

BENEFICIO HIDROMETALURGICO DE CONCENTRA-
DOS DE Pb Y Cu, OBTENIDOS POR FLOTACION
DE LOS SULFUROS POLIMETALICOS DE SOTIEL
(HUELVA)

P.N.A.M.P.M.

Julio, 1984



e. n. adaro
de investigaciones mineras s.a.

50157

TITULO	<u>BENEFICIO HIDROMETALURGICO DE CONCENTRADOS DE Pb Y Cu, OBTENIDOS POR FLOTACION DE LOS SULFUROS POLIMETALICOS DE SOTIEL (HUELVA)</u>
CLIENTE	P.N.A.M.P.M.
FECHA	Julio, 1984

Referencia:

Departamento: Mineralurgia

PRESENTACION

Por encargo de la Dirección General de Minas, se presenta a la consideración del Comité de Supervisión del Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales (PNAMPM), el proyecto denominado BENEFICIO HIDROMETALURGICO DE CONCENTRADOS DE Pb Y Cu, OBTENIDOS POR FLOTACION DE LOS SULFUROS POLIMETALICOS DE SOTIEL (HUELVA), que será desarrollado, en su caso, por la Empresa Nacional de Minas de Almagrera, S.A. con el siguiente presupuesto y plazo de ejecución:

Presupuesto

El presupuesto total para su ejecución asciende a VEINTISIETE MILLONES CIENTO CINCUENTA Y NUEVE MIL PESETAS.

	<u>Ptas.</u>
- Trabajos a realizar por Minas de Almagrera, S.A.	25.859.000,-
- Seguimiento y control de ENADIMSA ...	<u>1.300.000,-</u>
TOTAL PRESUPUESTO	27.159.000,- =====

Plazo de ejecución

El plazo total de ejecución se estima en 15 meses contados a partir de la fecha de adjudicación.

MEMORIA

PROYECTO H - 56

BENEFICIO HIDROMETALURGICO DE CONCENTRADOS DE
Pb Y Cu, OBTENIDOS POR FLOTACION DE LOS SULFU
ROS POLIMETALICOS DE SOTIEL, (HUELVA).

Julio 1.984

MEMORANDUM

1 - INTRODUCCION

El Proyecto SOTIEL está desarrollándose sobre la base de producir concentrados diferenciales de Cu, Pb y Zn mediante el beneficio de sulfuros complejos, que serían vendidos a fundidores de cada especialidad. Sin embargo, los concentrados de cobre y Plomo, además de la escasa selectividad en la Flotación, tienen unas impurezas que los hacen penalizables por encima de lo normal.

Aunque estas circunstancias se han tenido en cuenta al estudiar los resultados previsibles, no cabe duda que supone una cierta desventaja para los concentrados en cuestión.

Uno de los caminos para eludir estos problemas es el obtener un concentrado de Cobre con elevados contenidos de Plomo más un concentrado de Plomo, aunque sea de baja ley, y otro de Zn.

Desde el punto de vista del proceso se tendrían las ventajas siguientes :

- El concentrado de Zn será prácticamente igual al obtenido en flotación diferencial, que no presenta problemas especiales para su comercialización.
- La recuperación de Cu y Pb aumentarían.
- Los costos operativos de flotación disminuirían aproximadamente en un 20 %.
- La conducción y control de la Flotación se simplificaría notablemente y la influencia de la oxidación sería mínima.

MINERÍA

El procesamiento hidrometalúrgico de los concentrados de Plomo está en línea con los esfuerzos que se realizan a nivel mundial para eliminar la gran contaminación de SO₂ y Pb causada por -- las fundiciones, donde las leyes de Protección Ambiental imponen cada vez límites más severos.

Por último, este tipo de tratamiento de los concentrados permite un relanzamiento de la minería de sulfuros complejos del SO español.

2 - ANTECEDENTES

Esta investigación, que se inició el año 1.981, cuya denominación es "Proyecto H-56", se basaba en la posibilidad de tratar, por hidrometalurgia, concentrados de Cu-Pb con un contenido alto de impurezas, lo que implica penalidades por encima de lo normal.

En el programa de investigación, que se ha realizado durante 24 meses, es decir, hasta finales de 1.983, se han estudiado y ensayado las distintas vías que se presentaban para tratar estos concentrados, que en síntesis eran los siguientes :

- Lixiviación Selectiva sólo del Pb.
- Lixiviación conjunta de Cu-Pb y posterior separación.
- Lixiviación sucesiva del Pb y Cu.

Los resultados obtenidos en planta micropiloto funcionando en continuo y circuito cerrado, que se desarrolló a lo largo de 7 campañas, tratando 881 Kgs. de concentrado en 1.040 horas de operación, han demostrado que el sistema más idóneo es el de lixiviación selectiva del plomo, cualquiera que sea el concentrado de -- que se trate :

- De Cu con alto contenido en plomo ó
- De concentrados de plomo, aunque sean de ley baja.

El seguir este camino tiene las siguientes ventajas :

- Se evita la costosa lixiviación del Cu y, partiendo de concentrados del orden del 18 % Cu y 5-15 % Pb, fácilmente obtenibles en flotación, se obtienen directamente concentrados de Cu de calidad comercial sin impurezas.

WHEH111111

- Se atenúa grandemente el difícil control de la dosificación del reactivo colector de Cu y Pb durante la flotación y permite una mayor recuperación de Cu, del orden del 10 % de incremento.
- Se disminuye drásticamente el problema de la eliminación -- del Fe, que aporta la calcopirita al lixivarse.
- Simultáneamente se puede tratar en circuito paralelo cualquier clase de concentrado de plomo que se produzca.

En el estudio se ha evidenciado que los resultados óptimos se obtienen mediante lixiviación del plomo en dos etapas en contracorriente; intercalando opcionalmente entre ellas una fase de cementación de las lejías, que las purifica obteniendo un cemento de Cu-Ag.Sb-Bi; y por electrolisis se recupera el plomo regenerándose el reactivo oxidante (Cl_3Fe). Esta fase de electrolisis es la que ha presentado mayor complejidad, y la que precisa todavía una investigación particular.

3 - RESULTADOS INICIALES

Los resultados obtenidos en el tratamiento de concentrados de cobre y concentrados de plomo se adjuntan en hoja siguiente. El plomo electrolítico es, en ambos casos, un plomo de obra desbismutado de fácil comercialización y afino.

Los costos operativos obtenidos, según los datos determinados -- hasta el momento en la planta micropiloto, son de 11.800 ptas. - Tm. de concentrado de plomo, y de 3.580 ptas.Tm. de concentrado de cobre.

El consumo energético, medio para Pb y Cu, se cifra en 350 Kwh/- Tm. de concentrado tratado, del que aproximadamente un 25 % podría ser sustituido por vapor producido en la planta de ácido -- sulfúrico de Sotiel.

El beneficio por mayor valor de los productos obtenidos a partir de 1 Tm. de concentrado de plomo se cifra en 16.578 ptas./Tm. y para 1 Tm. de concentrado de cobre en 8.520 ptas./Tm., teniendo en cuenta el mejor precio por las calidades obtenidas tanto en plomo, como en cobre, y en éste caso el valor añadido del plomo recuperado en el proceso.

En una primera aproximación se ha estimado que la inversión para una planta industrial capaz de tratar 20.000 Tm./año de concentrados de plomo y de cobre, ascendería a 500 Mill.Ptas.

MINERVA

4 - INVESTIGACION EN PROYECTO

4.1 - Objetivo de la investigación

Es necesario profundizar en el estudio de la electrolisis, que es la fase menos optimizada del proceso, especialmente en lo referente al óptimo diseño de la celda electrolítica, tipo de ánodo de titanio y su recubrimiento óptimo; clase de membrana de separación ánodo-cátodo, que llevaría consigo una disminución sensible del consumo de energía.

Se considera necesario que para conocer con más exactitud los costes totales de la operación, así como la optimización del proceso, es necesario :

- 1° Proceder a la modificación de la planta micropiloto actualmente en operación, especialmente la electrolisis.
- 2° Ampliación de la fase de la lixiviación, con una sección en paralelo para los concentrados de plomo, para el tratamiento simultáneo de concentrados de cobre y los de plomo, con una electrolisis común.
- 3° Realización de las campañas de trabajo suficientes en número y extensión, para alcanzar los resultados óptimos extrapolables a una planta mayor.

INVESTIGACION

4.2 - Metodología a seguir

Como lo que se propone es una continuación de la investigación iniciada en Abril de 1.981, la metodología a seguir es idéntica a la entonces indicada.

4.2.1 - Las distintas fases que se seguirán en la realización de este proyecto son :

- a) Estudio de optimización del diseño de la celda electro-lítica a nivel de microplanta, con la posible cooperación de empresas especializadas en electrolisis de cloruros.
- b) Construcción y montaje de la celda de electrolisis.
- c) Operación de la Planta durante un periodo estimado de 4 meses efectivos, en campañas de duración no inferior a 3 semanas, tanto con concentrados de cobre como de plomo.
- d) Instalación de la lixiviación paralela y operación de la planta con tratamiento simultáneo de concentrados de Cu y de Pb durante 2 meses.
- e) Estudio del posible aprovechamiento de residuos de lixiviación de concentrados de plomo.
- f) Estudio del tratamiento de las purgas de efluentes líquidos.
- g) Estudio de la contaminación ambiental asociada al proceso.

MEHRAH

4.3 - Diseños Celda electrolítica y Planta Piloto

4.3.1 - Celda electrolítica

Los resultados obtenidos con la celda de Laboratorio nos han llevado a un nuevo diseño de una celda mejorada, con una mayor disponibilidad de superficie catódica y anódica y con un fondo sedimentador con el fin de recoger el plomo electrolítico.

Este Pb se quiere lograr que sea pulverulento, pero con el grano lo más grueso posible, siendo desprendible y sedimentable.

En el croquis adjunto puede verse la nueva celda. Consta de 3 cátodos y 4 ánodos, con sus respectivos recintos -- anódicos que están rodeados por una membrana de polipropileno.

En esta nueva celda se pretende optimizar los parámetros de trabajo para la consecución del plomo deseado con la mayor eficiencia, que parece se situará entre 90 - 95 %, y el menor consumo.

La densidad de corriente aplicada debe ser alta, pero -- evitando el superar los 3 V, lo cual pretende comprobarse con el aumento de la superficie catódica, ya que con las dimensiones actuales, el obtener densidades de corriente de 1.000 A/m^2 implican subir el potencial a 3 V.

Con los datos obtenidos en los distintos ensayos que se realicen, se diseñará la celda de la planta micropiloto con capacidad para la producción de 500 gh^{-1} de Pb.

MEMORIA

4.3.2 - Planta Piloto

Como se observa en los tres diagramas adjuntos, la planta micropiloto se ha dividido en tres secciones :

1 - Sección 100. Lixiviación del Concentrado de Cobre

En esta se disponen los flujos de forma que se realice un ataque a contracorriente, incluyendo un espesador a la salida de la etapa reductora y un filtro -- prensa para el filtrado del concentrado final a la salida de la etapa oxidante. Se estudiará en éste la fase de lavado del concentrado.

El espesamiento en caliente produce un rebose no clasificado por lo que se hace pasar éste por un filtro a vacío.

La planta se ha diseñado sobre la base de poder tratar 10lh^{-1} de pulpa, pero haciendola lo más versátil posible con el fin de poder realizar modificaciones.

El repulpador R 100 es de 5 litros, donde llegan el concentrado fresco y la lejía procedente de la etapa oxidante para alimentar al Reactor RR 100, de 25 litros.

El espesador I 100 tiene 30 cm. de diámetro, lo que supone un área de 7.1 dm^2 y se ha diseñado en base a la curva de sedimentación realizada en caliente que se acompaña. El volúmen se ha disminuido al máximo para evitar el enfriamiento de la lejía y la cristalización del Cl_2Pb . Material polipropileno.

W E H A M M A N

El filtro prensa es de $0,5 \text{ m}^2$ con platos de alimentación central para asemejar al máximo la realidad de los filtros modernos de descarga automática con cámara incorporada. Lleva 5 platos intermedios de 300×300 y 2 platos externos de 300×300 , formando todo el conjunto 6 cámaras filtrantes. Material polipropileno.

2 - Sección 200. Lixiviación del Cdo.Pb y Cementación

La lejía regenerada procedente de la electrolisis se mezcla con el concentrado en el repulpador de 5 litros R 200 y se procede al ataque en una etapa oxidante en el RR 200 de 10 litros.

Se filtra en filtro vacío, obteniendo un residuo que se lava y las lejías son enviadas al depósito regulador D 200 previa entrada a cementación con polvo de Zn en RR 201 de 3 litros y pasa a un cono decantador, donde el cemento de Ag se recoge por el fondo. El rebalse pasa al depósito D 300 para entrada a electrolisis.

El decantador está construido en polipropileno y tiene un diámetro de 20 cm.

3 - Sección 300. Electrolisis

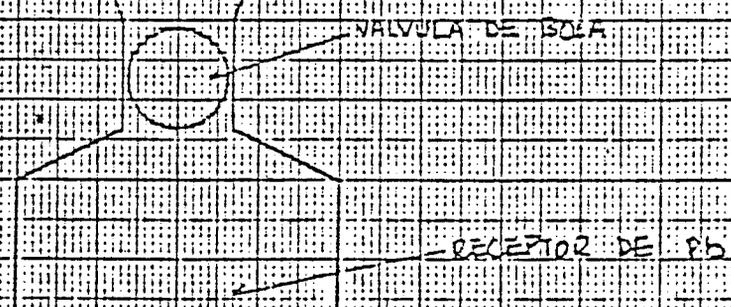
Las lejías procedentes de las secciones 100 y 200 se almacenan en el depósito de 30 l. D 300, de polipropileno, donde también es recirculado el catolito.

MEMORANDUM

La celda de electrolisis será diseñada a escala en función de los resultados que se obtengan con la nueva celda de Laboratorio ya mencionada.

En el depósito D 301 se almacena el anolito y desde donde se recircula a los compartimentos anódicos. Desde ahí se distribuye la lejía regenerada a las secciones 100 y 200.

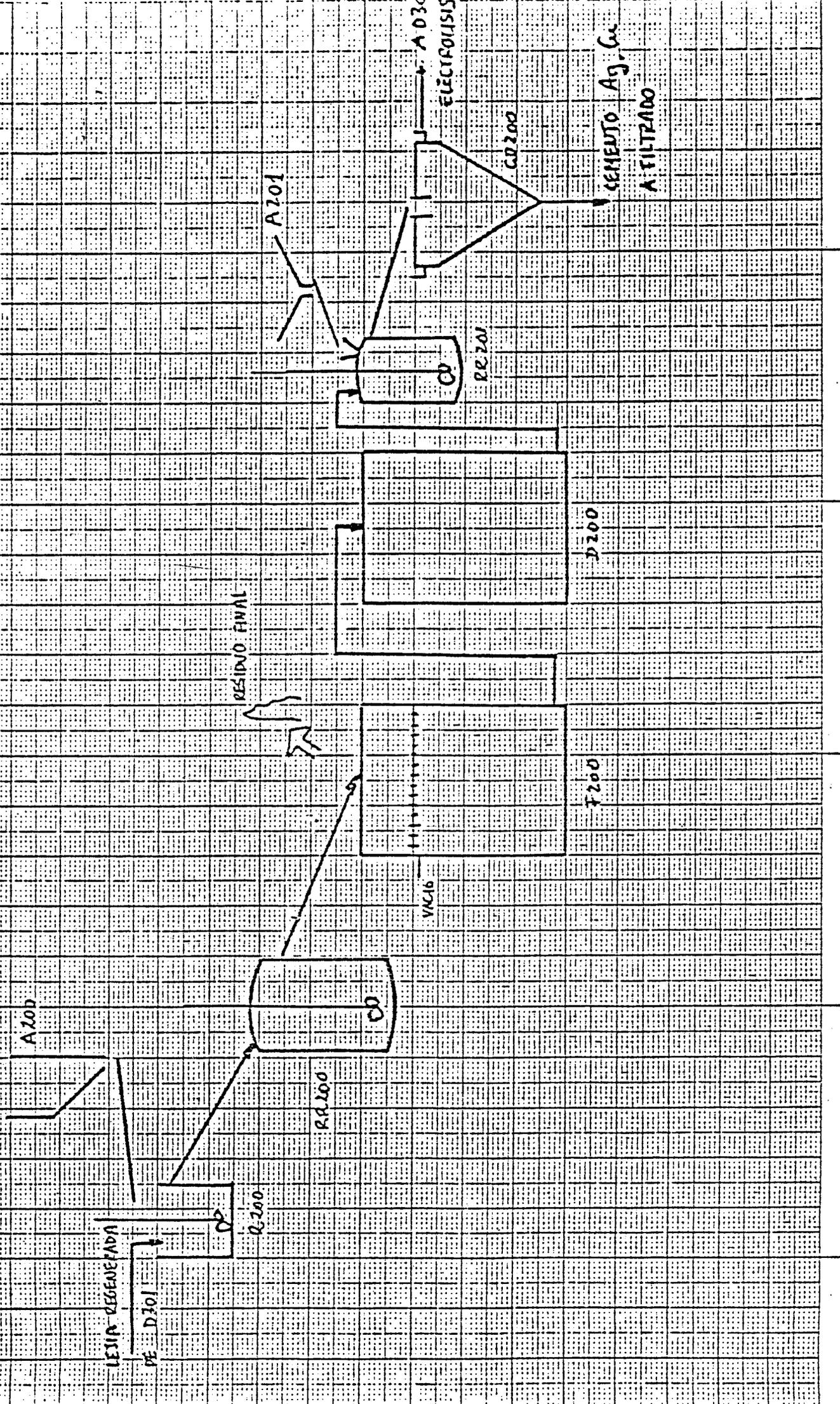
TELAS DE
POL. PROPANO
EN LOS CUATRO
RECINTOS ANODICOS



MINAS DE ALMAGRE C.A

ESQUEMA NUEVA CALDA ELECTROLISIS

SECCION 200 CIMENTACION CLO PLANO CIMENTACION



A200

AGUA REGENERADA

PE D301

R-200

RR200

C0

VAC16

F200

D200

RE-201

A030

ELECTROLISIS

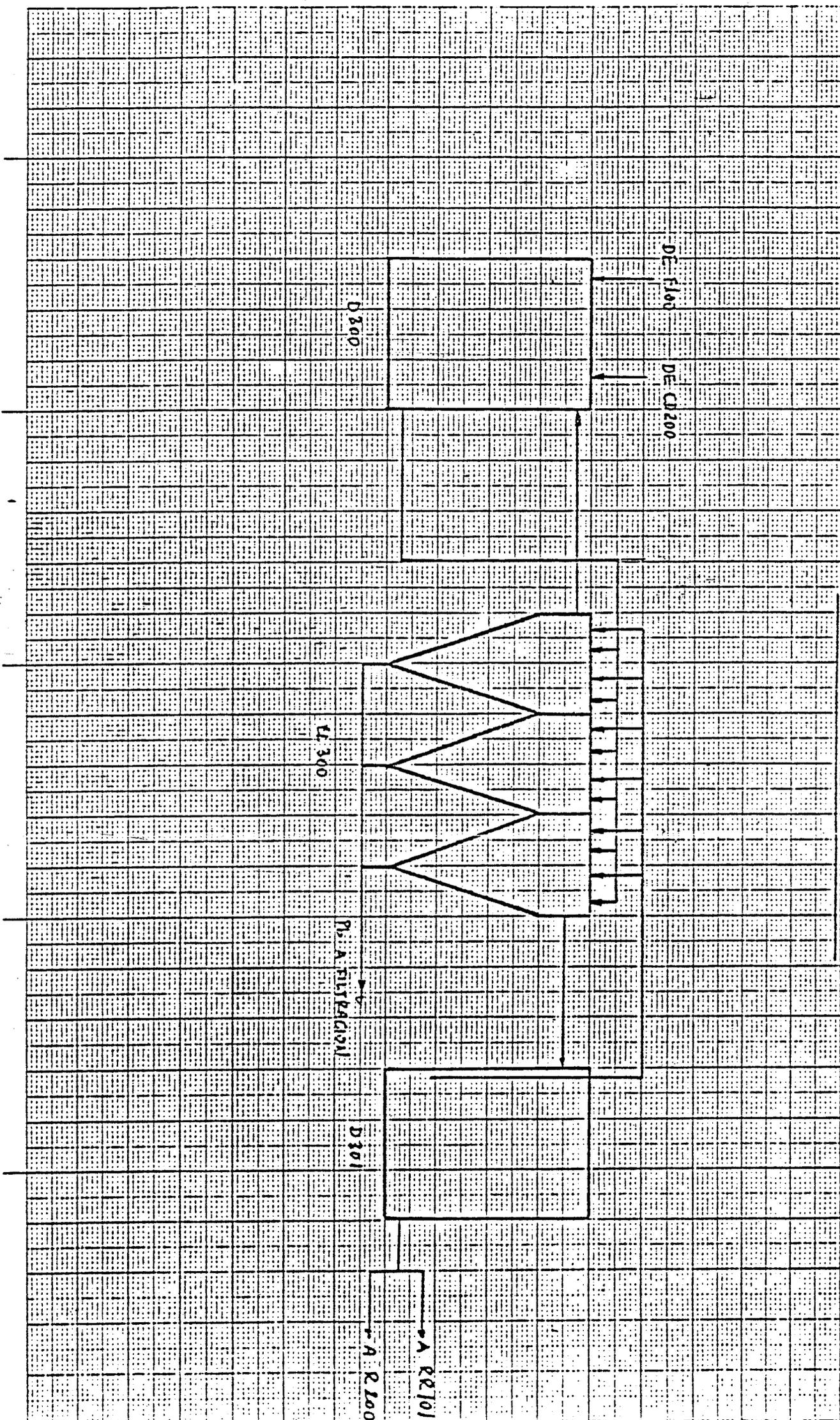
C0200

CEMENTO Ag. Cu

A FILTRADO

RESIDUO FINAL

SECCION 300 ELECTRODISIS



CURVA SEDIMENTACION
 PULPA SALIDA REACTOR LIQUIDACION

H₂O

40

30

20

10

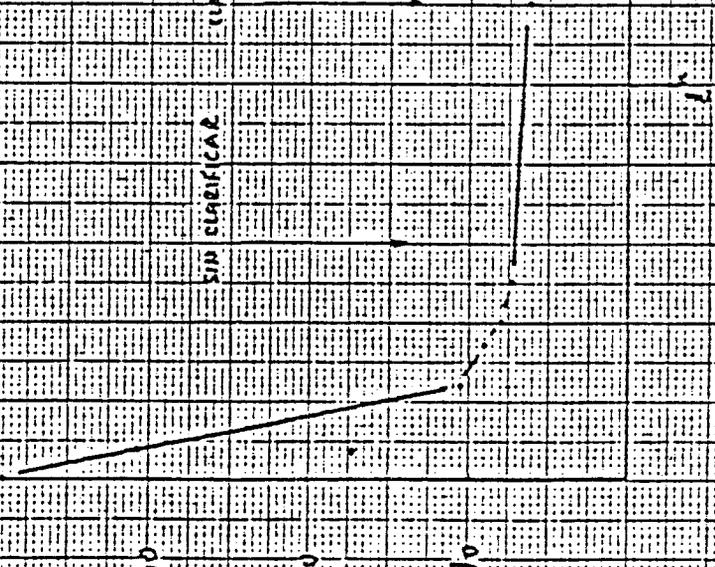
SIN CLARIFICAR
 CLARIFICADO

TIEMPO

3

2

1



MEMORANDUM

5 - DATOS ECONOMICOS

5.1 - Equipo necesario

Para la realización de este estudio, se precisa completar la planta micropiloto actualmente existente con los siguientes elementos :

<u>CANTIDAD</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>CAPACIDAD</u>	<u>MATERIAL</u>	<u>PRECIO TOTAL (PESETAS)</u>
1	ALIMENTADOR DE TORNILLO	2.000 grs/h	Inoxidable	50.000
1	TOLVA ALIMENTACION	8 Kgs.	Inoxidable	4.000
3	REPULPADORES	5 lts.	Polipropileno	45.000
3	AGITADORES		Titanio	15.000
3	MOTORES AGITADORES	70 W		150.000
2	REACTORES	10 lts.	Vidrio	650.000
1	REACTOR	25 lts.	Vidrio	420.000
6	BOMBAS KIP 800			80.000
5	BOMBAS PERISTALTICAS			700.000
-	REPUESTOS BOMBAS WATSON MARLOW			100.000
5	FILTROS A PRESION		Polipropileno	200.000
1	FILTRO PRENSA			750.000
1	DECANTADOR		H° engomado	80.000
1	PREPARADOR SALMUERAS	100 lts.	Polipropileno	100.000
1	CEMENTADOR ROTATORIO	10 lts.	Polipropileno	75.000
1	CONO DECANTADOR CEMENTO		Polipropileno	20.000
2	CALEFACTORES	2 Kw.	Titanio	30.000
-	TELAS DIAFRAGMA			10.000
1	CELDA ELECTROLITICA CON ANODOS Y CATODOS	30 lts.	Polipropileno Titanio Rutenado	300.000
-	ANODOS			180.000
4	DEPOSITOS CON AGITACION	100 lts.	Hierro	210.000
2	EQUIPOS SENSOR Y MONITOR DE ORP			600.000

.../...

MEMORANDUM

<u>CANTIDAD</u>	<u>EQUIPO</u>	<u>CAPACIDAD</u>	<u>MATERIAL</u>	<u>PRECIO TOTAL (PESETAS)</u>
2	EQUIPOS FILTRACION AM-- BIENTE INERTE			100.000
-	BOMBA DE VACIO DE MEM-- BRANA			200.000
-	HORNO DE FUSION			150.000
-	PRENSA PARA Pb ELECTRO- LITICO		Inoxidable	300.000
-	COLUMNA ABSORCION CL ₂		Vidrio y Relleno	250.000
1	REGISTRADOR OMNISCUIITE			150.000
2	PH - MV METROS			190.000
4	ELECTRODOS COMBINADOS Pt			75.000
1	CONDUCTIVIMETRO			80.000
2	REGISTRADORES			315.000
-	TUBERIA DE 1/4" Y ACCES.		Polipropileno	105.000
-	MATERIAL ELECTRICO VARIO			175.000
			TOTAL EQUIPOS	6.859.000
				=====
5.2 - <u>Mano de obra</u>				
	INVESTIGACION PREVIA (4 hombres x 6 meses)			2.300.000
	PERSONAL DE OPERACION PLANTA (10 hombres x 6 meses) - 5 OPERADORES Y 5 ANALISTAS (CONTRATO EVENTUAL) . . .			6.000.000
	SUPERVISION Y DIRECCION PROYECTO (1,5 Ldo.C.Quím). - 15 meses			3.600.000
			TOTAL MANO DE OBRA	11.900.000
				=====
5.3 - <u>Materiales consumibles y Mantenimiento</u>				
	REACTIVOS, MAT.VIDRIO, ENERGIA ELECTRICA, ETC.			750.000
	REPARACIONES			1.000.000
			TOTAL	1.750.000
				=====
5.4 - <u>Posible colaboración exterior</u>				
	ASISTENCIA TECNICA DE ESPECIALISTAS EN ELECTROLISIS .			3.000.000
			TOTAL	3.000.000
				=====

MINERÍA

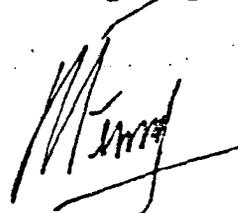
5.5 - PRESUPUESTO TOTAL

El costo de esta fase de la investigación, de acuerdo con los datos expuestos anteriormente son:

- Equipo necesario	6.859.000 ptas.
- Material consumible y Mantenimiento . . .	1.750.000 ptas.
- Mano de Obra	8.300.000 ptas.
- Supervisión y Dirección	3.600.000 ptas.
- Colaboración exterior	3.000.000 ptas.
	23.509.000 ptas.
- Imprevistos 10 %	2.350.000 ptas.
	T O T A L 25.859.000 ptas.

Importa el presente Presupuesto la cantidad de VEINTICINCO MILLONES OCHOCIENTAS CINCUENTA Y NUEVE MIL PESETAS.

Minas de Almagrera, S.A.
Director de Promoción y Explotación Minera



MEMORANDUM

5.6 - Plazos

Se estima un periodo de investigación previa sobre la electro_lisis y de acondicionamiento de la planta, de 6 meses, seguidos de otros 6 meses de operación en continuo y circuito cerrado, 2 meses para estudiar problemas de efluentes y contaminación ambiental, y 1 mes para la elaboración del informe final. En total sería 15 meses la duración de este Proyecto.

5.7 - Otros datos

En el aspecto social, la realización de este Proyecto supondrá la creación de empleo con caracter temporal de 10 operarios, - en una zona muy deprimida en cuanto a empleo.

MINERÍA

6 - DATOS COMERCIALES DEL PROYECTO

- † 6.1 - Las consecuencias económicas en caso de éxito son, en primer lugar, la mayor recuperación de Cu y Pb, cuyo aumento de producción sería del orden del 10 % para el cobre y del 15 % para el plomo.

Industrialmente se consigue una mayor facilidad en la operación del concentrador.

6.2 - Mercado potencial

Los productos obtenidos serían de fácil venta : el Plomo, exento casi totalmente de Bismuto, se podría comercializar como Plomo de obra y el concentrado de Cobre como un concentrado en el mercado nacional.

6.3 - Sustitución de técnica extranjera

La purificación de los concentrados permite procesarlos en las fundiciones nacionales, no preparadas por el tratamiento de los concentrados de Sotiel, y se evita la necesidad de exportarlos al extranjero a precios inferiores, soportando además importantes penalidades por las impurezas que contienen.

