

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

Gerencia de Materias Primas

HIDROMETALURGIA

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	1964

FLOTACION DE MENAS DE URANIO Y COBRE DE MALARGUE (Mendoza)

M. MOCHULSKY
B. FINKELSTEIN
R. ANDRES

XI Sesiones Quimicas Argentinas

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

GERENCIA DE MATERIAS PRIMAS

Servicio de Hidrometalurgia

FLOTACION DE MENAS DE URANIO Y COBRE DE MALARGUE (Mendoza)

MARCOS MOCHULSKY, Bernardo Finkelstein, Roberto Andr n

XIA. SESIONES QUIMICAS ARGENTINAS

FLOTACION DE MENAS DE URANIO Y COBRE DE MALARGÜE - (Pcia. Mendoza)

I.º

INTRODUCCION

- I.º.a Composición mineralógica
- I.º.b Composición química
- I.º.c Objeto de la encuesta

II.º

PARTES EXPERIMENTAL

- II.º.a Equipo utilizado
- II.º.b Reactivos de flotación
- II.º.c Operación

III.º

CONSIDERACIONES

IV.º

VERIFICACION

V.º

EXAMEN FINAL

- c) Intentar el logro de las condiciones de funcionamiento en régimen del circuito de molienda y clasificación, pese a la limitación impuesta por la pequeña masa de mineral representativo disponible y la brevedad de las pruebas.

II.- PARTE EXPERIMENTAL.

El procedimiento seguido en las experiencias de esta etapa, se basó en la técnica y resulta es correspondientes a ensayos previos en escala de laboratorio, sobre muestras de menas de la misma procedencia y composición mineralógica, pero de leyes en U y Cu superiores (3).

Se realizaron 12 ensayos de molienda y Flotación en la Planta Piloto del Laboratorio de Minería del Banco Industrial de la República Argentina (posteriormente transferida al Instituto Nacional de Tecnología Industrial). Previo a cada uno de ellos, se procedió a la preparación de una muestra de ambas menas (basada en la selección de las reservas concentradas de las mismas,) en las siguientes proporciones:

	Peso %
Agua Botada	75.0
Cerro Negro	25.0
	100.0

Se utilizaron los lotes componentes en la etapa de reducción de tamaño a -25 mm. Los resultados resultaron en un 100% de una molienda de 15 mm de abertura, y los **sobretamños** -15 mm. La composición química del **lote mezclado**:

U ₃ O ₈ (químico)	0,20 %
Zn. (radiométrico)	0,13 %
Cu	1,05 %

II.a. Equipo utilizado:

La planta piloto de molienda y Flotación **utilizado es** equipo INCO No 7, indicado para una capacidad de **trastamiento** del orden de 90 a 150 kg/hora de mineral. **Esta compuesto por:**

- 1 tolva alimentadora de mineral triturado (capacidad 400 kg)
- 1 cinta alimentadora giratoria
- 1 **molino de bolas de 80 cms de largo por 40 cms de diámetro**

- 1 batería de 6 celdas de flotación N° 7 (capacidad: 28 lts. c/u) conectadas en serie.
- 2 bombas centrífugas para arenas de eje vertical, de 25 cms. de diámetro de aspiración y de salida respectivamente.
- 1 filtro de vacío, de tipo de bandeja cuadrangular basculante (90 x 90 cms) provisto de un tanque intermedio colector de líquidos de filtración, accionado por una bomba de vacío (de pistón).
- 1 pileta de decantación de hormigón de 2,80 mts. largo x 1,20 mts. ancho x 0,25 mts profundidad (capacidad: 0,840 m³).

Recipientes alimentadores de reactivos: una bomba alimentadora de solución de Na_2CO_3 al 10%, con descarga en la boca de entrada al molino; otra íd. alimentadora del tanque acondicionador de pulpas; un embudo con solución de Z-6 (amillxantato de sodio) al 1% con descarga al tanque acondicionador; 4 íd. íd. para las celdas de flotación Nos. 2, 4 y 6; 4 íd. para la solución del agente espumígeno (aceite de alquitrán) en las celdas Nos. 1, 3, 5 y 6. En las etapas en que se ensaya el agregado del agente colector Z-200, ello se hizo a la entrada al molino, mediante un frasco gotero.

II.b. Reactivos de flotación:

Los ensayos de laboratorio ya mencionados, permitieron determinar que los reactivos de flotación más convenientes para las menas en estudio eran:

- Na_2CO_3 (solución al 10%): regulador del pH y agente de dispersión de las lamas.
- Z-6 (amillxantato de sodio): agente colector de los sulfuros de cobre y de hierro. Se empleó bajo la forma de una solución al 1% (4)(5)
- Z-200 (etil tioneocarbamato de isopropilo): colector de sulfuros de Cu. Se utilizó en las etapas Nos. 6 a 11, conjuntamente con el Z-6 (5)
- Aceite de alquitrán (20% de extractos): agente espumígeno de procedencia chilena (actualmente reemplazado por un producto sintético de fabricación nacional). Todo de excelente poder colector de las menas más esféricas.
- Agua: Se utilizó como medio de suspensión **el agua corriente** de uso domiciliario.

II.c. Operación:

a) Molienda y clasificación:

Las experiencias de molienda en pequeña escala, sobre las menas componentes del común, llevaron a la conclusión que las mismas presentaban una apreciable diferencia de moliabilidad. Esta diferencia se manifestó en la mayor velocidad de la reducción de la maza de 8 cms. de diámetro a 35 mallas (malla límite de molienda), y en el tiempo que concurrió su reducción prolongada en el molino, consistente de la operación de partículas de tamaño superior a 270 mallas y cuya presencia en los **productos de flotación** ~~era difícil de su filtración~~.

Por tal motivo se consideró conveniente realizar la molienda con una carga de bolas no mayor que la necesaria para ocupar el 30% del volumen interior del molino (mediante el agregado de 108 kgs. de bolas de acero de 38 mms. ϕ y 25 Kgs. de id. de 25 mms. ϕ).

La alimentación de mineral se reguló de acuerdo con la capacidad del clasificador y si bien se efectuó en el primer ensayo a razón de 145 kgs/hora (excesiva), se mantuvo entre 75 y 100 kgs/hora en los siguientes, con una media de 90 kgs/hora.

En el curso de las etapas Nos 2 a 10 inclusive, se comprobó que el molino a bolas, por regulación de la alimentación de mineral a unos 85-95 kgs/hora y dilución al 50% de sólidos, era capaz de producir un material molido a -35 mallas y con un tenor del 40.7 - 44.8 % de partículas de -150 mallas, sin afectar la filtrabilidad de los productos de flotación. El clasificador AKINS, al cual era bombeada la pulpa saliente del molino, solo hizo de trampa de retención de las partículas de tamaños superiores a 20 mallas (apenas el 1 - 1.5 % de la masa total).

Los ensayos Nos 11 y 12 se efectuaron previa disminución de la pendiente del clasificador, con lo que se consiguió un mayor tiempo de retención de las partículas de tamaños intermedios (-65 a 150 mallas), un aumento de la fracción sedimentada y su retorno al molino. Se registró un incremento del contenido de partículas de -15 mallas en la pulpa emergente del clasificador (48.2 % y 54.1 %).

b). Flotación:

La pulpa rebalsante del clasificador era recibida en el tanque acondicionador.

En el curso de los Ensayos Nos. 1 a 6 se adicionó aproximadamente 1/3 del Na_2CO_3 total en la etapa de la molienda, y el resto en el acondicionador. En los ensayos Nos 7 a 12 la totalidad del Na_2CO_3 se agregó en el molino.

Los reactivos restantes se distribuyeron como ya se ha detallado anteriormente.

La flotación se efectuó en una etapa de desbaste y cinco de agotamiento. El concentrado y las 5 medienas se recolectaron en el mismo recipiente y constituyeron el concentrado final, que se caracterizó por su elevado contenido de pirita, sulfuros de cobre y materias bituminosas.

El pH se mantuvo en 7.0 en todas las etapas.

///

c) Filtración:

A las pulpas de los concentrados se les agregó, en promedio, 25 grs de SEPARAN 2610 en solución diluida (0,066 %), por tonelada de sólidos. Luego de un período de sedimentación de 10 minutos, se sifonaron los líquidos sobrenadantes y las pulpas espesadas (40-45 % sólidos) se filtraron en el filtro de bandeja (provisto de una tela de hilado de algodón). La capacidad de filtración media resultó de 123 kgs/m²/hora (base seca). Humedad media de las tortas: 20.5 %.

Las colas fueron destragadas, en todos los ensayos, en la pileta de decantación, donde se dejaron en reposo durante períodos de 2-4 horas, al cabo de los cuales se sifonaron los líquidos sobrenadantes. No se les adicionó la solución de SEPARAN, y el material sedimentado se entregó a lixiviación con una humedad media del 38%. Se reservaron muestras de las pulpas de las colas obtenidas en los ensayos Nos. 6, 7 y 10 y sobre ellas se realizaron ensayos de filtración en escala de laboratorio (7), en los que se utilizó una tela filtrante similar a la del ensayo de los concentrados y se adicionó el mismo flocculante. Los datos obtenidos fueron:

Consumo de flocculante 55 grs/ton. SEPARAN 2610

Humedad media 23.0 %

Capacidad de filtración media 141 kgs/m²/hora

En el cuadro No 1 (ANEXO), se resumen los datos correspondientes a los 12 ensayos, en los que se incluye el costo de los reactivos de flotación (los que se deberán multiplicar por el factor 1.5 para actualizarlos).

En la TABLAS Nos 1, 2, y 3 se exponen las distribuciones granulométricas de una muestra de la alimentación a las celdas de flotación del Ensayo No 11, de un común de los 12 concentrados e id. id. de las 12 colas de flotación.

El flujograma referente a estos ensayos, se incluye en el ANEXO.

III.- CONSIDERACIONES:

Del examen de los resultados expuestos en el Cuadro No 1, se desprende que el Ensayo No 5 ha reunido el mayor número de condiciones favorables: en el 13% de la masa original, se ha recuperado el 79.7% del Cu total, con una ley del 5.8 % y el 46.4 % del U3O₈ (ley 0.690%). El consumo de reactivos fue el siguiente:

1.575 grs ton	Na ₂ CO ₃
20 " "	Zn - 6
120 " "	aceite de alquitrán.

El costo ha sido de m\$ 18/tonelada tratada. No obstante, debería tomarse como representativo el Ensayo No 12, en el /que se operó en condiciones de régimen. El concentrado obtenido acusó leyes del 6.1% Cu y 0.760% U_3O_8 y recuperaciones del 82.6 % y del 50.5 % respectivamente, en un peso bruto del 13.4 %. Los reactivos de flotación necesarios fueron:

1.460 grs/ton	Na_2CO_3
32 " "	Z-6
105 " "	aceite de alquitrán

Costo: m\$ 19 / tonelada tratada.

En los cuadros Nos. 2, 3 y 4 se presentan los balances completos de los Ensayos comentados y el referente al promedio de los 12 Ensayos.

IV.-CONCLUSIONES:

- 1.- El tratamiento del común de las menas de uranio y cobre de CERRO HORNEL y AGUA BOTADA por trituración, molienda y flotación en planta piloto permite la obtención de concentrados de leyes medias del 6.1% Cu y 0.720 U_3O_8 y recuperaciones del 78% y 46.5 % respectivamente, contenidos en un peso bruto del 13.1 %
- 2.- La marcada diferencia de molibilidad de las menas constituyentes del común, deberá tomarse en cuenta para la selección y dimensionamiento de los equipos de trituración, molienda y clasificación en escala industrial.
- 3.- Los reactivos de flotación (carbonato de sodio, amilxantato de potasio y aceite de alquitrán) no ofrecen dificultades de aprovisionamiento.
- 4.- La filtración de los concentrados y colas de flotación requieren el agregado de 25 y 55 grs/tonelada del agente flocculante SIPALAN 2610. respectivamente.

V.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

- 1.- Los minerales de Uruguay - Sus yacimientos y procesamiento.
V. ARGELELLI - C.R.U.A. - (1958)
- 2.- Anteproyecto de una planta para procesar el mineral cupro-uranífero de Yacimientos-Atucha (Prov. Mendoza)
Gerencia Materiales Páinas - Comisión Nacional de Energía Atómica - Rep. Argentina (1962)
- 3.- Id. Id. (ANEXO IV 12)
- 4.- Handbook of *Mineral Dressing*
A.F. TAGGART (1945)
- 5.- Flotación Fundamentals
THE DOW CHEMICAL CO. - Midland (U.S.A.) (1958)
- 6.- Notas técnicas para la Minería - Colector de Flotación
DOW 3-200 (Int. R. - INT 2/628) -
DOW CHEMICAL INTERNATIONAL
- 7.- Filtration *leaf test* procedures
DORR-OLIVER INC. *Bulletin* Nº 251LT (1955)

Tabla No 1 - Análisis granulométrico de la mena
alimentada al concentrador (ensayo No 12)

Malla N°	Peso %	Id. acumulativo
35	1.1	1.1
48	2.2	3.3
65	13.2	16.5
100	14.6	31.1
150	14.0	45.9
200	10.5	56.4
270	6.6	63.0
270	37.0	100.0
	100.0	

Tabla No 2.- Análisis granulométrico del cona de los
12 concentrados de flotación

Malla No	Peso %	Id. acumulativo
35	2.6	2.6
48	7.3	9.9
65	18.3	28.6
100	19.3	47.9
150	12.0	59.9
200	8.3	68.2
270	31.8	100.0
	100.0	

0.117
0.295
0.208
0.447
0.404
0.694
0.653
0.653
0.644
0.637

Tabla No 3.- Análisis granulométrico del cona de
los 12 celas de flotación

Malla No	Peso %	Id. acumulativo
35	1.0	1.0
48	7.7	8.7
65	11.2	19.9
100	19.4	39.3
150	17.3	57.2
200	9.7	66.9
270	6.1	73.0
270	27.0	100.0
	100.0	

Cuadro Nº 2.- Balance del Ensayo Nº 5

Producto	Nº	Peso %	U_3O_8 %	Recupe- ración %	Cu %	Recupe- ración %
Concentrado	ABH-231	13.0	0.690	46.4	5.80	79.7
Cola	ABH-232	87.0	0.120	53.6	0.22	20.3
Alimentación	ABH-200	100.0	0.195	100.0	0.95	100.0

Cuadro Nº 3.- Balance del Ensayo Nº 12

Producto	Nº	Peso %	U_3O_8 %	Recupe- ración %	Cu %	Recupe- ración %
Concentrado	ABH-351	13.4	0.760	50.5	6.10	82.6
Cola	ABH-352	86.6	0.120	49.5	0.20	17.4
Alimentación	ABH-350	100.0	0.885	100.0	1.0	100.0

Cuadro Nº 4.- Balance del Ensayo de los
Sulfatos de U y Cu

Producto	Peso %	U_3O_8 %	Recupe- ración %	Cu %	Recupe- ración %
Concentrados	13.1	0.720	46.5	6.10	78.0
Colas	86.9	0.125	53.5	0.25	22.0
Alimentación	100.0	0.205	100.0	1.05	100.0

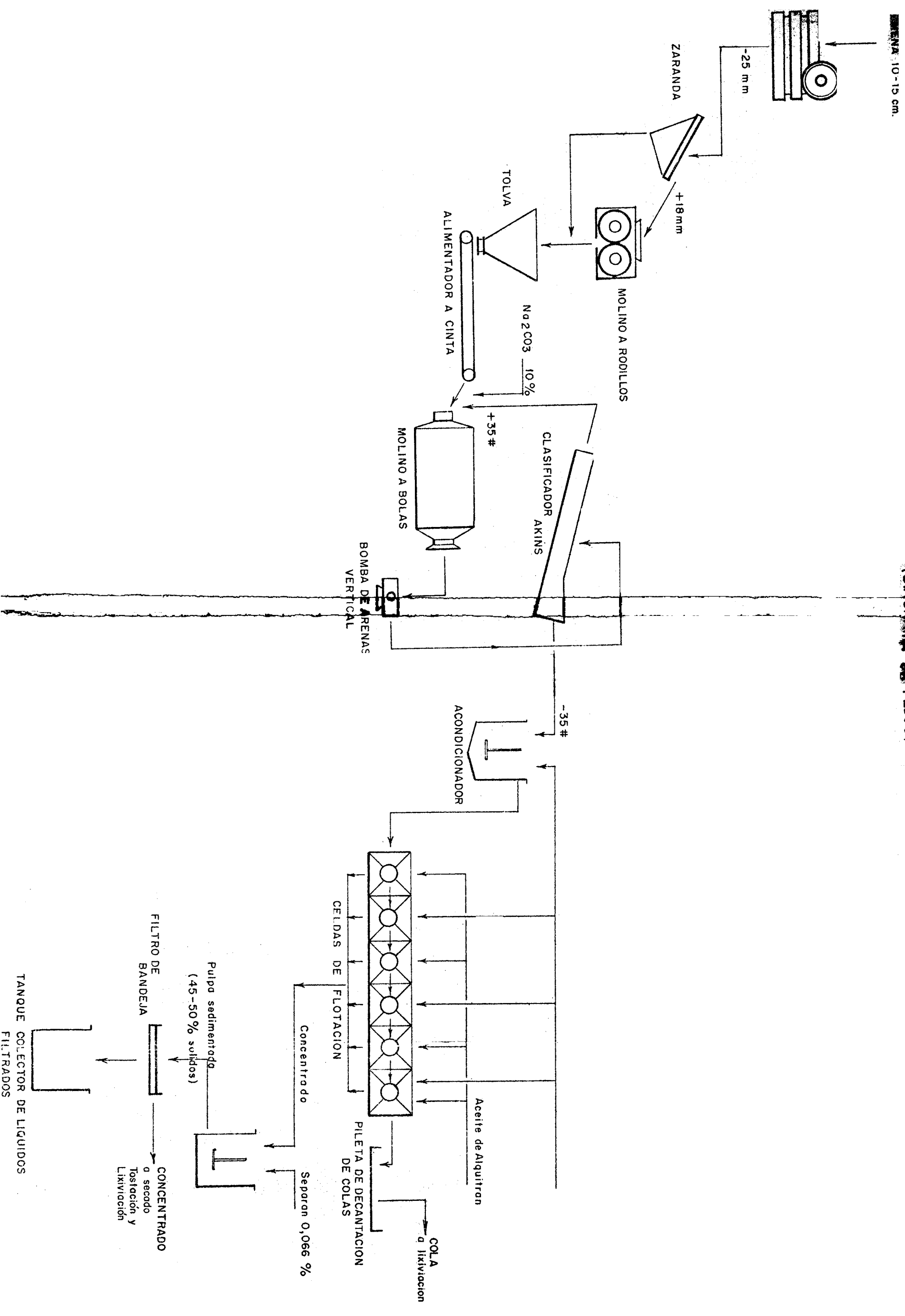
AGRADECIMIENTO

Se agradece a la GERENCIA DE CREDITO MINERO del Banco Industrial de la República Argentina por haber autorizado la utilización de la PLANTA PILOTO del Laboratorio de Minería para la realización de los ensayos descriptos. A la vez, se expresa al LABORATORIO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS y al SERVICIO LABORATORIOS el mayor reconocimiento por su colaboración en la práctica de las determinaciones mineralógicas y químicas pertinentes a este trabajo.

ooo ooo ooo

ENSAYO DE MOLIENDA Y FLOTACION DE LA MENA MALARGÜ EN ESCALA DE PLANTA PILOTO

(DIAGRAMA DE FLUJO)



SAYO	ALIMEN- TACION	PRODUCTO	PESO Kg	LEY U.S.A %	RECUPERA- CION %	LEY Cu %	RECUPERE- CION %	RAZON DE CONCENTRA- CION	VELOCIDAD DE ALIMENT. (Kg/h)	CLASIF. AKINS	COMPOSICION GRANULOMETRICA				No2003 gr/l.	Z-6 gr/l.	Z-200 gr/l.	ACEITE DE ALQUITRAN gr/l.	COSTO REAC- TIVOS \$/l.	SEPARAN 2610 gr/l. DE PRO- DUCTO	HUMEDAD TORIA FILTRO %	SUPERFICIE FILTRO NECESARIA m2/min	
											RETA mm	ALIMENT. %	DESCARGA DEL MOLINO	DESCARGA DEL CLASIF.									
1	ABH-100	ABH-101 ABH-102	16.3	0.580	50.6	4.31	83.2	5.1	145	NO FUN- CIONO EN RESIMEN	35	80.7			2.140	32	—	60	22		17.0		
			83.7	0.110	49.4	0.17	16.8																
			100.0	0.187	100.0	0.85	100.0																
2	ABH-200	ABH-201 ABH-202	13.1	0.740	53.9	5.69	83.4	7.6	90	Id.	35	80.7			1.550	28	—	95	18.70		18.0		
			86.9	0.096	46.1	0.17	16.6																
			100.0	0.180	100.0	0.89	100.0																
3	ABH-200	ABH-211 ABH-212	13.6	0.880	58.2	7.60	78.4	7.4	75	Id.					2.520	35	—	120	27		15.7		
			86.4	0.100	41.8	0.33	21.6																
			100.0	0.206	100.0	1.32	100.0																
4	ABH-200	ABH-221 ABH-222	14.1	0.710	51.2	5.92	68.4	7.1	90	Id.			0.2		1.700	17	—	65	16.50		15.0		
			85.9	0.110	48.8	0.45	31.6																
			100.0	0.195	100.0	1.22	100.0																
5	ABH-200	ABH-231 ABH-232	13.-	0.690	46.4	5.80	79.7	7.7	100	Id.	35	53	3.2		1.575	20	—	120	18		50	12.0	8.8
			87.-	0.120	53.6	0.22	20.3																
			100.0	0.194	100.0	0.95	100.0																
6	ABH-200	ABH-241 ABH-242	12.-	0.590	36.5	5.94	71.7	8.3	92						1.190	18	—	57	13.10	30	20.0	7.8	
			88.-	0.140	63.5	0.32	28.3																
			100.0	0.194	100.0	0.99	100.0																
7	ABH-200	ABH-251 ABH-252	12.8	0.660	42.7	6.20	82.0	7.8	85				4.3	0.9	2.000	30	—	85	21.60	20	20.8	5.0	
			87.2	0.130	57.3	0.20	18.0																
			100.0	0.198	100.0	0.97	100.0																
8	ABH-200	ABH-261 ABH-262	11.2	0.730	41.4	7.18	73.9	8.9	87	Id.			1.1	2.6	1.670	21	3.5	65	14.80	60	21.3	39.8	
			88.8	0.130	58.6	0.32	26.1																
			100.0	0.197	100.0	1.09	100.0																
9	ABH-200	ABH-271 ABH-272	11.8	0.760	40.4	6.12	77.5	8.5	96	Id.			2.5	1.7	1.660	28	23	75	25.50	25	17.2	3.9	
			88.2	0.150	59.6	0.24	22.5																
			100.0	0.220	100.0	0.93	100.0																
10	ABH-200	ABH-281 ABH-282	11.5	0.790	42.1	7.01	80.6	8.7	90	Id.			1.1	1.4	2.450	34	35	90	36	25	20.7	3.3	
			88.5	0.140	57.9	0.22	19.4																
			100.0	0.215	100.0	1.00	100.0																
11	ABH-200	ABH-291 ABH-292	14.4	0.730	46.6	5.56	75.5	6.9	95	FUNCIONO EN RECIMEN			4.5	2.9	2.200	38	11	85	27.80	25	15.6	9.2	
			85.6	0.140	53.4	0.30	24.5																
			100.0	0.225	100.0	1.06	100.0																
12	ABH-300	ABH-351 ABH-352	13.4	0.760	50.5	6.12	82.6	7.5	100	Id.			5.8	1.1	1.460	32	—	105	19.10	—	—	—	
			86.6	0.120	49.5	0.20	17.4																
			100.0	0.206	100.0	0.99	100.0																