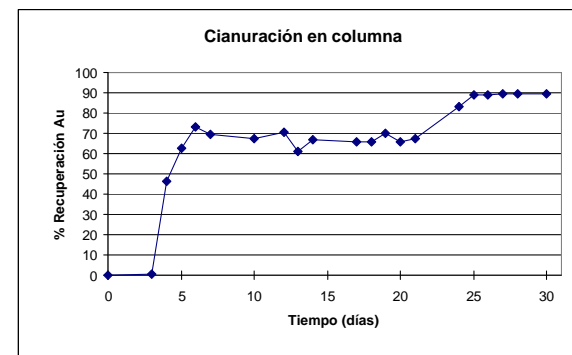
CONTROL DE CIANURACION

FECHA-HORA	DIA #	MUESTRA#	ALIMENTACION						SALIDA					Au acumul. mg	% recuperac. Au	
			VOLUMEN (l)	pH	[CNNa] g/l	[Ca] g/l	ADICION CNNa g	ADICION Cal g	VOLUMEN (l)	pH	[CNNa] g/l	[Ca] g/l	Consumo CNNa (g/l)			[Au] mg/l
2001/04/20 - 17:00	0	-	5.00	10.98	1.00	0.10	5.00	0.96	-	-	-	-	-	0.0	0.00	0.00
2001/04/23 - 10:00	3	c1-1	4.00	10.96	0.70	0.10	1.20	-	0.23	7.15	0.10	-	0.90	10.5	2.40	0.79
2001/04/24 - 10:00	4	c1-2	2.25	10.83	0.85	0.10	0.34	-	1.25	8.80	0.70	-	0.30	113.2	141.50	46.43
2001/04/25 - 10:00	5	c1-3	2.65	10.76	0.70	0.10	0.20	0.36	2.50	10.31	0.35	0.05	0.65	76.1	190.25	62.43
2001/04/26 - 09:30	6	c1-4	3.25	10.86	0.75	0.20	0.19	-	4.00	10.47	0.40	0.05	0.60	55.6	222.40	72.98
2001/04/27 - 08:30	7	c1-5	5.00	10.93	0.85	0.30	0.45	0.30	4.25	10.58	0.40	0.05	0.60	49.7	211.23	69.31
2001/04/30 - 10:00	10	c1-6	4.00	10.86	0.70	0.25	1.20	0.10	4.50	10.54	0.35	0.16	0.65	45.5	204.75	67.19
2001/05/02 - 10:00	12	c1-7	3.50	10.93	8.00	0.35	1.40	-	4.75	10.50	0.25	0.15	0.75	45.4	215.65	70.76
2001/05/03 - 11:30	13	c1-8	2.75	10.93	1.00	0.25	-	-	5.00	10.46	0.60	0.15	0.40	37.2	186.00	61.03
2001/05/04 - 10:30	14	c1-9	4.00	10.92	0.90	0.35	0.20	0.36	6.00	10.51	0.65	0.25	0.35	34.0	204.00	66.94
2001/05/07 - 10:30	17	c1-10	3.75	10.82	0.50	0.30	0.88	0.46	7.75	10.55	0.75	0.30	0.25	25.8	199.95	65.61
2001/05/08 - 10:30	18	c1-11	3.50	10.89	0.85	0.20	0.53	-	8.00	10.54	0.75	0.30	0.25	25.1	200.80	65.89
2001/05/09 - 10:30	19	c1-12	4.70	10.89	0.45	0.50	2.94	0.80	11.00	10.60	0.85	0.25	0.15	19.4	213.40	70.03
2001/05/10 - 10:30	20	c1-13	2.25	10.94	0.80	0.05	0.45	-	11.50	10.72	0.85	0.30	0.15	17.4	200.10	65.66
2001/05/11 - 10:30	21	c1-14	4.00	10.92	0.85	0.15	2.13	0.45	12.00	10.71	0.65	0.35	0.35	17.1	205.20	67.34
2001/05/14 - 10:30	24	c1-15	3.00	10.75	0.45	0.20	0.55	0.30	14.00	10.63	0.71	0.10	0.29	18.1	253.40	83.15
2001/05/15 - 09:30	25	c1-16	4.00	10.89	0.75	0.15	2.50	0.32	15.00	10.63	0.45	0.20	0.55	18.1	271.50	89.09
2001/05/16 - 10:00	26	c1-17	2.50	10.80	0.85	0.20	0.38	-	1.00	10.73	0.45	0.30	0.55	0.3	271.75	89.17
2001/05/17 - 17:00	27	c1-18	2.00	10.71	0.65	0.20	0.70	0.20	2.00	10.58	0.75	0.30	0.25	0.2	272.15	89.30
2001/05/18 - 10:00	28	c1-19	3.50	10.87	0.80	0.30	2.30	0.36	2.25	10.82	0.80	0.30	0.20	0.2	272.69	89.48
2001/05/21 - 11:30	30	c1-20	2.25	10.75	0.55	0.35	1.01	-	2.75	10.63	0.70	0.25	0.30	0.2	273.35	89.70
Total							24.52	4.97	17.75							

RESULTADOS

RESULTADOS	Productos finales	Leyes		Repartición Au (%)
		Au		
		(mg/l)ó(mg/kg)	(mg)	
Solución final (l.)	17.75	15.42	273.8	89.8
Solución lavado (l.)	2.50	1.29	3.2	1.1
Relave (kg)	4.96	5.60	27.8	9.1
Alimentación recalculada		60.95	304.7	100.0
Consumo de cianuro (Kg/t)	4.65			
Consumo de cal (Kg/t)	1.73			

Recuperación de oro en solución (solución fuerte + solución de lavado) = 90,9 %



**ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA**

FICHA TECNICA No. 14

OBJETIVO: Cianuración en columna para mineral a malla No. 150
COLUMNA No. 2

CONDICIONES:

Peso mineral :	4.9 kg	Cal adicionada en mineral	4.4 g
pH final:	11	Agua adicionada al mineral	265 ml
Cianuro libre:	1 g/l	Altura lecho inicial	106.3 cm
Granulometría:	106 μ m.	Altura lecho final	95.5 cm
		Desplazamiento lecho	10.8 cm

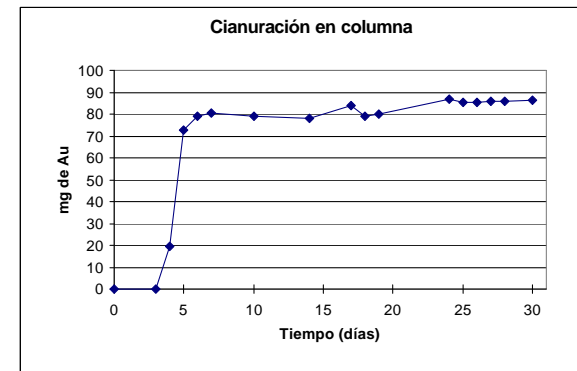
CONTROL DE CIANURACION

FECHA-HORA	DIA #	MUESTRA#	ALIMENTACION						SALIDA						Au acumul. mg	% recuprec. Au	
			VOLUMEN (l)	pH	[CNNa] g/l	[Ca] g/l	ADICION CNNa g	ADICION Cal g	VOLUMEN (l)	pH	[CNNa] g/l	[Ca] g/l	Consumo CNNa (g/l)	[Au] mg/l			
2001/04/20 - 17:00	0	-	5.00	10.96	1.00	0.10	5.00	0.92	0.00	-	-	-	-	-	0	0.00	0.00
2001/04/23 - 10:00	3	-	4.50	11.00	0.70	0.10	1.35	-	0.00	-	-	-	-	-	0	0.00	0.00
2001/04/24 - 10:00	4	c2-1	2.25	10.83	0.80	0.65	0.45	0.10	0.75	8.80	0.10	0.15	0.90	75.3	56.48	19.60	
2001/04/25 - 10:00	5	c2-2	3.50	10.82	0.85	0.35	0.23	0.30	2.00	10.18	0.25	0.10	0.75	104.7	209.40	72.66	
2001/04/26 - 09:30	6	c2-3	2.75	10.90	0.85	0.05	0.41	-	2.50	10.37	0.25	0.05	0.75	91.1	227.75	79.02	
2001/04/27 - 08:30	7	c2-4	4.90	10.90	0.80	0.20	0.38	0.52	3.00	10.50	0.35	0.03	0.65	77.2	231.60	80.36	
2001/04/30 - 10:00	10	c2-5	3.25	10.82	0.65	0.15	2.11	0.10	4.00	10.59	0.35	0.10	0.65	57.1	228.40	79.25	
2001/05/04 - 10:30	14	c2-8	4.25	10.89	0.85	0.35	0.49	-	5.50	10.63	0.50	0.10	0.50	40.9	224.95	78.05	
2001/05/07 - 10:30	17	c2-9	2.90	10.84	0.60	0.30	1.16	0.20	6.25	10.63	0.75	0.40	0.25	38.7	241.88	83.93	
2001/05/08 - 10:30	18	c2-10	4.00	10.87	0.90	0.35	0.20	0.60	6.90	10.60	0.75	0.35	0.25	33.1	228.39	79.25	
2001/05/09 - 10:30	19	c2-11	3.25	10.91	0.80	0.20	0.65	-	8.50	10.65	0.50	0.30	0.50	27.2	231.20	80.22	
2001/05/14 - 10:30	24	c2-14	3.00	10.82	0.60	0.30	1.20	0.10	9.25	10.70	0.80	0.35	0.20	27.1	250.68	86.98	
2001/05/15 - 09:30	25	c2-15	4.00	10.91	0.90	0.40	2.20	0.26	10.00	10.65	0.80	0.25	0.20	24.6	246.00	85.36	
2001/05/16 - 10:00	26	c2-16	2.50	10.80	0.75	0.25	2.38	0.33	2.50	10.70	0.90	0.20	0.10	0.21	246.53	85.54	
2001/05/17 - 17:00	27	c2-17	2.50	10.71	0.65	0.20	0.70	-	3.25	10.72	0.75	0.30	0.25	0.16	247.05	85.72	
2001/05/18 - 10:00	28	c2-18	2.25	10.89	0.85	0.25	0.30	-	3.50	10.79	0.75	0.25	0.25	0.15	247.57	85.90	
2001/05/21 - 11:30	30	c2-19	3.25	10.79	0.65	0.25	1.14	-	4.00	10.72	0.70	0.30	0.30	0.15	248.17	86.11	
Total							20.35	3.43	14.00								

RESULTADOS

RESULTADOS	Productos finales	Leyes		Repartición Au (%)
		Au		
		(mg/l) ó (mg/kg)	(mg)	
Solución final (l.)	14.00	17.73	248.2	86.1
Solución lavado (l.)	2.50	1.78	4.5	1.5
Relave (kg)	4.89	7.28	35.6	12.3
Alimentación recalculada		58.82	288.2	100.0
Consumo de cianuro (Kg/t)	3.72			
Consumo de cal (Kg/t)	1.43			

Recuperación de oro en solución (solución fuerte + solución de lavado) = 87,7 %



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No.15

Objetivo: Análisis de sedimentación de mineral a malla No.80, sin floculante

Muestra: Mineral a malla No. 80 (d80 = 177 um)

Sin floculante			
Tiempo (min)	Altura medida (cm)	Altura calculada (cm)	Observaciones
0	0.0	30.7	33.3 % sólidos en pulpa
23	12.2	18.5	
25	12.7	18.0	
40	15.0	15.7	
48	15.9	14.8	
54	16.8	13.9	
64	18.0	12.7	
73	18.3	12.4	
85	18.5	12.2	
98	18.7	12.0	
120	18.9	11.8	
160	20.1	10.6	
180	20.5	10.2	
240	20.6	10.1	607 NTU sol. clarificada
Velocidad sedimentación - 1a. Etapa (cm/min)			0.32

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No.16

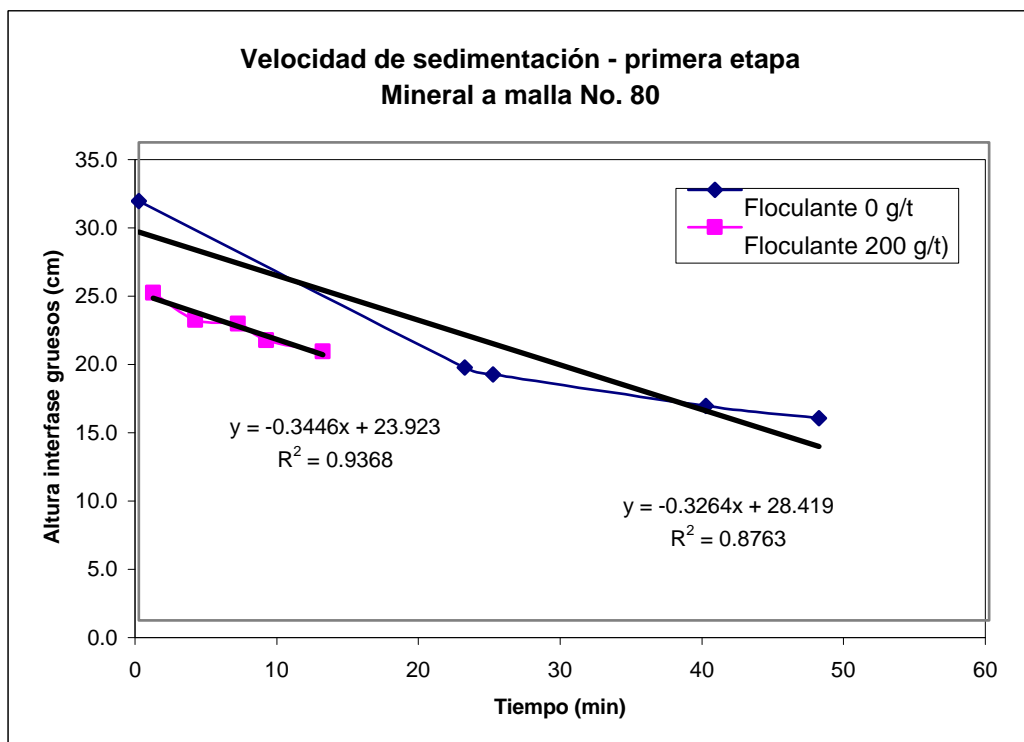
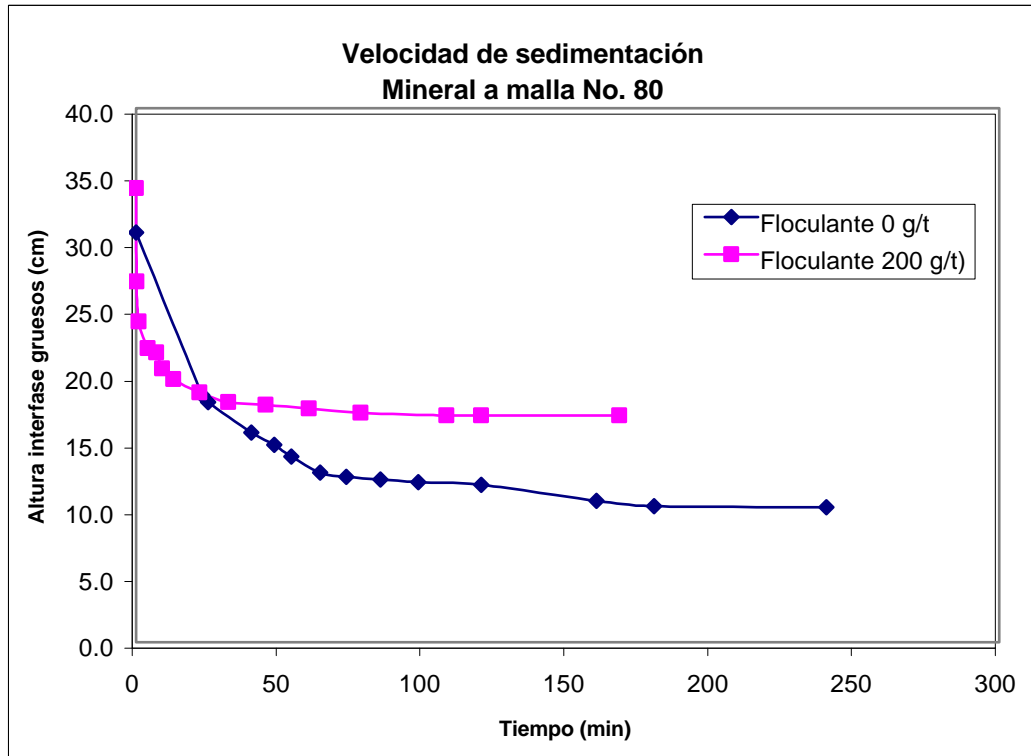
Objetivo: Análisis de sedimentación de mineral a malla No.80, con floculante Magnafloc 156 (200 g/t)
Muestra: Mineral a malla No. 80 (d80 = 177 um)

Con floculante			
Tiempo (min)	Altura medida (cm)	Altura calculada (cm)	Observaciones
0	0.0	34.0	33.3 % sólidos en pulpa
0.10	7.0	27.0	
1	10.0	24.0	
4	12.0	22.0	
7	12.3	21.7	
9	13.5	20.5	
13	14.3	19.7	
22	15.3	18.7	
32	16.0	18.0	
45	16.2	17.8	
60	16.5	17.5	1390 NTU sol. clarificada
78	16.8	17.2	
108	17.0	17.0	
120	17.0	17.0	
168	17.0	17.0	1162 NTU sol. clarificada
Velocidad sedimentación - 1a. Etapa (cm/min)			0.34

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No.17



ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No.18

Objetivo: Análisis de sedimentación de mineral a malla No. 150, sin floculante

Muestra: Mineral a malla No. 150 (d80 = 106 μ m)

Sin floculante			
Tiempo (min)	Altura medida (cm)	Altura calculada (cm)	Observaciones
0	0.0	33.0	33.3 % sólidos en pulpa
5	0.3	32.7	
8	0.8	32.2	
14	1.5	31.5	
19	2.2	30.8	
26	3.0	30.0	
40	4.6	28.4	
54	6.1	26.9	
64	7.0	26.0	
75	7.9	25.1	
86	8.9	24.1	
99	9.9	23.1	
120	11.7	21.3	
160	14.8	18.2	
167	15.0	18.0	
180	15.2	17.8	404 NTU sol. clarificada
240	15.6	17.4	
Velocidad sedimentación - 1a. Etapa (cm/min)			0.076

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No.19

Objetivo: Análisis de sedimentación de mineral a malla No. 150, con floculante Magnafloc 156 (200 g/t)
Muestra: Mineral a malla No.150 (d80 = 106 μ m)

Con floculante			
Tiempo (min)	Altura medida (cm)	Altura calculada (cm)	Observaciones
0	0.0	34.0	33.3 % sólidos en pulpa
0.17	2.0	32.0	
1	3.0	31.0	
3	5.0	29.0	
7	7.2	26.8	
9	9.1	24.9	
13	10.2	23.8	
22	12.0	22.0	
32	13.0	21.0	
45	14.0	20.0	
60	14.5	19.5	704 NTU sol. clarificada
78	15.0	19.0	
108	15.3	18.7	
120	15.3	18.7	400 NTU sol. clarificada
Velocidad sedimentación - 1a. Etapa (cm/min)			0.6

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE METALURGIA EXTRACTIVA

FICHA TECNICA No.20

