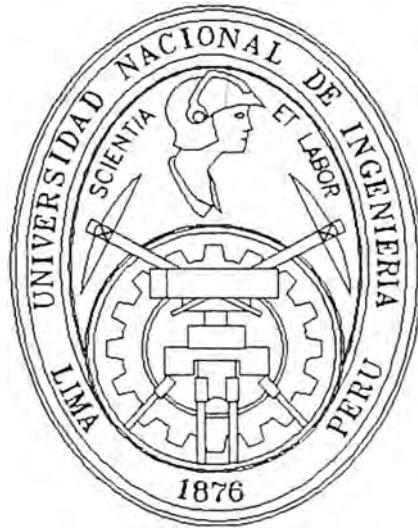


Universidad Nacional de Ingeniería

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y
METALURGICA



"Proyecto de Rebombear de Relleno Hidráulico en Interior Mina"

T E S I S

Para Optar el Título Profesional de :
INGENIERO DE MINAS

WINSTON E. CHIRIBOGA RODRIGUEZ

PROMOCION: 1994-I

Lima - Perú
1996

Dedicado con todo cariño y
gratitud a Rosario Mauricio
"Cone"

INDICE

CAPITULO I	RESUMEN DEL PROYECTO	
1.1	Objetivos y capacidad a instalarse	4
1.2	Localización	5
1.3	Características generales del proyecto	5
CAPITULO II	GENERALIDADES	
2.1	Ubicación y Accesibilidad	6
2.2	Campamentos	7
2.3	Clima y Drenaje	7
2.4	Relieve y Recursos Naturales	8
CAPITULO III	CONSIDERACIONES GEOLOGICAS	
3.1	Marco Geológico General	9
3.2	Descripción del Yacimiento	9
3.3	Geología Estructural	11
3.4	Geología Económica	13
3.5	Reservas de mineral	15
CAPITULO IV	MINERIA METALURGICA Y SERVICIOS AUXILIARES	
4.1	Labores de exploración, desarrollo y preparación	18
4.2	Métodos de minado	19
4.3	Producción y Productividad	32
4.4	Servicios Auxiliares	35
4.5	Planta Concentradora	43
CAPITULO V	CONSIDERACIONES TEORICAS	
5.1	Generalidades	45
5.2	Condiciones de Flujo	47
5.3	Características Físicas del material a transportar . .	48
5.4	Propiedades físicas y mecánicas del material a transportar	64
5.5	Análisis granulométrico	67
5.6	Diámetro efectivo	68
5.7	Coeficiente de Uniformidad	68
5.8	Velocidad de percolación	69
5.9	Tipos de Bombas usados en el transporte de sólidos por tuberías	70
5.10	Sistemas disponibles para el bombeo de lodos a altas presiones	72
5.11	Cálculo del tamaño de bombas y red de tuberías . .	73
5.12	Tuberías - Especificaciones técnicas	77

CAPITULO VI	ESTUDIO DEL SISTEMA ACTUAL	
6.1	Problemas planteados	79
6.2	Necesidades Existentes	80
6.3	Especificaciones del relave seleccionado	81
6.4	Especificaciones de la capacidad instalada	88
6.5	Diagrama de cotas y distancias	90
6.6	Tuberías - desgaste de tuberías - personal	94
6.7	Preparación del tajeo a rellenar	97
6.8	Operación de rellenado	97
6.9	Evacuación del agua	98
6.10	Programas históricos bombeados de R/H	99
6.11	Fijación de la demanda actual real y futura	99
CAPITULO VII	TAMAÑO Y LOCALIZACION DEL PROYECTO	
7.1	Justificación del diseño de la capacidad instalada	101
7.2	Localización y necesidades de las zonas a rellenar	102
7.3	Producción de las bombas en los sistemas propuestos	103
7.4	Ruta seleccionada a ser evaluada técnica y económicamente	104
7.5	Cuadro comparativo con las ventajas efectivas del proyecto propuesto	105
CAPITULO VIII	INGENIERIA DEL PROYECTO	
8.1	Especificaciones generales del sistema propuesto	106
8.2	Distribución en interior mina	107
8.3	Proyectos complementarios de ingeniería	108
8.4	Productividad y rendimientos técnicos	111
CAPITULO IX	EVALUACION TECNICO ECONOMICA	
9.1	Sistema actual de relleno	114
9.2	Sistema proyectado	115
9.3	Cuadro comparativo	116
CAPITULO X	ANALISIS ECONOMICO - FINANCIERO	
10.1	Comentario	118
10.2	Generalidades	119
10.3	Financiamiento	119
10.4	Modalidades de pago	120
10.5	Métodos de evaluación Financiera	121
10.6	Análisis Económico - Financiero del Proyecto Evaluado	124
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		133
ANEXOS		
BIBLIOGRAFIA		

RESUMEN ANALITICO

La Compañía Minera San Ignacio de Morocha S.A. es una empresa de la mediana minería de la cual se extrae principalmente minerales de Esfalerita y Galena obteniéndose la producción de concentrados de Zinc y Plomo, esta última en pequeñas cantidades.

En la Unidad Minera "San Vicente" perteneciente a San Ignacio de Morocha el Método de explotación usado es el Corte y Relleno Ascendente que a su vez comprende el sistema de Cámaras y Pilares de acuerdo a la estructura mineralizada o al terreno y el tipo de relleno empleado es el hidráulico.

Las estructuras de masas metálicas y las zonas de minado al haberse desplazado más al norte, en un 80% encima del nivel 1750 incrementándose también la cabeza estática respecto al nivel de bombeo actual se planteo en el presente trabajo la localización en el nivel 1709 el diseño de una estación de rebombeo interior mina con algunas alternativas asimismo el diseño en superficie de las instalaciones necesarias para la conducción del relave de alta densidad a interior mina.

CAPITULO I

RESUMEN DEL PROYECTO

1.1 OBJETIVOS Y CAPACIDAD A INSTALARSE

En la planta concentradora se producen 2,000 t/día de relave, de las cuales, una vez separados los finos; se pueden utilizar para usos de relleno 1,500 t/día, que pueden rellenar 880 m³/día.

El proyecto han sido diseñado para transportar el total de relleno producido por la planta concentradora, con una densidad de 1.70 t/m³ y un porcentaje de sólidos del orden de 65%.

Los objetivos del proyecto son:

Reducir las horas de bombeo para optimizar el uso de energía por m³ de pulpa.

Disminución del agua bombeada en zonas de explotación con el relave.

Aceleración en el ciclo de minado.

Aumento de la densidad y porcentaje de sólidos del relave que llega a los tajeos.

1.2 LOCALIZACION

En la mina San Vicente, al haberse desplazado más al norte las zonas de minado en un 80% encima del nivel 1750, incrementándose también la cabeza estática respecto al nivel de bombeo actual, se planteó la localización en el nivel 1709 coordenada 20255N, rampa 255 a 15 metros del inicio de la rampa 105 el diseño de una estación de rebombeo interior mina con algunas alternativas asimismo el diseño en superficie de las instalaciones necesarias para la conducción del relave de alta densidad a mina.

1.3. CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO

Se planteó el problema en base a las necesidades de relleno hidráulico que lleguen con buena densidad a los tajos ubicados encima del nivel 1750, además con un buen porcentaje de sólidos y la disminución de agua a percolar por lo cual es necesaria el uso de las bombas "flyght" aumentando así el tiempo del relleno hidráulico dentro del ciclo de minado.

Para lo cual se realizó un estudio del sistema actual de relleno hidráulico teniendo en cuenta las especificaciones del relave seleccionado, la capacidad instalada, las series estadísticas de producción, la fijación de las demandas de R/H actuales y futuras, desgaste de tuberías y se planteó el tamaño y localización del proyecto su justificación del diseño de la capacidad a instalarse, localización y necesidades de las zonas a rellenar, la producción de las bombas en los sistemas propuestos y las instalaciones en la planta concentradora y en interior mina. Para tal fin se hizo necesaria la ingeniería del proyecto teniendo en cuenta las investigaciones preliminares, las especificaciones técnicas de los sistemas propuestos, los diagramas de la distribución de tuberías en interior mina y proyectos complementarios de ingeniería, la productividad y rendimientos técnicos.

CAPITULO II

GENERALIDADES

2.1 UBICACION Y ACCESIBILIDAD

El yacimiento Minero "San Vicente", se encuentra ubicada entre las quebradas del Río Ayala y Puntayacu, Distrito de Vitoc, Provincia de Chachamayo, Departamento de Junín a 17 km. al sur de la Ciudad de San Ramón, en ceja de Selva a una altura promedio de 1400 a 2000 m.s.n.m.

Su ubicación geográfica es:

11° 13' 45" Latitud Sur

75° 23' 00" Longitud Oeste

Los accesos pueden realizarse por Vía Aérea (Lima - San Ramón) o Vía Terrestre por la carretera central según:

Lima - La Oroya	188 km.
La Oroya - San Ramón	105 km.
San Ramón - San Vicente	<u>17 km.</u>
TOTAL	310 km.

2.2 CAMPAMENTOS

Dentro del marco de cumplimiento con la Ley, SIMSA cuenta con comodidades como Centros de esparcimiento, Hospital, Posta Médica, Colegios, Local Comunal - Cooperativo, y 3 Campamentos distribuidos de la siguiente manera:

Jesús Alfonso	(Ingenieros y Personal Staff)
Aynamayo	(Empleados y Obreros)
Bellavista	(Empleados y Obreros)

2.3 CLIMA Y DRENAJE

Esta región por pertenecer a zona ceja de selva se presentan dos estaciones bien marcadas que son:

De Diciembre a Mayo se presentan intensas precipitaciones fluviales produciéndose huaycos y deslizamientos.

De Junio a Noviembre es una estación seca de temperatura casi uniforme las lluvias son esporádicas.

El clima en general es tropical, en ambas estaciones no hay heladas ni fríos intensos, hay sol todo el año.

En cuanto al drenaje el yacimiento se encuentra disectada por quebradas profundas las que sirven como desagües en tiempos de lluvias.

Las quebradas más importantes son Ayala y Puntayacu. El tipo de drenaje que presenta esta zona es dentrítico, convergente al río Tarma.

2.4 RELIEVE Y RECURSOS NATURALES

La zona minera San Vicente se encuentra en zona ceja de selva, el relieve se caracteriza por ser accidentado, teniendo como principales quebradas: quebrada de Puntayacu y Ayala estas están en proceso de formación produciéndose en ellas en tiempo de lluvias deslizamientos y huaycos.

Los recursos naturales aparte de los recursos minerales son: Tanto el Recurso Energético como de Agua actualmente están garantizados; La Energía, por la generación de la Central Térmica de San Vicente y la Central Hidroeléctrica de Moyobamba, y el agua se capta en reservorios de las lluvias y ríos.

CAPITULO III

CONSIDERACIONES GEOLOGICAS

3.1 MARCO GEOLOGICO GENERAL

El yacimiento de la Mina San Vicente se encuentra emplazado en un paquete de rocas calcareas de edad mesozoica, limitado al Este por el intrusivo batolítico La Merced (Paleozoico) y por el Oeste por el intrusivo granítico Tarma (Terciario).

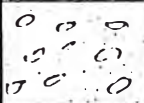
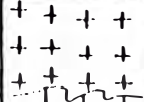
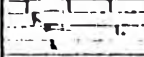
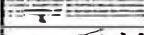

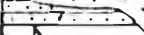
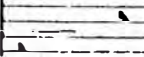
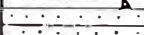
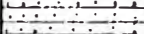
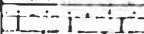

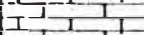
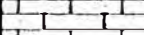
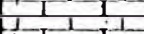
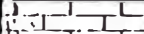
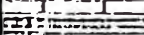
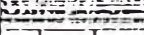
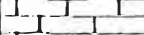



La (fig. 1) muestra las principales unidades estratigráficas que ocurren en San Vicente. El yacimiento se emplaza en el Grupo Pucará que sobreyace en discordancia sobre los yacimientos del Grupo Mitu. Hacia el tope, un plano de sobreescurreamiento ha ubicado al granito Tarma sobre los sedimentos calcáreos del Grupo Pucará.

3.2 DESCRIPCION DEL YACIMIENTO

Las principales características del yacimiento de San Vicente son:

COLUMNA ESTRATIGRAFICA GENERALIZADA

AREA DE SAN VICENTE

GRUPO	SISTEMA	FORMACION	LITOLOGIA	DESCRIPCION	POT. APPROX. (m)	
CENOZOICO	CUATERNARIO	MATERIAL ALUVIAL		Gravas y Arenas	?	
	TERCIARIO	GRANITO DE TARMA		Granito gris	?	
MESOZOICO	JURASICO INFERIOR	GRUPO PUCARA		Sobrecorrimiento Dolomita brechosa o cabra con mineralizacion (Montes Alfonso)	↑	
				Calizo negro compacto		
				Dolomita brechosa gris con mineralizacion Mantos San Vicente		
				Calizo arenoso gris oscuro		
				Dolomita brechosa gris con mineralizacion Manto San Judar		
	TRIASICO SUPERIOR			Calizo arenoso		1764
				Calizo gris compacto		
				Calizo carbonoso		
				Calizo gris, fosilifero		
				Calizo negro foliado-bituminoso		
PALEOZOICO	PERMICO	GRUPO MITU		Calizo gris, fosilifero.	↓	
				Discordancia paralela		
				Lulitas rojas - amarillos		
			Areniscas rojas			
DEVONICO SILURICO	GRANITO DE LA MERCED	GRUPO MITU		Estratos y venas de yeso	1920	
				Lulitas - rojas		
				Discordancia		
PALEOZOICO	DEVONICO SILURICO	GRANITO DE LA MERCED		Granito rojo (Basamento)	?	
				Granito rojo (Basamento)	?	

CIA. MINERA SANGNACIO DE MOROCOCAS S. A.

UNIDAD SAN VICENTE

FIG. 1

GEOLOGIA:	ING. A. T. N.	FECHA:	Diciembre 1988
DIJUSC:	J. Coto C.	ESCALA:	8/E

- a. Origen sinsedimentario y de aguas someras de los horizontes con mineral (mantos), en los cuales, las concentraciones económicas de las menas se han producido fundamentalmente por diferenciación y cristalización diagenética.
- b. Se formó en una cuenca sedimentaria con gran subsidencia, tectonismo de bloque y un débil vulcanismo básico a intermedio.
- c. Los horizontes con mineral ocurren dentro de una secuencia de carbonatos de más de 1000 m de potencia subdivididos en varias unidades litológicas las cuales se indican en la (fig. 2). El horizonte con mineral inferior se encuentra en la Dolomita San Judas, que ocurre a unos 500 m. sobre la superficie de transgresión; el superior ocurre a unos 1200 m. en la Dolomita Alfonso; entre ambos horizontes se encuentra la Dolomita San Vicente que contiene los mantos económicos más importantes.
- d. La mineralogía de los mantos es muy simple, consiste casi exclusivamente de esfarelita, con galena subordinada en una proporción de 10 a 1.
- e. La roca matriz consiste de una dolomita oscura rica en materia orgánica, con intercalaciones frecuentes de chert, moldes de evaporitas; algunas veces son interestratificaciones de caliza limosa oscura, bituminosa.
- f. Los mantos son claramente estratiformes y lenticulares con una marcada congruencia entre la geometría de las menas y los rasgos sedimentarios y diagenéticos de la roca en general. Presentan texturas y estructuras de cristalización diagenética abundante, siendo las rítmicas una de las características más representativas de las menas de San Vicente.

DOLOMITA
ALFONSO

CALIZA
LIMOSA
BITUMINOSA

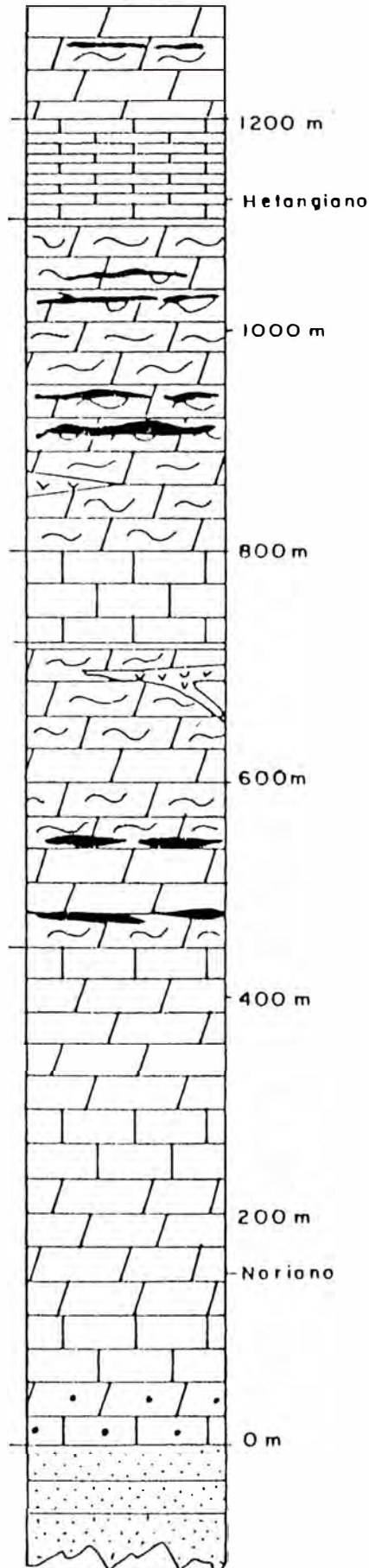
DOLOMITA
SAN
VICENTE

CALIZA
NEPTUNO

DOLOMITA
SAN
JUDAS

SERIE
BASAL

ARENISCA
ROJA



SECUENCIA ESTRATIGRAFICA DE LA MINA SAN VICENTE

Según L. PONTBOTE

FIG. 2

- g. Los estudios de las estructuras de deformación sinsedimentarias y de las texturas diagenéticas, revelan inequívocamente que la gran parte de los minerales han cristalizado antes del final de la compactación de la roca.

3.3 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En la mina se observan hasta 4 sistemas importantes de fallas, que cortan a los mantos con saltos que van desde algunos centímetros hasta 60 metros. Las fallas longitudinales corren generalmente paralelas a la esstratificación y poseen buzamiento fuertes; también se reconocen fallas transversales con rumbo general Este-Oeste. Existe dos sistemas adicionales con rumbos NW-SE y SE-SW y buzamientos de aproximadamente 50 grados al NE y NO respectivamente.

También ocurren brechas intracársisticas (fig. 3) claramente posteriores a todos los eventos geológicos descritos. Tanto en interior mina como en superficie se han identificado 4 sistemas principales de fallamiento.

Sistema N - S (buzamiento al Oeste)

Sistema E - E (buzamiento al Norte)

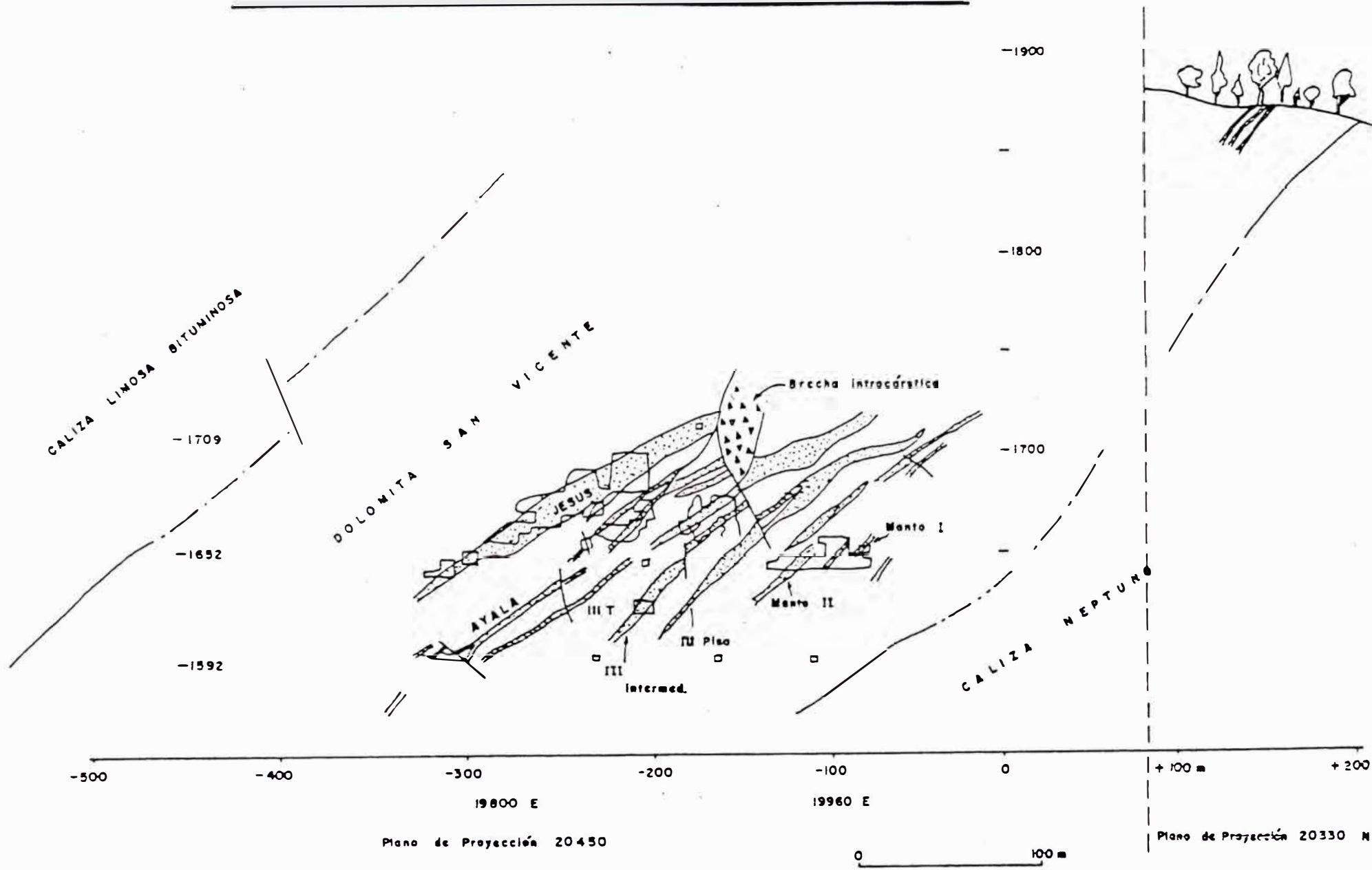
Sistema NE - SW (buzamiento al NW)

Sistema NW - SE (buzamiento al SW)

A. Sistema N - S

Las fallas N-S es un contexto regional, constituyen fallas de margen de cuenca durante la sedimentación de Pucara; cambios bruscos de facies y espesor son atribuibles a ellas; las más representativas son la falla Alicia al este de la mina que controla la

SECCION TRANSVERSAL DE LA MINA SAN VICENTE



Según L. FORTBOTE (en prep.)

FIG. 3

sedimentación entre la mina norte y la quebrada Vilcapoma y la falla Solitaria al este de la mina que durante la tectonia andina habría servido como zona de despegue del sobre escurrimiento del granito Tarma.

En interior mina estas estructuras son esencialmente paralelas a la estratificación (los rumbos pueden ser ligeramente variables) con buzamientos bajos al oeste sus desplazamientos inversos (modelo de barajas) pero han sido reactivados con movimientos normales de menor intensidad.

Ocasionalmente, estas cortan a la estratificación y estarían indicando rampas de corrimiento que aún no han sido bien definidas.

B. Sistema E-W

Tiene generalmente alto ángulo de buzamiento hacia el norte sus desplazamientos son normal-dextral (pich 30 grados E). Probablemente sean una variación del sistema NE-SW. Buenos exponentes de este sistema se encuentran al norte de las coordenadas 21600 en el nivel 1750; así por ejemplo la falla 1640 que correlaciona en superficie con la falta Colca Sur Centro, que ha desplazado cerca de 50 m. el manto San Vicente techo hacia el Norte.

C. Sistema NE-SW

Tiene buzamiento generalmente al NW y su movimiento es dextral normal (menor de 20 grados), este sistema pertenece al lineamiento Puntayacu que es un conjunto de fallas con un ancho demás de 400 m. de alcance y al parecer ha producido grandes desplazamientos en los componentes horizontales sobre todo al Sur de la coordenada

20530 en el nivel 1750 (+/- 200 m.) cabe mencionar que el intenso brechamiento que aparece en las proximidades al conjunto de fallas Puntayacu NE podrían no ser hidráulicas si no tectónicas.

D. Sistema NW-SE

Son también de alto buzamiento al SW; ocasionan desplazamiento senestral normal principalmente, las fallas 860 y 1220 son los mejores exponentes interior mina. Se originaron como fallas longitudinales (Solitaria y Alicia); esto explica el carácter tangencial de la falla 860 en las proximidades de la falla Alicia. Así mismo durante la tectónica andina que produjo el sobre escurrimiento del granito Tarma sobre el Pucara, este sistema NW-SE se comportan como conjugada del sistema Puntayacu NE. Los juegos de ambos sistemas son totalmente compatibles con el movimiento inverso de las fallas longitudinales; dando en conjunto esfuerzos comprensivos E-W que es lógico considerando el contexto tectónico regional de escamas cabalgantes de rumbo N-S.

3.4 GEOLOGIA ECONOMICA

San Vicente es un yacimiento estratoligado con mineralización de Zinc y plomo tipo MSV (masivo).

El área mineralizada tiene una longitud aproximada de 6 km. entre las zonas de San Vicente (Norte y Sur), Uncush Sur, Siete Jeringas y Chilpes, a lo largo de la cual se encuentran afloramientos a manera de lentes irregulares tanto en sentido horizontal como vertical.

A. MINERALIZACION

La mineralización de Zinc en San Vicente se presenta en las siguientes formas o tipos:

1. Tipo "Cebra".- Es la típica mena bandeada; en donde el sulfuro principal es la esfalerita de color marrón - negra - amarilla etc. la cristalización fina no ferrífera (Blenda Rubia); la galena se presenta en pequeñas cantidades, es errática compacta a finamente cristalizada con diseminaciones de pirita fina.

Estructura "cebra" consiste en venas paralelas de esfalerita, calcita y/o dolomita, de una simetría múltiple en el sentido transversal y generalmente es paralela a la secuencia sedimentaria. El ancho horizontal de los mantos mineralizados varían de 1 a 20 m.

2. Tipo "Brecha".- Fragmentos angulosos de esfalerita masiva, esfalerita bandeada y dolomita, cementados con venas de calcita y/o dolomita; se considera que esta mineralización se ha formado a expensas de la mineralización bandeada.

3. Tipo "Masivo".- Consiste en esfalerita de grano fino distribuida en pequeños lentes compacto con la dolomita gris clara recristalizada, este tipo de mineralización esta ligada a mantos de gran potencia y con alto contenido de Zinc.

B. CONTROLES DE LA MINERALIZACION

Se ha determinado a la fecha tres clases de controles geológicos:

1. Controles Genéticos de Deposición.- En muchos mantos se observa la terminación del manto mineralizado control otras estructuras entrecruzadas del tipo "cebra" sin mineral lo que indicaría el límite de la "cuenca sedimentaria".
2. Control Estructural.- Algunas veces los mantos se encuentran más ricos a un lado de la falla, y/o diques de brecha y/o pliegues debido a la removilización de la esfalerita por acción del tectonismo.
3. Control Litológico.- La dolomitación al igual que la pirita y el bitumen y los colitos están de algún modo acompañando al mineral en las cajas piso o techo de los mantos.

3.5 RESERVAS DE MINERAL

El presente inventario de reservas cuyos parámetros y factores considerados son los siguientes:

Cotización \$ 1,100 x TM de Zn y 0,2586 x Lb de Pb.

Valor Unitario Recup. por T.M.

1% Zn \$ 5.31

1% Pb \$ 1.68

Equival, 1% Pb = 0,3167 % Zn

Comentarios:

1. El presente inventario ha resultado de la revisión y actualización del realizado en el año 1994.

2. Se considera cálculo con potencias reales del Manto llevado de una distancia vertical mínima de 3.0 m.; para lo cual las potencias menores a esta distancia han sido diluidas a ésta altura.
3. Para efectos de cálculo se ha tomado como ley mínima explotable hasta 5.00 % Zn.
4. Se realizó el Programa de Sondajes diamantinos en la Rampa 725 Sur, para comprobación de pilares y reservas, llegándose a cubicar 807, 716 T.M., es decir 37,284 T.M., menos que el año 1994, por lo que constituye disminución de reservas en la Rampa 725.
5. El Programa de Reservas cubicadas es:

Programado T.M. Realizado T.M. % Realizado

600,000 T.M. 488,151 81

El detalle del incremento es el siguiente:

Nivel	N° Block	Manto	T.M.	Pot.(m.)	% Pb.	% Zn
1750	5-6-7-14	S.V.T	196,225	2.62	2.80	21.56
1750	20	Jesús	115,904	3.80	0.59	10.33
1750	3	S.V.P	55,724	2.92	3.54	13.91
1455	1-2	II-III P	22,947	3.28	2.73	20.89
1455	1-2-3	S.Judas	97,351	5.05	1.37	7.74
TOTAL			488,151	3.45	2.80	15.23

BALANCE AL 31-12-95

Reservas al 31-12-94	4'584,453 TM
Producción al 31-12-95 (*)	737,320 TM (-)
Pérdida de Reservas Rpa. 725	37,284 TM (-)
Incremento Reservas	488,151 TM (+)
	<hr/>
	4'298,000 TM
	<hr/> <hr/>

(*) Producción año 1995 diluidas 799,115 TM. con 9.46 % Zn (30 % dilución y 84.20% Recup.) la ley sin diluir corresponde 737,320 TM con 13.39 % Zn.

6. El mayor aporte de reservas lo constituyen los Mantos Jesús y S.V.T. los cuales presentan características de probable continuidad hacia el NE.

7. Se ha detectado una estructura favorable (mineralización de 8% Zn. Coord. 21,175 N. y 21,490 N.) cerca de la caliza Uncush, entre el nivel 1455 y 1570 que podría presentar manifestaciones económicas que van a ser exploradas desde el nivel 1455 (Programa Perforación DDH año 1995).

BALANCE AL 31-12-95

Reservas al 31-12-94	4'584,453 TM
Producción al 31-12-95 (*)	737,320 TM (-)
Pérdida de Reservas Rpa. 725	37,284 TM (-)
Incremento Reservas	488,151 TM (+)
	<hr/>
	4'298,000 TM
	<hr/> <hr/>

(*) Producción año 1995 diluidas 799,115 TM. con 9.46 % Zn (30 % dilución y 84.20% Recup.) la ley sin diluir corresponde 737,320 TM con 13.39 % Zn.

6. El mayor aporte de reservas lo constituyen los Mantos Jesús y S.V.T. los cuales presentan características de probable continuidad hacia el NE.

7. Se ha detectado una estructura favorable (mineralización de 8% Zn. Coord. 21,175 N. y 21,490 N.) cerca de la caliza Uncush, entre el nivel 1455 y 1570 que podría presentar manifestaciones económicas que van a ser exploradas desde el nivel 1455 (Programa Perforación DDH año 1995).

CAPITULO IV

MINERIA METALURGIA Y SERVICIOS AUXILIARES

4.1 LABORES DE EXPLORACION DESARROLLO Y PREPARACION

A) Labores de Exploración:

El objetivo de estas labores es el descubrimiento de nuevas áreas mineralizadas, la sección de estas labores en promedio es de 4 x 3.5 m, se considera a las perforaciones diamantinas dirigidas hacia las zonas favorables con la finalidad de obtener información geológica para determinar la presencia de mineralización.

B) Labores de Desarrollo:

El objetivo fundamental de estas labores es hacer accesible los blocks cubicados que consiste en desarrollar galerías y/o subniveles sobre los cuerpos mineralizados de tal forma que se pueda evaluar y cuantificar el mineral encontrado y la posibilidad de su explotación económica, mediante métodos de minado que se ajusten a la realidad del terreno (mineralización y alteración de las cajas).

C. Labores de Preparación:

El objetivo fundamental de las labores de preparación es preparar el block mineralizado para su explotación, esta etapa consiste en la construcción de chimeneas de ventilación, tolvas para la extracción de mineral, rampas de acceso para equipos, caminos de acceso y otros detalles que finalmente hacen posible la explotación sistemática y racional de las reservas.

4.2 METODOS DE MINADO

El tipo de explotación es el CORTE Y RELLENO ASCENDENTE, que a su vez comprende el sistema de CAMARAS Y PILARES de acuerdo a la estructura mineralizada o al terreno.

- A) Corte y relleno mecanizado ascendente, potencias < 3 m.
- B) Cámaras y Pilares con R/H, potencias mayores de 3 metros.

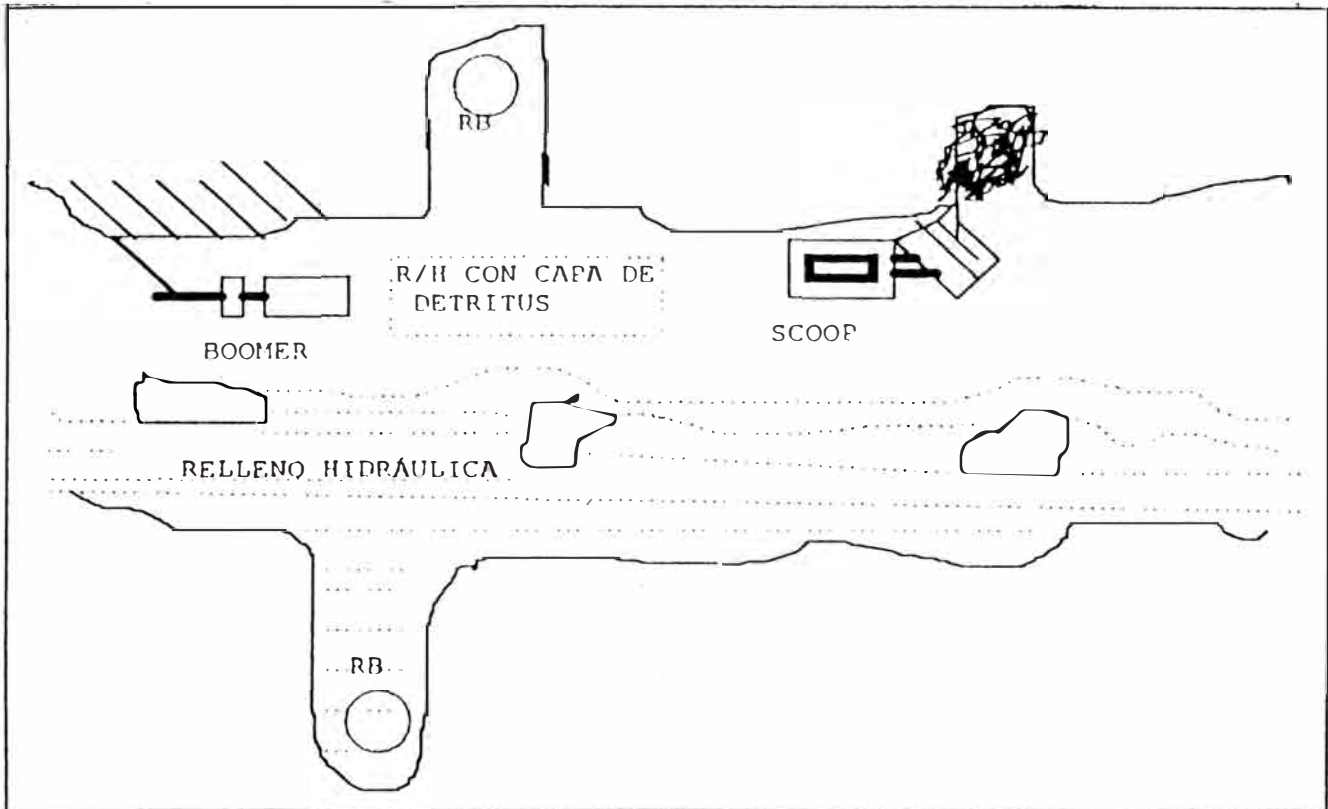
A) CORTE Y RELLENO MECANIZADO ASCENDENTE

A.1 Descripción

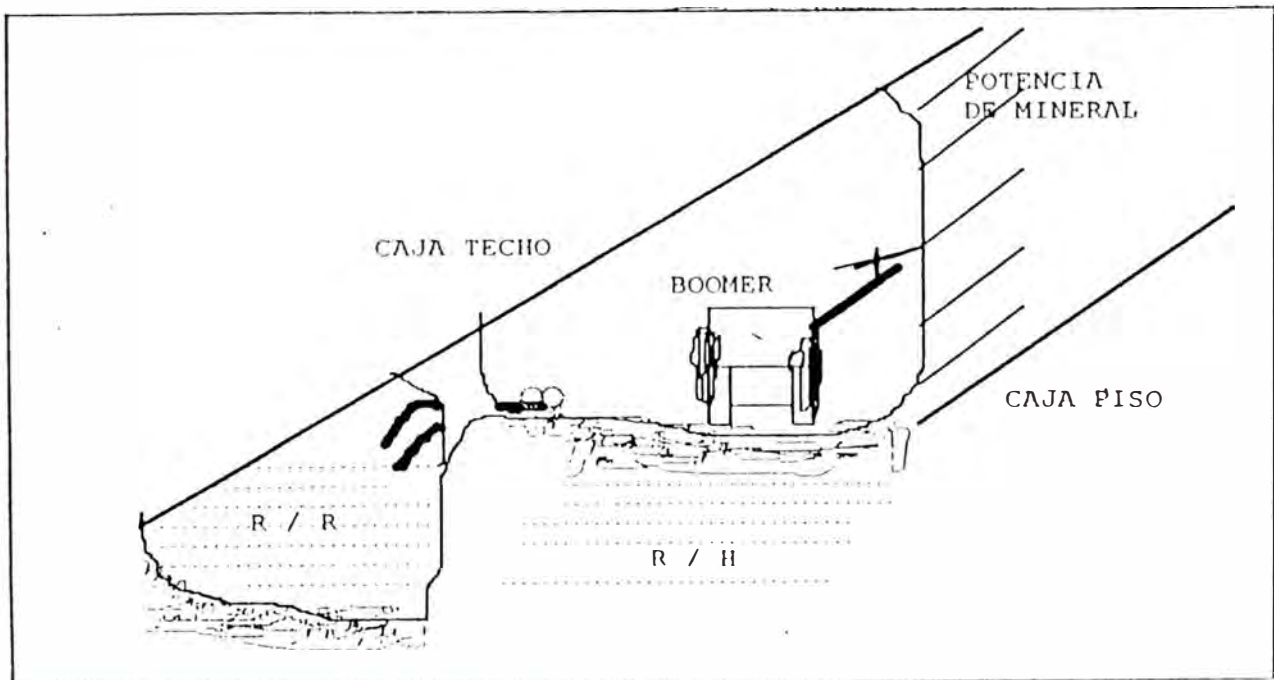
Este método en la extracción de tajadas horizontales con la utilización de equipos de alta productividad, tanto en perforación, limpieza y acarreo, los espacios vacíos se rellena hidráulicamente con una capa de detritus "desmonte" donde el equipo pesado tendrá un piso firme para el trabajo continuo. (fig. 4).

(Fig 4)

VISTA DE PLANTA



VISTA DE PERFIL



A.2 Condiciones de Aplicación

Potencia de 1 a 10 metros.

Buzamiento de 30 a 40 grados.

Roca encajonante medianamente dura.

Mineral medianamente duro.

Leyes de 5% a 20%.

Disponibilidad de relleno hidráulico (relaves y relleno mecánico (avances de preparación y desarrollo)).

Buena percolación de la roca encajonante.

B) CAMARAS Y PILARES CON CORTE Y RELLENO ASCENDENTE CON GALERIA AL PISO.

B.1 Descripción

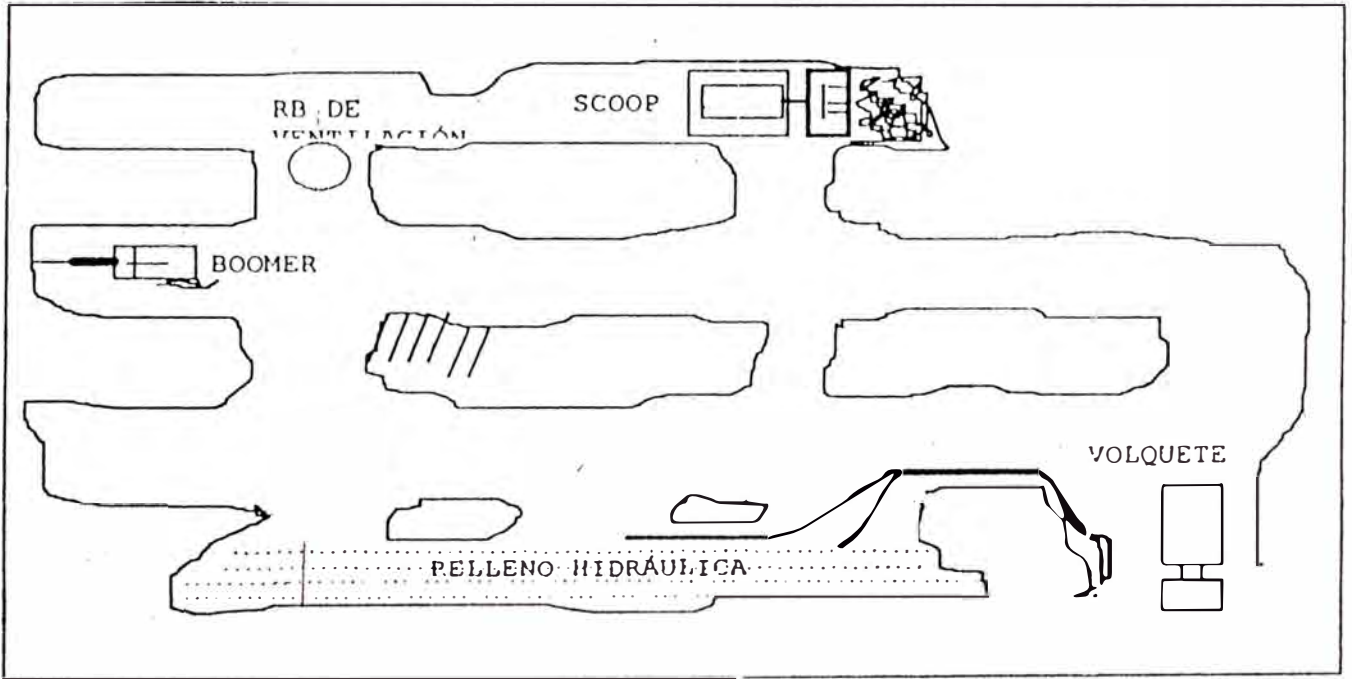
Este método consiste en la extracción de mineral mediante el avance de cámaras dejando pilares para el soporte del techo, luego se adelgazan los pilares, y ayudamos nuevamente el sostenimiento con el R/H y unas capas de detritus (desmonte) sobre el relleno donde el equipo pesado tendrá un piso firme avanzando en bresting, recuperando el mineral que se encuentra en el techo. Es necesario pues tener tres pisos de trabajo el primero relleno hidráulicamente, el segundo recuperando pilares y el tercero en avances de las cámaras. (fig. 5).

B.2 Condiciones de su Aplicación

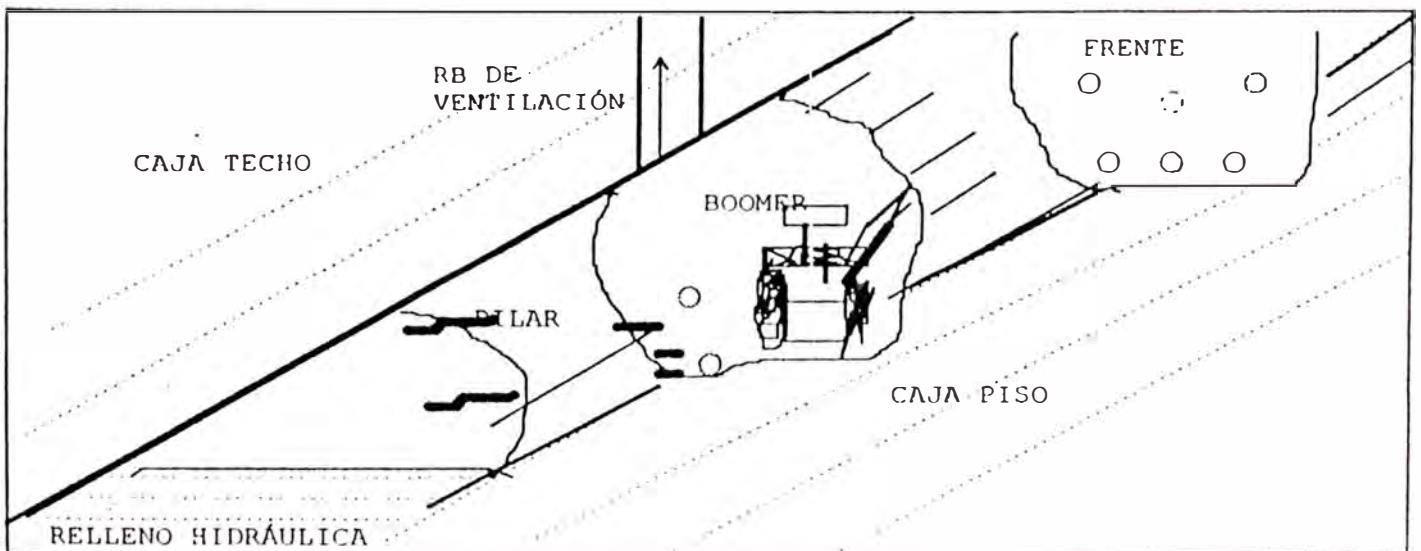
Potencia de 3 a 10 metros.

(Fig 5)

VISTA DE PLANTA



VISTA DE PERFIL



Buzamiento de 30 a 40 grados.

Roca encajonante medianamente dura.

Mineral medianamente duro.

Leyes de 5 a 20%

Disponibilidad de R/H (relaves) y relleno mecánico.

Gran reserva de mineral.

Buena percolación de la roca encajonante.

4.2.1 LABORES DE PREPARACION

1. Galerías de estéril para la extracción

Comprende aquellas labores permanentes en los cuales se realiza el tránsito peatonal, vehicular y de equipo pesado. De ellas parten brazos horizontales comunicando a los echaderos y/o tolvas de mineral. La dimensión promedio transversal es de 4,0 m. x 3.5 m. con cunetas de 0.4 x 0.5.

El sostenimiento se realiza con pernos cementados y en aquellos lugares de mala condición de roca el uso de shotcrete con malla metálica.

2. Rampas para el transporte de mineral y/o servicios

Labores inclinadas en la caja techo, su objetivo principal es el de avanzar siguiendo a los mantos de mineralización, la dimensión transversal es de 4.0 m. x 3.5 m. con pendiente de 12 a 15%, el sostenimiento se realiza con pernos cementados y en algunos casos con shotcrete en lugares de mayor debilidad.

3. Construcción de chimeneas para ventilación y/o servicios auxiliares (agua, aire, cables eléctricos y tubo R/II)

El desarrollo de estas chimeneas se realiza con equipo llamado RAISE BORER el cual posee una piña de 5 pies de diámetro.

4. Construcción de accesos (-15 grados a +15 grados) que parten de la rampa al cuerpo mineralizado

Son labores de comunicación de la rampa al cuerpo mineralizado con pendiente negativa y conforme va subiendo el tajo, el acceso va subiendo hasta alcanzar una pendiente positiva para ello ya debe haber otra comunicación con pendientes negativas que parte de la rampa, las dimensiones es por lo general de 3.0 m. x 3.0 m.

4.2.2 OPERACION DE EXPLOTACION

PERFORACION

Se realiza con un equipo electrohidráulico Atlas Copco Boomer H-126 con dimensiones dentro de las galerías o túneles que están en el rango de:

Ancho con galas contraídas 1.65 m. Estiradas 10 metros.

Altura con la caseta abajo 2.10 m. y caseta arriba 2.80 m. Radio de curvatura interno 2.80 m. y externo 4.85 m. Longitud del brazo 4.866 m.

Este equipo bastante versátil tiene una velocidad de perforación de 3 minutos/taladro 12' incluyendo las etapas. Lo que implica que en una guardia de cinco horas netas de perforación, se pueden ejecutar 1100 pies (335 m) de perforación/guardia.

El rendimiento de las voladuras desquinche está en el orden de 7 t/taladro, esto es 2.20 t/m perforación.

Si dentro del esquema de minado se tiene que hacer preparaciones de frentes para acceso o para dar cara libre, entonces este Boomer dentro de las cinco horas netas puede hacer tres frentes con 114 taladros.

También se ejecuta la perforación para colocación de "Slewex" o pernos cementados. A la fecha el rendimiento en frentes es 45.6 m. perforación/m. de avance.

Para esta actividad dentro del ciclo del minado, debe considerarse las instalaciones de agua y energía tanto para la perforación como para la ventilación de la labor.

Se usa barras R32, Hexagonal 32-R28 con tratamiento térmico, brocas de 42 mm.; solo en el caso de las frentes se utiliza broca escariadora de 64 mm. de diámetro.

VOLADURA

Para lograr una fragmentación adecuada de la caliza dolomita o la esfalerita en las rocas medias, se usa tandas de voladura en desquinches.

Se utiliza fulminantes no eléctricos Nonel chilenos desde 50 hasta 600 milisegundos de intervalo. El amarre de los fulminantes se hace con la guía detonante pentacord 5P unida a dos terminales de guía de seguridad #8. La distancia horizontal entre cada taladro (burden) debe ser de 0.80 m y la distancia vertical (espaciamiento) de 0.9 m. Es decir en una malla de 62 taladros distribuidos en un área de 12.8 m. por 2.7m.,

asumimos que el área de voladura debería ser de 14.4 m. x 3.5 m. = 50.4 m². Con una profundidad del taladro de 3 m (siguiendo la inclinación del buzamiento del manto) nos da un volumen in situ de 151.2 m³ o 454 t considerando un peso específico in situ del mineral de 3.0 t/m³.

Con estos datos se determinó los siguientes estándares teóricos:

- a) 0.410 metros de perforación / tonelada rota
2.439 toneladas / metro de perforación.
- b) 0.110 metros de pentacord / tonelada rota.
- c) 0.264 kg/ton rota (usando 120 kg. de ANFO)
- d) 0.136 fulminantes / ton rota (usando NONEL naranja [1-16])

REGADO Y DESATE DE LAS LABORES DISPARADAS:

Los disparos generalmente se realizan con 0.75 horas de anticipación a la entrada de la guardia siguiente, y el tiempo de traslado mínimo del personal de la guardia entrante es de 0.5 horas por lo que el tiempo de ventilación de los gases es de 1.25 horas.

El tiempo prudencia mínimo de una hora como mínimo se inicia el regado de la roca disparada, con la finalidad de poder observar las fracturas o bloques de roca colgados y proceder al desate desde la zona más segura posible, luego en coordinación de los supervisores se determina el tipo de sostenimiento requerido para la zona.

ACARREO DE MINERAL:

El siguiente es un esquema típico de los requerimientos de acarreo:

AREA 20 SVTecho 400 T/día/3 gdías 1 S6 + 0.5 C20	AREA 18 SVT 500 T/día/3 gdías 1 S6 + 1 C26	AREA 18 ALFONSO 500 T/día/3 gdías 1 S6 + 0.5 C26
	AREAS 10-17 500 T/día/gdías 1 S6 + 1 C26	

Considerando cinco horas netas de acarreo de mineral/guardia el sistema de extracción de mineral se observa en tabla siguiente:

TABLA DE RENDIMIENTOS

DESDE	HASTA	S6		S6 + C20		S6 + C 26	
		T	R	T	R	T	R
AREA 10	RB 1090	4.66	4.66	8.67	522	10.6	522
AREA 17	RB 1090	7.08	303	11.1	404	12.7	459
ALFONSO 1100	RB 1090	4.78	448	8.33	543	10.1	581
ALFONSO 1200	RB 1090	5.31	403	8.95	505	10.6	554
SVT 1400	RB 1090	10.6	203	8.67	310	15.9	367
SVT 1620	RB 1090	10.1	211	15.1	298	17.3	339

LEYENDA	
S6	Scoop 6 Yd ³
C20	Camión 20 t.
C26	Camión 26 t.
T	Tiempo ciclo acarreo (minutos)
R	Rendimiento en T/guardia

TABLA NECESIDADES DE EQUIPO POR AREAS

AREA	GDIA A	GDIA B	GDIA C
A-10			S6
A-17	S6 + C26	S6 + C26	S6 + C20
ALFONSO 1100			S6
ALFONSO 1200	S6 + C20	S6 + C20	
SVT 1400	S6 + C20	S6	S6 + C26
SVT 1620	S6	S6 + C20	S6 + C26

SOSTENIMIENTO

Se considera una etapa más dentro del ciclo del minado, sobre todo porque temporalmente se estabiliza la roca. Se emplean tres tipos de pernos:

Split sets

Para cuya instalación se perforan taladros con máquinas perforadoras Toyo y barrenos integrales de siete pies de profundidad con diámetro de broca de 35mm. Con la experiencia se ha observado que cuando se cruzan tres paquetes de estratos con potencias de 1 metro cada uno, lo jala haciendo colapsar. Por lo que se cambio a barrenos de 10 pies de longitud, y el diámetro crítico del taladro de 43 a 36 mm.

Pernos cementados

Esta alternativa semimecanizada permite efectuar la perforación de los taladros con los equipos electrohidráulicos teniendo su ciclo de inyección de mezcla de cemento de 4.5 min/perno. En comparación con el split set es más estable pero mas caro.

Swellex

Esta moderna alternativa de sostenimiento permite hacer taladros también con los equipos electrohidráulicos y su colocación es bastante rápida, con un ciclo de 3.5 minutos hechos con la bomba neumática que inyecta el agua a una presión máxima de 300 bares.

Estos tipos de sostenimiento se emplean en las Areas: Alfonso (A-18), San Vicente Techo y 21 San Vicente Techo (SVT). La malla a emplear se determina de acuerdo a las características geotécnicas en promedio de 2m x 2m con la especificación de que después de dos filas de swellex se pone una fila con perno cementado.

Este último retrasa el ciclo de minado ya que requiere 24 horas para fraguar, en cambio el swellex permite hacer la voladura de inmediato.

PREPARACIONES:

Areas 10-17: Se corrieron 200 m. de rampa con dirección Este-Oeste; luego en 1989 se decidió cambiar el rumbo de la rampa a una dirección Norte-Sur diseñándola a una distancia de 15 m. con respecto a las galerías al piso del manto Jesús.

La longitud total de la Rampa 1010 fue de 700 m. con 12% de gradiente, curvas de 50 m. de longitud con 6% de gradiente. Se construyeron cuatro accesos de rumbo Este-Oeste que se batieron de -15% a 0.

Se construyeron cuatro galerías de 70 m. en la caja pisos del manto Jesús desde las cuales se hicieron cruceros Este-Oeste cada 30 m., con la finalidad de reconocer la verdadera potencia del manto desde la caja piso hasta la caja techo. Luego se desarrollo con dirección Sur-Norte a lo largo del rumbo del manto. Se desquincharon los pilares

originales de 7 m. x 7 m. hasta tener pilares de 10 m. x 2 m. aumentando la recuperación de mineral de las reservas de este yacimiento.

Paralelamente se hicieron las galerías pegadas a la caja piso del mineral con rumbo Norte-Sur con cruceros Este-Oeste cada 30 m. con 15% de gradiente. De aquí se ponen diques para relleno hidráulico con lo que era posible sostener la caja techo del Manto una vez minada la lonja del techo, manteniéndose siempre esta secuencia desde el Nv 1652 al Nv 1750.

Este planteamiento implicó tener 14 Raiser Boring a lo largo de todo lo que se refiere a las áreas 10 y 17 (1,100 m).

Area 18 ALFONSO: Actualmente se construye 500 m. de rampa con 12% de gradiente con rumbo Norte-Sur con curvas Oeste-Este. Desde los brazos de la rampa se tienen cruceros Oeste-Este que sirven de acceso para el minado del Manto Alfonso, labores que trabajaran desde -18% a +15% de gradiente.

Se tuvo mayor eficiencia con dos accesos por brazo de rampa, con los que se podía ciclar mejor el minado dentro de esta área.

La infraestructura en la labores mineras suman 360 m. en RB de servicios desde el nivel 1870 y 380 m. hacia el 1570. Por ser una labor al techo de todos los mantos, hay dificultad con el drenaje del relleno hidráulico que tiene que drenar por los RB 1090 o RB 1120 ocasionando problemas de alto contenido de humedad en la extracción de mineral por locomotoras.

Esta área fue la primera en la operación minera que requirió sostenimiento dentro del ciclo de minado por dos razones: El tiempo de abertura de la roca de la caja techo previo al relleno y los sistemas conjugados de fallas que hicieron colapsar en dimensión controlable al tajeo.

Area 18 y 21 San Vicente Techo: Estas zonas que abarcarán 600 m. de longitud de minado tienen tres sectores entre las coordenadas 21100N hasta 21700N, dos de ellas aún en preparación.

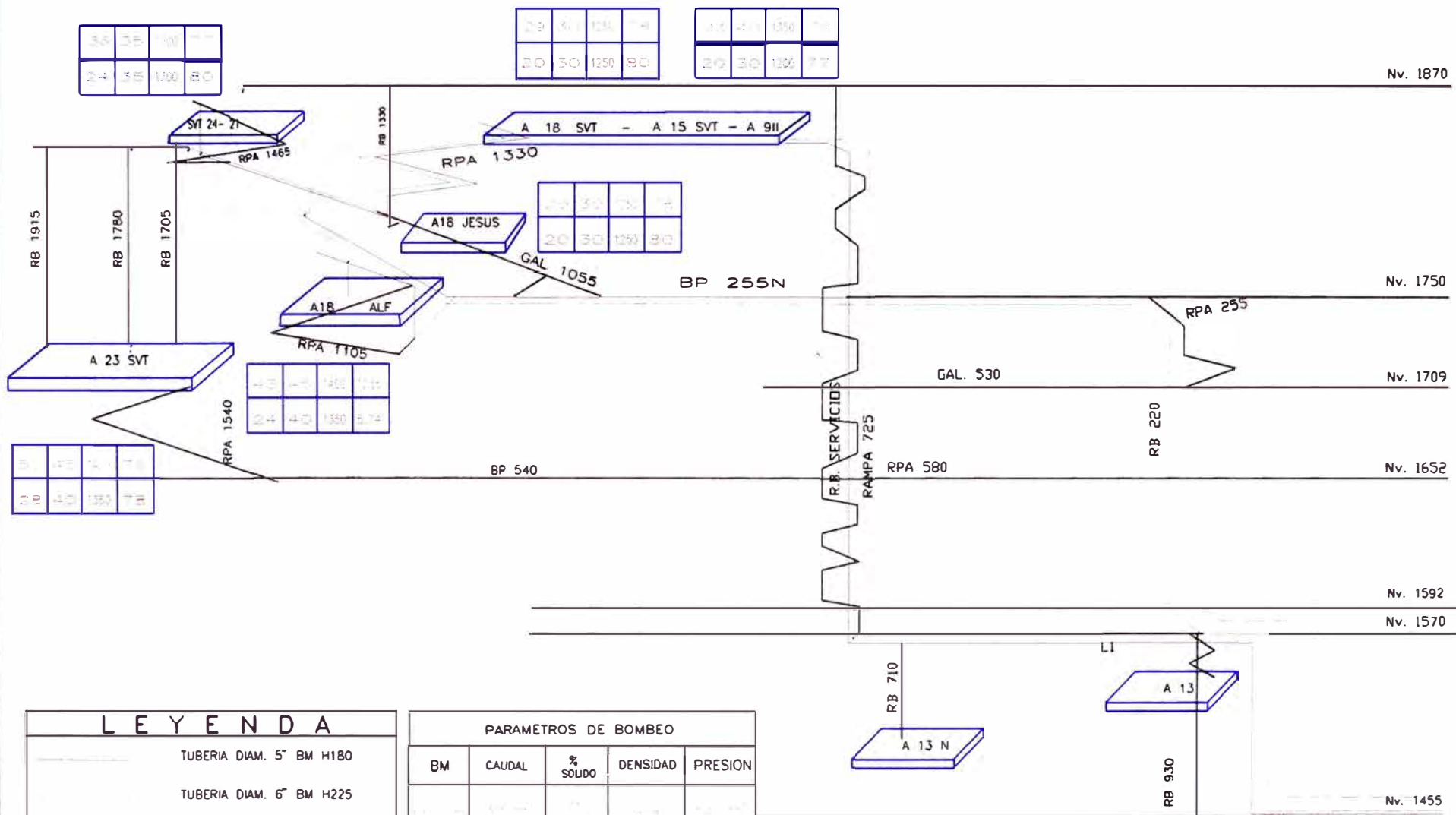
Contiene 900 m. de rampa Este-Oeste, con accesos Sur-Norte desde los cuales se pueden hacer el minado con lonja. Los servicios han requerido ejecutar 200 m. de RB hacia el nivel 1652 y 575 m. desde el nivel 1870.

La zona mineralizada tiene dos mantos con altos valores de zinc que requieren ser recuperados con cruceros, los mismos que se aprovechan para hacer las caras libres de los desquinces con perforación paralela al buzamiento de los mantos.

RELLENO HIDRAULICO:

Esta fase del ciclo de operación minera se usa lonjas de 80 m. de largo en el Area 18 Alfonso, de 130 m. en el Area 21 San Vicente y 100 m en el Area 18 San Vicente Techo. Para el caso del Area 17 se tienen tres lonjas de 100 m. en los diferentes mantos. Mientras que en el manto Alfonso y San Vicente Techo la altura de relleno es de aproximadamente entre 1.5 m. a 2.00 m. con un ancho de labor de 10 m. implicando volúmenes de 2000 m³ por cada 100 m. de tajeo. En tanto que en el Area 17 la altura de relleno es de 3 m. con un ancho de labor de 7 m. ó 2100 m³ por cada 100 m. de tajeo.

UNIFILAR DE RELLENO HIDRAULICO 1996



LEYENDA

- TUBERIA DIAM. 5" BM H180
- TUBERIA DIAM. 6" BM H225
- INSTALACION H 1996 - 6.580 ML
- INSTALACION V 1996 - 475 ML
- RECUPERACION 1996 - 2.600 ML
- ROTACION 1996 - 2.700 ML

PARAMETROS DE BOMBEO

BM	CAUDAL	% SOLIDO	DENSIDAD	PRESION
H180	M ³ /hr	5%	4/11	Kg/cm ²

Para estas áreas se usa la instalación de tuberías de fierro de 6" de la Bomba Mars H-225 en cuyas puntas se ponen yees de fierro para compartir tuberías de polietileno de 4", más maniobrables dentro de los tajeos.

Naturalmente que el relleno tiene una etapa de preparación en tajeo con las represas de desmonte o diques de contención que se confeccionan con el desmonte de las preparaciones colindantes. Se pone tubos de PVC de 4" como lloronas o canaletas de drenaje cuyo sistema sale a la rampa y luego a la cuneta ubicada en el nivel principal. Es recomendable bombear agua durante una hora antes de enviar la pulpa y lo mismo cuando se ordena cortar la carga desde la planta concentradora.

Estando sobre los niveles principales, el drenaje del agua del relleno demora una guardia, debido a la buena percolación existente, salvo en el caso del manto Alfonso, que por su diseño siempre tiene una etapa de inclinación hacia los lados Norte y Sur.

Se opta por amontonar desmonte en dos capas y luego estabilizar mejor el área abierta con R/H. El número de m³ de relleno hidráulico esta en el orden de 21,000 m³/mes. (Ver unifilar rrelleno hidráulico).

RELLENO MECANICO:

En lo posible todo el desmonte proveniente de las preparaciones de las áreas 18 tanto de Alfonso como San Vicente Techo se transporta a los tajeos como relleno poniendo primero una capa horizontal, luego se hace una ruma contra la caja techo para impedir que el disparo de los desquiches proyecte el mineral en las cuñas entre la caja techo y el relleno, donde ningún equipo de bajo perfil podría recuperarlo. El ritmo mínimo de transporte de desmonte está en 5000 m³/mes.

4.2.3. Ventajas y desventajas del metodo corte y relleno ascendente por lonjas

VENTAJAS

El minado es más eficiente cuando se hace desquinches con dirección paralela al buzamiento de los mantos ya que solo se necesitan tandas mínimas de voladura de 350t/disparo y el Boomer puede dejar taladros perforados haciendo un mínimo de 100 tal/gdía ó 335 metros perforación /gdía.

Con dos accesos desde la caja piso el tajeo es más versátil ya que se crean sectores con las diferentes etapas del ciclo de minado. Siempre se varía en la labor los equipos de perforación, acarreo, sostenimiento. El relleno Hidráulico se alterna en los sectores Sur y Norte de los cruceros diseñados cada 50 metros.

Si el sostenimiento es continuo la recuperación de mineral es alta, ya que permite hacer desquinches a lo largo de toda la labor minera.

Menor dilución.

DESVENTAJAS

Requiere un absoluto cuidado de la altura del relleno hidráulica para mantener la abertura necesaria para los equipos de perforación y acarreo, lo cual obligaría a correr desquinches de 3 m / avance / Gdía.

Exige un minuciosos seguimiento del programa de sostenimiento del tajeo.

4.2.4 Ventajas y desventajas del metodo de camaras y pilares con corte y relleno ascendente con galeria al piso.

VENTAJAS :

No se requiere sostenimiento

Diversidad de frentes de perforación

Se amolda al tipo de perforación con dirección paralela al buzamiento de los mantos.

Los cruceros al este se hacen según el buzamiento del mineral y permiten rellenar hacia la caja techo, colocando solamente diques.

Básicamente en el adelgazamiento del pilar a dimensiones de 10 m. x 2 m. la voladura con dinamita es mejor controlada.

DESVENTAJAS

La preparación es costosa en cuanto a cruceros y galerías se refiere.

La recuperación de mineral es menor.

4.3 PRODUCCION Y PRODUCTIVIDAD

Según la declaración jurada semestral de reservas de mineral que elabora la empresa, se hace el planeamiento de minado por áreas con el apoyo de ingeniería, minas y geología. Con los programas mensuales se confeccionan los detalles de preparaciones, relleno, operación minera e infraestructura de servicios requerido para cumplirlo. Las reuniones semanales cuentan con la participación absoluta de los ingenieros de minas, geólogos y seguridad, se ajusta al control de producción.

Finalmente, la programación diaria de producción y preparaciones se transmite a los supervisores de tajeos, repartiéndoles hojas escritas y planos dibujados en computadora para que se orienten en su esquema de minado correspondiente.

El personal de la mina trabaja en tres turnos lo cual significa un mayor detalle en el planeamiento de minado, lográndose mayor rendimiento del personal dentro de su jornada de 8 horas, con el incentivo mensual de producción. Se mantiene el concepto de grupo de trabajo el supervisor es el elemento primordial para optimizar la producción, aparte de proyectarse capacita diariamente al personal acostumbrándolo a múltiples funciones: desatador-cargador, perforista, operador de scoop-camión, sostenimiento y servicios auxiliares.

Referente a la producción se extrae de la mina un promedio de: 2500 TM diarias lunes a sábado el domingo lo que falta para la producción semanal 15,500 TMH. 62,000 TM Mensuales y 760,000 TM anuales de acuerdo a las reservas de mineral que elabora la empresa.

El grado de recuperación de las reservas según cuadro esta en el orden de 85%.

PROGRAMACION SEMANAL				
Areas	Tajeo	Manto	TM	Ley
9II-15	Frente 890	SVT	600	4.00
	Cx 1090 E	SVT	500	4.00
	Fte 1055 N-S	SVT	600	7.00
	Fte 1025 S	SVT	400	8.00
	Fte 1055 S	SVT	200	9.00
18 SVT	Desquinche 980	SVT	250	6.00
	Cx 1285 E	SVT	400	5.00
			2950	5.97
A-23 SVT	Fte 1900 S-N-(piso)	SVT	1000	7.00
	Desquinche Tj 2000	SVT	1000	6.00
	Fte 1800 N	SVT	700	13.00
	Recup. pilares 1765	SVT	500	16.00
	Desq. 1760-1720	SVT	500	9.00
			3700	9.35
Total	A-13, 9II, 15, A-23 SVT		6,650	7.85
18 Alf	Desquinche 1090 - 1150	Alf	1000	8.0
			1000	8.0
A-15/18 (Je-Ay)	Fte. 1240 S	Jesús	800	8.0
	Fte. 1150 N	Jesús	800	13.00
	Fte. 1135 S +	Jesús	800	9.00
	Desq. 1135			
	Recuperación pilar 1180	Jesús	300	12.00
			2700	10.22
Area 18 JESUS 1310 Sup	Recup. pilares Sur	Jesús	1000	10.00
	1240 N	Jesús	500	14.00
	1300 N	Jesús	500	15.00
	Recup. pilares	Jesús	400	12.00
	1360 E ó 1330 E	Jesús	300	12.00
			2700	12.19
SUB-TOTAL			9,100	9,84
TOTAL GENERAL SEMANAL			15,750	9.00

4.4 SERVICIOS AUXILIARES

La unidad San Vicente para el desarrollo de sus actividades mineras cuenta con un taller de Maestranza interior mina para el mantenimiento de los equipos, servicio de relleno hidráulico, extracción, ventilación, aire comprimido, energía eléctrica y agua.

4.4.1 Aire comprimido

Descripción

El aire comprimido es suministrado por máquinas denominado CENTAC estas se encuentran en el nivel 1570 y trasladan el aire hasta el nivel 1870 lugar donde se encuentra el pulmón que vuelve a elevar la presión para ser luego distribuido a los diferentes áreas y tajeos, su empleo en la mina es muy diverso, así tenemos:

El caguio del ANFO, en el sostenimiento tanto en el shotcrete, swelex y pernos cementados, en la perforación neumática.

Transporte

El aire comprimido es trasladado a través de ductos de metal y polietileno, estos ductos de metal son de 12" y 8" de diámetro los ductos de 4" y 2" son de polietileno. Dentro del sistema de tuberías en ciertos puntos se tiene purgadores cuya finalidad es de evacuar el agua que se condensa el cual debe realizarse una vez cada 15 días.

Descripción Técnica de las compresoras CENTAC.

PARAMETROS	CENTAC 040	CENTAC 041	CENTAC 042
Caudal (CFM)	2350	2350	2500
Potencia (kw)	375	375	375
(hp)	500	500	500
Energía (kw/hr)	3000	3000	3000

Energía (E) = Potencia x Tiempo efectivo

Las compresoras CENTAC tienen un consumo normal de 85 a 90 PSI (1b/pg2) y de 5.9 a 6.3 durante las 24 horas.

A las labores esta llegando de 70 a 80 PSI (1bs/in²) y de 4.8 a 5.5 bar durante las 24 horas (ver Diagrama Unifilar de la Red de Aire Comprimido 1996).





RED DE AIRE COMPRIMIDO 1996

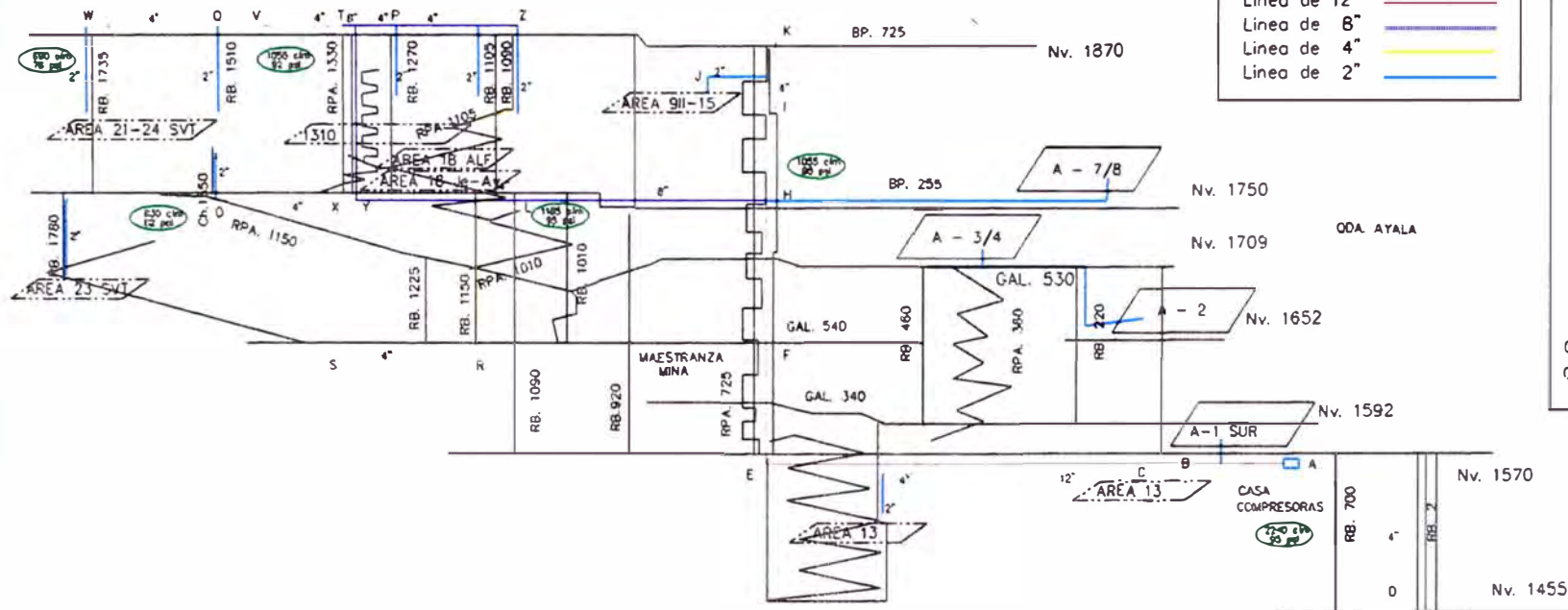
DIAGRAMA UNIFILAR : AIRE

Tromo	Diam. pulg.	Long. m.
-------	-------------	----------

AE	12	1370
BC	4	50
CD	4	120
EF	8	100
FH	8	100
FG	2	50
HI	4	80
IK	4	70
HL	8	390
LM	4	200
LN	4	170
NO	4	400
KP	4	720
KZ	4	560
PD	4	350
LR	4	120
RS	4	400
QW	4	230
LY	8	470

LEYENDA

Línea de 12"	
Línea de 8"	
Línea de 4"	
Línea de 2"	



Consumo max. de aire 2240 cfm
 Capacidad compresor 2250 cfm

4.4.2 Agua

Descripción

En toda actividad minera el agua juega un papel importante, su uso está íntimamente relacionado a la perforación y otros servicios como en el caso de San Vicente:

Agua para las perforaciones del Boomer

En el sostenimiento para la expansión del tubo swelex.

Para el regado de las labores disparadas.

Para las labores de geología (diamantina).

Perforadora Raiser Borer.

Captación y distribución de agua

Tiene dos captaciones la más importante en superficie donde se encuentra un reservorio en el lugar denominado "Quebrada Ayala", de este lugar es trasladado por tuberías de 5" de diámetro. También se tiene captación de agua en el nivel 1870 llamado "Arcopunco".

El agua captada de la "Quebrada Ayala" es transportado a la "Estación de Bombeo" Nivel 1750 donde se tiene un reservorio con capacidad de 100,000 lt. del cual mediante una bomba de 75 HP es elevada por el RB 920 hasta el nivel 1870 (ver diagrama unifilar de la red de agua interior mina) por medio de un tubo de fierro de 2" a partir de ese punto es distribuido a los diferentes tanques que con sus respectivas válvulas de desfogues se distribuye a los diferentes tajeos.

Consumo de agua en interior mina.

Ingreso de agua de la Quebrada Ayala al tanque del nivel 1750:

Caudal (Q) : 0.435 m³/min aprox 435 ltr/min.

Capacidad del tanque: 110 m³

Captación de agua de Arcopunco y filtración que llegan al desarenador del nivel 1870:

Caudal (Q) : 0.31 m³/min aprox 310 ltr/min.

Cap. del desarenador : 3.40 m³

El consumo de agua para la operación minera es el siguiente:

Boomer	40 litros/min	5 unidades
Jackles	10 litros/min	2 unidades
Diamantina	25 litros/min	2 unidades

DIAGRAMA UNIFILAR : RED AGUA INTERIOR MINA

ARCO PUNCO

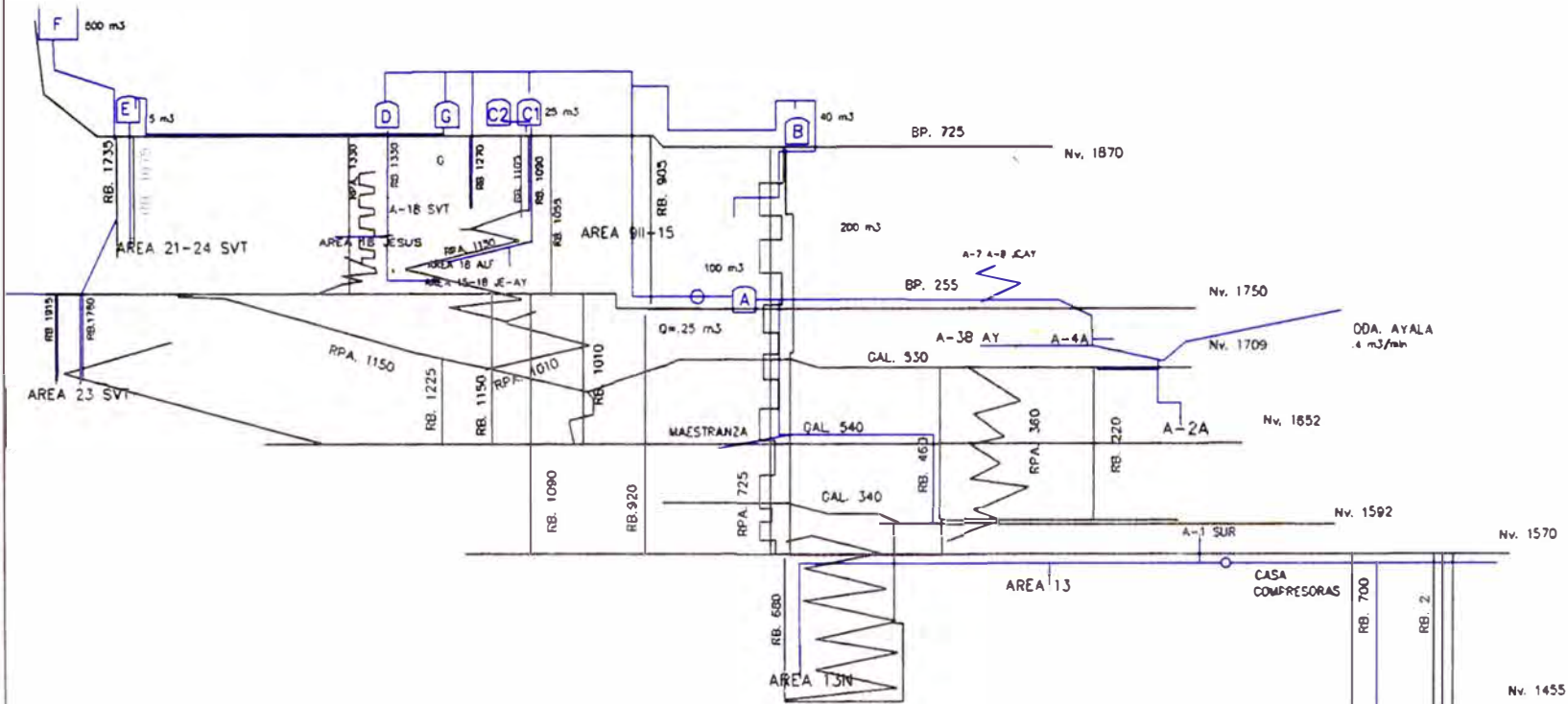


DIAGRAMA UNIFILAR : AGUA

	Capacidad m³	Areas	Consumo m³/día
--	--------------	-------	----------------

A	100		
B	40	911-15	57
C	25	18 ALF	70
D	45	18 JE 18 JE-AY	89
E	5	21-24	70
F	500		

4.4.3 Ventilación

Descripción

Los acceso principales de esta mina, son por medio de socavones, con rumbo Sur-Norte.

Los niveles 1455, 1570, 1592, 1750 son accesos de aire fresco. Las salidas de aire usado son por el nivel 1709 y el Nv 1870 ayudados por ventiladores extractores de aire usado.

La distribución de aire se realiza generalmente por depresión creada por dos ventiladores en paralelo en la boca mina 1709 para ventilar el nivel 1455, maestranza mina y la galería 540. De igual manera para la ventilación de los tajos Area 18 SVT, Area 21 y 24 SVT y Area 23 SVT se realiza por medio de dos ventiladoras en paralelo de 105,000 cfm c/u.

Y en el nivel 1870 Sur 2 ventiladores de 105,000 cfm c/u y dos de 55,000 cfm c/u para la ventilación por depresión de los siguientes tajeos Area 9II, Area 15, Area 18 Alfonso, Area 18 Jesús.

Balance de Caudales

REQUERIMIENTOS DE AIRE

Por equipo pesado	372,000 cfm
Por personal	18,000 cfm
Por equipo liviano	85,000 cfm
Sub - Total	475,000 cfm
+ 10%	525,000 cfm

Ventilación Principal

650,000 cfm

La ventilación principal es 650,000 CFM lo que cubre ampliamente las necesidades de la mina.

La disposición de los ventiladores de succión de aire viciado y ventiladores para uso en interior mina ver cuadro adjunto. Los circuitos de ventilación se pueden apreciar en el diagrama unifilar del sistema de ventilación 1996 adjunto.

SISTEMA DE VENTILACION 1996

2 x 105,000 cfm

CIRCUITO AL NIVEL 1870 NORTE

- CAUDAL = 210,000 cfm
 TAJEOS VENTILADOS :
- AREA 18 SVT (RB 1270)
 - AREA 21 Y 24 SVT (RB 1675)
 - AREA 23 SVT (RB 1780 Y RB 1795)

CIRCUITO AL NIVEL 1870 SUR

- CAUDAL = 320,000 cfm
 TAJEOS VENTILADOS :
- AREA 9-II (RB 800)
 - AREA 15 (RB 950 Y RB 1105)
 - AREA 18 ALFONSO (RB 1090)
 - AREA 18 JESUS (RB 1120)

2 x 105,000 cfm

2 x 55,000 cfm

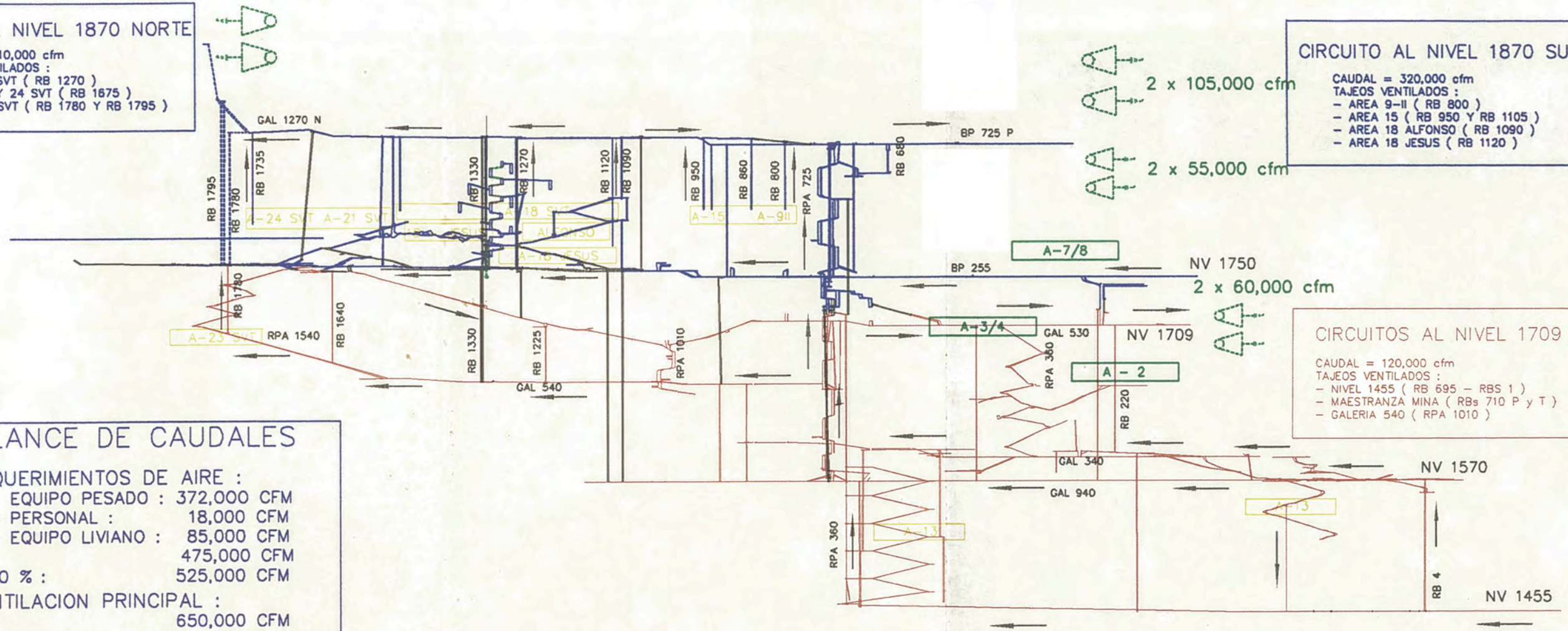
2 x 60,000 cfm

CIRCUITOS AL NIVEL 1709

- CAUDAL = 120,000 cfm
 TAJEOS VENTILADOS :
- NIVEL 1455 (RB 695 - RBS 1)
 - MAESTRANZA MINA (RBs 710 P y T)
 - GALERIA 540 (RPA 1010)

BALANCE DE CAUDALES

- REQUERIMIENTOS DE AIRE :
- POR EQUIPO PESADO : 372,000 CFM
 - POR PERSONAL : 18,000 CFM
 - POR EQUIPO LIVIANO : 85,000 CFM
 - 475,000 CFM
 - + 10 % : 525,000 CFM
 - VENTILACION PRINCIPAL : 650,000 CFM



4.4.4 Extracción

En esta operación se recoge el mineral de los echaderos o tolvas de recepción con las locomotoras hacia tolvin para posteriormente tratarlos en la planta concentradora.

Campos de extracción

Basicamente existe dos niveles de extracción:

- a) Nivel 1455, localizada en UNCUSH, con tres tolvas de recepción RB 2, RB 3, RB 700. Se extrae con la locomotora JEFFREY.
- b) Nivel 1570, localizada en INTERIOR MINA, con cuatro tolvas de recepción (105, 695, 920 y 1090). Se extrae con la locomotora CLAYTON.

Para mejor ubicación ver diagrama Unifilar de acarreo y extracción 1996 adjunto.

Características de las locomotoras

- a) JEFFREY, locomotora eléctrica que jala 7 carros de 10 Toneladas cada uno.

Ancho	2.0 m.
Altura	1.7 m.
Peso	12 Ton
Voltaje	440 V
Potencia	90 HP ó 67.5 kw
Velocidad	45 Km/hr
Tracción	5000
Radio de curvaturas	4.5 m.

b) CLAYTON, locomotora eléctrica que jala 13 carros de 5 toneladas cada uno.

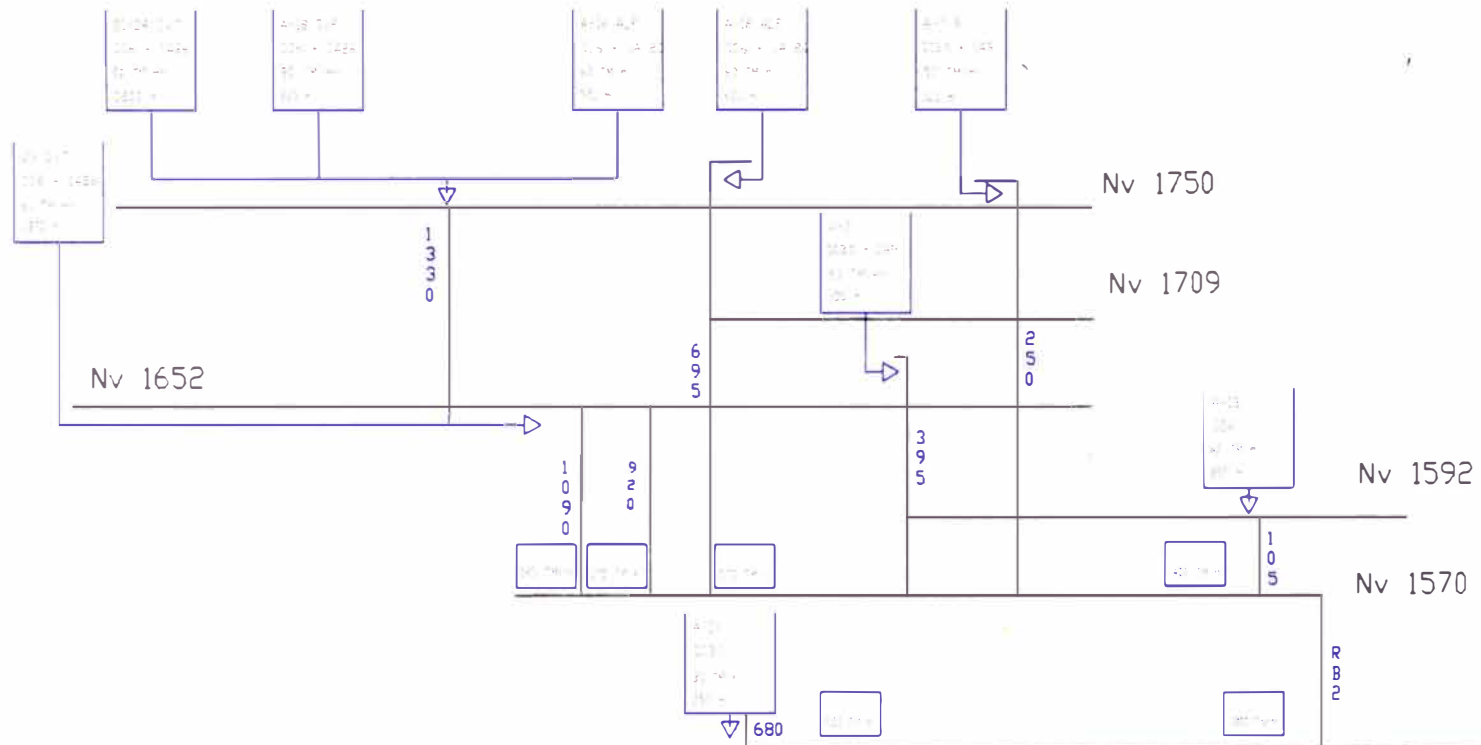
Ancho	1.3 m.
Alto	1.5 mt.
Peso	10 Ton
Voltaje	250 V
Potencia	45 HP
Velocidad	43 Km/hr
Tracción	25000
Ancho de trocha	61 cm.
Capacidad de vagón	3.4 m ³ ó 120 pies ³ .

Ciclo de operación

Las locomotoras ejecutan las operaciones de acuerdo con un determinado ciclo-carga, acarreo, descarga y regreso. El tiempo de ciclo es el período que invierte una máquina para ejecutar dichas operaciones.

La razón más importante de calcular el tiempo de ciclo es a fin de estimar la producción.

DIAGRAMA UNIFILAR DE ACARREO Y EXTRACCION 1996



4.5 PLANTA CONCENTRADORA

4.5.1 Descripción del tratamiento del mineral

El proceso de tratamiento del mineral empieza cuando este llega al tolvin, lugar donde es transportado por fajas a una chancadora primaria de quijadas luego a una chancadora secundaria cónica, pasando a los molinos, sigue su tratamiento a las celdas de flotación, donde se recupera el mineral denominado concentrados y se botará el desmonte en forma de relave.

El relave es captado y depositado en los espesadores, llevados a los hidrociclones para la separación de finos y gruesos, los gruesos regresan a mina por tuberías, impulsados por las bombas MARS lo que constituye el relleno hidráulico y los finos a la cancha de relave.

Los concentrados obtenidos tienen que pasar por los sopladores de flotación y luego a los filtros de discos para ser secados y tener esa baja humedad que es necesario para su comercialización.(ver Flow Sheet).

4.5.2 Control de Calidad

El control de calidad es realizado en el laboratorio analítico de planta, ella se encarga de proporcionar las leyes del día, de las tres guardias y las acumuladas.

Muestra	Pb%	Zn%	Zn 0%	Fe%	Mg 0%
Cabeza	0.60	10.27	0.16	1.20	15.42
Conc.Pb	75.64	0.80			
Conc.Zn	0.70	64.84			
Relave	0.08	0.60	0.12		

4.5.3 Cuadro Metalúrgico

Este es un cuadro metalúrgico mensual del mes de Setiembre 95.

TMS	%Zn	%Pb	%Zn Ox	%Fe
63,000	8.88	0.75	0.19	1.29

CUADRO METALURGICO

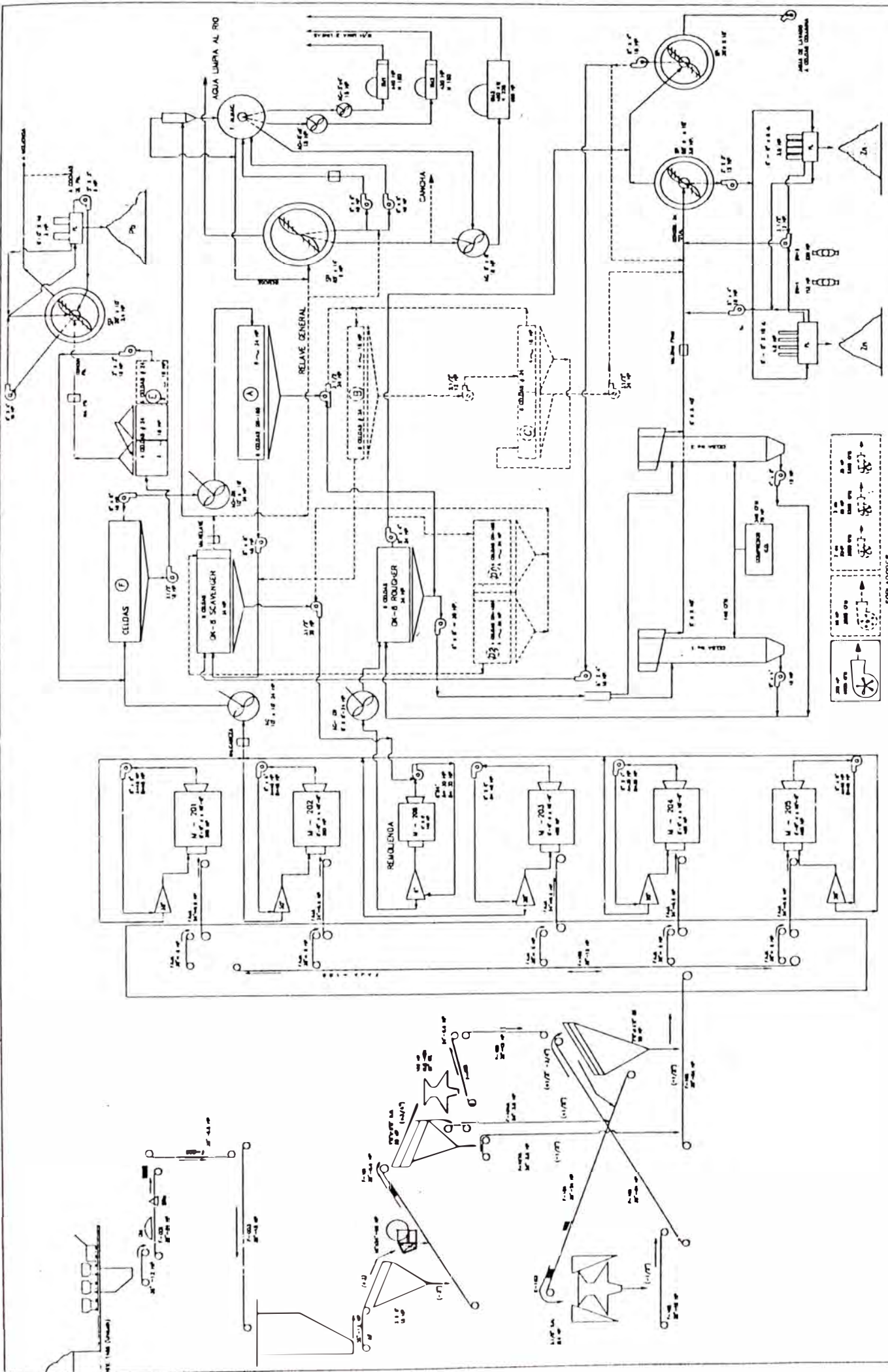
PRODUCTO	TMS	PESO		LEYES		DISTRIBUCION	
		%	%Pb	%Zn	%Pb	%Zn	
cabeza	63000	100	0.75	8.88	100	100	
Conc.Zn	8,247	13.1	0.70	62.50	12.3	92.1	
Conc.Pb	520	0.8	70.00	2.10	77.0	0.2	
relave	54233	86.1	0.09	0.79	10.7	7.7	

Despacho Zn 8,347 T.M.S [309 TMS/día]

Despacho Pb 541 T.M.S. [20 TMS/día]

Se programa trabajar 27 días a un promedio de 2,333 tms/día operando tres molinos de acuerdo a la disponibilidad de energía.

El relleno disponible es de 40,675 tms y se ha programado rellenar 20,566 m³ en mina con las tres bombas MARS operativas y también sujeto a disponibilidad de energía.



PROYECTO : PLANTA CONCENTRADORA
 DE COMUNITATON 2.300 TMS.
 ESCALA : 3/4
 PLANO : (FLOW SHEET)
 LAMINA No : 0000 000
 COMPANIA INGENIARIA SAN VICENTE DE CARRIZOSA S.A.
 Ingeniero San Vicente-CARRIZOSA de PROYECTOS

CAPITULO V

CONSIDERACIONES TEORICAS

5.1 GENERALIDADES

El relleno hidráulico se identifica como la introducción por medio de tuberías a la mina de los relaves en forma de pulpa de la planta concentradora.

El relleno hidráulico es utilizado para.

1. Proveer una plataforma de trabajo.
2. Evitar el movimiento y caída de rocas en una labor minera.
3. Facilitar la recuperación de puentes y pilares según sea el caso.
4. Evitar daños en superficie debido a la subsidencia (hundimientos).
5. Estabilizar el terreno en interior mina reduciendo la posibilidad de estallido de rocas.
6. Controlar y prevenir incendios en las minas.
7. Solucionar el problema de la deposición de los relaves en superficie.

Los métodos usados para ser transportado pueden ser manuales mecánicos, neumáticos e hidráulicos o la combinación de estos.

5.1.1 Ventajas del relleno hidráulico

1. Mejor control de las Leyes.

2. Mayor velocidad en la fase de relleno por unidad de tiempo con un menor tiempo del ciclo de minado.
3. La granulometría se puede controlar a voluntad y la forma de deposición en forma de pulpa ofrecen una alta resistencia al desplazamiento de las cajas.
4. Al depositarse el R/H en el tajo en forma de pulpa tiende a buscar su nivel no hay necesidad de esparcirlo.
5. El transporte hidráulico por tuberías es más eficiente, económico y veloz.
6. Soluciona el problema de almacenamiento en superficie.

5.1.2 Desventajas del relleno hidráulico

1. Requiere de una fuerte inversión de capital, la cual debe estar justificada por una producción tal que el ahorro por tonelada pague la inversión más intereses en un tiempo.
2. La introducción del agua a la mina puede causar costos adicionales de bombeo, además de causar problemas de sostenimiento.
3. Cuando el relleno empleado es relave con alto contenido de pirita y/o pirrotita, la oxidación de estos sulfuros eleva la temperatura del relleno y produce anhídrido sulfuroso.
4. Al depositar la pulpa en el tajeo lo ideal es que los sólidos se queden y el agua se elimine. En la práctica el agua arrastra cierta cantidad de finos que se depositan en las galerías y cunetas.

5.2 CONDICIONES DE FLUJO

Cuando una mezcla sólido-líquido (pulpa) se transporta en una tubería, se observa que pueden desarrollar cuatro condiciones hidrodinámicas diferentes dependiendo de:

Las propiedades del medio de transporte.

Las propiedades del material transportado.

El tamaño y condiciones superficiales de tubería.

La velocidad de flujo.

Estas condiciones de flujo se clasifican como:

5.2.1 Flujo Homogéneo

Toma lugar cuando las partículas sólidas alteran la viscosidad del fluido que se está trasladando. Tales sólidos abarcan lodos, sedimentos, fangos o polvos finos formando pulpas que tienen velocidades terminales de sedimentación muy bajas y forman suspensiones, inherentemente estables. El tamaño de la partícula generalmente será como máximo 50 micras.

5.2.2 Flujo Heterogéneo

Sucede cuando las partículas sólidas son relativamente gruesas; y los sólidos y líquidos forman un sistema de dos fases. El fluido para todos los propósitos prácticos, mantiene sus propias características de viscosidad, esta combinación origina el desarrollo de una pronunciada gradiente de concentración a través de la sección de la tubería.

Las partículas sólidas se mueven con el flujo de dos maneras:

- a) En suspensión: Cuando la partícula es bastante pequeña y la velocidad de flujo sea suficientemente alta.
- b) Por Saltación: Cuando las partículas son mas grandes.

5.2.3 Flujo por Saltación

Ocurre cuando las partículas mas grandes en la pulpa se mueven a lo largo de la parte inferior de la tubería, mediante una serie de saltos y una forma turbulenta.

5.2.4 Flujo de cama estacionaria

Sucedee cuando el flujo de pulpa se desarrolla en un área restringida, debido al depósito de sólidos en el fondo de la tubería. Los flujos de cama estacionaria deben evitarse ya que ellos indican la existencia de condiciones que pueden originar fácilmente bloqueos de tuberías (atoros).

En ciertos casos de pastas metalúrgicas, las pulpas se consideran homogéneas, la gran mayoría de estas pulpas caeran en el regimen de flujo heterogéneo; ocurriendo algo de saltación de vez en cuando.

5.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MATERIAL A TRANSPORTAR

Una de las ciencias que desarrolla la teoría del transporte de sólidos es la mecánica de fluidos.

Se define al fluido a sustancias que son capaces de fluir, es decir que una sustancia cuando se encuentra en equilibrio estático no puede soportar las fuerzas tangenciales o de corte. El transporte de sólidos en tuberías conceptualmente es un flujo bifásico que usa el agua como fluido transportable y partículas sólidas como elementos transportados.

El flujo de este tipo de mezclas generalmente se producen en un régimen turbulento, pues la turbulencia es uno de los factores importantes que provee la suspensión de los sólidos.

El comportamiento hidrodinámico de las mezclas permiten separarla en dos grandes grupos las cuales presentan un comportamiento newtoniano o pseudonewtoniano (que tiene viscosidad constante e independiente del tiempo y de la velocidad de deformación del líquido) y de los que presentan un comportamiento no newtoniano.

La separación teórica entre estos dos tipos de mezclas radica fundamentalmente en el tipo y concentración de sólidos presentes y en gran parte de los procesos mineros.

Las pulpas en estudio tienen un comportamiento claramente newtonianos.

5.3.1 Gravedad específica de sólidos (Gs)

Las mezclas están compuestas por sólidos granulados de ligero y pesada gravedad específica.

Generalmente se entiende por gravedad específica de los sólidos al peso específico de los sólidos determinados por el método clásico de Arquímedes.

Este es un método que consiste en lo siguiente:

- a) Se toma una muestra y se lleva a la sequedad.
- b) Se realiza el método de cuarteos.
- c) Se determina el peso de la muestra.
- d) Se toma un determinado volumen de agua destilada en una probeta limpia.
- e) Se agrega el peso de la muestra y se deja sedimentar un tiempo prudencial.
- f) Se lee el volumen final de la probeta.
- g) Finalmente se aplica la fórmula:

$$\text{Gravedad específica (Gs)} = \frac{\text{Peso de la muestra}}{V_f - V_i}$$

Los valores en el siguiente trabajo se realizo con la alimentación, descarga y rebose.

5.3.2 Tamaño granular de las partículas sólidas

Es un parámetro del cual depende la necesidad del proceso, por lo tanto debemos definir:

TAMIZADO: Es el proceso de separar de una mezcla de diferentes tamaños de partículas o granos, en grupos cuyas características de estos granos o partículas sean más o menos de un mismo tamaño, tal que su utilización sea factible en el transporte hidráulico de sólidos.

El propósito del tamizado, mallado o del tamaño granular de las partículas tiene como fin:

- a) El grado de la rotura de la roca tenga un tamaño granular idealmente ajustado para el transporte hidráulico de la mezcla.

- b) Evitar tendencia de las partículas gruesas de los sólidos a fijarse rápidamente en la tubería en relación a las partículas finas, por lo que el máximo tamaño de las partículas de los sólidos será uno de los factores limitantes para mantener el flujo turbulento necesario para suspender estas partículas y por consiguiente la velocidad mínima, la energía utilizada y minimizar al máximo el cambio de tuberías.

Debido a que las partículas de mayor tamaño, tenderán a sedimentarse más rápido que las partículas menores es necesario conocer el tamaño máximo de las partículas sólidas, para así conocer la velocidad máxima de sedimentación que tendrán.

5.3.3 Tipos de mezcla

Las propiedades importantes de la mezcla para el diseño de las tuberías principalmente son:

La concentración de los sólidos que es expresado en peso y es el principal parámetro que se selecciona entre otras para el diseño de la tubería.

A continuación algunas características:

- **% Sólidos en volumen (% Sv).**

Parámetro muy importante esta definido por la siguiente relación:

$$\% Sv = 100 \times \frac{[Gp - Gl]}{[Gs - Gl]}$$

- **% Sólidos en peso (%Sp).**

Esta definida como la relación entre el peso de los sólidos entre el peso de la mezcla (pulpa).

$$\% Sp = 100 \times \frac{Gs [Gp - Gl]}{Gp [Gs - Gl]}$$

- **Gravedad específica Pulpa o mezcla (Gp).**

También llamado densidad de pulpa se utiliza un densímetro de un litro de capacidad y de lecturas directas, se considero en el muestreo los puntos de alimentación, descarga y rebose. Teóricamente:

$$Gp = \frac{\text{Peso de la pulpa}}{\text{Volumen de la pulpa}}$$

- **Gravedad específica de sólidos (Gs).**

De igual manera se toma un muestreo en los puntos de alimentación, descarga y rebose.

Gravedad específica del líquido (G_l).

Para las fórmulas en mención se toma que la gravedad específica del líquido es 1.00 (agua).

La pulpa es la mezcla constituida por una fase sólida y otra líquida (generalmente agua) donde la fase líquida transporta a la sólida en suspensión. A continuación se describen los tipos de mezclas y flujos.

5.3.3.1 Pulpa Homogénea

La pulpa se comporta como un fluido plástico según BRINGHAN es decir que el agua se ve afectada sus propiedades por la presencia de los sólidos.

5.3.3.2 Pulpa Heterogénea

Los relaves, arenas, concentrados de minerales, etc. Se comportan como mezclas, es decir, el líquido y las partículas sólidas se comportan independientemente denominándose al conjunto (líquido-sólido) mezcla o pulpa heterogénea.

5.3.3.3 Tipos de Flujos

Mezclas o flujos con partículas sólidas colocadas requieren de un grado de turbulencia tal que durante el flujo en la tubería pueda mantener las partículas en suspensión.

A) Flujo en suspensión homogénea

Las partículas sólidas son distribuidas casi homogéneamente en la sección de la tubería, éstas viajan a una misma velocidad con el fluido, no existiendo gradientes de concentración local en el plano perpendicular al flujo y el comportamiento de la mezcla es muy similar a la de un líquido puro. Este método de transporte es aplicable a materiales finos.

B) Flujo en suspensión heterogénea

Algunas mezclas con partículas de alta gravedad específica y tamaños de malla muy gruesa tienden hacia la concentración de estos en el fondo de la tubería.

Estos tipos de mezclas requieren de alta turbulencia para mantener las partículas sólidas en suspensión, porque de otra manera se mantendrían estas en el fondo de la tubería. Es llamado flujo heterogéneo pues la mezcla no es uniforme en toda la sección de la tubería.

C) Flujo en suspensión heterogénea-saltación

Esta es una combinación de los flujos anteriores las partículas mas pesadas son transportadas ya sea dando saltos rodando o deslizándose por el fondo de la tubería, mientras que los mas finos se mantienen en suspensión, el flujo se presenta entonces como una nube de partículas desplazándose a una velocidad distinta a la del fluido que circula por el fondo de la tubería y otra nube en suspensión desplazándose por encima de ella.

El proceso de la depositación de las partículas provoca una disminución del área del flujo, con el consiguiente aumento de la velocidad; por lo tanto deberá de reforzarse la capacidad del fluido portante para así mantener la mayoría de las partículas en movimiento.

Este proceso puede estabilizarse si la fuerza motriz es capaz de trabajar en estas condiciones exigidas y si ella esta limitada; el proceso de depositación se acelera produciéndose una obstrucción total en la tubería de transporte.

5.3.4 Dureza de los sólidos

Se denomina dureza a la resistencia que ofrece la superficie lisa de un mineral a ser rayada. El grado de dureza viene a ser determinado por la observación de la facilidad a dificultad relativa con que un mineral es rayado por otro.

Esta propiedad de los sólidos es considerada en una mezcla de materiales como un parámetro esencial para efectos de los cálculos de la vida de las bombas y tuberías usadas en el transporte de sólidos.

Las escalas usadas comúnmente en la mezcla de materiales es la escala de MOHS y el número de Miller.

La escala de MOHS mide la propiedad de los minerales conocidos por medio del rayado.

Esta escala determina por comparación la dureza relativa esta es una serie de diez minerales conocidos.

MINERAL	DUREZA EN LA ESCALA DE MOHS
TALCO	1
YESO	2
CALCITA	3
FLUORITA	4
APATITO	5
ORTOSA	6
CUARZO	7
TOPACIO	8
CORINDON	9
DIAMANTE	10

El número de Miller es aquella dureza que se le asigna para las evaluaciones abrasivas de los minerales después de examinar el desgaste del metal de una tubería de acero suave. El número de Miller también muestra pues una segunda evaluación que indica el desgaste o disgregación durante el transporte en la tubería; pero esto no es una norma generalizada para todos los materiales.

5.3.5 Flujo hidráulico y turbulento

La hidráulica es la aplicación de práctica de la mecánica de fluidos, generalmente esta se ha desarrollado a lo largo de métodos experimentales o empíricos, de datos y principios de la energía que se aplican a la solución práctica de los problemas de flujos de tuberías, teniendo dos clases de flujos: Flujo Hidráulico o laminar y flujo turbulento.

a) Flujo Hidráulico o Laminar:

En el cual las partículas fluidas se mueven en trayectorias paralelas, formando el conjunto de ellas capas o láminas.

El flujo laminar esta gobernada por la ley que relaciona la tensión cortante con la velocidad de deformación angular, donde la viscosidad del fluido es la magnitud física predominante y su acción amortigua, cualquier tendencia a la turbulencia.

Este concepto es aplicable al transporte de los sólidos dentro de las condiciones del grupo homogéneo reconociendo la gravedad específica y la viscosidad de la mezcla a transportarse.

b) Flujo Turbulento:

Se da cuando las partículas fluidas- sólidas se mueven en forma desordenada en todas direcciones siendo imposible reconocer la trayectoria de las partículas sólidas individualmente; en este flujo los granulos gruesos con una gravedad específica mayor que el agua tienden a fijarse y con una velocidad de fijamiento directamente proporcional a la gravedad específica y al tamaño de las partículas.

Sin embargo, para transportar sólidos debemos tener un flujo turbulento que en condiciones laminares permite el transporte. Ya que la tubulencia arremolina las partículas ayudándolas a mantenerse en suspensión.

5.3.6 Número de reynolds (Re)

Para el transporte de sólidos o agua en el cual necesitamos la transición del flujo laminar al turbulento, esta indicada por un parámetro adimensional llamado número de Reynold.

Se define como la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas debidas a la viscosidad .

$$\text{Re} = \frac{\text{Fuerzas de inercia}}{\text{Fuerzas debido a la viscosidad}}$$

Si:

$$\text{Re} > 2,300$$

(Flujo Turbulento)

$$\text{Re} < 2,300$$

(Flujo Laminar)

5.3.7 Viscosidad (μ)

En los fluidos la deformación aumenta constantemente bajo la acción del esfuerzo cortante por pequeño que este sea. Se define viscosidad como la resistencia del fluido a las fuerzas cortantes.

El nivel de viscosidad es de gran ayuda para mantener los sólidos en suspensión antes de ser penalizado por el incremento de la resistencia a un flujo mas alto que el agua. Todos los sólidos están suspendidos por un flujo turbulento, por la gradiente de sus velocidades, y esto equivale a tener un liquido de una densidad equivalente al de la mezcla.

Las mezclas heterogéneas operan sobre la velocidad crítica a la cual los sólidos tienden a fijarse en la tubería.

5.3.8 Resistencia al Flujo

Los flujos de agua en tuberías dan siempre una pérdida de carga por fricción a lo largo de la tubería. En un flujo laminar la velocidad uniforme que lleva hace que la fricción sea casi nula, y desde una altura conveniente estos fluyen fácilmente.

En un flujo turbulento una gran presión de carga se necesita para generar los remolinos de turbulencia que se activarán mas con las altas velocidades del flujo.

5.3.8.1 Métodos usados para determinar la carga por fricción en el transporte de pulpas por tuberías

La pérdida de carga de un flujo sólido-liquido tiene un comportamiento diferente al de un fluido puro, y esta diferencia esta en función de la concentración, el tipo de las partículas y las velocidades de flujo.

El aumento de la concentración de la mezcla indica un aumento de la pérdida de carga. El aumento de velocidad homogeniza la suspensión.

Si la velocidad disminuye el proceso de sedimentación provoca un aumento de la pérdida de carga de la mezcla.

La forma práctica de correlación de la pérdida de carga de las mezclas para problemas de transporte de sólidos en tuberías ha sido definida por HAZEN WILLIAMS expresada como sigue:

$$\text{donde} \quad : \quad hf = f \frac{L}{D} \times \frac{V^2}{2G}$$

- hf : Perdida de carga para el agua.
- f : Factor de fricción experimental.
- L : Longitud de la tubería (incluyendo equivalente por accesorios).
- D : Diámetro de la tubería (interno).
- v : Velocidad del flujo.
- G : Aceleración de la gravedad.
- Q : Caudal o gasto.
- A : Area de la sección.

$$Q = vA = v (\pi D^2/4) \dots \text{Ec. de continuidad}$$

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Reemplazando:

$$hf = 0.0827 f \frac{L Q^2}{D^5}$$

$$hf = C \times L \frac{Q^2}{D^5}$$

Reemplazando con los datos experimentales la ecuación anterior de Hazen Williams quedara como sigue:

$$hf = 10.666 \frac{L Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.8655}} \dots \dots \dots (*)$$

donde C es el factor de fricción de Hazen Williams

h_f pérdida de presión debida a fricción en pies de líquido.

Los valores de "C" de la formula de Hazen Williams mas comunes son 100 y 140 que son generalmente usados en el transporte de agua potable. En la ingeniería del transporte de sólidos en tuberías estas tienen normalmente una alta evaluación de "C".

5.3.8.2 Velocidad límite del flujo.

Este es un parámetro básico que determina el rendimiento y la seguridad del movimiento de la mezcla.

La velocidad limite del flujo es la velocidad a la cual se empieza a observar una deposición de particulas en el fondo de la tubería por periodos importantes (formación de dunas móviles) en otras palabras es la velocidad por debajo de la cual toda turbulencia es amortiguada por la acción de la viscosidad del fluido.

Este es un parámetro muy importante para el diseño del transporte de sólidos en tubería y se debe tener en cuenta dos consideraciones importantes:

- a) Que esta debe producir la suficiente turbulencia para mantener las particulas sólidas en suspensión.
- b) Debe ser la minima para evitar fricciones y atoros en la tubería.

Como se sabe estas mezclas tienen una viscosidad que decrece dependiendo del radio y del esfuerzo de corte. Las mezclas pseudo-homogéneas son capaces de proveer la suficiente turbulencia para suspender las partículas sólidas a una relativa velocidad de flujo bastante baja.

Analizando el fundamento teórico de la velocidad límite, se determina que sobre una partícula en un flujo turbulento actúan tres fuerzas principales:

1. Fuerza gravitacional.
2. Fuerza de flotación.
3. Fuerza de frotamiento

Para calcular la velocidad límite utilizaremos la fórmula de STEEL.

Fórmula de STEEL:

$$V_L = F_L [2G \theta (G_s - 1)]^{0.5}$$

donde:

- V_L = velocidad límite (m/seg)
- F_L = Cte. adimensional depende de la concentración de partículas.
- θ = Diámetro de la partícula (m).
- G_s = Gravedad específica de los sólidos.

La velocidad límite se obtiene para cada malla.

Esta fórmula es una derivación teniendo en cuenta que la partícula dentro del tubo esta en caída libre donde:

$$V = (2 G H)^{0.5}$$

Siendo **H** la distancia de la caída en este caso el diámetro "D" de la tubería.

Por lo tanto trabajar con flujos por debajo de la velocidad limite es muy inconveniente, tanto por el aumento de las perdidas de carga al disminuir el área del flujo, como por el riesgo de la obstrucción total de la tubería.

De lo analizado teóricamente se deduce lo siguiente:

- a) La velocidad limite aumenta con el tamaño de las partículas y en menor grado con la granulometría de la mezcla.
- b) La velocidad limite aumenta con la densidad relativa de las partículas sólidas.
- c) La velocidad limite aumenta con el diámetro de la tubería, para las partículas pequeñas el efecto es menor pero para partículas grandes el efecto es bastante significativo.
- d) La velocidad limite es función del ángulo de inclinación de la pendiente de la tubería.

5.4 PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL MATERIAL A TRANSPORTAR

Se definen cinco propiedades físicas y mecánicas de todo material que se usa en relleno hidráulico.

5.4.1 Porosidad

Es la relación entre el volumen de vacíos y el volumen total del material, entendiéndose como volumen de vacíos aquella parte del volumen total no ocupado por los granos. Si la porosidad se expresa en porcentaje se denomina porcentaje de vacíos a la siguiente relación:

$$\text{Porosidad} = \frac{\text{Volumen de vacíos}}{\text{Volumen total}}$$

5.4.2 Razón de Poros o relación de vacíos (e)

Se define como la relación que existe entre el volumen de vacíos (poros) y el volumen de sólidos. La razón de poros real se determina por la relación siguiente:

$$e = \frac{G_s}{D} [1 + RH] - 1$$

donde:

e = razón de poros

G_s = Gravedad específica de los sólidos

D = Densidad del relleno grs/cc

RH = Relación de humedad

Para el relleno hidráulico los valores de la razón de poros (e) empleados comúnmente en minería varía entre los siguientes valores.

Rellenos	e
Arenosos	0.6 - 0.9
Arenosos- Arcillosos	0.8 - 1.6
Arcillosos	1.5 - 2.6

5.4.3 Contenido de humedad (w)

Esta expresado por:

$$w = \frac{M_a}{M_s} \times 100 = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de sólidos}}$$

5.4.4 Grado de saturación (gs)

Esta definida por:

$$gs = \frac{V_a}{V_v} \times 100 = \frac{\text{Volumen ocupado por el agua}}{\text{Volumen de vacios}}$$

Para las arenas:

CONDICIONES DE LA ARENA	% gs
Seca	0
Ligeramente humeda	1 - 25
Humeda	26 - 50
Muy Humeda	51 - 75
Mojada	76 - 99
Saturada	100

5.4.5 Angulo de fricción interna ϕ y cohesión (C)

La cohesión y la fricción interna son dos variables independientes y fundamentales, en la evaluación de la calidad del relleno a largo plazo.

A. COHESION (C):

Es la atracción existente entre las partículas de un suelo, originada por las fuerzas moleculares y las películas de agua. La cohesión de un relleno variara si cambia su contenido de humedad y el contenido de finos, en las arenas la cohesión es prácticamente nula.

B. FRICCIÓN INTERNA (ϕ):

Es la resistencia al deslizamiento debido a la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas. Depende de la granulometria del mineral, de la forma de las partículas y su densidad, en caso de material fino se tendrá una fricción interna baja.

En otras palabras el ángulo de fricción interna (ϕ) del relleno insitu se determina con el fin de determinar la altura máxima de relleno para que no se produzca posibles fallas o derrumbamientos del relleno.

MATERIAL	CONDICION	
	SUELTA	DENSA
arenas y gravas	33 - 36	45 - 47
arenas medias	30 - 33	40 - 45
arenas finas	26 - 30	32 - 38
arenas limosas	25 - 30	30 - 35

5.5. ANÁLISIS GRANULOMETRICO

Determina la distribución del tamaño de las partículas o granos que constituyen un material y fijan en porcentaje de su peso total, la cantidad de granos de distintos tamaños que contiene.

Se puede afirmar también que el análisis granulométrico consiste en medir y clasificar las partículas integrantes de una mezcla según sus dimensiones.

La fracción muy gruesa consiste en fragmentos de rocas compuestas de uno o mas minerales, pudiendo estas ser angulares redondeados o planos, pueden ser frescos o mostrar signos de alteración, resistentes o deslenables. Esta fracción recibe el nombre genérico de grava.

La fracción gruesa esta formada por granos compuestos por lo general de cuarzo. Los granos pueden ser angulares o redondeados y reciben el nombre de arenas.

En las fracciones finas y muy finas, cada grano esta constituido generalmente de un solo mineral. Las partículas pueden ser angulares, en forma de escamas y ocasionalmente en forma tabular, pero nunca redondeados.

A continuación se presenta los rangos de tamaño en que varían las partículas.

FINAS < 0.075 mm

0.075 mm < arenas < 0.85 mm

0.85 mm < gruesas < 5 mm

5.6. DIÁMETRO EFECTIVO (D10)

Es el tamaño de la partícula que corresponde al 10% del producto mas fino.

5.7. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (CU)

Esta definida como la razón del diámetro de la partícula mas grande que se encuentra en el 60% de la fracción acumulativa (-) de la pulpa (D60%) al diámetro de la partícula de mayor tamaño presente en el 10% de la fracción acumulativa (-) de la pulpa (D10%).

De acuerdo a esta definición la expresión matemática del coeficiente de uniformidad será:

$$CU = \frac{D60\%}{D10\%}$$

Donde:

D60%	Diámetro de la partícula mas grande en el 60% del peso acumulado negativo.
D10%	Diámetro de la partícula mas grande en el 10% del peso acumulado negativo.
PULPA	Relave clasificado que se envía a la mina como relleno estadísticamente se ha llegado a determinar que CU= 5 es lo mas conveniente para el relleno hidráulico.

CU > 5 indica la presencia de una gran cantidad de partículas finas, lo cual impide una adecuada percolación del agua.

CU < 5 se tendrá una baja concentración de partículas finas en la pulpa teniendo una mayor percolación del agua con una tendencia a producir el fenómeno del embudo.

5.8 VELOCIDAD DE PERCOLACIÓN (VP)

Es una medida de la velocidad con que el agua circula la masa granular del relleno (una vez depositado) por acción de la gravedad, de otra manera es una medida indirecta para averiguar que tan rápido el relleno hidráulico pasara del estado de pulpa al de cuerpo granular.

El coeficiente de uniformidad y la velocidad de percolación están relacionados entre sí, guardando una proporcionalidad inversa. Se ha establecido una ecuación matemática que vincula la velocidad de percolación con el D10%.

$$V_p = \left(D_{10\%} \times \frac{6}{100} \right)^2$$

donde: $V_p = \text{cm/hr}$

$D_{10} = \text{micrones}$

De acuerdo a la experiencia efectuada en diferentes minas del país sobre operaciones de relleno hidráulico. Los valores de la velocidad de percolación comprendidos entre 3 cm/hr y 10 cm/hr han dado los mejores resultados.

La velocidad inferior a 3 cm/hr ocasiona una eliminación del agua sumamente lenta demorando el retorno del personal a la labor. Mientras que valores encima de 20 cm/hr da lugar al fenómeno del "embudo", produciéndose la pérdida de una gran cantidad de relleno hacia las galerías.

5.9 TIPO DE BOMBA USADOS EN EL TRANSPORTE HIDRAÚLICO DE SÓLIDOS POR TUBERÍAS

Las bombas empleadas en el transporte hidráulico de sólidos se selecciona teniendo en consideración algunos parámetros entre otros tenemos:

- Abrasidad de la mezcla a ser bombeada.
- Tonelaje de sólidos a transportar por unidad de tiempo.
- Concentración de sólidos en la mezcla.
- Distancia a transportar.
- Diferencia de cota a vencer.

Según lo anterior, los diversos tipos de bombas que se pueden emplear se clasifican en tres grupos:

5.9.1. Bombas Axiales de Torbellino

Estas bombas se emplean en un campo muy reducido de la industria, generalmente mueve caudales muy pequeños, el impulsor o rodete de estas bombas están diseñadas con álabes tipo torbellino, los mismos que están fabricados con un acero especial. Generalmente estas bombas son sumergibles razón por la cual no tienen columna estática de succión.

5.9.2 Bombas Centrífugas

Este tipo de bomba tiene un mayor campo de aplicación dentro de la industria con estas bombas se puede mover grandes caudales de pulpas de baja densidad y vencer alturas de bombeo intermedios. La curva característica (H-Q) de una bomba centrífuga revela que la bomba solo puede alcanzar una altura (presión) máxima que según la ecuación de Euler depende de la forma del rodete.

5.9.3 Bombas de desplazamiento positivo (Bombas de Embolo) o Bombas de volumen

El funcionamiento de las bombas de desplazamiento no se basa en la ecuación de Euler sino en el principio del desplazamiento positivo y se expresa como: "El principio de desplazamiento positivo consiste en el movimiento de un fluido causado por la disminución del volumen de una cámara".

Se cumple en una bomba de desplazamiento positivo:

- a) El órgano intercambiador de energía no tiene necesariamente movimiento alternativo (embolo), sino que puede tener movimiento rotativo (rotor). Sin embargo en las máquinas de desplazamiento positivo tanto alternativas como rotativas, siempre hay una cámara que aumenta el volumen (succión en una bomba) y disminuye de volumen (impulsión) por eso estas máquinas se llaman también bombas volumétricas.
- b) El intercambio de energía del fluido se hace siempre en forma de presión.

- c) Las bombas de desplazamiento positivo (émbolo) no tienen límite de presiones. Para aumentar la presión basta hacer las paredes del embolo de la bomba mas robusta y el motor de acondicionamiento mas potente.

- d) Las bombas de desplazamiento positivo (émbolo) se adaptan solo a caudales limitados para aumentar el caudal de ellas hay que aumentar el tamaño de la máquina porque siendo en estas el flujo pulsatorio, los fenómenos de inercia, impiden aumentar el caudal mediante el aumento de velocidad.

En conclusión:

Las bombas de émbolo se adaptan más a grandes presiones y pequeños caudales y las bombas rotodinámicas (centrifugas y axiales a pequeñas presiones y grandes caudales). Las bombas rotodinámicas son máquinas de mayor número específico de revoluciones (mas rápidas) que las bombas de émbolo.

5.10 SISTEMAS DISPONIBLES PARA EL BOMBEO DE LODOS A ALTAS PRESIONES

Bombas a Piston Duplex

Bombas a Piston Triplex

Bombas de Embolo Buzo

Bombas a piston con carrera de aceite.

Bombas a Piston y diafragma.

Sistema Hidrohoist.

Un factor importante en la selección de una bomba de alta presión para pulpas, es la abradabilidad de la mezcla a ser bombeada. La vida de las piezas desgastables en las bombas de desplazamiento positivo depende de:

- a) Los tamaños de partículas y su distribución de la mezcla.
- b) La concentración de sólidos expresada como porcentaje de sólidos por peso y por volumen.
- c) El contenido de sólidos en gramos por litro.
- d) La velocidad del flujo en las válvulas de succión y descarga.
- e) El número de carreras por minuto de los pistones y de las válvulas.
- f) La velocidad media de los pistones en metros por segundo.
- g) La temperatura del lodo.
- h) El grado de PH.

5.11 CALCULO DEL TAMAÑO DE BOMBA(S) Y RED DE TUBERIAS

Las partes fundamentales del equipo utilizado en el transporte hidráulico de sólidos, generalmente son las siguientes, lógicamente hay elementos complementarios a estos:

- A) Bombas y motores eléctricos.
- B) Tuberías.
- C) Bombas auxiliares.

Para la selección de la(s) bombas(s) requerida(s), se necesita determinar los factores siguientes:

5.11.1 Velocidad de flujo (V)

Se debe de tener en cuenta dos consideraciones importantes para seleccionar la velocidad de flujo:

A) Velocidad crítica de deposición (V^{CD}):

Debe producir la suficiente turbulencia para mantener las partículas sólidas en suspensión, esta velocidad se podrá calcular con la fórmula de DURAN Y CONDOLIOS:

$$V^{CD} = f_1 \sqrt{2 g d (G_s - 1)} \quad \text{Mts/seg}$$

Donde:

- F1 = Factor adimensional, que es función de la concentración de las partículas sólidas en volumen.
- G = Aceleración de la gravedad (9.8 mts/seg)
- D = Diámetro de la tubería en mts.
- G_s = Gravedad específica de los sólidos.

B) Velocidad de mínima pérdida (V_o):

Es aquella que minimiza las pérdidas de carga debido a la fricción. Se calcula con la sgte. ecuación:

$$V_o = 3.43 C_v^{1/3} \sqrt{\left(\frac{G D (G_s - 1)}{\sqrt{C_d}} \right)} \quad \text{mts/seg}$$

Donde:

C_v : Concentración de los sólidos en volúmen.

β : Inclinación de la tubería con respecto a la horizontal.

C_d : Coeficiente de arrastre (0.44)

5.11.2 Diámetro de tubería (D)

De las expresiones anteriores se concluye que la determinación del diámetro es un proceso iterativo, pudiendo hacerse un primer tanteo con la siguiente ecuación:

$$D = \frac{0.0153 P_H^{0.4} C_d^{0.1}}{(C_v \cos \beta)^{0.53} G_s^{0.4} (S-1)^{0.2}}$$

Donde:

P_H = Toneladas por hora de material sólido

D = Diámetro de tubería (mts)

Finalmente el diámetro de la tubería será aquel que permita una velocidad para lo cual:

$$V = (V_{CD} + 0.3) \text{ mts/seg}$$

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Donde:

Q = Caudal de la tubería (m^3/seg)

V = Velocidad del flujo (mts/seg)

5.11.3 Pérdidas de presión

Las pérdidas de presión serán en general debido a los siguientes factores:

A) Pérdida de carga del fluido portante (hf)

El fluido portante generalmente es el agua, según Hazen and Williams tenemos:

$$h_f = f_w \frac{LV^2}{2GD} S \text{ (Mts de agua)}$$

Donde:

f_w = Coeficiente de fricción del agua, obtenida del diagrama de Moody.

L = Longitud de la tubería (mts)

V = Velocidad del flujo (mts/seg)

B) Necesidad de mantener los sólidos en suspensión (hs)

Para un transporte óptimo de la pulpa, es necesario mantener la fase sólida en suspensión, evitando la sedimentación a lo largo de la tubería, y para lograr este propósito debemos de darle a la pulpa una energía adicional:

$$h_s = f_w \left(80 C_v \left(\frac{GD(S_M - 1)^{1.5}}{V^2 C_d^{0.5}} \right) \right) \frac{LV^2}{2GD} S_M \text{ (Mts Agua)}$$

Donde:

$S_M =$ Gravedad específica de la pulpa

$C_d =$ Coeficiente de arrastre, el valor exacto puede determinarse haciendo uso de los monogramas de Adam Zanker, siendo sus valores promedios de 0.44.

C) Al peso de la columna de la pulpa (hk)

Esta dado por:

$$hw = L S_m (mts h_2o)$$

5.12 TUBERIAS - ESPECIFICACIONES TECNICAS

La tubería es el conducto por el cual circulará la pulpa desde la planta de bombeo hacia la mina.

5.12.1 Tubería fija

Es la que compone la(s) línea(s) principal(es) del circuito del relleno hidráulica desde la salida de la bomba hasta los tajeos.

La tubería de 6" de diámetro, sch 80 costura y con los extremos biselados la que se utilizará con soldadura, de acero de la especificación ASTM A53 grado B o A501 la presión de trabajo máxima es de 1250 lbs/pulg² en longitudes normales de 6.10 m.

La tubería de 5" de diámetro sch 80 de acero, sin costura y con los extremos biselados para la unión vitáutica tipo 99, la que se utilizará con soldadura al igual que la tubería de 6".

5.12.2 Tubería flexible

En el tajeo mismo, conviene que la tubería de llegada de relleno sea flexible sobre los últimos metros, dependiendo del largo de las dimensiones del tajeo.

Este elemento flexible permite además de su buena maniobrabilidad, en el curso del relleno del tajeo, desplazar el punto de llegada y mejorar así su cohesión, para que cada punto del tajeo sea lugar de sedimentación de gruesos y finos. La tubería de polietileno se usa en las líneas de distribución del relleno en los tajeos siendo la presión máxima de trabajo de 15 kg/cm².

CAPITULO VI

ESTUDIO DEL SISTEMA ACTUAL

6.1 PROBLEMAS PLANTEADOS

El R/H llega a los tajos de cotas superiores de nv 1750 con una densidad máxima promedio [1.239 - 1.346] t/m^3 .

El agua en exceso drena los finos requiriendo mantenimiento de las cunetas.

Las bombas Mars 1 y 2 por no tener sistema de alarma podrían acercarse al límite de sus capacidad y se presentarían paradas imprevistas.

Por el problema de percolación del agua es necesario el uso de equipo adicional como las bombas sumergibles "flyght" y las neumáticas para la evacuación del agua sobrante.

No se rellenan los tajeos con celeridad necesaria y hay demasiada agua a percolar por lo que un tajo no puede ser minado simultáneamente perjudicando el ciclo de minado.

6.2 NECESIDADES EXISTENTES

Las necesidades de relleno hidráulica para los próximos tres años son:

Año	1995	1996	1997
Total m ³	262,834	264,500	262,834

Los cuales hacen un total de 790,168 m³, de los cuales el 80% de estas necesidades se sitúan por encima del nivel 1750 para ello el relleno deberá conducirse a mina a razón de 750 m³/día.

Además se necesita bombear R/H con una densidad promedio del orden de 1.72 t/m³ con un porcentaje de sólidos (%S) de 65%.

La necesidad de cumplir con el programa de producción de los próximos años llevando el relleno en m³ necesario a las áreas de explotación.

AÑO	1995	1996	1997
ZONA SUR	12,133	53,333	88,000
ALFONSO	17,167	17,333	18,500
S.V. NORTE	80,167	88,667	96,167
S.V. TECHO	152,667	105,167	60,167
TOTAL m ³	264,834	264,500	262,834

El relave total de planta, así como el relave disponible para la mina en los mismos años es:

AÑOS	1995	1996	1997
Relave General (t)	676,504	681,353	668,997
RLV relleno (t)	507,378	511,015	501,748
RLV relleno (m ³)	286,654	288,709	283,473

Se concluye que la disponibilidad de relave para relleno en m³ excede en sólo 13% las necesidades de R/H para los tajos de la mina, por lo que es importante contar con un sistema de relleno hidráulico que asegure el cumplimiento de estas metas.

6.3 ESPECIFICACIONES DEL RELAVE SELECCIONADO

6.3.1 Análisis Granulométrico

Se efectuó el análisis granulométrico de los productos del hidrociclón KREBS. (ver cuadro analisis granulometrico).

6.3.2 Gravedad Específica de sólidos (Gs)

Tomándose un muestreo en los puntos de alimentación, descarga y rebose el estudio dio como resultado los siguientes promedios:

Gs Alimentación	:	2.875
Gs Descarga	:	2.846
Gs Rebose	:	2.842

6.3.3 % Sólidos en Peso.

Parámetro importante para determinar las características de peso en la pulpa de alimentación, descarga y rebose. Se ha calculado con la siguiente relación:

$$\% Sp = 100 \times \frac{Gs [Gp - 1.0]}{Gs [Gs - 1.0]}$$

Alimentación	% Sp = 20
Descarga	% Sp = 40
Rebose	% Sp = 9

6.3.4 % Sólidos en volumen.

Parámetro importante para determinar las características de volúmenes de pulpa en al alimentación, descarga y rebose. Se ha calculado con la siguiente relación:

$$\% Sv = 100 \times \frac{[Gp - 1]}{[Gp - 1]}$$

Entonces tendremos:

Alimentación	% Sv = 7.9%
Descarga	% Sv = 10.02%
Rebose	% Sv = 3.37%

6.3.5 Densidad de pulpa o Gravedad específica Pulpa (Gp).

Para la determinación de la densidad de pulpa se utilizó un DENSIMETRO de un litro de capacidad y de lecturas directas, se ha considerado un muestreo en los puntos de alimentación descarga y rebose, habiéndose efectuado un compósito de muestras.

El estudio dio como resultado los siguientes promedios:

Densidad Alimentación	: 1.15 kg/lit
Densidad descargada	: 1.35 kg/lit
Densidad rebose	: 1.062 kg/lit

6.3.6 Galones por minuto de Pulpa (GPM)

Considerando el muestreo en los puntos de alimentación descarga y rebose, se ha tomado un número representativo de muestras para cada caso, habiéndose llegado a los siguientes parámetros.

6.3.7 Tonclaje por día (TPD)

Alimentación	: 1,970.67 TMS
Descarga	: 1,415.68 TMS
Rebose	: 555.00 TMS

Luego teniendo los datos de gravedad específica de pulpa y % SP utilizaremos la relación:

$$\text{GPM [pulpa]} = \frac{18.347277 \times \text{TPD}}{\text{Gp} \times \% \text{ SP}}$$

Entonces se obtendrá:

GMP de pulpa de alimentación	: 1,572
GMP de pulpa de descarga	: 481
GMP de pulpa en rebose	: 1,091

6.3.8 Forma, tamaño y Dureza

Como resultado del estudio microscópico de muestras del relave efectuado se observa que los minerales se presentan con forma angulares, sub-angulares y sub-redondeadas.

Predominando las partículas angulares lo cual ocasionará problemas de abrasividad en las tuberías, el tamaño varía en un rango de 30 a 200 micrones y la dureza varía en un rango de 3.5 a 6.5 de la escala de Mohs, considerado como dureza media.

6.3.9 Coefficiente de Uniformidad

El coeficiente de uniformidad está definido como la razón del diámetro de la partícula más grande que se encuentra en el 60% de fracción acumulativa (-) del relave (D60), al diámetro de la partícula de mayor tamaño presente en el 10% de la fracción acumulativa (-) del relave (D10).

De acuerdo con esta definición la expresión matemática del coeficiente de uniformidad será:

$$CU = \frac{D60}{D10}$$

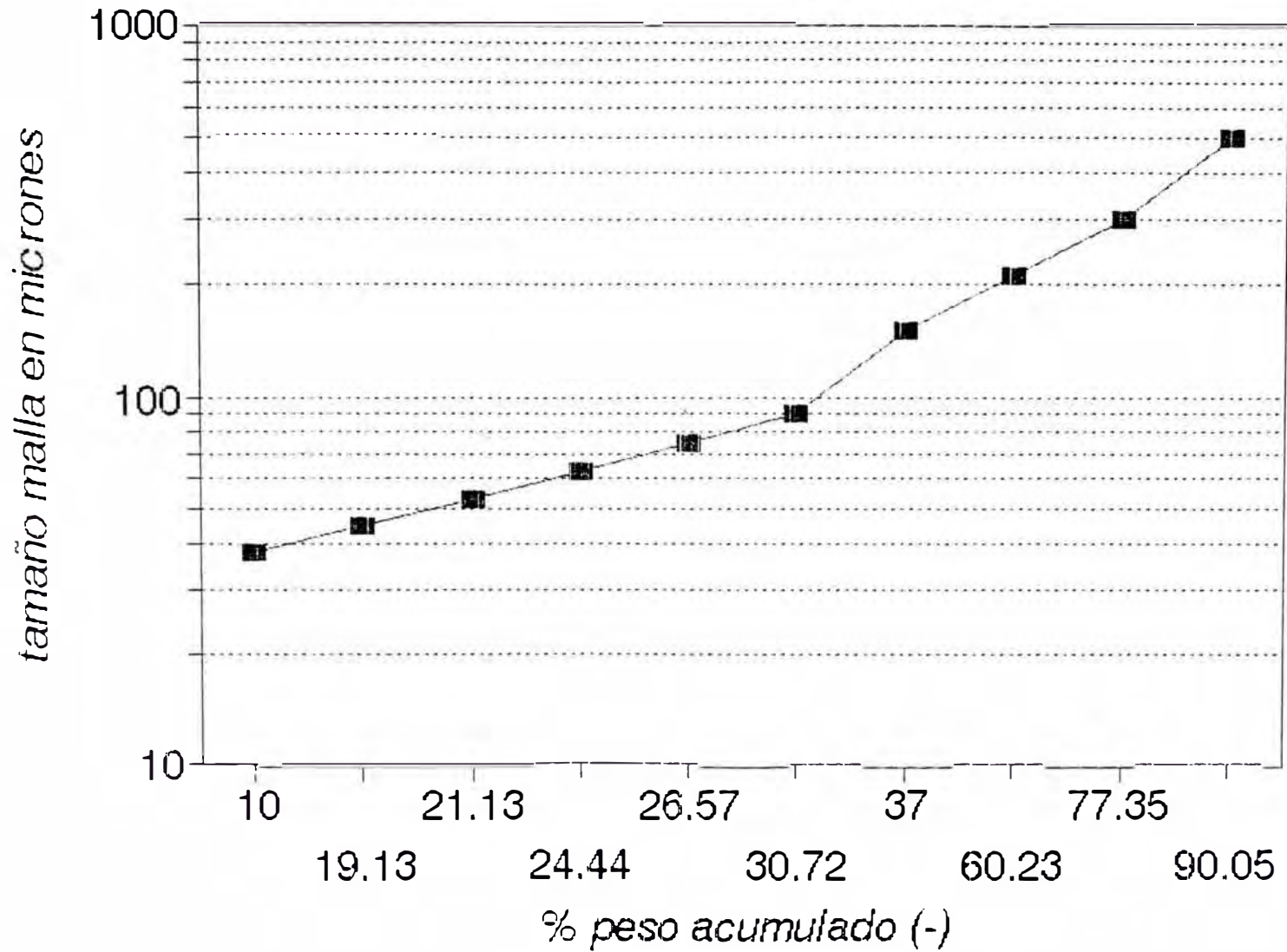
Obteniendo la siguiente tabla:

TIPO DE RELAVE	CU
Relave General	4.0
Relave Clasificado	5.9

ANALISIS GRANULOMETRICO
DEL SISTEMA DE HIDROCICLONES
KREBS

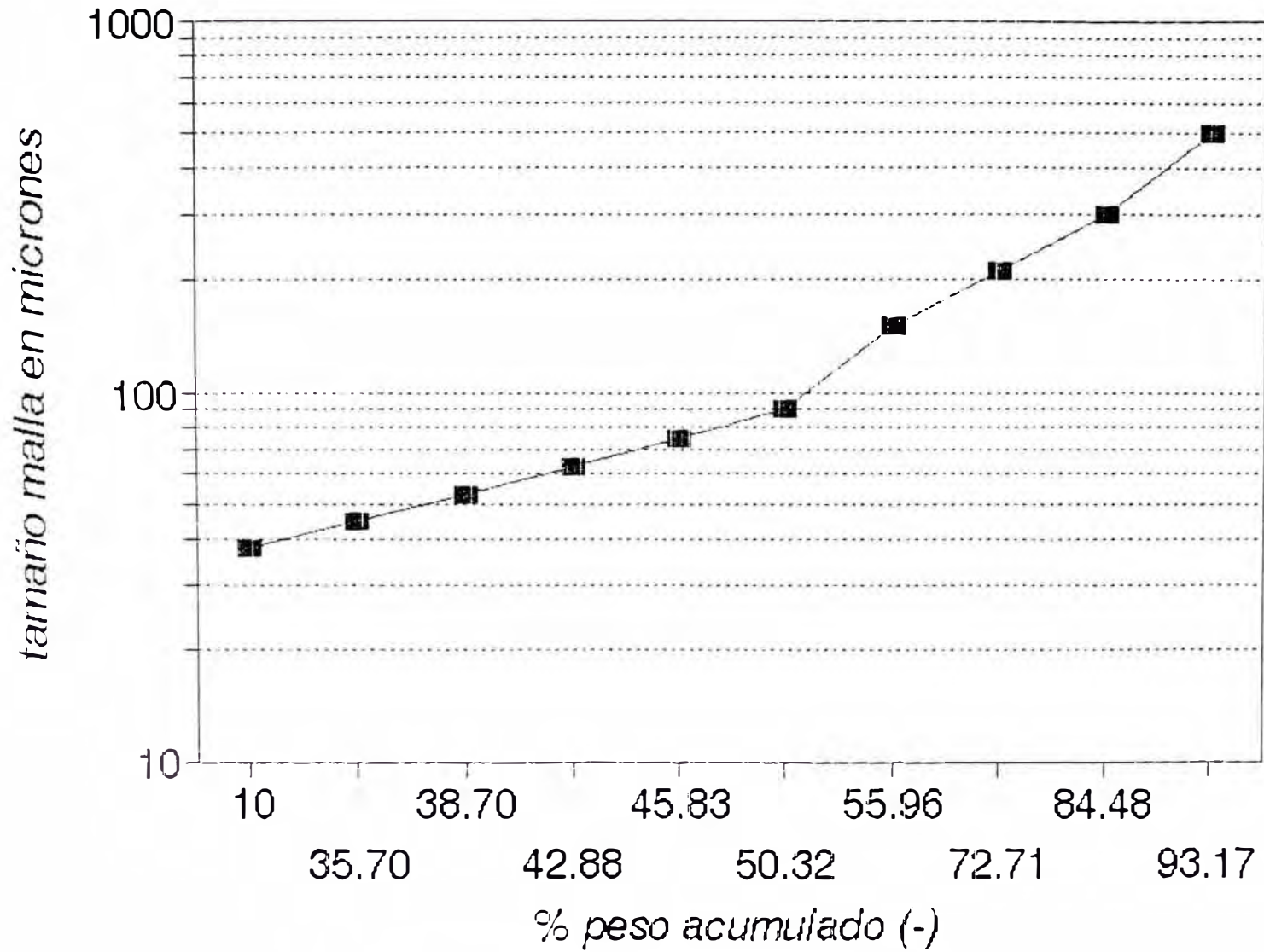
MALLA		RELAVE GENERAL			UNDER FLOW			OVER FLOW		
A.S.T.	abertura micrones	% PESO	% (+)	% (-)	% PESO	% (+)	% (-)	% PESO	% (+)	% (-)
35	500	2.19	2.19	97.81	3.19	3.19	96.81	0.00	0.00	100
50	300	4.44	6.83	93.17	6.76	9.95	90.05	0.00	0.00	100
70	212	8.69	12.52	84.48	12.70	22.65	77.35	0.02	0.02	99.98
100	150	11.76	27.29	72.71	17.13	39.77	60.23	0.00	0.00	99.98
170	90	5.70	44.04	55.96	7.30	63.00	37.00	2.20	2.51	97.49
200	75	5.64	49.68	50.32	6.28	69.28	30.72	4.24	6.74	93.26
230	63	4.50	54.17	45.83	4.15	73.43	26.57	5.25	11.99	88.01
270	53	2.94	57.12	42.88	2.12	75.56	24.44	4.73	16.73	83.27
325	45	4.19	61.30	38.70	3.31	78.87	21.13	6.10	22.83	77.17
400	38	3.00	64.30	35.70	2.00	80.87	19.13	5.20	28.03	71.97
.		35.70	100	-	19.13	100	-	71.97	100	

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD RELAVE GENERAL



—■— curva granulometric

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD RELAVE CLASIFICADO



—■— curva granulometric

El CU relave general es 4.0 esto nos indica la presencia de una baja concentración de partículas finas en el material, la percolación del agua es mayor con tendencia a producirse el fenómeno del "embudo". Para el relave clasificado el CU es 5.9 lo que es idóneo para el estudio.

De acuerdo a experiencias efectuadas en otras minas del país sobre operaciones de R/H, los valores comprendidos entre 5 y 7 han dado los mejores resultados.

El coeficiente de uniformidad es función exclusiva de la granulometría del material del relleno, su determinación se hizo en base a la representación gráficas en un papel semilog de la distribución granulométrica del relave general y el clasificado.

6.3.10 Coeficiente de Permeabilidad

El coeficiente de permeabilidad denominado también velocidad de percolación, fenómeno que consiste en la circulación rápida o lenta de un volumen determinado de agua a través del relleno por unidad de tiempo.

El coeficiente de uniformidad y la velocidad de percolación están relacionadas entre sí, guardando una proporcionalidad inversa.

De todo esto se ha establecido una ecuación matemática que vincula la velocidad de percolación con el D10 cuya expresión es:

$$V_p = \left(D_{10} \times \frac{6}{100} \right)^2 \text{ cms/hora}$$

y obtenemos el cuadro siguiente:

TIPO DE RELAVE	Vp (cms/hora)
Relave General	2.25
Relave Clasificado	4.41

De acuerdo a las experiencias efectuadas en otras minas del país sobre operaciones de relleno hidráulica los valores del coeficiente de permeabilidad comprendidos entre (3 - 10) cms/hr han dado los mejores resultados.

Por lo tanto el relave clasificado presenta un coeficiente de permeabilidad idóneo para el estudio.

Los valores mayores o menores acarrearán perjuicios, la velocidad inferior a 3 cm/hr ocasiona una eliminación de agua sumamente lenta, demorando el retorno del personal a la labor.

Mientras que valores encima de 20 cm/hr, da lugar a la aparición del fenómeno del embudo. Por lo cual se forman pequeños conductos abiertos dentro de la mesa del relleno a través de los cuales fluye la pulpa a gran velocidad.

6.3.11 Razón de Poros

Se denomina razón de poros (e) como la relación del volumen ocupado por los poros (V_p) al volumen ocupado por los sólidos (V_s) en una masa granular, luego:

$$e = \frac{V_p}{V_s}$$

La razón de poros real no se mide directamente hay que calcular en base de la siguiente fórmula:

$$e = \frac{G}{D} (1 + RH) - 1$$

Donde:

- e = razón de poros.
- G = gravedad específica de los sólidos.
- D = densidad del relleno grs/cc
- RH = relación de humedad, peso de agua en relleno/ peso de sólidos en el relleno.

Reemplazando valores tendremos:

$$e = 1.88$$

Para el relleno hidráulico los valores de la razón de poros (e) empleados comúnmente en minería varía entre los siguientes valores:

RELLENOS	e
Arenosos	0.6 - 0.9
Arena - arcillosos	0.8 - 1.6
arcillosos	1.5 - 2.5

6.3.12 Coeficiente de viscosidad

La viscosidad de un fluido representa el valor de fricciones moleculares internas que se oponen a su movimiento.

Su conocimiento es esencial para determinar el comportamiento de dicho fluido cuando esta en movimiento y particularmente la pérdida de carga en las tuberías.

Para el estudio planteado se toma la viscosidad cinemática a 20 grados °C y utilizando las tablas respectivas (mecánica de fluidos) obtenemos:

$$1,007 \times (10)^{-6} \text{ m}^2/\text{seg.}$$

Considerando el gráfico de ajuste (curvas de corrección) de un sistema de bombeo de agua clara a un sistema de bombeo de relaves pulpas y/o mezclas estos nos da 0.985 por lo que se concluye que los cálculos del diseño deben efectuarse usando o utilizando los conceptos de la mecánica de fluidos sin mucho margen de variación con el caso real.

6.4 ESPECIFICACIONES DE LA CAPACIDAD INSTALADA

Los equipos disponibles son:

Un espesor de 65' x 14' de 1500 m³ de capacidad.

Un tanque de cicloneo y espesamiento de 144 m³.

Tres acondicionadores de 15 HP.

Una bomba Mars H-225 con línea de 6 pulgadas de HP.

Dos bombas Mars H-180 c/u con línea de 5 pul. 420 HP.

Los cuales detallamos a continuación:

ESPESADOR DE 65' X 14'	
Motor	9 HP
Amperaje Nominal	12 Amp
Reductor	1740/161
Levante	60 cm.
Volumen	1500 m ³
Capacidad máxima de retención	100t
Time que alcanza max. capacidad	1 hora
Caudales de ingreso	1,500 gpm
Porcentaje de sólidos	20 %
Caudal del underflow	variable
% sólidos underflow	65 %
Caudal del overflow	variable
% sólidos del overflow	1 %

TANQUE DE CICLONEO Y ESPESAMIENTO

Dimensiones	6.8 m de diámetro
Altura parte recta	3.4 m
Altura del cono	1.68 m
2 ciclones	20" diámetro apex.
1 ciclón	15" diámetro apex.
Malla de corte de estos ciclones	325
Capacidad max. de retención	al 80 % es 225 t.

ACONDICIONADORES

	Bomba #1	Bomba #2	Bomba #3
Diámetro	6'	6'	8'
Altura			
Motores (hp)	15	15	15

BOMBAS PRINCIPALES

	Bomba #1	Bomba #2	Bomba #3
Tipo de bomba :	H-180	H-180	H-225
Caudal de trabajo :	90 m ³ /hr	90 m ³ /hr	132 m ³ /hr
Q max posible :	93.42 m ³ /hr	93.42 m ³ /hr	181.02 m ³ /hr
Q min posible :	50.94 m ³ /hr	50.94 m ³ /hr	108.6 m ³ /hr
Presión Máxima :	80 kg/cm ²	80 kg/cm ²	80 kg/cm ²
Motor (HP) :	420	420	600
RPM caudal max :	53	53	37
RPM caudal min :	30	30	30
RPM caudal prom:	53	53	37
Polea motor mm :	330	330	330
Polea bombas mm:	1550	1550	1800

La marca son Mitsubishi MARS PUMPS de fabricación japonesa. Se observa en el cuadro adjunto algunas de las ventajas para el bombeo de relaves en costos como en presiones (kg/cm²) por volumen bombeado (m³/min).

6.5 DIAGRAMA DE COTAS Y DISTANCIAS

La tubería de 6", sch 89, sin costura de la BOMBA MARS H-225 tiene el siguiente recorrido actual.

	Recorrido	Distancia (metros)	Cota
1.	De Bomba Mars (superficie) Bocamina Uncush	150	Nv 1410
2.	Desde bocamina Uncush- Bocamina Uncushito	435	Nv 1455
3.	Altura Bocamina Uncushito	35	Nv 1455

4.	Bocamina Uncushito a ingreso San Judas	605	Nv 1455
5.	Desde San Judas al pie de RB inclinado #4	112	Nv 1455
6.	RB de servicios #4	118	Nv 1455
7.	Desde RB servicios #4 a galería 775	112	Nv 1570
8.	En Gal 775	300	Nv 1570
9.	Cruce Cx 775 - Gal 940 inicio rampa 045	50	Nv 1570
10.	Desde RPA 045 al Nv 1592	115	Nv 1592
11.	Cx 065 NW Nv 1592 al echadero 105	41	Nv 1592
12.	Altura de echadero 105	20	Nv 1592
13.	Continuación Cx 065 NW Gal 160N al pie RB 220	160	Nv 1592
14.	Del RB de Serv 220 al Nv 1709	114	Nv 1709
15.	RB 220 Rampa 255 al Nv 1750	340	Nv 1750
16.	Cruce Gal 255 con Rpa 255 Nv 1750	41	Nv 1750
17.	Gal 255 Nv 1750 a pie	449	Nv 1750
18.	RB serv 715 al Nv 1784	27	Nv 1784
19.	RB 715 hasta la Rpa 725	25	Nv 1789
20.	Rampa 725 al Nv 1792	95	Nv 1792
21.	Chimenea de servicios #2 al Area -9II	75	Nv 1850
22.	Intersección By Pass 255 Sur con B.P. 255N al SVT(18) y A-18	290	Nv 1830
23.	Línea de 6" al SVT (23)		

En general el recorrido de la tub. de relleno de 6":

- 1) Planta al Nv 1570:
 - Bomba Mars #3 a Bocamina (Nv1455)
 - Todo el Nv 1455
 - RB #4 de servicios al Nv 1570
 - Todo el Nv 1570

- 2) Nv 1570 al Nv 1750:
 - Rpa 045 al Nv 1592 y Nv 1592
 - RB 220 de servicios al Nv 1709
 - Rpa 255 al Nv 1750

- 3) Línea de 6" al 9-II:
 - By Pass 255N (Nv 1750)
 - RB #715 al Nv 1780
 - Rpa 725 (Nv 1780 - 1792)
 - Chimenea #2 Nv 1792 al Nv 1850.

- 4) Línea de 6" al A-18 (ALFONSO), SVT (18), SVT (23).

La tubería de 5", sch 80, sin costura de las BOMBAS MARS H-180 tiene el siguiente recorrido actual.

	RECORRIDO	DISTANCIA	COTAS
1.	De Bomba Mars #1 y 2 (superficie) al Nv 1570 sube por el RB #4	2500 m	Nv 1410 Nv 1570
2.	Entra por el Cx 775 sigue por R.P. 940 subiendo por RB 695 hasta la rampa de transferencia.	1460 m	Nv 1570- Nv 1750

3.	De rampa de transferencia al Area - 9II	900 m	Nv 1750- Nv 1850
4.	De la intersección BP 255N y 2553 al SVT (18) Y A-18 (ALFONSO)	290 m	
5.	Línea de 5" al SVT (21)	250 m	
6.	Línea de 5" al SVT (23)	655 m	Nv 1750

TUBERIA DE 6"		
	HORIZONTAL	VERTICAL
Planta al Nv 1570	1380	120
Nv 1570 al Nv 1750	1240	220
Línea 6" al 9-II	120	80
Línea 6" al SVT(18) y A18	445	75
Línea 6" al SVT (23)	595	60
TOTAL	3780	555

TUBERIA DE 5"		
	HORIZONTAL	VERTICAL
Planta al Nv 1570	1380	120
Nv 1570 al Nv 1750	1240	220
Línea 5" al A-13 (sur)	150	--
Línea 5" al BP 255N	840	--
Galería 1055N	60	--
SVT (18) y A-18	250	40
Línea de 5" al SVT (21)	230	20
Línea de 5" al SVT (23)	595	60
TOTAL	4745	460

La disposición general se observan en el plano en vista isometrica de las líneas de relleno hidráulico de la mina San Vicente adjunto.

6.6 TUBERIAS - DESGASTE DE TUBERIAS - PERSONAL

6.6.1 Tuberías

Las redes de instalaciones existentes de tuberías de R/H son:

Longitud de tubería de 6" 3,780 metros Hz y 555 m Vert - Inclínadas.

Longitud de tubería de 5" 4,745 metros Hz y 460 m Vert - Inclínadas.

La planta está ubicada en la cota 1410 mientras que la cota más alta que llegan ambas redes es Nv 1870.

Las bifurcaciones que existen para llegar a los diferentes tajeos se realizan por gravedad y en el interior del tajeo con tuberías de polietileno (PVC) las cuales son más maniobrables.

6.6.2 Desgaste de tuberías

El estudio de desgaste se basó en la medición de espesores de las tuberías de 5" y 6" de diámetro y sus respectivos codos en el nivel 1455.

Tuberías de 6" de diámetro:

Espesor de la tubería nueva 10.97 m.m

Diámetro de tubería 6 5/8"

Fecha de funcionamiento octubre 1992

De acuerdo a mediciones y calculos se obtuvo que el espesor varía entre (5.3 - 8.9) mm como máximo obteniendo un espesor promedio de 7.38 mm.

Horas bombeadas por la tubería 9,758 horas.

Metros cúbicos de relleno bombeado 456,200.

De aquí se obtiene:

desgaste	0.368 mm / 1000 hr de bombeo
	0.0786 mm / 10,000 m ³ bombeados.

En los codos de tuberías:

Espesor de la tubería nueva 9.52 mm.

Diametro de tubería 5.563".

De acuerdo a las mediciones y calculos se consideró un espesor entre (6.1 - 7.9) mm como máximo, obteniendose un espesor promedio a la fecha de 7.3 mm.

Las conclusiones y observaciones que se llegaron son:

Se debe realizar un análisis granulométrico de relleno hidráulico con la finalidad de determinar el porcentaje de finos porque teóricamente debe existir un promedio de 15% para mantener la suspensión de las partículas gruesas.

El mayor desgaste de la tubería se presentan en los codos y/o puntos de quiebre y a la vez en las tuberías cercanas a estos.

Se debe ampliar el radio de giro de los quiebres existentes en la línea de relleno hidráulico.

Cabe resaltar que las mediciones de espesor de las tuberías de relleno se efectuaron con un sensor ultrasónico determinando un error de medición comparado con la medición de pie de rey de 7.75%.

6.6.3 Personal

La compañía minera San Ignacio de Morococha supervisa las operaciones de relleno hidráulico mediante el departamento de Servicios Auxiliares.

El programa de relleno hidráulico se coordina con gerencia de Operaciones, Superintendente de mina, Ingeniería y Servicios Auxiliares dando estos a conocer el plan a superintendencia de Planta Concentradora para las respectivas operaciones de bombeo.

En interior mina se tiene una cuadrilla de 4 operadores, los cuales se encargaran de los respectivos cambios de ruta para la llegada de relleno en los diferentes tajeos programados a rellenar.

En superficie Planta "Estación de Bomba Mars" reciben telefónicamente la orden de arrancar el bombeo lo cual cuenta con personal calificado de 2 operadores.

Cabe resaltar que las operaciones de relleno hidráulico reciben apoyo total de los demás departamentos por darle prioridad la Gerencia de Operaciones.

6.7 PREPARACION DEL TAJEO A RELLENAR

La preparación de un tajeo para recepcionar relleno hidráulico consiste en efectuar determinados trabajos bajo ciertos criterios técnicos, a fin de evitar posibles fugas de relleno.

Instalación de tuberías flexibles de polietileno acopladas a la tubería de hierro que viene de la red troncal al tajeo.

Construcción de diques con material de desmonte.

Tener en consideración la diferencia de cotas del tajeo a rellenar para que drene el agua por gravedad sin perjudicar el ciclo de minado.

Preparar los diferentes cambios en interior mina de la red troncal que viene de planta para desviarlo al tajeo.

6.8 OPERACION DEL RELLENADO

Cuando los trabajos de preparación han sido culminados el personal encargado de recepcionar el relleno solicita a planta de relleno hidráulico a través de la línea telefónica el bombeo primeramente por espacio de 45 min de agua para limpiar la tubería y de paso para chequear la normal llegada al tajeo y si las instalaciones y cambios de línea están bien conectados y no hay fugas se comunica a planta para que suelten la pulpa.

Durante la operación de rellenado el personal tanto en planta como en el tajeo chequean la densidad que está saliendo y llegando respectivamente con el fin de controlar la presión y el porcentaje de sólidos adecuado dependiendo de la cota a la cual se está rellenando.

6.9 EVACUACION DEL AGUA

El volumen de agua que se introduce a mina por el relleno hidráulico es evacuado por gravedad hacia la rampa hasta los niveles inferiores.

Al haber disminuido la densidad del relleno bombeado se introduce más agua a los tajeos.

Por el problema de percolación es necesario el uso de equipo adicional como las bombas sumergibles "flyght" y las neumáticas para la evacuación del agua sobrante, en más de 3 días. Además no se rellenan los tajeos con celeridad necesaria y hay demasiada agua a percolar por lo que un tajo no puede ser minado simultáneamente perjudicando el ciclo de minado.

Las bombas sumergibles flygt son colocadas en la parte de empozamiento de agua y se acopla convenientemente tuberías de polietileno de 4" bombeando el agua captada a chimeneas o niveles inferiores de drenaje, o a planta.

	Caudal agua	dif nivel
BOMBA MARS #3	68 m ³ /hr	Nv1410 - NV1780
Bomba eléctrica FLYGHT	72 m ³ /hr	25 m.
Bomba Neumática	15 gl/min ó 9 m ³ /hr	promedio
Bomba Mars #2	25 m ³ /hr	NV 1410 NV 1780

6.10 PROGRAMAS HISTORICOS DE R/H

Se tienen los programas mensuales de cada año desde 1986 a 1995 de relleno hidráulico (m³) bombeado por las bombas MARS tomando como promedio 22,000 m³/mes, y el grado de cumplimiento de dichos programas, ver cuadros adjuntos.

Asimismo las horas de bombeo mensualmente desde 1992 a 1995 efectuadas por cada una de las líneas existentes, teniendo en cuenta que la línea #1 (H-180) se encuentra en Stand By, como promedio de horas de bombeo a mina se tiene 650 hr/mes. En resumen un cuadro desde el año 1992 a Junio 1995 de los m³ R/H bombeado mensualmente por cada una de las líneas teniendo como conclusión que la línea #3 bombea aproximadamente el 80% de R/H a interior mina con 135 m³/hr, mientras que entre las líneas #1 y #2 bombea al 20% a 90 m³/hr.

Tipo de Bomba	Caudal (m³/hr)	Horas bombeadas
H-225	135	80 %
H-180	90	20 %
Horas bombeadas/mes	650 hr/mes.	
Metros cúbicos/mes	22,000 m ³ /mes.	

6.11 FIJACION DE LA DEMANDA ACTUAL REAL Y FUTURA

Las necesidades de relleno hidráulico actuales aproximadamente son de 22,000 m³/mes.

La demanda futura (m³) para los próximos tres años son:

Años	demanda (m³)
1995	262,834
1996	264,500
1997	262,834
Total	790,168

Lo que hace un total de 790,168 m³ de los 80% se sitúan por encima del nivel 1750.

Para ello el relleno deberá conducirse a razón de 750 m³/día.

La planta produce 880 m³/día de relave para uso de relleno. Se fija la demanda en conducir a la mina la mayor cantidad de relaves producidos en planta y bombear los relaves con una densidad del orden de (1.35 - 1.6) t/m³ con un porcentaje de sólidos (%S) de 41 % como mínimo.

A : Gerencia de Operaciones
DE : Planta Concentradora
Ref : Avance Relleno Hidraulico - Junio 1995
Fecha: 30 de Junio de 1995

RELLENO HIDRAULICO : Junio 1995

D a	Bomba Mars N° 01									Bomba Mars N° 02									Bomba Mars N° 03													
	Hora-Oper.			Densidad			% Sólidos			T.M. Relleno			#3 Relleno			Hora-Oper.			Densidad			% Sólidos			T.M. Relleno			#3 Relleno				
	Hor	Acue.		Hor	Acue.		Hor	Acue.		Hor	Acue.		Hor	Acue.		Hor	Acue.		Hor	Acue.		Hor	Acue.		Hor	Acue.		Hor	Acue.		Hor	Acue.
01	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	19.0	1.280	1.280	34.0	34.0	522.2	522.2	295.0	295.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	12.0	1.280	1.280	34.0	34.0	417.8	940.0	236.0	501.0	9.0	9.0	1.320	1.320	37.7	37.7	676.3	676.3	382.1	382.1		
03	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	1.280	1.280	34.0	34.0	348.2	1.285.2	196.7	727.7	10.0	10.0	1.320	1.320	37.7	37.7	901.7	1.578.0	509.4	891.8		
04	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	9.0	1.280	1.280	34.0	34.0	710.3	1.601.5	177.0	904.7	14.0	14.0	1.320	1.320	37.7	37.7	1.052.0	2.330.0	594.4	1.485.8		
05	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	18.0	1.280	1.280	34.0	34.0	557.1	2.158.5	314.7	1.219.4	2.0	2.0	1.320	1.320	37.7	37.7	150.1	2.780.3	64.8	1.570.8		
06	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	9.0	1.280	1.280	34.0	34.0	313.3	2.471.9	177.0	1.396.4	18.0	18.0	1.320	1.320	37.7	37.7	1.127.2	3.407.5	636.8	2.207.6		
07	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	8.0	1.280	1.280	34.0	34.0	178.5	2.750.4	157.3	1.553.7	16.0	16.0	1.320	1.320	37.7	37.7	1.202.3	5.109.8	679.3	2.886.9		
08	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	1.280	1.280	34.0	34.0	184.1	2.924.5	98.4	1.652.1	14.0	14.0	1.320	1.320	38.6	37.9	1.025.3	6.195.1	413.2	3.590.1		
09	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	9.0	1.280	1.281	35.0	34.1	328.1	3.248.6	183.7	1.835.5	15.0	15.0	1.320	1.321	38.6	38.0	1.162.8	7.357.8	656.8	4.157.0		
10	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	7.0	1.280	1.282	35.0	34.2	192.8	3.562.4	142.8	1.978.5	18.0	18.0	1.320	1.324	38.6	38.1	1.240.3	8.598.2	700.7	4.857.7		
11	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	12.0	1.280	1.282	34.0	34.2	417.8	3.920.2	236.0	2.214.8	8.0	8.0	1.320	1.324	38.6	38.1	620.2	9.218.4	350.4	5.208.1		
12	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	1.280	1.282	34.0	34.2	348.2	4.268.4	196.7	2.411.7	10.0	10.0	1.320	1.325	38.6	38.1	930.2	10.148.6	529.5	5.733.6		
13	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	1.280	1.282	34.0	34.2	348.2	4.616.6	196.7	2.602.6	11.0	11.0	1.320	1.325	38.6	38.1	852.7	11.001.3	481.8	6.215.4		
14	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	1.280	1.281	34.0	34.2	174.1	4.790.7	98.4	2.706.4	19.0	19.0	1.320	1.326	38.6	38.2	1.472.9	12.474.2	832.1	7.047.5		
15	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	1.280	1.282	34.0	34.2	174.1	4.964.8	98.4	2.804.8	19.0	19.0	1.320	1.326	38.6	38.2	1.472.9	13.947.1	832.1	7.879.6		
16	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	10.0	1.280	1.282	34.0	34.2	348.2	5.213.0	196.7	3.001.5	10.0	10.0	1.320	1.326	38.6	38.2	1.007.8	14.954.9	569.4	8.445.0		
17	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	8.0	1.280	1.282	34.0	34.2	308.9	5.521.5	116.0	3.119.5	18.0	18.0	1.320	1.326	38.6	38.2	1.395.4	16.350.3	785.4	9.237.4		
18	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.282	0.0	34.2	0.0	5.521.9	0.0	3.119.5	24.0	237.0	1.320	1.326	38.6	38.2	1.560.5	18.210.8	1.051.1	10.288.5			
19	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.282	0.0	34.2	0.0	5.521.9	0.0	3.119.5	16.0	253.0	1.320	1.326	38.6	38.2	1.240.3	19.451.1	700.7	10.989.2			
20	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.282	0.0	34.2	0.0	5.521.9	0.0	3.119.5	18.0	271.0	1.320	1.326	38.6	38.2	1.395.4	20.846.5	785.4	11.777.6			
21	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	14.0	1.280	1.282	34.0	34.2	497.4	6.009.3	275.4	3.394.5	6.0	277.0	1.320	1.326	38.6	38.2	465.1	21.311.6	262.9	12.040.4		
22	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	8.0	1.280	1.282	34.0	34.2	378.5	6.287.8	157.3	3.552.2	15.0	292.0	1.320	1.326	37.7	38.2	1.127.2	22.438.8	676.8	12.677.2		
23	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	1.280	1.282	34.0	34.2	174.1	6.461.9	98.4	3.650.6	19.0	311.0	1.320	1.326	37.7	38.2	1.427.7	23.866.5	806.6	13.482.6		
24	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	1.280	1.282	34.0	34.2	139.3	6.601.2	78.7	3.725.3	19.0	330.0	1.320	1.326	37.7	38.2	1.427.7	25.294.2	806.6	14.290.4		
25	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0	1.280	1.282	34.0	34.2	208.9	6.810.1	118.0	3.847.3	18.0	348.0	1.320	1.326	37.7	38.2	1.352.6	26.646.8	764.2	15.054.6		
26	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	1.280	1.282	34.0	34.2	69.6	6.979.7	39.3	3.886.6	19.0	367.0	1.320	1.326	37.7	38.2	1.427.7	28.074.5	806.6	15.861.2		
27	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	1.280	1.282	34.0	34.2	174.1	7.053.8	98.4	3.985.0	18.0	385.0	1.320	1.326	37.7	38.2	1.352.6	29.427.1	764.2	16.625.4		
28	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	8.0	1.280	1.282	34.0	34.2	278.5	7.332.3	157.3	4.142.3	13.0	398.0	1.320	1.326	37.7	38.2	976.9	30.404.0	551.9	17.177.3		
29	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	16.0	1.280	1.282	34.0	34.2	557.1	7.889.4	314.7	4.457.0	7.0	405.0	1.310	1.326	38.6	38.2	509.6	30.913.6	287.9	17.465.2		
30	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	1.280	1.282	34.0	34.2	174.1	8.063.5	98.4	4.555.4	16.0	421.0	1.300	1.325	35.9	38.1	1.127.5	32.041.1	637.0	18.102.2		

TMS. TOTAL RELL. : 40104.6 TMS
TMS. DISPONIBLE : 42796 TMS
% UTILIZ. RELAVE : 93.71 %
MS TOTAL RELL. : 22657.6 MS

RELEND HIDRAULICO Y MECANICO Factor: 50.56%

=====

	Ene 95	Feb 95	Mar 95	Abr 95	May 95	Jun 95	Jul 95	Ago 95	Set 95	Oct 95	Nov 95	Dic 95	Total 95	ENE-JUN	JUL-DIC	
RELEND HIDRAULICO (m3)	22,028	19,920	22,845	21,584	21,012	22,858	20,560	22,174	22,041	21,992	21,170	19,577	257,561	130,046.6	127,514.6	
- San Vicente	22.7%	22,028	19,920	22,845	21,584	21,012	22,858	4,667	5,034	5,003	4,552	4,606	4,444	158,952	130,046.6	28,945.5
- Alfonso	77.3%	0	0	0	0	0	15,693	17,141	17,038	17,000	16,365	15,133	95,569	0.0	98,569.9	
H 180 (en m3)	44%	4,750.0	5,705.1	7,317.0	5,570.6	7,070.0	4,555.4	5,046.3	9,758.6	5,698.1	5,676.5	5,314.9	5,613.7	51,072.8	34,956.3	56,106.5
H 225 (en m3)	56%	17,277.8	14,211.4	15,533.2	15,913.6	13,942.1	15,102.2	11,513.4	12,417.5	12,347.1	12,316.0	11,655.4	10,962.9	166,488.6	95,080.3	71,408.3
m3/hr																
HOURS DE BOMBEO	31.5	644.0	585.0	673.0	658.0	625.0	705.4	720.7	758.2	754.5	726.3	671.6	5,162.7	3,506.0	4,374.7	
55% H 180 (hrs)	20.1	235.0	269.0	335.0	299.0	346.0	224.0	450.1	485.4	482.5	481.4	426.5	4,453.4	1,782.0	2,792.4	
45% H 225 (hrs)	45.1	409.0	316.0	338.0	359.0	404.0	255.3	275.3	273.7	273.1	262.9	245.1	3,669.3	2,166.0	1,563.3	
RELL.MEC. SAN VICENTE	3,935	5,829	7,161	6,978	4,294	4,585	4194	4146	3740	3970	4638	3591	61,063	36,782.0	24,281.0	
RELL.MEC. ALFONSO	0	0	0	0	0	0	1456	2955	3469	3278	2765	3549	17,540	0.0	17,540.0	
TOT.RELEND MECANICO (m3)	3,935	5,829	7,161	6,978	4,294	4,585	5,650	7,101	7,209	7,248	7,403	7,140	78,603	36,782.0	41,821.0	

RELLENO HIDRAULICO (M3) BOMBAS MARS

MES											programa	grado de
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1995	cumplimien
ENERO	9,654	17,184	15,538	26,525	20,274	25,703	21,724	22,258	22,432	22,027	23,667	93,00%
FEBRERO	6,071	20,637	12,111	23,796	13,742	15,824	18,661	16,953	20,252	19,919	21,800	91,00%
MARZO	11,632	21,982	11,407	22,904	18,530	18,858	21,444	17,785	23,484	22,845	24,500	93,00%
ABRIL	8,865	20,568	10,192	18,856	20,779	21,462	19,953	20,675	22,238	21,584	20,968	103,00%
MAYO	13,947	12,341	8,653	24,130	14,832	20,750	22,269	19,881	23,103	21,012	23,467	90,00%
JUNIO	15,222	16,339	11,392	19,571	18,555	20,775	21,318	23,120	22,091		22,633	
JULIO	18,418	13,705	12,370	9,869	7,090	7,817	20,888	20,060	22,330		21,800	
AGOSTO	21,020	17,647	11,037	10,084	9,979	19,267	22,452	22,648	21,216		23,467	
SEPTIEMBRE	18,639	11,537	13,770	21,694	14,437	19,484	21,154	24,615	20,971		23,267	
OCTUBRE	19,818	11,797	31,506	15,436	0,000	21,141	22,047	23,797	21,136		23,267	
NOVIEMBRE	21,303	1,443	30,342	13,736	10,219	20,227	21,185	23,416	20,132		22,333	
DICIEMBRE	20,417	9,349	43,527	13,687	17,460	19,309	21,344	22,057	19,470		20,667	
TOTAL	185,026	174,529	211,845	220,288	165,897	230,617	254,439	257,265	258,855	107,387	271,836	40,00%

HORAS DE BOMBEO BOMBAS MARS

MES	1992				1993				1994			
	BM1	BM2	BM3	TOTAL	BM1	BM2	BM3	TOTAL	BM1	BM2	BM3	TOTAL
ENERO	455	336	234,5	1025,5	99,5	69	344	512,5	241	0	404	645
FEBRERO	405	244	183	832	70	155	219	444	162	0	384	546
MARZO	419	354	246	1019	185	91	215	491	221	0	450	671
ABRIL	340	156	286	782	257	0	283	540	210	91	366	667
MAYO	180	47	334	561	159	0	324	483	0	221	407	628
JUNIO	206	92	291	589	94	50	404	548	0	275	340	615
JULIO	78	228	231	537	155	8	330	493	168	78	392	638
AGOSTO	59	368	251,5	678,5	237	16	346	599	0	376	275	651
SEPTIEMBRE	28	352	238,5	618,5	157	0	456	623	71	168	387	626
OCTUBRE	334	241,5	162	737,5	158	0	460	618	216	0	406	616
NOVIEMBRE	197,5	194	239,5	631	80	0	474	554	231	0	364	595
DICIEMBRE	28	215	285	528	203	0	415	618	228	0	339	567
TOTAL	2729,5	2827,5	2982	8539	1864,5	389	4270	6523,5	1748	1209	4508	7465

RELLENO HIDRAULICO (M3)

MES	1992				1993				1994			
	BM1	BM2	BM3	TOTAL	BM1	BM2	BM3	TOTAL	BM1	BM2	BM3	TOTAL
ENERO	7,738	5,706	8,279	21,723	2,559	1,543	18,155	22,257	4,074	0	18,357	22,431
FEBRERO	7,115	4,275	7,270	18,660	1,860	3,703	11,389	16,952	2,726	0	17,525	20,251
MARZO	7,024	5,959	8,459	21,442	4,352	2,257	11,175	17,784	3,525	0	19,958	23,483
ABRIL	6,014	2,457	11,480	19,951	5,960	0	14,714	20,674	3,578	1,974	16,685	22,237
MAYO	5,066	1,278	15,924	22,268	3,820	0	16,06	19,880	0	5,119	17,983	23,102
JUNIO	5,430	2,490	13,396	21,316	1,858	974	20,287	23,119	0	6,562	15,535	22,097
JULIO	2,009	7,394	11,484	20,887	3,223	202	16,634	20,06	2,845	1,829	17,656	22,330
AGOSTO	1,661	9,394	11,396	22,451	4,834	388	17,424	22,646	0	8,693	12,522	21,215
SEPTIEMBRE	657	9,310	11,185	21,160	3,072	0	21,542	24,614	1,392	3,581	15,997	20,970
OCTUBRE	8,047	5,704	8,294	22,045	2,648	0	21,148	23,796	3,030	1,393	16,717	21,140
NOVIEMBRE	4,678	4,575	11,931	21,184	1,382	0	22,037	23,419	4,549	0	15,581	20,130
DICIEMBRE	722	5,675	14,945	21,344	3,539	0	18,524	22,063	4,524	0	14,946	19,472
TOTAL	56,167	64,224	134,049	254,440	39,107	9,068	209,089	257,264	30,243	29,151	199,464	258,858

CAPITULO VII

TAMAÑO Y LOCALIDAD DEL PROYECTO

7.1 JUSTIFICACION DEL DISEÑO DE LA CAPACIDAD INSTALADA

Se debe diseñar un sistema de bombeo para conducir el relleno a mayor distancia y a una mayor cota, con alta densidad para cubrir las necesidades programadas de la operación de corto y mediano plazo.

Para lo cual se debe proyectar en Planta concentradora las instalaciones necesarias que permitan elevar la densidad. Diseñar en interior de mina una estación de rebombeo.

Se deberá instalar un sistema de alarma y apagado automático.

Por una parada intempestiva de la bomba en interior mina para apagar inmediatamente la bomba en planta y evitar así derrames excesivos de relleno.

Se justifica el diseño por la prolongación de la vida útil de la cocha de relaves existentes con el fin de aprovechar al máximo su capacidad, del mismo modo durante el funcionamiento del nuevo sistema evaluar la necesidad de instalaciones para controlar salida de finos a la cancha de relaves. Otro criterio es la optimización de la Bomba Mars H-225 y el diseño de obras complementarias para el manejo apropiado de los relaves dentro de la mina.

7.2 LOCALIZACION Y NECESIDADES DE LAS ZONAS A RELLENAR

La estación de rebombeo estará ubicada en la rampa 255 a 15m del inicio de la rampa 105, cota 1711 msnm. Las zonas a rellenar se han desplazado más al Norte además incrementándose también la cabeza estática respecto al nivel de la planta de bombeo ubicada en el nivel 1410.

Las necesidades de relleno (ver cuadro) en m³ a las zonas de explotación se sitúan en un 80% por encima del nivel 1750.

	95	96	97
ZONA SUR	12,133	53,333	88,000
ALFONSO	17,167	17,333	18,500
S.V. NORTE	80,167	88,667	96,167
S.V. TECHO	152,667	105,167	60,167
TOTAL m ³	262,834	264,500	262,834

Area 23 "SVT" coordenada 1780 hasta nivel 1830

Area 24 "ALFONSO" coordenada 1430 hasta nivel 1830

Area 24 "FUTURO" hasta nivel 1830

Area 18 "JESUS" coordenada 1430 hasta nivel 1830

Area 23 coordenada 1780 hasta nivel 1750

7.3 PRODUCCION DE LAS BOMBAS EN LOS SISTEMAS PROPUESTOS

Se producen 2000 l/día de relave de los cuales una vez separados los finos sirven para relleno 1500 l/día, que pueden rellenar 880 m³/día.

Los sistemas propuestos son:

- En planta BOMBA MARS H-180 enseriada con otra instalada en interior mina BOMBA MARS H-180.
- En planta MARS H-225 enseriado con BOMBA MARS H-180, instalado esta última en interior mina.
- En Planta un sistema tal como funcionamiento actualmente la bomba MARS 225.
- En los últimos sistemas podrían ser usados como Stand By.

Además el relleno será bombeado desde esta estación de relleno a cualquier lugar de la mina hacia los puntos más lejanos, que existen actualmente con una densidad del orden del (1.5 -1.717) kg/lit y al funcionar la bomba MARS H-180 de planta enseriada en interior mina se llevara 59 m³/hora de relleno teniendo un consumo de 7.9 kw/m³.

El funcionamiento de cada sistema propuesto seria:

SISTEMA	1	2	3
EN PLANTA	MARS H-180 CON MARS H-180	MARS H-225 CON MARS H-180	MARS H-225
EN MINA			
CAUDALES M3/HR	113	90 - 132	152
VELOCIDAD	47 rpm	37.4 - 53 rpm	37.5 rpm

Vol Max Rellenado	1416 m ³ /día	>2000 m ³ /día	1032 m ³ /día
Agua ingresa en m ³ /hr	54	108	109
Consumo energía nominal Kw-hr/m ³	7.9	3.0 - 7.0	7.85
Densidad Pulpa en kg/lt	1.718	2.00	1.343
Presión bomba en kg/cm ²	76 - 80	50 - 80	80

7.4 RUTA SELECCIONADA A SER EVALUADA TECNICA Y ECONOMICAMENTE

Para llevar el relave seleccionado de la planta concentradora a las labores interiores mina con cotas más altas mediante el transporte por tuberías se realizó el estudio de la ruta viable teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- La topografía del yacimiento.
- Estado actual de labores mineras.
- Red troncal actual de relleno hidráulico.
- Longitud total de la nueva red.
- Pérdidas de presión total del sistema.
- Proyectos complementarios.
- Debido al desnivel que existe entre la planta concentradora y los tajeos a rellenar es posible mediante una sub-estación de bombeo que se ubicará en el Nv 1709.

**CUADRO COMPARATIVO CON LAS VENTAJAS EFECTIVAS
DEL PROYECTO PROPUESTO**

SISTEMA ACTUAL	SISTEMA PROPUESTO	PARAMETROS
[1.239 - 1.346]	[1.7 - 1.72]	Densidad (t/m ³)
[104 - 117] BM3 [73 - 78] BM2-BM1	54 m ³ /hr	Agua (m ³ /hr)
[30 - 40]	[60 - 65]	% sólidos en peso
[29 - 50] BM3 [20 - 28] BM2-BM1	59 m ³ /hr	Relleno (m ³ /hr)
[7.69 - 15.1] BM3 [8.46 - 14.76]	[7,81 - 8.64]	Energía (kw/m ³)
[7.43 - 12.96] BM3 [8,98 - 12.98] BM2	[8.10 - 8.28]	Consumo (Potencia max/m ³ relleno)
0.5825	0.3879	Costo \$/TMS

CAPITULO VIII

INGENIERIA DEL PROYECTO

8.1 ESPECIFICACIONES GENERALES DEL SISTEMA PROPUESTO

Para elaborar el problema planteado, coherentemente con las bases de diseño hay que elegir el equipo de bombeo adecuado y el resto de obras como tanques de almacenamiento del relave tanto en planta como en mina instalacion de tuberias instalaciones eléctricas, acondicionadores, bombas auxiliares, se deberá ceñir a los requerimientos de dicho equipo de bombeo. Teniendo en cuenta lo anteriormente dicho, se deben conseguir los resultados deseados utilizando el equipo existente, el proyecto propone llevar una bomba H-180 a interior mina para enseriarla con la planta, optimizando su uso a pesar de los inconvenientes técnicos sobre las necesidades de producción.

Los sistemas propuestos son:

- * Un sistema principal compuesto por las dos Bombas MARS H-180 enseriadas una en planta y la otra en interior mina.

- * Un primer sistema stand by conformado por la bomba H-225 enseriado con la bomba MARS H-180.

Un segundo sistema stand by con la bomba Mars H-225.

8.2 DISTRIBUCION EN INTERIOR MINA

Para el sistema principal de bombeo propuesto será necesario construir un tanque de almacenamiento de 324 m³ en los cuales se almacenarán 280 m³ efectivos, los que sumados al volumen efectivo del tanque existente 130 m³ haran un total de 410 m³ teniendo en cuenta una capacidad de reserva.

Para el primer sistema stand by se usa la H-225 bomba con los dos tanques antes mencionados uno de 324 m³ y el existente de 130 m³ y se logrará un resultado muy similar al del sistema principal, pero el consumo de energía aumentará en un promedio de 7 kw-h/m³, el agua en exceso conteniendo los finos retornará a planta por la tubería de 5".

Se requerirá la construcción de un tanque de almacenamiento de 324 m³ en planta con sus respectivas instalaciones de funcionamiento como bombas de agitación y transporte, y la instalación de tuberías tratándose de adecuar al sistema de tuberías existentes, además de controles para información de flujos y densidades.

La ubicación de la bomba MARS H-180 en interior mina será en la rampa 255 a 15 m del inicio de la rampa 105, cota 1711 msnm asimismo el tanque de acumulación de relleno de 140 m³ metálico de 6 x 6 sobre base de concreto se contruirá frente al inicio de la rampa 105 cota 1715 msnm, este tanque tendrá múltiples

funciones pues servirá de paso entre las bombas H-180 y de volumen de emergencia en caso de que se detenga la bomba en interior mina además se utilizará de tanque espesador.

Para el caso del primer sistema de Stand By por existir diferencia de caudales entre la H-225 y la H-180 se utilizará la tubería de la otra bomba (5") para conducir el rebose a planta concentradora con los finos que no sedimenten en el espesador asimismo como el exceso de agua.

Para prevenir casos de atoros se construirá un tanque de agua ubicado en el cruce 405 de 250 m³ de capacidad servirá para la limpieza de la tubería o repulpear el relave acumulado en el tanque de almacenamiento, para lo cual se deberá contar con una bomba de repulpeo y limpieza.

Se tendrá en cuenta la utilización de la cancha de relave con un sistema de cicloneo para la separación de los gruesos en casos de que no se utilice el relleno en interior mina.

8.3 PROYECTOS COMPLEMENTARIOS DE INGENIERIA

Para el mejor funcionamiento de la bomba MARS #3 H-225 se le reducirá velocidad de bombeo hasta 30 rpm actualmente tiene 37.5 rpm por lo que el consumo de energía bajará de 7.85 a 2.0 kw-hr/m³.

Cuando funcione la bomba H-225 con bomba H-180 se regresará exceso de agua por tubería de 5" de la línea principal transportando a un espesador para conducirlos a las cochas de relave.

Las obras que se proponen tanto en la planta concentradora como en mina son las siguientes:

En planta concentradora.

- Cambio poleas de las dos bombas MARS H-180 y una H-225.
- Tanque de almacenamiento de 324 m³ - metálico - con base de concreto.
- Bombas de agitación (2 bombas Denver de 3 x 3).
- Tubería de polietileno diámetro de 6" para conducir relave total desde bomba auxiliar hasta tanque de 324 m³.
- Tubería de polietileno de 6" para conducción relaves de tanque de 324 a 144 m³.
- Tubería de PVC de 6" para conducir finos/agua a espesadores de relave.
- Tubería de PVC para conducción de relaves gruesos hacia la cancha de relaves.
- Reparación y mejoramiento del nido de ciclones existentes para separar los finos de los gruesos (2 ciclones de 20" y uno de 15").
- Tuberías para inyección de agua y aire.
- Acceso y plataforma de supervisión al nido de ciclones.

Las obras propuestas en mina son:

- a) Construcción de base de concreto para bomba Mars.
- b) Construcción un tanque de almacenamiento de relave de concreto e instalaciones de limpieza, rebose, etc..
- c) Instalación de bombas de agitación.
- d) Construcción de tanques de almacenamiento de agua, capacidad de 250 m³.

- e) Ubicación de 2 tanques metálicos de 6' x 6' (uno acondicionador y otro de paso).
- f) Instalación de tubería de 5" de acero, SCH.80 de cruce rampa 045 y b.p. 94 hasta tanque de almacenamiento de relave para bomba MARS H-180 en rampa 255, nivel 1709.
- g) Obras de sostenimiento, desquiches y excavaciones complementarias donde se ubicara bomba Mars, tanque de almacenamiento y tanque de agua.
- h) Instalación de 195 m de tubería de 8", acero, SCH.40 para la limpieza de derrames desde su nido en sala de bombeo a superficie con su respectiva bomba de 8 x 6.
- i) Instalación de 570 metros de tuberías de 5", de acero, SCH.80, desde bomba Mars H-180 en rampa 255, hasta rampa auxiliar en el nivel 1709.
- j) Instalación de 25 m de tubería de polietileno de tanque de almacenamiento de relaves a acondicionador de 6' x 6'.
- k) Instalación de 20 m de tubería de acero, SCH.80, de 8", del acondicionador de 6' x 6' a bomba Mars H-180.
- l) Instalación de tubería de acero, SCH.80 de 6" de bomba Mars H-225 a tanque de almacenamiento de relaves, incluyendo instalación de 2 válvulas de alta presión de 6".
- ll) Instalación de 250 m de tubería de 6" de polietileno, desde rebose de tanque de almacenamiento a tanque de agua de 250 m³.
- m) Instalación de 90 m de tubería de 5", acero, SCH.40 de bomba 8 x 6 a tanque para agua de limpieza.
- n) Instalación de 15 m de tubería de 5" de acero, SCH.40, de tanque de paso a tuberías de 5" y 6", que vienen de planta, para limpieza, incluye sistema de control de cierre.

8.4 PRODUCTIVIDAD Y RENDIMIENTOS TECNICOS

Producción relave planta concentradora	2,000 t/día
Relleno utilizable	1,500 t/día
Volumen de relleno por día	880 m ³ /día
Densidad actual t/m ³	1.239 - 1.346
Porcentaje de sólidos actual	30 - 40 %
Caudal Mars H-180 mínimo	50.94 m ³ /hr
Caudal Mars H-225 mínimo	108.60 m ³ /hr
Caudal de trabajo H-180	90 m ³ /hr
Caudal de trabajo H-225	132 m ³ /hr
RPM Mars H-180	53
RPM Mars H-225	37.5
Presión máxima H-180 y H-225	80 kg/cm ²
Polea bombas mm H-180	1550
Polea bombas mm H-225	1800
Programa producción (demanda)	22,000 m ³ /mes
Horas de bombeo mensual	650 hr/mes
Longitud de tubería de 6"	4450 metros
Longitud de tubería de 5"	3700 metros
Desgaste de tuberías	0.368 mm / 1000 hr bombeos
Coefficiente de uniformidad	5.9
Velocidad de percolación	4.41 cm/hr
Velocidad de flujo línea 6"	2.22 m/seg
Velocidad de flujo línea 5"	2.13 m/seg

CAPITULO IX

EVALUACION TECNICA DEL SISTEMA PROYECTADO

Para la evaluación técnica del proyecto se confeccionaron diversas hojas de cálculo para facilitar la obtención de resultados variando algunos parámetros de las bombas Mars y del relave de planta como densidades, % de sólidos, diámetro de poleas, caudales, cotas, etc.

Primeramente se confeccionó la hoja de cálculo con las características del relave de la mina San Vicente, donde se observaran en columnas los siguientes parámetros % en peso, relación agua / sólido, densidad de pulpa, % sólidos en volumen, G.P.M. para un litro de sólido por hora haciendo variar en otras columnas la capacidad de las bombas obteniéndose los m³ por hora o tonelaje por hora que ingresara a rellenar a los tajeos.

Por otro lado para determinar la velocidad y pérdida de carga según el tipo de bomba, poleas, diámetros, shedule y valor de "C" se confeccionó otra hoja de cálculo.

Ambas hojas de cálculo llegan a la conclusión de bombear con la bomba H-180

con la polea actual en 47 RPM y un caudal de 396 RPM con tubería de 5" y la bomba H-225 con la polea actual en 37.4 RPM y un caudal de 592 con tubería de 6" una constante para ambas de "C" de 110 las cuales dan pérdidas de carga de 0.576 kg/cm² y 0.469 kg/cm² respectivamente.

Para el proyecto de instalar una bomba H-180 en interior mina (Nv1709) teniendo en planta (Nv1410) otra H-180 se confeccionó hojas de cálculo para las presiones del Nv 1410 al 1709 y del Nv 1709 a la cota más lejana proyectada.

CARACTERISTICAS DEL RELAVE DE LA MINA SAN VICENTE

PESO ESPECIFICO = 2,8

G.P.M. DE LA BOMBA

396

478

592

% EN PESO	RELACION AGUA/SOLIDO EN PESO	DENSIDAD PULPA t/m ³ kg/lt	% SOLIDOS EN VOL.	G.P.M. PA' 1 T SOLID. X HORA	TONS. x HORA	M3 POR HORA	TONS. x HORA	M3 POR HORA	TONS. x HORA 396 GPM	M3 POR HORA 396 GPM
20	4,00 : 1	1,148	8,20	19,18	20,64	11,66	24,92	14,08	30,86	17,43
25	3,00 : 1	1,191	10,64	14,78	26,79	15,14	32,34	18,27	40,05	22,63
30	2,33 : 1	1,239	13,27	11,85	33,43	18,89	40,35	22,80	49,98	28,24
35	1,86 : 1	1,290	16,13	9,75	40,62	22,95	49,03	27,70	60,72	34,31
40	1,50 : 1	1,346	19,23	8,18	48,43	27,36	58,46	33,03	72,40	40,90
45	1,22 : 1	1,407	22,61	6,95	56,95	32,17	68,74	38,84	85,14	48,10
46	1,17	1,420								
47	1,13	1,433			60,58	34,22	73,12	41,31	90,56	51,16
48	1,08	1,446								
49	1,04	1,460			64,34	36,35	77,66	43,88	96,18	54,34
50	1,00 : 1	1,474	26,32	5,98	66,27	37,44	80,00	45,20	99,08	55,98
51	0,96	1,488								
52	0,92	1,502								
53	0,89	1,517								
54	0,85	1,532								
55	0,82 : 1	1,547	30,39	5,17	76,53	43,24	92,37	52,19	114,40	64,63
56	0,79	1,563								
57	0,75	1,578								
58	0,72	1,595								
59	0,69	1,611								
60	0,67 : 1	1,628	34,88	4,51	87,85	49,63	106,04	59,91	131,33	74,20
61	0,64	1,645								
62	0,61	1,663								
63	0,59	1,681								
64	0,56	1,699								
65	0,54 : 1	1,718	39,88	3,94	100,43	56,74	121,22	68,49	150,13	84,82
66	0,52	1,737								
67	0,49	1,757								
68	0,47	1,777								
69	0,45	1,797								
70	0,43 : 1	1,818	45,45	3,46	114,47	64,67	138,18	78,07	171,13	96,68
75	0,33 : 1	1,931	51,72	3,04	130,26	73,59	157,24	88,83	194,74	110,02
80	0,25 : 1	2,059	58,82	2,67	148,14	83,70	178,82	101,03	221,46	125,12
85	0,18 : 1	2,205	66,93	2,35	168,55	95,23	203,46	114,95	251,98	142,36

VELOCIDAD Y PERDIDA DE CARGA, SEGUN TIPO DE BOMBA, POLEAS, DIAMETROS, SCHEDULE Y VALOR DE "C"

VALOR DE "C" =	110						120				
DIAM. =	4''		5''		6''		4"		5"		6''
SCH =	40	80	40	80	40	80	40	80	80	40	80
DIAM. INTERNO =	4,026	3,826	5,047	4,813	6,065	5,761	4,026	3,826	5,212	6,065	5,761

TIPOS DE BOMBAS	CAUDALES		
	GPM	m3/Min	LFS
H-180 CON LA POLEA ACTUAL EN 53 R.P.M.	396	1,50	24,98
H-180 CON LA POLEA ACTUAL EN 55 R.P.M.	411	1,56	25,93
H-225 CON LA POLEA ACTUAL EN 37.5 R.P.M.	592	2,24	37,35
H-225 CON POLEA CAMBIADA EN 30 R.P.M.	478	1,81	30,16

VELOCIDADES EN PIES/SEG.	VEL. OPTIMA = 7.2 PIES/SEG						VEL. MINIMA = 5.31 PIES/SEG.				
H-180 53 RPM	9,98	11,05	6,35	6,98	4,40	4,87	9,98	11,05	5,95	4,40	4,87
H-180 55 RPM	10,36	11,47	6,59	7,25	4,56	5,06	10,36	11,47	6,18	4,56	5,06
H-225 37.5 RPM	14,92	16,52	9,49	10,44	6,57	7,29	14,92	16,52	8,90	6,57	7,29
H-225 30 RPM	12,05	13,34	7,67	8,43	5,31	5,88	12,05	13,34	7,19	5,31	5,88

PERDIDA DE CARGA EN KG/CM2.											
H-180 53 RPM	1,261	1,616	0,420	0,529	0,172	0,221	1,073	1,375	0,306	0,146	0,188
H-180 55 RPM	1,351	1,731	0,450	0,567	0,184	0,236	1,150	1,473	0,327	0,157	0,201
H-225 37.5 RPM	2,653	3,400	0,883	1,113	0,361	0,464	2,259	2,894	0,643	0,308	0,395
H-225 30 RPM	1,786	2,289	0,595	0,749	0,243	0,312	1,521	1,948	0,433	0,207	0,266

9.1 SISTEMA ACTUAL DE RELLENO

Para realizar un análisis del sistema actual de relleno se confeccionó hojas de cálculo para cada tajeo a rellenar variando la densidad de pulpa a enviar de planta y obtener las presiones requeridas para llegar a dichos puntos.

Los tajeos a rellenar son:

Tajeo 1310, SVT A-18, A-15 Manto Jesús/Ayala, estos tres tienen la misma cota (NV1830) y longitud de tubería aproximadamente.

A-21/24 (Bellavista)	Manto SVT Nv 1820
A-18 (ALFONSO)	Manto Alfonso Nv 1820
A-23	Manto SVT Nv 1750
A-9II	Manto SVT Nv 1830

Se observa en las hojas de cálculo la baja densidad que llega a los tajeos aumentando el agua que se introduce en ellos. Así como las pérdidas de presión para llegar a las cotas requeridas trabajando en muchos casos en el máximo de su capacidad las bombas (80 kg/cm²).

Las Bombas H-180 en muchos casos no llegan a los tajeos de mayor cota teniéndose solamente la Bomba H-225 a su máxima capacidad.

Bajo las características específicas de bombeo se realizó una nueva hoja de cálculo para cada tajeo con la presión necesaria para llegar a los tajeos indicados en kg/cm² y PSI de acuerdo al porcentaje de sólidos, tipo de bomba, caudal y tubería concluyendo con gráficos de pérdidas dinámicas y estáticas las cuales obligan a tomar las decisiones de adoptar el proyecto propuesto. (ver cuadro I)

DATOS DE LA LINEA DE RELLENO				PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI		
LONG. TUB.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM.	ESTAT.	En	En	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	psi				
		1410			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
0	A	1455	117	53	0,82	6,57	7,39	104,8	117	53	792	66
1367	B	1459,36	1250	4,36	8,80	7,11	15,91	225,8	1367	57	712	71
1485	C	1570	118	112	9,84	20,98	30,82	437,5	1485	169	702	210
1915	D	1570	430	0	12,59	20,98	33,57	476,5	1915	169	674	210
2085	E	1592	170	22	13,68	23,71	37,39	530,7	2085	191	663	237
2315	F	1596	230	4	15,15	24,21	39,35	558,6	2315	195	649	242
2429	G	1709	114	113	16,17	38,21	54,38	771,8	2429	308	638	382
2467	K	1709	38	0	16,42	38,21	54,62	775,3	2467	308	636	382
2790	L	1750	323	41	18,50	43,29	61,78	876,9	2790	349	615	433
3239	M	1750	449	0	21,36	43,29	64,65	917,6	3239	349	586	433
3429	N	1751	190	1	22,58	43,41	65,99	936,5	3429	350	574	434
3704	O	1752	275	1	24,33	43,53	67,87	963,2	3704	351	557	435
3944	P	1753	240	1	25,86	43,66	69,52	986,7	3944	352	541	437
4060	Q	1750	116	0	26,61	43,29	69,89	992,0	2906	349	534	433
4116	R	1750	56	0	26,96	43,29	70,25	997,0	2962	349	530	433
4134	S	1751	18	1	27,08	43,41	70,49	1000,4	2980	350	529	434
4168	T	1785	34	34	27,38	47,62	75,01	1064,6	3014	384	526	476
4259	U	1792	91	7	27,97	48,49	76,46	1085,2	3105	391	520	485
4274	V	1807	15	15	28,10	50,35	78,45	1113,5	3120	406	519	503
4304	W	1807	30	0	28,29	50,35	78,64	1116,2	3150	406	517	503
4320	X	1823	16	16	28,44	52,33	80,77	1146,4	3166	422	516	523
4330	Y	1823	10	0	28,50	52,33	80,83	1147,3	3176	422	515	523
4390	Z	1823	60	0	28,89	52,33	81,22	1152,7	3236	422	511	523

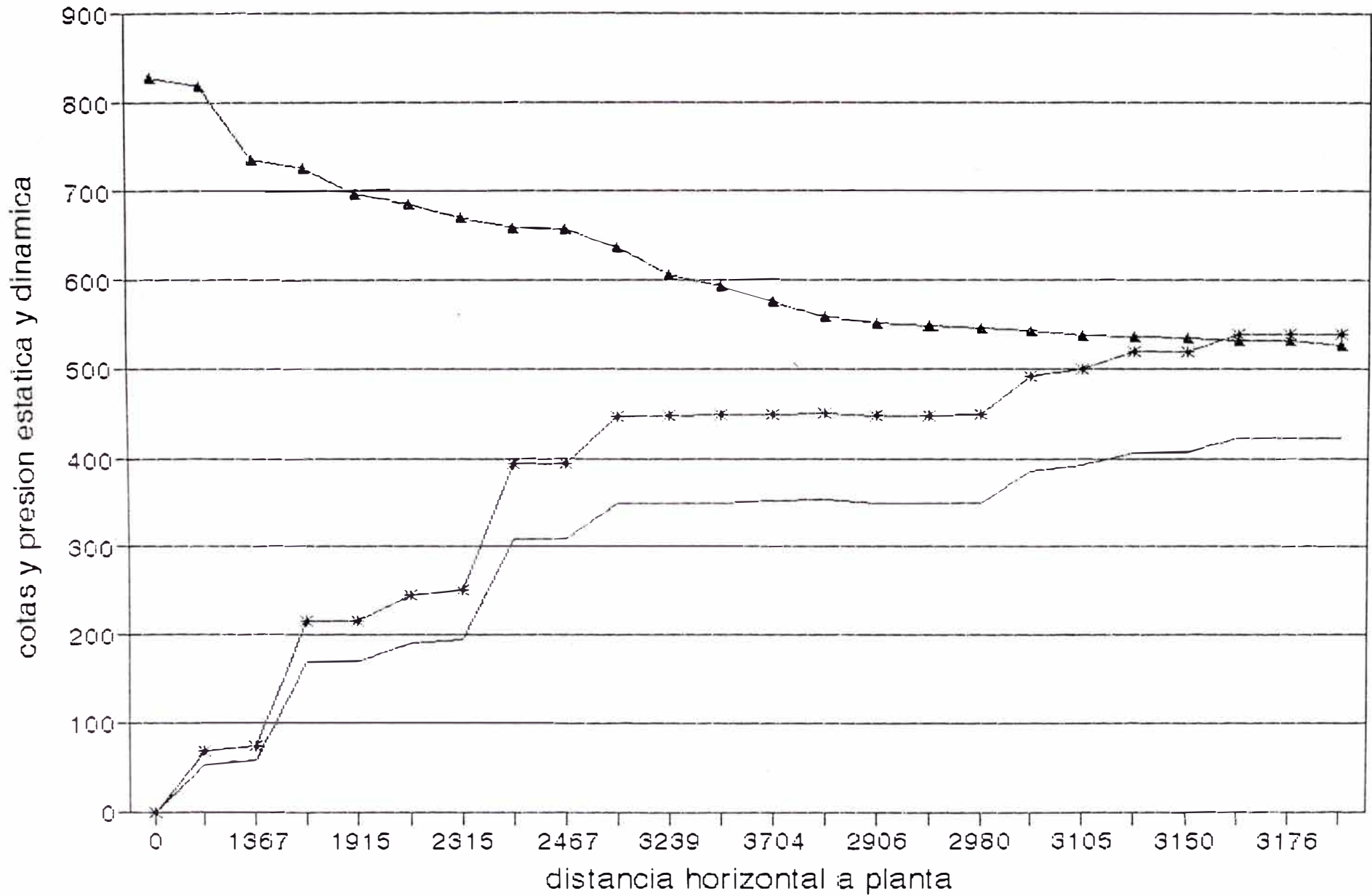
RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3. 29

AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA. 117

+----+

NO ES POSIBLE EXCEDER LA CAPACIDAD DE LA BOMBA

PERFIL DE RELLENO HIDRAULICO H-225
 AREA 18 JES/AYALA DENS. 1,239 ton/m3



— PERFIL TUBERIA 6" ▲ PERDIDA DINAMICA * PERDIDA ESTATICA

PRESION NECESARIA PARA LLEGAR A PUNTOS INDICADOS EN KG\CM2 Y PSI.
 DE ACUERDO A % DE SOLIDOS, BOMBA, CAUDAL, Y TUBERIA.

AREA 1310 SVT

DATOS A INGRESAR		DATOS CALCULADOS		PARAMETROS GENERALES DE TRABAJO				
% SOLIDOS	30%	DENSIDAD DE PULPA	1,239 ton/m ³	BOMBA	H-180		H-225	
BOMBA	H-180	VELOCIDADES :		POLEA	34 cm	30 cm	34 cm	30 cm
CAUDAL	396 G.P.M.		p/seg. m/seg.	RPM	55	47	37.4	32
		TUB. SECUND.=	6,983 2,13	CAUDAL	445	396	596	510
				PRESION	80 k/cm ²	80 k/cm ²	80 k/cm ²	80 k/cm ²
DIAM. SECUNDAR.	4.813 "	PERDIDA DE CARGA DINAMICA :						
FACTOR - C	110	SECUND. 5" =	0,053 m x m	DIAMETROS REALES :	5" = 4.814"			

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-180 TUB.5",HASTA NIVEL 1830 COORDENADA 1430.		TAJE0 1310 SVT		VAL.DE C		110				
5 "	396 G.P.M.	VELOC. EN TUB. 5"		7,013 PIES/SEG.		PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 =		0,534		
ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%
		HORIZ.	VERT.	1,628	1,547	1,474	1,407	1,346	1,290	1,239
	1410			0	0	0	0	0	0	0
		117	53	9,42	8,95	8,53	8,14	7,79	7,47	7,17
1367	A 1455	1250	4,36	21,53	20,46	19,49	18,60	17,80	17,06	16,38
1485	B 1459,36	118	112	40,26	38,25	36,45	34,79	33,28	31,90	30,64
2719	C 1570	1234	3	52,00	49,41	47,08	44,94	42,99	41,20	39,57
2876	D 1570	157	157	78,18	74,29	70,78	67,56	64,64	61,95	59,50
2994	E 1735	118	5,5	80,12	76,14	72,54	69,24	66,24	63,49	60,98
3012	F 1740									
		18	18	83,12	78,99	75,26	71,84	68,72	65,86	63,26
3467	G 1750	455	2	87,59	83,24	79,31	75,70	72,42	69,41	66,66
3707	K 1750	240	1	89,94	85,47	81,44	77,73	74,36	71,27	68,45
3823	L 1750	116	0	91,00	86,48	82,39	78,65	75,24	72,11	69,26
3879	LL 1750	56	0	91,51	86,96	82,86	79,09	75,66	72,51	69,65
3897	M 1750	18	1	91,84	87,27	83,15	79,37	75,93	72,77	69,89
	N 1750	34	34	97,51	92,65	88,28	84,27	80,62	77,26	74,21
3931	O 1784									
		91	7	99,44	94,49	90,03	85,94	82,22	78,79	75,68
4022	P 1791	15	15	101,94	96,87	92,30	88,10	84,28	80,78	77,58
4037	Q 1806	30	0	102,22	97,13	92,55	88,34	84,51	80,99	77,79
4067	R 1806									
		16	16	104,88	99,66	94,96	90,65	86,72	83,11	79,82
4083	S 1822	10	0	104,97	99,75	95,04	90,72	86,79	83,18	79,89
4093	T 1822	60	0	105,52	100,27	95,54	91,20	87,24	83,61	80,31
4153	Y 1830									
CANTIDAD DE RELLENO										
POR CADA HORA DE BOMBEO M3.				52	45	39	33	28	24	20
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.				59	63	66	70	73	75	78

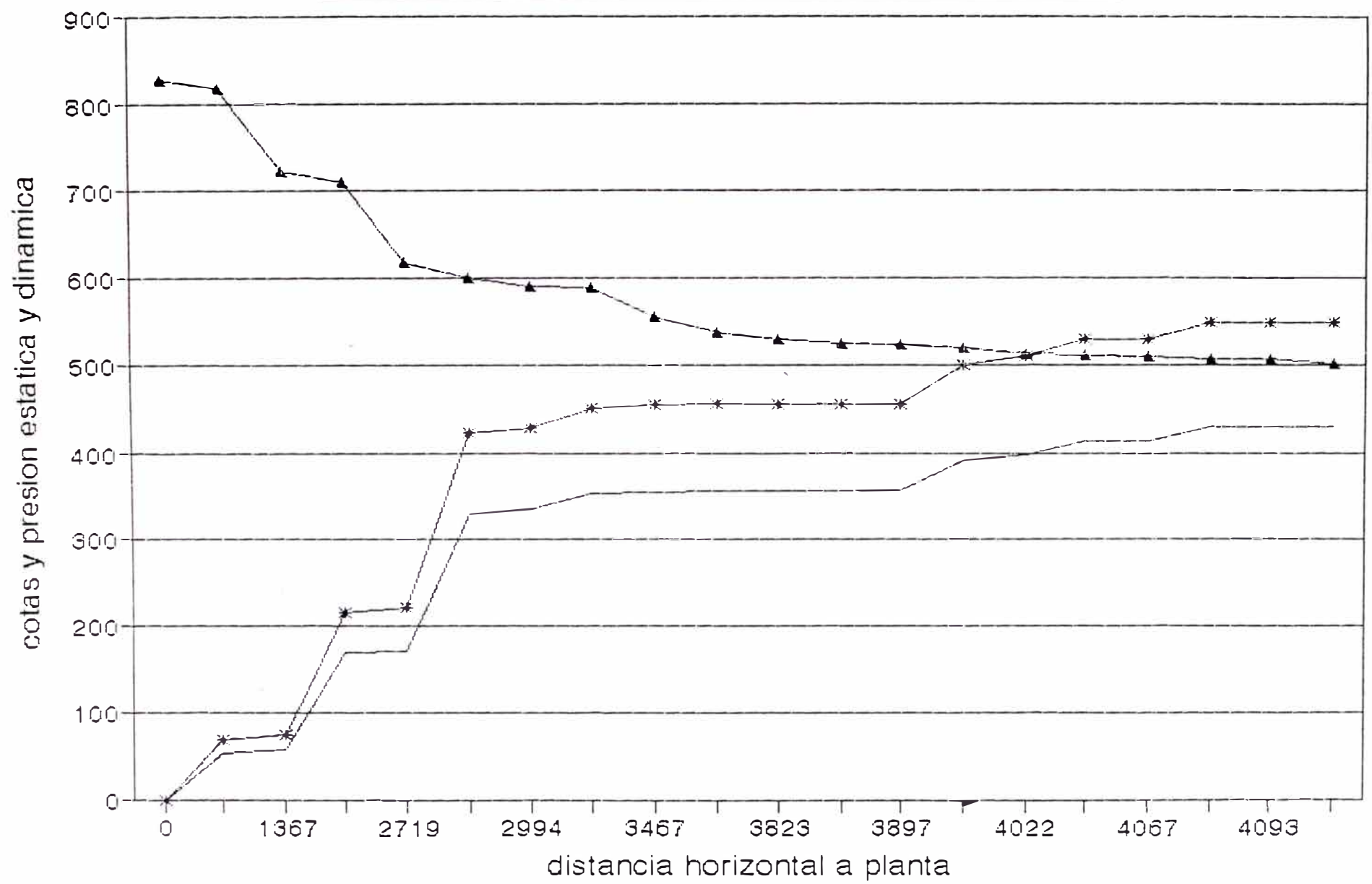
SVT	DENSIDAD	m ³	kg/cm ²	KW	m ³ H ₂ O	L (m)	Kw/m ³
1310	DE PULPA	solidos					
JES.18	30%	19,67	80,31	248,35	78,01	4153,00	12,63

CONSUMO DE ENERGIA PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS EN KW-HR

ESTACIO	ELEV.	DISTANCIAS		60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%
		HORIZ.	VERT.	1,628	1,547	1,474	1,407	1,346	1,290	1,239
	1410			0	0	0	0	0	0	0
1367	A 1455	117	53	29	28	27	25	24	23	22
1485	B 1459,36	1250	4,36	67	64	61	58	55	53	51
2719	C 1570	118	112	125	119	113	108	103	99	95
2876	D 1570	1234	3	162	154	146	140	134	128	123
2994	E 1735	157	157	243	231	220	210	201	193	185
3012	F 1740	118	5,5	249	237	226	215	206	197	190
3467	G 1750	18	18	258	246	234	223	214	205	197
3707	K 1750	455	2	272	259	247	235	225	216	207
3823	L 1750	240	1	280	266	253	242	231	222	213
3879	LL 1750	116	0	283	269	256	244	234	224	215
3897	M 1750	56	0	284	270	258	246	235	225	217
3931	N 1750	18	1	285	271	258	247	236	226	217
4022	O 1784	34	34	303	288	274	262	251	240	231
4037	P 1791	91	7	309	294	280	267	256	245	235
4067	Q 1806	15	15	317	301	287	274	262	251	241
4083	R 1806	30	0	318	302	288	275	263	252	242
4093	S 1822	16	16	326	310	295	282	270	258	248
4153	T 1822	10	0	326	310	295	282	270	259	248
	Y 1830	60	0	328	312	297	283	271	260	249

DATOS DE LA LINEA DE RELLENO			PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI			
LONG. TUB.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM.	ESTAT.	En	En	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	psi				
		1410			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
0	A	1455	117	53	0,93	6,57	7,50	106,5	117	53	791	66
1367	B	1459,36	1250	4,36	10,03	7,11	17,14	243,3	1367	57	700	71
1485	C	1570	118	112	11,22	20,98	32,20	457,0	1485	169	688	210
2719	D	1573	1234	3	20,20	21,36	41,55	589,8	2719	172	598	214
2876	E	1730	157	157	21,81	40,81	62,62	888,8	2876	329	582	408
2994	F	1735	118	5,5	22,67	41,49	64,16	910,7	2994	335	573	415
3012	G	1753	18	18	22,86	43,72	66,58	944,9	3012	353	571	437
3467	K	1755	455	2	26,17	43,97	70,14	995,5	3467	355	538	440
3707	L	1756	240	1	27,92	44,09	72,01	1022,0	3707	356	521	441
3823	LL	1756	116	0	28,76	44,09	72,85	1034,0	3823	356	512	441
3879	M	1756	56	0	29,17	44,09	73,26	1039,8	3879	356	508	441
3897	N	1757	18	1	29,30	44,22	73,52	1043,4	3897	357	507	442
3931	O	1791	34	34	29,65	48,43	78,08	1108,2	3931	391	503	484
4022	P	1798	91	7	30,31	49,30	79,61	1129,9	4022	398	497	493
4037	Q	1806	15	15	30,47	51,15	81,62	1158,5	4037	413	495	512
4067	R	1806	30	0	30,69	51,15	81,84	1161,6	4067	413	493	512
4083	S	1822	16	16	30,85	53,14	83,99	1192,0	4083	429	491	531
4093	T	1822	10	0	30,92	53,14	84,06	1193,1	4093	429	491	531
4153	U	1830	60	0	31,36	53,14	84,50	1199,3	4153	429	486	531
RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3.					20							
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.					78							

PERFIL DE RELLENO HIDRAULICO - H-180
 AREA 18 JES/AYALA DENS. 1,239 ton/m³



— PERFIL TUBERIA 5" ▲ PERDIDA DINAMICA * PERDIDA ESTATICA

PRESION NECESARIA PARA LLEGAR A PUNTOS INDICADOS EN KG\CM2 Y PSI.
 DE ACUERDO A % DE SOLIDOS, BOMBA, CAUDAL, Y TUBERIA.

AREA 18 - ALFONSO

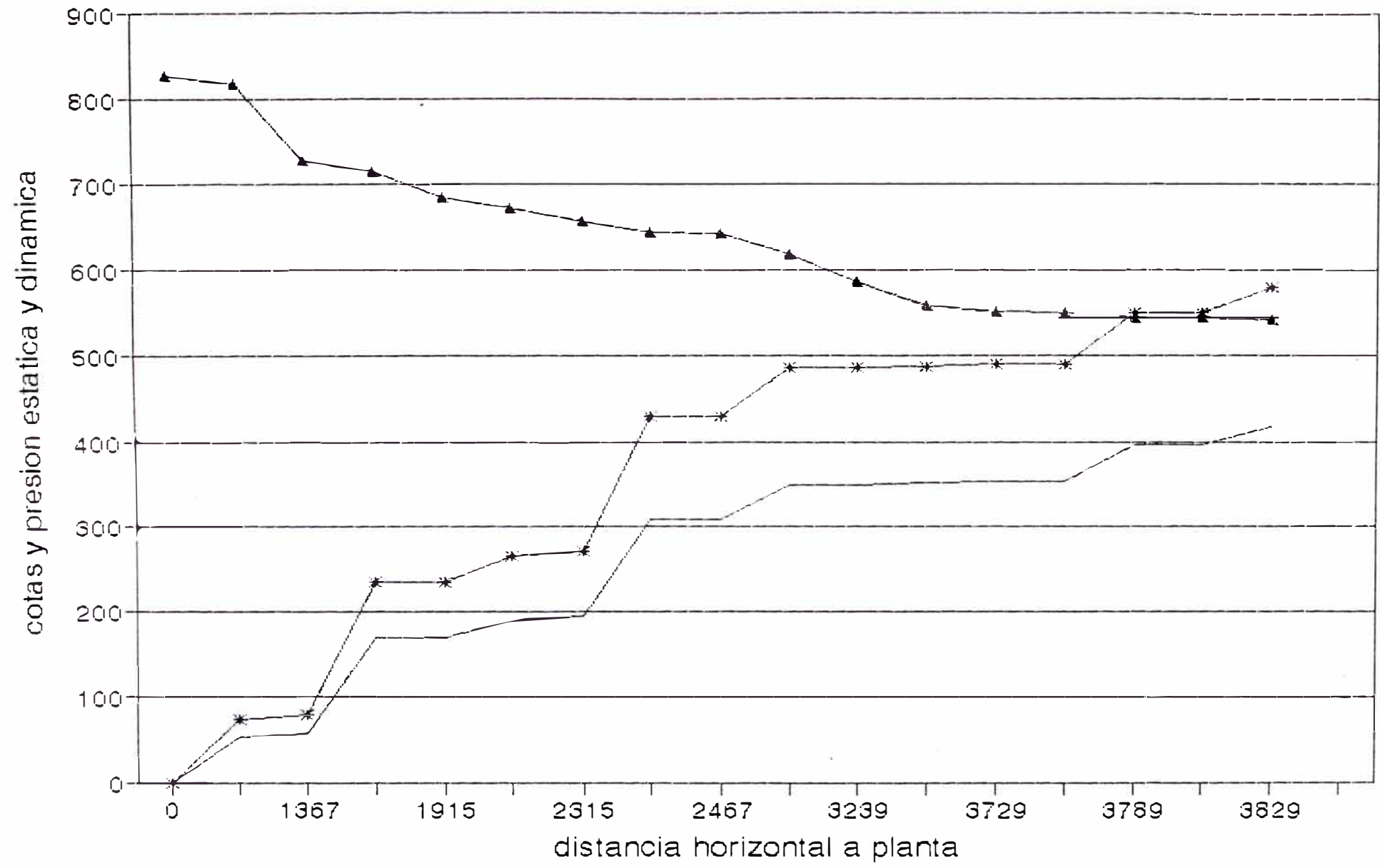
DATOS A INGRESAR		DATOS CALCULADOS		PARAMETROS GENERALES DE TRABAJO				
% SOLIDOS	40%	DENSIDAD DE PULPA	1.346 ton/m ³	BOMBA	H-180		H-225	
BOMBA	H-225	VELOCIDADES :		POLEA	34 cm	30 cm	34 cm	30 cm
CAUDAL	592 G.P.M.		0/seg. m/seg.	RPM	55	47	37.4	32
				CAUDAL	445	396	592	510
		TUB. SECUND.=	7.286 2.22	PRESION	80 k/cm ²	80 k/cm ²	80 k/cm ²	80 k/cm ²
DIAM. SECUNDAR.	5.761 "	PERDIDA DE CARGA DINAMICA :						
FACTOR - C	110	PRINCIPA	6" 0.047 m x m	DIAMETROS REALES :	6"=5.761			

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-225, NIVEL 1410, TUB.6", HASTA NIVEL 1830		AREA .18 - ALFONSO VAL.DE C		110						
6 " 592 G.P.M. VELOC. EN TUB. 5"		7,285 PIES/SEG.		PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 = 0,469						
ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		65%	60%	55%	50%	45%	40%	35%
		HORIZ.	VERT.	1,718	1,628	1,547	1,474	1,407	1,346	1,290
	1410			0	0	0	0	0	0	0
1367	A 1455	117	53	9,80	9,29	8,83	8,41	8,03	7,68	7,36
1485	B 1459,36	1250	4,36	21,10	19,99	19,00	18,10	17,28	16,53	15,84
1915	C 1570	118	112	40,72	38,59	36,67	34,94	33,35	31,91	30,58
2085	D 1570	430	0	44,36	42,04	39,95	38,06	36,33	34,76	33,31
2315	E 1592	170	22	49,46	46,87	44,53	42,43	40,50	38,75	37,14
2429	F 1596	230	4	52,07	49,34	46,88	44,67	42,64	40,79	39,10
2467	G 1709	114	113	71,82	68,06	64,68	61,62	58,82	56,27	53,93
2790	H 1709	38	0	72,15	68,37	64,97	61,90	59,09	56,52	54,17
3239	I 1750	323	41	81,70	77,42	73,56	70,09	66,91	64,01	61,34
3629	J 1750	449	0	85,49	81,01	76,98	73,35	70,02	66,98	64,19
3729	K 1750	390	2	89,12	84,45	80,25	76,47	72,99	69,83	66,92
3749	L 1750	100	1	90,14	85,41	81,16	77,33	73,82	70,62	67,68
3789	LL 1750	20	0	90,30	85,57	81,32	77,48	73,96	70,75	67,81
3809	M 1800	40	43	97,79	92,67	88,06	83,91	80,09	76,62	73,43
3829	N 1800	20	0	97,96	92,83	88,21	84,05	80,23	76,75	73,56
	O 1823	20	20	101,46	96,14	91,36	87,05	83,09	79,49	76,18
CANTIDAD DE RELLENO										
POR CADA HORA DE BOMBEO M3.				88	77	67	58	50	43	36
AGUA BOMBEOADA DURANTE UNA HORA.				81	88	94	99	104	109	113
KW-HR NOMINAL PARA LA MAYOR PRESION				452,63	428,91	407,57	388,34	370,69	367,91	339,86
KW/M3 DE SOLIDOS				5,12	5,55	6,06	6,66	7,40	8,64	9,52

DATOS DE LA LINEA DE RELLENO			PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI			
LONG. TUB.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM.	ESTAT.	En	En	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	psi				
		1410			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
0	A	1463	117	53	0,89	7,14	8,03	113,9	117	53	791	71
1367	B	1467,36	1250	4,36	9,56	7,72	17,29	245,3	1367	57	704	77
1485	C	1579,36	118	112	10,69	22,80	33,49	475,4	1485	169	693	228
1915	D	1579,36	430	0	13,68	22,80	36,48	517,7	1915	169	663	228
2085	E	1601,36	170	22	14,86	25,76	40,63	576,6	2085	191	651	258
2315	F	1605,36	230	4	16,46	26,30	42,76	606,9	2315	195	635	263
2429	G	1718,36	114	113	17,57	41,51	59,09	838,6	2429	308	624	415
2467	H	1718,36	38	0	17,84	41,51	59,35	842,4	2467	308	622	415
2790	I	1759,36	323	41	20,10	47,03	67,13	952,8	2790	349	599	470
3239	J	1759,36	449	0	23,21	47,03	70,24	997,0	3239	349	568	470
3629	K	1761,36	390	2	25,92	47,30	73,22	1039,2	3629	351	541	473
3729	L	1762,36	100	1	26,61	47,44	74,05	1051,0	3729	352	534	474
3749	LL	1762,36	20	0	26,75	47,44	74,19	1052,9	3749	352	532	474
3789	M	1805,36	40	43	27,16	53,23	80,38	1140,9	3789	395	528	532
3809	N	1806,36	20	1	27,30	53,36	80,66	1144,8	3809	396	527	534
3829	O	1826,36	20	20	27,49	56,05	83,55	1185,8	3829	416	525	561
RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3.						43						
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.						109						

PERFIL DE RELLENO HIDRAULICO H-225
 AREA 18 ALFONSO DENSIDAD 1,346 ton/m3



— PERFIL TUBERIA 6" ▲ PERDIDA DINAMICA * PERDIDA ESTATICA

PRESION NECESARIA PARA LLEGAR A PUNTOS INDICADOS EN KG/CM2 Y PSI,
DE ACUERDO A % DE SOLIDOS, BOMBA, CAUDAL, Y TUBERIA.

AREA 18 - ALFONSO

DATOS A INGRESAR		DATOS CALCULADOS		PARAMETROS GENERALES DE TRABAJO			
% SOLIDOS	35%	DENSIDAD DE PULPA	1,290 ton/m ³	BOMBA	H-180	H-225	
BOMBA	H-180	VELOCIDADES :		POLEA	34 cm	30 cm	34 cm
CAUDAL	396 G.P.M.	p/seg.	m/seg.	RPM	55	47	37.4
				CAUDAL	445	396	596
		TUB. SECUND.=	6,983	2,13	PRESION	80 k/cm ²	80 k/cm ²
						80 k/cm ²	80 k/cm ²
DIAM. SECUNDAR.	4,813 "	PERDIDA DE CARGA DINAMICA :					
FACTOR - C	110	SECUND. 5" =	0,053 m x m				
				DIAMETROS REALES :		5" = 4.814"	

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHOS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-180 TUB.5", HASTA NIVEL 1830 AREA 18 - ALFONSO.

VAL. DE C

110

5 " 396 G.P.M. VELOC. EN TUB. 5" 7,013 PIES/SEG. PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 = 0,534

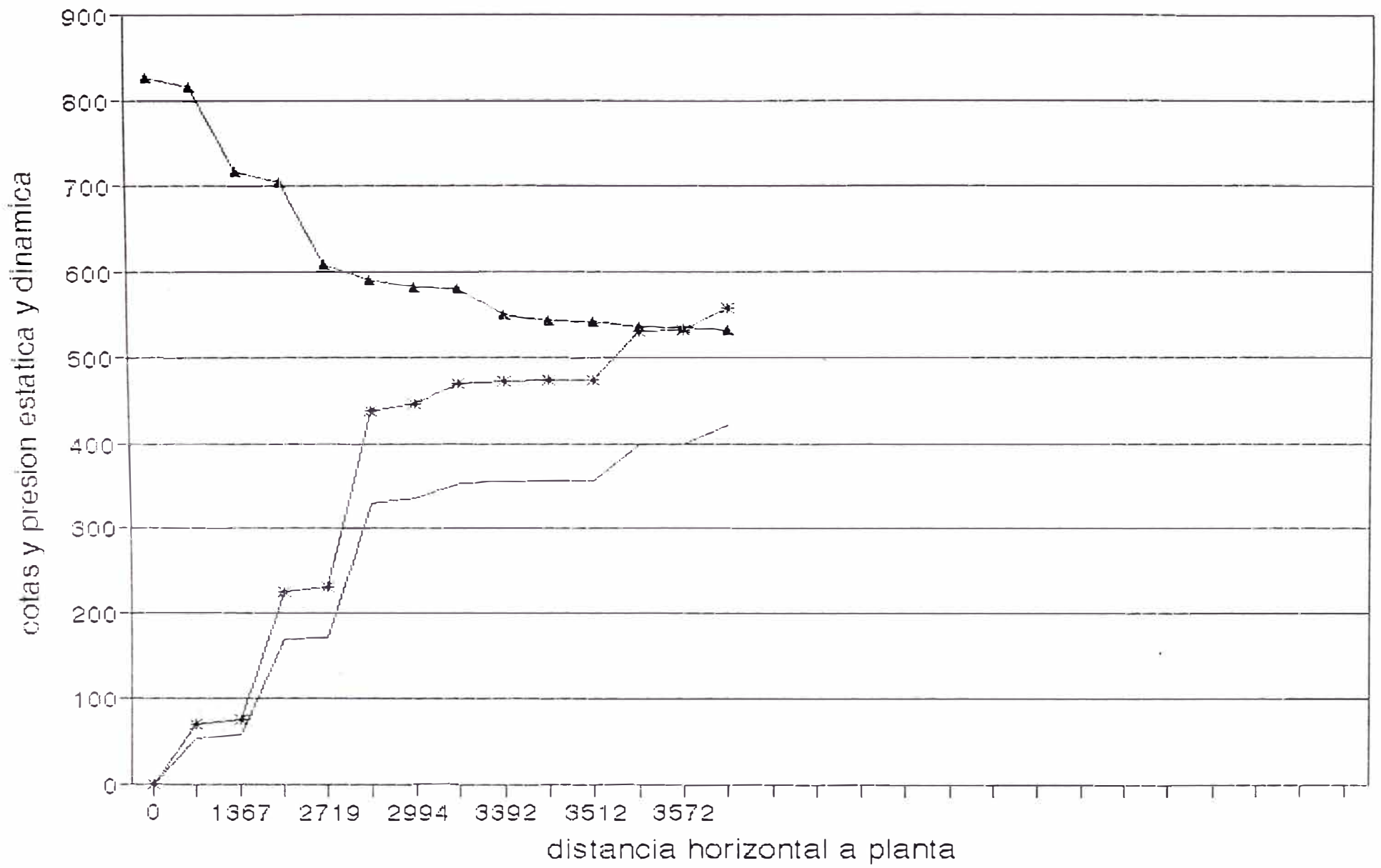
ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%
		HORIZ.	VERT.	1,628	1,547	1,474	1,407	1,346	1,290	1,239
	1410			0	0	0	0	0	0	0
		117	53	9,42	8,95	8,53	8,14	7,79	7,47	7,17
1367 A	1455									
		1250	4,36	21,53	20,46	19,49	18,60	17,80	17,06	16,38
1485 B	1459,36									
		118	112	40,26	38,25	36,45	34,79	33,28	31,90	30,64
2719 C	1570									
		1234	3	52,00	49,41	47,08	44,94	42,99	41,20	39,57
2876 D	1570									
		157	157	78,18	74,29	70,78	67,56	64,64	61,95	59,50
2994 E	1735									
		118	5,5	80,12	76,14	72,54	69,24	66,24	63,49	60,98
3012 F	1739									
		18	18	83,12	78,99	75,26	71,84	68,72	65,86	63,26
3392 G	1750									
		380	2	86,91	82,58	78,69	75,11	71,85	68,87	66,14
3492 K	1750									
		100	1	87,98	83,60	79,66	76,04	72,74	69,71	66,96
3512 L	1750									
		20	0	88,16	83,78	79,82	76,19	72,89	69,86	67,10
3552 LL	1750									
		40	43	95,30	90,56	86,29	82,37	78,80	75,52	72,53
3572 M	1800									
		20	1	95,64	90,89	86,60	82,66	79,08	75,79	72,79
3592 N	1800									
		20	20	98,98	94,05	89,62	85,54	81,83	78,43	75,33
O	1820									

CANTIDAD DE RELLENO

POR CADA HORA DE BOMBEO M3.	52	45	39	33	28	24	20
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.	59	63	66	70	73	75	78
KW-HR NOMINAL PARA LA MAYOR PRESION	306,44	291,19	277,45	264,84	253,36	242,82	233,22
KW/M3 DE SOLIDOS	5,93	6,47	7,12	7,91	8,89	10,17	11,86

DATOS DE LA LINEA DE RELLENO			PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI			
LONG. TUB.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM.	ESTAT.	En	En	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	psi				
		1410			0	0	0.00	0.0	0	0	800	0
0	A	1455	117	53	0,97	6,84	7,81	110,9	117	53	790	68
1367	B	1459,36	1250	4,36	10,45	7,40	17,85	253,4	1367	57	696	74
1485	C	1570	118	112	11,68	21,85	33,54	476,0	1485	169	683	219
2719	D	1573	1234	3	21,04	22,24	43,28	614,2	2719	172	590	222
2876	E	1730	157	157	22,72	42,50	65,22	925,7	2876	329	573	425
2994	F	1735	118	5,5	23,61	43,21	66,82	948,4	2994	335	564	432
3012	G	1753	18	18	23,81	45,53	69,34	984,1	3012	353	562	455
3392	K	1755	380	2	26,69	45,79	72,48	1028,7	3392	355	533	458
3492	L	1756	100	1	27,45	45,92	73,37	1041,3	3492	356	526	459
3512	LL	1756	20	0	27,60	45,92	73,52	1043,4	3512	356	524	459
3552	M	1799	40	43	28,04	51,47	79,51	1128,5	3552	399	520	515
3572	N	1800	20	1	28,19	51,60	79,79	1132,5	3572	400	518	516
3592	O	1820	20	20	28,41	54,18	82,59	1172,2	3592	420	516	542
RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3.						24						
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.						75						

PERFIL DE RELLENO HIDRAULICO H-180
 AREA 18 ALFONSO DENSIDAD 1,290 ton/m³



— PERFIL TUBERIA 5" ▲ PERDIDA DINAMICA * PERDIDA ESTATICA

PRESION NECESARIA PARA LLEGAR A PUNTOS INDICADOS EN KG\CM2 Y PSI.
DE ACUERDO A % DE SOLIDOS, BOMBA, CAUDAL, Y TUBERIA.

AREA 24 - SVT

DATOS A INGRESAR		DATOS CALCULADOS		PARAMETROS GENERALES DE TRABAJO			
% SOLIDOS	35%	DENSIDAD DE PULPA	1,290 ton/m ³	BOMBA	H-180	H-225	
BOMBA	H-225	VELOCIDADES :		POLEA	34 cm	30 cm	34 cm
CAUDAL	592 G.P.M.			RPM	55	47	37.4
				CAUDAL	445	396	592
		TUB. SECUND.=	7,286 2,22	PRESION	80 k/cm ²	80 k/cm ²	80 k/cm ²
DIAM. SECUNDAR.	5,761 "	PERDIDA DE CARGA DINAMICA :					
FACTOR - C	110	PRINCIPA 6"	0,047 m x m	DIAMETROS REALES :	6" = 5,761"		

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-225, NIVEL 1410, TUB. 6", HASTA NIVEL 1830				AREA. 24	SVT	VAL. DE C		110		
6 "		592 G.P.M.	VELOC. EN TUB. 5"	7,285 PIES/SEG.		PERDIDA X 100M REC.		KG/CM2 = 0,469		
ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		65%	60%	55%	50%	45%	40%	35%
		HORIZ.	VERT.	1,718	1,628	1,547	1,474	1,407	1,346	1,290
	1410			0	0	0	0	0	0	0
1367	A 1455	117	53	9,80	9,29	8,83	8,41	8,03	7,68	7,36
1485	B 1459,36	1250	4,36	21,10	19,99	19,00	18,10	17,28	16,53	15,84
1915	C 1570	118	112	40,72	38,59	36,67	34,94	33,35	31,91	30,58
2085	D 1570	430	0	44,36	42,04	39,95	38,06	36,33	34,76	33,31
2315	E 1592	170	22	49,46	46,87	44,53	42,43	40,50	38,75	37,14
2429	F 1596	230	4	52,07	49,34	46,88	44,67	42,64	40,79	39,10
2467	G 1709	114	113	71,82	68,06	64,68	61,62	58,82	56,27	53,93
2790	H 1709	38	0	72,15	68,37	64,97	61,90	59,09	56,52	54,17
3239	I 1750	323	41	81,70	77,42	73,56	70,09	66,91	64,01	61,34
3704	J 1750	449	0	85,49	81,01	76,98	73,35	70,02	66,98	64,19
3944	K 1750	465	2	89,76	85,06	80,82	77,01	73,51	70,32	67,40
4049	L 1750	240	1	91,95	87,14	82,80	78,89	75,31	72,04	69,05
4164	LL 1750	105	1	93,01	88,14	83,75	79,80	76,17	72,87	69,84
4221	M 1750	115	1	94,15	89,21	84,78	80,78	77,10	73,76	70,69
4301	N 1750	56,5	33	100,11	94,87	90,15	85,89	81,99	78,44	75,17
	O 1784	80	10	102,45	97,09	92,26	87,90	83,91	80,27	76,93
CANTIDAD DE RELLENO										
POR CADA HORA DE BOMBEO M3.				88	77	67	58	50	43	36
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.				81	88	94	99	104	109	113
KW-HR NOMINAL PARA LA MAYOR PRESION				474,18	449,34	426,99	406,84	388,35	371,51	356,05
KW/M3 DE SOLIDOS				5,37	5,82	6,34	6,98	7,75	8,72	9,97

NO ES POSIBLE EXCEDER LA CAPACIDAD DE LA BOMBA

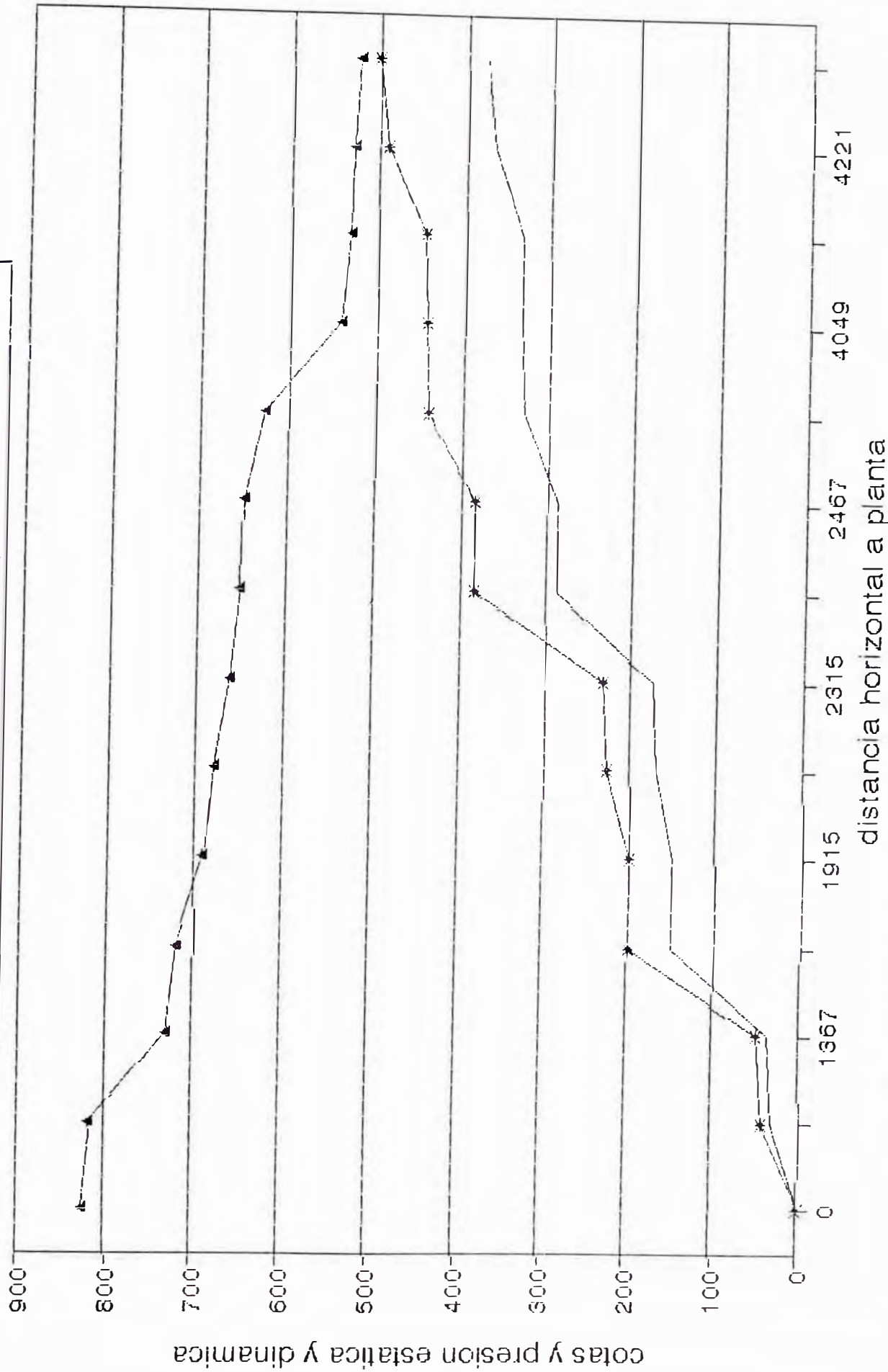
SVT	DENSIDAD	m ³	Kg/cm ²	Kw	m ³ H ₂ O	L (m)	Kw/m ³
A-24	DE PULPA	SOLIDOS					
	35.00%	35.71	76.93	356.05	112.74	4300.5	9.97

A-21/24 SVT BELLAVISTA
CONSUMO DE ENERGIA KW-HR NOMINAL PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS

ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		65%	60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%
		HORIZ.	VERT.	1,718	1,628	1,547	1,474	1,407	1,346	1,290	1,239
	1410										
A	1455	117	53	45	43	41	39	37	36	34	33
#### B	1459,36	1250	4,36	98	93	88	84	80	77	73	70
#### C	1570	118	112	188	179	170	162	154	148	142	136
#### D	1570	430	0	205	195	185	176	168	161	154	148
#### E	1592	170	22	229	217	206	196	187	179	172	165
#### F	1596	230	4	241	223	217	207	197	189	181	174
#### G	1709	114	113	332	315	299	285	272	260	250	240
#### H	1709	38	0	334	316	301	286	273	262	251	241
#### I	1750	323	41	378	358	340	324	310	296	284	273
#### J	1750	449	0	396	375	356	339	324	310	297	285
#### K	1750	465	2	415	394	374	356	340	325	312	300
#### L	1750	240	1	426	403	383	365	349	333	320	307
#### LL	1750	105	1	430	408	388	369	353	337	323	310
#### M	1750	115	1	436	413	392	374	357	341	327	314
#### N	1750	56,5	33	463	439	417	398	379	363	348	334
####		80	10	474	449	427	407	388	372	356	342

DATOS DE LA LINEA DE RELLENO			PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI			
LONG. TUB.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM.	ESTAT.	En	En	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.	kq/cm2	kq/cm2	kq/cm2	psi				
		1410			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
0	A	1455	117	33	0,81	4,26	5,07	71,9	117	33	792	43
1367	B	1460	1250	5	9,12	4,90	14,02	199,1	1367	38	709	49
1485	C	1570	118	112	10,20	19,36	29,56	419,5	1485	150	698	194
1915	D	1570	430	0	13,06	19,36	32,42	460,1	1915	150	669	194
2085	E	1592	170	22	14,20	22,19	36,40	516,6	2085	172	658	222
2315	F	1596	230	4	15,73	22,71	38,44	545,6	2315	176	643	227
2429	G	1709	114	113	16,80	37,29	54,09	767,7	2429	289	632	373
2467	K	1709	38	0	17,05	37,29	54,34	771,3	2467	289	629	373
2790	L	1750	323	41	19,22	42,58	61,80	877,1	2790	330	608	426
4049	LL	1750	1259	3	27,59	42,97	70,56	1001,5	4049	333	524	430
4164	M	1750	115	1	28,35	43,10	71,45	1014,1	4164	334	516	431
4221	N	1783	56,5	33	28,79	47,36	76,15	1080,8	4221	367	512	474
4321	O	1785	80	10	29,33	48,65	77,97	1106,7	4301	377	507	486
RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3.					36							
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.					113							

**PERFIL DE RELLENO HIDRAULICO H-225
AREA 21/24 SVT DENSIDAD 1,290 ton/m³**



— PERFIL TUBERIA 6" ▲ PERDIDA DINAMICA *— PERDIDA ESTATICA

PRESION NECESARIA PARA LLEGAR A PUNTOS INDICADOS EN KG/CM2 Y PSI.
 DE ACUERDO A % DE SOLIDOS, BOMBA, CAUDAL, Y TUBERIA.

AREA 24 - SVT

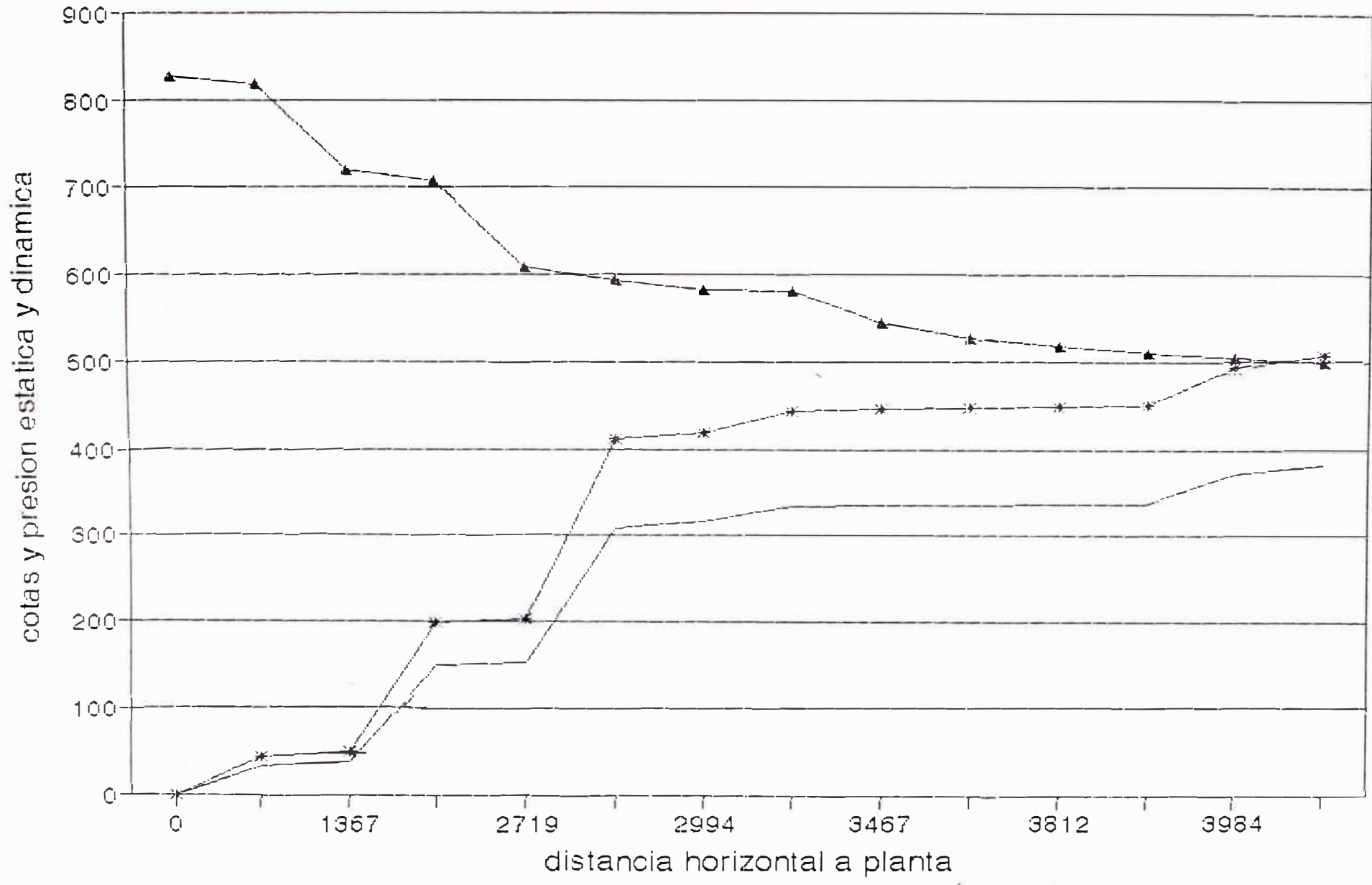
DATOS A INGRESAR		DATOS CALCULADOS		PARAMETROS GENERALES DE TRABAJO			
% SOLIDOS	35%	DENSIDAD DE PULPA	1,290 ton/m ³	BOMBA	H-180	H-225	
BOMBA	H-180	VELOCIDADES :		POLEA	34 cm	30 cm	34 cm
CAUDAL	396 G.P.M.		0/seg. m/seg.	RPM	55	47	37.4
		TUB. SECUND.=	6,980 2,13	CAUDAL	445	396	592
				PRESION	80 k/cm ²	80 k/cm ²	80 k/cm ²
DIAM. SECUNDAR.	4,814 "	PERDIDA DE CARGA DINAMICA :					
FACTOR - C	110	DIAMETRO	5" 0,053 m x m	DIAMETROS REALES :	5" = 4,814"		

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-180 TUB. 5", HASTA NIVEL 1830		AREA 24 SVT.		VAL. DE C		110					
5 "	396 G.P.M.	VELOC. EN TUB. 5"		7,013 PIES/SEG.		PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 =		0,534			
ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%	
		HORIZ.	VERT.	1,628	1,547	1,474	1,407	1,346	1,290	1,239	
	1410			0	0	0	0	0	0	0	
1367	A 1455	117	53	9,42	8,95	8,53	8,14	7,79	7,47	7,17	
1485	B 1459,36	1250	4,36	21,53	20,46	19,49	18,60	17,80	17,06	16,38	
2719	C 1570	118	112	40,26	38,25	36,45	34,79	33,28	31,90	30,64	
2876	D 1570	1234	3	52,00	49,41	47,08	44,94	42,99	41,20	39,57	
2994	E 1735	157	157	78,18	74,29	70,78	67,56	64,64	61,95	59,50	
	F 1739	118	5,5	80,12	76,14	72,54	69,24	66,24	63,49	60,98	
3012	G 1750	18	18	83,12	78,99	75,26	71,84	68,72	65,86	63,26	
3467	K 1750	455	2	87,59	83,24	79,31	75,70	72,42	69,41	66,66	
3707	L 1750	240	1	89,94	85,47	81,44	77,73	74,36	71,27	68,45	
3812	LL 1750	105	1	91,06	86,53	82,45	78,70	75,29	72,15	69,30	
3927	M 1750	115	1	92,27	87,68	83,54	79,74	76,29	73,11	70,22	
3984	N 1750	56,5	33	97,99	93,11	88,72	84,68	81,01	77,64	74,57	
4064	O 1784	80	10	100,29	95,30	90,80	86,68	82,92	79,47	76,33	
CANTIDAD DE RELLENO											
POR CADA HORA DE BOMBEO M3.					52	45	39	33	28	24	20
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.				12	59	63	66	70	73	75	78
KW-HR NOMINAL PARA LA MAYOR PRESION					310,50	295,05	281,13	268,35	256,72	246,04	236,31
KW/M3 DE SOLIDOS					6,01	6,55	7,21	8,01	9,01	10,30	12,02

DATOS DE LA LINEA DE RELLENO				PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI		
LONG. TUB.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM.	ESTAT.	En	En	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	psi				
		1410			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
0	A	1455	117	33	0,92	4,26	5,18	73,5	117	33	791	43
1367	B	1459,36	1250	4,36	10,39	4,82	15,21	215,8	1367	37	696	48
1485	C	1570	118	112	11,62	19,27	30,89	438,4	1485	149	684	193
2719	D	1570	1234	3	20,96	19,66	40,62	576,6	2719	152	590	197
2876	E	1735	157	157	22,64	39,92	62,56	888,0	2876	309	574	399
2994	F	1739	118	5,5	23,54	40,63	64,17	910,7	2994	315	565	406
3012	G	1750	18	18	23,73	42,95	66,68	946,4	3012	333	563	430
3467	K	1750	455	2	27,18	43,21	70,39	999,0	3467	335	528	432
3707	L	1751	240	1	28,99	43,34	72,33	1026,6	3707	336	510	433
3812	LL	1752	105	1	29,79	43,47	73,26	1039,7	3812	337	502	435
3927	M	1753	115	1	30,66	43,60	74,26	1053,9	3927	338	493	436
3984	N	1784	56,5	33	31,16	47,86	79,01	1121,4	3984	371	488	479
4064	O	1794	80	10	31,77	49,15	80,91	1148,4	4064	381	482	491
RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3.						24						
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.						75						

IL ULICO H-180
 AREA 21/24 SVT DENSIDAD 1,290 ton/m³



— PERFIL TUBERIA 5" ▲ PERDIDA DINAMICA * PERDIDA ESTATICA

PRESION NECESARIA PARA LLEGAR A PUNTOS INDICADOS EN KG\CM2 Y PSI.
 DE ACUERDO A % DE SOLIDOS, BOMBA, CAUDAL, Y TUBERIA.

AREA - 23 SVT

DATOS A INGRESAR		DATOS CALCULADOS		PARAMETROS GENERALES DE TRABAJO				
% SOLIDOS	45%	DENSIDAD DE PULPA	1,407 ton/m ³	BOMBA	H-180; H-225;			
BOMBA	H-225	VELOCIDADES		POLEA	34 cm	30 cm	34 cm	30 cm
CAUDAL	592 G.P.M.		p/seg. m/seg.	RPM	55	47	37.4	32
		TUB. SECUND.=	7.286 2,22	PRESION	80 k/cm ²	80 k/cm ²	80 k/cm ²	80 k/cm ²
DIAM.PRINCIPAL.	5,761 "	PERDIDA DE CARGA DINAMICA						
FACTOR - C	110	PRINCIPA 6" =	0,047 m x m	DIAMETROS REALES	6" = 5,761			

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-225, NIVEL 1410, TUB.6", HASTA NV. 1750 COORDENADA 1780. AREA 23 SVT 110 VALOR DE "C"

6 " 592 G.P.M. VELOC. DE PULPA = 7,285 PIES/SEG. PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 = 0,469

ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%
		HORIZ.	VERT.	1.818	1.718	1.628	1.547	1.474	1.407	1.346
	1410			0	0	0	0	0	0	0
		117	53	10,37	9,80	9,29	8,83	8,41	8,03	7,68
1367	A 1455	1250	4,36	22,33	21,10	19,99	19,00	18,10	17,28	16,53
1485	B 1459,36	118	112	43,09	40,72	38,59	36,67	34,94	33,35	31,91
1915	C 1570	430	0	46,94	44,36	42,04	39,95	38,06	36,33	34,76
2085	D 1570	170	22	52,34	49,46	46,87	44,53	42,43	40,50	38,75
2315	E 1592	230	4	55,10	52,07	49,34	46,88	44,67	42,64	40,79
2429	F 1596	114	113	76,01	71,82	68,06	64,68	61,62	58,82	56,27
2467	G 1709	38	0	76,35	72,15	68,37	64,97	61,90	59,09	56,52
2790	H 1709									
		323	41	86,45	81,70	77,42	73,56	70,09	66,91	64,01
3239	I 1750									
		449	0	90,47	85,49	81,01	76,98	73,35	70,02	66,98
3704	J 1750									
		465	2	94,98	89,76	85,06	80,82	77,01	73,51	70,32
3944	K 1750									
		240	1	97,31	91,95	87,14	82,80	78,89	75,31	72,04
4109	L 1750									
		165	1	98,96	93,52	88,62	84,21	80,23	76,59	73,27
4349	LL 1750									
		240	2	101,46	95,88	90,86	86,33	82,26	78,52	75,12
	M 1750									
CANTIDAD DE RELLENO										
POR CADA HORA DE BOMBEO M3.				101	88	77	67	58	50	43
AGUA BOMBADA EN UNA HORA				73	81	88	94	99	104	109

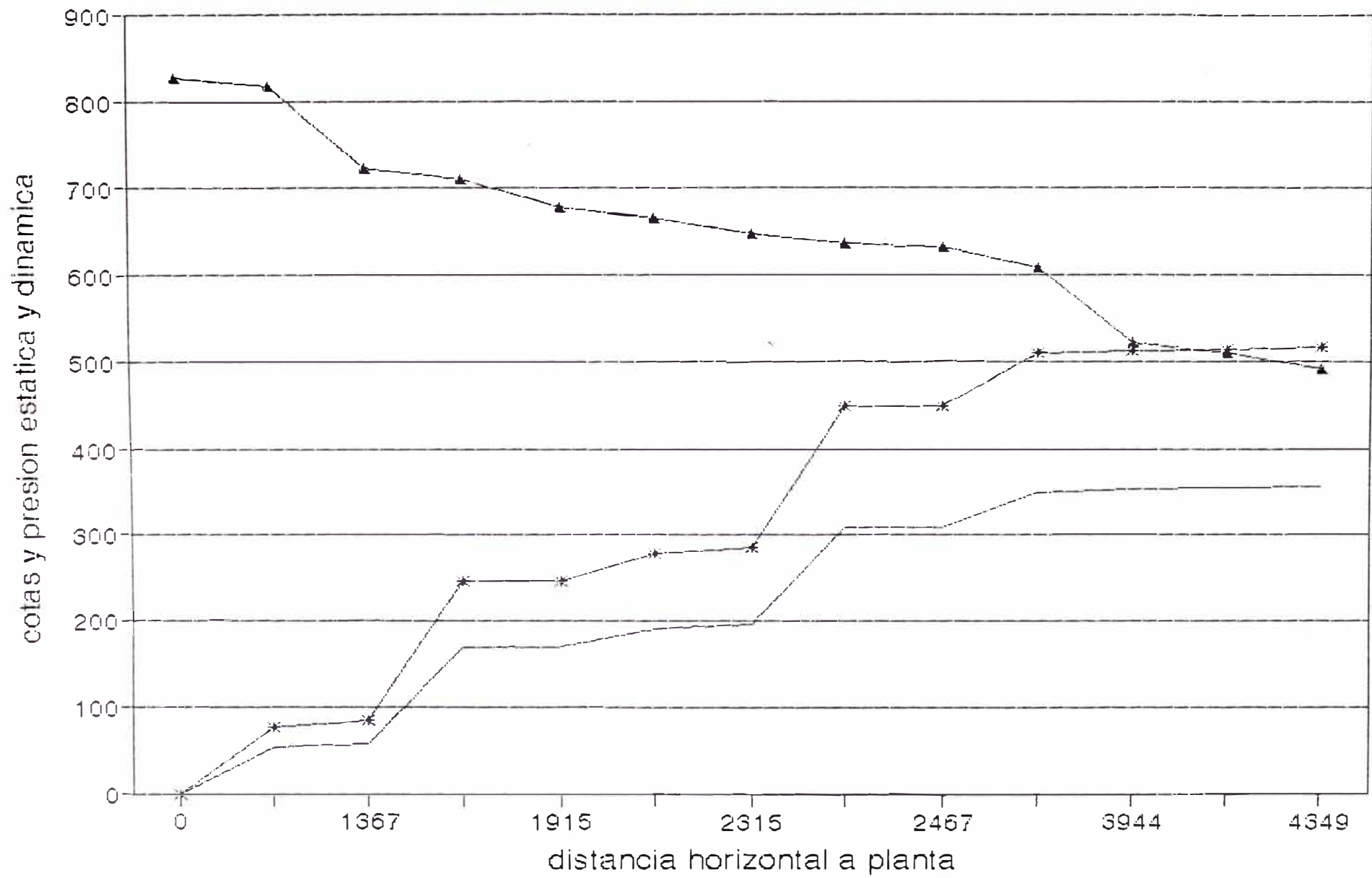
DATOS DE LA LINEA DE RELLENO			PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI			
LONG. TUB.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM. kq/cm2	ESTAT. kq/cm2	En kq/cm2	En psi	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.								
		1410			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
0	A	1455	117	53	0,93	7,46	8,39	119,1	117	53	791	75
1367	B	1460	1250	5	10,03	8,16	18,19	258,2	1367	58	700	82
1485	C	1570	118	112	11,21	23,92	35,13	498,7	1485	170	688	239
1915	D	1570	430	0	14,34	23,92	38,26	543,1	1915	170	657	239
2085	E	1592	170	22	15,59	27,02	42,60	604,7	2085	192	644	270
2315	F	1596	230	4	17,26	27,58	44,84	636,4	2315	196	627	276
2429	G	1709	114	113	18,43	43,48	61,91	878,7	2429	309	616	435
2467	K	1709	38	0	18,70	43,48	62,19	882,6	2467	309	613	435
2790	L	1750	323	41	21,07	49,25	70,32	998,1	2790	350	589	493
3944	LL	1750	1154	3	29,47	49,67	79,14	1123,3	3944	353	505	497
4109	M	1750	165	1	30,67	49,81	80,48	1142,3	4109	354	493	498
4349	N	1750	240	2	32,42	50,09	82,51	1171,1	4349	356	476	501
RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3.					50							
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.					104							

+----+

NO ES POSIBLE EXCEDER LA CAPACIDAD DE LA BOMBA

+----+

PERFIL DE RELLENO HIDRAULICO H-225
 AREA 23 SVT DENSIDAD 1,407 ton/m3



— PERFIL TUBERIA 6" ▲ PERDIDA DINAMICA * PERDIDA ESTATICA

PRESION NECESARIA PARA LLEGAR A PUNTOS INDICADOS EN KG\CM2 Y PSI.
 DE ACUERDO A % DE SOLIDOS, BOMBA, CAUDAL, Y TUBERIA.

AREA - 23 SVT

DATOS A INGRESAR		DATOS CALCULADOS		PARAMETROS GENERALES DE TRABAJO				
% SOLIDOS	40%	DENSIDAD DE PULPA	1,346 ton/m ³	BOMBA	H-180		H-225	
BOMBA	H-180	VELOCIDADES :		POLEA	34 cm	30 cm	34 cm	30 cm
CAUDAL	396 G.P.M.		p/seg. m/seg.	RPM	55	47	37.4	32
				CAUDAL	445	396	596	510
		TUB. SECUND.=	6,980 2,13	PRESION	80 k/cm ²	80 k/cm ²	80 k/cm ²	80 k/cm ²
DIAM. SECUNDAR.	4,814 "	PERDIDA DE CARGA DINAMICA :						
FACTOR - C	110	SECUND. 5" =	0,053 m x m	DIAMETROS REALES :	5" = 4,814"			

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-180 TUB. 5", HASTA NIVEL 1830 AREA 23 COORDENADA 1780.				VAL. DE C		110					
5 "	396 G.P.M.	VELOC. EN TUB. 5"		7,013 PIES/SEG.		PERDIDA X 100M REC. KG/CM2				0,534	
ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%	
		HORIZ.	VERT.	1,628	1,547	1,474	1,407	1,346	1,290	1,239	
	1410			0	0	0	0	0	0	0	
1367	A 1455	117	53	9,42	8,95	8,53	8,14	7,79	7,47	7,17	
1485	B 1459,36	1250	4,36	21,53	20,46	19,49	18,60	17,80	17,06	16,38	
2719	C 1570	118	112	40,26	38,25	36,45	34,79	33,28	31,90	30,64	
2876	D 1570	1234	3	52,00	49,41	47,08	44,94	42,99	41,20	39,57	
2994	E 1735	157	157	78,18	74,29	70,78	67,56	64,64	61,95	59,50	
	F 1739	118	5,5	80,12	76,14	72,54	69,24	66,24	63,49	60,98	
3012	G 1750	18	18	83,12	78,99	75,26	71,84	68,72	65,86	63,26	
3467	K 1750	455	2	87,59	83,24	79,31	75,70	72,42	69,41	66,66	
3707	L 1750	240	1	89,94	85,47	81,44	77,73	74,36	71,27	68,45	
3872	LL 1750	165	1	91,61	87,05	82,94	79,17	75,74	72,59	69,72	
4112	M 1750	240	2	94,12	89,43	85,21	81,34	77,81	74,58	71,63	
CANTIDAD DE RELLENO											
POR CADA HORA DE BOMBEO M3.				52	45	39	33	28	24	20	
AGUA BOMBEOADA DURANTE UNA HORA.				12	59	63	66	70	73	75	78
KW-HR NOMINAL PARA LA MAYOR PRESION				291,38	276,88	263,82	251,83	240,91	230,88	221,76	
KW/M3 DE SOLIDOS				5,64	6,15	6,77	7,52	8,46	9,67	11,28	

NO ES POSIBLE EXCEDER LA CAPACIDAD DE LA BOMBA

SVT A-23	DENSIDAD DE PULPA 40,00%	m ³ SOLIDOS 28,48	Kg/cm ² 77,81	Kw 240,91	m ³ H ₂ O 72,64	L (m) 4112	Kw/m ³ 8,46
-------------	--------------------------------	------------------------------------	-----------------------------	--------------	--	---------------	---------------------------

CONSUMO DE ENERGIA KW-HR NOMINAL PARA LLEGAR DICHOS PUNTOS

ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%
		HOR	VERT	1,628	1,547	1,474	1,407	1,346	1,29	1,239
	1410									
1367	A 1455	117	53	29	28	26	25	24	23	22
1485	B 1459,36	1250	4,36	67	63	60	58	55	53	51
2719	C 1570	118	112	125	118	113	108	103	99	95
2876	D 1570	1234	3	161	153	146	139	133	128	123
2994	E 1735	157	157	242	230	219	209	200	192	184
3012	F 1739	118	5,5	248	236	225	214	205	197	189
3467	G 1750	18	18	257	245	233	222	213	204	196
3707	K 1750	455	2	271	258	246	234	224	215	206
3872	L 1750	240	1	278	265	252	241	230	221	212
4112	LL 1750	165	0	284	270	257	245	234	225	216
	M 1750	240	0	291	277	264	252	241	231	222

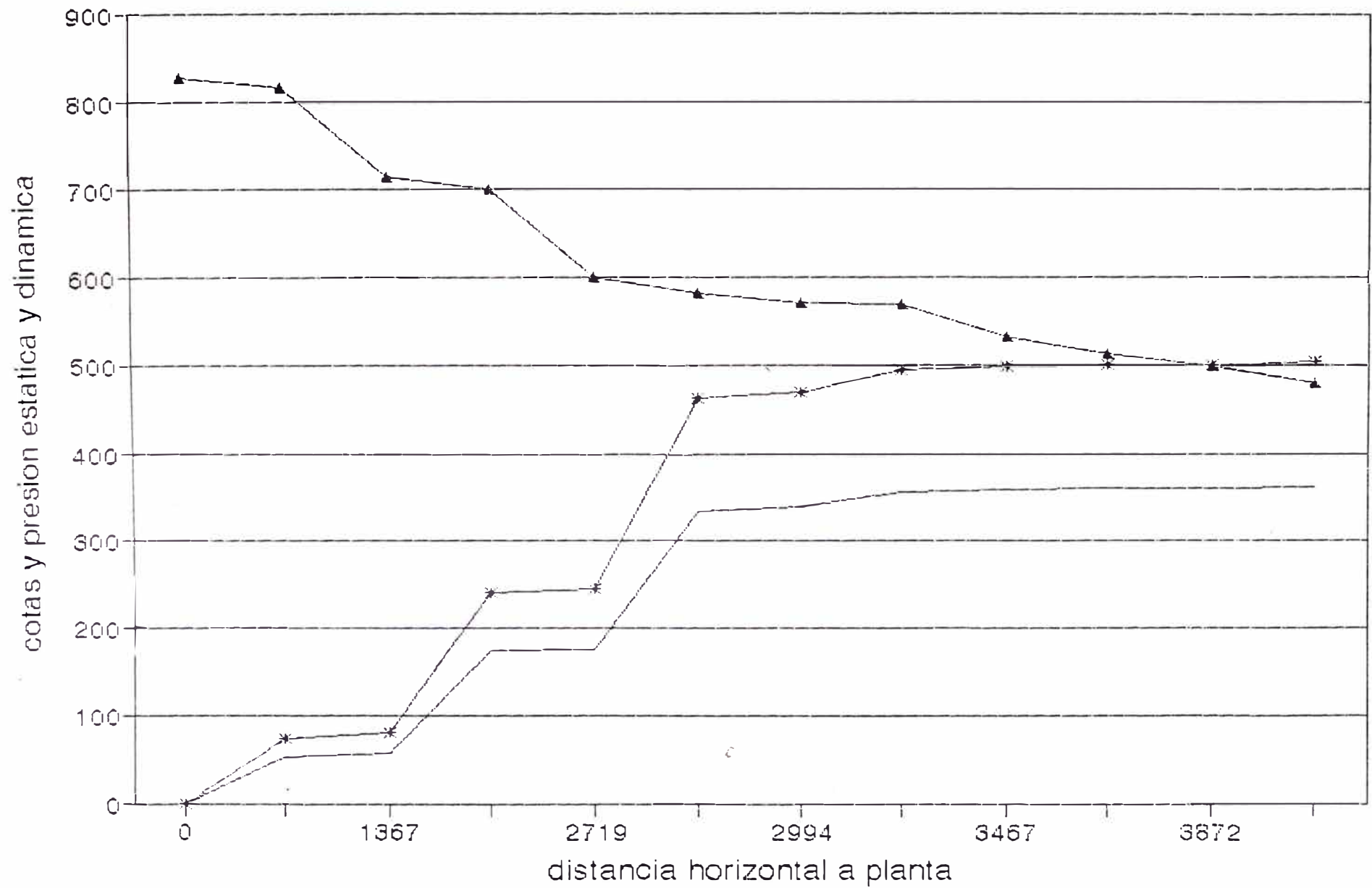
DATOS DE LA LINEA DE RELLENO				PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI		
LONG. TUB.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM.	ESTAT.	En	En	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	psi				
		1410			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
0	A	1455	117	33	0,95	4,44	5,40	76,6	117	33	790	44
1367	B	1460	1250	5	10,77	5,12	15,88	225,4	1367	38	692	51
1485	C	1570	118	115	12,06	20,60	32,66	463,5	1485	153	679	206
2719	D	1570	1234	3	21,74	21,00	42,75	606,7	2719	156	583	210
2876	E	1730	157	157	23,49	42,14	65,62	931,4	2876	313	565	421
2994	F	1739	118	5,5	24,41	42,88	67,29	955,1	2994	319	556	429
3012	G	1750	18	18	24,61	45,30	69,91	992,3	3012	337	554	453
3022	K	1750	455	2	28,18	45,57	73,76	1046,8	3467	339	518	456
3048	L	1753	240	1	30,07	45,71	75,77	1075,5	3707	340	499	457
3150	LL	1754	165	1	31,36	45,84	77,20	1095,7	3872	341	486	458
3170	M	1756	240	2	33,25	46,11	79,36	1126,3	4112	343	468	461
RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3.					28							
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.					73							

+----+

NO ES POSIBLE EXCEDER LA CAPACIDAD DE LA BOMBA

+----+

PERFIL DE RELLENO HIDRAULICO H-180
 AREA 23 SVT DENSIDAD 1,346 ton/m3



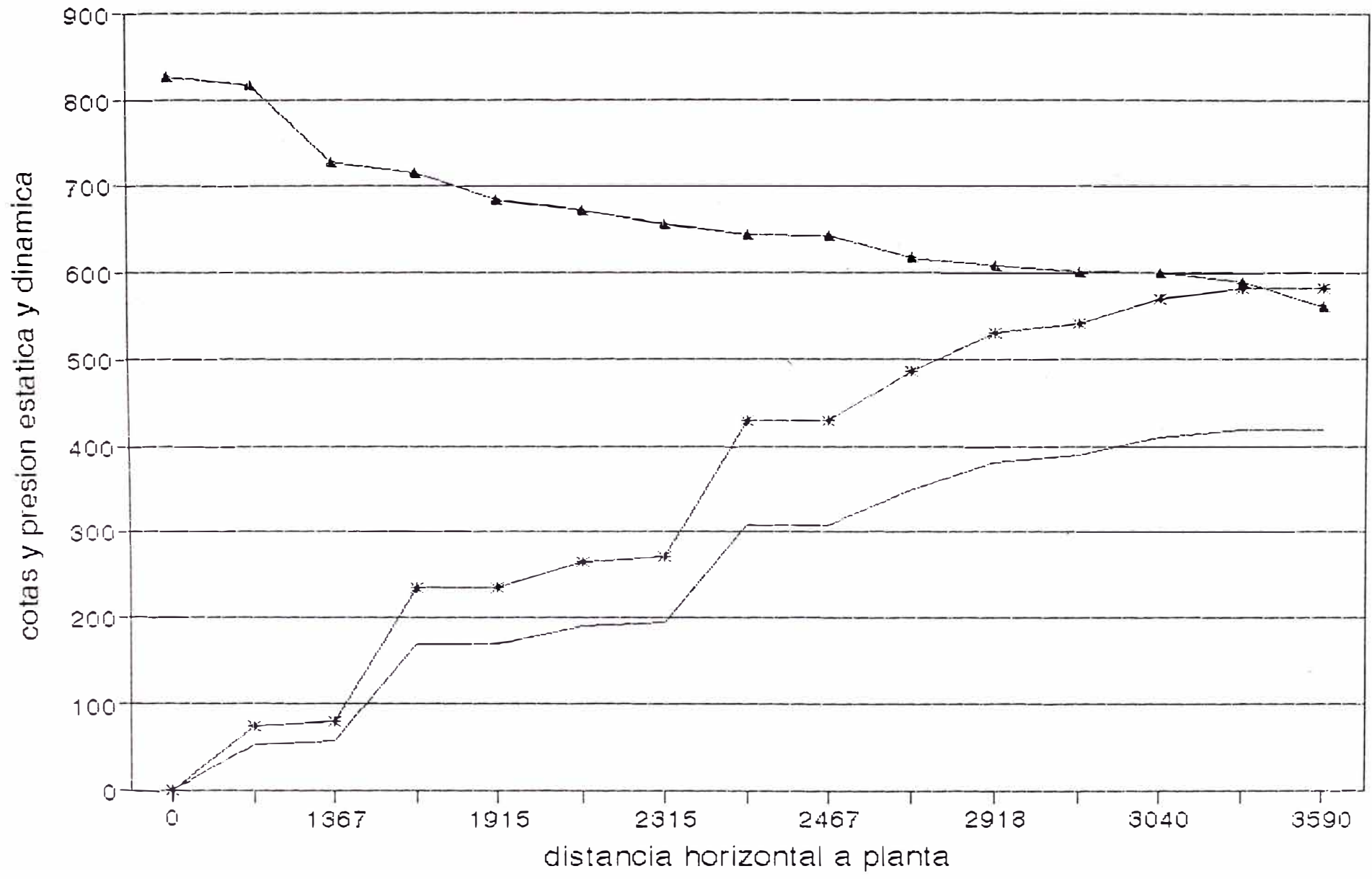
— PERFIL TUBERIA 5" ▲ PERDIDA DINAMICA * PERDIDA ESTATICA

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-225, NIVEL 1410, TUB. 6", HASTA NIVEL 1830				AREA. 911-15			VAL. DE C		110	
6 "		592 G.P.M.	VELOC. EN TUB. 5"	7,285 PIES/SEG.			PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 =		0,469	
ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		65%	60%	55%	50%	45%	40%	35%
		HORIZ.	VERT.	1,718	1,628	1,547	1,474	1,407	1,346	1,290
	1410			0	0	0	0	0	0	0
	1455	117	53	9,80	9,29	8,83	8,41	8,03	7,68	7,36
1367	A 1459,36	1250	4,36	21,10	19,99	19,00	18,10	17,28	16,53	15,84
1485	B	118	112	40,72	38,59	36,67	34,94	33,35	31,91	30,58
1915	C	1570	430	44,36	42,04	39,95	38,06	36,33	34,76	33,31
2085	D	1570	170	49,46	46,87	44,53	42,43	40,50	38,75	37,14
2315	E	1592	230	52,07	49,34	46,88	44,67	42,64	40,79	39,10
2429	F	1596	114	71,82	68,06	64,68	61,62	58,82	56,27	53,93
2467	G	1709	38	72,15	68,37	64,97	61,90	59,09	56,52	54,17
2790	J	1750	323	81,70	77,42	73,56	70,09	66,91	64,01	61,34
2918	K	1750	128	88,27	83,64	79,48	75,73	72,29	69,15	66,28
3020	L	1750	102	90,29	85,56	81,31	77,47	73,95	70,74	67,80
3040	LL	1776	20	93,79	88,88	84,45	80,47	76,81	73,48	70,42
3190	M	1783	150	96,72	91,65	87,09	82,98	79,21	75,78	72,62
3590	N	1803	400	100,10	94,86	90,14	85,89	81,98	78,43	75,16
	O	1823								
CANTIDAD DE RELLENO										
POR CADA HORA DE BOMBEO M3.				88	77	67	58	50	43	36
AGUA BOMBEOADA DURANTE UNA HORA.				81	88	94	99	104	109	113
KW-HR NOMINAL PARA LA MAYOR PRESION				463,31	439,04	417,20	397,51	379,44	362,99	347,89
KW/M3 DE SOLIDOS				5,25	5,68	6,20	6,82	7,58	8,52	9,74

DATOS DE LA LINEA DE RELLENO			PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI			
LONG. TUB.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM.	ESTAT.	En	En	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	psi				
		1410			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
0	A	1455	117	53	0,89	7,14	8,03	113,9	117	53	791	71
1367	B	1459,36	1250	4,36	9,56	7,72	17,29	245,3	1367	57	704	77
1485	C	1571,36	118	112	10,69	22,80	33,49	475,4	1485	169	693	228
1485	D	1571,36	430	0	13,68	22,80	36,48	517,7	1915	169	663	228
1915	E	1593,36	170	22	14,86	25,76	40,63	576,6	2085	191	651	258
2315	F	1597,36	230	4	16,46	26,30	42,76	606,9	2315	195	635	263
2429	G	1710,36	114	113	17,57	41,51	59,09	838,6	2429	308	624	415
2467	K	1710,36	38	0	17,84	41,51	59,35	842,4	2467	308	622	415
2790	L	1751,36	323	41	20,10	47,03	67,13	952,8	2790	349	599	470
2918	LL	1784,36	128	33	21,01	51,43	72,49	1028,8	2918	382	590	515
3020	M	1791,36	102	7	21,72	52,42	74,14	1052,3	3020	389	583	524
3040	N	1811,36	20	20	21,92	55,11	77,03	1093,3	3040	409	581	551
3190	O	1821,36	150	10	22,96	56,46	79,42	1127,2	3190	419	570	565
3590	P	1821,36	400	0	25,74	56,46	82,19	1166,6	3590	419	543	565
RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3.					43							
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.					109							

PERFIL DE RELLENO HIDRAULICO H-225
 AREA 9II/15 SVT DENSIDAD 1,346 ton/m³



— PERFIL TUBERIA 6" ▲ PERDIDA DINAMICA * PERDIDA ESTATICA

PRESION NECESARIA PARA LLEGAR A PUNTOS INDICADOS EN KG/CM2 Y PSI.
DE ACUERDO A % DE SOLIDOS, BOMBA, CAUDAL, Y TUBERIA.

AREA 911-15

DATOS A INGRESAR		DATOS CALCULADOS		PARAMETROS GENERALES DE TRABAJO			
% SOLIDOS	30%	DENSIDAD DE PULPA	1.239 ton/m ³	BOMBA	H-180	H-225	
BOMBA	H-180	VELOCIDADES :		POLEA	34 cm	30 cm	34 cm
CAUDAL	396 G.P.M.			RPM	55	47	37.4
				CAUDAL	445	396	596
		TUB. SECUND.=	6.980	PRESION	80 k/cm ²	80 k/cm ²	80 k/cm ²
DIAM. SECUNDAR.	4.814 "	PERDIDA DE CARGA DINAMICA :					
FACTOR - C	110	SECUND. 5" =	0.053 m x m	DIAMETROS REALES :	5" = 4.814"		

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-180 TUB.5",HASTA NIVEL 1830 COORDENADA 725. A-911/15				VAL.DE C		110				
5 "	396 G.P.M.	VELOC. EN TUB. 5"	7.013 PIES/SEG.	PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 = 0,534						
ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%
		HORIZ.	VERT.	1,628	1,547	1,474	1,407	1,346	1,290	1,239
	1410			0	0	0	0	0	0	0
		117	53	9,42	8,95	8,53	8,14	7,79	7,47	7,17
1367	A 1455	1250	4,36	21,53	20,46	19,49	18,60	17,80	17,06	16,38
1485	B 1459,36	118	112	40,26	38,25	36,45	34,79	33,28	31,90	30,64
2719	C 1570	1234	3	52,00	49,41	47,08	44,94	42,99	41,20	39,57
2876	D 1570	157	157	78,18	74,29	70,78	67,56	64,64	61,95	59,50
2994	E 1735	118	5,5	80,12	76,14	72,54	69,24	66,24	63,49	60,98
3012	F 1740	18	18	83,12	78,99	75,26	71,84	68,72	65,86	63,26
3022	G 1750	10	0	83,21	79,07	75,34	71,92	68,80	65,94	63,33
3048	K 1750	26	26	87,55	83,19	79,27	75,66	72,38	69,37	66,63
3150	L 1776	102	7	89,58	85,13	81,11	77,42	74,07	70,98	68,18
3170	LL 1783	20	20	92,92	88,30	84,13	80,30	76,82	73,63	70,72
	M 1803									
3320		150	20	97,44	92,59	88,22	84,21	80,56	77,21	74,16
3720	N 1823	400	0	101,09	96,06	91,53	87,37	83,58	80,11	76,94
	D 1823									
CANTIDAD DE RELLENO										
POR CADA HORA DE BOMBEO M3.				52	45	39	33	28	24	20
AGUA BOMBEOADA DURANTE UNA HORA.				59	63	66	70	73	75	78

SVT 911/15	Densidad de pulpa 30%	m3 Solidos 19,67	Kg/cm2 76,94	Kw-Hr 290,20	m3 H2O 78,01	L(m) 3720,00	Kw/m3 14,76
---------------	-----------------------------	------------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------------

CONSUMO DE ENERGIA KW-HR PARA LLEGAR A LOS PUNTOS INDICADOS

ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		60%	55%	50%	45%	40%	35%	30%
		HORIZ.	VERT.	1,628	1,547	1,474	1,407	1,346	1,290	1,239
	1410			0	0	0	0	0	0	0
		117	53	36	34	32	31	29	28	27
1367	A 1455									
		1250	4,36	81	77	74	70	67	64	62
1485	B 1459,36									
		118	112	152	144	137	131	126	120	116
	C 1570									
2719	D 1570	1234	3	196	186	178	170	162	155	149
2876	E 1735	157	157	295	280	267	255	244	234	224
2994	F 1739	118	5,5	302	287	274	261	250	239	230
3012	G 1750	18	18	314	298	284	271	259	248	239
3022	K 1750	10	0	314	298	284	271	260	249	239
3048	L 1792	26	26	330	314	299	285	273	262	251
3150	LL 1804	102	7	338	321	306	292	279	268	257
3170	M 1750	20	20	350	333	317	303	290	278	267
3320	N 1750	150	20	368	349	333	318	304	291	280
3720		400	0	381	362	345	330	315	302	290

DATOS DE LA LINEA DE RELLENO			PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI			
LONG. TUB.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM.	ESTAT.	En	En	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	psi				
		1410			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
0	A	1455	117	33	0,88	4,09	4,97	70,5	117	33	791	41
1367	B	1459,36	1250	4,36	9,91	4,63	14,54	206,3	1367	37	701	46
1485	C	1570	118	112	11,08	18,51	29,59	419,9	1485	149	689	185
2719	D	1570	1234	3	20,00	18,88	38,87	551,7	2719	152	600	189
2876	E	1735	157	157	21,60	38,33	59,93	850,6	2876	309	584	383
2994	F	1739	118	5,5	22,45	39,01	61,46	872,4	2994	315	575	390
3012	G	1750	18	18	22,64	41,24	63,88	906,6	3012	333	574	412
3022	K	1750	10	0	22,71	41,24	63,95	907,7	3022	333	573	412
3048	L	1776	26	26	22,98	44,46	67,44	957,1	3048	359	570	445
3150	LL	1783	102	7	23,71	45,33	69,04	979,9	3150	366	563	453
3170	M	1803	20	20	23,92	47,81	71,73	1018,0	3170	386	561	478
3320	N	1823	150	20	25,01	50,29	75,30	1068,7	3320	406	550	503
3720	O	1823	400	0	27,90	50,29	78,19	1109,7	3720	406	521	503

RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3. 20

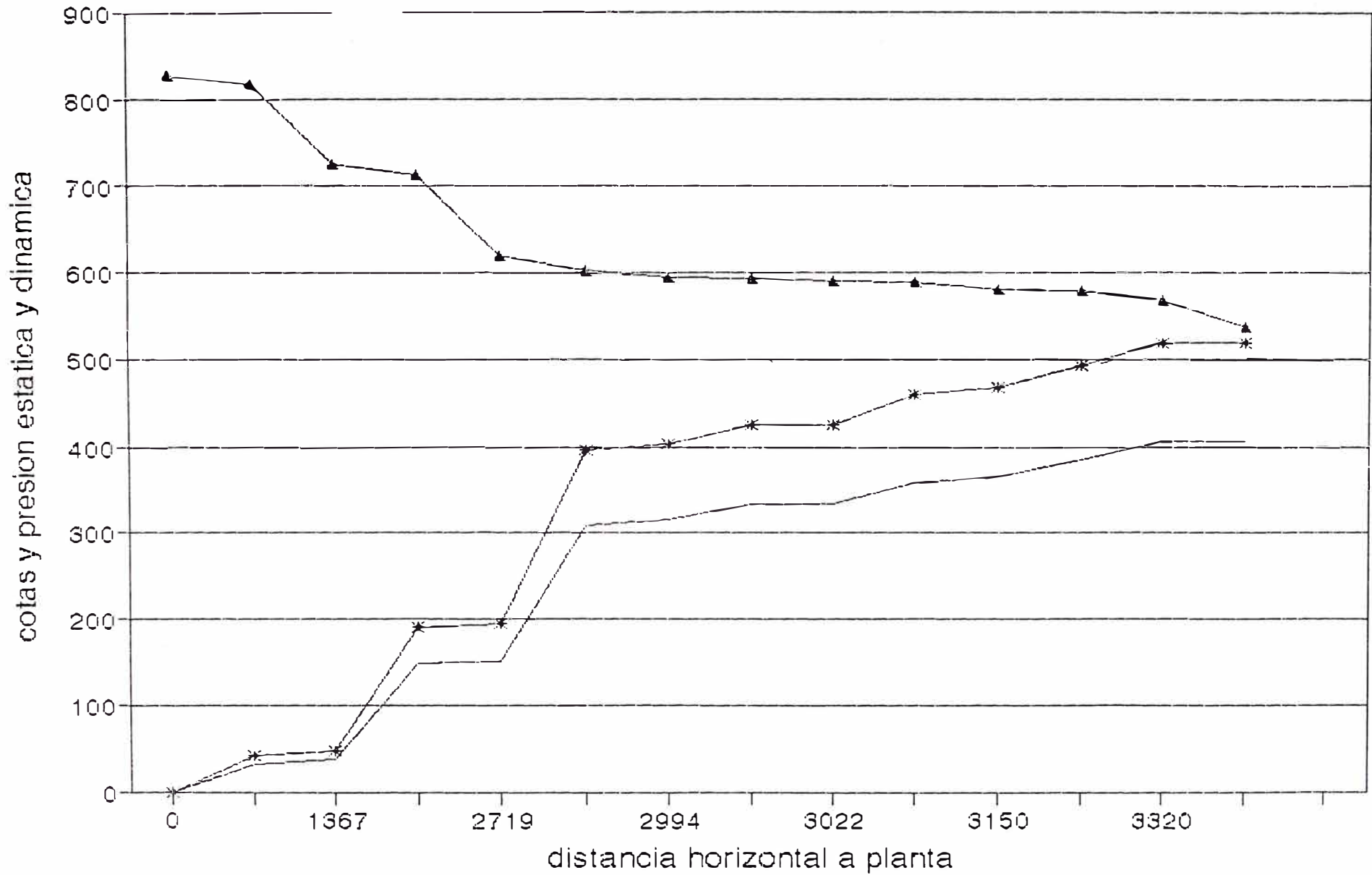
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA. 78

+----+

NO ES POSIBLE EXCEDER LA CAPACIDAD DE LA BOMBA

+----+

PERFIL DE RELLENO HIDRAULICO H-180
 AREA 9II/15 SVT DENSIDAD 1,239



— PERFIL TUBERIA 5" ▲ PERDIDA DINAMICA * PERDIDA ESTATICA

CUADRO I SISTEMA ACTUAL

TAJEO manto	DENSIDAD ton/m ³	M ³ /Hr relleno	M ³ /Hr agua	Kw/Hr nominal	Kw/m ³	Pres. Max Kg/cm ²	% Solidos	Tipo Bomba	Potencia Maxima	Consumo m ³ relleno
Tj 1310	1,239	29	117	444	15,1	77,79	30	H-225	375,77	12,96
A-18	1,239	20	78	249	12,64	80,31	30	H-180	259,51	12,98
Jesus										
Tj Alfon	1,346	43	109	367	8,64	79,49	40	H-225	383,99	8,93
A-18	1,29	24	75	243	10,17	78,43	35	H-180	253,43	10,56
Alfonso										
Tj Bella	1,29	35,71	112,74	356,05	9,97	76,93	35	H-225	371,62	8,64
A-21/24	1,29	24	78	246	10,30	79,47	35	H-180	256,79	10,70
SVT										
A-23	1,407	50	104	390	7,79	78,52	45	H-225	379,30	7,59
SVT	1,346	28	73	241	8,46	77,81	40	H-180	251,43	8,98
A-911/15	1,346	43	109	363	8,52	78,43	40	H-225	378,87	8,81
SVT	1,239	20	78	290	14,76	76,94	30	H-180	248,62	12,43

9.2 SISTEMA PROYECTADO DE RELLENO

Luego de realizar una evaluación técnica de la capacidad de las presiones requeridas para llegar a los puntos en que se encuentran los tajeos a rellenar, de acuerdo a las necesidades de pulpa se observa que al disminuir la densidad aumenta la relación agua/sólido además el % de sólidos disminuye aumentando así el consumo de energía en kw-hora y los kw/m³ rellenado por consiguiente los costos aumentan, perjudicando el ciclo del minado por el agua a introducir en interior mina.

El proyecto propone técnicamente instalar una bomba H-180 en Nv 1709 interior mina para el rebombeo desde planta Nv 1410 de la pulpa con otra bomba Mars H-180.

Al confeccionar las hojas de cálculo de las presiones requeridas primero para que llegue el relave cicloneado al Nv 1709 luego Nv 1830 proyectándose al Nv 1887 se obtuvo el aumento de la densidad de pulpa así como la disminución de agua bombeada a mina y otros resultados que se analizan más adelante. (ver cuadro II).

La bomba H-225 quedará en Stand By sin cambios con línea de 6".

La ruta que seguirá la línea de 5" será paralela a la línea de 6" desde el Nv 1750.

El caudal de la bomba H-180 será de 396 GPM con una velocidad en tubería de 7.013 pies/seg y una pérdida por 100 m de recorrido de 0.534 kg/cm².

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-180, NIVEL 1410, TUB.5", HASTA NV. 1709 COORDENADA 21460.

VAL.DE C 110

5 " 396 G.P.M. VELOC. DE PULPÁ = 7,013 PIES/SEG. PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 = 0,534

ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%
		HORIZ.	VERT.	2,059	1,931	1,818	1,718	1,628	1,547	1,475
	1420			0	0	0	0	0	0	0
1367 A	1455	117	53	11,92	11,17	10,52	9,94	9,42	8,95	8,54
1485 B	1459,36	1250	4,36	27,23	25,53	24,04	22,72	21,53	20,46	19,50
1915 C	1570	118	112	50,91	47,75	44,95	42,48	40,26	38,25	36,47
2085 D	1570	430	0	55,88	52,41	49,34	46,63	44,18	41,98	40,03
2315 E	1592	170	22	62,23	58,36	54,95	51,92	49,20	46,75	44,58
2429 F	1596	230	4	65,68	61,60	58,00	54,81	51,93	49,35	47,05
2687 G	1709	114	113	89,52	83,96	79,05	74,70	70,78	67,26	64,13
2687 H	1709	258	0	92,50	86,75	81,68	77,18	73,14	69,50	66,27
2687 I	1719	0	10	94,50	88,62	83,44	78,85	74,72	71,00	67,69
CANTIDAD DE RELLENO										
POR CADA HORA DE BOMBEO M3.				87	77	67	59	52	45	39
AGUA BOMBEADA EN M3				37	43	49	54	59	63	66

NO ES POSIBLE EXCEDER CAPACIDAD DE LA BOMBA

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-180, NIVEL 1410, TUB.5", HASTA NV. 1709 COORDENADA 21460. VAL.DE C 110
5 " 325 G.P.M. VELOC. DE PULPA = 5,756 PIES/SEG. PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 = 0,371

ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%
		HORIZ.	VERT.	2,059	1,931	1,818	1,718	1,628	1,547	1,475
	1420			0	0	0	0	0	0	0
1367	A 1455	117	53	11,50	10,79	10,16	9,60	9,09	8,64	8,24
1485	B 1459,36	1250	4,36	22,39	21,00	19,77	18,68	17,70	16,82	16,04
1915	C 1570	118	112	45,66	42,82	40,32	38,10	36,10	34,31	32,71
2085	D 1570	430	0	49,11	46,05	43,36	40,97	38,83	36,90	35,18
2315	E 1592	170	22	54,85	51,44	48,43	45,77	43,37	41,21	39,30
2429	F 1596	230	4	57,50	53,92	50,77	47,97	45,46	43,20	41,19
2687	G 1709	114	113	80,93	75,90	71,46	67,53	63,99	60,81	57,98
2687	H 1709	258	0	83,00	77,84	73,29	69,25	65,63	62,36	59,46
2687	I 1719	0	10	84,99	79,71	75,05	70,92	67,20	63,86	60,89
CANTIDAD DE RELLENO										
POR CADA HORA DE BOMBEO M3.				72	63	55	48	42	37	32
AGUA BOMBEADA EN M3				30	36	40	44	48	51	54

NO ES POSIBLE EXCEDER CAPACIDAD DE LA BOMBA

RUTA NUEVA 325 G.P.M.	DENSIDAD DE PULPA 65,00%	m ³	Kg/cm ²	KW	m ³ H ₂ O	KW/m ³
		48,49	70,92	219,53	44,39	4,53

ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%
		HORIZ.	VERT.	2,059	1,931	1,818	1,718	1,628	1,547	1,475
	1420			0	0	0	0	0	0	0
4054	A 1455	117	53	36	33	31	30	28	27	26
4172	B 1459,36	1250	4,36	69	65	61	58	55	52	50
4602	C 1570	118	112	141	133	125	118	112	106	101
4772	D 1570	430	0	152	143	134	127	120	114	109
5002	E 1592	170	22	170	159	150	142	134	128	122
5116	F 1596	230	4	178	167	157	149	141	134	127
5374	G 1709	114	113	251	235	221	209	198	188	179
5374	H 1709	258	0	257	241	227	214	203	193	184
5374	I 1719	0	10	263	247	232	220	208	198	188

PRESION NECESARIA PARA LLEGAR A PUNTOS INDICADOS EN KG/CM2 Y PSI.
 DE ACUERDO A % DE SOLIDOS, BOMBA, CAUDAL, Y TUBERIA.

PROYECTO
 AREA - 18 JESUS/AYALA
 Tajero 1310

DATOS A INGRESAR		DATOS CALCULADOS		PARAMETROS GENERALES DE TRABAJO			
% SOLIDOS	65%	DENSIDAD DE PULPA	1,718 ton/m ³	BOMBA	H-180 nivel 1410	H-180 nivel 1709	
BOMBA	H-180	VELOCIDADES :		POLEA	30 cm	30cm	
CAUDAL	396 G.P.M.	p/seq.	m/seq.	RPM	47	47	
		TUB. SECUND.=	6,980	2.13	CAUDAL	396	396
				PRESION	80 k/cm ²	80kg/cm ²	
DIAM. SECUNDAR.	4.814 "	PERDIDA DE CARGA DINAMICA :					
FACTOR - C	110	SECUND. 5" =	0.053 m x m	DIAMETROS REALES :	5" = 4.814"		

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHOS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-180 TUB.5", DESDE NV 1709 HASTA NV 1830 . TAJEO 1310 A-18 JESUS VAL.DE C 110

5 " 396 G.P.M. VELOC. EN TUB. 5" 7,013 PIES/SEG. PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 = 0,534

ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%
		HORIZ.	VERT.	2,205	2,059	1,931	1,818	1,718	1,628	1,547
	1709			0	0	0	0	0	0	0
260	1710	260	1	3,43	3,20	3,00	2,83	2,67	2,53	2,41
288	1710	28	4	4,63	4,32	4,05	3,82	3,61	3,42	3,25
311	1735	23	23	9,82	9,17	8,60	8,10	7,65	7,25	6,89
429	1739	118	6	12,56	11,73	11,00	10,36	9,79	9,28	8,82
447	1750	18	18	16,63	15,53	14,56	13,71	12,96	12,28	11,67
902	1750	455	2	22,69	21,18	19,87	18,70	17,68	16,75	15,92
1142	1750	240	1	25,87	24,16	22,65	21,33	20,16	19,10	18,15
1258	1750	116	0	27,30	25,50	23,91	22,51	21,27	20,16	19,16
1314	1750	56	0	28,00	26,14	24,52	23,08	21,81	20,67	19,64
1332	1750	18	1	28,43	26,55	24,90	23,44	22,15	20,99	19,95
1366	1750	34	34	36,11	33,72	31,62	29,77	28,14	26,66	25,33
1457	1784	91	7	38,73	36,17	33,92	31,93	30,18	28,60	27,17
1472	1791	15	15	42,12	39,33	36,88	34,73	32,82	31,10	29,55
1502	1806	30	0	42,49	39,68	37,21	35,03	33,10	31,37	29,81
1518	1806	16	16	46,10	43,05	40,37	38,01	35,92	34,04	32,34
1528	1822	10	0	46,23	43,17	40,48	38,11	36,02	34,13	32,43
1588	1822	60	0	46,97	43,86	41,13	38,72	36,59	34,68	32,95
	1830									

CANTIDAD DE RELLENO

POR CADA HORA DE BOMBEO M3.

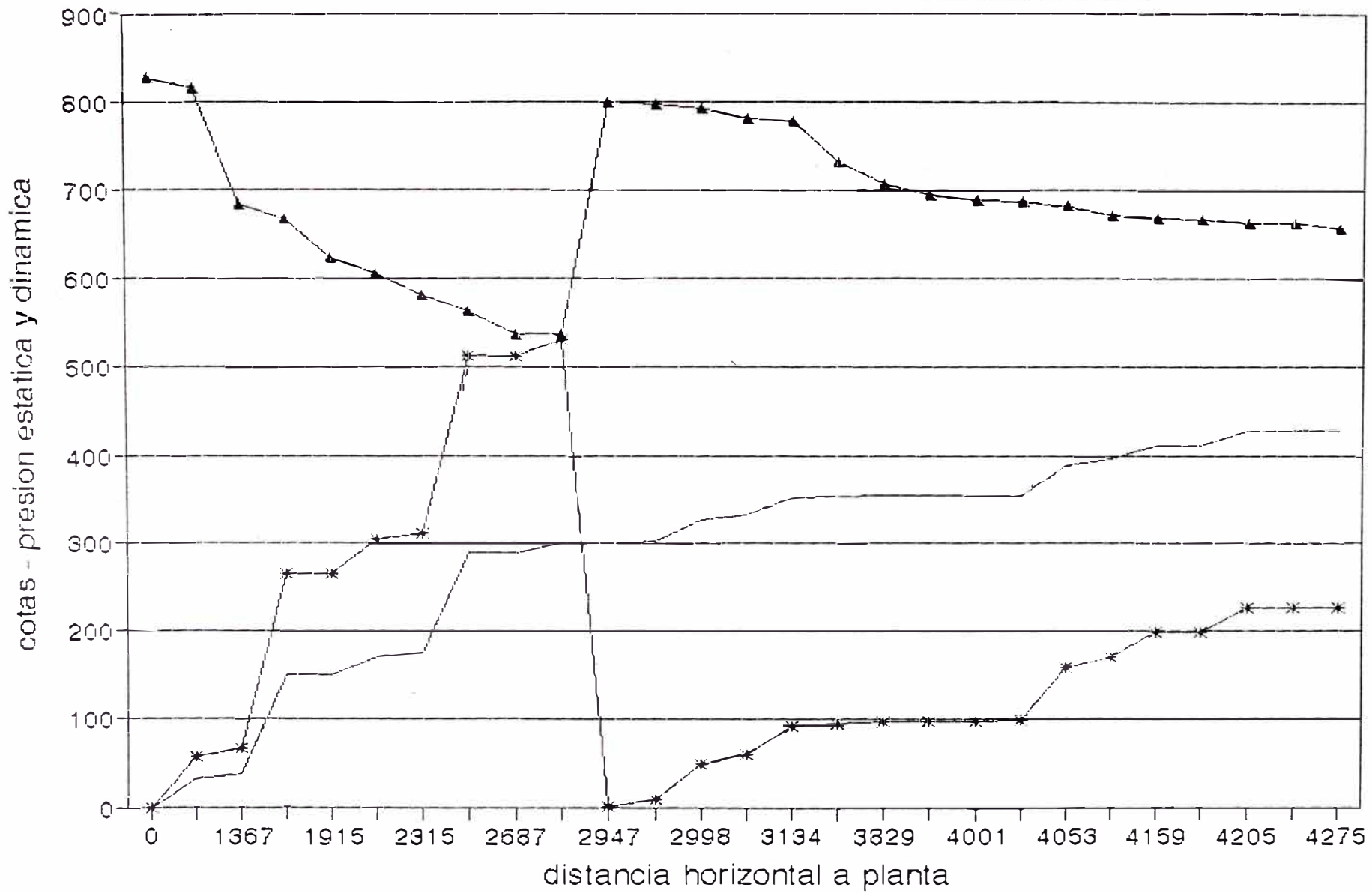
99 87 77 67 59 52 45

AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.

30 37 43 49 54 59 63

DATOS DE LA LINEA DE RELLENO			PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI			
LONG. TUB.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM.	ESTAT.	En	En	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	psi				
		1410			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
0	A	1455	117	33	1,22	5,67	6,89	97,8	117	33	788	57
1367	B	1460	1250	5	13,74	6,53	20,27	287,6	1367	38	663	65
1485	C	1570	118	112	15,37	25,77	41,14	583,9	1485	150	646	258
1915	D	1570	430	0	19,67	25,77	45,45	645,0	1915	150	603	258
2085	E	1592	170	22	21,39	29,55	50,94	723,0	2085	172	586	296
2315	F	1596	230	4	23,70	30,24	53,93	765,5	2315	176	563	302
2429	G	1709	114	113	25,30	49,65	74,96	1063,8	2429	289	547	497
2687	H	1709	258	0	27,89	49,65	77,54	1100,5	2687	289	521	497
2687	I	1709	0	10	27,99	51,37	79,36	1126,3	2687	299	520	514
2687		1709			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
2947	A'	1710	260	1	2,60	0,17	2,78	39,4	2947	300	774	2
2975	B'	1710	28	4	2,89	0,86	3,75	53,2	2975	304	771	9
2998	C'	1735	23	23	3,21	4,81	8,02	113,9	2998	327	768	48
3116	D'	1739	118	6	4,40	5,84	10,24	145,3	3116	333	756	58
3134	E'	1750	18	18	4,65	8,93	13,59	192,8	3134	351	753	89
3589	J	1750	455	2	9,21	9,28	18,49	262,4	3589	353	708	93
3829	K	1750	240	1	11,61	9,45	21,06	298,9	3829	354	684	94
3945	L	1750	116	0	12,78	9,45	22,22	315,4	3945	354	672	94
4001	LL	1750	56	0	13,34	9,45	22,79	323,4	4001	354	667	94
4019	M	1750	18	1	13,52	9,62	23,14	328,4	4019	355	665	96
4053	N	1784	34	34	14,00	15,46	29,46	418,1	4053	389	660	155
4144	O	1791	91	7	14,91	16,67	31,58	448,2	4144	396	651	167
4159	P	1806	15	15	15,12	19,24	34,37	487,8	4159	411	649	192
4189	Q	1806	30	0	15,43	19,24	34,67	492,0	4189	411	646	192
4205	R	1822	16	16	15,65	21,99	37,64	534,3	4205	427	643	220
4215	S	1822	10	0	15,75	21,99	37,74	535,7	4215	427	642	220
4275	T	1830	60	0	16,35	21,99	38,34	544,2	4275	427	636	220
RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3.												
59												
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.												
54												

PERFIL DE RELLENO HIDRAULICO-PROYECTO
 AREA 18 JES/AY DENSIDAD 1,718 %S 65%



— PERFIL TUBERIA 5" ▲ PERDIDA DINAMICA * PERDIDA ESTATICA

PRESION NECESARIA PARA LLEGAR A PUNTOS INDICADOS EN KG/CM2 Y PSI.
DE ACUERDO A % DE SOLIDOS, BOMBA, CAUDAL, Y TUBERIA.

PROYECTO
AREA - 18 ALFONSO

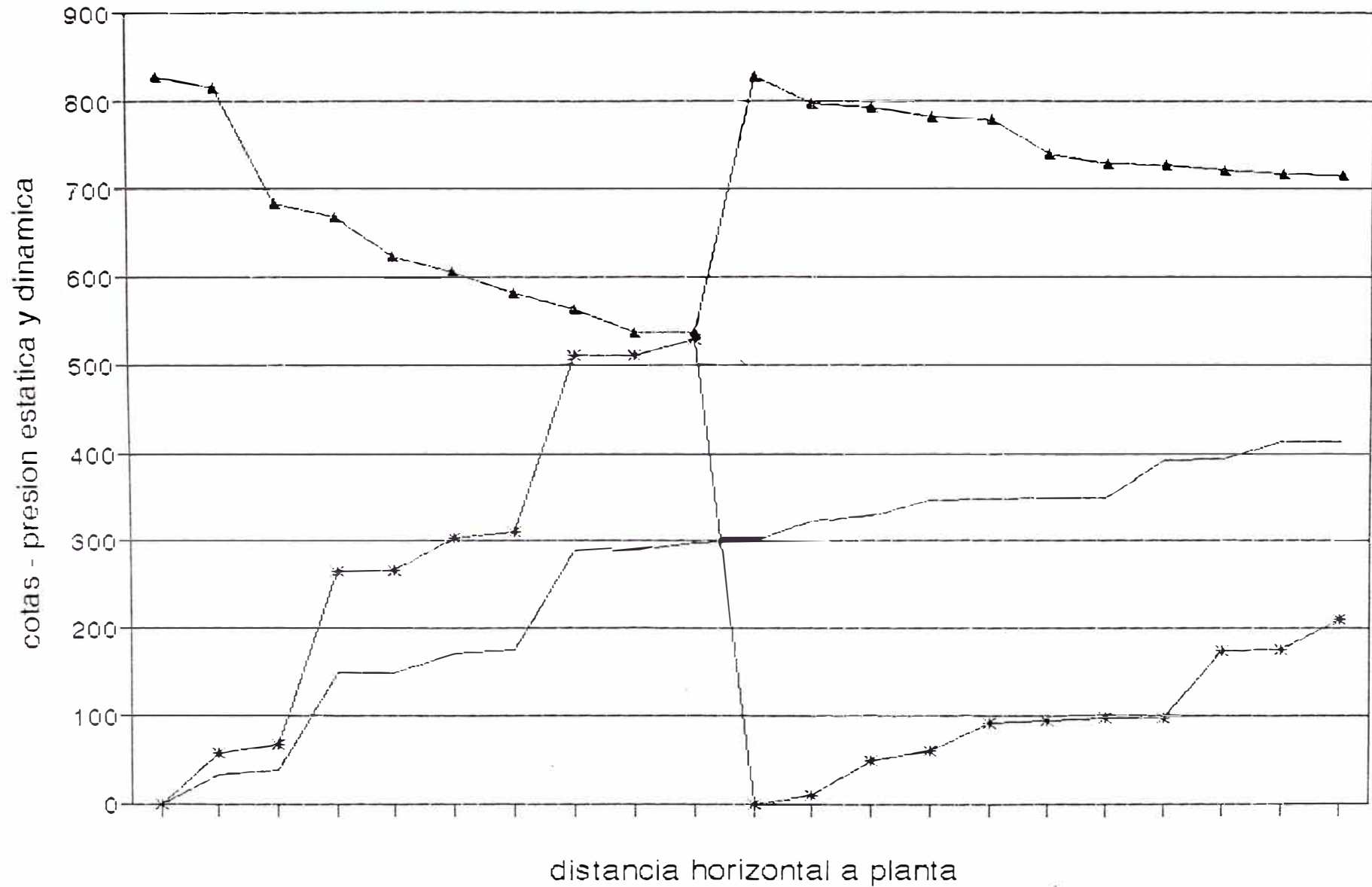
DATOS A INGRESAR		DATOS CALCULADOS		PARAMETROS GENERALES DE TRABAJO		
% SOLIDOS	65%	DENSIDAD DE PULPA	1.718 ton/m ³	BOMBA	H-180	H-180
					nivel 1410	nivel 1709
BOMBA	H-180	VELOCIDADES :		POLEA	30 cm	30cm
CAUDAL	396 G.P.M.		p/seg. m/seg.	RPM	47	47
		TUB. SECUND.=	6.980 2.13	CAUDAL	396	396
				PRESION	80 k/cm ²	80kg/cm ²
DIAM. SECUNDAR.	4.814 "	PERDIDA DE CARGA DINAMICA :				
FACTOR - C	110	SECUND. 5" =	0.053 m x m	DIAMETROS REALES :	5" = 4.814"	

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-180 TUB. 5", DESDE NV 1709 HASTA NV 1830		AREA 18 - ALFONSO		VAL. DE C		110				
5 "		396 G.P.M. VELOC. EN TUB. 5"		7,013 PIES/SEG.		PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 =		0,534		
ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%
		HORIZ.	VERT.	2,205	2,059	1,931	1,818	1,718	1,628	1,547
	1709			0	0	0	0	0	0	0
260		260	1	3,43	3,20	3,00	2,83	2,67	2,53	2,41
288	C	1710	28	4,63	4,32	4,05	3,82	3,61	3,42	3,25
311	D	1710	23	9,82	9,17	8,60	8,10	7,65	7,25	6,89
429	E	1735	23	12,56	11,73	11,00	10,36	9,79	9,28	8,82
447	F	1739	118	16,63	15,53	14,56	13,71	12,96	12,28	11,67
827	G	1750	18	21,76	20,32	19,05	17,94	16,95	16,06	15,27
927	K	1750	380	23,21	21,67	20,32	19,14	18,08	17,14	16,28
947	L	1776	100	23,46	21,90	20,54	19,34	18,28	17,32	16,46
987	LL	1783	20	33,13	30,94	29,01	27,31	25,81	24,46	23,24
1007	M	1804	40	33,59	31,37	29,42	27,69	26,17	24,80	23,57
1027	N	1824	20	38,11	35,58	33,37	31,42	29,69	28,14	26,74
	O	1824	20							
CANTIDAD DE RELLENO										
POR CADA HORA DE BOMBEO M3.				99	87	77	67	59	52	45
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.				30	37	43	49	54	59	63

DATOS DE LA LINEA DE RELLENO				PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI		
LONG. TUB.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM.	ESTAT.	En	En	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	psi				
		1410			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
0	A	1455	117	33	1,22	5,67	6,89	97,8	117	33	788	57
1367	B	1459,36	1250	4,36	13,74	6,42	20,16	286,1	1367	37	663	64
1485	C	1570	118	112	15,37	25,66	41,03	582,3	1485	149	646	257
1915	D	1570	430	0	19,67	25,66	45,34	643,4	1915	149	603	257
2085	E	1592	170	22	21,39	29,44	50,83	721,5	2085	171	586	294
2315	F	1596	230	4	23,70	30,13	53,82	763,9	2315	175	563	301
2429	G	1709	114	113	25,30	49,54	74,85	1062,3	2429	288	547	495
2687	H	1709	258	0	27,89	49,54	77,43	1099,0	2687	288	521	495
2687	I	1709	0	10	27,99	51,26	79,25	1124,8	2687	298	520	513
2687		1709			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
2947	A'	1710	260	1	2,60	0,17	2,78	39,4	2947	299	774	2
2975	B'	1710	28	4	2,89	0,86	3,75	53,2	2970	303	771	9
2998	C'	1735	23	23	3,21	4,81	8,02	113,9	3088	326	768	48
3116	D'	1739	118	6	4,40	5,84	10,24	145,3	3106	332	756	58
3134	E'	1750	18	18	4,65	8,93	13,59	192,8	3486	350	753	89
3514	J	1750	380	2	8,46	9,28	17,74	251,7	3586	352	715	93
3614	K	1750	100	1	9,46	9,45	18,91	268,4	3606	353	705	94
3634	L	1750	20	1	9,66	9,62	19,28	273,7	3646	354	703	96
3674	LL	1804	40	43	10,25	17,01	27,26	386,9	3646	397	698	170
3694	M	1824	20	1	10,45	17,18	27,63	392,1	3646	398	696	172
3714	N	1824	20	20	10,73	20,62	31,35	444,9	3646	418	693	206
RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3.						59						
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.						54						

PERFIL DE RELLENO HIDRAULICO-PROYECTO
 AREA 18 ALFONSO DENSIDAD 1,718 %S 65%



— PERFIL TUBERIA 5" ▲ PERDIDA DINAMICA * PERDIDA ESTATICA

PRESION NECESARIA PARA LLEGAR A PUNTOS INDICADOS EN KG\CM2 Y PSI.
 DE ACUERDO A % DE SOLIDOS, BOMBA, CAUDAL, Y TUBERIA.

PROYECTO
 AREA - 21/24 SVT

DATOS A INGRESAR		DATOS CALCULADOS		PARAMETROS GENERALES DE TRABAJO		
% SOLIDOS	65%	DENSIDAD DE PULPA	1,718 ton/m ³	BOMBA	H-180 nivel 1410	H-180 nivel 1709
BOMBA	H-180	VELOCIDADES :		POLEA	30 cm	30cm
CAUDAL	396 G.P.M.		p/seq. m/seq.	RPM	47	47
		TUB. SECUND.=	6,980 2,13	CAUDAL	396	396
				PRESION	80 k/cm ²	80kg/cm ²
DIAM. SECUNDAR.	4.814 "	PERDIDA DE CARGA DINAMICA :				
FACTOR - C	110	SECUND. 5" =	0,053 m x m	DIAMETROS REALES :	5" = 4.814"	

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHOS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-180 TUB.5", DESDE NV 1709 HASTA NV 1830				AREA 24 - BELLAVISTA				VAL.DE C	110		
5 "		396 G.P.M.	VELOC. EN TUB. 5"	7,013 PIES/SEG.			PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 =		0,534		
ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	
		HORIZ.	VERT.	2,205	2,059	1,931	1,818	1,718	1,628	1,547	
	1709			0	0	0	0	0	0	0	
260	C	1710	260	1	3,43	3,20	3,00	2,83	2,67	2,53	2,41
288	D	1710	28	4	4,63	4,32	4,05	3,82	3,61	3,42	3,25
311	E	1735	23	23	9,82	9,17	8,60	8,10	7,65	7,25	6,89
429	F	1739	118	5	12,56	11,73	11,00	10,36	9,79	9,28	8,82
447	G	1750	18	18	16,63	15,53	14,56	13,71	12,96	12,28	11,67
902	K	1750	455	2	22,69	21,18	19,87	18,70	17,68	16,75	15,92
1142	L	1776	240	1	25,87	24,16	22,65	21,33	20,16	19,10	18,15
1247	LL	1783	105	1	27,38	25,57	23,98	22,58	21,33	20,22	19,21
1362	M	1804	115	1	29,02	27,10	25,41	23,92	22,61	21,42	20,36
1419	N	1824	56,5	33	36,76	34,33	32,19	30,31	28,64	27,14	25,79
1499	O	1824	80	10	39,88	37,24	34,93	32,88	31,08	29,45	27,98
CANTIDAD DE RELLENO											
POR CADA HORA DE BOMBEO M3.					99	87	77	67	59	52	45
AGUA BOMBADA DURANTE UNA HORA.					30	37	43	49	54	59	63

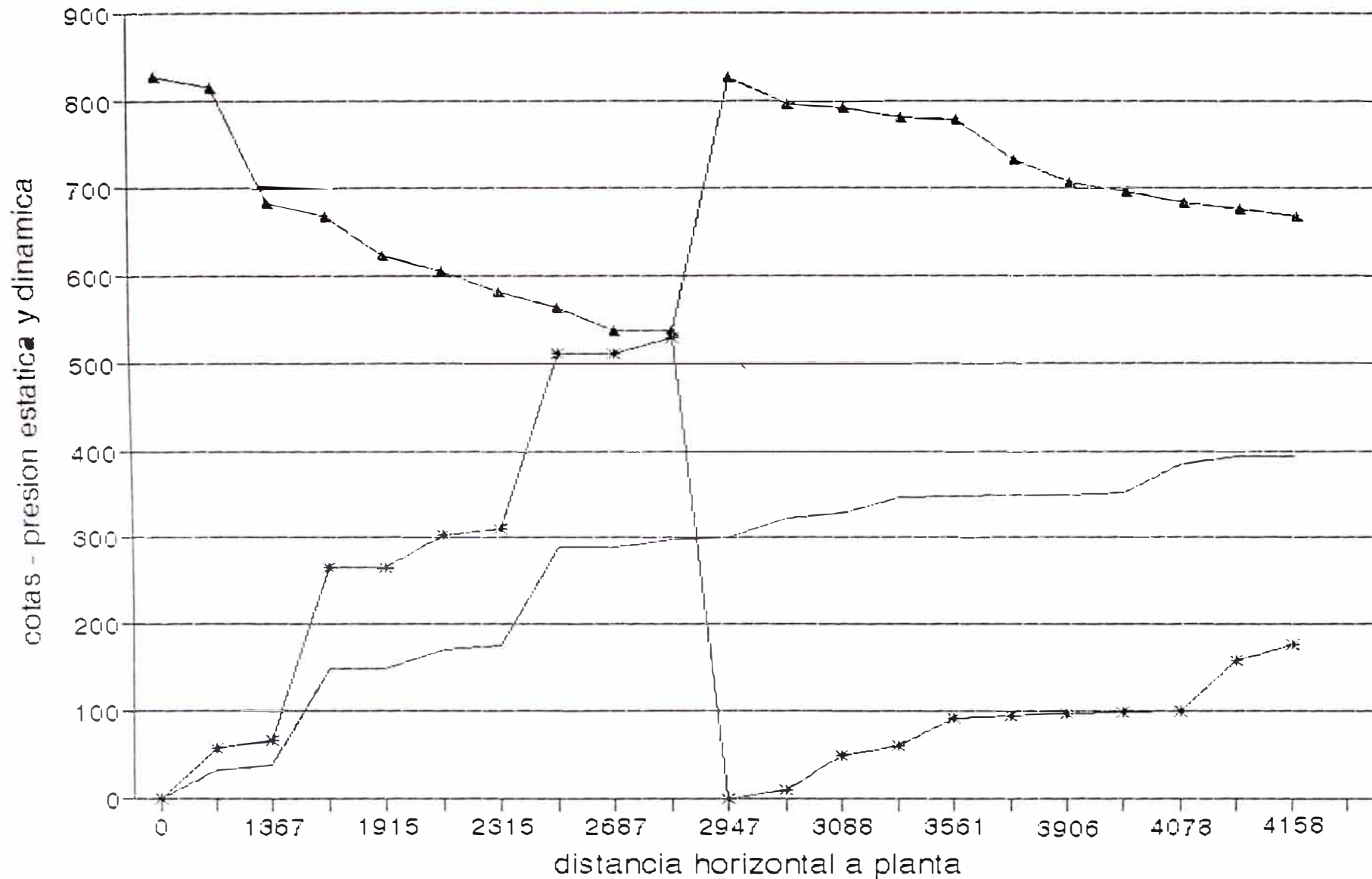
SVT	DENSIDAD	m ³	Kg/cm ²	Kw-h	m ³ H ₂ O	L	Kw/m ³
A -24	DE PULPA	RELLENO					
BELLAVIS	65%	59,08	31,08	117,21	54,08	1588 m	1,98

CONSUMO DE ENERGIA KW-HR NOMINAL PARA LLEGAR A DICHOS PUNTOS

ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%
		HORIZ.	VERT.	2,205	2,059	1,931	1,818	1,718	1,628	1,547
	1709			0	0	0	0	0	0	0
260	C 1710	260	1	13	12	11	11	10	10	9
288	D 1710	28	4	17	16	15	14	14	13	12
311	E 1735	23	23	37	35	32	31	29	27	26
429	F 1739	118	6	47	44	42	39	37	35	33
447	G 1750	18	18	63	59	55	52	49	46	44
902	K 1750	455	2	86	80	75	71	67	63	60
1142	L 1776	240	1	98	91	85	80	76	72	68
1247	LL 1783	105	1	103	96	90	85	80	76	72
1362	M 1804	115	1	109	102	96	90	85	81	77
1419	N 1824	56,5	33	139	129	121	114	108	102	97
1499	O 1824	80	10	150	140	132	124	117	111	106

DATOS DE LA LINEA DE RELLENO				PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI		
LONG. TUB.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM.	ESTAT.	En	En	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	psi				
		1410			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
0	A	1455	117	33	1,22	5,67	6,89	97,8	117	33	788	57
1367	B	1459,36	1250	4,36	13,74	6,42	20,16	286,1	1367	37	663	64
1485	C	1570	118	112	15,37	25,66	41,03	582,3	1485	149	646	257
1915	D	1570	430	0	19,67	25,66	45,34	643,4	1915	149	603	257
2085	E	1592	170	22	21,39	29,44	50,83	721,5	2085	171	586	294
2315	F	1596	230	4	23,70	30,13	53,82	763,9	2315	175	563	301
2429	G	1709	114	113	25,30	49,54	74,85	1062,3	2429	288	547	495
2687	H	1709	258	0	27,89	49,54	77,43	1099,0	2687	288	521	495
2687	I	1709	0	10	27,99	51,26	79,25	1124,8	2687	298	520	513
2687		1709		0	0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
2947	A'	1710	260	1	2,60	0,17	2,78	39,4	2947	299	774	2
2975	B'	1710	28	4	2,89	0,86	3,75	53,2	2970	303	771	9
2998	C'	1735	23	23	3,21	4,81	8,02	113,9	3088	326	768	48
3116	D'	1739	118	6	4,40	5,84	10,24	145,3	3106	332	756	58
3134	E'	1750	18	18	4,65	8,93	13,59	192,8	3561	350	753	89
3589	J	1750	455	2	9,21	9,28	18,49	262,4	3801	352	708	93
3829	K	1750	240	1	11,61	9,45	21,06	298,9	3906	353	684	94
3934	L	1750	105	1	12,66	9,62	22,29	316,3	4021	354	673	96
4049	LL	1750	115	1	13,82	9,79	23,61	335,1	4078	355	662	98
4106	M	1750	56,5	33	14,47	15,46	29,93	424,9	4158	388	655	155
4186	N	1784	80	10	15,28	17,18	32,46	460,7	4158	398	647	172
RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3.					59							
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.					54							

PERFIL DE RELLENO HIDRAULICO-PROYECTO
 AREA 21/24 SVT DENSIDAD 1,718 %S 65%



— PERFIL TUBERIA 5" ▲ PERDIDA DINAMICA * PERDIDA ESTATICA

PRESSION NECESARIA PARA LLEGAR A PUNTOS INDICADOS EN KG\CM2 Y PSI.
 DE ACUERDO A % DE SOLIDOS, BOMBA, CAUDAL, Y TUBERIA.

PROYECTO
 AREA - 23 SVT

DATOS A INGRESAR		DATOS CALCULADOS		PARAMETROS GENERALES DE TRABAJO		
% SOLIDOS	65%	DENSIDAD DE PULPA	1.718 ton/m ³	BOMBA	H-180	H-180
					nivel 1410	nivel 1709
BOMBA	H-180	VELOCIDADES :		POLEA	30 cm	30cm
CAUDAL	396 G.P.M.		p/seg. m/seg.	RPM	47	47
		TUB. SECUND.=	6.980 2.13	CAUDAL	396	396
				PRESION	80 k/cm ²	80kg/cm ²
DIAM. SECUNDAR.	4.814 "	PERDIDA DE CARGA DINAMICA :				
FACTOR - C	110	SECUND. 5" =	0.053 m x m	DIAMETROS REALES :	5" = 4.814"	

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHO PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-180 TUB. 5", DESDE NV 1709 HASTA NV 1830				AREA 23 -SVT			VAL. DE C		110	
5 "		396 G.P.M.	VELOC. EN TUB. 5"	7,013 PIES/SEG.			PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 =		0,534	
ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%
		HORIZ.	VERT.	2,205	2,059	1,931	1,818	1,718	1,628	1,547
	1709			0	0	0	0	0	0	0
260		260	1	3,43	3,20	3,00	2,83	2,67	2,53	2,41
288	C	1710	4	4,63	4,32	4,05	3,82	3,61	3,42	3,25
311	D	1710	23	9,82	9,17	8,60	8,10	7,65	7,25	6,89
429	E	1735	6	12,56	11,73	11,00	10,36	9,79	9,28	8,82
447	F	1739	18	16,63	15,53	14,56	13,71	12,96	12,28	11,67
902	G	1750	2	22,69	21,18	19,87	18,70	17,68	16,75	15,92
1142	K	1750	1	25,87	24,16	22,65	21,33	20,16	19,10	18,15
1307	L	1750	1	28,12	26,26	24,63	23,19	21,91	20,76	19,73
1547	LL	1750	2	31,52	29,43	27,60	25,99	24,56	23,27	22,11
	M	1750								
CANTIDAD DE RELLENO										
POR CADA HORA DE BOMBEO M3.				99	87	77	67	59	52	45
AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.				30	37	43	49	54	59	63

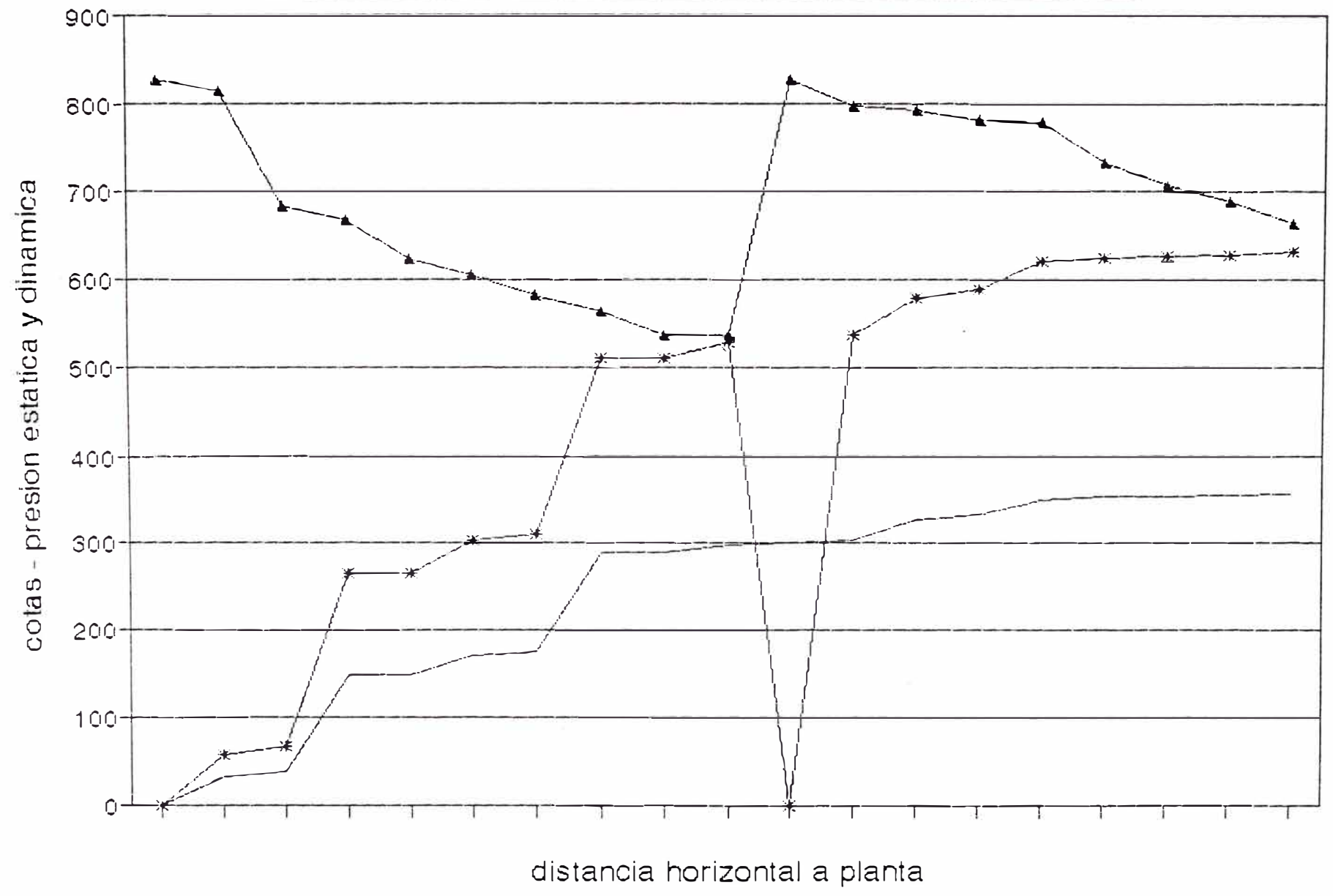
SVT A-23	DENSIDAD DE PULPA 65%	m ³ RELLENO 59,08	Kg/cm ² 24,56	Kw-h 92,63	m ³ H ₂ O 54,08	L 1588 m	Kw/m ³ 1,57
-------------	-----------------------------	------------------------------------	-----------------------------	---------------	--	-------------	---------------------------

CONSUMO DE ENERGIA KW-HR NOMINAL PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS

ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%
		HORIZ.	VERT.	2,205	2,059	1,931	1,818	1,718	1,628	1,547
	1709			0	0	0	0	0	0	0
260		260	1	13	12	11	11	10	10	9
288	1710	28	4	17	16	15	14	14	13	12
311	1710	23	23	37	35	32	31	29	27	26
429	1735	118	6	47	44	42	39	37	35	33
447	1739	18	18	63	59	55	52	49	46	44
902	1750	455	2	86	80	75	71	67	63	60
1142	1750	240	1	98	91	85	80	76	72	68
1307	1750	165	1	106	99	93	87	83	78	74
1547	1750	240	2	119	111	104	98	93	88	83

DATOS DE LA LINEA DE RELLENO			PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI			
LONG. TUR.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM.	ESTAT.	En	En	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	psi				
		1410			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
0	A	1455	117	33	1,22	5,67	6,89	97,8	117	33	788	57
1367	B	1459,36	1250	4,36	13,74	6,42	20,16	286,1	1367	37	663	64
1485	C	1570	118	112	15,37	25,66	41,03	582,3	1485	149	646	257
1915	D	1570	430	0	19,67	25,66	45,34	643,4	1915	149	603	257
2085	E	1592	170	22	21,39	29,44	50,83	721,5	2085	171	586	294
2315	F	1596	230	4	23,70	30,13	53,82	763,9	2315	175	563	301
2429	G	1709	114	113	25,30	49,54	74,85	1062,3	2429	288	547	495
2687	H	1709	258	0	27,89	49,54	77,43	1099,0	2687	288	521	495
2687	I	1709	0	10	27,99	51,26	79,25	1124,8	2687	298	520	513
2687		1709			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
2947	A'	1710	260	1	2,60	0,17	2,78	39,4	2947	299	774	2
2975	B'	1710	28	4	2,89	0,86	3,75	53,2	2970	303	771	9
2998	C'	1735	23	23	3,21	4,81	8,02	113,9	3088	326	768	48
3116	D'	1739	118	6	4,40	5,84	10,24	145,3	3106	332	756	58
3134	E'	1750	18	18	4,65	8,93	13,59	192,8	3561	350	753	89
3589	J	1750	455	2	9,21	9,28	18,49	262,4	3801	352	708	93
3829	K	1750	240	1	11,61	9,45	21,06	298,9	3966	353	684	94
3994	L	1750	165	1	13,27	9,62	22,89	324,8	4206	354	667	96
4234	LL	1750	240	2	15,67	9,96	25,63	363,8	4206	356	643	100
RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3.						59						
AGUA BOMBEOADA DURANTE UNA HORA.						54						

PERFIL DE RELLENO HIDRAULICO-PROYECTO
 AREA 23 SVT DENSIDAD 1,718 %S 65%



— PERFIL TUBERIA 5" ▲ PERDIDA DINAMICA * PERDIDA ESTATICA

PRESION NECESARIA PARA LLEGAR A PUNTOS INDICADOS EN KG\CM2 Y PSI.
DE ACUERDO A % DE SOLIDOS, BOMBA, CAUDAL, Y TUBERIA.

PROYECTO
AREA - 911/15 SVT

DATOS A INGRESAR		DATOS CALCULADOS		PARAMETROS GENERALES DE TRABAJO		
% SOLIDOS	65%	DENSIDAD DE PULPA	1.718 ton/m ³	BOMBA	H-180	H-180
					nivel 1410	nivel 1709
BOMBA	H-180	VELOCIDADES :				
				POLEA	30 cm	30cm
CAUDAL	396 G.P.M.		p/seq. m/seq.	RPM	47	47
				CAUDAL	396	396
		TUB. SECUND.=	6,980 2.13	PRESION	80 k/cm ²	80kg/cm ²
DIAM. SECUNDAR.	4.814 "	PERDIDA DE CARGA DINAMICA :				
FACTOR - C	110	SECUND. 5" =	0.053 m x m			
				DIAMETROS REALES :	5" = 4.814"	

PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS EN KGS./CM2
DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA

BOMBA H-180 TUB.5", DESDE NV 1709 HASTA NV 1824 COORDENADA 775. AREA 911-15 VAL.DE C 110

5 " 396 G.P.M. VELOC. EN TUB. 5" 7,013 PIES/SEG. PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 = 0,534

ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%
		HORIZ.	VERT.	2,205	2,059	1,931	1,818	1,718	1,628	1,547
	1709			0	0	0	0	0	0	0
260		260	1	3,43	3,20	3,00	2,83	2,67	2,53	2,41
288	1710	28	4	4,63	4,32	4,05	3,82	3,61	3,42	3,25
311	1710	23	23	9,82	9,17	8,60	8,10	7,65	7,25	6,89
429	1735	118	6	12,56	11,73	11,00	10,36	9,79	9,28	8,82
447	1739	18	18	16,63	15,53	14,56	13,71	12,96	12,28	11,67
457	1750	10	0	16,75	15,64	14,67	13,81	13,05	12,37	11,75
457	1750	0	26	22,30	20,83	19,53	18,39	17,38	16,47	15,65
559	1776	102	7	25,06	23,40	21,95	20,66	19,52	18,50	17,58
579	1783	20	20	29,58	27,62	25,90	24,39	23,04	21,84	20,75
729	1804	150	20	35,70	33,34	31,26	29,43	27,82	26,36	25,05
1129	1824	400	0	40,65	37,96	35,60	33,52	31,67	30,01	28,52

CANTIDAD DE RELLENO

POR CADA HORA DE BOMBEO M3.

99 87 77 67 59 52 45

AGUA BOMBEADA DURANTE UNA HORA.

30 37 43 49 54 59 63

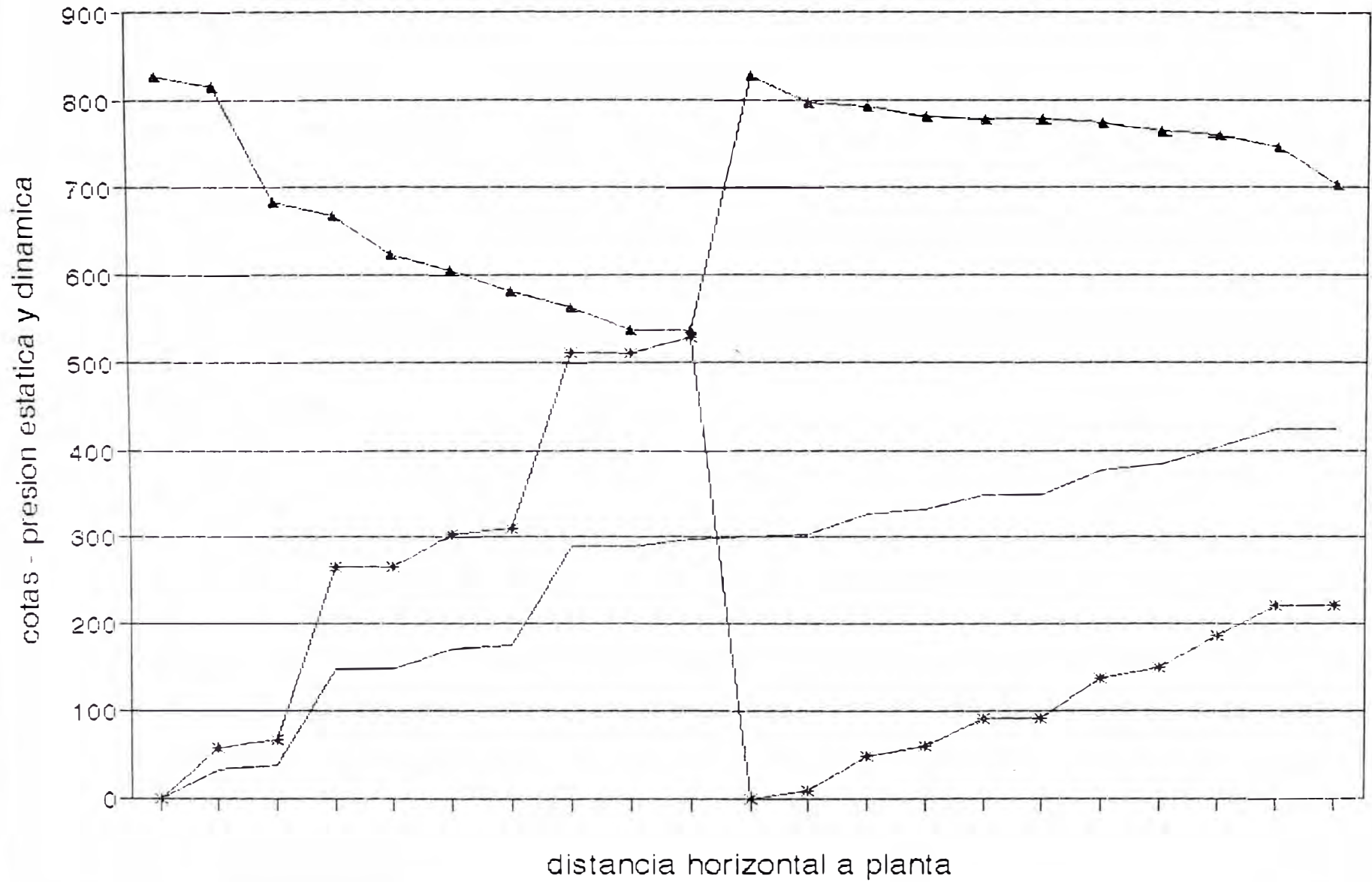
SVT 911-15	DENSIDAD DE PULPA 65%	m ³ RELLENO 59,08	Kg/cm ² 31,67	Kw-h 119,46	m ³ H ₂ O 54,08	L 1588 m	Kw/m ³ 2,02
---------------	-----------------------------	------------------------------------	-----------------------------	----------------	--	-------------	---------------------------

CONSUMO DE ENERGIA KW-HR NOMINAL PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS

ESTACION	ELEV.	DISTANCIAS		85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%
		HORIZ.	VERT.	2,205	2,059	1,931	1,818	1,718	1,628	1,547
	1709			0	0	0	0	0	0	0
260	1570	260	1	13	12	11	11	10	10	9
288	1570	28	4	17	16	15	14	14	13	12
311	1735	23	23	37	35	32	31	29	27	26
429	1739	118	6	47	44	42	39	37	35	33
447	1750	18	18	63	59	55	52	49	46	44
457	1750	10	0	63	59	55	52	49	47	44
457	1750	0	26	84	79	74	69	66	62	59
559	1776	102	7	95	88	83	78	74	70	66
579	1783	20	20	112	104	98	92	87	82	78
729	1804	150	20	135	126	118	111	105	99	94
1129	1824	400	0	153	143	134	126	119	113	108

DATOS DE LA LINEA DE RELLENO			PERDIDAS		PRESION TOTAL		PERFIL TUBERIA		PERFIL HIDRAULI			
LONG. TUB.	ESTACION	NIVEL	DISTANCIAS		DINAM.	ESTAT.	En	En	VALOR X	VALOR Y	DINAM.	ESTAT.
			HORIZ	VERT.	kg/cm2	kg/cm2	kg/cm2	psi				
		1410			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
0	A	1455	117	33	1,22	5,67	6,89	97,8	117	33	788	57
1367	B	1459,36	1250	4,36	13,74	6,42	20,16	286,1	1367	37	663	64
1485	C	1570	118	112	15,37	25,66	41,03	582,3	1485	149	646	257
1915	D	1570	430	0	19,67	25,66	45,34	643,4	1915	149	603	257
2085	E	1592	170	22	21,39	29,44	50,83	721,5	2085	171	586	294
2315	F	1596	230	4	23,70	30,13	53,82	763,9	2315	175	563	301
2429	G	1709	114	113	25,30	49,54	74,85	1062,3	2429	288	547	495
2687	H	1709	258	0	27,89	49,54	77,43	1099,0	2687	288	521	495
2687	I	1709	0	10	27,99	51,26	79,25	1124,8	2687	298	520	513
2687		1709			0	0	0,00	0,0	0	0	800	0
2947	A'	1710	260	1	2,60	0,17	2,78	39,4	2947	299	774	2
2975	B'	1710	28	4	2,89	0,86	3,75	53,2	2970	303	771	9
2998	C'	1735	23	23	3,21	4,81	8,02	113,9	3088	326	768	48
3116	D'	1739	118	6	4,40	5,84	10,24	145,3	3106	332	756	58
3134	E'	1750	18	18	4,65	8,93	13,59	192,8	3116	350	753	89
3144	J	1750	10	0	4,75	8,93	13,69	194,2	3116	350	752	89
3144	K	1750	0	26	5,01	13,40	18,41	261,3	3218	376	750	134
3246	L	1750	102	7	6,04	14,60	20,64	292,9	3238	383	740	146
3266	LL	1750	20	20	6,32	18,04	24,36	345,7	3388	403	737	180
3416	M	1750	150	20	7,84	21,48	29,31	416,0	3788	423	722	215
3816	N	1784	400	0	11,84	21,48	33,32	472,9	3788	423	682	215
RELLENO POR HORA DE BOMBEO M3.												
59												
AGUA BOMBEEADA DURANTE UNA HORA.												
54												

PERFIL DE RELLENO HIDRAULICO-PROYECTO
 AREA 9II/15 SVT DENSIDAD 1,718 %S 65%



— PERFIL TUBERIA 5" ▲ PERDIDA DINAMICA * PERDIDA ESTATICA

CUADRO II SISTEMA PROYECTADO

TAJEOD manto	DENSIDAD ton/m ³	M3/Hr relleno	M3/Hr agua	Kw/Hr nominal	Kw/m ³	Pres. Max kg/cm ²	% Solidos	Tipo Bomba	Potencia Maxima	Consumo m ³ relleno
Planta Concentr al Nv 1709	1,718	48	44	220	4,53	70,92	65%	H-180	188,08	3,92
Nv 1709 al Tj 1310	1,718	59	54	249	12,64	80,31	65%	H-180	259,51	4,40
Nv 1709 al Tj Alfonso	1,718	59	54	243	10,17	78,43	65%	H-180	253,43	4,30
Nv 1709 al Tj 24	1,718	59	54	246	10,30	79,47	65%	H-180	256,79	4,35
Nv 1709 al A-23	1,718	59	54	241	8,46	77,81	65%	H-180	251,43	4,26
Nv 1709 al A-911/15	1,718	59	54	290	14,76	76,94	65%	H-180	248,62	4,21

9.3 CUADRO COMPARATIVO

Según el análisis técnico comparativo efectuando se concluye lo siguiente:

La mina al seguir extendiéndose forzaría la capacidad del sistema actual de bombeo, y en algunos casos el relleno no podría llevarse a zonas potencialmente minables con una densidad razonable.

Las bombas trabajan a su máxima capacidad pues estas continuamente se apagan por sobrepresión retrasando el ciclo de minado y disponiendo de mayor mano de obra para el desatoro de tuberías.

Area específica a ser tratada es el luso de agua, particularmente la excesiva dilución normalmente requerida para mantener las bombas de relleno en su rango de presión. Esta agua drena desde los tajeos a través de la mina y el flujo excesivo transporta abundante material sumamente fino, el causa problemas de la turbidez en la descarga del agua.

El bombeo al nivel 1750 puede ser logrado fácilmente por las bombas Mars existentes sobre un amplio rango de condiciones de operación, inclusive a densidades moderadamente altas.

El Nv 1750 está inmediatamente debajo de las áreas de operación más importantes actualmente. En el nivel 1709 coordenada 20255N es una zona apropiada para la instalación de una estación de rebombeo con lo cual se pueden conseguir porcentajes de sólidos más altos.

El sistema de cicloneo actual, produce relleno del orden de 41% de sólidos en peso. Sería posible producir un relleno de algo más de densidad con los mismos ciclones ajustando la presión (más alta), el diámetro del apex más bajo y vortex finder (el mismo o uno para mantener el rendimiento). Para obtener relleno de más de 60% de sólidos, podría usarse el actual espesador. De otra manera de usarse el espesador para lograr mayor densidad, se tendría que enviar el relave total pues de otra manera no se dispone actualmente un lugar donde decantar los finos. En ese caso será conveniente enviarlo a mayor densidad, para minimizar los problemas de exceso de agua. De no ser así entonces será indispensable optimizar el funcionamiento de la cochas de relave.

La ventaja principal de bombear un relave espesado es disminuir la velocidad en la tubería y por lo tanto las pérdidas de fricción permitiendo llevar una mayor cantidad de sólidos sea relave total o relave cicloneado.

En los cuadros que se confeccionaron se observa claramente la disminución kw-hr nominal para la mayor presión de bombeo disminuyendo los costos de bombeo, así como paradas intempestivas de las bombas trancando la línea de relleno, se aumenta el porcentaje de sólidos y se disminuyen los m³/hr de agua bombeada a interior mina, llevando el relleno a zonas potencialmente minables con una densidad razonable. (ver cuadro III).

CUADRO COMPARATIVO

TAJEO manto	DENSIDAD ton/m ³	M ³ /Hr relleno	M ³ /Hr agua	Kw/Hr nominal	Kw/m ³	Pres. Max kg/cm ²	% Solidos	Tipo Bomba	Potencia Maxima	Consumo m ³ relleno
Tj 1310	1,239	29	117	444	15,1	77,79	30	H-225	375,77	12,96
A-18	1,239	20	78	249	12,64	80,31	30	H-180	259,51	12,98
Jesus	1,718	59	54	469	7,95	80,31	65	rebomdeo	488,67	8,28
Tj Alfon	1,346	43	109	368	8,64	79,49	40	H-225	383,99	8,93
A-18	1,29	24	75	243	10,17	78,43	35	H-180	253,43	10,56
Alfonso	1,718	59	54	463	7,85	78,43	65	rebomdeo	482,59	8,18
Tj Bella	1,29	35,71	112,74	356	9,97	76,93	35	H-225	371,62	8,64
A-21/24	1,29	24	75	246	10,30	79,47	35	H-180	256,79	10,70
SVT	1,717	59	54	466	7,89	79,47	65	rebomdeo	485,95	8,18
A-23	1,407	50	104	390	7,79	78,52	45	H-225	379,30	7,59
SVT	1,346	28	73	241	8,46	77,81	40	H-180	251,43	8,98
	1,717	59	54	461	7,81	77,81	65	rebomdeo	480,59	8,15
A-911/15	1,346	43	109	363	8,52	78,43	40	H-225	378,87	8,81
SVT	1,239	20	78	290	14,76	76,94	30	H-180	248,62	12,43
	1,717	59	54	510	8,64	76,94	65	rebomdeo	477,78	8,10

CAPITULO X

ANALISIS ECONOMICO - FINANCIERO DEL PROYECTO

10.1 COMENTARIO

En este capítulo se realizará el análisis económico-financiero de la ruta evaluada técnicamente en el cap. IX, el análisis consiste en determinar el valor presente neto (VPN), tasa interna de retorno valuar (TIR), relación beneficio costo y el periodo de recuperación de la inversión para el proyecto.

La ejecución del proyecto conlleva implícitamente el ahorro de muchas actividades unitarias del proceso de relleno y afines como consecuencia de la optimización y cambio de sistema de relleno.

La ruta y alternativa seleccionada será el diseño final a ser ejecutada, ello será determinado según el análisis económico financiero que arroje los resultados de mayor VAN, mayor TIR mayor (B/C) y menor periodo (N).

10.2 GENERALIDADES

Analizar económica y financieramente un proyecto equivale a valorizar, es decir, medir el valor en base a la comparación de los beneficios netos que genera y los costos en que incurre, este análisis se realiza con el objeto de determinar si se debe invertir el capital en un determinado proyecto.

Una vez tomada la decisión de invertir capital en un proyecto y cuando ya se realizó la inversión, los que suministran el capital deben conocer los resultados financieros. Para ello se establecen procedimientos que puedan registrar los movimientos financieros relacionados con la inversión determinando la eficiencia para las diversas alternativas.

Como el proyecto que estamos desarrollando no va a generar utilidades por ventas de productos, sino que va a generar ahorros por diferencias de costos de operación, entonces para fines del análisis económico financiero, el ahorro se tomará como ganancia o utilidad.

10.3 FINANCIAMIENTO

Es la obtención de recursos, ya sean reales o financieros. El objeto de esta parte del estudio de pre-inversión es definir la(s) fuente(s) y las condiciones en que se obtendrá los recursos necesarios para la realización de un proyecto.

Los estudios económicos se pueden elaborar desde dos puntos de vista diferentes relativos al capital utilizado.

- A.- Se toma en cuenta el capital total utilizado independientemente de su origen, por medio de este sistema se evalúa el proyecto y no los intereses de un grupo cualquiera de proveedores de capital.

- B.- Se enfoca la inversión propuesta desde el punto de vista de los proveedores de capital propio, o sea los accionistas, aquí la preocupación son los dueños actuales del negocio.

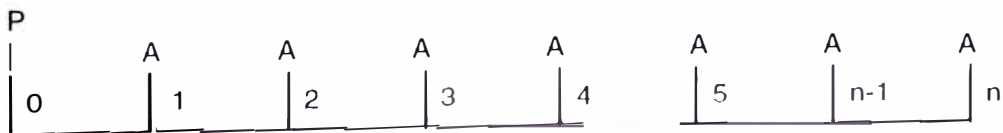
Para nuestro caso, el proyecto del nuevo sistema de relleno hidráulico en la mina San Vicente, se considerará el financiamiento desde el punto de vista del capital total.

10.4 MODALIDADES DE PAGO

Los pagos periódicos efectuados por el prestatario pueden ser de monto constante o variable.

10.4.1 Anualidades

Es una serie de pagos iguales efectuados a intervalos iguales de tiempo. Las anualidades se calculan con la siguiente fórmula.



Dado P : se calcula A = ??

i = tasa de rendimiento anual

A = anualidad

P = Valor presente

N = Horizonte del proyecto

$$P = \frac{A}{(1+i)} + \frac{A}{(1+i)^2} + \frac{A}{(1+i)^3} + \dots + \frac{A}{(1+i)^n}$$

Simplificando tenemos:

$$A = \frac{i(1+i)^n}{[(1+i)^n - 1]} \times P \text{ de donde:}$$

$$\text{FCR} = \frac{i(1+i)^n}{[(1+i)^n - 1]} = \text{Factor de recuperación del capital a la tasa "i" y al tiempo "n".}$$

10.4.2 Amortización

Es la reducción gradual de una deuda por medio de cuotas, proceso de cancelación de un activo durante un número de años. Equivale a la disminución en el valor de planta y equipo en un periodo de tiempo.

10.5 MÉTODOS DE EVALUACION FINANCIERA

La depreciación de la moneda es la razón que obliga a tratar de cuantificar el grado de riesgo y la rentabilidad de la inversión a través de una tasa de interés pertinente, ajustandolo al riesgo. Dependiendo de la forma como se comparte los costos con los beneficios, puede obtenerse diversos coeficientes o magnitudes, cada uno de los cuales indicará un determinado del valor del proyecto, los coeficientes más usados se detallan a continuación.

10.5.1 Valor actual neto (V.A.N.)

Llamado también valor presente neto (VPN) es la suma algebraica de los valores actualizados de los costos y beneficios por el proyecto durante su horizonte de evaluación.

A.- Valor actualizado

En vez de hacer homogéneos los valores en términos de desembolsos anuales, se puede en términos de inversión inicial, reduciendo todos los pagos anuales al equivalente de un solo pago, efectuado junto con la inversión. La fórmula que se utiliza para su cálculo es la misma de anualidades.

$$P = A \times \frac{[(1+i)^n - 1]}{i(1+i)^n}$$

B.- Fórmula del V.A.N.

El valor presente neto se calcula así:

$$\text{V.A.N.} = \frac{B_0 - C_0}{(1+i)^0} + \frac{B_1 - C_1}{(1+i)^1} + \frac{B_2 - C_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{B_k - C_k}{(1+i)^k}$$

$$k = 0, 1, 2, 3, \dots, N \text{ (años)}$$

donde :

B_k = Beneficios generados durante el período "K"

C_k = Costos incurridos en el período "K".

i = Tasa de interés.

n = Horizonte del proyecto.

C.- Regla de decisión

Un determinado proyecto se evalúa bajo los siguientes criterios:

V.A.N. > 0 , se realiza o se continua el proyecto.

V.A.N. $= 0$, es indiferente, entra en juego algunos factores como el riesgo.

V.A.N. < 0 , se rechaza el proyecto.

10.5.2 Tasa Interna de Retorno (T.I.R.)

Llamada también tasa interna de recuperación, se define como aquella tasa de descuento para el cual el V.A.N. resulta igual a cero. Se calcula generalmente por tanteos, ensayando sucesivas tasas de descuento, que aproximen el valor del V.A.N. cada vez más a cero.

El (T.I.R.) refleja el valor de la rentabilidad total del proyecto, es decir, equivale a la tasa de interés compuesto que se tendría que obtener del capital invertido en el proyecto, para recibir un flujo de beneficios netos financieramente equivalentes a los generados por el proyecto.

10.5.3 Coficiente Beneficio - Costo (B/C)

Es el coeficiente que resulta de dividir la sumatoria de los beneficios actualizados entre la sumatoria de los costos actualizados generados por el proyecto a lo largo de su horizonte se calcula con la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{\sum_{k=0}^{k=n} \frac{B_k}{(1+i)^k}}{\sum_{k=0}^{k=n} \frac{C_k}{(1+i)^k}}$$

10.5.4 Período de recuperación de la inversión (n)

Se define como el tiempo que se requiere para que los beneficios netos del proyecto compensen el costo de inversión.

10.6 ANALISIS ECONOMICO/FINANCIERO DEL PROYECTO EVALUADO

El proyecto ha sido realizado con el propósito de reducir los costos unitarios de operación en el relleno de los depósitos minerales encima del nivel 1750.

Reducir las horas de bombeo para optimizar el uso de energía por m³ de pulpa.
(Hr bombeo/m³ de relleno).

Disminución del agua bombeada a las zonas de explotación.

Aceleración del ciclo de minado.

Aumento de densidad y porcentaje de sólidos de relave que llega a los tajeos.

El propósito más importante es poder explotar las zonas mineralizadas encima del Nv 1750.

10.6.1 INVERSION NECESARIA

Estudios	\$10,000
----------	----------

(Sistema de Relleno Hidráulico.)

Obras en mina:

Bombeo para agitación	\$8,000
Tanque de almacenamiento mina	\$30,000
Montaje y desmontaje de bomba	\$12,000
Sala de bombeo	\$15,000
Control de derrames	\$15,000
Tanque de agua para repulpeo	\$10,000
Instalaciones electricas	\$45,000

Obras en Planta Concentradora:

Línea de bombeo	\$12,000
Cambio de poleas H-225 y H-180	\$4,000
Tanque de almacenamiento 324m3	\$80,000
Bombas de agitación	\$8,000
Ciclones para gruesos de relaves	\$15,000
Bombeo de tanque a bombas Mars	\$10,000
Instalaciones eléctricas	\$6,000

T O T A L

(Monto de Inversion Global)	\$280,000
------------------------------	-----------

- 1.- Al bajar los costos unitarios de operación habrá un ahorro anual por el cambio de sistema, el mismo que se considerará como beneficio.
 - 2.- El costo de capital será de 9.4%.
 - 3.- El horizonte del proyecto será de 7 años.
 - 4.- La depreciación del monto de inversión no intervendrá en el flujo de fondos por ser una valor contable en libros.
 - 5.- La comparación entre el sistema actual y el proyectado se hará en base a las toneladas de mineral mensual.
- A.- Monto de inversión global (p) = \$ 280,000.
- B.- Costo promedio de relleno hidráulico mina San Vicente año 1995.

COSTO DE ENERGIA 1995

Sub-total Hidroeléctrica	0.065 \$ kw	29'331,000 kwh
Sub-total casa Fuerza	0.1242 \$ kw	7'627,800 kwh
Total	0.0308 \$ kw	

COSTO R/HI (\$/Hr)

TIPO DE BOMBA	COSTO TOTAL	Hrs.	\$ /Hr
Bomba #1 Mars H-180	11,146.33	366	30.45
Bomba #2 Mars H-180	63,651.48	3,274	19.44
Bomba #3 Mars H-225	148,555.76	4,043	36.74
Total	223,353.57	7,683	29.07

COSTO R/HI (\$/M3)

TIPO DE BOMBA	COSTO TOTAL	Hrs.	\$ /Hr
Bomba #1 Mars H-180	2'386,400	75,538	0.9902
Bomba #2 Mars H-180		181,383	0.8190
Bomba #3 Mars H-225			
Total	2'386,400	256,921	0.0869

COSTO ENERGIA R/HI 1995

Costo energía Bombas	0.0308 \$/kw x 2'386,400 kw =	\$ 73,000
Costo otras Bombas		\$ 149,853
Costo total de energía	73,501 + 149,853 =	\$ 223,354

COSTO TOTAL R/HI 1995

Costo Total energía	\$ 223,354
Costo mano de obra, materiales, equipos, etc.	\$ 240,783
Costo total R/H	\$ 464,137
Tonelaje extraído (TMS)	796,850 TMS
Costo Relleno Hidráulico 1995	0.5825 \$/TMS

C.- Costo promedio de Relleno Hidráulico con el proyecto.

Metros cúbicos a rellenar	256,921 m ³
m ³ /hora relleno (ver cuadro)	59 m ³ /Hr
Consumo kw/Hr nominal	473.8 kw/Hr
Total Horas	4,355 Hrs
Consumo kwh	2'063,206 kwh
Producción (tm/año)	796,850 TMS
Costo energía (promedio)	0.0308 \$/kw
Costo energía total	63,546 \$
Costo M.O., materiales equipos,etc	180,591 \$
Operación y mantenimiento de la bomba en mina.	45,000 \$
Energía adicional bombas de agitación, de repulpeo etc.	20,000 \$
Costo total R/H	309,137 \$
Costo R/H proyectado	0.3879 \$/TMS

D.- Ahorro o beneficio por cambio de sistema de relleno (B).

El relleno anual en \$/tm-ore que se obtendrá por implementar el proyecto en estudio es como sigue:

Ahorro unitario	Sistema Actual - Proyectado
Ahorro unitario	(0.5825 - 0.3879) \$/TMS = 0.1946 \$/TMS
Ahorro total	0.1946 \$/TMS x 796,850 TMS/año
Ahorro anual	155,070 \$

E.- Beneficios Adicionales (Ba).

El cambio de sistema de relleno en las labores ocasiona beneficios inmediatos en el proceso de explotación.

- Ahorro en equipo adicional como bombas Flyhgt, tuberías, mano de obra etc, para evacuar el agua en exceso de los tajeos.
- Ahorro en mano de obra al disminuir las horas de bombeo.
- Menor cantidad de energía por metro cúbico de relleno.
- Disminución en el costo del mantenimiento de cunetas.
- Ganancia por el aumento de la productividad y producción al acelerar el ciclo de minado.
- Ahorro en mano de obra por desatoro de tuberías.
- Menor consumo de horas máquina en el mantenimiento de vías.

Total de Beneficios adicionales = \$ 245,000

F.- Valor de rescate de instalaciones, maquinarias y equipos (L).

ITEM	MONTO INVERTIDO (A)	VALOR DE RESCATE
Bomba Mars #1 H-180	330,000 (Adquirida en 1982)	52,600 (1)
Bomba Mars #2 H-180	330,000 (Adquirida en 1985)	92,000 (2)

Horizonte del Proyecto 7 años

$$(1) \text{ BM1 (1982-1996) } = A - \frac{A}{25} \times (14+7) = 0.16A = 52,600$$

$$(2) \text{ BM2 (1985-1996)} = \frac{A - (A_0)}{25} \times (11+7) = 0.28A = \frac{92,400}{\text{-----}}$$

145,000

$$L = 145,000$$

Resumiendo se tendrá:

- Monto de inversión global (P) = \$ 280,000
- Costo Promedio de relleno (Proyecto 1996) (C) = \$ 309,137.00.
- Ahorro o Beneficio por cambio de sistema (B) = \$ 155,000.
- Beneficios Adicionales (Ba) = \$ 245,000.
- Valor de rescate (L) = \$ 145,000
- Tasa de interés (i) = 9.4 %.
- Horizonte del Proyecto (N) = 7 años.

* **Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)**

$$\text{VAN} = (155,000 + 245,000 - 309,137) \left(\frac{(1+9\%)^7 - 1}{9.4\%} \right) + \frac{145,000}{(1+9.4\%)^7} - 280,000$$

$$\text{VAN} = 528,737.97 - 280,000 = 248,538 > 0$$

VAN > 0 => Por lo que es un proyecto viable.

* **Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)**

Haciendo VAN = 0

$$(B + Ba) \times \text{FAS}_i^n + L \times \text{FSA}_i^n = C \times \text{FAS}_i^n + P$$

$$(155,000 + 245,000) \left(\frac{(1+i)^7 - 1}{i(1+i)^7} \right) + \frac{145,000}{(1+i)^7} = X_1$$

$$(309,137) \left(\frac{(1+i)^7 - 1}{i(1+i)^7} \right) + 280,000 = X_2$$

$$X_1 = X_2$$

Se tendrá:

$$\left(\frac{(1+i)^7 - 1}{i(1+i)^7} \right) + 1.5958/(1+i)^7 = 3.08156$$

Tabulando

$$i = 15 \% \quad \Rightarrow f = 0.86$$

$$i = 29 \% \quad \Rightarrow f = 3.13$$

$$i = 29.4 \% \quad \Rightarrow f = 3.09$$

$$i = 29.6 \% \quad \Rightarrow f = 3.088129$$

$$i = 30.5 \% \quad \Rightarrow f = 3.01$$

TIR \approx 29.6 > 9.4 % Proyecto Viable

*** Período de recuperación de la inversión (N)**

De los datos tenemos:

$$\frac{(1 + 9.4 \%)^N - 1}{9.4 \% (1 + 9.4 \%)^N} + \frac{1.5958}{(1 + 9.4 \%)^N} = 3.08156 = fa$$

$$\frac{(1.094)^N - 1}{0.094 (1.094)^N} + \frac{1.5958}{(1.094)^N} = 3.08156 = fa$$

$$N = 1 = fa = 2.3727$$

$$N = 1.5 = fa = 2.73$$

$$N = 2 = fa = 3.0829$$

Tenemos: En 2 años recuperamos la inversión

* **Relación Beneficio/costo (Be/Co)**

Del horizonte gráfico del Proyecto tenemos:

$$\frac{((B + Ba) \times FAS_i^n + L \times FSA_i^n)}{(C \times FAS_i^n + P)}$$

Para $i = 9.4\%$ $N = 7$ años tenemos:

$$Be = ((155,000 + 245,000) \times \frac{(1.097)^7 - 1}{(0.094)(1.094)^7} + \frac{145,000}{(1.094)^7})$$

$$Co = (309,137 \times \frac{(1.094)^7 - 1}{(0.094)(1.094)^7} + 280,000)$$

$$Be/Co = 1.1366925 > 1$$

Se concluye que es un proyecto rentable.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente estudio demuestra la factibilidad de localizar una estación de rebombeo interior mina para explotación de las zonas altas de la mina San Vicente.

El sistema de cicloneo actual produce relleno del orden de 41% de sólidos. Sería posible producir un relleno de algo más de densidad con los mismos ciclones ajustando la presión (más alta), el diametro del apex más bajo y vortex finder (el mismo). Para obtener relleno de más de 60% de sólidos, podría usarse el actual espesador. Por lo que debe optimizar el funcionamiento de las cochas de relaves para evitar los finos.

La ventaja principal de bombear un relave espesado (consiguiendo reducir el caudal de drenaje de mina) es disminuir la velocidad en tubería y por lo tanto las pérdidas por fricción.

El uso de espesador de relaves con el under de los ciclones con llevaría otro problema pues los finos al no poder ser espesados, se tendrían que enviar a la cancha, con los consiguientes problemas por la gran cantidad de agua.

Los trabajos geológicos indican que posible extensión de la mina sea al norte, pero hay que proyectarse al futuro en la zona sur por lo que se debe realizar estudios sobre esas posibles áreas de relleno.

Si una bomba tipo Mars fuese considerada como una bomba de rebombeo en el Nv 1709, se necesitará de un tanque agitador por que las bombas de pistón de desplazamiento positivo de múltiples etapas deben funcionar desensamblada. La ubicación de la bomba N° 1 o la N° 2, tendría una alta presión de bombeo disponible sin embargo solo una bomba podría ser usada en conjunto con la otra H-180, por razones de capacidad.

La alternativa de incrementar los rpm de la bomba hasta nivelar su capacidad con la H-225 requeriría 80 rpm, en la H-180, 60% más alto que la máxima y esto así es inaceptable.

Es posible utilizar la H-225 con una H-180 como rebombeo con un tanque de almacenamiento que sirve para empezar algo más los relaves y el retorno del volumen sobrante se haría con la línea de bombeo de la bomba H-180 que no se utiliza en ese momento.

El cálculo de los costos de la ruta evaluada por el proyecto se ha obtenido costos unitarios.

Con la ejecución del proyecto del sistema de relleno hidráulico propuesto se reducirá el costo unitario así:

ITEM	US\$/TMS-ONE
ACTUAL	0.5825
PROYECTADO	0.3879

- La necesidad de cumplir con el programa de producción de los próximos años llevando de relleno m³ necesario a la áreas de explotación.

1995	1996	1997
262,834	264,500	262,834

Y que se hace necesario la ejecución del proyecto para no parar la producción de las zonas potencialmente minables, que se ubican por encima del nivel 1750.

- El monto de inversión en la ejecución del proyecto, resulta ser rentable y de rápida retorno de la inversión los parámetros que identifican al proyecto son:

Inversión = 280,000 \$

VAN = 248,538

TIR = 29.6%

Periodo de recuperación del capital = 24 meses

Relación beneficio/costo = 1.14

La mina San Vicente es un verdadero reto para la ingeniería en sus diferentes áreas de trabajo por que se deben provechar los sistemas computarizados existentes en las oficinas de Mina y Geología, Ingeniería; costo, contabilidad y planta concentradora dentro de la red lo que permite conocer en cualquier momento la realidad técnico-económico de la mina pudiendo optimizar así todas sus actividades unitarias, es dentro de este concepto que se ha desarrollado el presente trabajo.

Espero que el presente trabajo invite pensar que las nuevas generaciones de profesionales en la rama de Minería deben dominar el manejo de nuevas tecnologías y aplicarlas a los diferentes problemas mineros que se presentan y alternar ideas de Ingenieros de Minas a nivel mundial ya sea por lectura de libros, revistas o la red Internet, y apartir de ello dar solución óptima a sus problemas.

BIBLIOGRAFIA

1. Especificaciones para el relleno hidráulico
XII Convención de Ingenieros de Minas
Ing. Felipe de Lucio, 1972.

2. Informes sobre relleno hidráulico en la mina San Vicente.
Oficina de Proyectos.

3. Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas
Claudio Mataix - II edición.

4. Problemas de Hidráulica I y II.
Alenjandro Cáceres Neyra - UNI.

5. Optimización y Ampliación del Sistema de Relleno Hidráulico en la Mina Atacocha
Cerro de pasco.
Tesis del Ingeniero de Minas, UNI Edward Medina Barcena, 1995.

6. Proyecto de optimización y ampliación del sistema de relleno hidráulico en la compañía Huampar S.A.
Tesis del Ingeniero de Minas, UNI Emilio J. Meza Povis, 1984.
7. Proyecto de instalación del relleno hidráulico para la sección catuva de la mina Raura.
J.M. Candia, 1979.
8. Manual de cyclones Krebs para la industria minera.
Krebs Engineers.
9. Manual High Pressure Slurry Pumps Mitsubishi, Metal Corporation.
10. Matemática Financiera Simplificada
Abdias Espinoza Huertas - UNI.

ANEXOS

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES	1er mes	2do mes	3er mes	4to mes
INSTALACION BOMBAS MARS				
- Desarrollo de los planos de la base				
- Construccion Base de Concreto.				
- Montaje y desmontaje de la Bomba.				
- Instalacion de bomba de Agitacion.				
OBRAS INTERIOR MINA				
- Tanque almacenamiento (144m3)				
- Tanque de Agua para repulpeo (250m3)				
- Limpieza de Labores Mineras donde se ejecutaran obras.				
- Desquinche y excavaciones complementarias.				
- Sostenimiento sala de bombeo.				
- Pruebas completas del circuito.				
OBRAS PLANTA CONCENTRADORA				
- Tanque de Almacenamiento (324m3).				
- Bombas de agitacion Denver 3 x 3"				
- Acondicionador y Bomba 8 x 6" - base - sello				
- Instalacion de tuberias de bombeo.				
LINEAS DE TUBERIA PARA EL BOMBEO				
- Instalacion tub 5" de cruce Rpa 045 y BP 940 a tanque de almacenamiento de relaves 144m3.				
- 570 m tub 5" desde bomba H-180 en Rpa 255 ha Rpa auxiliar Nv 1709 empalme con la troncal				
- 250 m tub 6" polietileno desde rebose tanque almacenamiento a tanque de agua.				
- 195 m de tub 8" acero para limpieza de derrames de sala de bombeo a superficie.				
- Instalacion de bomba 8x6 para enviar derrames a superficie.				
- Instalacion lineas a los acondicionadores.				
INSTALACIONES ELECTRICAS.				
- Instalaciones Electricas en mina y planta.				
- Tendido del alambre, telefonos, pruebas.				

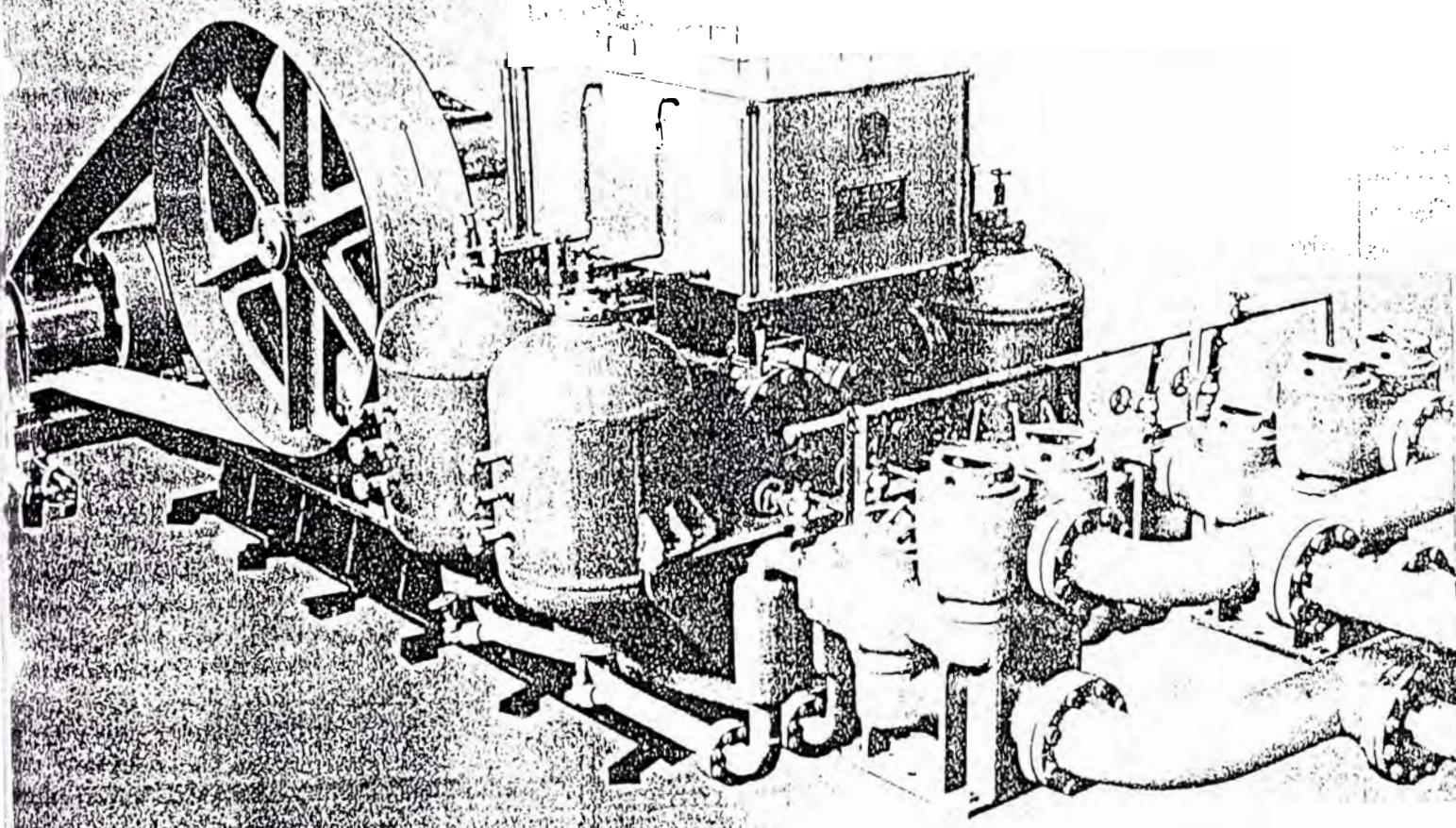
WORLD WIDE

MITSUBISHI MARS[®] PUMPS

<Patented>

HIGH PRESSURE SLURRY PUMPS

“Extremely low operating costs”



 Mitsubishi Metal Corporation

Features

High-concentration slimes and slurries cannot be pumped effectively using centrifugal pumps, hence piston or plunger pumps are used in such situations. These conventional pumps allow slurry to enter their working cylinders causing extremely heavy wear, regardless of the materials used. As a result piston and plunger pumps working with abrasive slurries require frequent attention, maintenance and replacement, sometimes causing unscheduled and costly plant shutdowns.

Diaphragm pumps have the advantage of being less prone to excessive wear but by virtue of their construction, cannot be used in high-pressure applications.

Mitsubishi Mars Pumps are based on a new design which completely overcomes the limitations of both conventional piston/cylinder pumps and diaphragm pumps.

Mars Pumps are designed to withstand high-lifts and high-concentrations. Except for valves, all working parts are freed from contact with abrasive slurries or slimes. Consequently running costs are markedly reduced.

Mars Pumps have set high standards of efficiency and reliability in comparative tests against conventional pumps. They also allow longer intervals between routine inspections and in maintenance schedules.

Outline of design and operation

(Please refer to explanatory diag..)

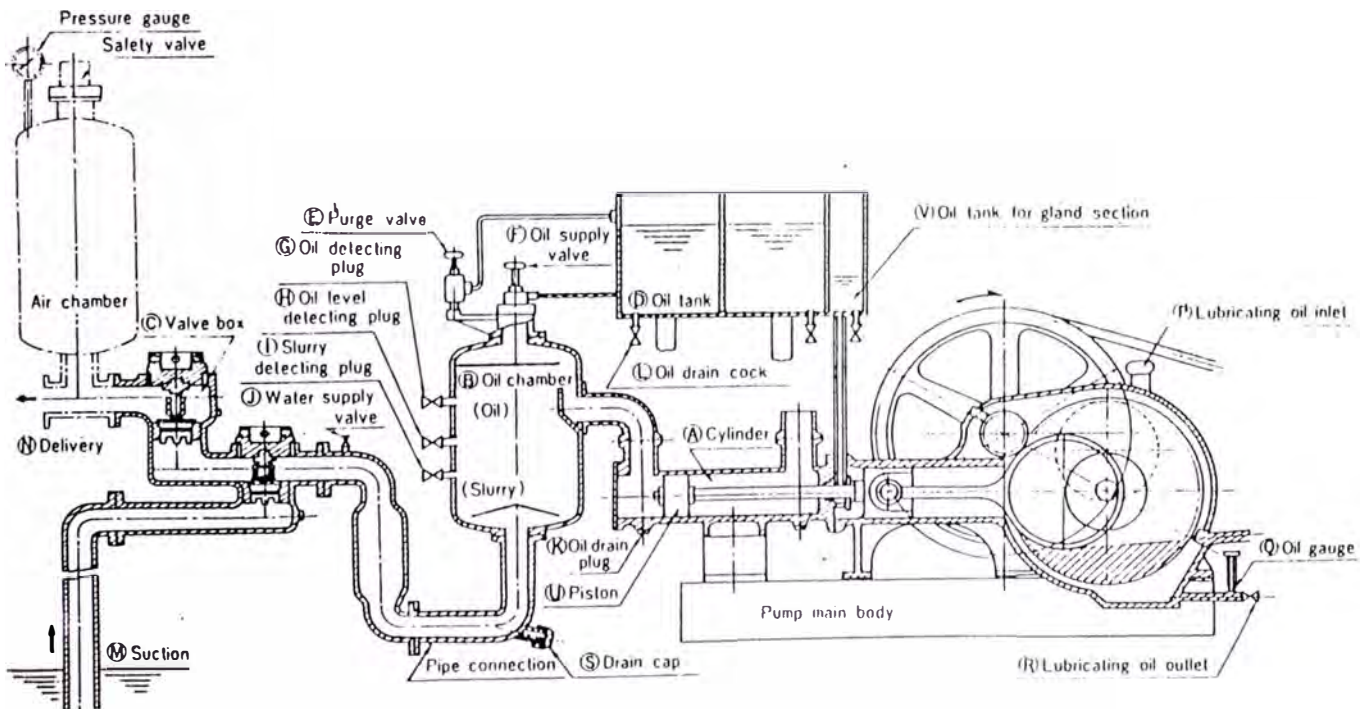
Between the cylinder (A) and the valve box (C) is the vertical oil chamber (B) containing a fixed quantity of oil. Oil and slurry (or clean water) in the chamber separate due to the difference between their respective specific gravities; the oil occupies the upper portion of the chamber, the slurry remaining in the lower portion.

The oil chamber is so constructed that slurry cannot penetrate into the working cylinder during pumping or at rest. This construction eliminates excessive abrasion since the piston and cylinder work on and in oil. The only expendables in Mars Pumps are valves, designed for easy and fast inspection and replacement.

Mars Pumps do not use a rubber diaphragm as in a diaphragm-type pumps, hence pumps for high-pressure are readily manufactured.

Since Mars' design interposes an oil chamber between cylinder and valve box, the pump is subject to greater suction resistance than more-conventional pumps. Therefore, where the capacity required is large and the pumping cycle exceeds 50rpm, forced operation is recommended. Where this is not practicable Mars Pumps should be installed in such a way that suction resistance is minimized.

Explanatory diagram of Mitsubishi Mars Pump



Actual Applications

■ Long distance transportation

As an example of actual applications to long-distance transportation, the Mitsubishi Mars Pumps are used to transport mill tailings for a distance of 68.1km from Odate City to Noshiro City, both located in Akita Prefecture. Outline of pipeline is as follows.

● Operating conditions

Specific Gravity of Solids: 2.8

Size of Solids: less than 65 mesh

pH Value of Slurry: 6 – 8

Density of Slurry: 18.8

Viscosity: 35 dyne

Discharge Volume: 5.9m³/min.

Discharge Pressure of Pump:

Max. 50kg/cm²

Current Speed in Pipe: 1.36m/sec.

Pipe Dia.: 300mm

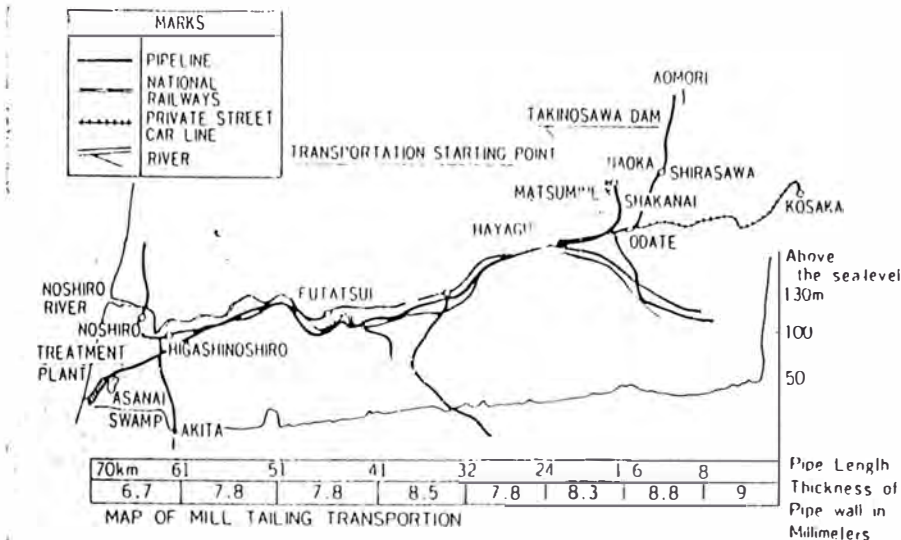
● Pump Specifications

Pump Type: H-225

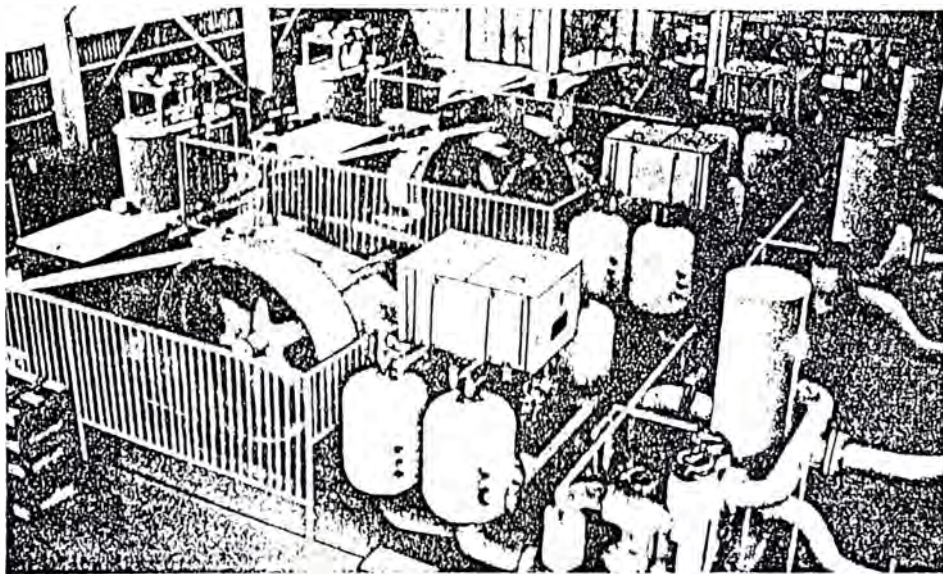
Number of Pumps: 3 sets

(1 set is for stand-by)

Motor: 370kW X 8P.



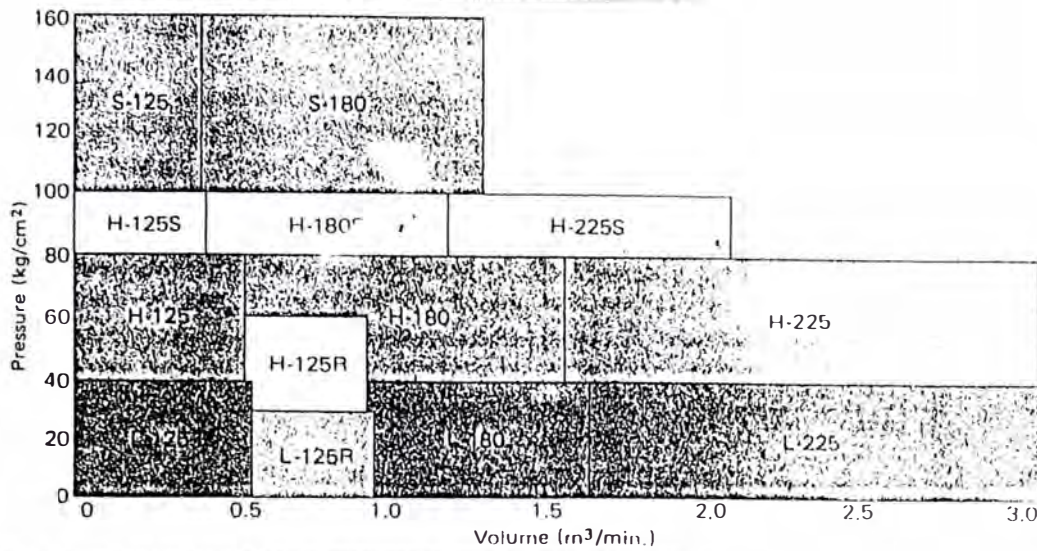
TAILING route map. The profile of the pipe line is shown to vertical scale on the diagram near bottom. Eight different wall thicknesses of pipe are used in line for lengths indicated on graph.



■ Other actual applications

Purpose	Type of pump	Pump specifications			Operating conditions						
		Pumping capacity m ³ /min.	Discharge pressure kg/cm ²	Motor kW X P	Actual lift-head mm	Distance of trans. m	Pipe dia. mm	Liquid density % (wt)	Liquid specific gravity	Nature of material	Remarks
Mine slurry lifting	H-225	1.88 ~ 2.38	51 ~ 79	410 ~ 495 X 10	395 ~ 610	450 ~ 650	150	30	1.22 ~ 1.28	Fine gold ore	4 sets in 4 stages
Mine slurry lifting	H-225	2.72	66.6	450 X 8	615	1215	180	5	1.1	Fine coal	—
Mine slurry transportation	L-180	1.23	30	95 X 10	—	7881	125	32	1.72	Copper concentrate	—
Plant slurry transportation	L-180	0.75	40	75 X 8	10	4000	75	14 ~ 18	1.12 ~ 1.16	Ferric oxide	Iron plant
Mine slurry lifting	S-125	0.36	160	176 X 6	1090	1640	50	35	1.304	Mud	High pressure
Lake mud transportation	H-180	1.67	40	150 X 10	4	3000	200	33.3	1.26	With organic matter	Set on dredger
Quarry mud transportation	H-125	0.50	40	45 X 4	80	1000	75	33	1.226	Mud	After sand washing
Plant slurry feeding	L-180	1.35	30	190 X 8	—	—	125	40	—	Bauxite	With ballvalve
Tunnel slurry lifting	H-125	0.50	65	95 X 6	293	1560	65	50	1.52	Mud	Construction working
Plant slurry transportation	L-225	1.91	15	66 X 6	—	—	—	—	1.28	China clay	—

Selection of Pump Type



- Notes:
- L: Low pressure type
 - H: High pressure type
 - L-R: High speed low pressure type
 - H-R: High speed high pressure type
 - H-S: Higher pressure type
 - S: Special pressure type

Type and Capacity (1)

*Low pressure "L" type: 40kg/cm² or 569 psi

Type of pump	Cylinder dia.	Capacity	R.P.M.					
			55	50	45	40	35	30
L-225	225	Discharge m ³ /min.		3.106	2.795	2.485	2.174	1.864
		Output required kW		241	217	193	169	144
	200	Discharge m ³ /min.		2.430	2.184	1.944	1.701	1.460
		Output required kW		189	170	151	132	113
	180	Discharge m ³ /min.		1.946	1.751	1.557	1.362	1.168
		Output required kW		151	136	121	106	91
L-180	180	Discharge m ³ /min.	1.604	1.458	1.312	1.166	1.020	0.875
		Output required kW	131	119	107	95	83	71
	160	Discharge m ³ /min.	1.254	1.140	1.026	0.912	0.798	0.684
		Output required kW	102	93	84	74	65	56
	140	Discharge m ³ /min.	0.946	0.860	0.774	0.688	0.602	0.516
		Output required kW	77	70	63	56	49	42
L-125	125	Discharge m ³ /min.	0.552	0.502	0.451	0.401	0.351	0.301
		Output required kW	45	41	37	33	29	25
	100	Discharge m ³ /min.	0.344	0.313	0.282	0.250	0.219	0.188
		Output required kW	28	26	23	20	18	15

*High pressure "H" type: 80kg/cm² or 1,137 psi

Type of pump	Cylinder dia.	Capacity	R.P.M.					
			55	50	45	40	35	30
H-225	225	Discharge m ³ /min.		3.017	2.715	2.414	2.112	1.810
		Output required kW		463	417	370	324	278
	200	Discharge m ³ /min.		2.341	2.107	1.873	1.639	1.405
		Output required kW		359	323	287	251	216
	180	Discharge m ³ /min.		1.858	1.672	1.486	1.300	1.115
		Output required kW		285	257	228	199	171
H-180	180	Discharge m ³ /min.	1.557	1.415	1.274	1.132	0.991	0.849
		Output required kW	252	231	207	185	161	138
	160	Discharge m ³ /min.	1.207	1.098	0.988	0.878	0.768	0.659
		Output required kW	197	179	161	143	125	108
	140	Discharge m ³ /min.	0.899	0.818	0.736	0.654	0.572	0.491
		Output required kW	147	133	124	107	93	80
H-125	125	Discharge m ³ /min.	0.538	0.489	0.440	0.391	0.342	0.293
		Output required kW	88	80	72	64	56	48
	100	Discharge m ³ /min.	0.330	0.300	0.270	0.240	0.210	0.180
		Output required kW	54	49	44	39	34	29

Type and Capacity (2)

■ High speed - Low pressure "L-R" type : 30kg/cm² or 427 psi

Type	Cylinder dia.	Capacity	R.P.M.	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55
L-125R	125	Discharge m ³ /min.		0.913	0.8%	0.849	0.802	0.755	0.707	0.660	0.613	0.566	0.519
		Output required kW		61.3	58.3	55.2	52.2	49.1	46.0	42.9	39.9	36.2	33.2

■ High speed - High pressure "H-R" type : 50kg/cm² or 854 psi

Type	Cylinder dia.	Capacity	R.P.M.	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55
H-125R	125	Discharge m ³ /min.		0.918	0.872	0.826	0.780	0.734	0.688	0.643	0.597	0.551	0.505
		Output required kW		119.4	113.4	107.4	101.5	95.5	89.5	83.6	77.6	71.7	65.7

■ Higher pressure "H-S" type : 100kg/cm² or 1,423 psi

Type of pump	Cylinder dia.	Capacity	R.P.M.	55	50	45	40	35	30
H-125S	115	Discharge m ³ /min.		0.422	0.383	0.345	0.307	0.268	0.230
		Output required kW		92	83	75	67	58	50
		Discharge m ³ /min.		1.178	1.071	0.985	0.856	0.749	0.642
H-180S	160	Output required kW		255	232	214	186	162	139
		Discharge m ³ /min.		2.092	1.883	1.674	1.464	1.255	
		Output required kW		426	384	314	298	256	

■ Special pressure "S" type : 160kg/cm² or 2,275 psi

Type of pump	Cylinder dia.	Capacity	R.P.M.	55	50	45	40	35	30	
S-180	160	Discharge m ³ /min.		1.306	1.188	1.069	0.950	0.831	0.713	
		Output required kW		487	443	398	354	310	266	
		Discharge m ³ /min.		0.956	0.869	0.782	0.696	0.609	0.522	
	S-125	140	Output required kW		356	324	291	259	227	194
			Discharge m ³ /min.		0.409	0.371	0.334	0.297	0.260	0.223
			Output required kW		164	149	134	119	104	89
	125	Discharge m ³ /min.		0.239	0.217	0.195	0.173	0.152	0.130	
		Output required kW		96	87	78	70	61	52	

■ Bauxite Slurry (H type)

Type of pump	Cylinder dia.	Capacity	R.P.M.	55	50	45	40	35	30
H-225	225	Discharge m ³ /min.			2.340	2.110	1.875	1.640	1.400
		Output required kW			476	428	381	333	286
		Discharge m ³ /min.		1.280	1.160	1.050	0.950	0.815	0.700
H-180	180	Output required kW		252	231	207	185	161	138
		Discharge m ³ /min.		0.442	0.400	0.361	0.321	0.281	0.241
		Output required kW		88	80	72	64	56	48

■ Bauxite Slurry (L type)

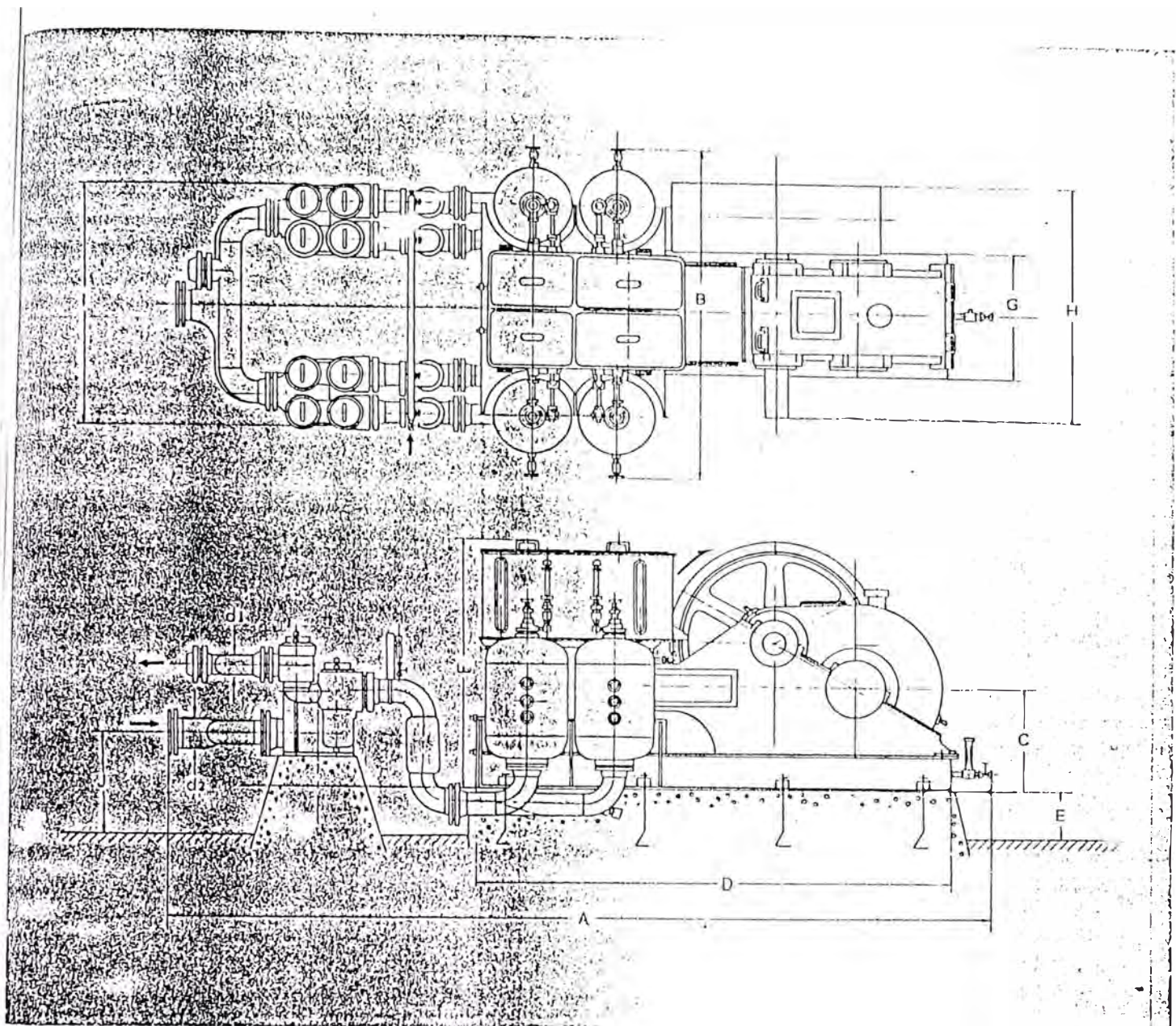
Type of pump	Cylinder dia.	Capacity	R.P.M.	55	50	45	40	35	30
L-225	225	Discharge m ³ /min.			2.414	2.173	1.931	1.690	1.449
		Output required kW			241	217	193	169	144
		Discharge m ³ /min.		1.327	1.200	1.080	0.958	0.838	0.719
L-180	180	Output required kW		131	119	107	95	83	71
		Discharge m ³ /min.		0.454	0.413	0.372	0.330	0.289	0.248
		Output required kW		45	41	37	33	29	25

Note 1) Each pump is calculated on the following efficiency.

Pump type	Volumetric efficiency	Mechanical efficiency
L-225, H-225	90%	94%
L-125, H-125	85%	94%
L-180, H-180, H-225S		
L-125R, H-125R	80%	94%
H-125S, H-180S		
S-180	75%	94%
S-125	70%	94%

Note 2) Output required of each pump is based on its max. pressure.
 Note 3) When high speed type is used under some condition, a booster pump is needed.
 Please consult with us on operating condition.

Dimensions



Unit : mm

Type	Dimension												Net wt. M/ton
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	d1	d2	
L-125 L-125R	4039	1730	550	2400	250	1370	670	1022	1290	573	75	130	4.2
H-125 H-125R	4196	1848	620	2605	250	1458	770	1303	1382	628	75	130	7.4
L-180	5360	2336	720	3240	250	1883	850	1130	1765	617	120	200	10.7
H-180	5598	2476	800	3545	250	1998	965	1324	1905	742	120	200	16.2
L-225	6415	2478	850	4110	300	2143	980	1218	2085	725	160	250	23.3
H-225	6820	3000	920	4450	300	2238	1000	1538	2355	840	160	250	36.5
S-125	5118	2265	800	3320	250	1663	965	1816	1780	835	75	130	11.8
S-180	6480	2780	920	4510	300	2266	1000	1636	2230	700	120	200	28.0
H-125S	4440	1990	620	2685	250	1505	770	1230	1302	660	75	130	9.4
H-180S	5690	2430	800	3590	300	2020	965	1283	2120	711	120	200	19.2
H-225S	7350	3500	1050	4850	300	2600	1200	1750	3100	950	160	270	40.0

Pole Number Table of Motors Used for Mitsubishi Mars Pumps

V-Belt Drive

Type	L-125R L-125	H-125R H-125 H-125S	L-180	H-180 H-180S	L-225	H-225 H-225S	S-125	S-180								
V-Belt type	5V X 2650	5V X 2800	5V X 3350	8V X 3550	8V X 4000	8V X 4250	8V X 3550	8V X 4250								
Pump pulley dia.	P.C.D. 850mm	P.C.D. 1200mm	P.C.D. 1400mm	P.C.D. 1550mm	P.C.D. 1550mm	P.C.D. 1800mm	P.C.D. 1550mm	P.C.D. 1800mm								
Min. motor pulley dia.	P.C.D. 180mm	P.C.D. 180mm	P.C.D. 190mm	P.C.D. 330mm	P.C.D. 330mm	P.C.D. 330mm	P.C.D. 330mm	P.C.D. 330mm								
	Pump speed (R.P.M.)															
Pole No. - Hz	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60
10	30	30					30	30			30	30	30	30		30
	31	37					32	38			34		33	32	38	33
8	32	38		30			33	39	30	35	30	34	33	39	30	34
	41	49		35			43	51	38	45	37	44	43	51	37	44
6	42	50	30	36	30	31	44	52	39	46	38	45	44	52	38	45
	62	74	43	52	37	45	55	55	50	50	50	50	55	55	55	55
4	63	75	44	53	38	46										
	100	100	100	100	55	55										

Note: Pump max. speed

Pump max. speed	Pump type
100 R.P.M.	L-125R, H-125R
55 R.P.M.	L-125, H-125, H-125S, S-125, L-180, H-180, H-180S, S-180
50 R.P.M.	L-225, H-225, H-225S

Comparison of the cost of expendables between Mars Pumps and Piston Pumps

Name of mine	Type	Cost of expendables per 1 working hour		Cost of expendables per ton of slime transported	
		50	100(%)	50	100(%)
N	L-180 type				
			100(%) Piston pumps		100(%) Piston pumps
		23.5 Mars pumps		36.4 Mars pumps	
O	H-125 type				
			100(%) Piston pumps		100(%) Piston pumps
		33.4 Mars pumps		33.9 Mars pumps	

Results of six-month operation of L-180X350 type.

Results of one-year operation of H-125X250 type.

For Any Inquiries, Consultations and Questions

Please refer to us or the following companies.

Australia &
New Zealand Engineering Division
Vickers Australia Ltd.
524-582 Victoria Street
Richmond, Victoria, 3121

Milling Division
Wajax Industries Ltd.
248 Steelcase Road East
Markham Ontario L3R 2SB

Europe Polyurethane Project
English Clays Lovering Pochin & Co., Ltd.
John Keay House,
St. Austell, Cornwall,
England PL25 4DJ

WHEN INQUIRING, ORDERING OR SEEKING
ADDITIONAL INFORMATION, PLEASE FURNISH
DETAILED SPECIFICATIONS FOR YOUR INSTALLATION,
INCLUDING THE FOLLOWING:

1. Pumping capacity — $m^3/min.$ or $ft^3/min.$
2. Discharge pressure — kg/cm^2 or lbs/in^2 .
3. Actual lift-head — meters or feet.
4. Specific gravity (when dry) or solids in slurry.
5. Solids density.
6. Liquid specific gravity.
7. Grading distribution or max. grain size of solids in slurry.
(Recommended maximum grainsize; 1mm)
8. Nature of material (concentrates, tailings or other)
9. Length and diameter of pipes — mm. ϕ (internal diameter)
10. pH of liquid.
11. Liquid temperature.
12. Power supply frequency.
13. Installation method — Suction head intake or gravity
intake.
14. Purpose:— mine slurry transportation, chemical slurry
movement, discharge of tailings or mine water, pressure
supply in chemical plants and refineries, hydraulic mining,
others (please specify)
15. Note whether specification is for an existing installation or
new construction.

Mitsubishi Metal Corporation

Export Section for Tokyo Branch:
23F, World Trade Center Bldg.,
2-4-1, Hamamatsu-cho, Minato-ku,
Tokyo, Japan
Tel. Tokyo (435) 4644
Telex No. 02423748
Answerback Code: MMCTSO J

Chicago Liaison Office:
Woodfield Park Office Plaza
4th Floor, 999 Plaza Drive
Shaumburg, Illinois, 60195
U.S.A.
Tel. 312-882-0130
Telex No. 9106511910
Answerback Code: CHI. OFC. SHBU.

Europe (Liaison Representative) Office:
c/o Aleaciones De Metal S.A.
Calle Emperador, 2.
Museros, Valencia,
España (Spain)
Tel. 96-159-1373
96-325-0627
Telex No. 62144
Answerback Code: MVLC E

q:C24: [A5] 'DATOS DE LA LINEA DE RELLENO
 A:H24: ' PERDIDAS
 A:J24: [A10] ' PRESION TOTAL
 A:L24: (F3) ' PERFIL TUBERIA
 A:N24: (F0) ' PERFIL HIDRAULICO
 A:B26: [A3] ' LONG.
 A:D26: [A12] ' ESTACION
 A:E26: ' NIVEL
 A:F26: ' DISTANCIAS
 A:H26: ^DINAM.
 A:I26: [A9] ^ESTAT.
 A:J26: [A10] ^En
 A:K26: ^En
 A:B27: [A3] ' TUB.
 A:F27: ' HORIZ.
 A:G27: [A9] ' VERT.
 A:H27: ^ka/cm2
 A:I27: [A9] ^ka/cm2
 A:J27: [A10] ^ka/cm2
 A:K27: ^psi
 A:L27: ^VALOR X
 A:M27: ^VALOR Y
 A:N27: ^DINAM.
 A:O27: ^ESTAT.
 A:E29: 1410
 A:H29: 0
 A:I29: [A9] 0
 A:J29: (F2) [A10] +H29+I29
 A:K29: (F1) +J29*14,193
 A:L29: (F0) +F29
 A:M29: (F0) +G29
 A:N29: (F0) 800
 A:O29: +I29*3
 A:C30: [A5] 0
 A:D30: [A12] ^A
 A:E30: 1455
 A:F30: 117
 A:G30: [A9] 53
 A:H30: (F2) +H29+((((F30)^2+(\$G30)^2))^(0,5))*I\$19)*I\$9*1,1/10
 A:I30: (F2) [A9] +I29+(\$G30*I\$9)/10
 A:J30: (F2) [A10] +H30+I30
 A:K30: (F1) +J30*14,193
 A:L30: (F0) +L29+F30
 A:M30: (F0) +M29+G30
 A:N30: (F0) +N\$29-H30*10
 A:O30: (F0) +I30*10
 A:C31: [A5] @SUMA(F\$30..F31)
 A:D31: [A12] ^B
 A:E31: +E30+G31
 A:F31: 1250
 A:G31: [A9] 4,36
 A:H31: (F2) +H30+((((F31)^2+(\$G31)^2))^(0,5))*I\$19)*I\$9*1,1/10
 A:I31: (F2) [A9] +I30+(\$G31*I\$9)/10
 A:J31: (F2) [A10] +H31+I31
 A:K31: (F1) +J31*14,193
 A:L31: (F0) +L30+F31
 A:M31: (F0) +M30+G31
 A:N31: (F0) +N\$29-H31*10
 A:O31: (F0) +I31*10
 A:C32: [A5] @SUMA(F\$30..F32)
 A:D32: [A12] ^C
 A:E32: 1570
 A:F32: 118
 A:G32: [A9] 112
 A:H32: (F2) +H31+((((F32)^2+(\$G32)^2))^(0,5))*I\$19)*I\$9*1,1/10
 A:I32: (F2) [A9] +I31+(\$G32*I\$9)/10
 A:J32: (F2) [A10] +H32+I32
 A:K32: (F1) +J32*14,193
 A:L32: (F0) +L31+F32
 A:M32: (F0) +M31+G32
 A:N32: (F0) +N\$29-H32*10
 A:O32: (F0) +I32*10
 A:C33: [A5] @SUMA(F\$30..F33)
 A:D33: [A12] ^D
 A:E33: +E32+G33
 A:F33: 430
 A:G33: [A9] 0
 A:H33: (F2) +H32+((((F33)^2+(\$G33)^2))^(0,5))*I\$19)*I\$9*1,1/10
 A:I33: (F2) [A9] +I32+(\$G33*I\$9)/10
 A:J33: (F2) [A10] +H33+I33

A:E2: PRESION NECESARIA PARA LLEGAR A PUNTOS INDICADOS EN KG\CM2 Y PSI.
 A:E3: DE ACUERDO A % DE SOLIDOS. BOMBA, CAUDAL, Y TUBERIA.
 A:H5: 'TAJEO 1310
 A:D7: (A12) 'DATOS A INGRESAR
 A:G7: (A9) 'DATOS CALCULADOS
 A:K7: 'PARAMETROS GENERALES DE TRABAJO
 A:C9: (A5) '% SOLIDOS
 A:E9: (P0) 0,3
 A:G9: (A9) 'DENSIDAD DE PULPA =
 A:I9: (F3) (A9) $(1/+E9)/(0,357+(1/+E9-1))$
 A:J9: (A10) 'ton/m³
 A:K9: 'BOMBA
 A:L9: ^ H-180
 A:N9: ^ H-225
 A:C11: (A5) 'BOMBA
 A:E11: ^H-225
 A:G11: (A9) 'VELOCIDADES
 A:K12: ^POLEA
 A:L12: ^34 cm
 A:M12: ^30 cm
 A:N12: ^34 cm
 A:O12: ^30 cm
 A:C13: (A5) 'CAUDAL
 A:E13: 592
 A:F13: 'G.P.M.
 A:I13: (A9) ^p/seg.
 A:J13: (A10) ^m/seg.
 A:K13: ^RPM
 A:L13: ^55
 A:M13: ^47
 A:N13: ^37,4
 A:O13: ^32
 A:G14: (A9) 'TUB PRINCIP. =
 A:I14: (F3) (A9) $+J14/0,3048$
 A:J14: (F2) (A10) $(+E*13*3,7854*4)/(60*(5,761*0,0254)^2*PI)*0,001$
 A:K14: ^CAUDAL
 A:L14: ^445
 A:M14: ^390
 A:N14: ^592
 A:O14: ^510
 A:C15: (A5) 'DIAM. PRINCIPAL
 A:E15: 5,761
 A:F15: '^
 A:K15: ^PRESION
 A:L15: (F3) ^80 k/cm²
 A:M15: (F3) ^80 k/cm²
 A:N15: (F3) ^80 k/cm²

A:O15: (F3) ^80 k/cm²
 A:F17: '^
 A:G17: (A9) 'PERDIDA DE CARGA DINAMICA :
 A:C19: (A5) 'FACTOR - C
 A:E19: 110
 A:G19: (A9) 'PRINCIP.
 A:H19: ^6" =
 A:I19: (F3) (A9) $(0,002083*(100/E19)^1,85*(E13^1,85/E15^4,8655))$
 A:J19: (A10) 'm x m
 A:K20: 'DIAMETROS REALES
 A:N21: '6" = 5.761"

A:C64: [A5] 'CANTIDAD DE RELLENO
A:C65: [A5] 'POR CADA HORA DE BOMBEO M3.
A:H65: (F0) +D\$B\$H\$10\$60\$3,7854\$H\$9/(1,7\$1000)
A:I65: (F0) [A9] +D\$B\$I\$10\$60\$3,7854\$I\$9/(1,7\$1000)
A:J65: (F0) [A7] +D\$B\$J\$10\$60\$3,7854\$J\$9/(1,7\$1000)
A:K65: (F0) +D\$B\$K\$10\$60\$3,7854\$K\$9/(1,7\$1000)
A:L65: (F0) +D\$B\$L\$10\$60\$3,7854\$L\$9/(1,7\$1000)
A:M65: (F0) [A12] +D\$B\$M\$10\$60\$3,7854\$M\$9/(1,7\$1000)
A:N65: (F0) +D\$B\$N\$10\$60\$3,7854\$N\$9/(1,7\$1000)
A:C66: [A5] 'AGUA BOMBEOADA DURANTE UNA HORA.
A:H66: (F0) +D\$B\$H\$10\$60\$3,7854\$(1-H\$9)/(1\$1000)
A:I66: (F0) [A9] +D\$B\$I\$10\$60\$3,7854\$(1-I\$9)/(1\$1000)
A:J66: (F0) [A7] +D\$B\$J\$10\$60\$3,7854\$(1-J\$9)/(1\$1000)
A:K66: (F0) +D\$B\$K\$10\$60\$3,7854\$(1-K\$9)/(1\$1000)
A:L66: (F0) +D\$B\$L\$10\$60\$3,7854\$(1-L\$9)/(1\$1000)
A:M66: (F0) [A12] +D\$B\$M\$10\$60\$3,7854\$(1-M\$9)/(1\$1000)
A:N66: (F0) +D\$B\$N\$10\$60\$3,7854\$(1-N\$9)/(1\$1000)
A:E67: ^1310
A:F67: 'DENSIDAD
A:G67: [A9] ^m3/hr
A:H67: ^Kg/cm2
A:I67: [A9] ^Kw-hr
A:J67: [A7] 'm3 H2O
A:K67: ^L
A:L67: ^Kw/m3
A:E68: ^SVT
A:F68: ^DE PULPA
A:G68: [A9] "SOLIDOS
A:F69: (P2) 0,3
A:G69: (F2) [A9] +N65
A:H69: (F2) +N56
A:I69: (F2) [A9] +N120
A:J69: (F2) [A7] +N66
A:K69: (F2) ^4390m
A:L69: (F2) +I69/G69
A:F70: 'AREA - 1310 SVT
A:D71: [A12] 'CONSUMO DE ENERGIA PARA LLEGAR A DICHS PUNTOS EN KW
A:F72: DISTANCIAS
A:H72: (P0) 0,6
A:I72: (P0) [A9] 0,55
A:J72: (P0) [A7] 0,5
A:K72: (P0) 0,45
A:L72: (P0) 0,4
A:M72: (P0) [A12] 0,35
A:N72: (P0) 0,3
A:B73: [A3] 'ESTACION
A:E73: ELEV.
A:F73: HORIZ.
A:G73: [A9] VERT.
A:H73: (F3) 1,628
A:I73: (F3) [A9] 1,547
A:J73: (F3) [A7] 1,474
A:K73: (F3) 1,407
A:L73: (F3) 1,346
A:M73: (F3) [A12] 1,29
A:N73: (F3) 1,239
A:E76: 1410
A:F78: 117
A:G78: [A9] 53
A:H78: (F0) +H14\$14,2\$D\$B\$0,754/(1714\$0,81\$0,8)
A:I78: (F0) [A9] +I14\$14,2\$D\$B\$0,754/(1714\$0,81\$0,8)
A:J78: (F0) [A7] +J14\$14,2\$D\$B\$0,754/(1714\$0,81\$0,8)
A:K78: (F0) +K14\$14,2\$D\$B\$0,754/(1714\$0,81\$0,8)
A:L78: (F0) +L14\$14,2\$D\$B\$0,754/(1714\$0,81\$0,8)
A:M78: (F0) [A12] +M14\$14,2\$D\$B\$0,754/(1714\$0,81\$0,8)
A:N78: (F0) +N14\$14,2\$D\$B\$0,754/(1714\$0,81\$0,8)

A:D79: [A12] ^A

A:E79: 1455

A:C80: [A5] @SUMA(F\$78..F80)

A:F80: 1250

A:G80: [A9] 4,36

A:H80: (F0) +H16*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:I80: (F0) [A9] +I16*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:J80: (F0) [A7] +J16*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:K80: (F0) +K16*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:L80: (F0) +L16*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:M80: (F0) [A12] +M16*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:N80: (F0) +N16*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:D81: [A12] ^B

A:E81: 1459,36

A:C82: [A5] @SUMA(F\$78..F82)

A:D82: [A12]

A:F82: 118

A:G82: [A9] 112

A:H82: (F0) +H18*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:I82: (F0) [A9] +I18*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:J82: (F0) [A7] +J18*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:K82: (F0) +K18*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:L82: (F0) +L18*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:M82: (F0) [A12] +M18*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:N82: (F0) +N18*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:D83: [A12] ^C

A:E83: 1570

A:C84: [A5] @SUMA(F\$78..F84)

A:D84: [A12] '

A:F84: 430

A:G84: [A9] 0

A:H84: (F0) +H20*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:I84: (F0) [A9] +I20*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:J84: (F0) [A7] +J20*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:K84: (F0) +K20*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:L84: (F0) +L20*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:M84: (F0) [A12] +M20*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:N84: (F0) +N20*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:D85: [A12] ^D

A:E85: 1570

A:C86: [A5] @SUMA(F\$78..F86)

A:D86: [A12]

A:F86: 170

A:G86: [A9] 22

A:H86: (F0) +H22*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:I86: (F0) [A9] +I22*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:J86: (F0) [A7] +J22*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:K86: (F0) +K22*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:L86: (F0) +L22*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:M86: (F0) [A12] +M22*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:N86: (F0) +N22*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:D87: [A12] ^E

A:E87: 1592

A:C88: [A5] @SUMA(F\$78..F88)

A:D88: [A12] '

A:F88: 230

A:G88: [A9] 4

A:H88: (F0) +H24*14,2*\$D\$8*0,754/(1714*0,81*0,8)

A:E4: PRESIONES REQUERIDAS PARA LLEGAR A DICHO PUNTO EN KG5.7CM.
A:G5: [A9] 'DE ACUERDO A LAS DENSIDADES DE LA PULPA
A:B6: [A3] 'BOMBA H-225 TUB.6",HASTA NIVEL 1830 COORDENADA 1430 AREA - 1310 SVT.
A:L6: 'VAL.DE C
A:M6: [A12] 110
A:B8: [A3] 5,761
A:C8: [A5] ''
A:D8: [A12] 592
A:E8: 'G.P.M.
A:F8: 'VELOC. EN TUB. 6" =
A:H8: (F3) (+M6*((B8/12)/4)^0.63*(N*B*100,0625638/1000)^0.54)*1,32
A:I8: [A9] 'PIES/SEG.
A:K8: 'PERDIDA X 100M REC. KG/CM2 =
A:N8: (F3) (((0,002083*1000*(100/M6)^1,85*(DB^1,85/B8^4,8655))/10)*0,433)/(2,2*2,54*2,54)*3,28
A:F9: ' DISTANCIAS
A:H9: (P0) 0,6
A:I9: (P0) [A9] 0,55
A:J9: (P0) [A7] 0,5
A:K9: (P0) 0,45
A:L9: (P0) 0,4
A:M9: (P0) [A12] 0,35
A:N9: (P0) 0,3
A:B10: [A3] 'ESTACION
A:E10: ' ELEV.
A:F10: ' HORIZ.
A:G10: [A9] VERT.
A:H10: (F3) 1,628
A:I10: (F3) [A9] 1,547
A:J10: (F3) [A7] 1,474
A:K10: (F3) 1,407
A:L10: (F3) 1,346
A:M10: (F3) [A12] 1,29
A:N10: (F3) 1,239
A:E12: 1410
A:H12: 0
A:I12: [A9] 0
A:J12: [A7] 0
A:K12: 0
A:L12: 0
A:M12: [A12] 0
A:N12: 0
A:C14: [A5] ''
A:F14: 117
A:G14: [A9] 53
A:H14: (F2) +H11+((F14*N*B/100)*H*10*1,05+(G14*H*10)/10,33)
A:I14: (F2) [A9] +I11+((F14*N*B/100)*I*10*1,05+(G14*I*10)/10,33)
A:J14: (F2) [A7] +J11+((F14*N*B/100)*J*10*1,05+(G14*J*10)/10,33)
A:K14: (F2) +K11+((F14*N*B/100)*K*10*1,05+(G14*K*10)/10,33)
A:L14: (F2) +L11+((F14*N*B/100)*L*10*1,05+(G14*L*10)/10,33)
A:M14: (F2) [A12] +M11+((F14*N*B/100)*M*10*1,05+(G14*M*10)/10,33)
A:N14: (F2) +N11+((F14*N*B/100)*N*10*1,05+(G14*N*10)/10,33)
A:D15: [A12] ^A
A:E15: 1455
A:C16: [A5] @SUMA(F\$14..F16)
A:F16: 1250
A:G16: [A9] 4,36
A:H16: (F2) +H14+((F16*N*B/100)*H*10*1,05+(G16*H*10)/10,33)
A:I16: (F2) [A9] +I14+((F16*N*B/100)*I*10*1,05+(G16*I*10)/10,33)
A:J16: (F2) [A7] +J14+((F16*N*B/100)*J*10*1,05+(G16*J*10)/10,33)
A:K16: (F2) +K14+((F16*N*B/100)*K*10*1,05+(G16*K*10)/10,33)
A:L16: (F2) +L14+((F16*N*B/100)*L*10*1,05+(G16*L*10)/10,33)
A:M16: (F2) [A12] +M14+((F16*N*B/100)*M*10*1,05+(G16*M*10)/10,33)
A:N16: (F2) +N14+((F16*N*B/100)*N*10*1,05+(G16*N*10)/10,33)
A:D17: [A12] ^B
A:E17: 1459,36

A:C18: [A5] @SUMA(F\$14..F18)

A:D18: [A12]

A:F18: 118

A:G18: [A9] 112

A:H18: (F2) +H16+((F18*\$N\$B/100)*H\$10*1,05+(\$G18*H\$10)/10,33)

A:I18: (F2) [A9] +I16+((F18*\$N\$B/100)*I\$10*1,05+(\$G18*I\$10)/10,33)

A:J18: (F2) [A7] +J16+((F18*\$N\$B/100)*J\$10*1,05+(\$G18*J\$10)/10,33)

A:K18: (F2) +K16+((F18*\$N\$B/100)*K\$10*1,05+(\$G18*K\$10)/10,33)

A:L18: (F2) +L16+((F18*\$N\$B/100)*L\$10*1,05+(\$G18*L\$10)/10,33)

A:M18: (F2) [A12] +M16+((F18*\$N\$B/100)*M\$10*1,05+(\$G18*M\$10)/10,33)

A:N18: (F2) +N16+((F18*\$N\$B/100)*N\$10*1,05+(\$G18*N\$10)/10,33)

A:D19: [A12] ^C

A:E19: 1570

A:C20: [A5] @SUMA(F\$14..F20)

A:D20: [A12] '

A:F20: 430

A:G20: [A9] 0

A:H20: (F2) +H18+((F20*\$N\$B/100)*H\$10*1,05+(\$G20*H\$10)/10,33)

A:I20: (F2) [A9] +I18+((F20*\$N\$B/100)*I\$10*1,05+(\$G20*I\$10)/10,33)

A:J20: (F2) [A7] +J18+((F20*\$N\$B/100)*J\$10*1,05+(\$G20*J\$10)/10,33)

A:K20: (F2) +K18+((F20*\$N\$B/100)*K\$10*1,05+(\$G20*K\$10)/10,33)

A:L20: (F2) +L18+((F20*\$N\$B/100)*L\$10*1,05+(\$G20*L\$10)/10,33)

A:M20: (F2) [A12] +M18+((F20*\$N\$B/100)*M\$10*1,05+(\$G20*M\$10)/10,33)

A:N20: (F2) +N18+((F20*\$N\$B/100)*N\$10*1,05+(\$G20*N\$10)/10,33)

A:D21: [A12] ^D

A:E21: 1570

A:D22: [A12]

A:F22: 170

A:G22: [A9] 22

A:H22: (F2) +H20+((F22*\$N\$B/100)*H\$10*1,05+(\$G22*H\$10)/10,33)

A:I22: (F2) [A9] +I20+((F22*\$N\$B/100)*I\$10*1,05+(\$G22*I\$10)/10,33)

A:J22: (F2) [A7] +J20+((F22*\$N\$B/100)*J\$10*1,05+(\$G22*J\$10)/10,33)

A:K22: (F2) +K20+((F22*\$N\$B/100)*K\$10*1,05+(\$G22*K\$10)/10,33)

A:L22: (F2) +L20+((F22*\$N\$B/100)*L\$10*1,05+(\$G22*L\$10)/10,33)

A:M22: (F2) [A12] +M20+((F22*\$N\$B/100)*M\$10*1,05+(\$G22*M\$10)/10,33)

A:N22: (F2) +N20+((F22*\$N\$B/100)*N\$10*1,05+(\$G22*N\$10)/10,33)

A:D23: [A12] ^E

A:E23: 1592

A:D24: [A12] '

A:F24: 230

A:G24: [A9] 4

A:H24: (F2) +H22+((F24*\$N\$B/100)*H\$10*1,05+(\$G24*H\$10)/10,33)

A:I24: (F2) [A9] +I22+((F24*\$N\$B/100)*I\$10*1,05+(\$G24*I\$10)/10,33)

A:J24: (F2) [A7] +J22+((F24*\$N\$B/100)*J\$10*1,05+(\$G24*J\$10)/10,33)

A:K24: (F2) +K22+((F24*\$N\$B/100)*K\$10*1,05+(\$G24*K\$10)/10,33)

A:L24: (F2) +L22+((F24*\$N\$B/100)*L\$10*1,05+(\$G24*L\$10)/10,33)

A:M24: (F2) [A12] +M22+((F24*\$N\$B/100)*M\$10*1,05+(\$G24*M\$10)/10,33)

A:N24: (F2) +N22+((F24*\$N\$B/100)*N\$10*1,05+(\$G24*N\$10)/10,33)

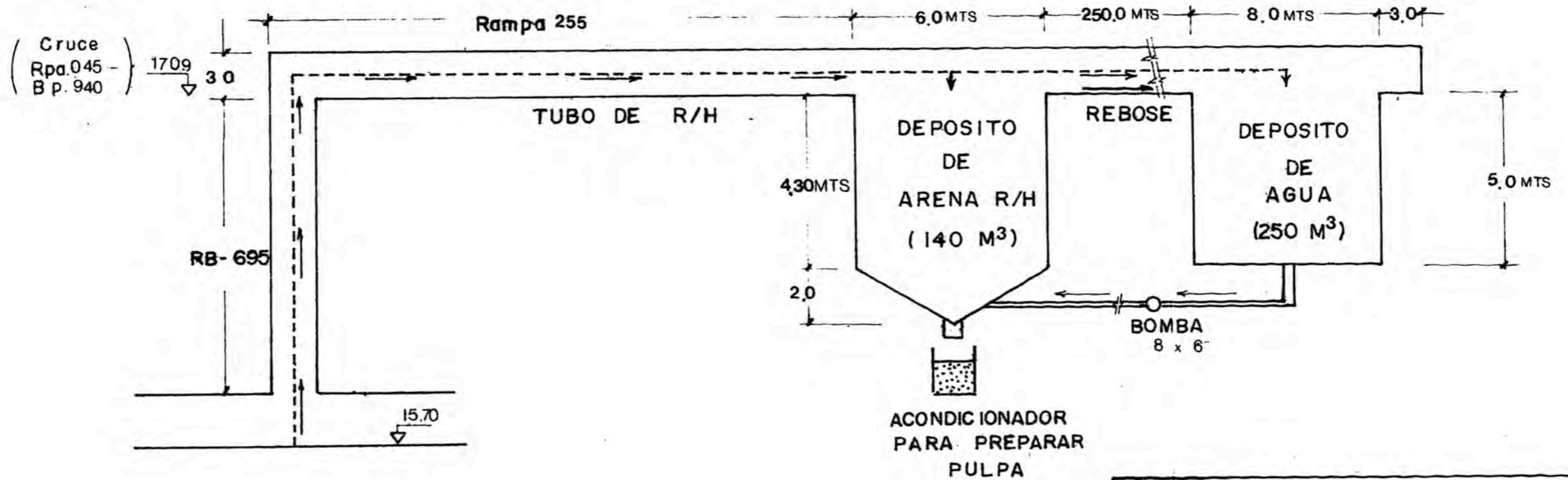
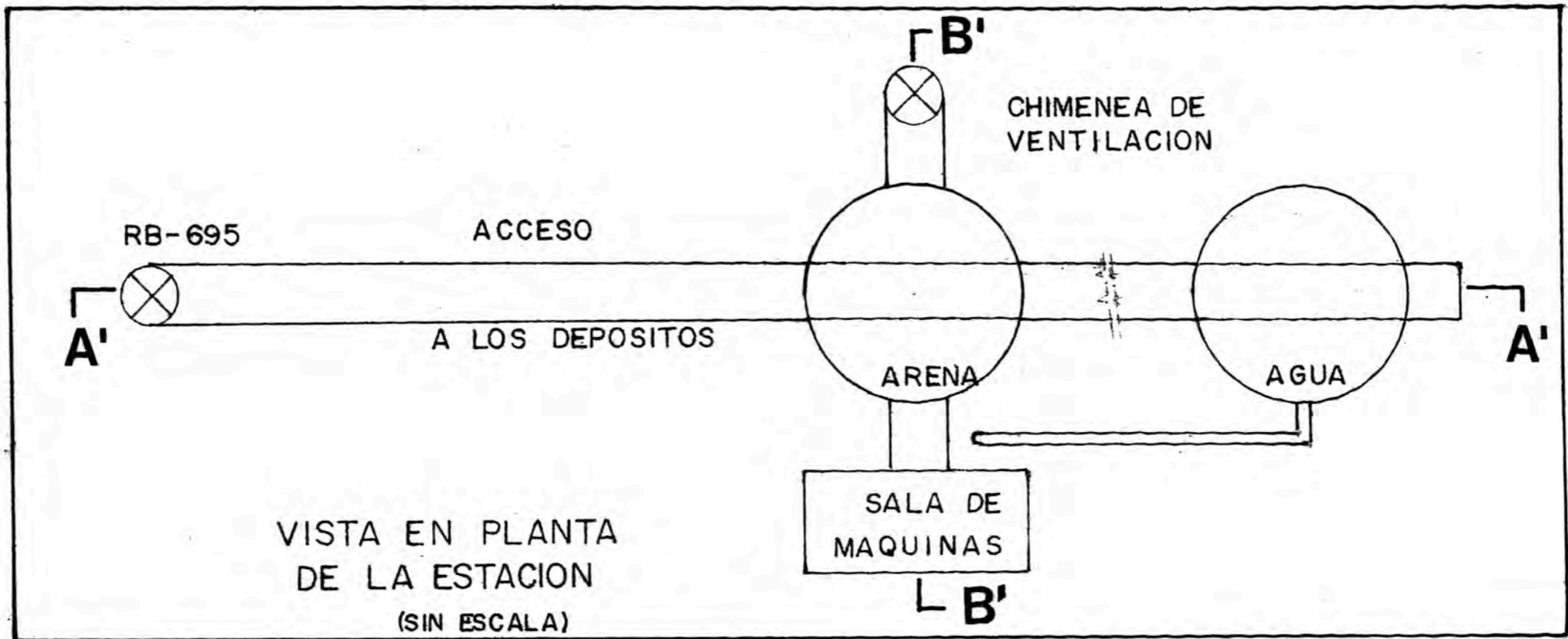
A:F7: 'CARACTERISTICAS DEL RELAVE DE SAN VICENTE
A:F9: 'PESO ESPECIFICO =
A:H9: 2,8
A:F10: 'G.P.M. DE LA BOMBA
A:I10: [A2] '
A:J10: [A8] 396
A:N10: 478
A:R10: [A8] 592
A:B12: [A5] ^%
A:D12: [A7] ' RELACION
A:F12: 'DENSIDAD
A:G12: [A9] ^%
A:H12: ^G.P.M.
A:J12: [A8] 'TONS. x
A:L12: [A8] ^M3 POR
A:N12: 'TONS. x
A:P12: [A8] ^M3 POR
A:R12: [A8] 'TONS. x
A:T12: [A8] ^M3 POR
A:B13: [A5] ^EN
A:D13: [A7] 'AGUA/SOLIDO
A:F13: ^PULPA
A:G13: [A9] 'SOLIDOS
A:H13: 'PA' 1 T
A:J13: [A8] ^HORA
A:L13: [A8] ^HORA
A:N13: ^HORA
A:P13: [A8] ^HORA
A:R13: [A8] ^HORA
A:T13: [A8] ^HORA
A:B14: [A5] 'PESO
A:D14: [A7] ' EN PESO
A:F14: ^t/m3
A:G14: [A9] 'EN VOL.
A:H14: ^SOLID.
A:R14: [A8] ^396 GPM
A:T14: [A8] ^396 GPM
A:F15: ^kg/lt
A:H15: ^X HORA
A:B17: [A5] 20
A:D17: (F2) [A7] (1/(B17/100))-1
A:E17: [A7] ': 1
A:F17: (F3) 1/((B17/100)/\$H\$9+(1-B17/100))
A:G17: (F2) [A9] ((B17/100)/\$H\$9)/(((B17/100)/\$H\$9)+(1-(B17/100)))#100
A:H17: (F2) ((1000/((B17/100)*F17))/3,7854)/60
A:J17: (F2) [A8] +\$J\$10#3,78548*\$F17#60*(B17/100)/1000
A:L17: (F2) [A8] +J17/1,77
A:N17: (F2) +\$N\$10#3,78548*\$F17#60*(B17/100)/1000
A:P17: (F2) [A8] +N17/1,77
A:R17: (F2) [A8] +\$R\$10#3,78548*\$F17#60*(B17/100)/1000
A:T17: (F2) [A8] +R17/1,77
A:B19: [A5] 25
A:D19: (F2) [A7] (1/(B19/100))-1
A:E19: [A7] ': 1
A:F19: (F3) 1/((B19/100)/\$H\$9+(1-B19/100))
A:G19: (F2) [A9] ((B19/100)/\$H\$9)/(((B19/100)/\$H\$9)+(1-(B19/100)))#100
A:H19: (F2) ((1000/((B19/100)*F19))/3,7854)/60
A:J19: (F2) [A8] +\$J\$10#3,78548*\$F19#60*(B19/100)/1000
A:L19: (F2) [A8] +J19/1,77
A:N19: (F2) +\$N\$10#3,78548*\$F19#60*(B19/100)/1000
A:P19: (F2) [A8] +N19/1,77
A:R19: (F2) [A8] +\$R\$10#3,78548*\$F19#60*(B19/100)/1000

A:T19: (F2) [A8] +R19/1,77
A:D20: (F2) [A7]
A:E20: [A7]
A:F20: (F3) '
A:G20: (F2) [A9]
A:H20: (F2)
A:J20: (F2) [A8]
A:N20: (F2)
A:R20: (F2) [A8]
A:B21: [A5] 30
A:D21: (F2) [A7] $(1/(B21/100))-1$
A:E21: [A7] ': 1
A:F21: (F3) $1/((B21/100)/\$H\$9+(1-B21/100))$
A:G21: (F2) [A9] $((B21/100)/\$H\$9)/(((B21/100)/\$H\$9)+(1-(B21/100)))\#100$
A:H21: (F2) $((1000/((B21/100)\#F21))/3,7854)/60$
A:J21: (F2) [A8] $+\$J\$10\#3,78548\#\$F21\#60\#(\$B21/100)/1000$
A:L21: (F2) [A8] +J21/1,77
A:N21: (F2) $+\$N\$10\#3,78548\#\$F21\#60\#(\$B21/100)/1000$
A:P21: (F2) [A8] +N21/1,77
A:R21: (F2) [A8] $+\$R\$10\#3,78548\#\$F21\#60\#(\$B21/100)/1000$
A:T21: (F2) [A8] +R21/1,77
A:D22: (F2) [A7]
A:E22: [A7]
A:F22: (F3)
A:G22: (F2) [A9]
A:H22: (F2) '
A:B23: [A5] 35
A:D23: (F2) [A7] $(1/(B23/100))-1$
A:E23: [A7] ': 1
A:F23: (F3) $1/((B23/100)/\$H\$9+(1-B23/100))$
A:G23: (F2) [A9] $((B23/100)/\$H\$9)/(((B23/100)/\$H\$9)+(1-(B23/100)))\#100$
A:H23: (F2) $((1000/((B23/100)\#F23))/3,7854)/60$
A:J23: (F2) [A8] $+\$J\$10\#3,78548\#\$F23\#60\#(\$B23/100)/1000$
A:L23: (F2) [A8] +J23/1,77
A:N23: (F2) $+\$N\$10\#3,78548\#\$F23\#60\#(\$B23/100)/1000$
A:P23: (F2) [A8] +N23/1,77
A:R23: (F2) [A8] $+\$R\$10\#3,78548\#\$F23\#60\#(\$B23/100)/1000$
A:T23: (F2) [A8] +R23/1,77
A:D24: (F2) [A7]
A:E24: [A7]
A:F24: (F3)
A:G24: (F2) [A9]
A:H24: (F2)
A:J24: (F2) [A8]
A:N24: (F2)
A:R24: (F2) [A8]
A:B25: [A5] 40
A:D25: (F2) [A7] $(1/(B25/100))-1$
A:E25: [A7] ': 1
A:F25: (F3) $1/((B25/100)/\$H\$9+(1-B25/100))$
A:G25: (F2) [A9] $((B25/100)/\$H\$9)/(((B25/100)/\$H\$9)+(1-(B25/100)))\#100$
A:H25: (F2) $((1000/((B25/100)\#F25))/3,7854)/60$
A:J25: (F2) [A8] $+\$J\$10\#3,78548\#\$F25\#60\#(\$B25/100)/1000$
A:L25: (F2) [A8] +J25/1,77
A:N25: (F2) $+\$N\$10\#3,78548\#\$F25\#60\#(\$B25/100)/1000$
A:P25: (F2) [A8] +N25/1,77
A:R25: (F2) [A8] $+\$R\$10\#3,78548\#\$F25\#60\#(\$B25/100)/1000$
A:T25: (F2) [A8] +R25/1,77
A:D26: (F2) [A7]
A:E26: [A7]
A:F26: (F3) '
A:G26: (F2) [A9]
A:H26: (F2) '
A:B27: [A5] 45
A:D27: (F2) [A7] $(1/(B27/100))-1$
A:E27: [A7] ': 1

A:B4: [A9] 'VELOCIDAD Y PERDIDA DE CARGA, SEGUN TIPO DE BOMBA, POLEAS, DIAMETROS, SCHEDULE Y VALOR DE "C"
A:A7: [A9] 'VALOR DE "C" =
A:F7: [A8] 110
A:L7: [A9] 120
A:N7: [A8] '
A:A9: [A9] 'DIAM.
A:B9: [A9] "=
A:C9: [A6] '
A:D9: [A9] ^4''
A:F9: [A8] ^5''
A:G9: [A8]
A:H9: [A8] ^6''
A:J9: [A7] "4"
A:L9: [A9] "5"
A:M9: [A9] '
A:N9: [A8] ^6''
A:A11: [A9] 'SCH
A:B11: [A9] "=
A:C11: [A6] 40
A:D11: [A9] 80
A:E11: [A8] 40
A:F11: [A8] 80
A:G11: [A8] 40
A:H11: [A8] 80
A:J11: [A7] 40
A:K11: [A7] 80
A:L11: [A9] 80
A:M11: [A9] 40
A:N11: [A8] 80
A:A13: [A9] 'DIAM. INTERNO =
A:C13: [A6] 4,026
A:D13: [A9] 3,826
A:E13: [A8] 5,047
A:F13: [A8] 4,813
A:G13: [A8] 6,065
A:H13: [A8] 5,761
A:J13: [A7] 4,026
A:K13: [A7] 3,826
A:L13: [A9] 5,212
A:M13: [A9] 6,065
A:N13: [A8] 5,761
A:A15: [A9] 'TIPOS DE BOMBAS
A:G15: (F2) [A8] ' CAUDALES
A:G17: [A8] ^GPM
A:H17: [A8] ^m3/Min
A:I17: [A7] ^LPS
A:A19: [A9] 'H-180 CON LA POLEA ACTUAL EN 53 R.P.M.
A:G19: [A8] 396
A:H19: (F2) [A8] +119*60/1000
A:I19: (F2) [A7] +619*3,7854/60
A:A21: [A9] 'H-180 CON LA POLEA ACTUAL EN 55 R.P.M.
A:G21: [A8] 411
A:H21: (F2) [A8] +121*60/1000
A:I21: (F2) [A7] +621*3,7854/60
A:A23: [A9] 'H-225 CON LA POLEA ACTUAL EN 37.5 R.P.M.
A:G23: [A8] 592

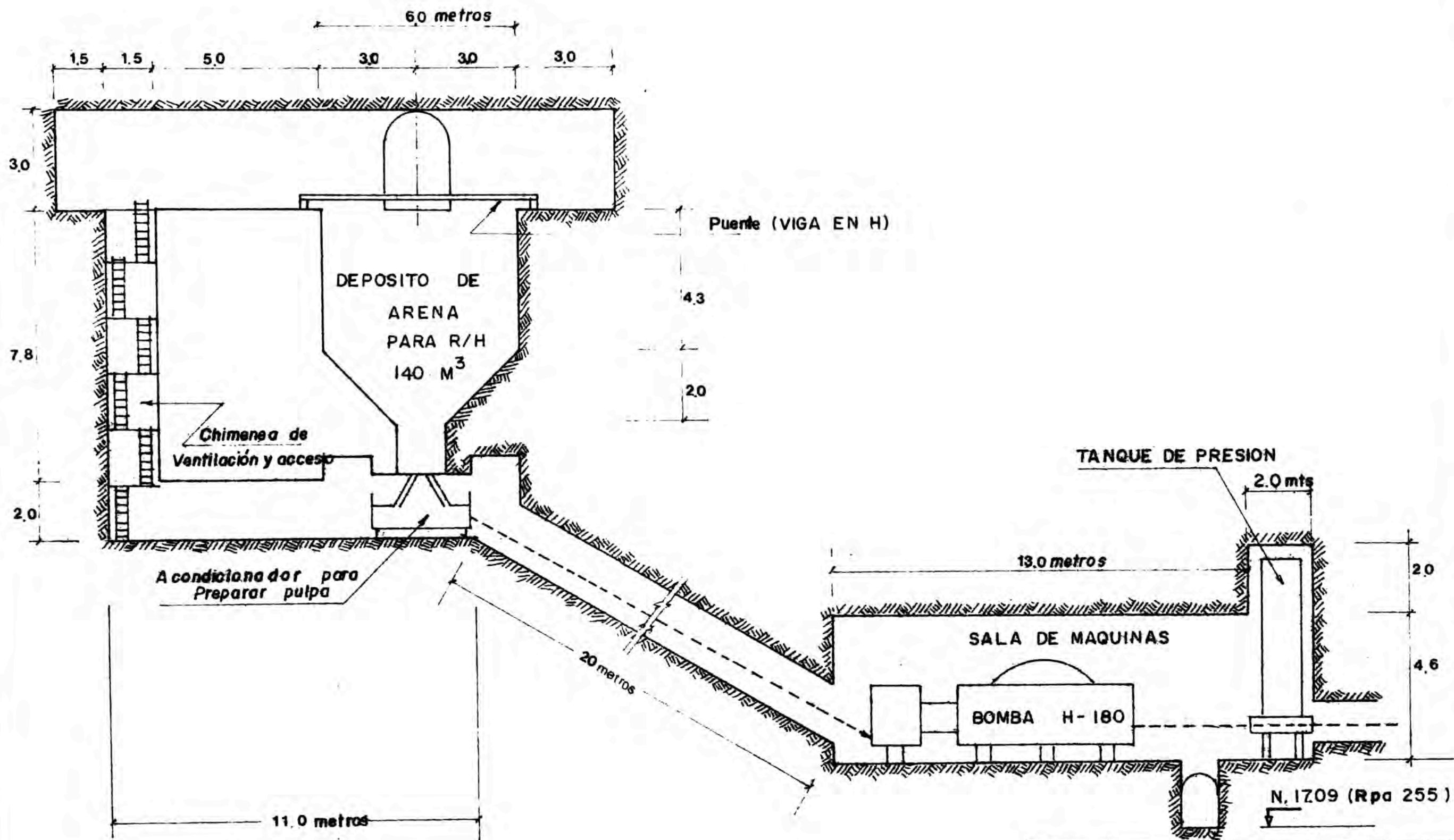
A:H23: (F2) [A8] +123*60/1000
A:I23: (F2) [A7] +623*3,7854/60
A:A25: [A9] 'H-225 CON POLEA CAMBIADA EN 30 R.P.M.
A:G25: [A8] 478
A:H25: (F2) [A8] +125*60/1000
A:I25: (F2) [A7] +625*3,7854/60
A:A29: [A9] '.
A:A30: [A9] 'VELOCIDADES EN PIES/SEG.
A:E30: (F2) [A8] 'VEL. OPTIMA = 7.2 PIES/SEG
A:J30: (F2) [A7] 'VEL. MINIMA = 5.31 PIES/SEG.
A:A33: [A9] 'H-180 53 RPM
A:C33: (F2) [A6] ((+\$G19/(7,48054*60))/((C\$13/12)^2*@PI/4))
A:D33: (F2) [A9] ((+\$G19/(7,48054*60))/((D\$13/12)^2*@PI/4))
A:E33: (F2) [A8] ((+\$G19/(7,48054*60))/((E\$13/12)^2*@PI/4))
A:F33: (F2) [A8] ((+\$G19/(7,48054*60))/((F\$13/12)^2*@PI/4))
A:G33: (F2) [A8] ((+\$G19/(7,48054*60))/((G\$13/12)^2*@PI/4))
A:H33: (F2) [A8] ((+\$G19/(7,48054*60))/((H\$13/12)^2*@PI/4))
A:J33: (F2) [A7] ((+\$G19/(7,48054*60))/((J\$13/12)^2*@PI/4))
A:K33: (F2) [A7] ((+\$G19/(7,48054*60))/((K\$13/12)^2*@PI/4))
A:L33: (F2) [A9] ((+\$G19/(7,48054*60))/((L\$13/12)^2*@PI/4))
A:M33: (F2) [A9] ((+\$G19/(7,48054*60))/((M\$13/12)^2*@PI/4))
A:N33: (F2) [A8] ((+\$G19/(7,48054*60))/((N\$13/12)^2*@PI/4))
A:A35: [A9] 'H-180 55 RPM
A:C35: (F2) [A6] ((+\$G21/(7,48054*60))/((C\$13/12)^2*@PI/4))
A:D35: (F2) [A9] ((+\$G21/(7,48054*60))/((D\$13/12)^2*@PI/4))
A:E35: (F2) [A8] ((+\$G21/(7,48054*60))/((E\$13/12)^2*@PI/4))
A:F35: (F2) [A8] ((+\$G21/(7,48054*60))/((F\$13/12)^2*@PI/4))
A:G35: (F2) [A8] ((+\$G21/(7,48054*60))/((G\$13/12)^2*@PI/4))
A:H35: (F2) [A8] ((+\$G21/(7,48054*60))/((H\$13/12)^2*@PI/4))
A:J35: (F2) [A7] ((+\$G21/(7,48054*60))/((J\$13/12)^2*@PI/4))
A:K35: (F2) [A7] ((+\$G21/(7,48054*60))/((K\$13/12)^2*@PI/4))
A:L35: (F2) [A9] ((+\$G21/(7,48054*60))/((L\$13/12)^2*@PI/4))
A:M35: (F2) [A9] ((+\$G21/(7,48054*60))/((M\$13/12)^2*@PI/4))
A:N35: (F2) [A8] ((+\$G21/(7,48054*60))/((N\$13/12)^2*@PI/4))
A:A37: [A9] 'H-225 37.5 RPM
A:C37: (F2) [A6] ((+\$G23/(7,48054*60))/((C\$13/12)^2*@PI/4))
A:D37: (F2) [A9] ((+\$G23/(7,48054*60))/((D\$13/12)^2*@PI/4))
A:E37: (F2) [A8] ((+\$G23/(7,48054*60))/((E\$13/12)^2*@PI/4))
A:F37: (F2) [A8] ((+\$G23/(7,48054*60))/((F\$13/12)^2*@PI/4))
A:G37: (F2) [A8] ((+\$G23/(7,48054*60))/((G\$13/12)^2*@PI/4))
A:H37: (F2) [A8] ((+\$G23/(7,48054*60))/((H\$13/12)^2*@PI/4))
A:J37: (F2) [A7] ((+\$G23/(7,48054*60))/((J\$13/12)^2*@PI/4))
A:K37: (F2) [A7] ((+\$G23/(7,48054*60))/((K\$13/12)^2*@PI/4))
A:L37: (F2) [A9] ((+\$G23/(7,48054*60))/((L\$13/12)^2*@PI/4))
A:M37: (F2) [A9] ((+\$G23/(7,48054*60))/((M\$13/12)^2*@PI/4))
A:N37: (F2) [A8] ((+\$G23/(7,48054*60))/((N\$13/12)^2*@PI/4))
A:A39: [A9] 'H-225 30 RPM
A:C39: (F2) [A6] ((+\$G25/(7,48054*60))/((C\$13/12)^2*@PI/4))
A:D39: (F2) [A9] ((+\$G25/(7,48054*60))/((D\$13/12)^2*@PI/4))
A:E39: (F2) [A8] ((+\$G25/(7,48054*60))/((E\$13/12)^2*@PI/4))
A:F39: (F2) [A8] ((+\$G25/(7,48054*60))/((F\$13/12)^2*@PI/4))
A:G39: (F2) [A8] ((+\$G25/(7,48054*60))/((G\$13/12)^2*@PI/4))
A:H39: (F2) [A8] ((+\$G25/(7,48054*60))/((H\$13/12)^2*@PI/4))
A:J39: (F2) [A7] ((+\$G25/(7,48054*60))/((J\$13/12)^2*@PI/4))
A:K39: (F2) [A7] ((+\$G25/(7,48054*60))/((K\$13/12)^2*@PI/4))
A:L39: (F2) [A9] ((+\$G25/(7,48054*60))/((L\$13/12)^2*@PI/4))

A:M39: (F2) [A9] $((+G25/(7,48054*60))/((M13/12)^{2*PI/4}))$
A:N39: (F2) [A8] $((+G25/(7,48054*60))/((N13/12)^{2*PI/4}))$
A:A41: [A9] 'PERDIDA DE CARGA EN KG/CM2.
A:A44: [A9] 'H-180 53 RPM
A:C44: (F3) [A6] $((((147,85*G19/(F7*C13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:D44: (F3) [A9] $((((147,85*G19/(F7*D13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:E44: (F3) [A8] $((((147,85*G19/(F7*E13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:F44: (F3) [A8] $((((147,85*G19/(F7*F13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:G44: (F3) [A8] $((((147,85*G19/(F7*G13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:H44: (F3) [A8] $((((147,85*G19/(F7*H13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:J44: (F3) [A7] $((((147,85*G19/(L7*J13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:K44: (F3) [A7] $((((147,85*G19/(L7*K13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:L44: (F3) [A9] $((((147,85*G19/(L7*L13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:M44: (F3) [A9] $((((147,85*G19/(L7*M13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:N44: (F3) [A8] $((((147,85*G19/(L7*N13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:A46: [A9] 'H-180 55 RPM
A:C46: (F3) [A6] $((((147,85*G21/(F7*C13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:D46: (F3) [A9] $((((147,85*G21/(F7*D13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:E46: (F3) [A8] $((((147,85*G21/(F7*E13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:F46: (F3) [A8] $((((147,85*G21/(F7*F13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:G46: (F3) [A8] $((((147,85*G21/(F7*G13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:H46: (F3) [A8] $((((147,85*G21/(F7*H13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:J46: (F3) [A7] $((((147,85*G21/(L7*J13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:K46: (F3) [A7] $((((147,85*G21/(L7*K13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:L46: (F3) [A9] $((((147,85*G21/(L7*L13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:M46: (F3) [A9] $((((147,85*G21/(L7*M13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:N46: (F3) [A8] $((((147,85*G21/(L7*N13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:A48: [A9] 'H-225 37.5 RPM
A:C48: (F3) [A6] $((((147,85*G23/(F7*C13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:D48: (F3) [A9] $((((147,85*G23/(F7*D13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:E48: (F3) [A8] $((((147,85*G23/(F7*E13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:F48: (F3) [A8] $((((147,85*G23/(F7*F13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:G48: (F3) [A8] $((((147,85*G23/(F7*G13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:H48: (F3) [A8] $((((147,85*G23/(F7*H13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:J48: (F3) [A7] $((((147,85*G23/(L7*J13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:K48: (F3) [A7] $((((147,85*G23/(L7*K13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:L48: (F3) [A9] $((((147,85*G23/(L7*L13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:M48: (F3) [A9] $((((147,85*G23/(L7*M13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:N48: (F3) [A8] $((((147,85*G23/(L7*N13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:A50: [A9] 'H-225 30 RPM
A:C50: (F3) [A6] $((((147,85*G25/(F7*C13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:D50: (F3) [A9] $((((147,85*G25/(F7*D13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:E50: (F3) [A8] $((((147,85*G25/(F7*E13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:F50: (F3) [A8] $((((147,85*G25/(F7*F13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:G50: (F3) [A8] $((((147,85*G25/(F7*G13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:H50: (F3) [A8] $((((147,85*G25/(F7*H13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:J50: (F3) [A7] $((((147,85*G25/(L7*J13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:K50: (F3) [A7] $((((147,85*G25/(L7*K13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:L50: (F3) [A9] $((((147,85*G25/(L7*L13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:M50: (F3) [A9] $((((147,85*G25/(L7*M13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$
A:N50: (F3) [A8] $((((147,85*G25/(L7*N13^2,63))^{1,85}/10)*0,433)/(2,2*6,45)^{3,28})$

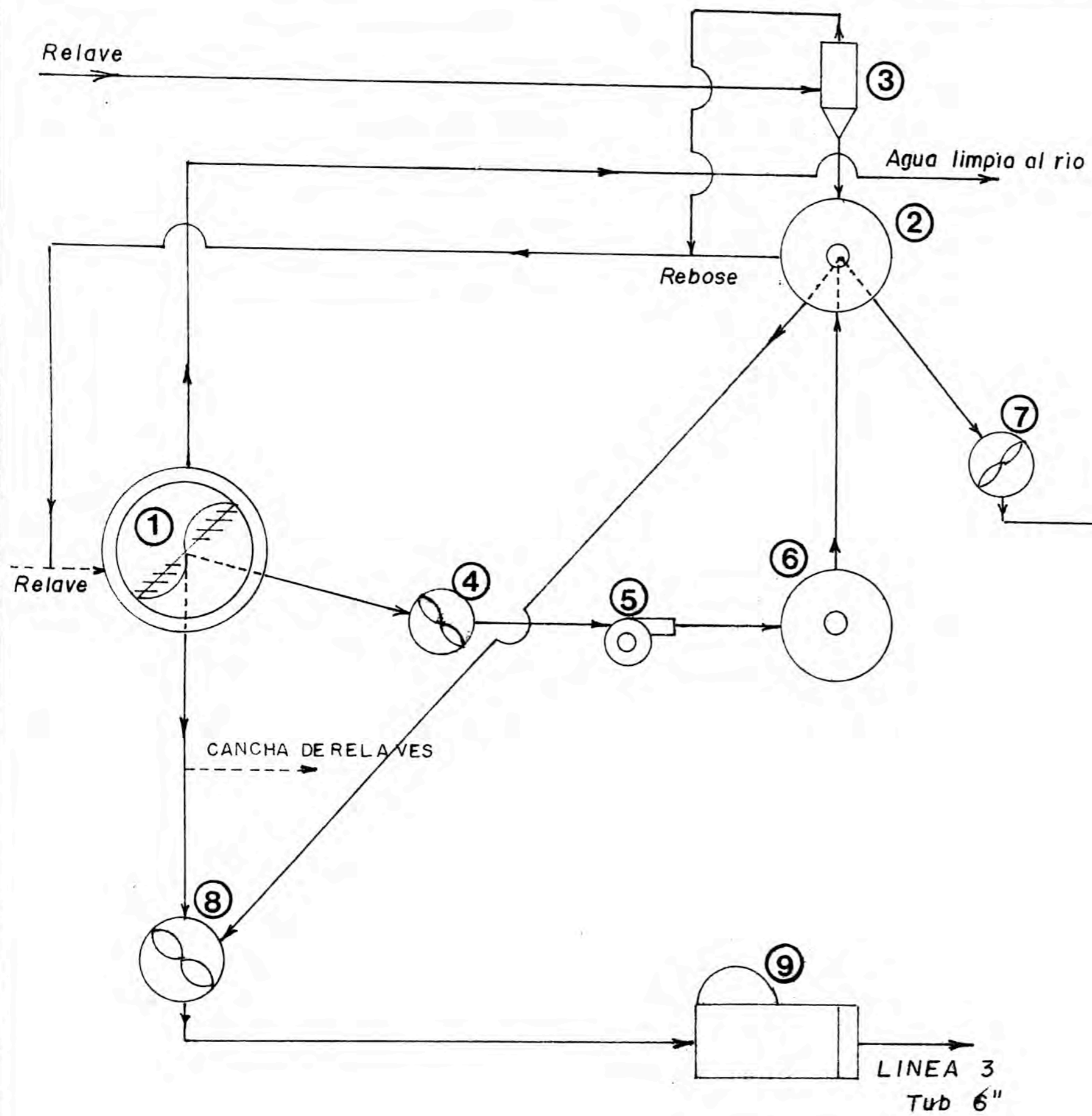


A'-A'

PLANO:
 DISEÑO DE LA ESTACION DE BOMBEO
 (INTERIOR MINA)
 Y
 CORTE A'-A'



PLANO:
 DISENO DE LA ESTACION DE BOMBEO
 (INTERIOR MINA)
 CORTE B'-B'



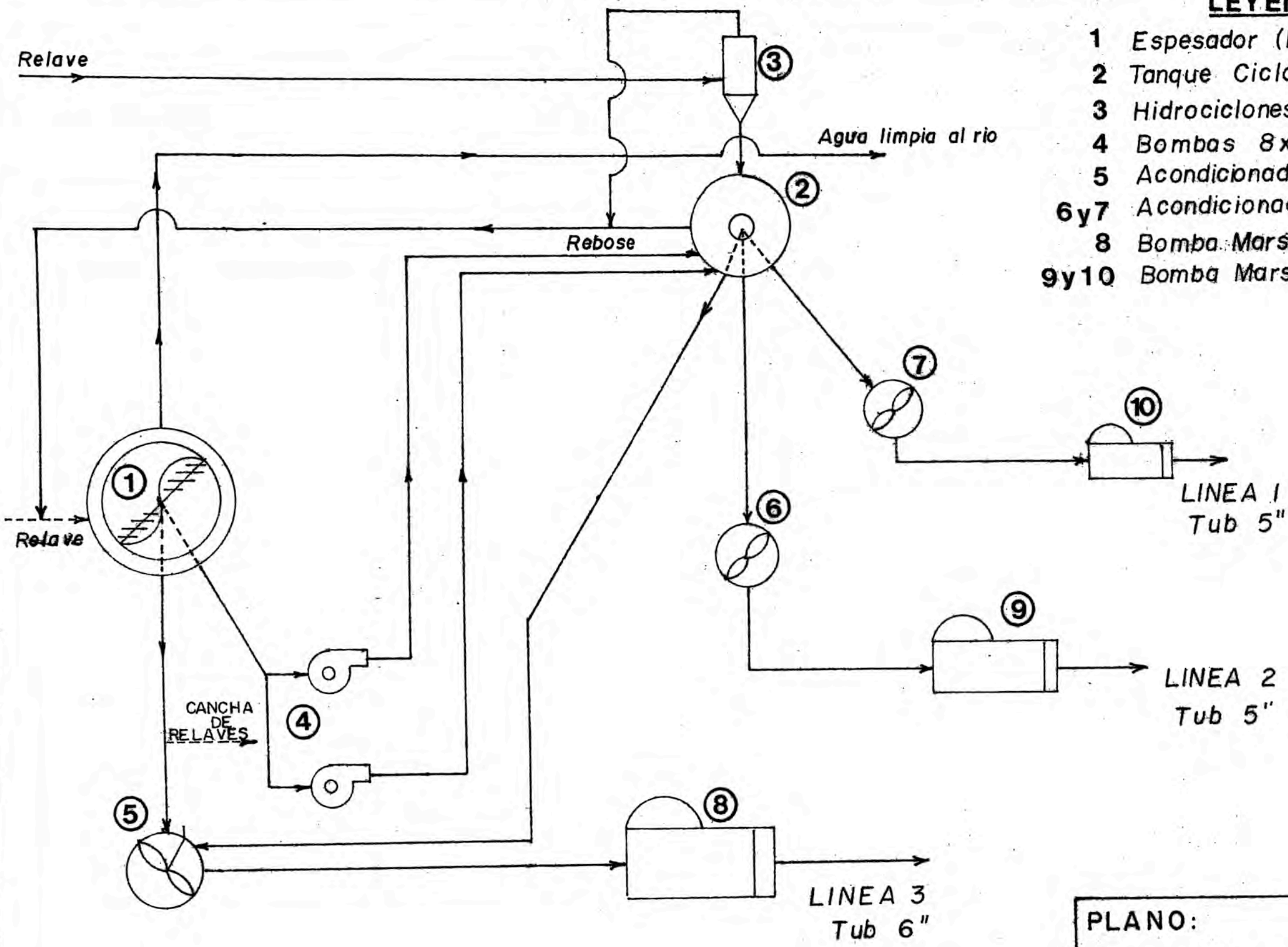
LEYENDA

- 1 Espesador (1500 m³)
- 2 Tanque Cicloneo
- 3 Hidrociclones Krebs
- 4 Acondicionador 5x5
- 5 Bomba 8 x 6"
- 6 Tanque almacenamiento(324 m³)
- 7 Acondicionador 5x4
- 8 Acondicionador 8x6
- 9 Bomba Mars H- 225
- 10 Bomba Mars H- 180

PLANO:
 FLOW SHEET
 PROYECTO:
 PLANTA DE RELLENO HIDRAULICO

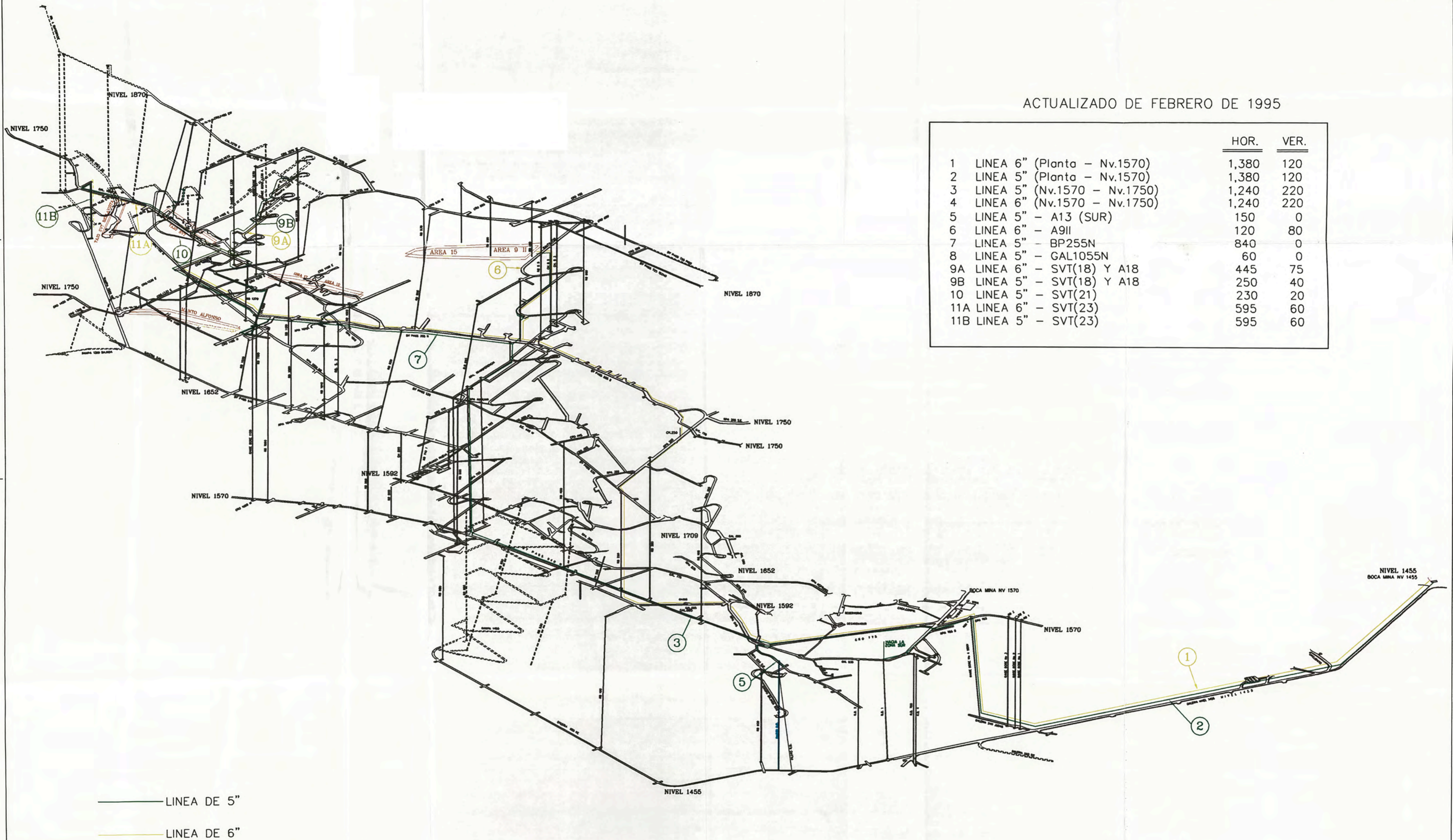
LEYENDA

- 1 Espesador (1500 m³)
- 2 Tanque Cicloneo (144 m³)
- 3 Hidrociclones Krebs
- 4 Bombas 8x6"
- 5 Acondicionador 8x6"
- 6y7 Acondicionador 5x4"
- 8 Bomba Mars H-225
- 9y10 Bomba Mars H-180



PLANO:
FLOW SHEET
PLANTA DE RELLENO
HIDRAULICO ACTUAL

ACTUALIZADO DE FEBRERO DE 1995



	HOR.	VER.
1 LINEA 6" (Planta - Nv.1570)	1,380	120
2 LINEA 5" (Planta - Nv.1570)	1,380	120
3 LINEA 5" (Nv.1570 - Nv.1750)	1,240	220
4 LINEA 6" (Nv.1570 - Nv.1750)	1,240	220
5 LINEA 5" - A13 (SUR)	150	0
6 LINEA 6" - A9II	120	80
7 LINEA 5" - BP255N	840	0
8 LINEA 5" - GAL1055N	60	0
9A LINEA 6" - SVT(18) Y A18	445	75
9B LINEA 5" - SVT(18) Y A18	250	40
10 LINEA 5" - SVT(21)	230	20
11A LINEA 6" - SVT(23)	595	60
11B LINEA 5" - SVT(23)	595	60

PROYECTO : LINEAS DE RELLENO HIDRAULICO MINA	PLANO DIBUJADO EN COMPUTADORA	 COMPAÑIA MINERA SAN IGNACIO DE MOROCOCHA S.A. Unidad San Vicente - Dpto. de Ingenieria
PROYECTO : Ing. A.D.C. M.R.C. DISEÑO : Ing. M.R.C. DIBUJO : REVISADO : Ing. A.D.C. M.R.C. APROBADO : Ing. A. DIASSO CH.	ESCALA S/E FECHA FEB. '95	PLANO : VISTA ISOMETRICA
		GRAFICO No 01