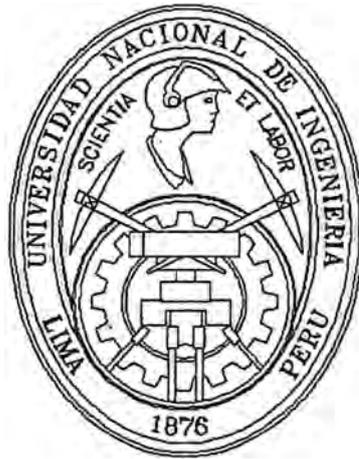


# Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA,  
MINERA Y METALURGICA



*Flotación Bulk vs. Flotación Diferencial  
Concentradora "El Mochito"  
American Pacific Inc. - Honduras C.A.*

**INFORME DE INGENIERIA**

Para optar el título profesional de

**INGENIERO METALURGISTA**

**Florencio Augusto Baella Servan**

**PROMOCION 75-II**

Lima - Perú

1995

FLOTACION BULK VS FLOTACION DIFERENCIAL

CONCENTRADORA "EL MOCHITO"

AMERICAN PACIFIC INC. - HONDURAS C.A.

## INDICE GENERAL

### I. INTRODUCCION

I.1	Objeto .....	5
I.2	Visión General de la Mina	
	Ubicación .....	5
	Historia .....	7
	Geología .....	9
	Minado .....	10
	Procesamiento .....	10
	Costos de Operación .....	11
	Rentabilidad .....	13

### II. BREVE DESCRIPCION DE LA PLANTA CONCENTRADORA "EL MOCHITO"

II.1	Trituradoras .....	14
II.2	Molienda .....	15
II.3	Remolienda .....	16

II.4	Flotación .....	16
II.5	Filtros .....	17
II.6	Instrumentación .....	18
II.7	Edificio MCC (Centro de Control Motores)..	18
II.8	Sistema de bombeo de colas para el Relleno Hidráulico en Mina .....	19

### III. EVALUACION DE LA FLOTACION BULK

III.1	Aspectos Generales .....	
III.2	Pruebas Metalúrgicas de Laboratorio .....	20
	Muestras Usadas .....	20
	Procedimientos de Análisis .....	21
	Práctica de Laboratorio .....	21
	- Procedimientos de molienda .....	22
	- Técnicas para las Pruebas de Flotación ..	22
	- Adiciones de los Reactivos .....	22
	- Flowsheets usados en las Pruebas .....	23
	Detalles de las Pruebas de Laboratorio ...	27
	Análisis de Malla .....	39
	Curvas de Velocidad de Flotación, Recupera- ción y leyes .....	42
III.3	Prueba de la Flotación Bulk en Planta .....	49

IV.	ANALISIS ECONOMICO DE LA FLOTACION BULK VERSUS LA FLOTACION SELECTIVA	
IV.1	Consumo de Reactivos .....	52
IV.2	Retorno Neto de Fundición .....	55
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	60
VI.	BIBLIOGRAFIA .....	62
VII.	APENDICES	
VII.1	Work Index y Consumo de Energía .....	64
VII.2	Costos de Operación Concentradora .....	69
VII.3	Flowsheets .....	71

## I. INTRODUCCION

### I.1 OBJETO

El tratamiento de minerales conteniendo cantidades económicas de plomo y zinc, no siempre es fácil de llevarse a cabo pudiendo involucrar complicados problemas en la flotación de los metales base como es el caso del mineral de El Mochito. La mineralogía de este yacimiento es una mezcla compleja de galena y esfalerita en una ganga predominantemente constituida por pirrotita, piritita, magnetita, cuarzo y caliza.

Desde inicios de la década del setenta numerosas pruebas metalúrgicas de laboratorio han sido llevadas a cabo tratando de optimizar la separación de la galena de los sulfuros de zinc. El proceso convencional de flotación selectiva aplicado desde la década del sesenta no arrojaba resultados óptimos. En Diciembre de 1991 se reinició una serie de pruebas de laboratorio a fin de determinar el proceso más conveniente y que al mismo tiempo no requiera de mayor inversión.

Afortunadamente los resultados fueron positivos al aplicar en planta la flotación bulk seguida de separación plomo-zinc basados en los resultados de las pruebas de laboratorio que en este trabajo intentamos detallar.

### I.2. VISION GENERAL DE LA MINA

#### I.2.1 Ubicación

La mina de plata-plomo-zinc "El Mochito" perteneciente a la American Pacific Inc. está localizada en una región montañosa al N.O. de Honduras, América Central en el Departamento de Santa Bárbara. La mina, concentradora y el campamento están situadas al oeste de la ciudad de Las Vegas en un valle a una altura de 823 metros sobre el nivel del mar en la base de la montaña Santa Bárbara cuya elevación alcanza los 2,744 msnm, y a una distancia de 1.4 kms. del Lago Yojoa. La ciudad grande más cercana, San Pedro Sula, dista 110 Kms. hacia el norte demorando el viaje cerca de dos horas en carro. Toda la administración de la empresa está centralizada en el

Golfo de Honduras

PUERTO  
CORTE

Lago de  
Izabal  
G U T E M A L A

SAN PEDRO  
SULA

H O N D U R A S

EL MOCHITO

TEGUCIGALPA

N I C A R A G U A

EL SALVADOR

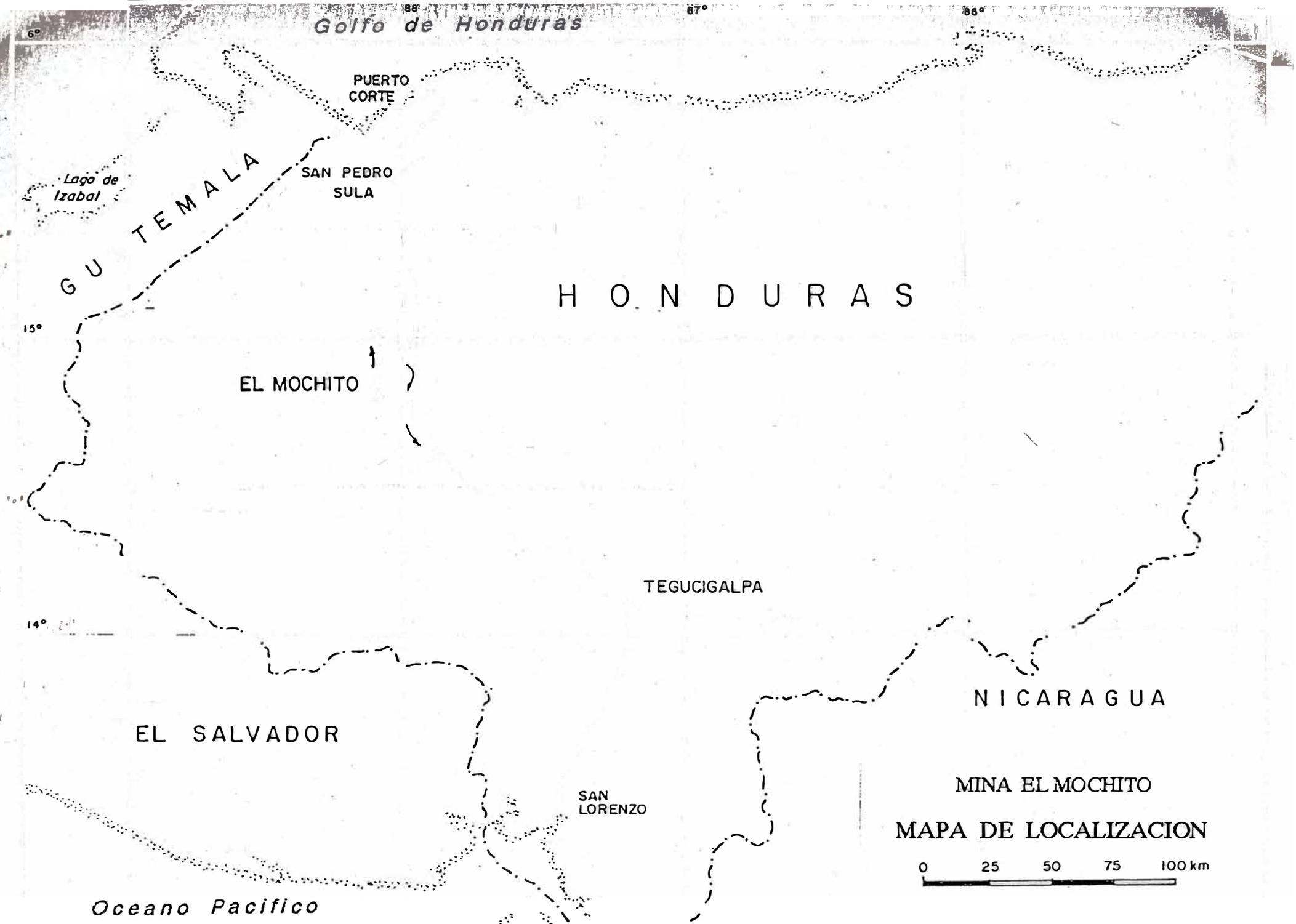
SAN  
LORENZO

MINA EL MOCHITO

MAPA DE LOCALIZACION

0 25 50 75 100 km

Oceano Pacifico



mismo campamento contando con un eficiente enlace telefónico. En la ciudad de San Pedro Sula la empresa cuenta con una pequeña oficina para trámites documentarios y servicio de abastecimiento local. Casi toda la maquinaria y suministros arriban via transporte marítimo a Puerto Cortés, distante 45 Kms. al norte de San Pedro Sula. Los concentrados son transportados en camiones desde la concentradora hasta la bodega de Ampac en Puerto Cortés para posteriormente ser embarcados con destino a fundiciones de plomo y zinc en Inglaterra, Bélgica y Canadá principalmente.

La mina de El Mochito ocurre como depósitos de reemplazamiento en piedra caliza. En la vieja mina principal el método de minado fué el de corte y relleno. Los nuevos cuerpos mineralizados de San Juan y Nacional que proveen el 25% y 75% del tonelaje respectivamente, son también minados por el método de corte y relleno. El índice de trabajo de la cabeza de molinos está al rededor de 10.5 Kw-hr/ton y el consumo total de energía en la Concentradora está alrededor de 30.5 Kw-hr/ton (ver Apendice 1).

## II.2.2 Historia

La mina El Mochito ha tenido una larga historia, habiendo comenzado su explotación en Abril del año 1,948 como una operación de la New York and Honduras Rosario Mining Company con una capacidad de planta de 100 TCSPD tratando valores combinados de plomo-zinc sobre 15% y recuperando cerca de 30 oz/T de plata. La plata nativa, que ocurría como glóbulos e hilos, era recuperada usando un jig. El plomo y zinc eran recuperados por flotación bulk en un sólo concentrado. Debido a la preactivación era imposible hacer una separación plomo-zinc económicamente rentable hasta después de los primeros 12 años de operación cuando se alcanzó los sulfuros minerales de los niveles más profundos. Desde 1960 hasta mediados de 1992 se empleó la flotación diferencial y desde este año hasta la fecha se viene usando con éxito la flotación bulk seguida de la separación plomo-zinc, en cuya evaluación metalúrgica el suscrito participó activamente y que es materia del presente trabajo.

Durante los 30 años siguientes al arranque inicial de operaciones, la capacidad de molienda fue incrementandose gradualmente hasta 1,250 TCSPD. Durante este período, adicionalmente al circuito de flotación se instalaron tanques Pachuca para la cianuración de las colas de la flotación. El tratamiento de las colas fue suspendido en 1979 cuando la ley de plata bajó dramáticamente (2 a 3 oz/ton). Los aumentos de capacidad de tratamiento durante el período mencionado

fueron logrados en incrementos pequeños añadiendo equipo de molienda y flotación necesarios al núcleo original de la planta. Esto dió como resultado una planta extendida desordenadamente en la ladera de un cerro con elevada pendiente con las correspondientes dificultades en operación y controles.

A mediados de la década del setenta se vió que el mineral de alta ley de la mina antigua con valores de plomo-zinc de 17-20% combinados y 8 a 12 oz de plata estaba prácticamente agotada. El desarrollo de los nuevos cuerpos mineralizados de "San Juan" y posteriormente el de "Nacional" brindaban buenas expectativas para planificar el minado a un ritmo de 2500 TCSPD con leyes de cabeza de plomo-zinc combinados alrededor de 11% y 3 oz de plata.

En 1978 se decidió incrementar gradualmente la capacidad de la concentradora desde 1250 TCSPD a un máximo de 2500 TCSPD alcanzado en 1982. Para lograr esto se tuvo que realizar tres modificaciones principales:

Edificar una nueva planta de chancado.

Las secciones antiguas de molienda y flotación tuvieron que ser expandidas eliminando equipo pequeño y obsoleto y reordenando la distribución de planta.

Se instaló una línea de bombeo de las colas finales hacia la planta de sand-fill (construida paralelamente), para proveer de relleno para el método corte y relleno de minado tanto en los nuevos cuerpos mineralizados como en la mina antigua para permitir el minado de los pilares.

Estos trabajos se realizaron sin causar pérdidas en la producción constituyendo una de las restricciones principales durante este lapso de cuatro años.

Actualmente el minado se lleva a cabo a un ritmo de 400,000 T.M.S. de mineral por año, con una producción aproximada de 50,000 T.M.S. de concentrado de zinc y 4,000 T.M.S. de concentrado de plomo. La producción aproximada desde que comenzó la explotación de El Mochito asciende a 11.5 millones de toneladas de mineral con leyes promedio de 7.5 por ciento de zinc, 3.8 por ciento de plomo, y más de 300 g/t de plata. La producción ha sido continua desde los primeros años, con la excepción de algunos períodos debido a problemas laborales y cuando hubo depresión en el precio de los metales. El énfasis ha cambiado desde la plata y plomo en los primeros años, a principalmente zinc en años recientes. La producción de zinc alcanzó su pico más alto en 1,985 cuando se procesaron más de 600,000 toneladas de mineral, arrojando una producción cercana a 50,000 toneladas de zinc metálico, equivalente al uno por ciento de la producción de zinc del mundo occidental.

La empresa New York and Honduras Rosario Mining Company fue la propietaria y operó la mina por muchos años hasta 1,980 en que pasó a formar parte de la organización Amax. En 1,987 la propiedad fue vendida a la American Pacific Honduras Inc., la cual después de dos cambios de directorio, ha pasado a ser subsidiaria de Breakwater Resources Ltd. con sede en Toronto, Canadá.

### I.2.3 Geología

La mineralización de plata-plomo-zinc ocurre en rocas sedimentarias principalmente de la edad del Cretáceo, y pertenece a la clase económicamente importante de depósitos de reemplazamiento plomo-zinc de alta temperatura en carbonatos. Muchos depósitos similares son o fueron importantes a lo largo de la Cordillera del continente americano: en México Santa Eulalia, Naica, Zimapán; en los EE.UU. Gilman and Leadville (Colorado), Tintic and Park City (Utah), Eureka and Pioche (Arizona); Midway and Sa Dana Hes en Canadá; Santander en el Perú.

Dentro de la clase de depósitos por reemplazamiento plomo-zinc en carbonatos, Mochito pertenece a la familia de los depósitos skarn, indicando temperaturas absolutas relativamente altas. Además del Fe, Zn, Pb y Ag los cuales fueron precipitadas como sulfuros, las soluciones hidrotermales mineralizantes también transportaron y precipitaron SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y MgO. Esto ha dado lugar a tres fases diferenciables de formaciones skarn (garnets, epidota y piroxeno) dentro de los mantos y chimeneas. Una fase inicial de alta temperatura fue seguida y parcialmente reemplazada por una segunda fase más fría. Una tercera fase de deposición, más fría que las dos precedentes, reemplazó partes de ambas fases previas y depositó el principal conglomerado de sulfuros (pirita, pirrotita, esfalerita, galena y magnetita).

La mineralización en El Mochito ocurre dentro de un volumen de roca de aproximadamente 2.5 kilómetros este-oeste y 600 metros norte-sur, con una extensión vertical de más de un kilómetro. Dentro de estas dimensiones, los conocidos cuerpos mineralizados ocupan alrededor del 0.3% del volumen total.

Las reservas probadas de mineral están actualmente en el orden de 3.2 millones de toneladas con una ley promedio de 7.8 por ciento de zinc, las cuales a un ritmo minado de aproximadamente 400,000 toneladas por año, deben ser suficientes para asegurar una vida

mínima de la mina de ocho años. El potencial es promisorio para posteriores incrementos a las reservas de mineral lo cual extenderá aún más la ya larga historia de esta mina.

#### I.2.4 Minado

Los métodos de minado en El Mochito han cambiado a través de los años de acuerdo a las características de los varios cuerpos mineralizados que han sido minados. En años recientes, el cuerpo mineralizado San Juan ha sido la fuente principal de producción de la mina y la mayoría del tonelaje recuperado de este depósito fue minado con los métodos de corte y relleno usando para este propósito la fracción gruesa de las colas finales de la concentradora. Otras zonas han sido minadas por una diversidad de métodos, algunas con relleno y otras no requiriéndolo. Las condiciones del terreno en la mina son generalmente razonables, sin embargo en algunas áreas cercanas a estructuras de fallas presentan más dificultades.

En la zona de El Nacional, el cual en el presente es el mayor componente en la reserva de mineral con 1.4 millones de toneladas, se usa también el método de corte y relleno el cual ha dado mejores eficiencias de producción en comparación a otros métodos experimentados en años recientes.

El Mochito es una mina vieja, y gran parte de su infraestructura e instalaciones de servicios reflejan los años de la mina. La producción actual viene de una profundidad de 1000 metros, pero antes que el mineral alcance los tiros para izarle a superficie, debe ser transportado una distancia de 1400 metros por medio de una combinación de carros y línea trolley.

#### I.2.5 Procesamiento

El tratamiento del mineral de El Mochito para producir concentrados de plomo y zinc sigue las etapas del flow-sheet standard de chancado, molienda, flotación, y espesamiento-filtración. El mineral es traído a superficie por uno de los dos tiros y procesado en una de las dos plantas de trituración, acarreado en camiones hacia la tolva de finos de molinos desde donde el proceso es continuo hasta la producción de concentrados. La concentradora tiene una capacidad de tratamiento de 2,100 toneladas por día, pero en vista que la mina todavía no es capaz de producir este tonelaje, opera generalmente

cinco días a la semana a capacidad plena permaneciendo parada los dos días restantes.

Los concentrados son fácilmente vendidos, pero tal como sucede con la mayoría de concentrados, tienen sus características que los hacen atractivos para algunas fundiciones pero no para otras. El concentrado de zinc es alto en hierro con 10.8 por ciento, lo cual es el resultado del mineral proveniente de la zona del Nacional. También hay un nivel de contenido de plata pagable en el concentrado de zinc. El concentrado de plomo contiene cerca de 4 por ciento de cobre y 7 por ciento de zinc, y un contenido de plata por encima de 3000 gramos por tonelada. Las leyes y recuperaciones típicas para los concentrados de plomo y zinc son actualmente las siguientes:

	<u>Pb(%)</u>	Ley		Recuperación(%)		
		<u>Zn(%)</u>	<u>Ag(g/T)</u>	<u>Pb</u>	<u>Zn</u>	<u>Ag</u>
Conc Pb	64.5	7.1	3050	70	1	55
Conc Zn	0.9	51.3	205	12	93	35

La represa de colas finales está ubicada en uno de los valles cercanos, la cual tiene capacidad para varios años incrementando la altura del dique de la represa.

#### I.2.6 Costos de Operación

La fuerza laboral actual de la mina El Mochito totaliza aproximadamente 547 personas distribuidas en los distintos departamentos como se muestra líneas abajo. Hace algún tiempo, la fuerza laboral fue mucho mayor cuando las operaciones de minado eran menos sofisticadas y cuando los salarios no eran quizás un factor principal en los costos totales de operación.

La distribución de la fuerza laboral es la siguiente:

Mina	234
Concentradora	71
Servicios	115
Ingeniería y Geología	52
Administración	<u>75</u>
TOTAL	547

Una comparación de costos de operación desde Enero 1993 indica los grandes esfuerzos que se han hecho para reducirlos. Los dos factores más importantes que han influido en esta dramática reducción de

costos de operacion han sido la reducción de la fuerza laboral (totalizaban cerca de 830 personas a inicios de 1993), y la devaluación de la moneda local: el Lempira. Los costos por tonelada tratada para 1994 fueron de US\$ 30.23, que representa un 12.33% menor en comparación a 1993. Más importante aún, el costo por tonelada de concentrado producido bajó cerca del 14% alcanzando US\$ 232. Aún se esperan algunas otras mejoras en la reducción de costos, pero depende grandemente en el incremento de la producción de la mina.

Sumario de Costos de Operación  
Miles de US Dolares

<u>Area</u>	<u>1993</u>	<u>1994</u>
Materiales	4357	4575
Mano de Obra	5138	3853
Otros	4773	3990
TOTAL	14268	12418

Mineral

Toneladas molidas	413700	375392
Costo por tonelada	34.48	30.23

Concentrados

Toneladas producidas	53000	53595
Costo por tonelada	269	232

Costo Unitario por Departamento (US\$/TON)

Mina	19.29	17.10
Concentradora	7.03	6.09
Seguridad Industrial	0.26	0.12
Servicios	2.01	2.15
Recursos Humanos	1.54	1.16
Geología e Ingeniería	1.36	1.04
Logística	0.35	0.23
Gerencia	2.30	2.02
Contabilidad	0.31	0.31
Otros	0.03	0.01
TOTAL	34.48	30.23

Detalles de costos de operación de la Concentradora se presentan en el Apéndice 2.

### **I.2.7 Rentabilidad**

En el presente, la mina El Mochito puede ser considerada en el mejor de los casos como operación de costo medio. Los costos actuales para producir concentrado de zinc son cubiertos aproximadamente con un precio de US\$ 1000 por tonelada de zinc metálico. En lo que va del año 1995 el precio del zinc se ha mantenido sobre esta cifra lo cual se refleja también la situación actual favorable del mercado en términos de los recargos por tratamiento que aplican las fundiciones para procesar el concentrado. Una vez que el precio del zinc se haya recuperado alrededor de US\$ 1200 a US\$ 1300 por tonelada, entonces El Mochito será capaz de generar utilidades como para cubrir requerimientos de desarrollo de mina, reemplazo de equipo y en exploración.

## II. BREVE DESCRIPCION DE LA CONCENTRADORA

### II.1 TRITURADORAS

La operación de chancado es llevada a cabo en dos plantas de chancado independientes. El material chancado es almacenado en cuatro silos de 300 tons de capacidad cada una para posteriormente ser transportado en volquetas de 30 tons de capacidad hasta la planta de flotación a 1.5 kilometros de distancia o hasta una cancha de almacenamiento temporal ubicada en un punto intermedio.

La planta de chancado "vieja" tiene una capacidad de 80 TMPH. Procesa el mineral cubeteado por el tiro auxiliar, luego transportado en carros mineros jalados por una locomotora trolley Goodman A.N.X. hasta la tolva de gruesos de 175 Tons de capacidad construida de concreto reforzado. Un grizzly vibratorio Syntron de 42"x72" alimenta el mineral grueso a una chancadora de mandíbula Hewitt-Robbins de 20"x36". Los finos del grizzly y el producto chancado con tamaño máximo de 3" son transportados por banda hasta la zaranda vibratoria de 4'x10' la cual está en circuito cerrado con una trituradora cónica Symons de 4'. El chancado secundario es a - 3/4". Los finos de la zaranda son transportados por banda, en la cual está instalada una balanza Merrick, hacia los silos (ver Flowsheet #1, Apéndice 3). Esta planta opera en la actualidad sólo en caso de emergencia cuando se presenta algún problema en el sistema principal de minado o algún problema en la planta de chancado "nueva".

La planta de chancado "nueva" en operacion desde 1981, tiene una capacidad de 250 TMPH. Procesa mas del 90% de la producción de la mina. El mineral cubeteado por el tiro principal es transportado cerca de 460 metros por medio de dos bandas transportadoras de 42" hasta la tolva de gruesos de 1450 tons de capacidad, alimentando la chancadora de mandíbula Pioneer 30"x42" por medio de un grizzly vibratorio Hewitt Robins 46"x16'. Tal como se muestra en el flowsheet #2 (Apéndice 3), la planta de chancado "nueva" emplea el sistema de chancado convencional en tres etapas con las chancadoras conicas Symons Standard 4' en circuito abierto y la Short Head 5.5' en circuito cerrado con una zaranda vibratoria Hewitt Robins 6'x20'. El producto final de chancado en esta planta es -5/8". La planta de chancado "nueva" fue construida adyacente a la planta "vieja" y usa las mismos cuatro silos.

El mineral chancado es recibido en la planta concentradora en una tolva de finos de 2000 tons de capacidad y donde será sometida a varias etapas de procesamiento para separar los constituyentes valiosos. Primeramente el tamaño del mineral debe ser reducido, posteriormente se debe efectuar la flotación y finalmente el espesamiento, filtración y almacenamiento previo al embarque hacia el extranjero de los productos finales valiosos (concentrados de plomo y zinc).

## II.2 MOLIENDA

La molienda es la primera fase del proceso de concentración. El mineral chancado es alimentado a dos circuitos de molienda idénticos cada uno de los cuales consta de un molino de barras en circuito abierto y un molino de bolas en circuito cerrado con un ciclón de 20". El mineral es reducido de 100% -5/8" hasta 100% - malla 48 y 50% - malla 325, que constituye la alimentación a la siguiente fase del proceso (flotación bulk).

El flowsheet de la figura 3 (Apéndice 3) ilustra los dos circuitos de molienda agrupados en la misma área. Los dos molinos de barras están alineados y con las descargas opuestas a fin de utilizar el mismo cargador de barras. Las bombas de alimentación a los ciclones reciben la pulpa de sumideros adyacentes permitiendo flexibilidad de cambio entre circuitos durante los paros por mantenimiento.

Los molinos de barras están revestidos con liners de acero y usan barras de acero de 3 pulgadas de diámetro como medio de molienda. Los molinos de bolas están revestidos con liners de hule y usan bolas de 2 pulgadas de diámetro como medio de molienda.

La instalación es compacta con fácil acceso entre los dos pisos de esta área hechos de plataformas de acero conectadas por escaleras. El área total, incluyendo el de la remolienda en el tercer piso inferior, es servida por una grúa puente de 5 toneladas.

Balanzas automáticas para registro y totalización del tonelaje están instaladas en las bandas transportadoras que alimentan a los dos molinos de barras con los registradores instalados en el cuarto de control.

### II.3 REMOLIENDA

El mineral extraído del cuerpo mineralizado de El Nacional contiene elevado porcentaje de hierro (entre 19 y 25% Fe) principalmente como pirrotita íntimamente asociado a la esfalerita requiriendo una granulometría muy fina para liberar esta última. A fin de producir un concentrado de zinc aceptable se instaló durante 1981 un molino de bolas para la remolienda del concentrado bulk en circuito cerrado con un ciclón de 15" en el tercer piso inferior del área de molienda (flowsheet #3, Apéndice 3). Este molino de bolas utiliza también liners de hule y el medio de molienda lo constituyen bolas de 1 1/2" para producir un material de 80% malla -325 que va al circuito de limpieza del concentrado bulk.

### II.4 FLOTACION

Una moderna estructura de acero al suroeste del circuito de molienda alberga todo el equipo de flotación.

El producto de molienda (overflow de los dos ciclones) conteniendo alrededor de 37% de sólidos y una gravedad específica promedio de 3.40, fluye por gravedad a través de una tubería de PVC de 6" hacia un tanque acondicionador de 12'x12'. Aquí la pulpa es acondicionada durante 14 minutos con sulfato de cobre y xantato isobutilico de sodio. Justo a la salida del acondicionador se adiciona también el metil isobutil carbinol usado como espumante.

Diecisiete celdas Galigher de 400 pies cúbicos cada una constituyen el circuito de flotación bulk. El concentrado bulk obtenido es bombeado hacia el circuito de remolienda y las colas de este circuito constituyen las colas finales de la concentradora que son bombeadas hacia la planta de sand-fill en la mina para ser usadas en el relleno hidráulico previa remoción de los finos.

El producto de la remolienda fluye por gravedad hacia el banco de limpieza del concentrado bulk constituido por 6 celdas Denver DR-300. El hierro y la sílica liberados en la remolienda son eliminados en las colas de este banco que regresan hacia la celda #3 del circuito de flotación bulk.

El producto de la limpiadora bulk es alimentado luego a un banco de celdas exactamente igual al anterior conocido como primera desplomadora, adicionandole previamente cal para elevar el pH hasta

10.5 y una mezcla de cianuro de sodio y sulfato de zinc para deprimir la esfalerita. Las colas de este banco viene a constituir el concentrado final de zinc.

El concentrado de la primera desplomadora va hacia un banco de 8 celdas Denver 24"x24" que constituyen la segunda desplomadora. Las colas de este banco regresan a la primera desplomadora y el concentrado va hacia otro banco de idénticas características conocido como limpiadora de plomo. El concentrado obtenido en este banco viene a ser el concentrado final de plomo.

Las colas de la limpiadora de plomo son sometidas a separación gravimétrica en una mesa vibratoria Wilfley para separar las partículas de galena gruesas. El concentrado obtenido en esta mesa tiene elevada ley en plomo (65 a 70%Pb) que se une al concentrado final de plomo obtenido por flotación. Las colas de la mesa vibratoria Wilfley retornan a la segunda desplomadora.

Muestreadores automáticos para la cabeza, colas finales, concentrado de plomo y concentrado de zinc facilitan la exactitud en los balances metalúrgicos diarios.

El flowsheet #4 (Apéndice 3) muestra el circuito de flotación.

## II.5 FILTROS

Los productos de la flotación como son: el concentrado de plomo con 18% de sólidos y el concentrado de zinc con 30% de sólidos, son transferidos por gravedad a la planta de filtros para ser sometidos al espesamiento y filtración con la finalidad de eliminar el exceso de agua.

El espesador de plomo (45'Ø x 10'h) elimina el 90% de agua elevando el contenido de sólidos a 70%. Por su parte, el espesador de zinc (45'Ø x 10'h) elimina el 83% de agua elevando el contenido de sólidos a 72%.

Los productos de los espesadores se alimentan a sendos filtros de discos Eimco donde se obtienen los filter cakes finales, el del concentrado de plomo con 8% H<sub>2</sub>O y el del concentrado de zinc con 10.5% H<sub>2</sub>O.

Los concentrados son despachados diariamente hacia las bodegas de Ampac en Puerto Cortés en camiones de 25 tons de capacidad donde la humedad de los concentrados es ajustada por evaporación natural

hasta la humedad óptima para embarque (7.5% H<sub>2</sub>O para el concentrado de plomo y 9.0% H<sub>2</sub>O para el concentrado de zinc).

## II.6 INSTRUMENTACION

Los instrumentos instalados para un mejor control del proceso son de un nivel medio de sofisticación. Unidades de autopeseaje instaladas en la Planta Trituradora y en las bandas alimentadoras a los molinos de barras proveen lecturas instantáneas y totalización de los tonelajes procesados. Registradores continuos para el área de Molinos estan instalados en la Sala de Control.

El consumo de energía es monitoreado en los molinos de barras y molinos de bolas así como también en el molino de bolas para la remolienda del concentrado bulk.

Sistemas de lubricación automática de las chumaceras de los trunions de los molinos de bolas estan interconectados con los motores de los molinos para protección en el caso de fallas en la lubricación. Para el efecto cuenta con sistemas de alarmas visuales y sonoras.

En el circuito de flotación se cuenta con controles de nivel automáticos para los seis bancos de celdas de la flotación bulk así como también para los bancos de limpiadora bulk y primera desplomadora.

En la planta de filtros los espesadores cuentan con sistemas de seguridad de sobrecarga para proteger los rastrillos. Tanto en los receptores como en las trampas del sistema de vacío para los filtros se cuenta con alarmas para control del nivel del agua filtrante .

## II.7 EDIFICIO MCC (Centro de Control Motores)

Un edificio MCC localizado entre las áreas de molienda y flotación centraliza el control de la planta desde el punto de vista eléctrico, instrumentación y supervisión. El edificio es de estructura de acero y consta de tres pisos: la planta baja alberga los transformadores e interruptores para los diversos circuitos. En el segundo piso se ubican los equipos de control y registro y el tercer piso superior las oficinas de la Concentradora proveyendo una excelente visibilidad a toda la planta de flotación. El edificio completo cuenta con aire acondicionado y aislado acústicamente.

## II.8 SISTEMA DE BOMBEO COLAS FINALES HACIA LA PLANTA SAND FILL

El cien por ciento de las colas finales de la Planta de Flotación es bombeada hasta la Planta de Sandfill ubicada junto a la boca mina. Después del deslamado, las arenas son mezcladas con cemento y fluyen por gravedad a través de un bore hole para su distribución en interior mina hacia los tajeos.

El sistema de bombeo está diseñado para soportar 1,800 TMSPD de colas finales producidas a un tonelaje máximo de molienda de 2150 TMSPD. A tonelajes más bajos se debe añadir suficiente agua para proveer una velocidad mínima de transporte en la tubería de 6"Ø de alrededor de 1.5 mts/seg. Tres estaciones de bombeo componen el sistema: la primera estación ubicada junto a la última celda de flotación bulk lo constituye una bomba 8"x6" Ash que cubre los primeros 120 metros y una cabeza estática de 18 metros. La segunda estación de bombeo lo constituye una bomba 8"x6" Warman que cubre los siguientes 1050 metros y una cabeza estática de 4.6 metros. Y la última estación de bombeo constituida por una bomba 6"x4" Wilfley que cubre los restantes 150 metros y una cabeza estática de 12.8 metros. En cada estación de bombeo existe otra bomba en stand-by de idénticas características.

El sistema es capaz de aceptar colas finales con un tamaño entre 45 y 65% menos malla 325 a 35% de sólidos. En la Planta de Sandfill cuatro ciclones de 10" conectados en paralelo remueven el exceso de agua y también los sólidos en exceso menos malla 325 que sirven como soporte de las arenas gruesas durante el bombeo. Este material es devuelto a la Concentradora para luego ser transportadas por gravedad en una tubería de 12" de diámetro y 2% de pendiente hasta la represa de colas a 9 Kms. de distancia de la Planta de Flotación.

La operación de la planta de Sandfill está a cargo del Departamento de Mina.

### III. EVALUACION DE LA FLOTACION BULK

#### III.1 ASPECTOS GENERALES

La depresión del mercado internacional para los metales base especialmente para el plomo y zinc en los primeros años de la década presente, condujeron hacia una fuerte contracción de los precios de estos metales y a un mercado cada vez más exigente en cuanto a la calidad de los concentrados finales.

La concentradora de la mina El Mochito que venía produciendo concentrados de plomo con 58 a 60% Pb y concentrados de zinc con 48 a 50% Zn empezaba a tener dificultades en la comercialización de los mismos y por lo tanto hubo que emprender urgentemente una serie de pruebas metalúrgicas a fin de lograr mejorar la calidad de los concentrados. A continuación resumiremos las pruebas de laboratorio y de planta llevados a cabo para lograr este objetivo.

#### III.2 PRUEBAS METALURGICAS DE LABORATORIO

Las pruebas metalúrgicas de laboratorio se programaron fijando como objetivos básicos los siguientes:

Determinar el grado de molienda necesario y  
Proceso de flotación más conveniente mediante evaluación  
de las recuperaciones, leyes de concentrados y consumo de  
reactivos a fin de optimizar el Retorno Neto de  
Fundición.

##### III.2.1 Muestra Usada

Durante diez días consecutivos se tomaron cinco kilos de muestra diaria del producto de la planta trituradora para hacer un total de 50 kilos de muestra que se pudo considerar representativa de la cabeza de molienda.

En el laboratorio esta muestra fue íntegramente preparada y se extrajo una muestra representativa para análisis químico. La Tabla siguiente compara los ensayos de la muestra de cabeza y el promedio de la cabeza calculada determinada a partir de los productos de las pruebas.

### CABEZA CALCULADA Y ENSAYADA

	% Cu	% Pb	% Zn	% Fe	Ag (G/T)
Ensayada	0.10	1.45	8.14	20.7	82
Calculada	N.D.	1.42	8.10	21.5	N.D.

Nota: N.D. - No determinada.

### III.2.2 Procedimientos de Análisis

Todas las muestras de las pruebas de flotación, y también las fracciones de tamizajes, fueron analizados en el Laboratorio Químico de El Mochito utilizando métodos standard de Absorción Atómica para los elementos de interés. Algunos parámetros críticos de los métodos analíticos de Absorción Atómica se muestran en la Tabla siguiente:

#### DETALLES DE LOS METODOS DE ABSORCION ATOMICA

Elemento	Long. de Onda	Mezcla de gas	Precisión %
Pb	213.9	Acetileno-aire	1
Zn	283.3	Acetileno-aire	1
Fe	372.0	Acetileno-aire	2
Ag	328.1	Acetileno-aire	1

La técnica de titulación por el método del ferrocianuro de potasio se usó para concentraciones de zinc sobre 40%. Para concentraciones de plomo sobre 30% se usó el método del molibdato de amonio.

### III.2.3 Práctica de Laboratorio

Esta sección provee una breve sinopsis de los métodos de laboratorio usados durante las simulaciones del proceso. Se presentan primero los procedimientos de molienda y flotación, luego detalles de las adiciones de reactivos y los flowsheets usados en las diversas pruebas.

### a) Procedimientos de Molienda

Antes de efectuar la molienda toda la muestra fue triturada a 100% menos malla 10.

El molino de bolas usado para todas las pruebas era limpiado diariamente con arena para remover el óxido. Las operaciones de molienda fueron llevadas a cabo a 75% de sólidos.

### b) Técnicas para las Pruebas de Flotación

Las pruebas de flotación de Laboratorio fueron llevadas a cabo usando una máquina de flotación Denver para laboratorio. Las densidades de pulpa fueron mantenidas en 35% sólidos para las roughers y scavengers en una celda de 5 litros. En los circuitos de limpieza, los valores fueron alrededor de 18% sólidos en una celda de 2.5 litros.

La adición de reactivos durante cada prueba se hizo usando jeringas plásticas descartables de 10 ml. La precisión de la adición de reactivos se estimó en cerca del 5% del nivel requerido. Las adiciones de espumante fueron hechas justo antes de la flotación usando jeringas descartables de 2 ml. Los períodos de acondicionamiento y flotación fueron controlados usando un reloj con alarma y registrados en las hojas de registro para cada prueba.

El control del pH fué de gran importancia para mantener la precisión de cada prueba. El aparato medidor del pH fue calibrado con solución standard de pH igual a 10.1 a 25°C al comienzo de cada prueba y chequeado cuando menos una vez durante el desarrollo de la misma.

### c) Adición de Reactivos

Las dosificaciones de los reactivos en las pruebas fueron variadas de acuerdo al circuito bajo investigación. Las cantidades de reactivos usados son mostrados para cada prueba en las hojas de datos de la Sección III.2.4.

Los reactivos usados en el programa de pruebas fueron preparados disolviendo en agua cantidades requeridas de sólidos para obtener las concentraciones deseadas. La cal fue añadida en forma de sólido

seco y el metil isobutil carbinol en forma de líquido puro. La tabla siguiente resume los reactivos utilizados y la concentración de las soluciones.

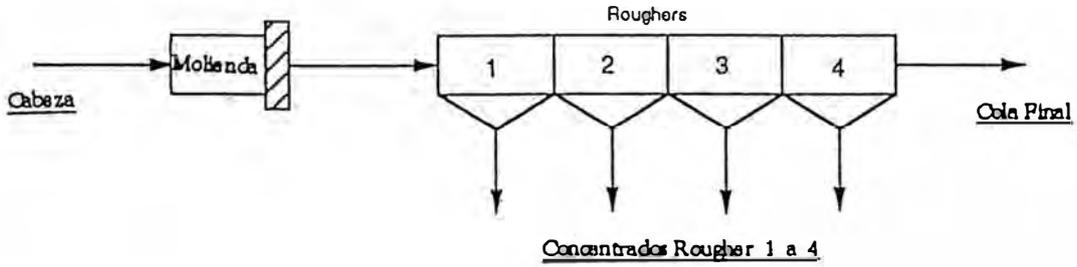
REACTIVOS USADOS EN LAS PRUEBAS DE FLOTACION

REACTIVO	CONCENTRACION	
Sulfato de cobre	0.0500	Grs/cc
Xantato isobutílico de sodio	0.0250	Grs/cc
Metil Isobutil Carbinol	0.8082	Grs/cc
Sulfato de zinc	0.0180	Grs/cc
Cianuro de sodio	0.0360	Grs/cc

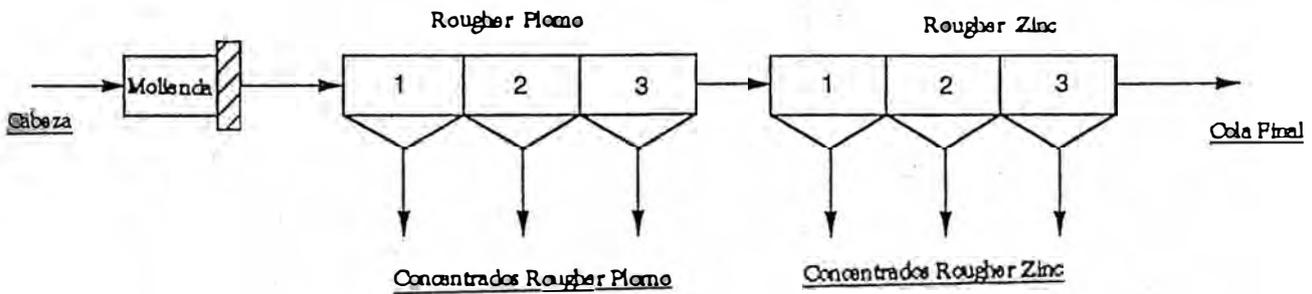
d) Flowsheets Usados en las Pruebas de Flotación

Varios flowsheets diferentes fueron empleados durante este programa de pruebas. Esquemas de cada flowsheet junto con una indicación de qué pruebas lo utilizaron se muestran en las tres páginas siguientes.

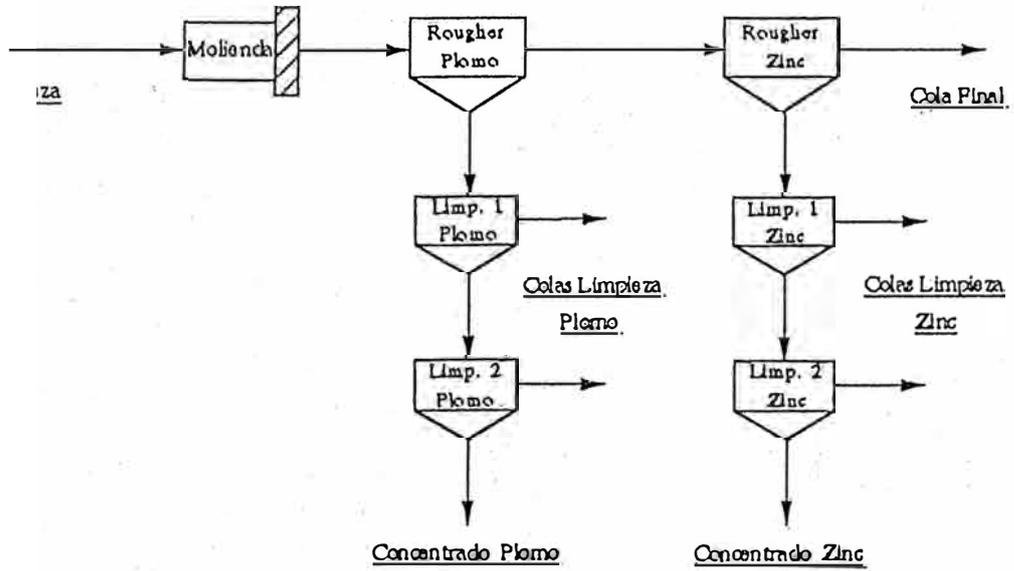
FLWSHEET 1  
Flotacion Bulk Rougher  
(Tests 1, 4)



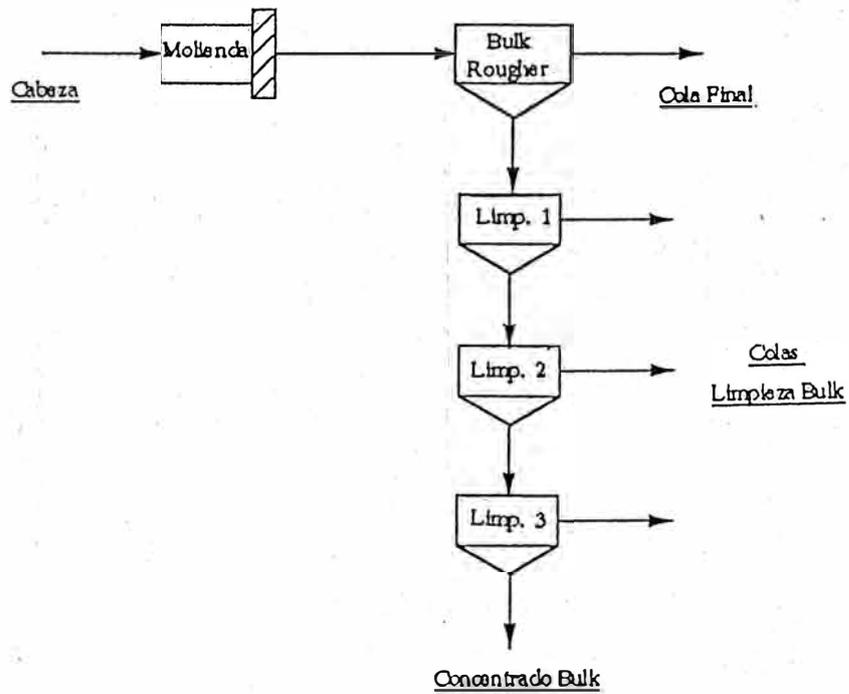
FLWSHEET 2  
Flotacion Diferencial Rougher  
(Test 2)



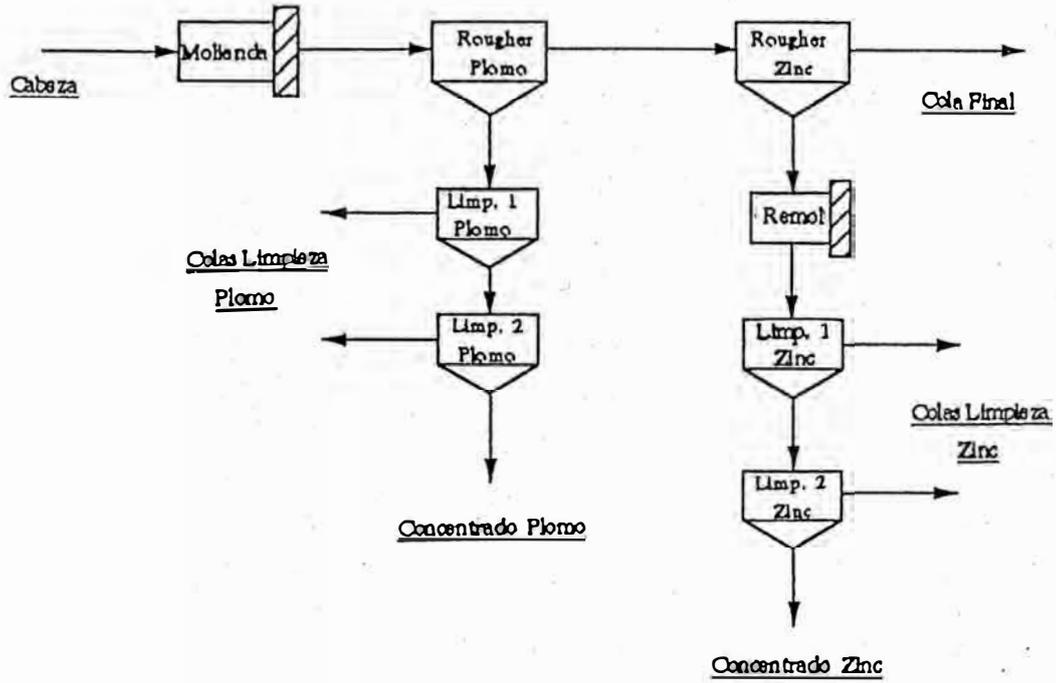
**FLWSHEET 3**  
**Flotacion Diferencial con Limpieza**  
**(Test 3)**



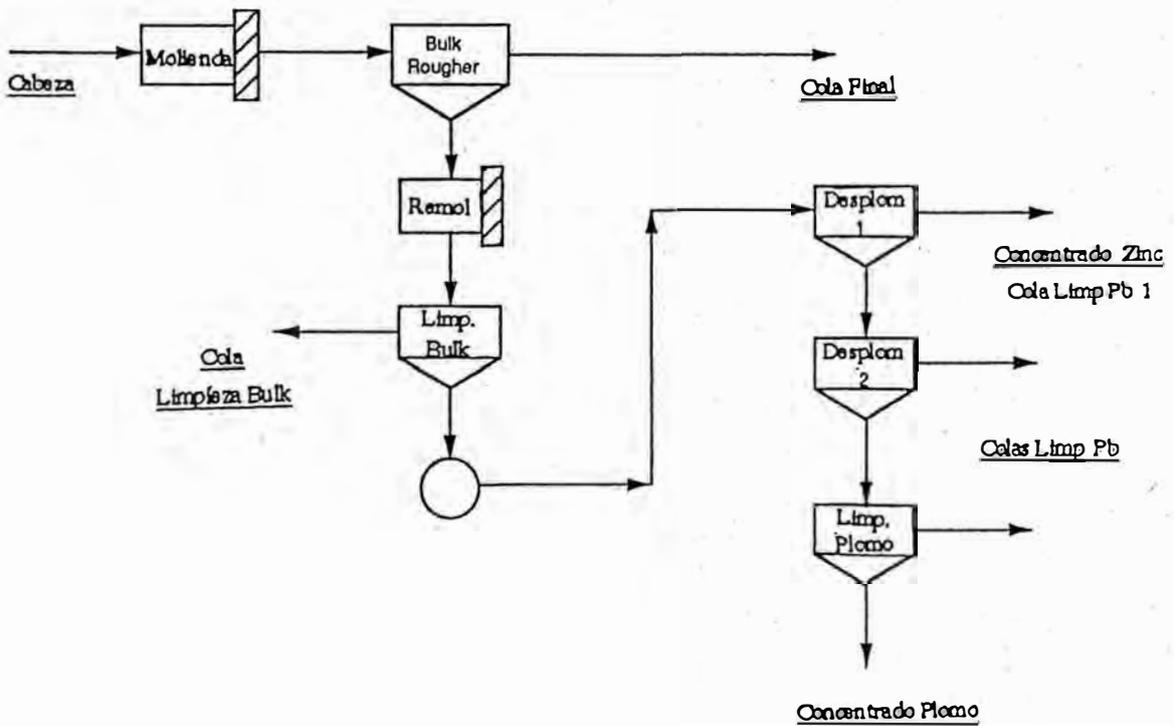
**FLWSHEET 4**  
**Limpieza Concentrado Bulk**  
**(Test 5)**



**FLWSHEET 5**  
**Flotacion Diferencial con Remolienda**  
**(Tests 6, 7, 8)**



**FLWSHEET 6**  
**Flotacion Bulk con Remolienda**  
**(Tests 9, 10, 11)**



### III.2.4 Detalles de las Pruebas de Laboratorio

Más de treinta pruebas de laboratorio fueron llevadas a cabo antes de empezar las pruebas metalúrgicas en planta. Para efectos de simplicidad y claridad del presente trabajo, se han seleccionado once representativas listadas a continuación y que se detallan en las páginas siguientes.

Test	Tipo	Flowsheet
1	Velocidad flotación conc. bulk	1
2	Velocidad flotación diferencial	2
3	Flot diferencial con limpieza Pb-Zn	3
4	Velocidad flotación conc. bulk	1
5	Limpieza del concentrado bulk	4
6	Flot. diferencial con limpieza Pb-Zn	5
7	Flot. diferencial con limpieza Pb-Zn	5
8	Flot. diferencial con limpieza Pb-Zn	5
9	Flot. bulk con remolienda y limpieza	6
10	Flot. bulk con remolienda y limpieza	6
11	Flot. bulk con remolienda y limpieza	6

PROYECTO: Flotacion Bulk vs Diferencial - Test #1  
 PROPOSITO: Velocidad de flotacion del concentrado bulk  
 PROCEDIMIENTO: Moler y acondicionar a pH natural de 7.7 con CuSO4 y xantato X-317 (xantato isobutilico de sodio).  
 ALIMENTACION: 2 Kgrs. Cabeza de molienda.  
 FLOWSHEET: No. 1

ETAPA	Reactivos adicionados G/T			Tiempo min.			pH
	CuSO4	X-317	M.I.B.C.	Mol.	Acond.	Flot.	Inicio
Molienda Primaria				35			7.7
CIRCUITO BULK							
Acondicionamiento	300				2		7.8
Rougher 1		30	20			1	7.8
Rougher 2		15	5			2	7.7
Rougher 3		10				2	7.7
Rougher 4		5				3	7.6

BALANCE METALURGICO

PRODUCTO	PESO (%)	L E Y E S (%)				DISTRIBUCION		
		PB	ZN	CU	FE	PB	ZN	FE
FLOTACION BULK:								
Conc. Bulk #1	6.12	11.00	22.40		17.10	48.35	16.91	4.79
Conc. Bulk #2	7.75	3.70	28.10		18.30	20.60	26.86	6.49
Conc. Bulk #3	10.45	0.81	27.80		22.60	6.08	35.84	10.81
Conc. Bulk #4	10.05	0.52	10.25		26.40	3.75	12.70	12.14
Cola Final	65.63	0.45	0.95	0.03	21.90	21.21	7.69	65.77
Cabeza	100.00	1.39	8.11	0.12	21.85	100.00	100.00	100.00
PROMEDIO CONC. BULK		3.19	21.78	0.15	21.76	78.79	92.31	34.23

PROYECTO: Flotacion Bulk vs Diferencial - Test #2

PROPOSITO: Velocidad de flotacion diferencial plomo-zinc preliminar.

PROCEDIMIENTO: Moler con cal y cianuro y remover concentrados rougher de plomo  
Acondicionar las colas de circuito de plomo con CuSO4 y cal  
y remover concentrados rougher de zinc.

ALIMENTACION: 2 Kgrs. Cabeza de molienda.

FLWSHEET: No. 2

ETAPA	Reactivos usados G/T				Tiempo min.			pH
	CaO	NaCN	ZnSO4	X-317	Mol.	Acond.	Flot. Inicio	
Molienda Primaria	350	120	60		35			9.0
CIRCUITO Pb								
Acondicionamiento						2		
Rougher 1				10			1	9.2
Rougher 2				5			2	9.1
Rougher 3				5			3	8.9
CIRCUITO Zn								
								CuSO4
Acondicionamiento	300	80				2		10.9
Rougher 1				70			1	10.9
Rougher 2				20			2	10.8
Rougher 3				10			3	10.7

## BALANCE METALURGICO

PRODUCTO	PESO (%)	L E Y E S (%)				DISTRIBUCION		
		PB	ZN	CU	FE	PB	ZN	FE
FLOTACION SELECTIVA:								
Conc rougher Pb 1	1.56	37.50	20.20		6.10	40.75	3.87	0.44
Conc rougher Pb 2	2.19	14.10	28.70		11.20	21.55	7.73	1.13
Conc rougher Pb 3	3.36	3.23	29.50		16.90	7.57	12.18	2.61
Conc rougher Zn 1	6.57	1.40	32.60		18.50	6.42	26.33	5.59
Conc rougher Zn 2	10.89	0.95	23.70		20.40	7.23	31.76	10.24
Conc rougher Zn 3	2.68	0.67	22.50		23.60	1.25	7.40	2.91
Cola Final	72.76	0.30	1.20	0.03	23.00	15.24	10.74	77.08
Cabeza	100.00	1.43	8.13	0.10	21.71	100.00	100.00	100.00
PROMEDIO CONC Pb		14.09	27.22	2.00	12.78	69.86	23.77	4.18
PROMEDIO CONC Zn		1.06	26.44	0.15	20.21	14.90	65.49	18.74

PROYECTO: Flotacion Bulk vs Diferencial - Test #3

PROPOSITO: Flotacion Diferencial con limpieza plomo zinc

PROCEDIMIENTO: Flotar un concentrado rougher de plomo y limpiar dos veces. Acondicionar las colas del circuito de plomo y flotar un concentrado rougher de zinc y limpiar dos veces.

ALIMENTACION: 2 Kgrs. Cabeza de molienda.

FLWSHEET: No. 3

ETAPA	Reactivos usados G/T				Tiempo min.			pH
	CaO	NaCN	ZnSO4	X-317	Mol.	Acond.	Flot. Inicio	
Molienda Primaria	350	150	75		35			9.1
CIRCUITO Pb								
Acondicionamiento				20		2		
Rougher							3	9.1
Limpieza 1				5			2	9.0
Limpieza 2				5			1	8.9
CIRCUITO Zn								
		CuSO4						
Acondicionamiento	300	150				4		10.8
Rougher				80			5	10.8
Limpieza 1		20		30			3	10.7
Limpieza 2	50			10			2	11.0

BALANCE METALURGICO

PRODUCTO	PESO (%)	L E Y E S (%)				DISTRIBUCION		
		PB	ZN	CU	FE	PB	ZN	FE
FLOTACION SELECTIVA:								
Concentrado Pb	1.32	45.10	17.70		5.00	42.25	2.90	0.31
Cola limp Pb 2	1.86	16.00	28.60		10.70	21.09	6.60	0.93
Cola limp Pb 1	3.29	4.62	29.40		16.20	10.74	11.96	2.48
Concentrado Zn	8.34	1.35	48.20		15.60	7.96	49.77	6.06
Cola limp Zn 2	9.56	0.64	17.50		17.46	4.33	20.73	7.78
Cola limp Zn 1	2.26	0.41	9.60		24.80	0.65	2.68	2.61
Cola Final	73.37	0.25	0.59	0.02	23.35	12.98	5.36	79.83
Cabeza	100.00	1.41	8.08	0.09	21.46	100.00	100.00	100.00

## Flotacion Bulk vs Diferencial - Test #4

PROPOSITO: Velocidad de flotacion del conc. bulk preliminar

PROCEDIMIENTO: Repetir el test 1 pero incrementar la adiccion de colector y reducir el  $\text{CuSO}_4$ .

ALIMENTACION: 2 Kgrs. Cabeza de molienda

FLWSHEET: No. 1

ETAPA	Reactivos usados G/T			Tiempo min.			pH
	$\text{CuSO}_4$	X-317	M.I.B.C	Mol.	Acond.	Flot.	
Molienda Primaria				35			7.6
CIRCUITO BULK							
Acondicionamiento	120				2		7.7
Rougher 1		50	20			1	7.8
Rougher 2		20	5			2	7.8
Rougher 3		10				2	7.7
Rougher 4		5				3	7.7

## BALANCE METALURGICO

PRODUCTO	PESO (%)	L E Y E S (%)				DISTRIBUCION		
		PB	ZN	CU	FE	PB	ZN	FE
FLOTACION BULK:								
Conc. Bulk #1	9.04	10.50	27.80		17.10	68.46	30.75	7.06
Conc. Bulk #2	8.13	2.95	33.20		18.05	17.31	33.06	6.71
Conc. Bulk #3	6.83	0.77	32.40		19.00	3.79	27.08	5.93
Conc. Bulk #4	3.36	0.41	12.40		25.50	1.00	5.11	3.92
Cola Final	72.64	0.18	0.45	0.03	23.00	9.44	4.00	76.38
Cabeza	100.00	1.39	8.17	0.10	21.88	100.00	100.00	100.00
PROMEDIO CONC. BULK		4.59	28.66	0.16	18.89	90.56	96.00	23.62

PROYECTO: Flotacion Bulk vs Diferencial - Test #5  
 PROPOSITO: Prueba de limpieza del concentrado bulk  
 PROCEDIMIENTO: Moler y acondicionar a pH natural de 7.9 con CuSO4  
 flotar un concentrado bulk y limpiar tres veces.  
 ALIMENTACION: 2 Kgrs. Cabeza de molienda  
 FLOWSHEET: No. 4

ETAPA	Reactivos usados G/T			Tiempo min.			pH
	CuSO4	X-317	M.I.B.C	Mol.	Acond.	Flot.	Inicio
Molienda Primaria				35			7.9
CIRCUITO BULK							
Acondicionamiento	120		24		2		7.9
Conc. Bulk		85				8	7.8
Limpieza 1		10				2	7.8
Limpieza 2		5				2	7.8
Limpieza 3						1	7.8

BALANCE METALURGICO

PRODUCTO	PESO (%)	L E Y E S (%)				DISTRIBUCION		
		PB	ZN	CU	FE	PB	ZN	FE
LIMPIEZA BULK:								
Conc. Bulk	13.89	7.40	38.80		12.90	74.24	66.81	8.65
Cola limp blk 3	1.60	2.45	25.50		14.30	2.84	5.07	1.11
Cola limp blk 2	4.59	1.90	18.70		17.40	6.31	10.65	3.86
Cola limp blk 1	7.43	0.95	14.30		19.30	5.10	13.16	6.92
Cola Final	72.49	0.22	0.48	0.02	22.70	11.52	4.31	79.46
Cabeza	100.00	1.38	8.07	0.12	20.71	100.00	100.00	100.00
PROMEDIO CONC. BULK		4.45	28.06	0.20	15.46	88.48	95.69	20.54

PROYECTO: Flotacion Bulk vs Diferencial - Test #6

PROPOSITO: Flotacion Diferencial con limpieza plomo zinc

PROCEDIMIENTO: Flotar un concentrado rougher de plomo y limpiar dos veces. Acondicionar las colas del circuito de plomo y flotar un concentrado rougher de zinc. Remoler y limpiar dos veces.

ALIMENTACION: 2 Kgrs. Cabeza de molienda.

FLWSHEET: No. 5

ETAPA	Reactivos usados G/T				Tiempo min.			pH
	CaO	NaCN	ZnSO4	X-317	Mol.	Acond.	Flot. Inicio	
Molienda Primaria	350	150	75		35			8.7
CIRCUITO Pb								
				20		2		
Rougher							3	8.8
Limpieza 1				5			2	8.7
Limpieza 2		30	15	5			1	8.7
CIRCUITO Zn								
		CuSO4						
Acondicionamiento	300	150				2		10.9
Rougher				80			5	10.9
Remolienda					10			
Limpieza 1		20		30			4	11.0
Limpieza 2				10			3	10.8

## BALANCE METALURGICO

PRODUCTO	PESO (%)	L E Y E S (%)				DISTRIBUCION		
		PB	ZN	CU	FE	PB	ZN	FE

## FLOTACION SELECTIVA CON REMOLIENDA:

Concentrado Pb	1.25	51.20	15.90		5.20	45.91	2.53	0.31
Cola limp Pb 2	1.56	17.60	26.30		11.40	19.73	5.22	0.85
Cola limp Pb 1	3.18	5.50	31.80		16.80	12.54	12.85	2.54
Concentrado Zn	8.29	1.10	49.50		14.30	6.53	52.12	5.62
Cola limp Zn 2	2.92	0.90	25.40		15.90	1.88	9.42	2.20
Cola limp Zn 1	10.28	0.41	9.60		20.70	3.02	12.52	10.09
Cola Final	72.51	0.20	0.58	0.02	22.80	10.39	5.34	78.40
Cabeza	100.00	1.40	7.88	0.08	21.09	100.00	100.00	100.00

PROYECTO: Flotacion Bulk vs Diferencial - Test #7  
 PROPOSITO: Prueba de flotacion diferencial con limpieza plomo zinc  
 PROCEDIMIENTO: Repetir Test #6 pero variar adiccion de reactivos  
 ALIMENTACION: 2 Kgrs. Cabeza de molienda.  
 FLOWSHEET: No. 5

ETAPA	Reactivos usados G/T				Tiempo min.			pH
	CaO	NaCN	ZnSO4	X-317	Mol.	Acond.	Flot. Inicio	
Molienda Primaria	350	200	100		35			8.9
CIRCUITO Pb				20		2		
Rougher							3	8.9
Limpieza 1		30	15	5		1	2	8.8
Limpieza 2		30	15	5		1	1	8.7
CIRCUITO Zn		CuSO4						
Acondicionamiento	300	150				2		11.1
Rougher						2	5	11.0
Remolienda				80	10	1		
Limpieza 1		20		30		1	4	10.9
Limpieza 2				10		1	3	10.8

## BALANCE METALURGICO

PRODUCTO	PESO (%)	L E Y E S (%)				DISTRIBUCION		
		PB	ZN	CU	FE	PB	ZN	FE

## FLOTACION SELECTIVA CON REMOLIENDA:

Concentrado Pb	1.13	57.60	14.30		7.80	45.84	2.01	0.41
Cola limp Pb 2	0.92	23.80	25.50		11.40	15.50	2.93	0.50
Cola limp Pb 1	2.56	6.90	30.20		16.80	12.48	9.65	2.03
Concentrado Zn	9.18	1.30	50.60		14.30	8.42	57.88	6.19
Cola limp Zn 2	2.56	1.20	23.00		15.90	2.17	7.35	1.92
Cola limp Zn 1	9.28	0.70	13.20		20.70	4.58	15.27	9.05
Cola Final	74.36	0.21	0.53	0.03	22.80	11.01	4.91	79.90
Cabeza	100.00	1.42	8.02	0.13	21.22	100.00	100.00	100.00

PROYECTO: Flotacion Bulk vs Diferencial - Test #8  
 PROPOSITO: Flotacion diferencial con limpieza plomo zinc  
 PROCEDIMIENTO: Repetir Test #7 pero variar adiccion de reactivos

ALIMENTACION: 2 Kgrs. Cabeza de molienda.

FLWSHEET: No. 5

ETAPA	Reactivos usados G/T				Tiempo min.			pH
	CaO	NaCN	ZnSO4	X-317	Mol.	Acond.	Flot. Inicio	
Molienda Primaria	350	200	100		35			8.8
CIRCUITO Pb						2		
Rougher				20			3	8.8
Limpieza 1		70	35	5			2	8.7
Limpieza 2		30	15	5			1	8.6
CIRCUITO Zn								
		CuSO4						
Acondicionamiento	300	200				2		10.9
Rougher				100			5	10.9
Remolienda					10			
Limpieza 1		30		40			4	10.8
Limpieza 2				10			3	10.7

#### BALANCE METALURGICO

PRODUCTO	PESO (%)	L E Y E S (%)				DISTRIBUCION		
		PB	ZN	CU	FE	PB	ZN	FE

#### FLOTACION SELECTIVA CON REMOLIENDA:

Concentrado Pb	1.58	55.70	15.20		7.80	61.17	2.98	0.56
Cola limp Pb 2	0.66	15.60	24.30		11.40	7.14	1.98	0.34
Cola limp Pb 1	1.10	6.50	31.20		16.80	4.96	4.24	0.84
Concentrado Zn	10.96	1.35	51.30		14.30	10.30	69.74	7.16
Cola limp Zn 2	4.16	0.90	15.20		15.90	2.61	7.85	3.03
Cola limp Zn 1	7.06	0.81	9.80		20.70	3.98	8.58	6.68
Cola Final	74.50	0.19	0.50	0.03	23.90	9.85	4.62	81.39
Cabeza	100.00	1.44	8.06	0.10	21.88	100.00	100.00	100.00

PROYECTO: Flotacion Bulk vs Diferencial - Test #9  
 PROPOSITO: Flotacion bulk con remolienda y limpieza  
 PROCEDIMIENTO: Flotar un concentrado bulk rougher y remoler. Limpiar el conc. bulk una vez. Acondicionar el conc. de la limp. bulk con cal, NaCN y ZnSO4 para deprimir el zinc y limpiar tres veces.  
 ALIMENTACION: 2 Kgrs. Cabeza de molienda  
 FLOWSHEET: No. 6

ETAPA	Reactivos usados G/T			Tiempo min.			pH
	CaO	CuSO4	X-317	Mol.	Acond.	Flot.	
Molienda Primaria				35			
CIRCUITO BULK							7.7
Acondicionamiento		80	100		2		
Rougher						8	
Remolienda				10			
Limpieza bulk		NaCN	ZnSO4				
Acondicionamiento	150	70	35		2		9.5
Limp. Pb 1						3	9.5
Limp. Pb 2		40	20			2	9.3
Limp. Pb 3	25	20	10			2	9.4

BALANCE METALURGICO

PRODUCTO	PESO (%)	L E Y E S (%)				DISTRIBUCION		
		PB	ZN	CU	FE	PB	ZN	FE
Conc Plomo	0.70	61.00	9.30		2.40	30.26	0.79	0.08
Cola limp Pb 3	0.86	20.51	28.11		5.90	12.54	2.93	0.23
Cola limp Pb 2	2.24	10.50	46.30		8.50	16.69	12.53	0.88
Cola limp Pb 1 (Zn conc.)	7.99	2.00	48.40		12.60	11.34	46.73	4.64
Cola Limp. bulk	14.24	1.95	18.50		25.50	19.72	31.85	16.75
Cola final	73.97	0.18	0.58	0.02	22.70	9.45	5.19	77.42
Cabeza	100.00	1.41	8.27	0.07	21.69	90.55	94.81	22.58

PROYECTO: Flotacion Bulk vs Diferencial - Test #10

PROPOSITO: Prueba de limpieza del concentrado bulk.  
Efecto de elevar el pH en las limpiadoras Pb

PROCEDIMIENTO: Repetir Test #9 pero incrementar CuSO4 y pH en las limpiadoras de plomo a 10.8

ALIMENTACION: 2 Kgrs. Cabeza de molienda

FLWSHEET: No. 6

ETAPA	Reactivos usados G/T			Tiempo min.			pH
	CaO	CuSO4	X-317	Mol.	Acond.	Flot.	
Molienda Primaria				35			
CIRCUITO BULK							7.9
Acondicionamiento		110	70		2		
Bulk rougher			20			8	
Remolienda				10			
Limpieza bulk			NaCN	ZnSO4			
Acondicionamiento	200	70	35		2		10.8
Limpieza Pb 1						3	10.7
Limpieza Pb 2	50	40	20			2	10.8
Limpieza Pb 3	50	20	10			2	10.9

## BALANCE METALURGICO

PRODUCTO	PESO (%)	L E Y E S (%)				DISTRIBUCION		
		PB	ZN	CU	FE	PB	ZN	FE
Conc Pb	0.77	62.00	8.90		2.40	34.71	0.85	0.09
Cola limp Pb 3	0.87	23.80	24.60		5.90	14.99	2.63	0.24
Cola limp Pb 2	2.31	10.80	42.00		8.50	18.02	11.91	0.91
Cola limp Pb 1 (Zn conc.)	8.47	1.20	49.70		12.60	7.35	51.70	4.96
Cola Limp. bulk	11.09	1.87	18.80	0.02	25.50	14.98	25.59	13.13
Cola final	76.49	0.18	0.78	0.02	22.70	9.95	7.33	80.67
Cabeza	100.00	1.38	8.14	0.06	21.52	90.05	92.67	19.33

PROYECTO: Flotacion Bulk vs Diferencial - Test #11  
 PROPOSITO: Flotacion bulk con remolienda y limpieza  
 Efecto de los reactivos.  
 PROCEDIMIENTO: Repetir test #10 pero incrementar CuSO<sub>4</sub>, NaCN y ZnSO<sub>4</sub>  
 ALIMENTACION: 2 Kgrs. Cabeza de molienda  
 FLOWSHEET: No. 6

ETAPA	Reactivos usados G/T			Tiempo min.			pH
	CaO	CuSO <sub>4</sub>	X-317	Mol.	Acond.	Flot.	
Molienda Primaria				35			
CIRCUITO BULK							7.5
Acondicionamiento		120	50		2		
Bulk rougher		30	20			8	
Remolienda				10			
Limpieza bulk							
			NaCN	ZnSO <sub>4</sub>			
Acondicionamiento	200	100	50		2		10.7
Limpieza Pb 1						3	10.7
Limpieza Pb 2	50	40	20			2	10.8
Limpieza Pb 3	50	20	10			2	11.0

## BALANCE METALURGICO

PRODUCTO	PESO (%)	L E Y E S (%)				DISTRIBUCION		
		PB	ZN	CU	FE	PB	ZN	FE
Lead conc.	0.78	64.00	7.30		2.40	32.84	0.69	0.09
Cola limp Pb 3	1.54	28.60	22.80		5.90	29.02	4.28	0.43
Cola limp Pb 2	2.20	11.00	39.00		8.50	15.95	10.45	0.89
Cola limp Pb 1 (Zn conc.)	11.00	0.70	52.30		12.60	5.07	70.05	6.58
Cola Limp. bulk	7.04	1.71	12.00		25.50	7.93	10.29	8.53
Cola final	77.44	0.18	0.45	0.03	22.70	9.18	4.24	83.48
Cabeza	100.00	1.52	8.21	0.11	21.06	90.82	95.76	16.52

### III.2.5 Análisis de Malla

## ANALISIS DE MALLA Y ANALISIS QUIMICO DE LA MUESTRA USADA

## Descarga del Molino de Bolas

Malla #	Apertura m	%Peso	% Acum passing	Analisis Quimico		Distribucion	
				Pb	Zn	Pb	Zn
15 minutos de molienda							
65	212	12.7	87.3	0.52	4.74	4.71	7.42
100	150	9.3	78.0	0.95	5.87	6.31	6.73
150	106	8.5	69.5	1.24	6.43	7.52	6.74
200	75	9.9	59.6	1.50	8.60	10.60	10.49
325	45	14.3	45.3	1.65	9.60	16.84	16.92
-325	<45	45.3	0.0	1.67	9.26	54.01	51.70
						K80 = 163 m	
25 minutos de molienda							
65	212	7.2	92.8	0.36	3.40	1.82	3.01
100	150	7.7	85.1	0.78	4.82	4.22	4.56
150	106	8.1	77.0	0.97	5.27	5.52	5.24
200	75	10.0	67.0	1.05	7.90	7.37	9.70
325	45	15.4	51.6	1.90	9.70	20.55	18.35
-325	<45	51.6	0.0	1.67	9.33	60.52	59.14
						K80 = 122 m	
35 minutos de molienda							
65	212	5.3	94.7	0.28	2.60	1.03	1.71
100	150	5.9	88.8	0.46	4.41	1.89	3.23
150	106	6.3	82.5	0.72	4.90	3.16	3.83
200	75	8.7	73.8	0.91	6.15	5.52	6.63
325	45	14.3	59.5	1.80	9.43	17.93	16.72
-325	<45	59.5	0.0	1.70	9.20	70.47	67.88
						K80 = 97 m	

## ANALISIS DE MALLA REMOLIENDA

## Descarga del Molino de Bolas

Malla #	Apertura m	%Peso	% Acum retenido	% Acum passing
------------	---------------	-------	--------------------	-------------------

## 5 minutos remolienda

65	212	0.0	0.0	100.0
100	150	0.4	0.4	99.6
150	106	1.3	1.7	98.3
200	75	5.2	6.9	93.1
325	45	21.6	28.5	71.5
-325	<45	71.5	100.0	0.0

K80 = 57 m

## 10 minutos remolienda

65	212	0.0	0.0	100.0
100	150	0.0	0.0	100.0
150	106	0.2	0.2	99.8
200	75	1.6	1.8	98.2
325	45	14.4	16.2	83.8
-325	<45	83.8	100.0	0.0

K80 = 30 a 40 m  
(estimado)

### **III.2.6 Curvas de Velocidad de Flotación, Recuperación y Leyes**

GRAFICO 1A  
CURVAS DE VELOCIDAD FLOTACION BULK

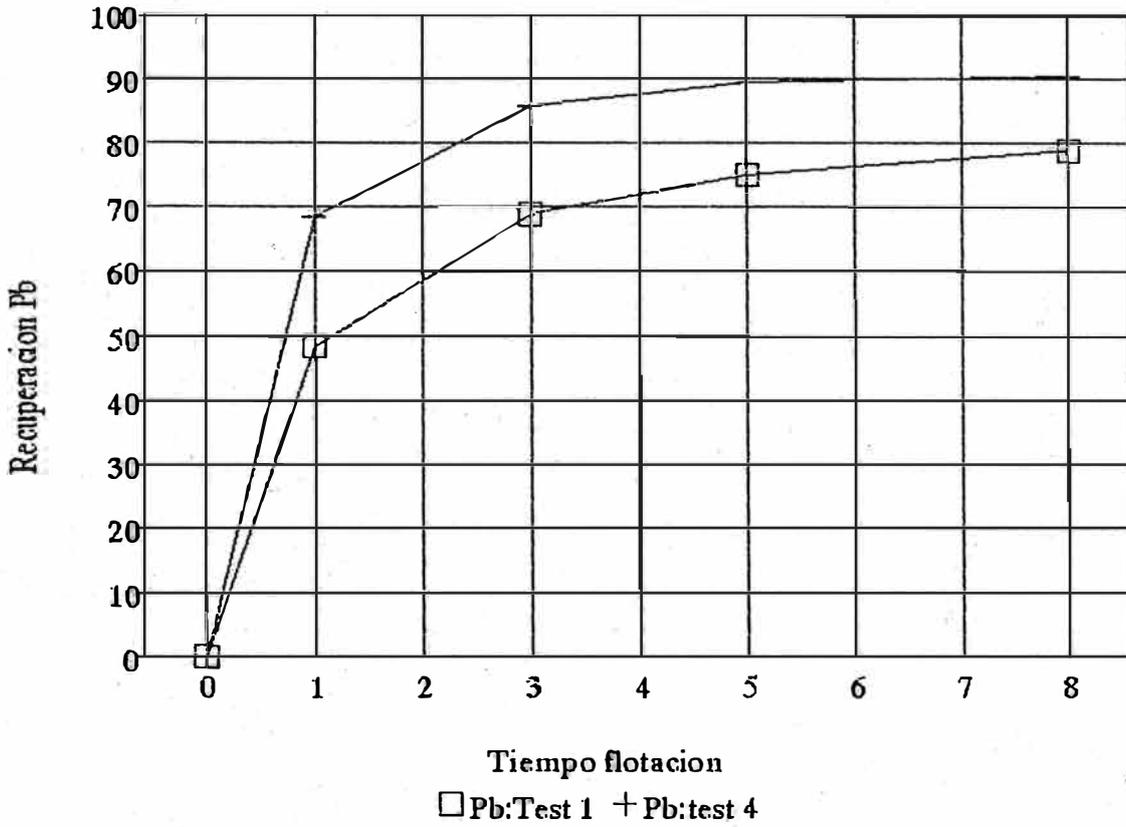


GRAFICO 1B  
CURVAS DE VELOCIDAD FLOTACION BULK

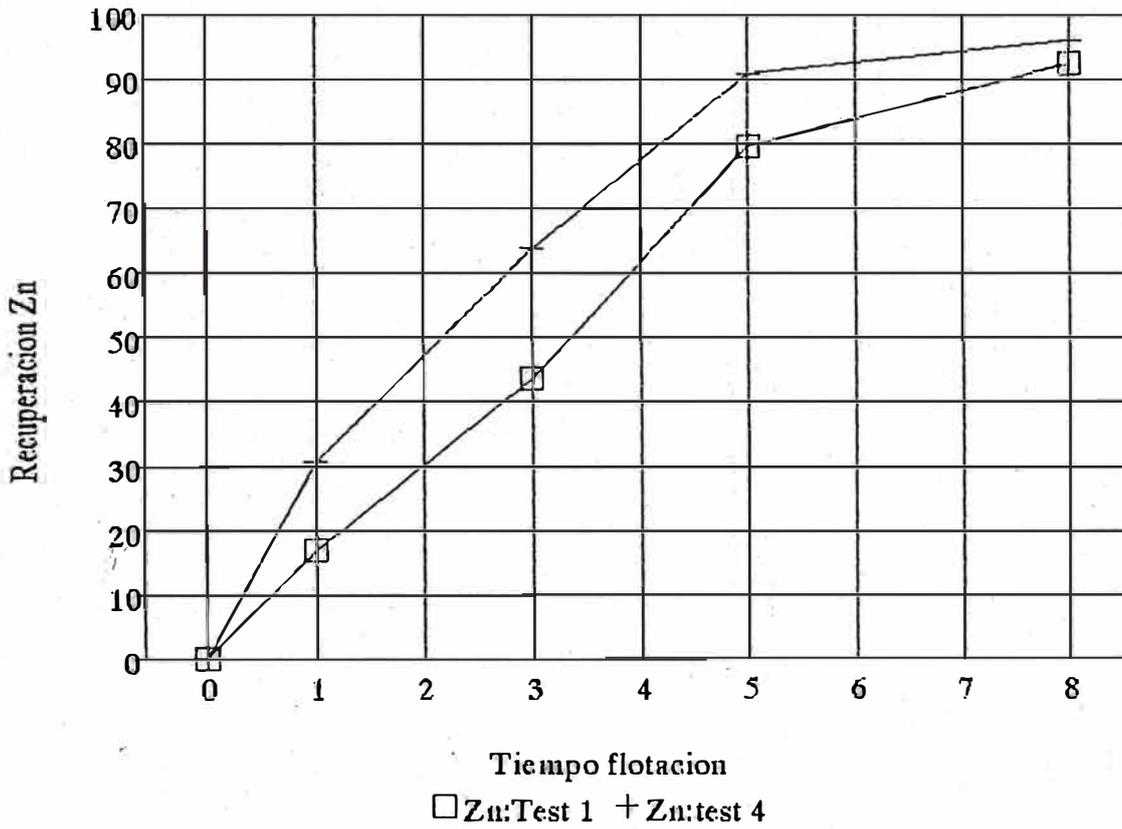


GRAFICO 1C  
CURVAS LEY VS RECUP. FLOTACION BULK

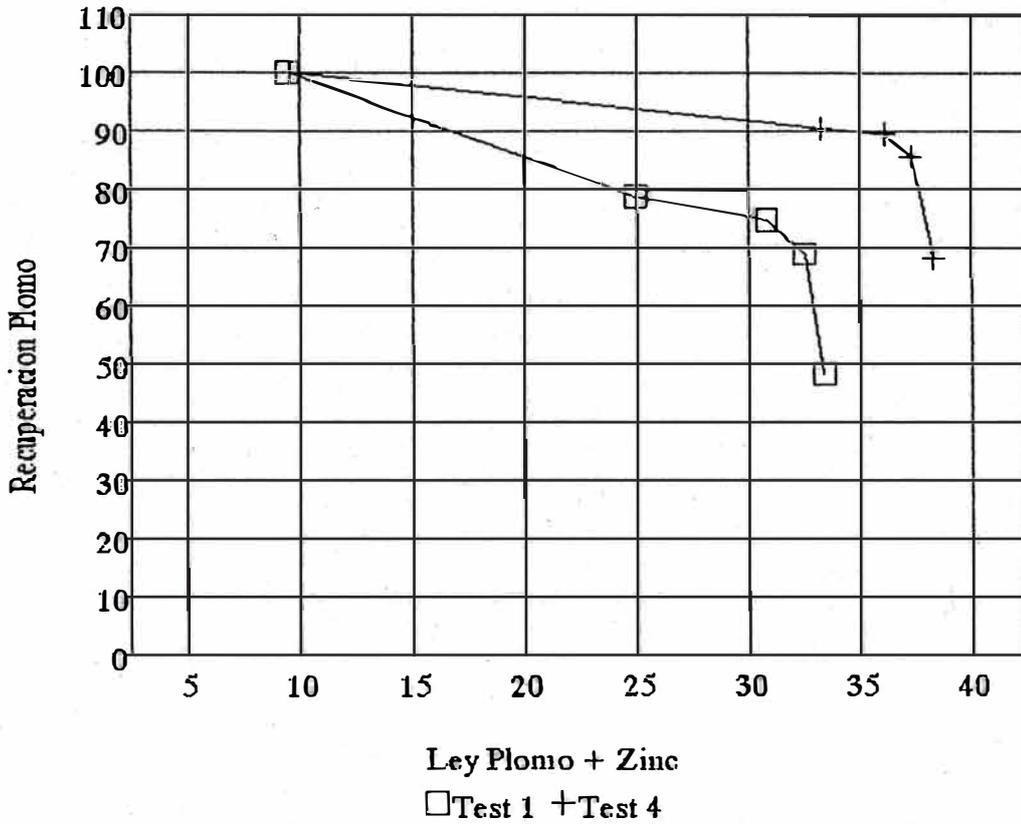


GRAFICO 1D  
CURVAS LEY VS RECUP. FLOTACION BULK

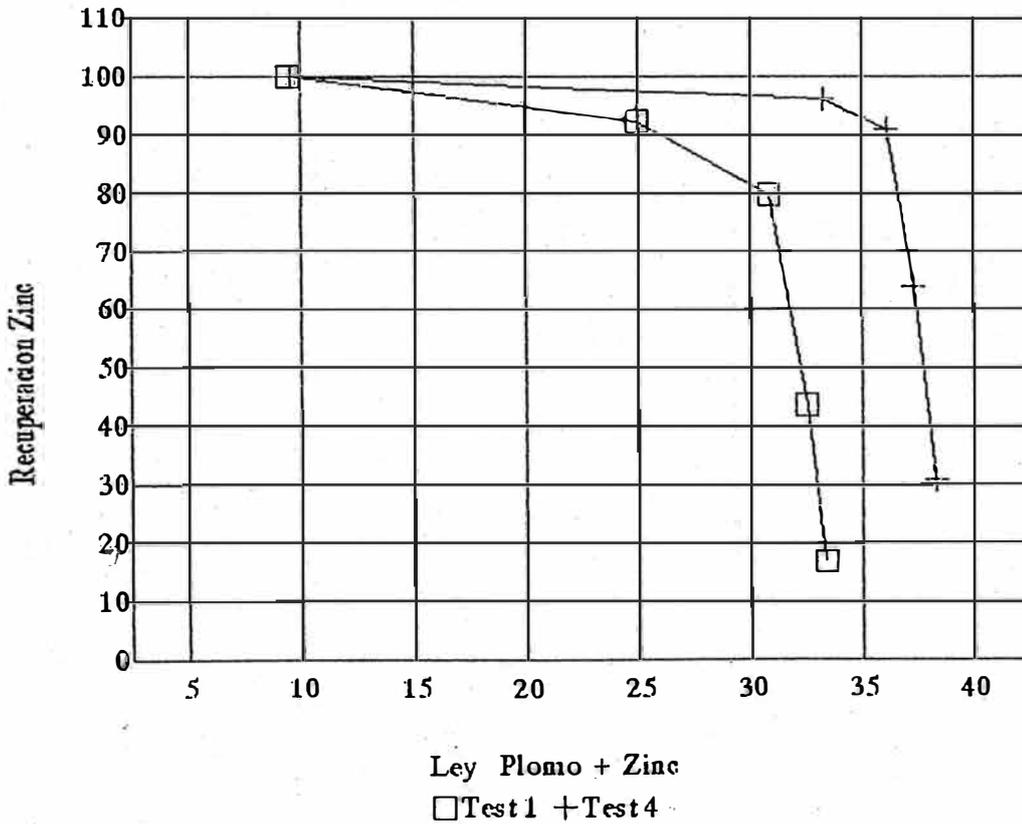


GRAFICO 2A  
CURVAS DE VELOCIDAD FLOT DIFERENCIAL

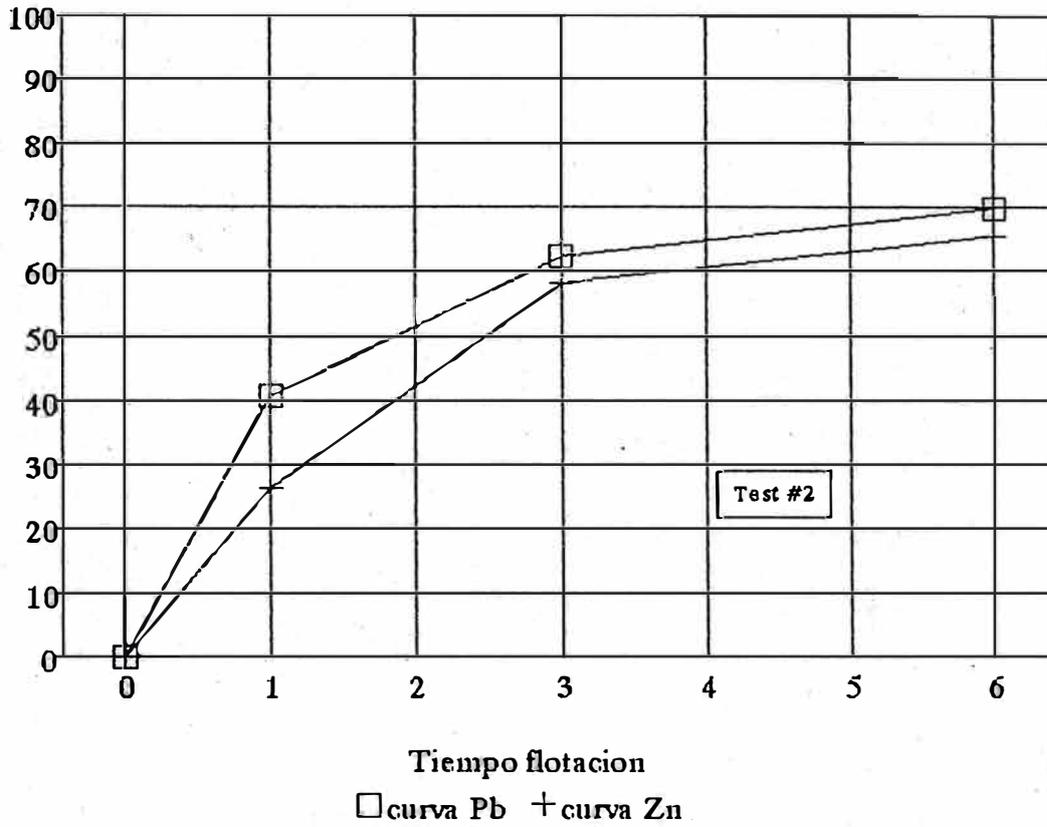


GRAFICO 2B  
CURVAS FLOT DIFERENCIAL LEY VS RECUPER.

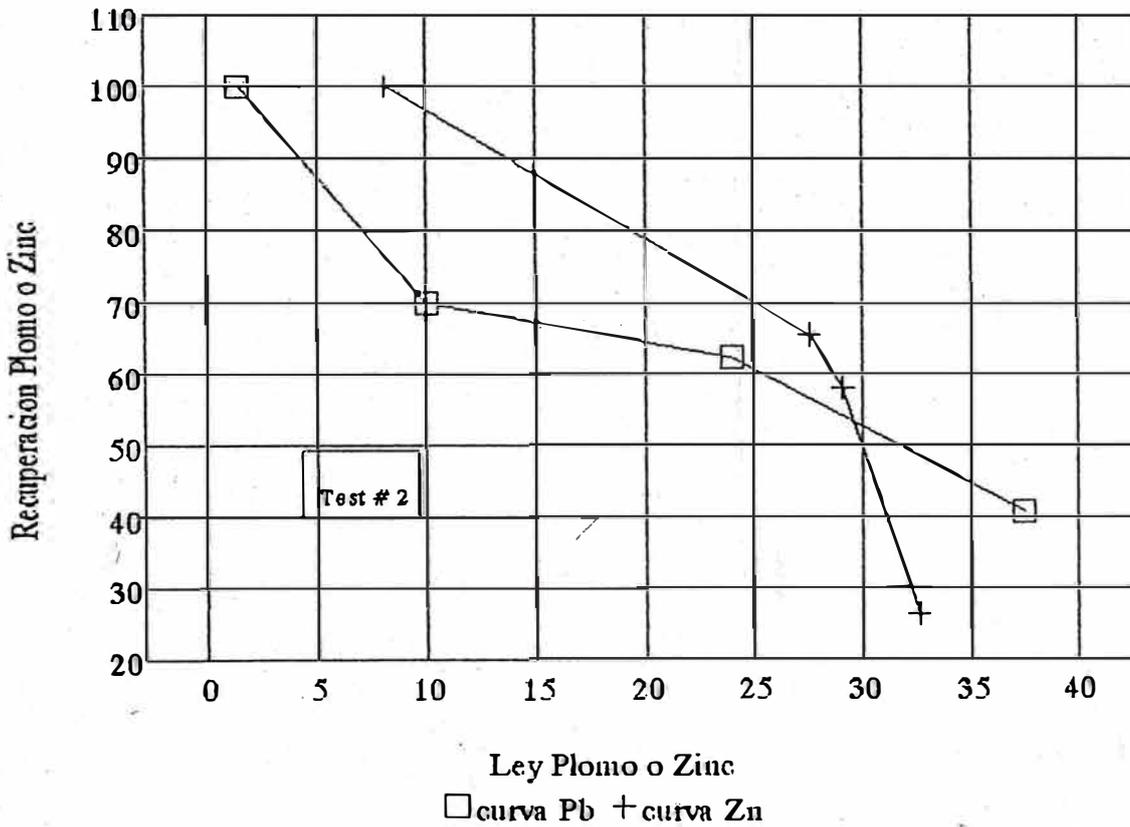


GRAFICO 3A  
CURVAS LEY-RECUP. LIMPIEZA DIFERENCIAL

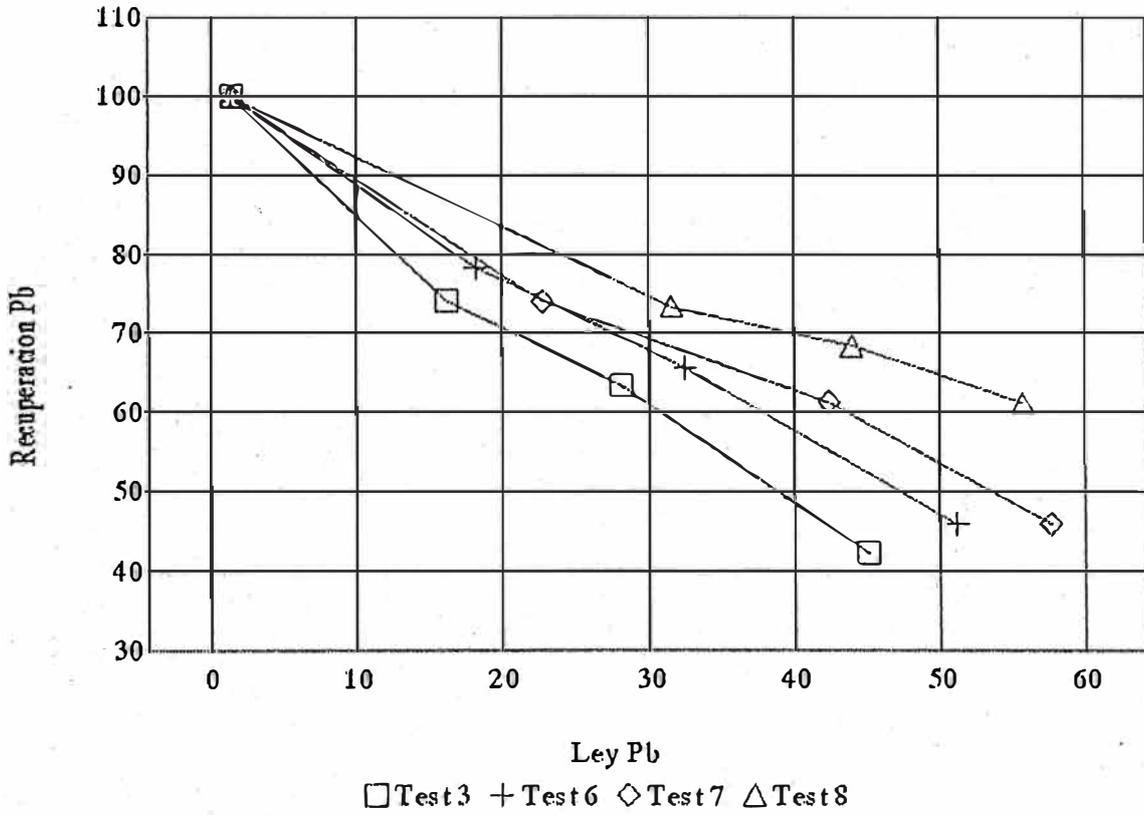


GRAFICO 3B  
CURVAS LEY-RECUP. LIMPIEZA DIFERENCIAL

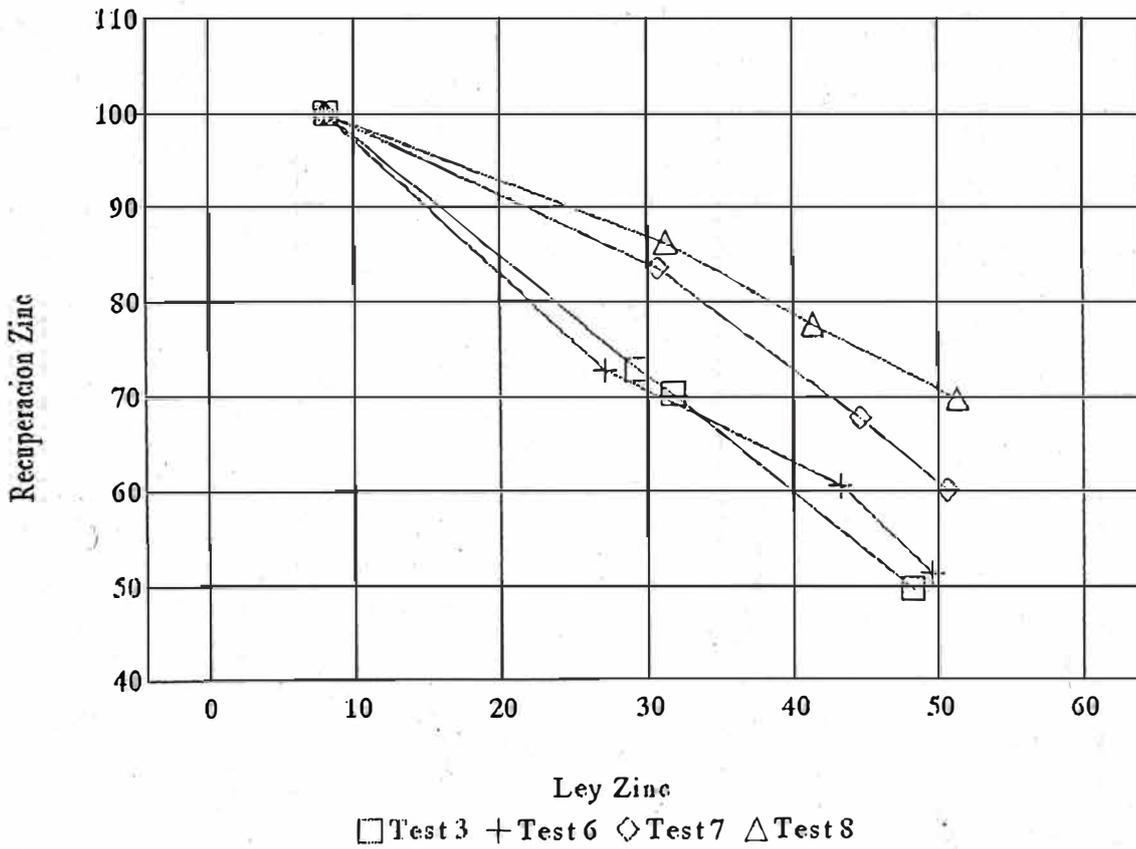


GRAFICO 4  
 CURVAS LEY RECUP. PRUEBA LIMIEZA BULK

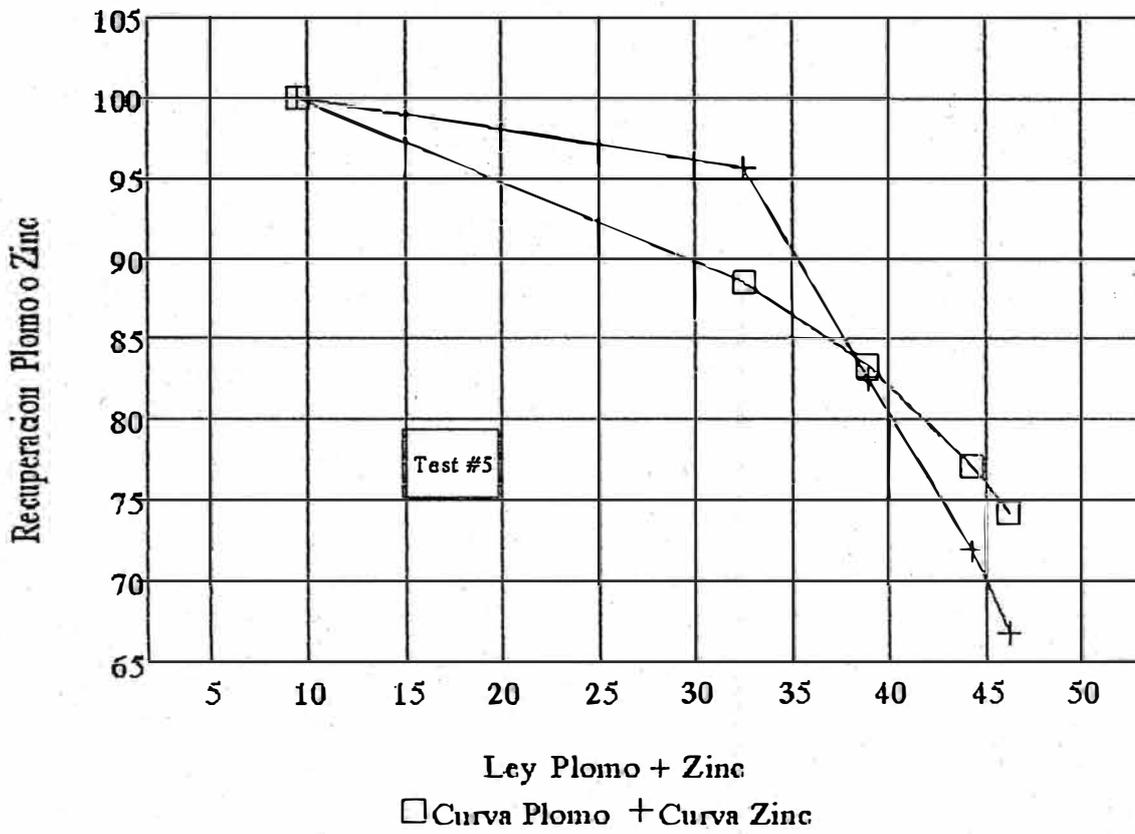


GRAFICO 5A  
CURVAS LEY RECUP. PRUEBAS LIMPIEZA BULK

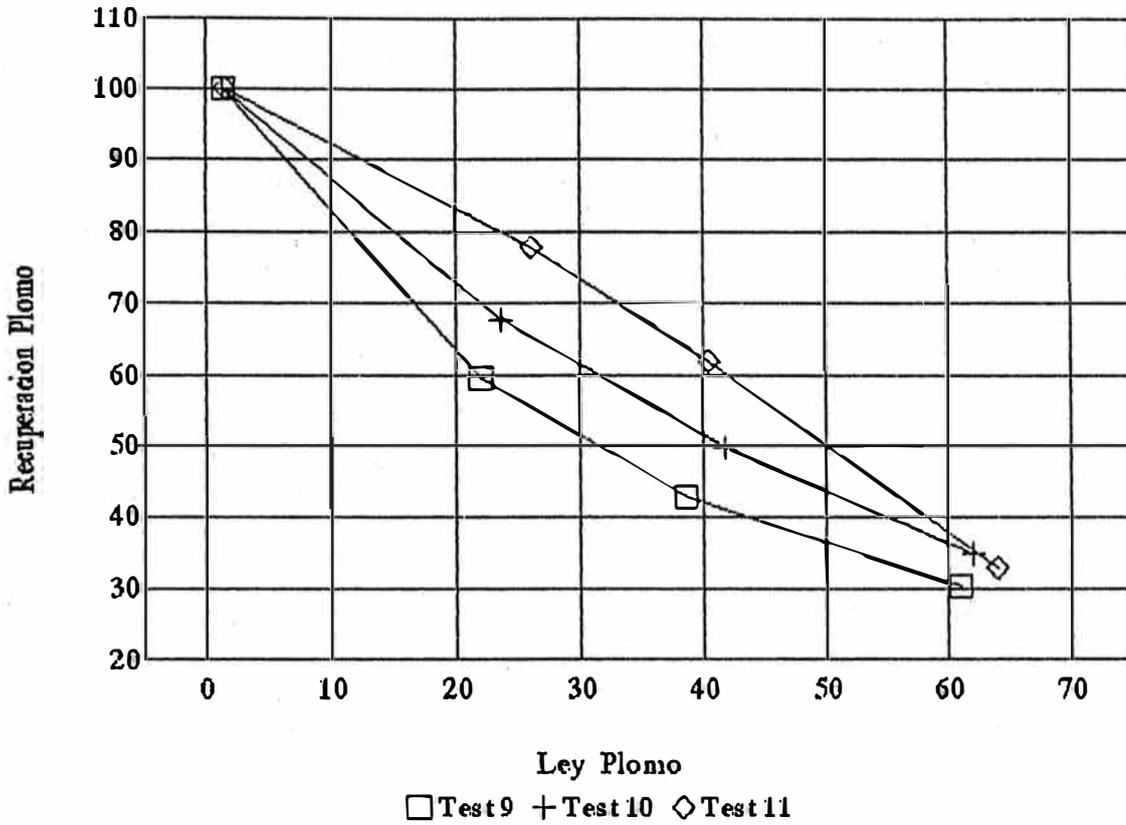
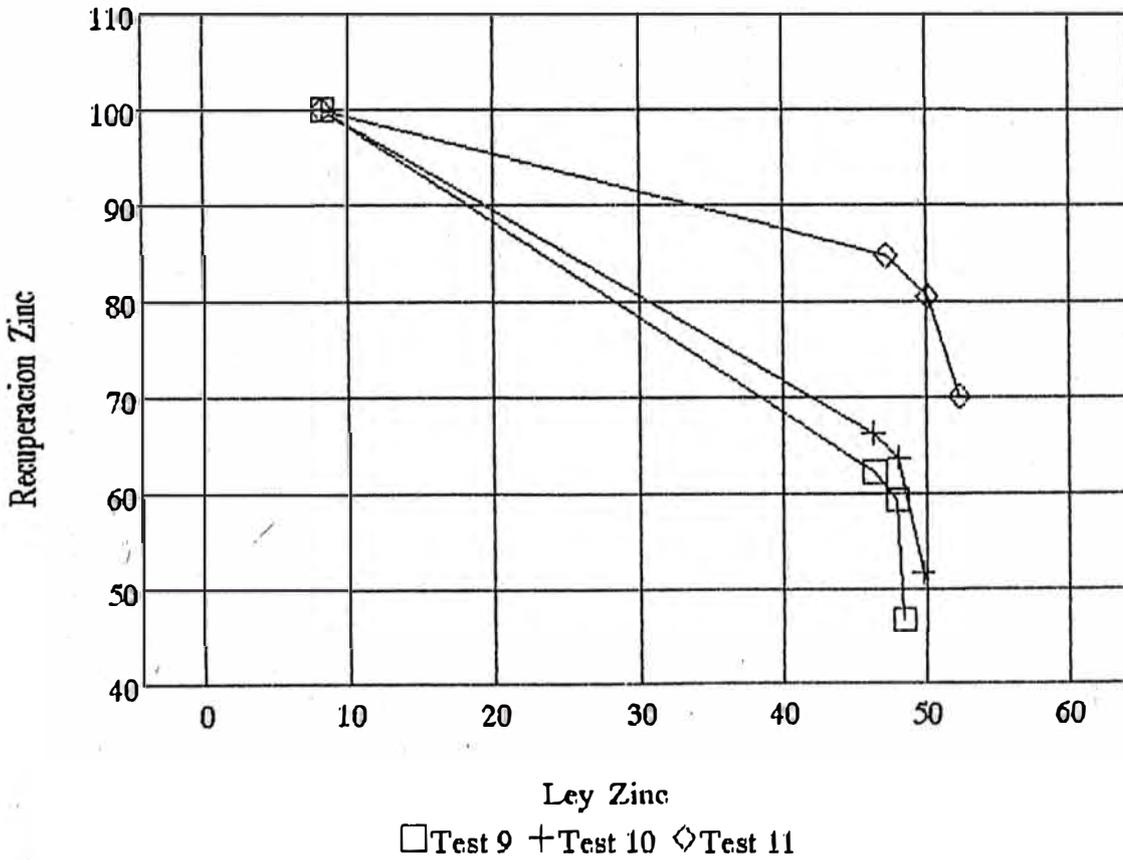


GRAFICO 5B  
CURVAS LEY RECUP. PRUEBAS LIMPIEZA BULK

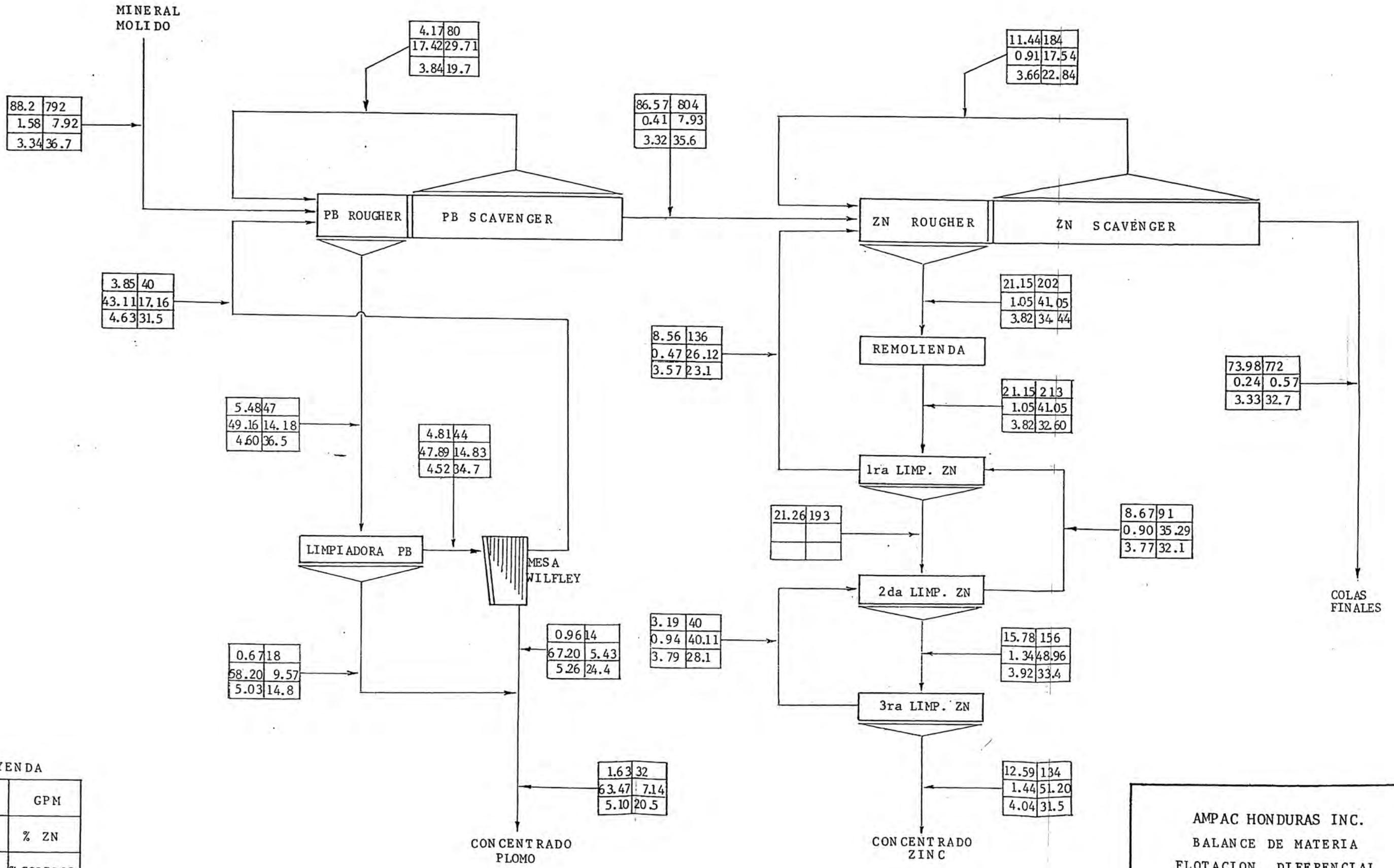


### III.3 PRUEBA DE FLOTACION BULK EN PLANTA

En Julio de 1,992 se procedió con la prueba de la flotación bulk en planta luego de concluir las pruebas de laboratorio y de efectuar las modificaciones necesarias en el flujograma del circuito de flotación.

Desde un inicio los resultados fueron bastante alentadores. La recuperación del zinc subió sobre 90% y la recuperación total de la plata también excedió 90%. La calidad de los concentrados registró también mejoras y el consumo de reactivos registró una disminución significativa tal como se detalla en la siguiente sección.

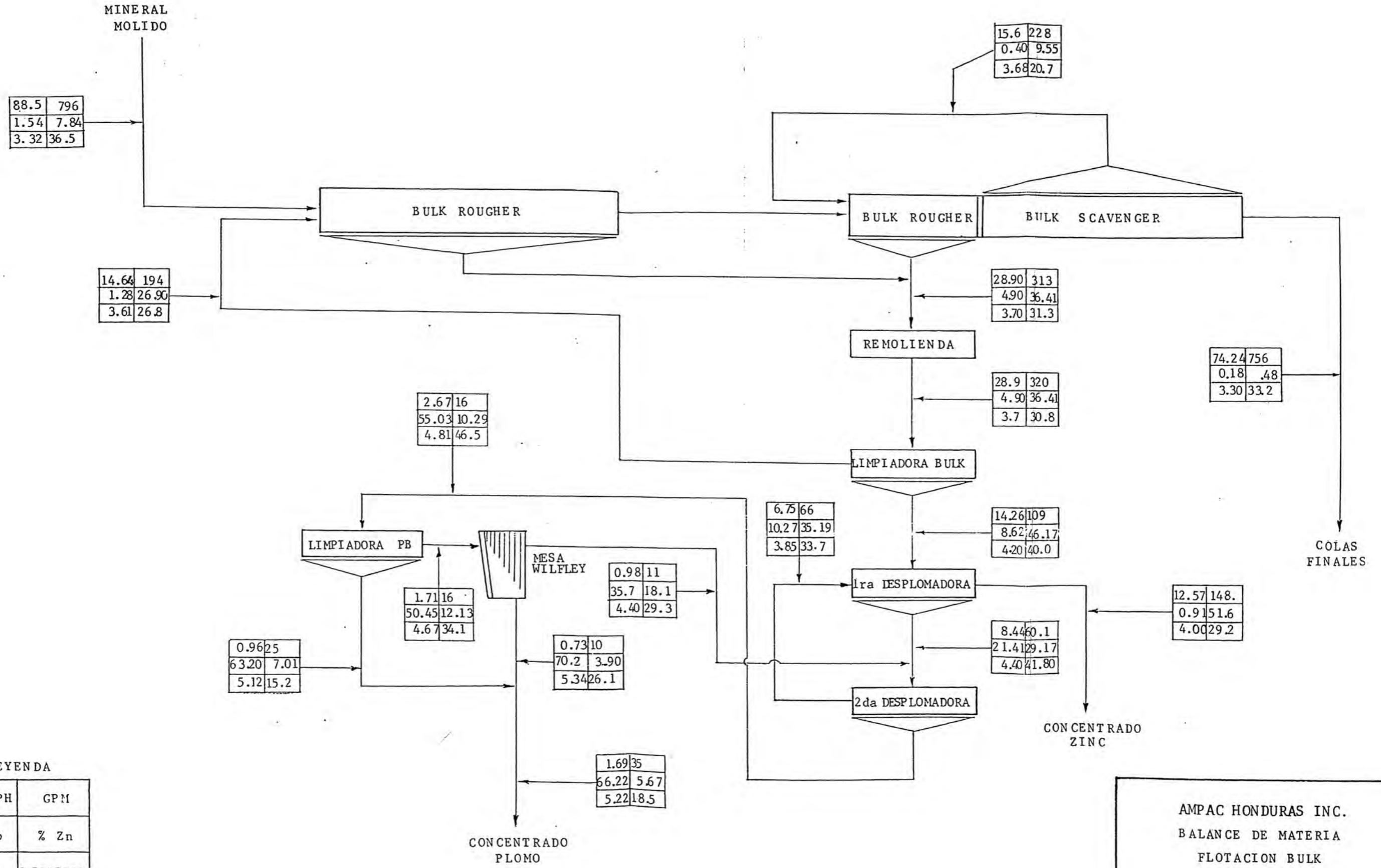
Para efectos de comparación, en los dos diagramas de flujo siguientes se presentan los resultados de los balances de materia obtenidos en Planta con la flotación diferencial y con la flotación bulk. Al mismo tiempo, tratamos de esquematizar los cambios del flujo de pulpa en el circuito de flotación que fueron hechos cuando se cambió a la flotación bulk seguida de la separación plomo-zinc.



LEYENDA

TMSPH	GPM
% PB	% ZN
S.G.	% SOLIDOS

AMPAC HONDURAS INC.  
 BALANCE DE MATERIA  
 FLOTACION DIFERENCIAL  
 10 NOVIEMBRE 1992



LEYENDA

TMS PH	GPM
% Pb	% Zn
S.G.	% SOLIDOS

AMPAC HONDURAS INC.  
BALANCE DE MATERIA  
FLOTACION BULK  
21 OCTUBRE 1994

#### IV. ANALISIS ECONOMICO DE LA FLOTACION BULK VS LA FLOTACION DIFERENCIAL

##### IV.1 CONSUMO DE REACTIVOS

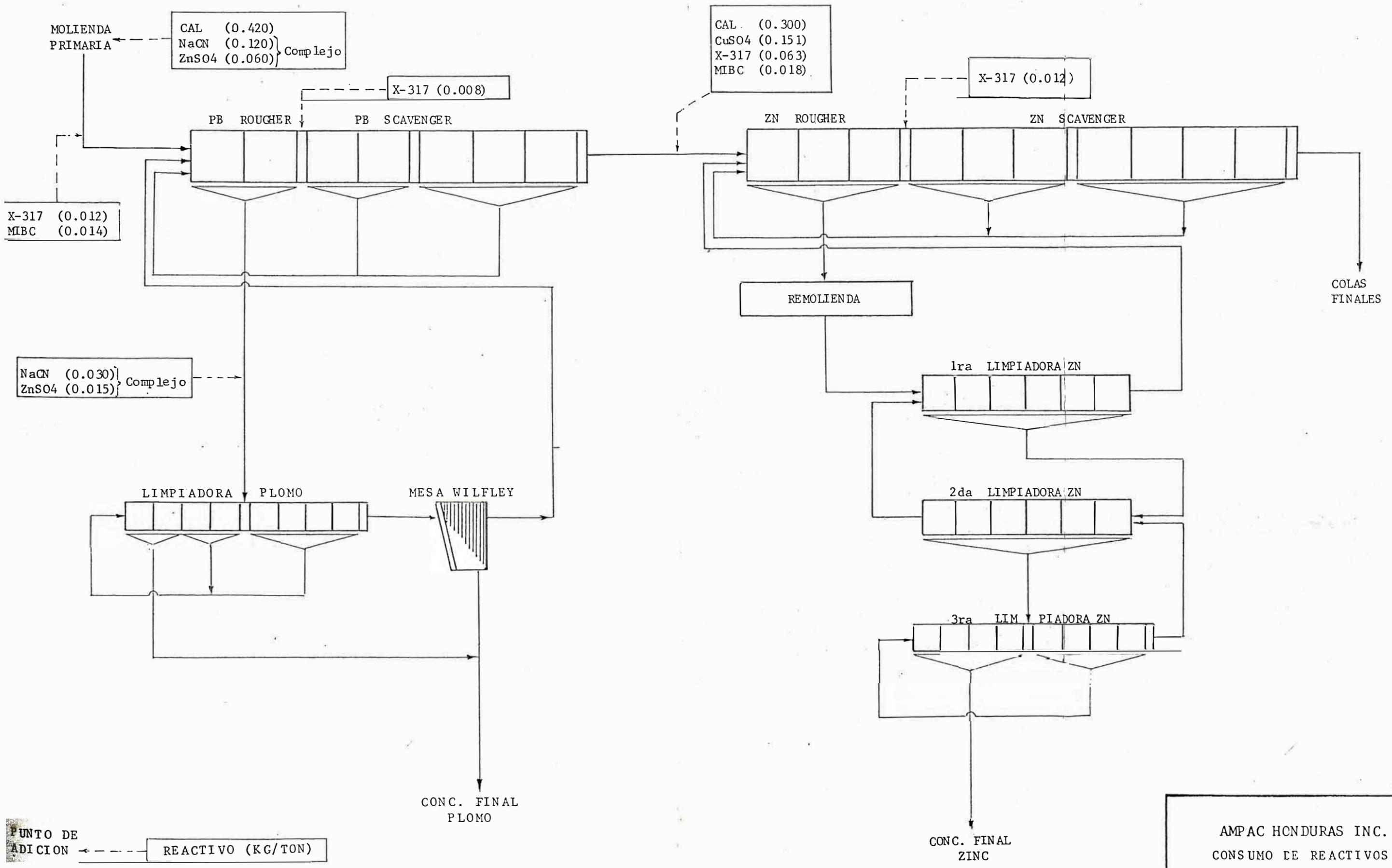
Una de las ventajas más importantes de la flotación bulk sobre la flotación diferencial registradas en la concentradora de El Mochito fue la disminución significativa en el consumo de sulfato de cobre, xantato isobutílico de sodio, cianuro de sodio, sulfato de zinc y cal.

El siguiente cuadro muestra una comparación de consumos de reactivos típicos en planta y los costos que estos significan.

REACTIVO -----	FLOTACION DIFERENCIAL		FLOTACION BULK	
	Kgrs/ton -----	US\$/ton -----	Kgrs/ton -----	US\$/ton -----
Cal	0.720	0.044	0.380	0.023
Sulfato cobre	0.151	0.192	0.105	0.133
Xantato X-317	0.095	0.168	0.064	0.113
Cianuro Sodio	0.150	0.183	0.114	0.139
Sulfato zinc	0.075	0.083	0.057	0.063
M.I.B.C.	0.033	0.058	0.028	0.049
	<b>COSTO TOTAL:</b>	<b>0.728</b>		<b>0.520</b>

La flotación bulk aplicada en planta significó una reducción en los costos de operación de la concentradora en el orden de US\$0.21 por tonelada en lo referente al costo de reactivos.

En los dos diagramas de flujo siguientes se muestran los puntos de adición y las cantidades usadas en planta.



PUNTO DE ADICION ← REACTIVO (KG/TON)

AMPAC HONDURAS INC.  
 CONSUMO DE REACTIVOS  
 FLOTACION DIFERENCIAL  
 10 NOVIEMBRE 1992

PRODUCTO DE MOLIENDA

CuSO4 (0.105)  
X-317 (0.021)  
MIBC (0.023)

X-317 (0.008)

X-317 (0.020)

X-317 (0.015)

BULK ROUGHER

BULK ROUGHER

BULK SCAVENGER

REMOLIENDA

COLAS FINALES

CAL (0.100)  
NaCN (0.022)  
ZnSO4 (0.011) } Complejo

LIMPIADORA PLOMO

MESA WILFLEY

LIMPIADORA BULK

1ra DESPLOMADORA

CAL (0.280)  
NaCN (0.062)  
ZnSO4 (0.031) } Complejo

NaCN (0.030)  
ZnSO4 (0.015) } Complejo

2da DESPLOMADORA

CONC. FINAL PLOMO

CONC. FINAL ZINC

PUNTO DE ADICION

REACTIVO (KGRS/TON)

AMPAC HONDURAS INC.  
CCNSUMO DE REACTIVOS  
FLOTACION BULK  
21 OCTUBRE 1994

## IV.2        RETORNO NETO DE FUNDICION

Tomando como base los dos balances típicos presentados en la sección IV.3 se ha hecho la comparación de los retornos netos de fundición para un día de operación de planta (2100 TMPD). Los resultados se presentan en las siguientes cuatro páginas.

El Retorno Neto de Fundición ó valor neto de los concentrados producidos en un día de operación subió de 75,310 dólares a 77,050 dólares. Los principales factores que influyeron en esta mejora significativa fueron las recuperaciones y leyes más altas.

Traducido en ingreso adicional unitario esto significa        US\$ 0.83/tonelada que cubre a cabalidad el costo de mano de obra de la Concentradora (US\$ 0.81/tonelada, ver Apéndice 2).

AMERICAN PACIFIC HONDURAS INC.  
Mochito Mine  
CONCENTRATOR DEPARTMENT

COMPARACION DEL RETORNO NETO DE FUNDICION PARA UN DIA DE OPERACION:

Nota: Todas las cifras en US\$

		FLOTACION DIFERENCIAL	FLOTACION BULK
-----			
1 RESUMEN			
-----			
PRECIOS METALES:			
COBRE	US\$/LB	1.09	1.09
PLOMO	US\$/LB	0.26	0.26
ZINC	US\$/LB	0.46	0.46
PLATA	US\$/OZ	4.49	4.49
ORO	US\$/OZ	378.09	378.09
CADMIO	US\$/LB	1.80	1.80
DATOS DE PRODUCCION			
TONELADAS MOLIDAS	TMS	2,100	2,100
PRODUCCION CONCENTRADOS:			
PLOMO	TMS	38.8	40.0
ZINC	TMS	299.8	298.3
TOTAL RETORNOS NETOS DE FUNDICION (RNF)			
PLOMO	\$(000)	14.31	15.13
ZINC	\$(000)	61.00	61.92
TOTAL RNF	\$(000)	75.31	77.05
-----		-----	-----

		FLOTACION DIFERENCIAL	FLOTACION BULK
		-----	-----
2 MOLIENDA			
-----			
TONELADAS MOLIDAS	TMS	2,100	2,100
LEY DE CABEZA	%Cu	0.13	0.13
	%Pb	1.58	1.54
	%Zn	7.92	7.84
	Ag GM/TMS	94	95
-----			
CONCENTRADO PLOMO			
-----			
RECUPERACION Pb	Pb%	74.25	81.80
	Ag%	59.10	59.90
LEY CONC PLOMO	%Cu	2.10	2.10
	%Pb	63.47	66.21
	%Zn	7.14	5.67
	%Bi	0.37	0.38
	Ag GM/TMS	3000	3000
	Au GM/TMS	0.648	0.648
PRODUCCION CONC Pb	TMS	39	40
PERDIDAS TRANSP @ 3%	TMS	1	1
PROD NETA CONC PB	TMS	38	39
CONTENIDO HUMEDAD	% H <sub>2</sub> O	8.5	8.5
PROD NETA CONC PB	TMH	41	42
-----			
CONCENTRADO ZINC			
-----			
RECUPERACION Zn	Zn%	92.30	93.49
	Ag%	31.96	31.30
LEY CONC ZINC	%Zn	51.20	51.60
	%Cd	0.49	0.49
	Ag GM/TMS	210	210
	%Fe	11.1	10.8
PRODUCCION CONC Zn	TMS	300	298
PERDIDAS TRANSP @ 3%	TMS	9	9
PROD NETA CONC Zn	TMS	291	289
CONTENIDO HUMEDAD	% H <sub>2</sub> O	11.15	11.15
PROD NETA CONC Zn	TMH	327	326
-----			

		FLOTACION DIFERENCIAL	FLOTACION BULK
3 CALCULOS DEL RNF PARA PLOMO			
=====			
PRECIOS METALES			
COBRE	US\$/LB	1.09	1.09
PLOMO	US\$/LB	0.26	0.26
ZINC	US\$/LB	0.46	0.46
PLATA	US\$/OZ	4.49	4.49
ORO	US\$/OZ	378.09	378.09
CADMIO	US\$/LB	1.80	1.80
PAGOS			
CONTENIDO PLOMO	LBS/TMS	1399	1460
DEDUCIR 3 UNIDADES	LBS/TMS	1333	1394
PAGAR 95%	LBS/TMS	1329	1387
PLOMO PAGABLE	LBS/TMS	1329	1387
CONTENIDO PLATA	OZS/TMS	96.45	96.45
PAGAR 95% PLATA	OZS/TMS	91.63	91.63
DEDUCIR 50 GRAMS	OZS/TMS	94.85	94.85
PLATA PAGABLE	OZS/TMS	91.63	91.63
VALORES BRUTOS			
PLOMO	\$/TMS	296.29	309.08
ZINC	\$/TMS		
PLATA	\$/TMS	411.59	411.59
TOTAL VALORES BRUTOS	\$/TMS	707.88	720.67
RECARGOS			
TRATAMIENTO	220.00 \$/TMS FOB	220.0	220.0
PRECIO BASE	\$0.27	0.27	0.27
ESC/0.01 SOBRE BASE	\$3.25	0.00	0.00
CONTENIDO PB>68%	\$2.00	0.00	0.00
PENALIDAD Bi>0.02%	\$2.5/0.01	87.5	90
RECARGO REF PB	\$/TMS		
RECARGO REF AG \$7/kg	\$/TMS	19.95	19.95
TOTAL RECARGOS	\$/TMS	327.72	330.22
RNF/TMS CONC PB	\$/TMS	380.16	390.45
RNF/TMS MINERAL	\$/TMS	6.82	7.21

		FLOTACION DIFERENCIAL	FLOTACION BULK
4 CALCULOS DEL RNF PARA ZINC			
PRECIOS METALES:			
COBRE	US\$/LB	1.09	1.09
PLOMO	US\$/LB	0.26	0.26
ZINC	US\$/LB	0.46	0.46
PLATA	US\$/OZ	4.49	4.49
ORO	US\$/OZ	378.09	378.09
CADMIO	US\$/LB	1.80	1.80
PAGOS			
CONTENIDO ZINC	LBS/TMS	1129	1138
DEDUCIR 8 UNIDADES,0	LBS/TMS	952	961
PAGAR 85%	LBS/TMS	959	967
ZINC PAGABLE	LBS/TMS	952	961
CONTENIDO PLATA	OZS/TMS	6.75	6.75
DEDUCIR 4 OZ	OZS/TMS	2.75	2.75
PLATA PAGABLE 60%	OZS/TMS	1.65	1.65
CONTENIDO CADMIO	LBS/TMS	10.80	10.80
DEDUCIR 0.2%	LBS/TMS	6.39	6.39
CADMIO PAGABLE 60%	LBS/TMS	3.84	3.84
VALORES BRUTOS			
ZINC	\$/TMS	442.74	446.84
PLATA	\$/TMS	7.42	7.42
CADMIO	\$/TMS	6.90	6.90
TOTAL VALORES BRUTOS	\$/TMS	457.06	461.16
RECARGOS			
TRATAMIENTO	\$/TMS	239.60	239.60
PRECIO BASE	\$/TMS ZN	1000	1000
PRECIO ACTUAL	\$/TMS ZN	1024.86	1024.86
ESCALAMIENTO			
1000-1250 \$/TMS	0.15	3.73	3.73
TOTAL ESCALAMIENTO	\$/TMS	3.73	3.73
DE-ESCALAMIENTO			
900-1000 \$/TMS	-0.08	0.00	0.00
<900 \$/TMS	0	0.00	0.00
TOTAL DE-ESCALAMIENTO	\$/TMS	0.00	0.00
RECARGO REFIN Cd \$1/lb	\$/TMS	3.84	3.84
RECARGO NETO TRATAM	\$/TMS	247.17	247.17
PENALIDADES: Fe >11%	\$1.5/1.0	0.15	0.00
TOTAL RECARGOS	\$/TMS	247.32	247.17
RNF/TMS CONC ZINC	\$/TMS	209.75	213.99
RNF/TMS MINERAL	\$/TMS	29.05	29.49

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados previos de las pruebas metalúrgicas de laboratorio fueron confirmadas por los resultados finales de la prueba en planta.

Las principales ventajas del proceso de flotación bulk sobre el proceso de flotación diferencial que se han logrado son:

- a) Remoción de la ganga en una sola etapa.
- b) Aumento significativo en la ley final del concentrado de plomo.
- c) Aumento del tiempo de flotación rougher para el plomo y zinc de 25 y 31 minutos respectivamente con la flotación diferencial, a cerca de 52 minutos para cada uno de ellos con la flotación bulk, por el uso simultáneo de las diecisiete celdas de 400 pies cúbicos. El resultado fue el menor contenido valioso en las colas finales con el consiguiente incremento en las recuperaciones de los mismos.
- d) El mayor tiempo de flotación rougher permite recuperar los contenidos valiosos de la fracción más gruesa. Esto permite moler a una malla algo más gruesa que es muy necesaria para el sistema de relleno hidráulico en mina.
- e) Disminución del consumo de reactivos. En el caso del cianuro por ejemplo, el mecanismo de depresión del zinc por este reactivo depende en la concentración de los iones de cianuro ( $-CN$ ) en la pulpa. Siendo el volumen del concentrado bulk sólo el 13.7% del volumen de la cabeza de flotación, la concentración de estos iones es mucho mayor para el caso de la flotación bulk que para la flotación diferencial. Igual situación ocurre con el sulfato de zinc y la cal.

Es probable que al cambiar las características mineralógicas del mineral cambie también su comportamiento en el proceso de flotación. Es función del metalurgista de planta llevar a cabo periódicas pruebas metalúrgicas a fin de encontrar el método más conveniente de tratamiento para cada tipo de mineral a procesar. Por tanto, no sería raro que en el futuro nuevamente se tenga que regresar al proceso de flotación diferencial en la concentradora de El Mochito si las características del mineral así lo exigen.

El metalurgista de planta deberá trabajar también en base a los retornos netos de fundición para fijar las metas en cuanto a la calidad de los productos a obtener teniendo en cuenta los recargos y castigos que aplica el comprador con el objeto de maximizar el valor agregado de los productos.

**VI. BIBLIOGRAFIA**

Evaluation of Ore Reserves. Geology Department, Mochito Mine, November 1994.

The Third Theory of Comminution. Bond, Fred. 1952

Handbook of Mineral Dressing. Taggart, 1954.

Microscopic Examination of Flotation Products from the El Mochito Mine. Mountain States R & D International Inc. 1993.

Metallurgical Surveys of Mochito Mill. Amelunxen, Roger. 1978.

Metallurgical Testing Procedures. Coleman, Richard L. 1990.

VII. APENDICES

VII.1 WORK INDEX Y CONSUMO DE ENERGIA

a) WORK INDEX

Molino de Barras #06

CALCULO DE LA VELOCIDAD CRITICA:

$$\text{RPM} = 19.87$$

$$\text{Velocidad Crítica} = 76.63/\sqrt{6} = 31.3$$

$$\% \text{ Velocidad Crítica} = 63.51$$

CONSUMO DE ENERGIA:

$$\text{Kw} = 1.73 \times 2.3 \times 40 \times 0.8 = 127.33$$

$$\text{Kw-hr/T.C.S.} = 127.33/47.5 = 2.68$$

TONELAJE máximo que puede moler el molino de acuerdo a la potencia instalada:

$$\text{T.C.P.H.} = 200 \times 0.746/2.68 = 55.67$$

CALCULO DEL WORK INDEX:

$$\text{Wi} = \frac{2.68}{10/\sqrt{900} - 10/\sqrt{15550}} = 10.59$$

## Molino de Barras #08

## CALCULO DE LA VELOCIDAD CRITICA:

$$\text{RPM} = 19.80$$

$$\text{Velocidad Crítica} = 76.63/\sqrt[6]{6} = 31.3$$

$$\% \text{ Velocidad Crítica} = 63.29$$

## CONSUMO DE ENERGIA:

$$\text{Kw} = 1.73 \times 2.3 \times 40 \times 0.8 = 127.33$$

$$\text{Kw-hr/T.C.S.} = 127.33/48.75 = 2.63$$

TONELAJE máximo que puede moler el molino de acuerdo a la potencia instalada:

$$\text{T.C.P.H.} = 200 \times 0.746/2.63 = 56.77$$

## CALCULO DEL WORK INDEX:

$$\text{Wi} = \frac{2.63}{10/\sqrt[6]{967} - 10/\sqrt[6]{16000}} = 10.84$$

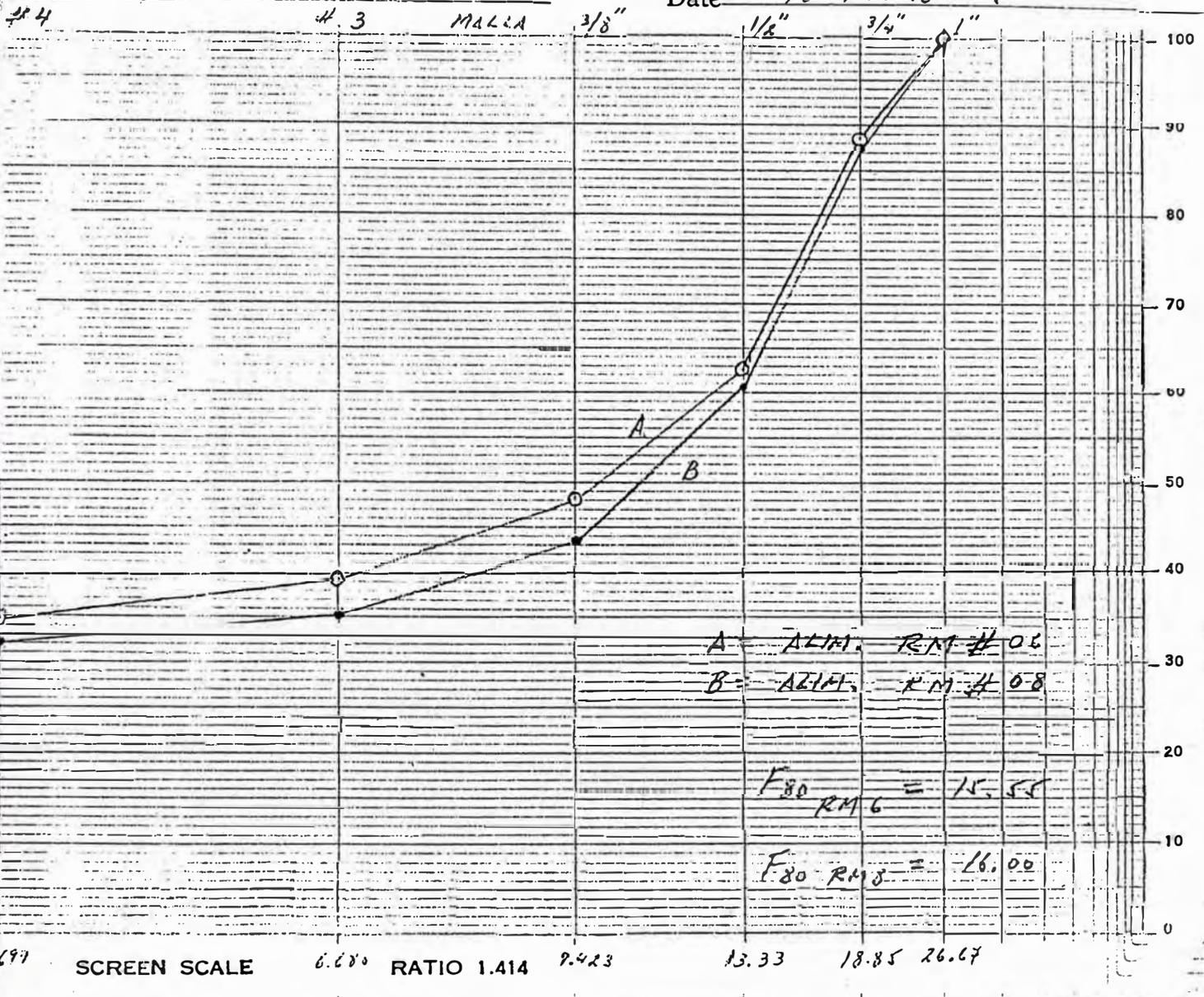
$$\text{Work Index promedio} = 10.71$$

# The Tyler Standard Screen Scale

Form No. L-1  
Please mention above  
when ordering

Cumulative Direct Diagram of Screen Analysis on Sample of ALIM. RM# 06 & RM# 08

Name F. A. Baulla Date 18 MAR 20 95



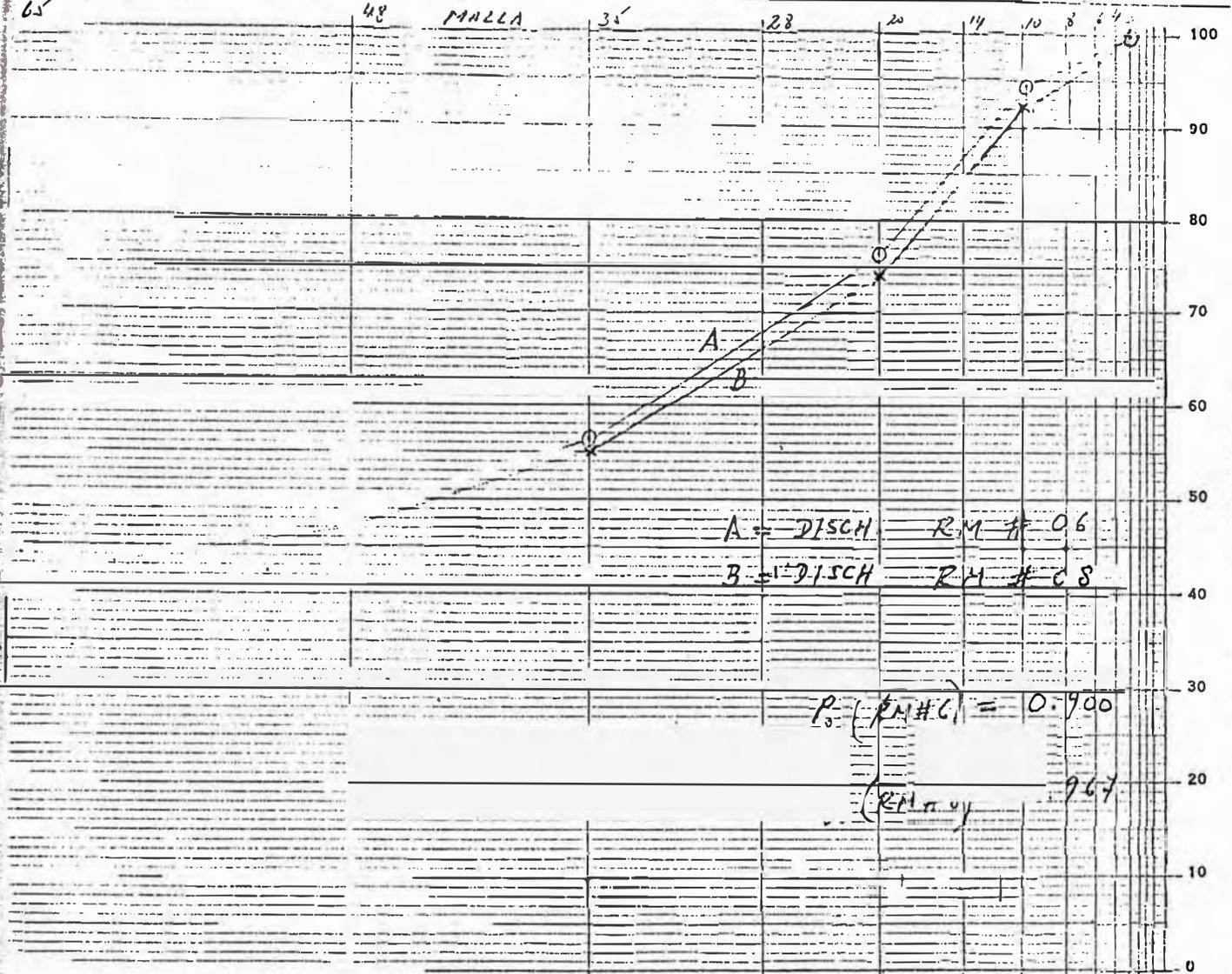
4.697 SCREEN SCALE 6.680 RATIO 1.414 9.423 13.33 18.85 26.67

Date the Screen Used through and also First Retaining Screen	SCREEN SCALE RATIO 1.414								
	Openings		Mesh	Diameter Wire Inches	% Pass Sample Weights ALIM. 06	Accum. Per Cent Passing	Per Cent Cumulative Weights	% Pass ALIM. 08	Accum. Passing
	Inches	Milli- meters							
1.050	26.67		.149						
.742	18.85		.135	11.50	88.50		12.03	87.97	
.535	13.33		.105	25.90	62.60		27.56	60.41	
.371	9.423		.092	14.44	48.16		16.73	43.47	
.263	6.680	3	.070	8.95	39.21		8.39	35.10	
.185	4.699	4	.065	4.40	34.81		2.96	32.14	
.131	3.327	6	.036						
.093	2.362	8	.032						
.065	1.651	10	.035	9.46	25.35		10.67	21.47	
.046	1.168	14	.025						
.0328	.833	20	.0172	3.63	21.72		8.73	18.74	
.0232	.589	28	.0125						
.0164	.417	35	.0122	3.53	18.19		2.62	16.12	
.0116	.295	48	.0092	1.84	16.35		1.52	14.62	
.0082	.208	65	.0072						
.0058	.147	100	.0042						
.0041	.104	150	.0028						
.0029	.074	200	.0021						
.0029	.074	200	.0021						
Totals									

# The Tyler Standard Screen Scale

Form No. L-4  
Please mention above  
when ordering

Cumulative Direct Diagram of Screen Analysis on Sample of DESCARGA RM# 06 RM# 08  
Name I. R. Sullivan Date 18 MARZO 95



A = DISCH RM# 06  
B = DISCH RM# 08

$P_{10} (RM\# 06) = 0.900$   
 $(RM\# 08) \quad 967$

208 SCREEN SCALE 225 MICRONS RATIO 1.414 417 .589 .833 1.162 1.651

Wash the Screen  
through  
and also First  
Retaining  
Screen

Openings		Mesh	Diameter Wire Inches	% Pass Sample Weights	Accum. Per Cent Passing	Per Cent Cumulative Weights	% Pass Desc. 08	Accum. Per Cent
Inches	Milli-meters							
1.050	26.67		.149					
.742	18.85		.135					
.525	13.33		.105					
.371	9.423		.092					
.263	6.680	3	.070	0	100.0	0	100.0	
.185	4.699	4	.065					
.131	3.327	6	.036					
.093	2.362	8	.032					
.065	1.651	10	.035	5.35	94.65	5.35	94.65	
.046	1.168	14	.025					
.0328	.833	20	.0172	18.30	76.35	18.30	76.35	
.0232	.589	28	.0125					
.0164	.417	36	.0122	17.60	86.75	17.60	86.75	
.0116	.295	48	.0092	8.25	48.50	8.25	48.50	
.0082	.208	65	.0072	6.40	41.90	5.55	42.10	
.0058	.147	100	.0042					
.0041	.104	150	.0026					
.0029	.074	200	.0021					
.0029	.074	200	.0021					
Totals,								

b) CONSUMO DE ENERGIA DE LA CONCENTRADORA  
Mes: Enero 1,995

SECCION	T.M.S.	KW-HR	KW-HR/TMS
<b>TRITURADORAS</b>			
- Planta "Vieja"	3,487	7,183	2.06
Planta "Nueva"	29,268	55,024	1.88
Total Trituradoras	32,755	62,207	1.90
<b>MOLIENDA</b>			
Molienda Primaria	32,755	107,436	3.28
Molienda Secundaria	32,755	312,810	9.55
Remolienda	32,755	76,974	2.35
Total Molienda	32,755	497,220	15.18
<b>FLOTACION</b>			
Flotación Bulk	32,755	169,295	5.17
- Separación Pb-Zn	32,755	130,226	3.97
Total Flotación	32,755	299,521	9.14
<b>FILTRACION</b>			
	32,755	69,102	2.11
<b>SISTEMA BOMBEO SANDFILL</b>			
	32,755	84,508	2.58
<b>LABORATORIO QUIMICO Y ALUMBRADO</b>			
	32,755	29,807	0.91
<b>TOTAL CONSUMO .....</b>	<b>32,755</b>	<b>1'042,365</b>	<b>31.82</b>

## VII.2

## COSTOS DE OPERACION DE LA CONCENTRADORA

AÑO 1,994

Toneladas Procesadas: 375,392 T.M.S.

US\$/TON

## 1. Mano de Obra

Supervisión	102,881	0.27
Empleados Mensuales	9,303	0.03
Empleados Semanales	174,420	0.46
Bono Recuperación	19,399	0.05
Total Mano de Obra	306,003	0.81

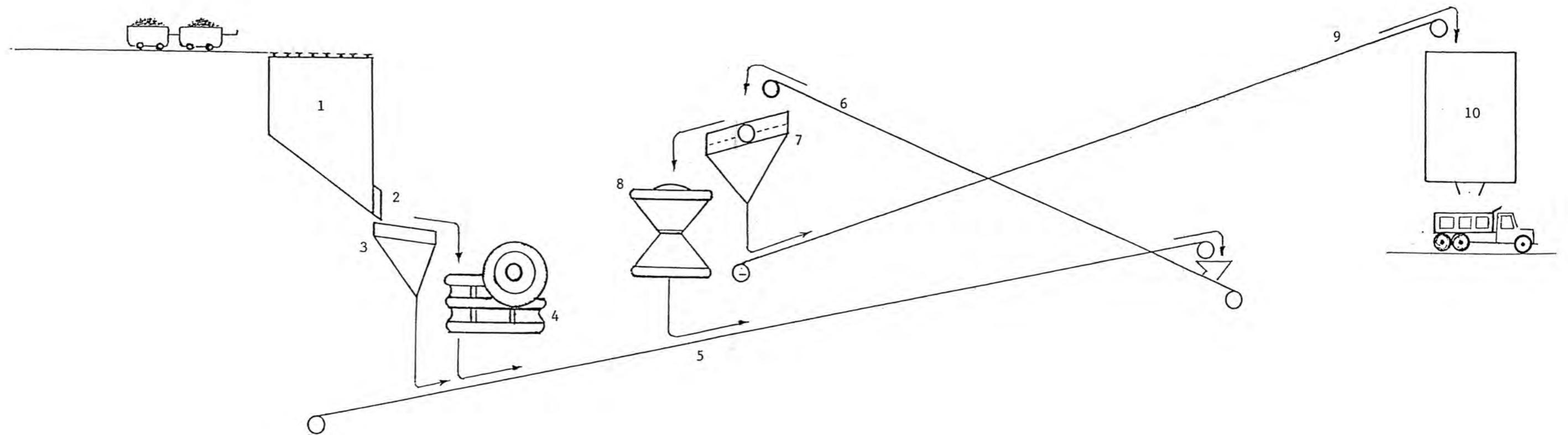
## 2. Materiales

Aerodri	1,242	
Xantato X-317	37,051	0.10
M.I.B.C.	22,433	0.06
Sulfato de Cobre	60,931	0.16
Sulfato de Zinc	18,253	0.05
Cianuro de Sodio	62,052	0.17
Cal	6,565	0.02
Otros Reactivos	5,340	0.01
Barras de acero de 3"Ø	40,625	0.11
Bolas de acero	75,501	0.20
Combust Diesel y gasolina	6,506	0.02
Liners Chancadoras	3,735	0.01
Liners Molinos	93,039	0.25
Bandas Transportadoras	2,510	
Tela para Filtros	7,028	0.02
Químicos para Laboratorio	8,498	0.02
Cemento, Pintura, Madera	709	
Equipo Móvil	976	
Partes Mecánicas	72,261	0.19
Lubricantes	11,156	0.03
Equipos de Seguridad	3,442	0.01
Herramientas	647	
Suministros Mant Mecánico	154,103	0.41
Suministros Mant Eléctrico	9,652	0.03
Total Materiales	704,255	1.88

	<u>US\$</u>	<u>US\$/TON</u>
<b>3. Servicios</b>		
Comunicaciones	757	
Energía	677,071	1.80
Alquiler Equipo	4,298	0.01
Servicios Contratistas	92,454	0.25
Transporte Concentrados	392,251	1.04
Manipulación Concentrados	42,560	0.11
Derechos de Muelle	64,386	0.17
Servicios Técnicos	3,655	0.01
<b>Total Servicios</b>	<b>1'277,432</b>	<b>3.40</b>
<b>TOTAL MAYOR .....</b>	<b>2'287,690</b>	<b>6.09</b>
	-----	----

VII.3

FLWSHEETS CONCENTRADORA "EL MOCHITO"

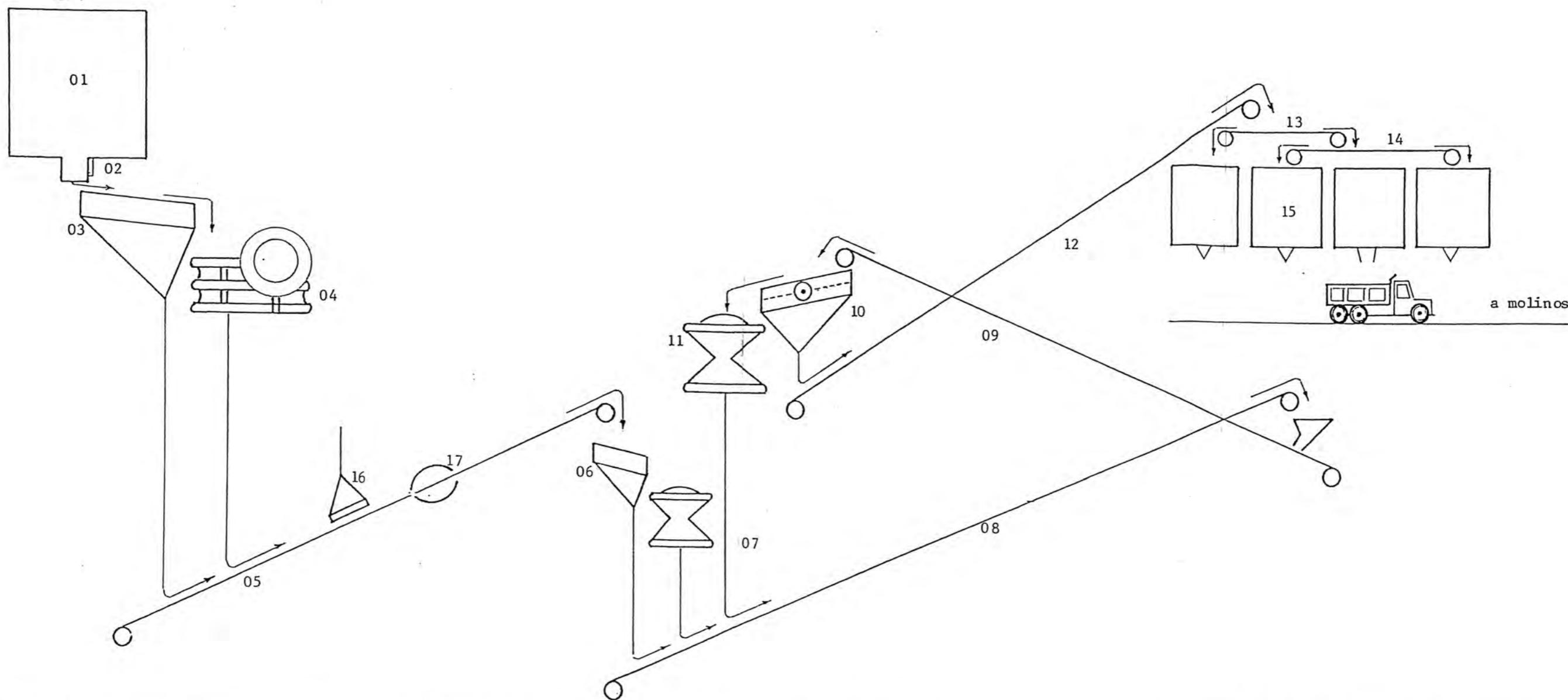


ITEM	EQUIPO	DESCRIPCION	HP	ITEM	EQUIPO	DESCRIPCION	HP
1	TOLVA DE GRUESOS	Capacidad: 200 T.M.H.		10	TOLVA DE FINOS	Cuatro tanques, cap. 300 T.M.H.	
2	ALIMENTADOR	Tipo Compuerta: Pistones neumáticos					
3	GRIZZLY VIBRATORIO	Modelo F86 - B - 42"x72" Syntron	25				
4	TRIT. MANDIBULA	Hewitt Robins 20"x36" Apertura 3" 300 RPM	100				
5	BANDA TRANSP. #3	Ancho x largo: 24"x178'	15				
6	BANDA TRANSP. #2	Ancho x largo: 24"x128'	15				
7	ZARANDA VIBRATORIA	Hewitt Robins 48"x120" Style MS-7					
8	TRITURADORA DE CONO	Symons 4' Standard Abertura 3/4" 1745 RPM	10				
9	BANDA TRANSP. #1	Ancho x largo: 18"x284'					

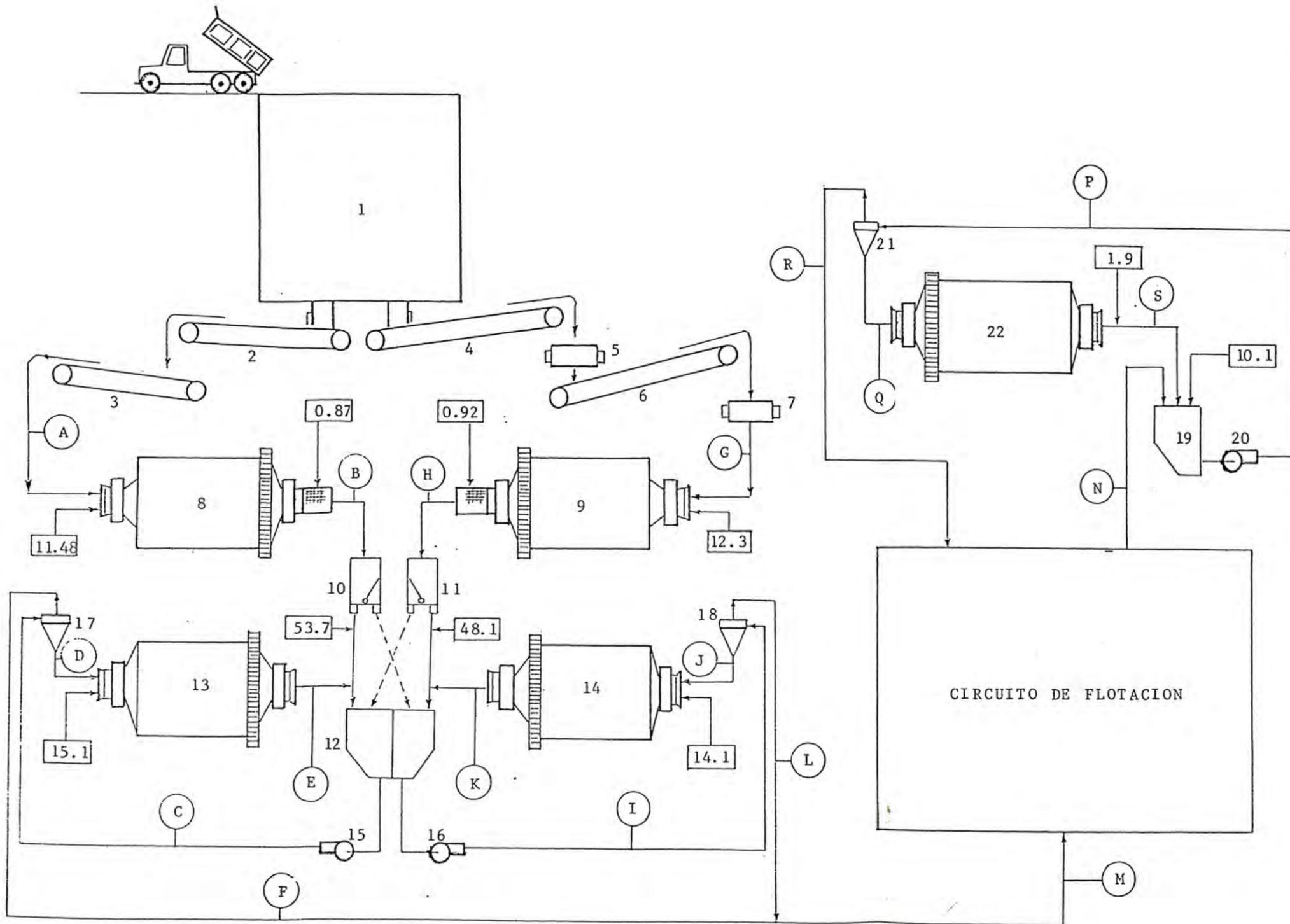
Dibujado: F. Baella  
 Fecha : Enero 1995  
 No. 1

AMPAC HONDURAS, INC.  
 FLOW - SHEET  
 TRITURADORA " VIEJA "

Mineral Cubeteado Tiro #2



ITEM	EQUIPO	DESCRIPCION	HP	ITEM	EQUIPO	DESCRIPCION	HP
01	TOLVA DE GRUESOS	Capacidad: 2000 T.M.H.		11	TRITURADORA DE CONO	Symons 5.5' short head	250.0
02	ALIMENTADOR	Tipo Compuerta: Pistones neumáticos		12	BANDA TRANSP. #6	Ancho x largo: 30"x235'	25.0
03	GRIZZLY VIBRATORIO	Hewitt Robins 46"x16"; apertura 3" velocidad 800 RPM	25.0	13	BANDA TRANSP. #7	Ancho x largo: 30"x106'	10.0
04	TRIT. MANDIBULA	Pioneer 30"x42" apertura 3 1/2" 250 RPM	150.0	14	BANDA TRANSP. #8	Ancho x largo: 30"x82'	10.0
05	BANDA TRANSP. #3	Ancho x largo: 30"x370'	20.0	15	TOLVAS DE FINOS	Cuatro tanques, cap. 350 T.M.H.	
06	ZARANDA VIBRATORIA	Hewitt Robins 4'x8"; apertura 1 1/4"; velocidad 660 RPM	7.5	16	ELECTRO MAGNETO	Eriez de 24" ancho limpieza manual	
07	TRITURADORA DE CONO	Symons 4' Standard head	100.0	17	DETECTOR DE METALES	Outokumpu Oy Meter	25 VA
08	BANDA TRANSP. #4	Ancho x largo: 30"x366'	25.0	Dibujado: F. Baella Fecha : Enero 1995 No. 2			AMPAC HONDURAS INC. FLOW - SHEET TRITURADORA "NUEVA"
09	BANDA TRANSP. #5	Ancho x largo: 30"x370'	20.0				
10	ZARANDA VIBRATORIA	Hewitt Robins 6'x20"; doble piso Apertura piso superior 1 1/4" piso inferior variable 1/2", 5/8", 3/4" Vel.660 RPM	20.0				



ITEM	EQUIPO	DESCRIPCION	HP
1	Tolva de Finos	Capacidad: 2,000T.M.H.	
2	Banda Transportadora #2	Ancho x largo : 24"x68.5'	3
3	Banda Transportadora #3	Ancho x largo : 24"x76.5'	3
4	Banda Transportadora #1	Ancho x largo : 24"x74.0'	3
5	Banda Transportadora #4	Ancho x largo : 24"x69.0'	3
6	Banda Transportadora #5	Ancho x largo : 24"x74.0'	3
7	Banda Transportadora #6	Ancho x largo : 24"x46.0'	3
8	Molino de Barras #8	Denver 8'x12'	200
9	Molino de Barras #9	Denver 8'x12'	200
10	Splitter		
11	Splitter		
12	Sumidero	Sumidero molinos de barras y bolas	
13	Molino de Bolas #5	Marcy 9'x10'	400
14	Molino de Bolas #7	Denver 8.5'x12'	500
15	Bomba de Alimentacion	Denver SFL 6"x6"	75
16	Bomba de Alimentacion	Denver SFL 6"x6"	75
17	Ciclón	Krebb 20"	
18	Ciclón	Krebb 20"	
19	Sumidero	Sumidero para Molino de Bolas #9	
20	Bomba de Alimentacion	Denver SFL 5"x4"	15
21	Ciclón	Krebb 15"	
22	Molino de Bolas #9	Marcy 7.5'x12'	300
23			
24			

LEYENDA

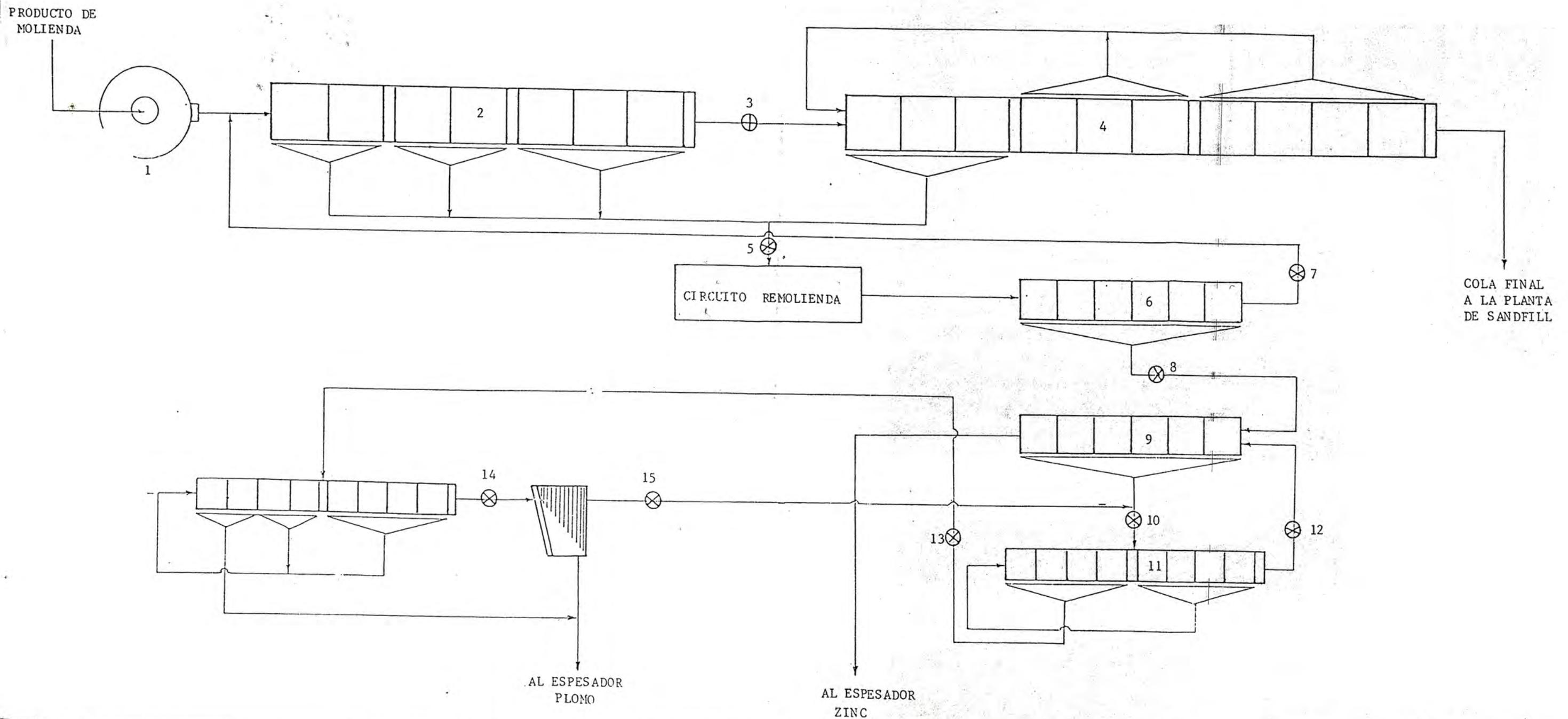
TPH SOLIDOS	TPH AGUA	% - 325
GPM	DENSIDAD PULPA	% SOLIDOS

AGUA  
M<sup>3</sup> / Hr

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
44.8	2.15	7.82	44.8	14.5	20.0	211.8	122.2	13.9	167.0
38.9	3.40	167.0	54.0	12.3	44.8	83.3	49.8	45.5	2.18
7.19	45.5	15.4	18.8	208.9	105.7	16.2	163.4	28.1	5.7
53.4	42.2	15.5	45.5	77.6	50.1	90.3	160.9	50.0	27.9
54.2	66.3	70.1	87.0	46.7	42.2	20.8	24.4	27.9	66.2
80.4	42.2	22.7	42.4						
03	2260	79.5	398	1350	37.0	821	1335	36.0	271
1342	34.0	459	1503	44.6	138	2011	67.0	321	1286
29.7	147	1951	65.0						

Dibüjo: F. BaeIla  
Fecha : Enero 1995  
No. 3

AMPAC HONDURAS INC.  
FLOWSHEET  
CIRCUITO DE MOLIENDA



ITEM	EQUIPO	DESCRIPCION	HP	ITEM	EQUIPO	DESCRIPCION	HP
1	ACONDICIONADOR	DENVER 12'x12'	20	14	BOMBA VERTICAL	GALICHER 2.5"x60	15
2	7 CELDAS FLOT BULK	GALICHER 120-A x 400 PIE <sup>3</sup>	30	15	MESA WILFLEY	WILFLEY - 6A	2
3	BOMBA VERTICAL	GALICHER 6"x60"	40	16	BOMBA VERTICAL	GALICHER 2.5"x60	15
4	10 CELDAS FLOT BULK	GALICHER 120-A x 400 PIE <sup>3</sup>	30				
5	BOMBA VERTICAL	GALICHER 3.5"x60"	20				
6	6 CELDAS BULK CLEANER	DENVER DR-30 - 100 PIE <sup>3</sup>	15				
7	BOMBA VERTICAL	GALICHER 2.5"x60	20				
8	BOMBA VERTICAL	GALICHER 3.5"x60	15				
9	6 CELDAS 1RA DESPL.	DENVER DR-30 - 100 PIE <sup>3</sup>	15				
10	BOMBA VERTICAL	GALICHER 2.5"x60	15				
11	8 CELDAS 2DA DESP.	DENVER SUB A-24x24	20				
12	BOMBA VERTICAL	GALICHER 2.5"x60	15				
13	BOMBA VERTICAL	GALICHER 2.5"x60	15				

DIBUJADO: F. BAELLA  
 FECHA: FEBRERO 1995  
 No. 4

AMPAC HONDURAS INC.  
 CIRCUITO FLOTACION  
 FLOWSHEET