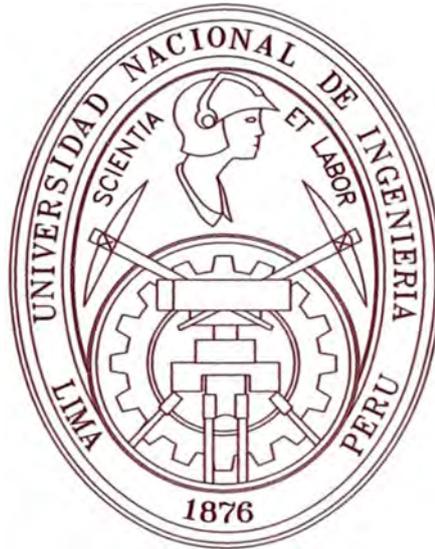


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“PROYECTO DE IMPLEMENTACION DE PLANTA DE RELLENO
HIDRAULICO”**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO MECANICO

JOSÉ ALBERTO RARAZ AREDES

PROMOCION 1992-II

LIMA-PERU

2010

Dedicatoria

El Presente informe está dedicado a mis padres, por haberme inculcado el amor al estudio y al trabajo, a mis hijos que son la motivación de mi esfuerzo.

Y agradezco a mi Alma Mater por la oportunidad de haberme formado como profesional.

Tabla de Contenido

Prologo	1
CAPITULO 1.....	3
1. INTRODUCCION	3
CAPITULO 2.....	7
2. DEFICIT DE RELLENO HIDRAULICO.....	7
2.1. Descripción del uso de Relleno hidráulico en la explotación minera.	7
2.2. Balance de relleno hidráulico.....	8
2.3. Requerimiento de relleno hidráulico.	9
2.3.1. Situación actual.....	10
CAPITULO 3.....	15
3. ALTERNATIVAS PARA CUBRIR EL DÉFICIT DE RELLENO HIDRÁULICO.	15
3.1. Incremento de Relleno Detrítico.....	15
3.2. Incremento de granulometría.....	16
3.3. Implementación de una planta de relleno hidráulico.....	16
3.3.1. Diagrama de Flujo Preliminar	17
3.3.2. Situación futura	18
3.3.3. Costo Preliminar.	19
3.3.4. Costos operativos de la planta de relleno hidráulico.....	20
3.3.5. Calculo de retorno de inversión (TIR).....	20
CAPITULO 4.....	23
4. DISEÑO DE PLANTA DE RELLENO HIDRÁULICO.	23
4.1. Consideraciones.....	25
4.1.1. Espacio disponible.....	26
4.1.2. Tiempos de proceso.....	26
4.1.3. Áreas de accesos y maniobras para mantenimiento de equipos.	26

4.2.	Datos de diseño	27
4.3.	Diagrama de flujo y Diagrama de bloques	29
4.3.1.	Diagrama de bloques	32
4.3.2.	Trituración primaria.....	33
4.3.3.	Trituración secundaria.....	33
4.3.4.	Molienda	34
4.4.	Selección de equipos	36
4.4.1.	Parrilla estática.....	36
4.4.2.	Tolva de Gruesos.....	36
4.4.3.	Grizzly alimentador Vibratorio.....	37
4.4.4.	Zaranda Vibratoria	37
4.4.5.	Chancadora secundaria.....	38
4.4.6.	Tolva de finos	39
4.4.7.	Molino de barras Marcy 6.5x14	40
4.4.8.	Fajas transportadoras	40
4.4.8.1.	Faja 1 y 2.....	41
4.4.8.2.	Faja 3 alimentador a Molino	42
4.4.9.	Bomba de Pulpa.	42
4.4.10.	Hidrociclón	43
4.4.11.	Otros equipos	44
4.4.12.	Equipos eléctricos.....	44
CAPITULO 5.....		46
5.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO.	46
5.1.	Alcance del Proyecto	46
5.1.1.	Descripción del Proyecto	47
5.1.2.	Obras del proyecto	48

CAPITULO 6.....	53
6. CONSTRUCCIÓN.....	53
6.1. Planeamiento.....	54
6.1.1. Cronograma de Ejecución del Proyecto.....	55
6.2. Control logístico.....	56
6.3. Control de calidad.....	57
6.3.1. El Plan de Gestión Calidad	57
6.4. Control de avance.....	61
6.5. Control de cambios.....	62
6.6. Pruebas y puesta en marcha.....	63
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
Bibliografía.....	69
Anexos	70
Ciclo de vida de un Proyecto	70
Grupos de Procesos de dirección de proyectos y áreas de conocimiento... ..	71
Grupos de procesos de la dirección de proyectos	72
Curva Bomba Denver SRL 2 ½" x 2"	75
Presupuesto detallado	76
Cronograma detallado de Ejecución del proyecto.....	81
Acta de reunión de coordinación de proyecto.....	82
Ejemplo de forma de Solicitud de Cambio.....	83
Calculo de fajas 1, 2 y alimentador a Molino.....	84
Planos.....	99
Catálogos.....	100

Prologo

Las plantas concentradoras son las encargadas en lograr la mayor recuperación de mineral , pero adicionalmente proveen de relleno hidráulico que es tan importante para lograr los niveles de explotación minera subterránea, por lo que debe existir un balance entre la producción de concentrado y relleno hidráulico, sin embargo en la actualidad las empresas mineras dadas las condiciones de mercado, tratan de obtener la mayor cantidad de concentrado, sacrificando la producción de relleno hidráulico.

El presente informe, describe la problemática presentada por déficit de relleno hidráulico y como se plantean las alternativas para cubrir dicho déficit, la alternativa más conveniente es seleccionada tanto del punto vista operativo, económico, y de beneficio.

Adicionalmente, parte del alcance del presente informe es, describir el desarrollo de la ingeniería para la alternativa seleccionada, en la cual se denotan las consideraciones propias para el diseño así como los criterios utilizados. Actualmente se toma en cuenta la gestión de los proyectos, tanto en la etapa de ingeniería como en la etapa de construcción, el presente informe proporciona la aplicación de las técnicas de gestión de proyectos orientadas a que estos sean exitosos tanto en la satisfacción funcional de la necesidad, como costos y plazos de la ejecución hasta la puesta en marcha.

Los capítulos del presente informe se resumen a continuación:

- **Capítulo 1**, Descripción del antecedente del Proyecto y objetivo, breve descripción del desarrollo del proyecto, planteamiento de la solución y gestión de ejecución.
- **Capítulo 2**, Descripción de la problemática e identificación de la necesidad requerida.
- **Capítulo 3**, Planteamiento de alternativas de solución, evaluación y selección, se define el alcance inicial del Proyecto.

- **Capítulo 4**, Diseño de la infraestructura, sistemas y funcionalidad del Proyecto a partir del alcance inicial, se define la ingeniería básica.
- **Capítulo 5**. Descripción y desarrollo del presupuesto detallado del proyecto, se definen las técnicas y el alcance detallado.
- **Capítulo 6**. Descripción de la construcción del Proyecto, planeamiento, organización, control (avance y calidad), pruebas y puesta operación.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

Antecedente

La unidad Minera Huarón perteneciente al grupo Pan American Silver, es una mina polimetálica, explotada por más de 90 años, ubicada en la Sierra Central del Perú en el departamento de Pasco, el tipo de minado es por medio de socavones, la estructura mineralizada está básicamente conformada por: Plomo, Cobre, Plata y Zinc.

En la actualidad la actividad minera en nuestro país es una de las principales fuentes del incremento del PBI, el incremento de la demanda de minerales de países industrializados en los últimos años, así como las políticas aplicadas al sector minero ha obligado a optimizar los procesos y a ser más productivos; en ese contexto las unidades productivas mineras tratan de obtener la mayor recuperación de mineral concentrado a partir del mineral extraído.

El relleno hidráulico es utilizado en el proceso de explotación minera, utilizado como soporte en las excavaciones, así como plataforma de acceso hacia las vetas de mineral, el principal recurso para la obtención de relleno hidráulico es el propio material extraído (desmonte) conjuntamente con el mineral, el relleno hidráulico no es otra cosa que desmonte Triturado y molido, producido en las plantas concentradoras de mineral, el cual no contiene valor metalúrgico puesto que está compuesto de desmonte con restos de mineral de muy baja ley, la forma en que se transporta al interior de los frentes de explotación es por medio de bombeo, es decir en estado pulposo, lo cual lo hace muy versátil, y por lo tanto de bajo costo en la operación de minado, de no usar relleno hidráulico, se usaría estructuras para el acceso a las vetas además de dar estabilidad a la excavación, debido a la

naturaleza de los trabajos de minado, estas estructuras deberían muy ser robustas encareciendo los procesos.

Objetivo

El presente informe tiene como objetivo describir la implementación de una planta de relleno hidráulico, planteado a partir de una necesidad identificada en el proceso de minado, así como explicar cómo, los nuevos métodos de gestión de proyectos son una gran herramienta para desarrollarlos y ejecutarlos exitosamente.

Alcance

El alcance del presente informe es explicar, la identificación de la necesidad de incrementar la producción de relleno hidráulico, proposición de soluciones y evaluación de las alternativas, además describir la metodología de diseño, así como los criterios y consideraciones para el dimensionado, desarrollo del presupuesto, así como describir la metodología aplicada en el planeamiento de la ejecución, control de costos y avances, control de calidad, es decir la Gestión del Proyecto.

Aspectos de la Gestión de Proyectos

El ciclo de vida del Proyecto (ver figura Anexo 1), comienza generalmente con el estudio de factibilidad que es considerada la primera fase del proyecto, que se encuentra desarrollado en los capítulos 1 y 2, es decir nacen de una oportunidad o necesidad, una vez que se ha definido la factibilidad, se procede con la siguiente fase "Diseño" (Ingeniería), si bien es cierto, es la fase en la que se definen las partes y componentes del sistema, de tal manera que pueda satisfacer las necesidades planteadas en el alcance inicial, definido en la factibilidad, entonces podemos decir, que el alcance del proyecto, comienza a desarrollarse desde el inicio y evolucionando en mayor grado en la fase de diseño, donde los entregables de esta fase, son la definición de alcance del producto base, la siguiente fase del ciclo de vida del proyecto es la ejecución, para terminar en la fase de puesta en

operación. Se debe tener en cuenta la participación de los involucrados, ya sea: el usuario de la planta, el gerente de la compañía, los futuros operadores de la nueva planta, las instituciones de gobierno, la comunidad (de ser necesario), que de alguna manera positiva o negativamente afecta en el desarrollo del proyecto.

Según los Fundamentos de Dirección de Proyectos PMBOK (Project Management Body of Knowledge), las fases de un proyecto se desarrollan por un grupo de procesos vinculados por el resultado que producen, Un proceso es un conjunto de acciones y actividades interrelacionadas que se llevan a cabo para alcanzar un conjunto previamente especificado de productos, resultados o servicios (ver Anexo 3).

Estos procesos se dividen en 5 grupos, definidos como los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos, los cuales se aplicaran en los siguientes capítulos.

- Grupo de Proceso de Iniciación.
- Grupo de Proceso de Planificación.
- Grupo de Proceso de Ejecución.
- Grupo de Proceso de Seguimiento y Control.
- Grupo de Proceso de Cierre.

Los procesos en un proyecto se traslapan, esto debido a que para llegar a un resultado, este se va iterando apoyado por el proceso de control hasta llegar a los documentos de salida o finales, esto hace que las fases sean dinámicas, además de que mantienen enfocado el objetivo del proyecto y estableciendo los alcances de niveles inferiores, por lo tanto los procesos estarán vinculados e interactúan por la información que comparten es decir entradas y salidas (ver figura 1).

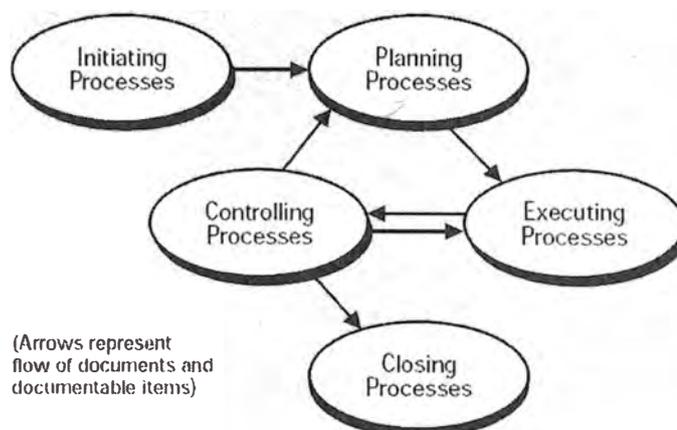


Figura 1.

El PMBOK, identifica 44 procesos de la dirección de proyectos en los 5 grupos de Procesos. En el anexo 2 se muestra los Grupos de Proceso, las 9 Áreas de Conocimiento de la gestión de proyectos, y los procesos correspondientes entre sí, donde se deduce el dinamismo que estos tienen, las actualizaciones que estos generan y el enfoque del objetivo del proyecto.

CAPITULO 2

DEFICIT DE RELLENO HIDRAULICO

El presente capitulo describe el proceso de la operación minera, así mismo, como interviene el uso del relleno hidráulico como componente critico de la operación, se plantea la problemática existente.

Grupo de procesos de iniciación.- formaliza el inicio de un proyecto, donde se encuentran documentados, el informe de una situación o problemática, así como la necesidad de resolverla, se establece además los requisitos de negocio de la organización, la viabilidad de un emprendimiento producto de una evaluación de alternativas (ver Capitulo 2), establecer los objetivos primordiales, las razones por las cuales un proyecto específico será el que satisfaga los requisitos y el alcance básico del proyecto.

2.1. Descripción del uso de Relleno hidráulico en la explotación minera.

El relleno hidráulico es utilizado ampliamente en el proceso de explotación minera, proporcionando una plataforma de operación para el avance vertical de vetas mineralizadas, proporcionando además estabilidad en las zonas excavadas evitando posibles derrumbes, de no existir la aplicación de relleno hidráulico, el proceso de minado seria una actividad de costo elevado ya que se tendría que implementar sistemas de estructuras ascendentes que tendrían que soportar las detonaciones, caídas de rocas, lo cual implica un riesgo alto para los operadores involucrados, puesto que tendrían que trabajar sobre estructuras debilitadas, hacerlas mas seguras implicaría costos elevados en la explotación minera, en el caso de realizarse minado vertical descendente implicaría un sistema de acarreo por medio de elevación de mineral, además, sistema de

drenaje por medio de bombeo en el caso que existan filtraciones de agua, el principal motivo para descartar este tipo explotación es debido al riesgo de los operarios puesto que conforme se va profundizando el área se vuelve inestable.

El nombre de relleno hidráulico, es atribuido a la forma en este es proporcionado a los frentes de explotación minera, es decir es bombeado como pulpa (sólidos en suspensión), este además debe poseer ciertas características como: granulometría mayor a la malla 200, y buena capacidad de percolación es decir que debe sedimentarse rápidamente.

2.2. Balance de relleno hidráulico.

Para empezar a plantear un proyecto de Relleno hidráulico se debe Hacer un balance (ver figura 2) teniendo en cuenta lo siguiente:

La densidad del mineral o roca in situ 3.0 Tn/m³, la densidad del relave seco 1.7 Tn/m³, si la planta recibe 2000 Tn/día, cual es la disponibilidad de relleno? Si la planta produce 150 Tn/día la diferencia es relave, de los cuales lo que clasifica los hidrociclones superior a malla 200 esta disponible como relleno hidráulico.

Por lo tanto se debe tener en cuenta, cuanto relleno hidráulico requiere la mina si todo el mineral que se extrae requiere relleno entonces por cada tonelada extraída se requiere $1.7/3=0.56$ Tn, es decir que para 2000 Tn se requiere 1,120 Tn de relleno, en la práctica lo que requiere la mina puede ser un 70%, para nuestro caso:

$$1120 \text{ Tn} \times 70\% = 784 \text{ Tn}$$

En muchas minas no solo se utiliza el relleno hidráulico para las labores mineras adicionalmente para cubrir el déficit se utiliza relleno mecánico o detrítico, este relleno es preparado también a partir de desmonte clasificado y acarreado en vehículo auto propulsado (volquetes) debido su alto costo se prepara para casos específicos donde la distancia y las condiciones para su aplicación sean las convenientes.

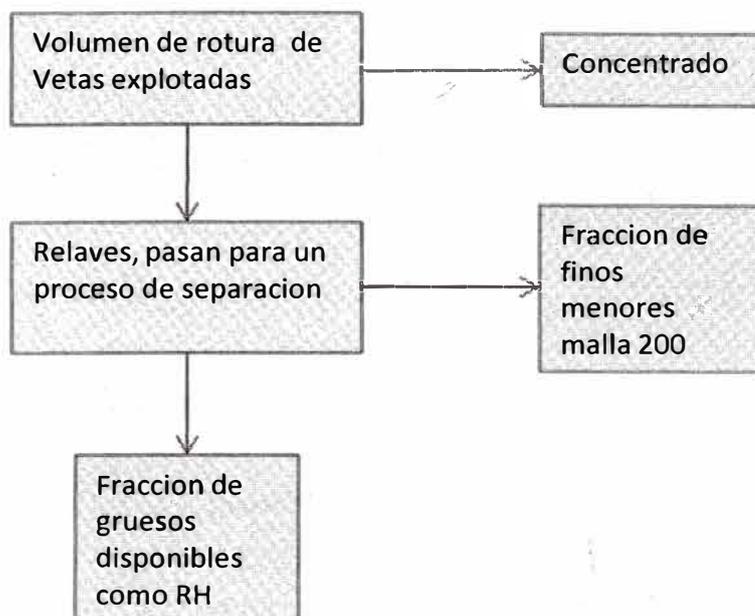


Figura 2.

La disponibilidad de relleno es la suma del hidráulico más el detrítico

2.3. Requerimiento de relleno hidráulico.

En la actualidad se ha presentado un déficit en lo que corresponde a relleno hidráulico, debido a que planta concentradora ha puesto en funcionamiento un molino secundario de 8' x 8', lo que ha originado un aumento de porcentaje de partículas de malla -200 disminuyendo la oferta de relleno hidráulico. Esta puesta en funcionamiento del molino secundario se debe a que se necesita liberar un mayor porcentaje de partículas de sulfuros en el mineral entregado por mina a planta y de esa manera mejorar la recuperación de mineral.

Para lograr mantener el tonelaje a 60,000 TM por mes y cubrir la demanda total de relleno de mina, se ha visto en la necesidad de aumentar el relleno mecánico o detrítico, en especial en las zonas altas (norte 500 y 600), llegando a tener un ratio de 78% de relleno hidráulico y 22% de relleno detrítico. A pesar de esto se sigue teniendo déficit en la mina y en el caso de elevar producciones a futuro el déficit se acentuara.

2.3.1. Situación actual

La mina para el año 2007 se ha propuesto la producción de 60,000 TM mensuales de mineral alimentado a planta, situación que se asemeja a los últimos meses del 2006, periodo en el cual se ha tenido un fuerte déficit de relleno sobre todo cuando se tienen condiciones no apropiadas:

- Paradas de planta concentradora por mantenimiento.
- Paradas por corte de energía.
- Imposibilidad de mover relleno de canchas antiguas por lluvias.

Para suplir el relleno hidráulico se ha recurrido al relleno mecánico, relleno que es costoso debido a que se tiene que transportar el desmonte a zonas de no muy fácil acceso, en especial en temporadas de lluvias; así como el uso intensivo de equipos LHD (scoops), la mayoría alquilados a los contratistas para llevar este desmonte a los tajos y acomodarlos en el tajeo.

En la figura 3, se puede apreciar el déficit de relleno de ambos tipos con respecto al volumen extraído de mina. Cabe resaltar que por el método de minado que emplea esta mina el volumen de metros cúbicos rellenos debe ser igual al volumen de metros cúbicos extraídos.

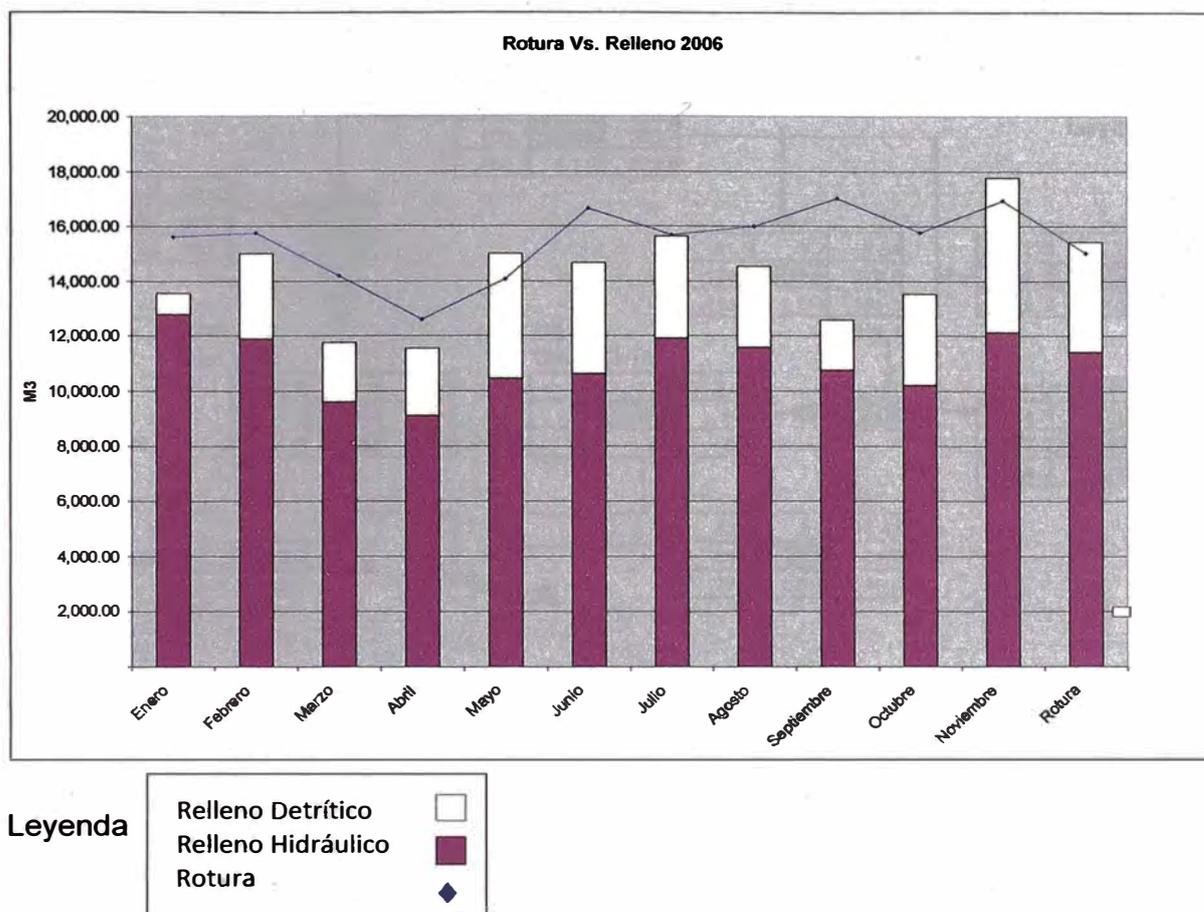


Figura 3. Proporcionado área de Servicios Mina

Con la finalidad de mejorar la cantidad de relleno enviado a mina, planta concentradora en el última quincena del mes de diciembre del 2006, coloco un ciclón D-15 con la finalidad de mejorar la recuperación de relave que sale de planta y se usa como relleno, este ciclón sirve para mejorar los factores con los que cuenta el ciclón D-20.

La nueva distribución de la clasificación de relaves para relleno es según se muestra en la figura 4.

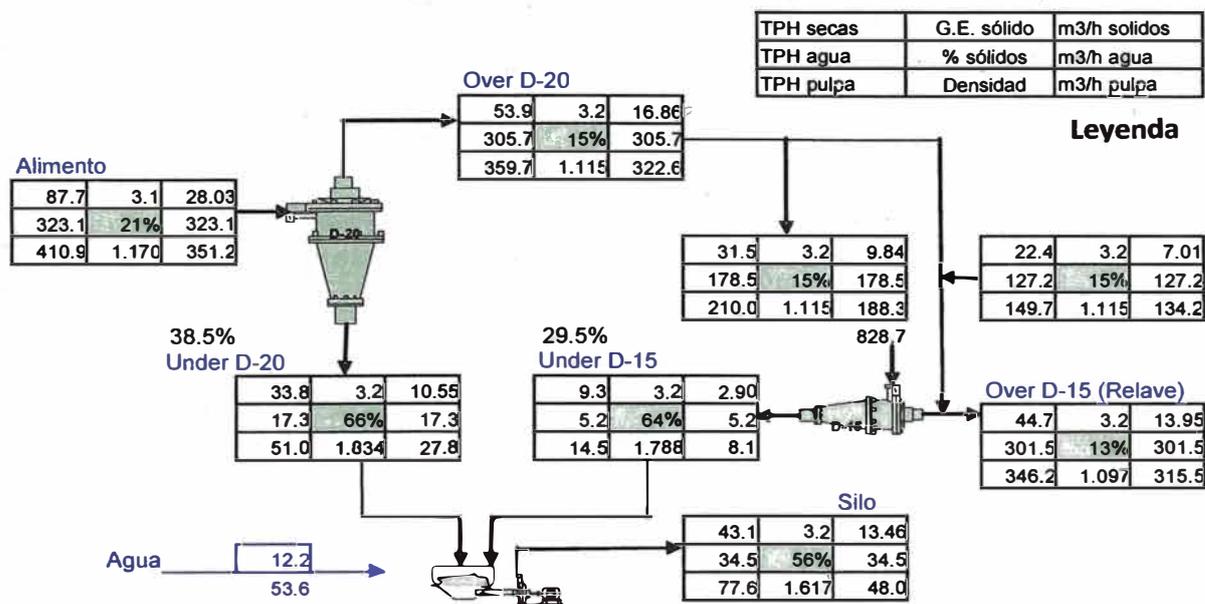


Figura 4. Proporcionado por planta concentradora Huaron

De los datos actuales se obtiene los nuevos datos alfa para el sistema mostrado en la tabla 1.

D-20			
Alimentación al ciclo			
87.72	TM relave	Relleno	33.8 TM
Alfa del Ciclón	38.5%	Over flow	53.9 TM (Al ciclón D-15)
D-15			
Ratio de alimentación 58.4%			
De lo que pierde del ciclo D-20			
Alimentación al ciclón			
31.5	TM relave	Relleno	9.3 TM
Alfa del Ciclón	29.5%	Over flow	22.2 TM
Total Relleno	43.1 TM	Alfa del sistema	49.1%

Tabla 1.

Donde el Alfa del sistema es el porcentaje de relave apto para convertirse en relleno hidráulico.

Para estos nuevos factores y analizando los últimos días, donde el nuevo sistema trabajara, se tiene la siguiente oferta de planta (ver tabla 2).

Días	Tratamiento de planta TM	Relave	Ratio de concentración	TM de relave al Relleno	Relave de planta como Relleno m3
20	2115	1988.10	0.94	976.03	516.42
21	2129	1979.97	0.93	972.03	514.30
22	2110	1983.40	0.94	973.72	515.19
23	2139	2010.66	0.94	987.10	522.28
24	2126	1977.18	0.93	970.66	513.58
25	1927	1792.11	0.93	879.81	465.51
26	1901	1786.94	0.94	877.27	464.16
27	1988	1868.72	0.94	917.42	485.41
28	1850	1720.50	0.93	844.65	446.91
29	1675	1574.50	0.94	772.98	408.98
30	2055	1931.70	0.94	948.34	501.77
31	2691	2502.63	0.93	1228.63	650.07
Totales	24706	23116.41		11348.62	6004.56
Promedios	2058.83	1926.37	0.94	945.72	500.38

Tabla 2.

Lo que planta nos puede suministrar en la actualidad utilizando los factores de Alfa = 0.491 (para el nuevo sistema, ratio de relave que va como relleno), densidad aparente del relave seco = 1.89 Tn/m³, es de 500 m³.

La planta concentradora trabaja un promedio de 673 horas mensuales, esto nos resulta un promedio de 22.5 horas diarias, y actualmente las bombas están trabajando 20 horas diarias, esto nos lleva a que la planta nos puede suministrar 14,010 m³, sin embargo durante el proceso de aplicación existe perdidas de relave debido a fugas de finos a través de las membranas de contención, el departamento de Servicios Mina

proporciona según sus datos estadísticos que la eficiencia de aplicación esta en el orden de 86%, por lo tanto se puede determinar el déficit de relleno hidráulico que se calcula a continuación, (ver tabla 3).

Días totales al mes operación de planta		28
Relave de planta como relleno en M3/Día		500.38
M3 mensuales que puede bombear la planta		14,010.65
Eficiencia de aplicación de RH	86%	12,049.16
Producción de mina actual		58,000
M3 de rotura		18,125.00
Relación RD/RH	22% / 78%	
	RD	3,398.48
	RH	12,049.16
M3 Totales de Relleno		15,447.64

Tabla 3.

Como se aprecia en la actualidad hay un déficit de relleno de aproximadamente 2600 M3/mes, situación que nos va a llevar a que algunos tajeos terminen su producción mensual con escasez de relleno generando:

- Inestabilidad
- Desciclado
- Posibilidad de que se venza el tiempo de auto soporte y colapsen
- Alta probabilidad de pérdida material o personal.

CAPITULO 3

ALTERNATIVAS PARA CUBRIR EL DÉFICIT DE RELLENO HIDRÁULICO.

En todo proyecto para definir la mejor solución al problema se debe analizar alternativas enmarcadas en los siguientes criterios:

- Requisitos del Producto.
- Restricciones.
- Riesgos identificados.
- Costos.

Bajo estos criterios tenemos las siguientes alternativas a analizar:

- Incremento de suministro de relleno detrítico.
- Incremento de granulometría de los relaves de planta.
- Implementación de una planta de relleno hidráulico.

3.1. Incremento de Relleno Detrítico

Como sabemos esta clase de relleno cumple con los requisitos necesarios de uso sin embargo su aplicación está limitada principalmente debido a que las zonas donde debe aplicarse deben ser de fácil acceso, además es de costo elevado por su transporte ya que se usan unidades auto propulsadas, para nuestro caso las distancias a recorrer están en un promedio de 8km desde la zona de preparación hasta el punto descarga, el costo unitario considera transporte, equipos de clasificación, mano obra US\$ 12.80/m³, es decir que para 2,600 m³ el costo sería de US\$ 33,280.00 por mes, si bien es cierto el costo es relativamente bajo la aplicación de este tipo de relleno está limitada

por las condiciones de operación, es decir que para nuestro caso, la mina no dispone de zonas de explotación de fácil acceso para equipos de acarreo, por lo tanto la aplicación de relleno hidráulico es más conveniente.

3.2. Incremento de granulometría

Como se menciona la planta concentradora implemento en el año 2006 el molino secundario 8x8 con la finalidad de mejorar la recuperación de concentrado, como se sabe antes de la puesta en funcionamiento no existía déficit de relleno, recuperar el normal suministro de relleno implica dejar de producir 1% de concentrado, es decir 1/6 del tonelaje total de tratamiento 10,000 Tn/mes considerando que el precio promedio por tonelada tratada NSR (Net Smelter Return) es de US\$ 92.00 se dejaría de obtener un ingreso de US\$ 920,000.00 por mes.

3.3. Implementación de una planta de relleno hidráulico

El desmonte proveniente de mina tiene las mismas características en tamaño que el mineral, por lo tanto debe pasar por un proceso de trituración y molienda, para nuestro caso se dispone de un molino de barras Marcy 6.5' x 14' en la planta concentradora, el cual se encuentra fuera de operación y heredado de anterior administración, la idea es aprovechar dicho molino para la planta propuesta.

Un motivo importante por el cual se considera la implementación de una planta de relleno hidráulico se debe a que la mina extrae mineral de baja ley conjuntamente con el desmonte, según las pruebas realizadas por el laboratorio metalúrgico el ratio de concentración esta en un promedio de 98.5% es decir que se extrae 1.5% de concentrado del desmonte (mineral de baja ley), debe tenerse en cuenta que el mineral de baja ley no puede ser tratado en la planta concentradora ya que se encuentra limitada por la capacidad del molino primario, además resulta más conveniente procesar mineral de alta ley puesto que con la misma cantidad de recursos se produce mayor cantidad de concentrado.

Las condiciones de terreno permite la construcción de la planta de chancado anexa a planta concentradora, de un análisis a partir de un diagrama de flujo preliminar, la planta de chancado consistiría de lo siguiente:

- Tolva de gruesos
- Grizzly vibratorio
- Chancadora de quijadas (primaria)
- Zaranda vibratoria
- Chancadora cónica (secundaria)
- Silo de finos
- Fajas transportadoras entre equipos

Para determinar que la implementación de la planta de Relleno Hidráulico es un proyecto económicamente viable, debe ser evaluada por costo beneficio es decir el retorno de la inversión (TIR).

3.3.1. Diagrama de Flujo Preliminar

Como se menciona en la sección anterior existen condiciones para la implementación de una planta de trituración y molienda, bajo esta premisa definimos el diagrama de flujo preliminar tipo plantas. En las figuras 5 y 6 se muestra el diagrama de flujo preliminar.

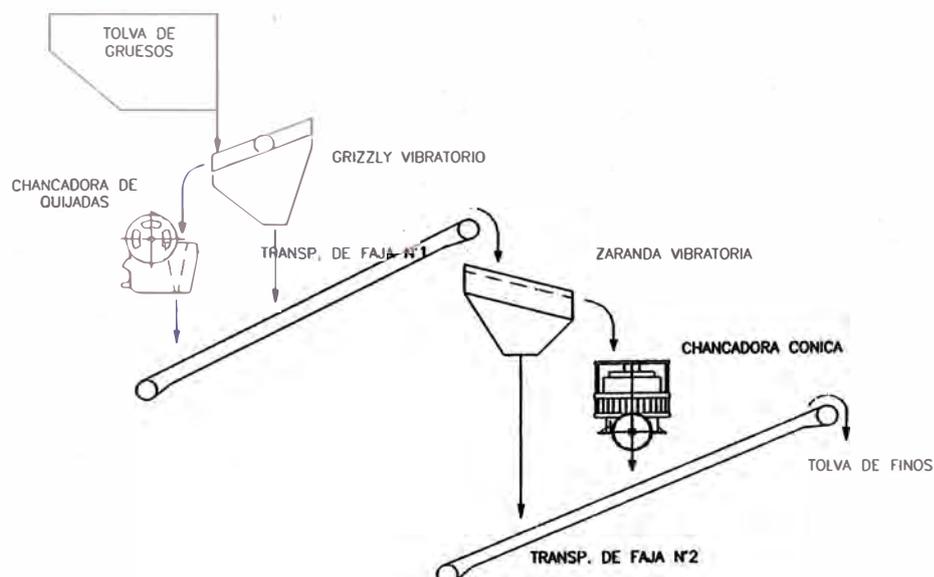


Figura 5.

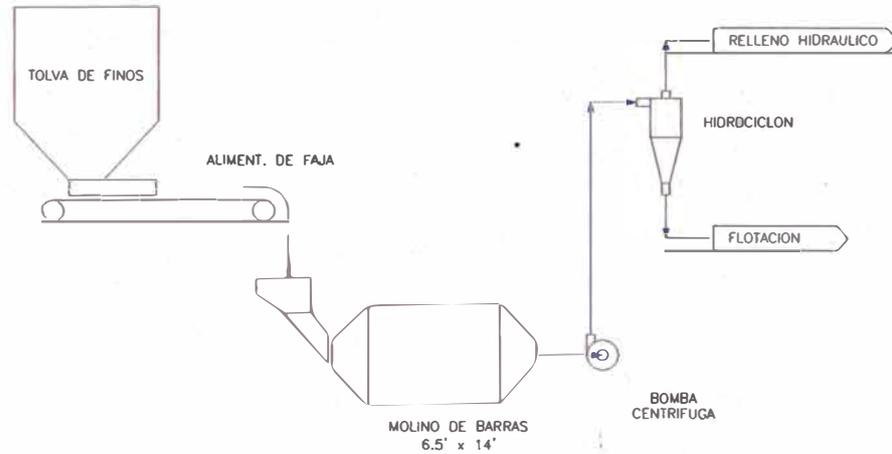


Figura 6.

3.3.2. Situación futura

A continuación en la tabla 4, se presenta una simulación a diferentes producciones y se aprecia los diferentes déficit.

Tonelaje	Ratio de concentración	Alfa	Relleno Disponible TM	M3 Rotura	Relleno disponible Mina M3	Relleno Detritico M3	Déficit _{TM}	Déficit en TM
55000	0.94	49%	25381.27	17187.50	11549.15	3,398.48	2239.87	7167.59
60000	0.94	49%	27688.66	18750.00	12599.07	3,398.48	2752.45	8807.83
65000	0.94	49%	29996.05	20312.50	13648.99	3,398.48	3265.03	10448.08
70000	0.94	49%	32303.43	21875.00	14698.92	3,398.48	3777.60	12088.33

Tabla 4.

Para llegar a cubrir el déficit de relleno y llegar a nuestras metas de producción, se necesita en la actualidad construir una planta que trate un mínimo de 8,800 toneladas de desmonte se sugiere que se diseñe la planta para poder tratar 12,000 toneladas de desmonte como una proyección a futuro.

3.3.3. Costo Preliminar.

Con el dimensionado de la planta de chancado, podemos definir preliminarmente el tamaño de los equipos y por lo tanto obtener cotizaciones, adicionalmente un arreglo general de la planta nos definirá el alcance de los trabajos así como las principales partidas a considerar.

Para el cálculo del presupuesto preliminar se debe contar con ratios tanto de fabricación, montaje de estructuras y equipos como la fajas transportadoras, se cuenta adicionalmente con datos históricos de la construcción de la Planta de Filtrado de Zinc construida en el año 2005, el cual, nos ayudara a definir de manera preliminar el costo de partidas de obras civiles como eléctricas.

De lo expuesto se desarrollo el siguiente presupuesto mostrado en la tabla 5.

Item	Descripción de los trabajos	Und	Cantidad	\$ P. Unit.	\$ P. Parcial
1	Ingenieria	Gib	1	30,000.00	30,000.00
2	Obras Civiles				
2.1	Movimiento de tierras masivo	m3	3200	25.00	80,000.00
2.2	Tolva de gruesos de concreto armado	m3	350	350.00	122,500.00
2.3	Chancado secundario cimentacion y losas	m2	90	220.00	19,800.00
2.4	Tolva de finos cimentacion y losas	m2	64	220.00	14,080.00
3	Obras Mecanicas				
3.1	Estructura soporte cobertura tolva de gruesos	m2	100	210.00	21,000.00
3.2	Plataforma de operacion Grizzly vibratorio	m2	20	210.00	4,200.00
3.3	Estructura de edificio de chancado (\$210/piso)	m2	200	630.00	126,000.00
3.4	Estructura Tolva de finos	m2	64	210.00	13,440.00
3.5	Tolva de finos	Kg	10000	4.00	40,000.00
3.6	Fajas transportadoras 20"	ml	85	1,300.00	110,500.00
3.7	Tuberias de pulpa HDPE 5"	ml	350	40.00	14,000.00
3.8	Tuberias de agua	ml	150	18.00	2,700.00
3.9	Rehabilitacion Molino 6.5 x 14 (existente)	Gib	1	50,000.00	50,000.00
3.10	Rehabilitacion Chancadora de quijadas (existente)	Gib	1	20,000.00	20,000.00
4	Obras electricas				
4.1	Subestacion 400hp	HP	400	150.00	60,000.00
4.2	Centro control de motores	Gib	1	35,000.00	35,000.00
4.3	Instalacion electrica general	m2	450	300.00	135,000.00
4.4	Instrumentacion	Gib	1	30,000.00	30,000.00
5	Equipos				
5.1	Grizzly alimentador vibratorio	Gib	1	100,000.00	100,000.00
5.2	chancadora conica 3'	Gib	1	100,000.00	100,000.00
5.3	Zaranda vibratoria 4'x8'	Gib	1	10,000.00	10,000.00
5.4	Detector de metales	Gib	1	12,000.00	12,000.00
5.5	bomba de lodos 5x4	Gib	1	15,000.00	15,000.00
5.6	Hidrociclón	Gib	1	10,000.00	10,000.00
5.7	Puente monoriel 5 ton	Gib	1	50,000.00	50,000.00
	Contingencia por incertidumbre	%	15	898,220.00	134,733.00
				Total US\$	1,359,953.00

Tabla 5.

Por lo tanto el presupuesto representa el costo de implementación de la planta de relleno hidráulico.

3.3.4. Costos operativos de la planta de relleno hidráulico

El funcionamiento de las plantas industriales requiere para su operación insumos, consumibles, monitoreo de personal y mantenimiento de los equipos, es decir reemplazo de partes, reparaciones que garanticen la continuidad de la operación, energía eléctrica para los equipos, estos se consideran entre los principales costos involucrados a la operación de una planta.

Para nuestro caso usaremos el costo estadístico operativo de la planta concentradora la cual tiene una capacidad nominal de 60,000 Tn/mes, estos costos son proporcionales a la capacidad de tonelaje tratado, por lo tanto los costos operativos para la planta de relleno hidráulico de 12,000 Tn/mes será según el siguiente cuadro (ver tabla 6).

	Planta Concentradora 60,000 tn/mes	Planta de RH 12,000 tn/mes
Costo Proceso	280,000.00	56,000.00
Costo Mantenimiento	220,000.00	44,000.00
Costo Energia	150,000.00	30,000.00
TOTAL US\$/mes	650,000.00	130,000.00

Tabla 6.

3.3.5. Calculo de retorno de inversión (TIR)

Líneas arriba se realizó el cálculo de implementación de la planta de RH así como los costos operativos de la planta, para el cálculo del retorno de la inversión TIR se requiere saber cuál será el beneficio es decir los ingresos debido a la producción generada, haciendo uso de los datos

estadísticos de costos y producción PBR (Production Basic Report) calcularemos el ingreso de producción de la planta de RH, como se sabe el tratamiento nominal de la planta concentradora es de 60,000 Tn/mes de los datos del PBR obtenemos que el NSR (net smelter return) que es el valor de ingreso por tonelada tratada para nuestro caso 92.00 US\$/Tn, por lo tanto se obtiene un ingreso total de $60,000 \times 92.00 = \text{US\$ } 5,520,000.00$, además sabemos que el ratio de concentración es de 94% es decir se obtienen $(1 - 94\%) \times 60,000 = 3600$ Tn/mes, dividiendo el ingreso total entre el concentrado producido obtenemos que el precio por tonelada de concentrado es de: 1,533.33 US\$/Tn, para el caso de nuestra planta de relleno hidráulico de 12,000 Tn de tratamiento y con un ratio de concentración de 98.5% obtenemos un producción de 180 Tn/mes, por lo tanto se obtiene un ingreso de producción de 276,000 US\$/mes.

Con los datos obtenidos procedemos a realizar el cálculo del retorno de la inversión mostrado en la tabla 7.

DESCRIPCION		AÑOS				
		1	2	3	4	5
Inversión		-1,369,000				
Costo operativo			-1,032,000	-1,032,000	-1,032,000	-1,032,000
Costo de Mantenimiento			-528,000	-528,000	-528,000	-528,000
Ingreso de producción			3,312,000	3,312,000	3,312,000	3,312,000
Flujo de Caja		-1,369,000	1,752,000	1,752,000	1,752,000	1,752,000
Tasa de Descuento	12%	1.00	1.12	1.25	1.40	1.57
Flujo de Caja Descontado		-1,369,000	1,564,286	1,396,684	1,247,039	1,113,428
Flujo de Caja Acumulado		-1,369,000	195,286	1,591,969	2,839,008	3,952,436
Tasa Interna de Retorno	123%					

Tabla 7.

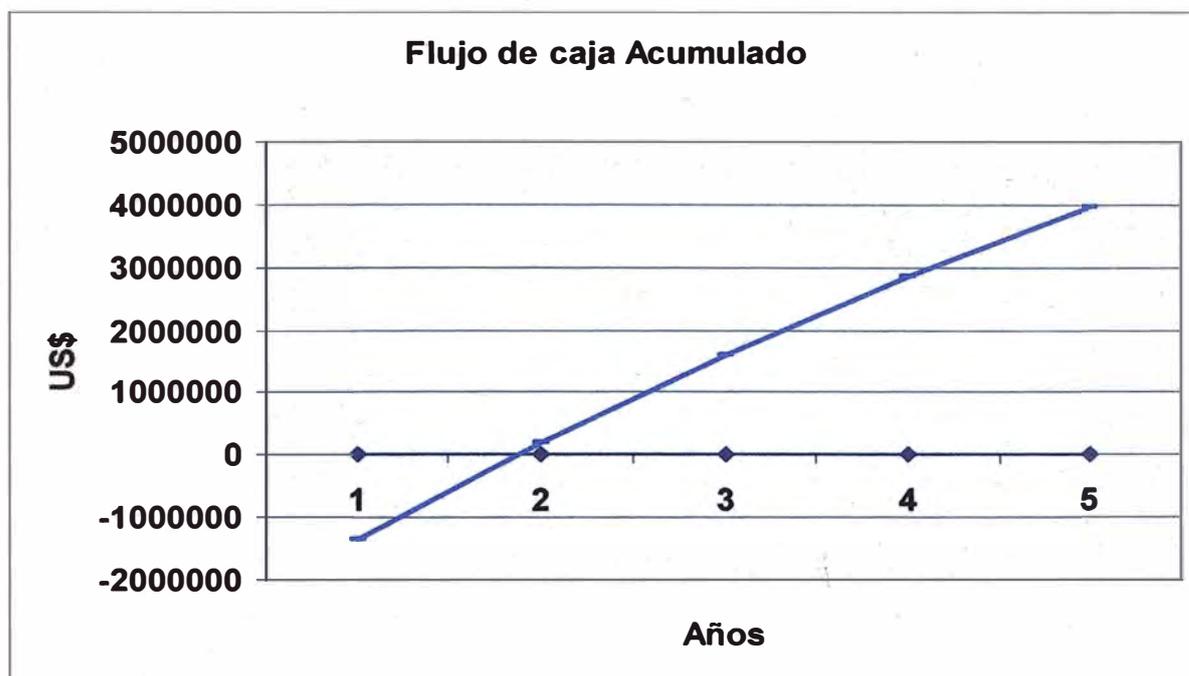


Figura 7.

Como se puede apreciar el retorno de la inversión se da al final del primer año de operación de la planta con una tasa de 123% lo cual lo convierte en un proyecto viable económicamente (ver figura 7).

De las alternativas consideradas podemos concluir que la Implementación de la Planta de Relleno Hidráulico es la alternativa mas conveniente ya que cumple con nuestro objetivo principal que es la de proporcionar Relleno Hidráulico a la operación minera además que su costo operativo y de inversión está cubierto por tratar mineral de baja ley, generando un ingreso económico representativo.

CAPITULO 4

DISEÑO DE PLANTA DE RELLENO HIDRÁULICO.

El presente capítulo describe el desarrollo del diseño de la planta de relleno hidráulico, estableciendo criterios y consideraciones, se establece un alcance más detallado del proyecto, el cual servirá para determinar costos de ejecución; también son parte de los entregables del presente capítulo, es la ingeniería del proyecto así como las especificaciones del producto, consideradas parte de la planificación del proyecto.

Grupo de procesos de planificación.- es uno de los más importantes, ya que define las actividades a realizar para lograr los resultados y como se menciona, dará como resultado una mejor definición del alcance del proyecto o producto y sobre todo desarrollar el plan de gestión del proyecto.

A partir del alcance establecido en el Capítulo 2 de implementar una planta de relleno hidráulico, se comienza el plan de gestión de proyectos, definiendo el alcance detallado, descrito en el Capítulo 4, previamente se analizan las consideraciones y se identifican los riesgos asociados.

El diseño de una planta industrial y en nuestro caso de una planta de relleno hidráulico parte de la capacidad de tratamiento de desmonte el cual ha sido determinado en el capítulo 2, donde se determinó una capacidad de 12,000 Tn/mes, capaz de proporcionar relleno hidráulico incluso para un incremento de capacidad de la planta de hasta 70,000 Tn/mes, así mismo en el capítulo precedente se determinó el diagrama de flujo preliminar, partiendo de la consideración que el proceso para obtener relleno es mediante los procesos de trituración y molienda.

A partir de las definiciones preliminares se debe verificar que la planta de RH tendrá el recurso suficiente para poder producir no solo el Relleno Hidráulico sino además el concentrado de mineral, a continuación se realiza dicha verificación.

Para tratar las 8,500 toneladas de desmonte, se está considerando el material de avances de todas las zonas los que nos da el siguiente detalle, mostrado en la tabla 8.

Área promedio equivalente 2006	5.68	m2
Avance lineal mensual	1,200.00	M
Metros cúbicos de avances	6,816.00	M3 mes
Avances en mineral Tm	2,000.00	TM/mes
Volumen de mineral	606.06	M3/mes
Volumen de desmonte	6,209.94	M3/mes
Tonelaje de desmonte	16,766.84	TM/mes
Desmonte como Relleno Detrítico	4,650.00	TM/mes
Toneladas de desmonte a procesar por la planta	12,116.8	TM/mes
Toneladas de desmonte que quedan en interior mina	3,029.2	TM/mes
Tonelaje disponible para la planta de chancado	9,087.6	TM/mes

Tabla 8.

Como podemos apreciar el material de desmonte que saldrá de mina y se empleara en esta planta de chancado cubre nuestra necesidad; para posibles aumentos de producción, se está contemplando aumentar el metraje de avances y emplear desmonte de las canchas de superficie con contenido de mineral de baja ley, para alcanzar el tonelaje superiores a los 60,000 TM/mes y también emplear desmonte de las canchas de desmonte.

Área promedio equivalente 2006	5.68	m ²
Avance lineal mensual	1,400.00	m
Metros cúbicos de avances	7,952.00	M3 mes
Avances en mineral TM	2,000.00	TM/mes
Volumen de mineral	606.06	M3/mes
Volumen de desmote	7,345.94	M3/mes
Tonelaje de desmote	19,834.04	TM/mes
Desmote como Relleno Detrítico	4,500.00	TM/mes
Toneladas de desmote a disponible	15,334.0	TM/mes
Toneladas de desmote que quedan en interior mina	2,300.1	TM/mes
Tonelaje disponible para la planta de chancado	13,033.9	TM/mes

Tabla 9.

Como se puede apreciar (ver tabla 9) se tiene garantizado el suministro de materia prima para la planta de relleno hidráulico.

4.1. Consideraciones.

Para el diseño de la planta se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Espacio disponible donde se plantea construir la planta.
- Tiempos de proceso y tiempos de mantenimiento requeridos.
- Áreas de accesos y maniobras para mantenimiento de los equipos.
- Disponibilidad de energía para la nueva infraestructura.
- Disponibilidad de recurso hídrico para el proceso de molienda.

4.1.1. Espacio disponible

Como se sabe el molino Marcy 6 x 14 se encuentra en la parte interior de la planta concentradora en el área de molienda, se tiene pensado aprovechar esta infraestructura, lo cual nos hace pensar que la planta debería estar cerca al molino es decir adyacente a la planta concentradora, para comenzar a verificar los espacios disponibles se realiza un levantamiento topográfico del área de molienda y adyacente a esta, luego se realiza el plano de Lay Out general (ver plano AP-010-002).

4.1.2. Tiempos de proceso

Las plantas de RH están divididas principalmente en 2 partes zona de trituración y zona de molienda, cada una con su sistema propio de almacenamiento y alimentación es decir tolva de gruesos y tolva de finos respectivamente, el dimensionamiento de los equipos en cada zona dependerá del tiempo de proceso, para nuestro caso el tiempo de proceso de la zona de trituración estará dado por la chancadora primaria de quijadas 15" x 24" existente y que se encuentra fuera de operación, para el caso de la zona de molienda el tiempo de proceso esta dado por el molino Marcy 6' x 14', según los datos de fabricante el molino esta sobre dimensionado para el tratamiento de 12,000 Tn/mes.

4.1.3. Áreas de accesos y maniobras para mantenimiento de equipos.

Una vez dimensionado los equipos se debe verificar las áreas y accesos al momento de desarrollar el plano de arreglo general, deben existir zonas para acceso del personal tanto para inspección rutinaria como para mantenimiento, así mismo distancias para las maniobras de partes de los equipos, como por ejemplo cambio del cono de la chancadora, retiro de los motores eléctricos, esto definirá la implementación de equipos auxiliares como puente grúa o plumas giratorias.

Adicionalmente se debe considerar la capacidad energética de las instalaciones, por lo general estas se diseñan con capacidad de reserva que pueden estar entre 10 a 20%. Para nuestro caso la subestación de la planta concentradora, la capacidad de alimentación está por encima del 30% del consumo actual de la planta, sin embargo la capacidad de la subestación no posee capacidad de reserva, lo cual nos obliga a realizar la ampliación de la subestación o proyectar una subestación propia para la planta de relleno hidráulico.

4.2. Datos de diseño

De las consideraciones expuestas se puede plantear los datos de diseño de la planta concentradora, teniendo como base los equipos existentes que serán usados, según los datos de fabricante se tiene las siguientes capacidades de tratamiento para los siguientes equipos:

Chancadora de quijadas 15"X24" y Molino de barras Marcy 6'x14'.

Según datos de fabricante de la chancadora de quijadas 16"x24" Comesa (ver tabla 10), que es la más se aproxima a la existente, se tiene las siguientes capacidades para los diferentes tamaños de apertura de salida.

Apertura de quijadas "	Capacidades en Toneladas metricas por hora					
	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/4	3
Modelo 1016	13.6	22.7	27.2	31.8	40.8	49.9
16"x24"	18.1	31.8	36.3	40.8	49.9	59

Tabla 10.

El caso ideal es que las plantas industriales operen los 365 días del año, sin embargo la experiencia en plantas estas requieren un día al mes para mantenimiento correctivo y preventivo de los equipos, así como ajustes y calibraciones, es decir que se debe considerar 29 días de operación al mes, dándonos una capacidad de operación diaria de:

$$\text{Capacidad diaria} = 12,000/29 = 413.8 \text{ Tn/día}$$

Considerando que la abertura de la chancadora es de 2 1/4" podemos obtener como mínimo una capacidad de tratamiento de 40.8 Tn/hr, es decir que para lograr el tratamiento diario, la zona de chancado operara:

$$\text{Horas de operación} = 413.8/40.8 = 10.14 \text{ hrs}$$

De los cálculos podemos concluir que se tiene una buena capacidad de chancado, sin embargo consideraremos como dato de diseño 12 horas de operación, lo que nos da una capacidad de:

$$\text{Capacidad} = 413.8/12 = 34.48 \text{ Tn/hr}$$

Según datos de fabricante de molino Marcy 6'x14' se tiene una capacidad de tratamiento de 22 Tn/hr, con una alimentación de finos de 5/8", el valor considerado de capacidad es referencial y esta establecido para materiales de durezas intermedias, según la información de laboratorio metalúrgico el mineral o desmonte a tratar, es un tipo de roca considerada intermedia, por lo tanto el molino estaría en capacidad de dar la producción deseada.

Los molinos de las plantas son equipos que trabajan las 24 hrs. al día, esto debido a lo relativamente complicado de lograr el arranque por la energía que consumen y por la calibración del proceso, carga que entra, reactivos, agua, adicionalmente se requiere que la zona de flotación de la planta tenga un flujo constante de pulpa de tal manera que se pueda asegurar una flotación homogénea y por lo tanto un proceso continuo de producción, según lo expuesto podemos determinar que la capacidad horaria del molino.

$$\text{Capacidad} = 413.8/24 = 17.24 \text{ Tn/hr}$$

Comparando este valor con el dato del fabricante podemos concluir que el molino está en capacidad de moler más de lo requerido hasta en un 27% mas, ya que es un equipo de proceso continuo y procesa conforme se le va alimentando, podemos observar que el tiempo de residencia de material en el molino será mayor, por lo tanto la granulometría será con una tendencia de más

del 70% inferior a malla 200, lo cual no sería recomendable al menos para la producción de relleno hidráulico, sin embargo si no podemos cambiar el tiempo de residencia existe la alternativa de reducir la capacidad y esto se logra, reduciendo la cantidad barras que es el elemento que se encarga de moler y reducir las partículas.

La planta de relleno trabajara con mineral de baja ley según los datos de laboratorio el mineral de baja ley tiene G.E. = 2.7, se debe tener en cuenta que este valor es para el cálculo del sistema de la planta de relleno y los equipos involucrados, sin embargo la densidad aparente del relleno hidráulico seco será la que se considero inicialmente.

Para dimensionar equipos de almacenamiento como las tolvas de gruesos y finos así también como la capacidad de las fajas transportadoras, se debe utilizar la densidad de aparente es decir el valor de la GE multiplicado por un factor de esponjamiento, para nuestro caso este factor de esponjamiento será de 0.90, este valor se obtiene al pesar los volquetes y medir los volúmenes transportados, por lo tanto la densidad aparente a utilizar será:

$$\text{Densidad aparente} = 2,500 \text{ Kg/m}^3$$

Ahora que se dispone de los datos de diseño más importantes podemos proceder a realizar el diagrama de flujo y diagrama de bloques del sistema.

4.3. Diagrama de flujo y Diagrama de bloques

El desarrollo del diagrama de flujo de la planta se realiza teniendo conocimiento del proceso y el trabajo operativo, como consideraciones previas se debe tener en cuenta que el material que se encuentra tanto en interior mina como en las canchas o patios exteriores de la zona industrial, es decir el material debe ser transportado hacia la zona de acopio próximo a la planta propuesta, desde ahí el material debe ser alimentado a la tolva de gruesos (ver figura 8), que a su vez alimentara a la chancadora de quijadas 15"x24", como se dijo en sección de

consideraciones que se deben tener en cuenta los espacios disponibles así como los tiempos de transporte, para nuestro caso se tiene una capacidad disponible en el patio próximo a la planta propuesta de 600 Tn, se sabe que la capacidad de tratamiento de la zona de chancado es de 413.8 Tn/día, durante 12 horas, continuas por lo tanto se requiere una capacidad de almacenamiento que pueda abastecer la zona de chancado, por lo tanto se requerirá de una tolva de gruesos, con la capacidad adecuada, una vez depositado el material en la tolva, esta debe alimentar gradualmente a la chancadora para evitar atascamiento, por lo tanto se sugiere un Grizzly vibratorio, el cual a su vez que alimenta, clasifica el material, el material clasificado, pasa a través de una parrilla y conducido al punto de disposición sin pasar por la chancadora de quijadas, es recomendable este sistema puesto que alivia el sistema de chancado evitando atascamiento debido a los finos que en algún momento puedan estar húmedos, una vez obtenido el producto triturado junto con el clasificado este debe ser transportado hacia una segunda trituración debido a que con la primera no se ha alcanzado el tamaño requerido.

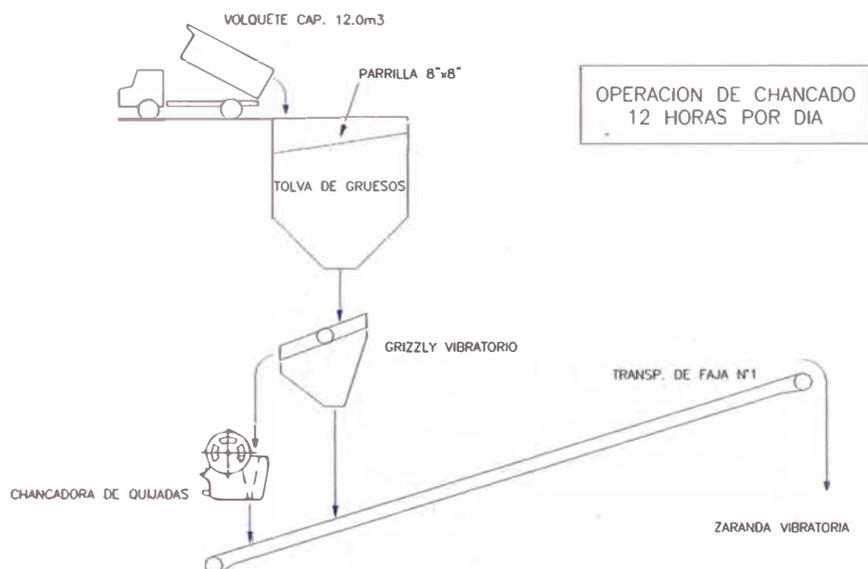


Figura 8.

Según las condiciones de terreno, el transporte del producto de la trituración primaria debe ser a través de una faja transportadora, ya que el producto contiene material por debajo del tamaño requerido para la molienda, este debe ser clasificado previamente en una zaranda vibratoria donde los gruesos debe

ser enviados por gravedad hacia la segunda trituración la cual estaría conformada por una chancadora de cono, el producto de la trituración y el clasificado deben ser transportados hasta una tolva la cual se encargara de almacenar y alimentar gradualmente al molino de barras, al igual que los productos de la trituración primaria y dadas las condiciones del terreno estos deben ser transportados por medio de faja (ver figura 9).

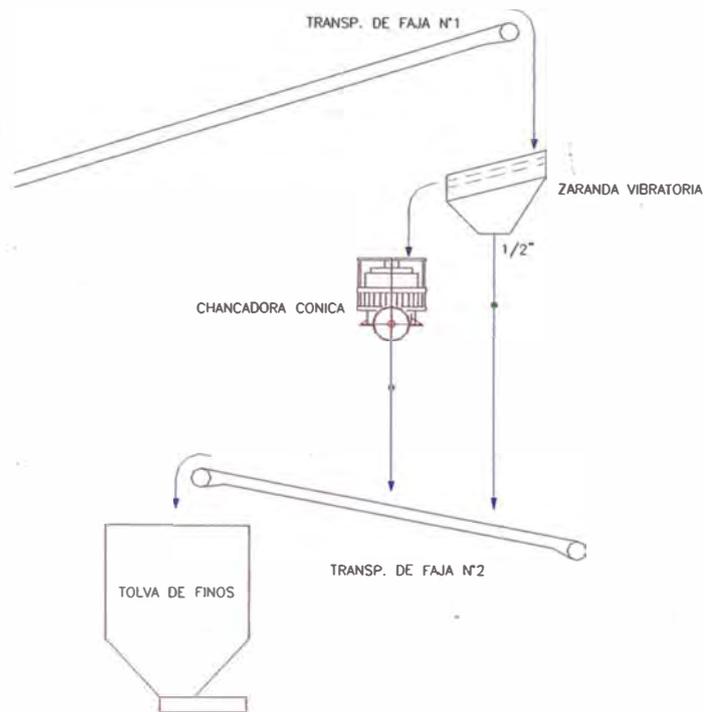


Figura 9.

De los datos de diseño se determino que la zona de molienda deberá operar las 24 horas del día, por lo que la alimentación al molino debe realizarse de manera constante, por lo que se considera el uso de un alimentador de faja para este fin, el producto del molino es una pulpa de diversas granulometría, como se menciono el producto del molino deberá ser clasificado en finos y gruesos, por lo tanto se utilizara un hidrociclón, entonces la descarga del molino deberá ser recepcionado por un cajón el cual deberá estar acondicionado con una bomba de pulpa, la cual transportara la pulpa hacia el hidrociclón, los productos finos y

gruesos irán al proceso de flotación y silo de relleno hidráulico respectivamente (ver figura 10).

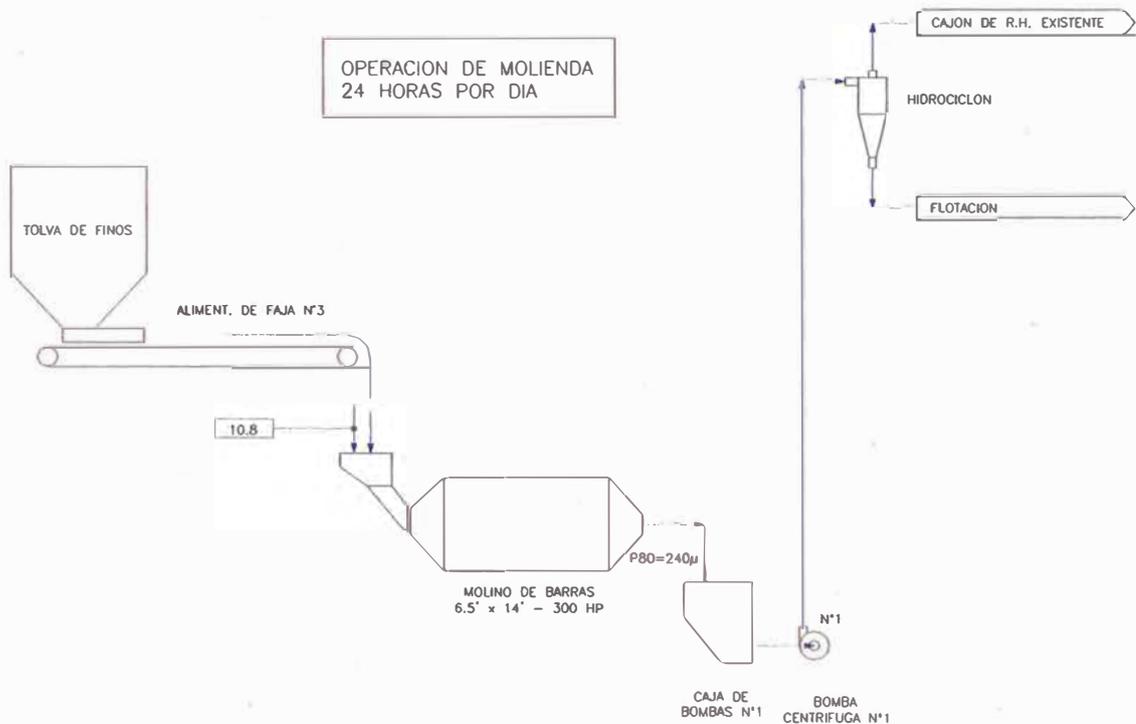


Figura 10.

Una vez establecido nuestro diagrama de flujo y con los datos de diseño establecido se procede a realizar el diagrama de bloques para nuestro sistema.

4.3.1. Diagrama de bloques

Es un método utilizado para definir y mostrar las principales características del flujo material en un punto específico del proceso de transformación, para nuestro caso la información será mostrada de acuerdo a la siguiente leyenda, (ver tabla 11):

TPH secas	G.E. sólido	m3/h solidos
TPH agua	% sólidos	m3/h agua
TPH pulpa	Densidad	m3/h pulpa

Tabla 11.

Donde: TPH son toneladas por hora, Densidad es la densidad de la mezcla, los valores de cada celda se encuentran relacionados de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{TPH secas} / \% \text{sólidos} &= \text{TPH pulpa} \\ \text{TPH pulpa} - \text{TPH secas} &= \text{TPH agua} \\ \text{TPH secas} / \text{G.E. solido} &= \text{m}^3/\text{h sólidos} \\ \text{TPH agua} &= \text{m}^3/\text{h agua} \\ \text{m}^3/\text{h agua} + \text{m}^3/\text{h sólidos} &= \text{m}^3/\text{h pulpa.} \\ \text{Densidad} &= \text{TPH pulpa} / \text{m}^3/\text{h agua} \end{aligned}$$

Las definiciones de las características del material en cada punto se realiza por medio de balance de masa es decir la suma de características al ingreso de una parte del proceso deben ser iguales a la suma de características a la salida.

Consideraciones para el balance de masa.- para el balance de masa debe considerarse las características del proceso, en los cuales están involucradas las propiedades del flujo.

4.3.2. Trituración primaria

Previa a la trituración existe un Grizzly vibratorio el cual como se dijo clasifica y alimenta simultáneamente el material, según información de fabricante el material clasificado puede variar 20% a 40%, para nuestro caso usaremos 20% como valor conservador.

4.3.3. Trituración secundaria

Previa a la trituración existe una zaranda vibratoria la cual también clasifica y alimenta el material, según información tomada de equipos similares en la planta concentradora, el material clasificado puede variar de 30% a 40%, para nuestro caso usaremos 30% como valor conservador.

4.3.4. Molienda

Según nuestro diagrama, los productos de la molienda deberán ser clasificados, los finos serán enviados al proceso de flotación y gruesos al silo de relleno hidráulico, para lo cual se debe regular el proceso de molienda de tal manera que nos produzca la granulometría necesaria, tanto para la recuperación de mineral como para su uso como relleno hidráulico, para nuestro caso se debe asumir un alfa del ciclón de 25%, por lo tanto el 75% pasara a la flotación, se debe tener en cuenta que el 1.5% será recuperado como concentrado de mineral, por lo tanto el 73.5% quedara disponible como relave total, según pruebas realizadas en el laboratorio metalúrgico al relave total, se obtiene que el 85% tiene una granulometría superior a la malla 200, por lo tanto disponible como relleno hidráulico.

Con los datos de diseño y las consideraciones para el balance, se realiza el diagrama de bloques con la ayuda de una hoja de cálculo, a continuación se muestra los resultados del diagrama de bloques realizado (ver figura 11).

DIAGRAMA DE BLOQUES

MINA HUARON

PLANTA RELLENO HIDRAULICO

TPH secas	G.E. solido	m3/h solidos
TPH agua	% solidos	m3/h agua
TPH pulpa	Densidad	m3/h pulpa

GPM

Capacidad	12000 ton/mes
Disponibilidad	29 dias/mes
Capacidad diaria	413.79 ton/dia
Operación a	12 hr/dia
	24 hr/dia
Capacidad horaria	34.48 ton/hr
	17.24 ton/hr
Humedad cabeza	95% solidos, peso
G.E. mineral	2.7

Chancado
Molienda
Chancado
Molienda

27.59	2.7	10.22
1.5	95%	1.5
29.0	2.488	11.7

CAMION DE MINA 12 m3

TOLVA DE GRUESOS
100 TM - 50 m3 - Parilla 8"x8"

GRIZZLY ALIMENTADOR
VIBRATORIO 4x 8' - 20 HP

34.48	2.7	12.77
1.81	95%	1.81
36.30	2.488	14.59

CHANCADORA DE QUIJADAS
15"x24" - 50 HP

CSS = 2.1/2"

TRANSP. DE FAJA No.1
24" x 22 m - 10 HP

ZARANDA VIBRATORIA
8"x4" - 20 HP

20% Finos

6.90	2.7	2.55
0.36	95%	0.36
7.26	2.488	2.92

24.14	2.7	8.94
1.3	95%	1.3
25.4	2.488	10.2

CHANCADORA CONICA
STANDARD 3' - 100 HP

CSS = 3/8" (forros finos)

TRANSP. DE FAJA No.2
20" x 28 m - 7.5 HP

TOLVA DE FINOS
145 TM - 75 m3

ALIMENTADOR DE FAJA
20" x 18 m - 7.5 HP

17.2	2.7	6.39
0.7	96%	0.7
18.0	2.528	7.1

Agua 12.8
56.4

MOLINO DE BARRAS
6.5'x14' - 300 HP

BOMBA DE PULPA
SRL 2 1/2 X 2 - 12HP

HIDROCICLON
D10

CAJON DE ALIMENTACION

25% Over

4.3	2.7	1.60
6.7	39%	6.7
11.1	1.325	8.3

36.7

100% inlet

17.2	2.7	6.39
13.5	56%	13.5
30.8	1.545	19.9

87.7

75% Under

12.9	2.7	4.79
6.1	68%	6.1
19.0	1.749	10.9

47.8

12.9	2.7	4.79
24.0	35%	24.0
36.9	1.283	28.8

126.7

Agua 17.9
78.9

Flotacion

Silo de RH

Figura 11.

4.4. Selección de equipos

Se entiende como equipos a todos los componentes que forman parte del proceso en un sistema, por lo tanto son considerados equipos las tolvas y silos que también deben ser dimensionadas, la selección de equipos nos permitirá definir los equipos con la que contarán la planta, también nos permitirá definir los espacios necesarios es decir el arreglo general o Lay Out, para seleccionar los equipos de una planta se deben tener en cuenta las características del material como: tamaño (granulometría) el flujo, humedad, dureza; también se deben tener en cuenta las facilidades que este debe tener para el mantenimiento e inspección, facilidad de operación.

Para la selección y dimensionado se seguirá la secuencia mostrada en el diagrama de flujo.

4.4.1. Parrilla estática

Este primer equipo tiene como función evitar que fragmentos de rocas superiores a un ancho de determinado puedan pasar hacia la tolva de gruesos y en consecuencia obstruir el ingreso hacia el grizzly alimentador vibratorio o la chancadora de quijadas 15"x24" que admite un tamaño máximo de rocas de 10"x20", por lo tanto la dimensión de la abertura de la parrilla estática de gruesos debe ser no mayor a 10", para nuestro caso se define una abertura de 8" debido a que por la naturaleza de la roca se han podido encontrar fragmentos de 8"x20" los cuales estaría dentro de un rango aceptable de trabajo de chancado primario, los fragmentos superiores a 8" serían triturados por un operador ayudado de un rompe bancos manual.

4.4.2. Tolva de Gruesos

Se dimensiona de acuerdo a la capacidad diaria de almacenamiento es decir de 1200 Tn/mes en 29 días de operación, por lo tanto 413.8 Tn/día durante 12 horas, para una gravedad aparente de 2.0 Tn/m³, se requeriría una tolva de 206 m³, sin embargo se debe considerar que construir una tolva para el total de la capacidad diaria sería muy costoso, otro criterio a considerar es que la tolva de gruesos no solo es un equipo de

almacenamiento sino que además permite mantener un flujo constante de alimentación a los demás equipos de la línea de producción. Para mantener la capacidad diaria de suministro utilizando volquetes de 12 m³ es decir 17 viajes como mínimo. La ubicación de las canchas de desmonte permiten lograr un abastecimiento de 22 viajes por día, por lo tanto se puede utilizar un punto de acopio próximo a la tolva para alimentar desde allí a la tolva por medio de un cargador frontal; utilizando una capacidad de 200 m³ se requerirá un área de 134 m² considerando una ruma de 1.5 m, que es la proporciona los volquetes, por lo tanto, definimos como volumen de transferencia de 50 m³ para la tolva de gruesos.

4.4.3. Grizzly alimentador Vibratorio

Como se aprecia en el diagrama de flujo este equipo se encarga de alimentar a chancadora de quijadas, además de clasificar el mineral dejando pasar tamaños menores a 3"; para la selección del equipo se decide usar los equipos del fabricante Metso Minerals, cuyos catálogos proporcionan los modelos por rango de capacidad de tratamiento de acuerdo a las aberturas entre barras, (ver tabla 12).

Modelo	25070	3509
Mesa vibrante (m)	2,5x0,7	3,5x0,9
Aberttura entre barras "	2 a 4	2 a 4
Capacidad (m ³ /hr)	45 a 220	120 a 370
Capacidad (Tn/hr)	70 a 350	190 a 590

Tabla 12.

Del diagrama de bloques se tiene que una capacidad de 34.5 Tn/hr o 17.3 m³/hr, por lo tanto el modelo 25070 seria el adecuado, se debe considerar que la humedad del material puede disminuir la capacidad del grizzly hasta en un 50%, para mayores detalles ver el Anexo de catálogos "Alimentadores Vibratorios MVS"

4.4.4. Zaranda Vibratoria

Es el equipo encargado de clasificar previo al chancado secundario, como se aprecia en el diagrama de bloques y de acuerdo a las características de

capacidad de la chancadora de quijadas 15"x24", se opta por una abertura de descarga de 2 ½" es decir un tamaño de fragmentos de 3"x5", por lo tanto estos fragmentos serán los máximos que serán entregados a la zaranda vibratoria, considerando una altura máxima de cama de 3" de material sobre la malla que se desplaza a 5.0 cm/seg, se tiene una capacidad de:

$$0.075\text{m} \times .005 \text{ m/seg} \times 1 \text{ m} \times 2.0 \text{ Tn/m}^3 \times 3600 \text{ seg} = 27 \text{ Tn/hr}$$

Por cada metro de ancho de zaranda, la capacidad requerida según el diagrama de bloques es de 34.5 Tn/hr, en el mercado existen zarandas la que más se aproxima a nuestra necesidad es la de 4' x 8' (1.2m x 2.4m) es decir que tendría una capacidad de 32.4 Tn/hr. Como se menciona el porcentaje de finos que pasarían es de 30% como mínimo, por lo tanto la capacidad requerida sería de 24.15 Tn/hr, como se puede apreciar la zaranda considerada cumple con la capacidad requerida; el tamaño de abertura de malla depende del producto que se desea obtener, como se sabe el producto que será procesado en el molino de barras tendrá un tamaño máximo de ½", decir que la malla permitirá pasar fragmentos no mayores a estos, por lo tanto se define un tamaño de malla de 5/8".

4.4.5. Chancadora secundaria

Al igual que la chancadora primaria, la secundaria se encarga de continuar reduciendo el tamaño de los fragmentos de roca, la chancadora de quijadas realiza la primera etapa de reducción de 8" a 3" y la secundaria de 3" a ½", en este caso según el diagrama de bloques el requerimiento de trituración será de 24.5 Tn/hr, las chancadoras o trituradoras cónicas son las apropiadas para bajos tonelajes y reducciones de rangos inferiores de 2" hasta ¼"; de las especificaciones de trituradoras estándar de fabricación COMESA se aprecia las capacidades de dos trituradoras, para diferentes tamaños de producto, (ver Tabla 13).

Tamaño	Tipo de Cavidad	Ajuste Mínimo de descarga Recomendado	Capacidad Tn/hr en un circuito cerrado		
			3/8"	1/2"	5/8"
2'	Fina	1/4"	18	23	27
	Gruesa	3/8"	18	23	27
	Muy Gruesa	1/2"		23	27
3'	Fina	3/8"	36	45	55
	Gruesa	1/2"		45	55
	Muy Gruesa	3/4"			

Tabla 13.

Del cuadro mostrado se selecciona la Trituradora Cónica Estándar 3' con un ajuste de descarga mínimo de 1/2".

4.4.6. Tolva de finos

Al igual que la tolva de gruesos se dimensiona de acuerdo a la capacidad diaria de almacenamiento, el tratamiento diario del molino es de 413.8 Tn/día, se debe tener por lo tanto una capacidad de abastecimiento continuo al molino de barras, considerar la construcción de una tolva de la capacidad diaria, implica un costo elevado de infraestructura por lo que se debe balancear tanto la alimentación desde la trituración y la descarga hacia el molino, considerando una tolva de 150Tn que tomaría 8 horas en descargarse y luego volver a ser alimentada, llenar la tolva que al mismo tiempo se descarga tendría un flujo neto de 18.18 Tn/hr, por lo tanto tomaría 8.25 horas en llenar, y 8 horas en descargarse cumpliendo con la alimentación al molino, posteriormente antes que de quedar descargada la tolva se completaría las 3.75 horas de chancado (12 horas diarias) para cumplir con el tonelaje diario, como se puede apreciar el ciclo puede ser manejable, es decir triturar 6 horas en un turno y 6 horas en el siguiente, llegando a mantener un balance adecuado de alimentación a la molienda; del análisis desarrollado definimos como capacidad de la tolva en 150 Tn.

4.4.7. Molino de barras Marcy 6.5x14

Como se menciona el punto 2.3, el molino de barras es un equipo existente y se considero como parte del equipamiento que se aprovecharía en el proyecto, estos molinos se utilizan cuando se requiere un producto grueso con muy poco de lama, los tamaños de barras serán de diámetros variables desde 1 ½" a 4", la carga inicial de los molinos fluctúa de 35% a 45% del volumen interior del molino.

El cálculo de la capacidad de tratamiento de un molino de barras depende de las siguientes variables:

- Granulometría de alimentación.
- Granulometría de descarga.
- Uniformidad del material alimentado.
- Cantidad de barras utilizadas.
- Dureza del mineral.

Las pruebas de laboratorio dan el valor de potencia específica de molienda, a partir de este dato se afecta por una serie de factores dependientes de las variables descritas, tomando como valores fijos las dimensiones del molino, capacidad de alimentación y como referencia la potencia del motor, se determina el tamaño de producto pasante de 80% de descarga (P80) dando como resultado 750 micrones, con una potencia de motor requerida 170 Hp, según nuestro diagrama de bloques el motor disponible del molino es de 300 Hp, por lo tanto se deduce que esta sobre dimensionado. Sin embargo un problema que pudiera presentar sería la granulometría necesaria para ser procesada en la flotación, sin embargo las pruebas finales determinarían el manejo metalúrgico necesario para obtener el relleno hidráulico y la recuperación de mineral.

4.4.8. Fajas transportadoras

Del diagrama de flujo y el plano de Lay Out de planta (ver plano AP-010-002) y con los equipos seleccionados hasta ahora, se realiza el arreglo

general o Lay Out de elevaciones (ver plano AP-010-003) donde se define las fajas transportadoras: Faja 1, 2 y 3; se define adicionalmente las características iniciales como: longitud, ángulo de elevación, luego se procede a definir el ancho de las fajas a partir de los datos de capacidad de transporte obtenidos en el diagrama de bloques.

4.4.8.1. Faja 1 y 2

Para el cálculo del ancho de faja se toma la velocidad de transporte de acuerdo a las tablas del manual CEMA, para nuestro caso tomamos 250 Ft/min o 1.27 m/seg, recomendado para mineral chancado, si bien es cierto es una velocidad relativamente baja se considera conveniente debido a la inclinación de la faja (18°) que se encuentra cercano al máximo ángulo de inclinación recomendado (20°) para el material transportado; para nuestro calculo consideramos un ancho de faja de 24", con abarquillamiento de 20° , adicionalmente para el ángulo de reposo del mineral (30° a 40°) se tiene un ángulo de sobrecarga de 20° , de las tablas del manual CEMA podemos determinar la máxima sección de material a transportar, obteniendo una sección 0.32 ft² y 1,924 ft³/hr a 100 ft/min es decir 4,810 ft³/hr o 136.47 m³/hr, considerando una densidad aparente de 2.50 Tn/m³, se obtiene 341.17 Tn/hr, comparando con la capacidad diaria de trituración de 36.30 Tn/hr, resultaría que el ancho considerado es excesivo, sin embargo con un ancho 18" (el mínimo para fragmentos de 4") la capacidad se reduce a 170 Tn/hr, que sigue siendo excesivo; para nuestro caso se seleccionara el ancho de 24" considerando que existen fajas en la planta del mismo ancho por lo tanto su selección se justifica por estandarización de elementos como polines, bandas de jebe y rodamientos y debido a que la diferencia de costo entre una faja de 18" y 24" no es considerable.

Una vez determinado el ancho de la faja se procede a definir los demás elementos como: polines, potencia (ver anexo 9: calculo de fajas), selección de la banda de goma, poleas de cabeza y de cola, limpiadores y sistema de parada de emergencia.

4.4.8.2. Faja 3 alimentador a Molino

Para el caso del alimentador comenzamos definiendo el ancho de la faja de 20" con 0° de abarquillamiento para alimentadores, luego se define la altura de la cama de carga de mineral, empíricamente es un valor que está entre 3 veces el tamaño nominal del material y 1/3 del distancia entre faldones, con la capacidad de alimentación determinamos la velocidad de transporte; los alimentadores son equipos con velocidades de transporte relativamente bajas, debido a la fricción que deben soportar por la presión de la columna de material existente en la zona de carga, velocidades elevadas, deteriorarían rápidamente la banda de jebe, además esto implicaría reducir el ancho de la faja a dimensiones inconvenientes para su operación; el cálculo de potencia así como la definición de los demás elementos son determinados de acuerdo al manual CEMA, (ver anexo 9: calculo de fajas).

4.4.9. Bomba de Pulpa.

La selección de una bomba de pulpa, es similar que para una bomba de agua, sin embargo se deben tener en cuenta ciertas consideraciones debido a las características del fluido, la selección requiere: altura dinámica total (incluye las pérdidas por fricción), el caudal del fluido, adicionalmente el cálculo de potencia se realiza utilizando la densidad del fluido, otras consideraciones que se deben tener en cuenta para una buena selección, es el factor de espuma el cual incrementa el caudal, características de las partículas en suspensión, que servirá para seleccionar el material tanto del impulsor como de la carcasa, que pueden ser de cromo-níquel (resistente a la abrasión), o aceros forrados con jebe natural o poliuretano, resistentes a las partículas de configuración redonda. Para nuestro caso, la selección de la bomba debe tener en cuenta además de las pérdidas por fricción, la presión de trabajo del hidrociclón (12psi).

La bomba de pulpa, se selección con los datos siguientes:

$$Q = 78.65 \text{ GPM, TDH} = 61.93'$$

De las curva de la bomba (ver anexo 4) modelo Denver SRL 2 ½" x 2, se obtiene una eficiencia de 48%, y una potencia de bombeo de 6.30 Hp, considerando compensar pérdidas de potencia eléctrica 20%, reajuste por altura 35%, potencia por arranque y paradas 15% se obtiene un incremento total de 70%, lo que nos da una potencia de 10.71 Hp, por lo tanto se escoge un motor de 12 Hp (ver detalle en anexo calculo de bomba de Pulpa, curvas y catalogo).

4.4.10. Hidrociclón

Los hidrociclones se seleccionan principalmente por el caudal de ingreso a clasificar, según el diagrama de bloques tenemos un caudal de: 87.7 GPM, de los catálogos de fabricante Hidrociclones "Krebs" se selecciona un hidrociclón D10B, estos equipos trabajan en un rango de 55% a 60% de sólidos en suspensión, por lo tanto en base al tonelaje se define la cantidad de agua que debe tener para alcanzar el porcentaje de sólidos recomendado, para nuestro caso se tiene 56% de sólidos, a continuación, en el cuadro siguiente se muestra un análisis granulométrico, tomado del hidrociclón D20 existente en la planta concentradora que es utilizado para separar el relleno hidráulico.

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL CICLON D-20

malla	um	Feed			Under			Over			CC
		Peso	% w	A(-)	Peso	% w	A(-)	Peso	% w	A(-)	
50	300	21	5.12	94.88	54	10.80	89.20	0.2	0.0	100.0	0.89
70	212	28.6	6.98	87.72	75.8	15.16	74.12	0.8	0.2	99.9	0.89
100	150	43.6	10.64	77.21	106.8	21.36	52.70	3.0	0.7	99.1	0.89
140	106	44.0	10.74	66.57	95.0	19.00	33.65	13.2	3.1	95.9	0.89
200	75	46.6	11.37	55.14	72.0	14.40	19.29	37.8	8.9	87.1	0.89
270	53	36.8	8.98	46.27	38.6	7.72	11.51	41.8	9.8	77.3	0.89
400	38	34.8	8.49	37.63	22.6	4.52	7.06	53.2	12.5	64.9	0.89
-400	0	154.4	37.68	0.00	35.2	7.04	0.00	277	64.9	0.0	
P. Ensayado		409.8	100		500	100		427	100		

Tabla 14.

Del análisis granulométrico mostrado (ver tabla 14), podemos notar la referencia que se hace la cantidad sólidos obtenidos (resaltado en verde) por debajo del tamaño malla 200, como se puede apreciar en el "Under" es

baja la cantidad de sólidos menores a malla 200, mientras ocurre lo opuesto en el "Over", sin embargo el "Corte" (% de separación Under – Over) dependerá de las características de tamaño del Apex y Vortex (ver catalogo: Ensemble Hidrociclón D10B), el cual son definidas por el proveedor de acuerdo a los porcentajes considerados en el diagrama de bloques (75% Under y 25% Over) y un análisis granulométrico estimado.

4.4.11.Otros equipos

Las plantas de proceso además de los equipos propios del proceso también están implementados con equipos de servicio y de seguridad, como:

- Monorraíl 5Tn en zona de chancado primario.
- Puente grúa monorraíl 5Tn zona de chancado secundario.
- Detector de metales, ubicado en Faja 1.
- Detectores de des alineamiento de Fajas 1 y 2.
- Control de nivel en tolva de finos.

4.4.12.Equipos eléctricos.

Los equipos motrices requieren de energía para su funcionamiento, por lo tanto se debe calcular la carga energética de la planta, el cuadro siguiente (ver tabla 15) se lista el cuadro de cargas y la demanda total requerida de energía.

Equipo	Potencia de Motor (Hp)
Grizzly alimentador vibratorio	10
Chancadora de quijadas 15"x24"	50
Faja 1	10
Zaranda vibratoria 4'x8'	7.5
Chancadora cónica 3' estándar	100
Faja 2	10
Polipasto eléctrico 5Tn	5
Faja 3 alimentador a Molino	5
Molino Marcy 6.5'x14'	300
Bomba SRL 2 1/2 x 2	12
Sistema de Iluminación general	15
Instrumentación y control	2.5
Total demanda energética	527

Tabla 15.

Establecido las cargas eléctricas y demanda total, se definen los equipos eléctricos necesarios; como se menciona, la subestación eléctrica tiene una capacidad de reserva de 600 Kw, por lo tanto no requiere ampliar su capacidad, sin embargo se requerirá una Celda de Mediana Tensión (MT, 5,500 Voltios) para alimentar a la planta de Relleno Hidráulico, la distribución de cargas a los diferentes equipos será gobernada desde una sala de Centro de Control de Motores (CCM) y un arrancador en Media Tensión (5,500 Voltios) para el molino 6.5'x14' puesto que el motor de molino esta diseñado en ese voltaje, los equipos de Baja Tensión (BT) trabajaran con 440 Voltios, por lo que requiere el uso de un transformador; el departamento eléctrico de la mina dispone de un transformador de 5,500 KVA, 5500-460 Voltios, que cubre la demanda de los equipos de Baja Tensión; el abastecimiento de energía para iluminación control será a través de un transformador existente (100 KVA, 5,500-220V) que suministra energía a la planta concentradora.

CAPITULO 5

PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

El desarrollo del presupuesto implica haber desarrollado el alcance del proyecto, el cual debe estar dividido en los rubros principales que formaran la estructura de costos del proyecto, los rubros principales se clasifican en:

- Ingeniería y Administración.
- Obras Civiles.
- Obras mecánicas.
- Obras eléctricas.
- Obras de instrumentación.
- Adquisiciones de equipos.
- Otros (Gastos Generales, Contingencias)

El desarrollo y ejecución del proyecto requiere de recursos de gestión es decir de una organización de dirección en ingeniería y construcción, capaz de establecer los lineamientos para el desarrollo de la ingeniería, conceptual y básica, definir las especificaciones técnicas del producto, evaluar las propuestas técnicas - económicas de los proveedores, que cumplan con la calidad especificada, basado en estos conocimientos se tiene la capacidad de desarrollar el presupuesto del proyecto, estableciendo el alcance, es decir los requerimientos del producto.

5.1. Alcance del Proyecto

La unidad minera Huarón requiere cubrir un déficit de relleno hidráulico, que se está presentando en sus operaciones de minado, para lo cual se proyecta implementar una planta de producción de relleno hidráulico de una capacidad de 12,000 Tm/mes, a partir del desmonte de mina o mineral de baja ley.

5.1.1. Descripción del Proyecto

En términos generales este proyecto, es un conjunto industrial dividido en áreas de chancado, molienda y estación de bombeo para transporte del producto al clasificador enviando la pulpa fina al silo de relleno hidráulico y los gruesos a la flotación, el conjunto industrial se ubicará en la parte posterior de la planta concentradora, colindante con el ingreso a la zona de chancado secundario.

En el área de chancado se prevé la construcción de una tolva de recepción de desmonte de mina, acarreado por volquetes de 12 m³ desde la bocamina y a la cual se accede por la vía que conduce a la cancha de almacenamiento de chatarra, un grizzly alimentador vibratorio de 4' x 8', instalado en la descarga de la tolva de 50 m³, cuya carga gruesa ingresa a una chancadora primaria (quijadas 15"x24"), el producto fino y chancado es conducido por un transportador de faja de 24" a una zaranda vibratoria 4' x 8', de la que los gruesos pasan para un chancado secundario en una chancadora cónica estándar de 3'. Los finos son conducidos a una tolva de almacenamiento de 75 m³, por intermedio de un transportador de faja de 24".

El área de molienda comprende un alimentador de faja de 20" de ancho, que descarga de la tolva de almacenamiento y entrega a un molino de barras de 6.5' x 14'.

La estación de bombeo consta de una caja de bomba y una bomba de 2 1/2" x 2", que mediante una tubería de Ø2 1/2" jebe con refuerzo de acero, conducen el producto a un clasificador tipo hidrociclón D10B, donde la pulpa fina es conducida por tubería de 4" HDPE a la estación de clasificación de la planta concentradora ubicada a 40m de distancia, el producto de pulpa gruesos son conducidos por una tubería de 4" HDPE al cajón alimentador de la batería de celdas de flotación ubicado a una distancia de 15m.

5.1.2. Obras del proyecto

Las obras materia de la presente licitación serán las civiles, mecánicas de fabricación, montaje de estructuras, montaje de equipos, eléctricas y de instrumentación, así también la revisión, reparación (over haul), reubicación, de ser necesario, de los equipos existentes:

- Chancadora de quijadas 15"x24"
- Molino de barras Marcy 6.5'x14'

La Ingeniería de detalle del proyecto que será desarrollada por un contratista en base a la información básica proporcionada por Huarón, será valorizada, revisada y aprobada por el área de proyectos, desarrollo de planos conforme a obra (As built).

Obras Civiles.- abarcará:

- a) Demolición, movimiento de tierras, excavaciones y obras de concreto para la tolva de gruesos y cimentación de equipos.
- b) Excavaciones en material suelto y en roca para la construcción de la cimentación de tolvas y equipos.
- c) Eliminación de desmonte hacia la cancha de desmonte ubicada al frente del almacén central de la unidad minera (350 m.).
- d) Construcción de la tolva de gruesos y subestructura para alojamiento de chancadora.
- e) Construcción de la estructura de concreto de cimentación de la chancadora secundaria, zaranda vibratoria, bombas y edificio de chancado secundario.

Obras de Acero.- conformada por:

- a) Estructura soporte de equipos.
- b) Elementos estructurales que conforman el edificio de chancado

secundario

- c) Tolva de almacenamiento de finos.
- d) Chutes de transferencia.
- e) Pernos de anclaje para montaje de estructuras y equipos.
- f) Plataformas y escaleras de operación.
- g) Plataformas y accesos de operación de transportadores de faja y otros equipos.
- h) Estructura de transportadores de faja

Obra de Montaje de Equipos.- consistente en:

- a) Montaje de estructura soporte de equipos
- b) Chutes de transferencia
- c) Montaje del plataforma de operación, barandas y escaleras.
- d) Montaje de equipos de izaje, monorriel y puente grúa monorriel.
- e) Montaje de tolva, silo, cajón de bombas
- f) Montaje de fajas transportadoras
- g) Montaje de grizzli y zaranda vibratorios.
- h) Montaje de chancadora de quijadas y cónica.
- i) Suministro e instalación de líneas de transporte de pulpa.
- j) Suministro e instalación de líneas de agua fresca a Molino de barras.
- k) Montaje de bomba de lodos.
- l) Todos los motores eléctricos.

Obras Eléctricas y de instrumentación.- consistente en:

- a) Instalación de cables de acometida desde Subestación hasta cuartos

de control

- b) Instalación de canaletas y tuberías conduit para tendido de cables.
- c) Cableado general e interconexión de equipos y CCM en BT.
- d) Cableado desde subestación a arrancador de molino en MT.
- e) Instalación de CCM's y arrancadores.
- f) Instalación de arrancador de MT de Molino 6.5x14.
- g) Instalación de sistemas de parada de emergencia de equipos y control de nivel de silo.
- h) Instalación de detector de metales.
- i) Sistema de iluminación de la nueva infraestructura industrial.

Suministros.- consistente en:

- a) Explosivos y accesorios de voladura, en caso de ser necesarios
- b) Chancadora de quijadas 15' x 24'.
- c) Molino de barras 6.5' x 14' con motor de 300hp
- d) Grizzly alimentador vibratorio 8' x 4'.
- e) Zaranda vibratoria 8' x 4'
- f) Chancadora cónica Estándar de 3'
- g) Detector de metales.
- h) Motores eléctricos en general.
- i) Bombas de pulpa.
- j) Polipasto de puente grúa.
- k) Para las fajas transportadoras.
 - Banda de jebe.

- Limpiadores de cabeza y retorno.
 - Elementos de transmisión.
 - Elementos de parada de emergencia
 - Polines.
 - Chumaceras.
 - Reductores.

 - Motores.

 - Interruptor de velocidad cero.

 - Interruptor de parada de emergencia.
- j) Cables eléctricos en general.
- k) CCMs para los equipos
- l) Arrancador de MT para molino 6.5x14
- m) Celda de MT.

El alcance también comprenderá, los transportes directos e indirectos del proyecto, es decir de los suministros y del personal y facilidades de construcción, como oficina, mobiliario, equipos, gastos generales, etc.

Con el alcance definido, del cual también forma parte las especificaciones del proyecto y Planos, se procede a realizar las cotizaciones, tanto para reparaciones de los equipos existentes, se cotizan los suministros nuevos, como equipos, instrumentos, accesorios de fajas, motores eléctricos, cables eléctricos, etc., los cálculos de costos de fabricaciones de acero así como las construcciones civiles se realizan usando precios unitarios de mercado o por medio de análisis de precios unitarios.

En el cuadro siguiente (ver tabla 16.) se muestra el presupuesto del proyecto desarrollado, en la estructura de costos presentada al comienzo del capítulo, el cual a su vez esta dividido en partidas específicas, los metrados presentados, son definidos a partir de los planos de ingeniería básica, por lo tanto son referenciales, pero con una incertidumbre que es

absorbida por la partida de contingencias ubicada en el rubro "Otros", que para nuestro caso se considera como un 15% de los costos directos de las partidas donde la ingeniería es básica, mas no de detalle, los suministros como equipos no son considerados en los costos directos mencionados; en el rubro de "Otros" se consideran también los gastos generales a los costos directos de los trabajos que serán contratados, es decir suministros y fabricaciones, obras de concreto, montajes mecánicos, eléctricos y de instrumentación.

**Presupuesto Proyecto de Implementacion de
Planta de Relleno Hidraulico 1200 Tn/día**

Ítem	Descripción de los trabajos	\$ P. Parcial	\$ P. Total
1	INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN		32,425.00
3	OBRAS CIVILES		
3.1	Movimiento de Tierras Masivo	45,050	
3.2	Demoliciones	5,430	
3.3	Tolva de Gruesos	68,323	
3.4	Chancado Secundario	12,081	
3.5	Tolva de Finos	9,514	
4	OBRAS MECÁNICAS		325,313
4.1	Fabricación Estructuras de acero	115,664	
4.2	Montaje Estructuras de acero	39,806	
4.3	Fabricación de equipos	45,573	
4.4	Montaje de equipos fabricados	11,500	
4.5	Tendido de tuberías	29,890	
4.6	Reparación de Equipos Mecánicos	29,000	
4.7	Suministro de Equipos Mecánicos	33,000	
4.8	Montaje de Equipos Mecánicos	20,880	
5	OBRAS ELÉCTRICAS		130,670
5.1	Suministros eléctricos	101,670	
5.2	Instalaciones eléctricas	29,000	
6	OBRAS DE INSTRUMENTACIÓN		21,000
7	ADQUISICIÓN DE EQUIPOS		278,800
8	OTROS		263,870
	Total (US\$)		1,192,477

Presupuesto base resumido (ver detallado Anexo presupuesto del Proyecto)

Tabla 16.

CAPITULO 6

CONSTRUCCIÓN.

La fase de construcción de un proyecto, es parte del ciclo de vida del mismo, así como la fase de factibilidad y diseño, cada fase está compuesta de un inicio y un fin, así como de entregables que son tangibles y verificables, que sirven de base para la siguiente fase, no necesariamente el fin de una fase es el inicio de la siguiente, las fases están vinculadas entre sí, además de traslaparse durante la vida del proyecto, los entregables de las fases del proyecto sirven para determinar si continua a la siguiente fase y detectar y corregir efectivamente errores de costo.

Grupo de Procesos de Ejecución.- son los procesos definidos para completar lo establecido en el plan de gestión del proyecto, implica la coordinación de personas, recursos, integrando la gestión de costos, adquisiciones (logística), aseguramiento de la calidad, gestión de la información es decir la emisión de reportes, solicitud de cambios, estos interactúan con la planificación logrando: actualización del alcance, actualización de costos y cronograma (ver anexo 3).

Grupos de Procesos de Seguimiento y Control.- son los procesos que se encargan de detectar posibles problemas oportunamente y realizar las acciones correctivas, mide el rendimiento del proyecto regularmente para identificar variaciones con respecto al plan de gestión del proyecto y su línea base, verifica el cumplimiento del alcance y las especificaciones del producto, controla los cambios y mide el impacto sobre costos, cronograma y genera las actualizaciones al Plan y Alcance del proyecto (ver anexo 3).

Grupo de Procesos de Cierre.- son los encargados de cerrar un proyecto, es decir verifica el cumplimiento de los entregables, definidos en el alcance de proyecto, por lo tanto se formaliza la entrega y la liquidación.

6.1. Planeamiento.

En la fase de construcción, el planeamiento es el proceso por el cual se define las actividades a partir del alcance definido en el capítulo precedente, se establece secuencia de actividades a y el tiempo de duración de las mismas, es también en esta etapa que el presupuesto sufre actualizaciones debido a una mejor estimación de los costos por actividades que no se habían considerado en el alcance por lo tanto este ultimo también estará sujeto a actualizaciones. Se definen los recursos humanos necesarios para la ejecución, como supervisores de construcción, control de calidad, control de documentos, encargado de adquisiciones, de esta manera se establece el organigrama del proyecto (ver figura 12).

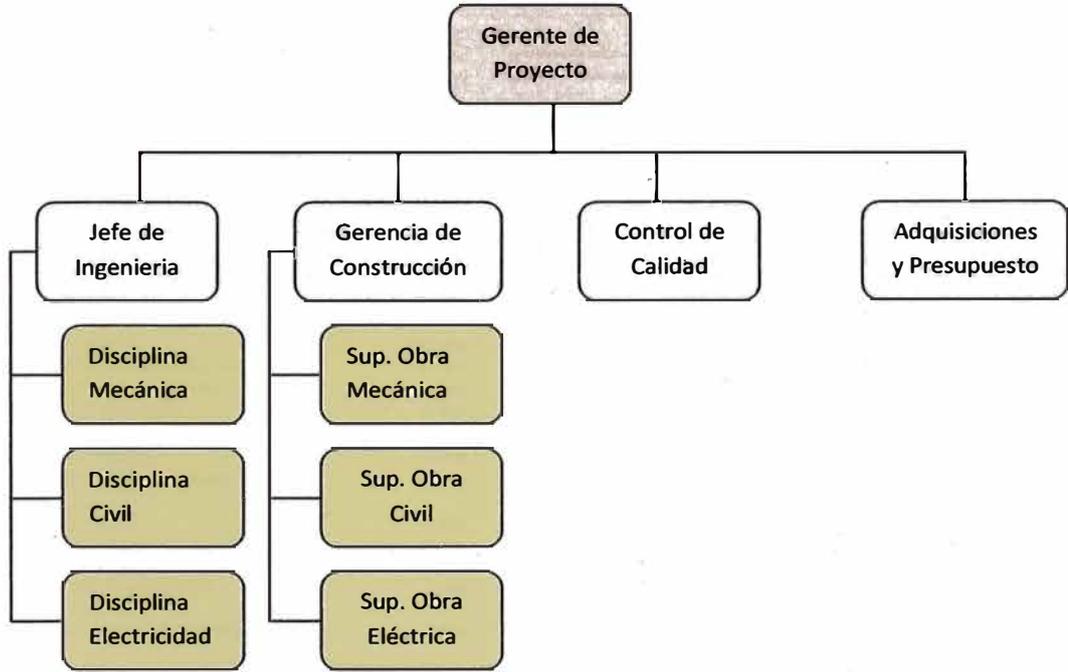


Figura 12.

6.1.1. Cronograma de Ejecución del Proyecto

El cronograma es un entregable del planeamiento, para nuestro caso se elabora a partir de las actividades definidas en el alcance del Capítulo 4; las actividades de construcción de infraestructura comienzan por las obras civiles, seguidas por las mecánicas finalmente por eléctricas y de instrumentación, existen actividades paralelas sobretodo en las de un mismo rubro, pero las mencionadas se traslapan durante su ejecución, se deben tener en cuenta, las adquisiciones, así como ciertas condiciones, como por ejemplo, que en nuestro caso se solicito que la fase de construcción no supere los 5 meses, es en esta fase, donde la experiencia permite definir una secuencia real de actividades y determinar la ruta crítica del proyecto, de tal manera que se pueda poner especial atención por parte de la supervisión en esas actividades.

En la figura 13, se muestra el cronograma resumido de Construcción.

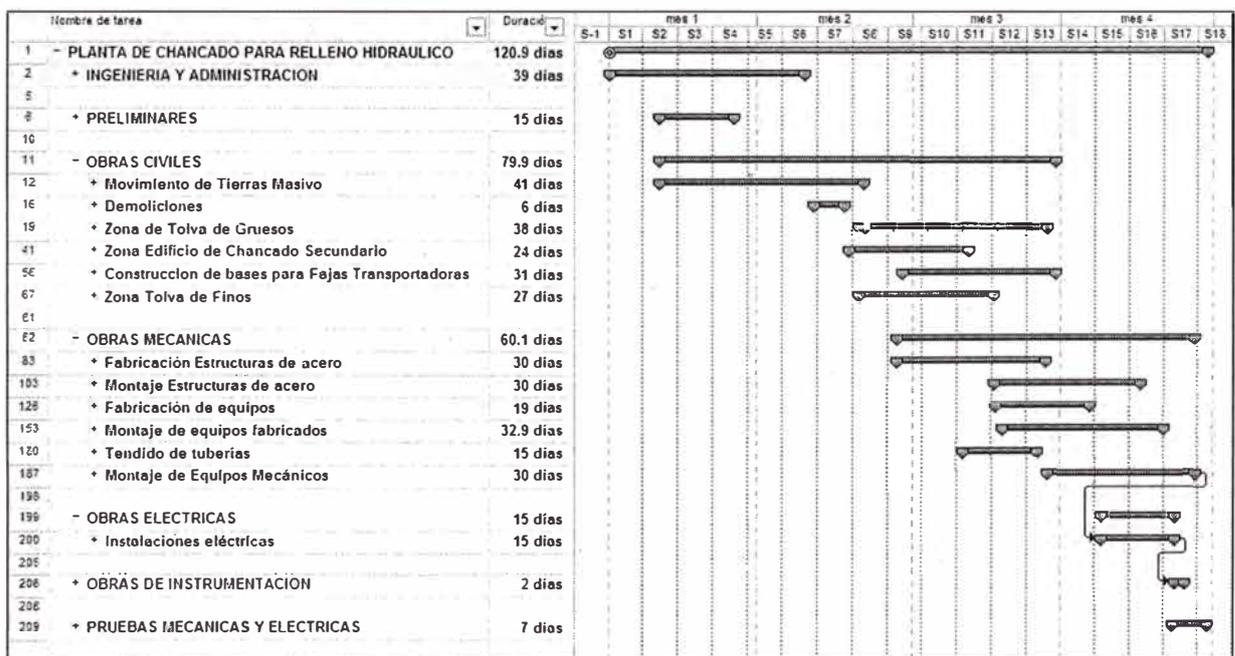


Figura 13.

Según el cronograma mostrado se definió ejecutar la construcción en un plazo de 4 meses de tal manera, que se disponga de un mes para cubrir alguna contingencia que pueda generar retraso.

Los detalles de todas las actividades consideradas, se muestran en el Anexo 6 Cronograma Detallado de Construcción.

6.2. Control logístico.

La logística en un proyecto pertenece a un plan integral, con el objetivo de lograr culminar el proyecto, en el tiempo establecido y con la calidad requerida. Para nuestro caso el alcance del proyecto define las adquisiciones de equipos accesorios, estas adquisiciones se definieron para ser gestionadas por oficina de proyectos, con el propósito que no se vean afectadas por otros costos indirectos en el caso de ser compradas por el contratista, además se aprovecha, el sistema logístico de la mina, sin embargo, se requiere un control por parte de la gestión del proyecto.

El proceso de adquisiciones comienza con la solicitud de cotizaciones, recibidas se somete a una evaluación siguiendo los siguientes criterios.

- El producto ofertado cumple con las especificaciones requeridas definidas en la ingeniería del proyecto.
- El costo del producto está dentro del presupuesto.
- El tiempo en que estará disponible.

El tiempo en que estará disponible el producto requerido, puede hacer que el proyecto se vuelva crítico, por lo tanto serán llamados requerimientos críticos los cuales tendrán una atención especial, para nuestro caso los requerimientos críticos identificados son:

- Forros de acero al manganeso para muelas de chancadora de quijadas 15"x24".
- Arrancador de media tensión de Molino Marcy 6.5x14.
- Sistema de protección de fajas transportadoras como interruptor de parada de emergencia (pull cord), interruptor de velocidad cero.
- Grizzly alimentador vibratorio.

Las fechas de entrega de los suministros críticos deben incluirse en el cronograma, esto permitirá programar las actividades antes y después de su llegada, muchas veces marcan el inicio de la ruta crítica del proyecto.

Las actividades del control logístico, son:

- Establecer penalidades o premios por cumplimiento.
- Seguimiento de pagos de adelantos o pagos contra entrega.
- Seguimiento de cumplimiento (en el caso de fabricaciones).
- Seguimiento de fecha de entrega.
- Verificación de las especificaciones del producto.
- Reportar fechas de entrega (actualiza cronograma).

6.3. Control de calidad.

Las especificaciones técnicas de un proyecto forman parte del alcance del mismo, es decir, proveer lo necesario como suministro e instalación con las características requeridas de tal manera que esta cumpla con la funcionalidad definida, por lo tanto las especificaciones técnicas definen las características mínimas necesarias para que se cumpla el propósito de funcionalidad del diseño y satisfaga la necesidad del proyecto, son estas características productos entregables de la construcción y las que se tienen que supervisar y controlar.

Así mismo el control de calidad apoyado en aseguramiento de la calidad, nos permite prever errores, lo cual nos asegura mantener en tiempo su ejecución. Antes de comenzar el control de calidad debe existir un plan de calidad, en nuestro caso se desarrollo un plan de calidad basado en las especificaciones técnicas del proyecto, adicionalmente la ingeniería desarrollada permite definir la línea base de calidad, es decir los objetivos de calidad del proyecto.

6.3.1. El Plan de Gestión Calidad

Implica que normas de calidad son relevantes para el proyecto, es parte del proceso de planificación integral del proyecto.

El Plan de Gestión de Calidad contempla siguientes aspectos:

- Organización del proyecto.
- Alcance del plan.
- Requisitos de calidad del proyecto (especificaciones técnicas)
- Requerimientos de aseguramiento y control
- Normas y estándares aplicables.
- Puntos de inspección.
- Registro de calidad.
- No conformidades.
- Gestión de acciones correctivas.
- Manipulación, almacenamiento y seguridad.
- Liberación final y entrega.
- Archivo histórico y elaboración del Dossier.

Aunque se ha considerado el Plan de Gestión de Calidad en esta sección, cabe mencionar que este también dará las pautas durante la ejecución y desarrollo de la ingeniería, es decir genera los procedimientos para las revisiones de la ingeniería, el control de los cambios que se generan, así mismos para la revisión del alcance, presupuesto, también se encarga de dar los procedimientos para el registro de los cambios y actualizaciones en los procesos del proyecto. Para nuestro caso, se emiten los documentos para la revisión de la ingeniería, los cuales deben ser revisados por los interesados, estos pueden generar modificaciones, una vez aprobados, se registran los cambios y estos son monitoreados para la generación de actualizaciones en el alcance, cronograma y costos.

Los requerimientos de aseguramiento y control, son las actividades que nos permiten satisfacer los requerimientos de calidad, como son:

- Revisión y cambios de ingeniería.
- Control de compra de materiales e insumos.
- Calibración de equipos de medición.
- Tolerancias dimensionales.
- Controles dimensionales.

- Procedimientos de fabricación (soldadura, tratamientos térmicos, protección superficial).
- Homologación de procedimientos de soldadura.
- Calificación de soldadores.
- Inspecciones.
- Ensayos destructivos y no destructivos.
- Reparaciones.

Las normas y estándares aplicables del proyecto, son detallados en las especificaciones técnicas y establecidos en el plan de calidad como criterios para el control respectivo, las utilizadas en el proyecto son:

- Normas de los Materiales a utilizarse (ASTM, ASME, ITINTEC, de fabricante)
- El material de soldadura estará de acuerdo con el código respectivo. (AWS/ASME SECH–Part D)
- Los procedimientos de soldadura, su homologación y la homologación de soldadores, se realizan de acuerdo al código AWS D.1.1 Estructural Welding Code Steel.
- La técnica de ejecución de los ensayos no destructivos de soldadura estará de acuerdo con el código respectivo (AWS D.1.1 – Estructural Welding Code Steel).
- Las especificaciones para la preparación de superficies y pintura SSPC - SP (Steel Structure Painting Council) volumen 1 y 2.
- Normas para tanques: API 650-1998 (American Petroleum Institute) – API 653–2000.
- Norma para Tuberías y otros equipos:
 - API (American Petroleum Institute)
 - Norma API-1104 (Standard for Welding of and Related Facilities).
 - ANSI (American National Standards Institute) –AWS, relacionadas con procesos de soldadura en general.

- Reglamento Nacional de Construcciones.
- Uniform Building Code, Edición de 1997.
- ACI (American Concrete Institute):
 - ACI 301-89 Specification for Structural Concrete for Buildings
 - ACI 306R-88 Cold Weather Concreting.
 - ACI 318-99 Building Code Requirements for Reinforced Concrete
 - ACI 504R-90 Guide to Sealing Joints in Concrete Structures
- AISC (American Institute for Steel Construction).
- ASTM C309-91 Especificación estándar para componentes de membrana líquida para el curado del concreto.
- ASTM C494-92 Especificación estándar para el agregado de químicos al concreto.

Una vez establecido el plan y los criterios de control basado en las normas aplicables, se supervisan los puntos de control de tal manera que estos cumplan con lo requerido, se registran los puntos de control supervisados y se lleva el control de reparaciones o acciones correctivas.

Para el caso de montaje de equipos se utilizan los manuales del fabricante, los cuales indican las consideraciones y requisitos de instalación, se preparan los protocolos de acuerdo y se hacen las verificaciones respectivas. Como se menciono las actividades críticas deberán tener un especial control de tal manera que pueda prever cualquier extensión de plazo del proyecto y algún impacto no deseado en los costos, este control especial será explicado en la sección siguiente.

6.4. Control de avance.

El cronograma de construcción definido en la sección 5.1, es la entrada o línea base para el control de avance, la ruta crítica del proyecto tendrá un especial control, además de las actividades inherentes a estas como son, adquisiciones de equipos e instrumentos, cables eléctricos, accesorios de fajas transportadoras, etc., así también se pone especial cuidado en el control de calidad de fabricaciones y montajes, así como en las obras civiles, el control de calidad sobre las actividades críticas deberá prever retrasos, verificando además los recursos necesarios para dichas actividades.

La supervisión es la encargada de levantar la información de las actividades que se ejecutan, los cambios aprobados permiten actualizar el alcance así mismo el cronograma de línea base, una herramienta utilizada para la medición de desempeño en el proyecto es la curva "S", donde en un mismo grafico se superponen tanto la curva de línea base y la de rendimiento (performance), de tal manera que se puede comparar el rendimiento respecto del programado, esta curva se actualiza semanalmente, de tal manera que permite identificar las causas de los retrasos presentados.

En el plan de gestión del proyecto se establece las reuniones semanales de coordinación donde participan los involucrados del proyecto, en estas reuniones son presentados el cronograma de avance así como la curva "S" de rendimiento, las reuniones se tocan los siguientes puntos.

- Seguridad y medio ambiente.
- Ingeniería.
- Cronograma.
- Calidad.
- Cambios del proyecto.

Las reuniones permiten integrar diferentes procesos del proyecto, como son Planificación, Ejecución y Control, es decir se definen objetivos y compromisos, se exponen las interferencias y consultas en la parte de ingeniería y calidad, se solicitan los cambios, se definen las acciones correctivas de tal manera que se

mantenga en línea el cronograma, El anexo 7 muestra un ejemplo de acta de coordinación semanal.

Las salidas del control de avance son importantes para el proyecto puesto que generan las actualizaciones del alcance y por lo tanto de los costos y cronograma.

6.5. Control de cambios.

Al igual que el control de Calidad el control de Cambios se realiza desde el comienzo del proyecto, los documentos emitidos como, especificaciones técnicas alcance del trabajo, ingeniería básica, son emisiones que deben ser sometidas a revisiones por parte de los interesados, evaluaciones por parte de expertos, las revisiones suelen ser procesos iterativos, las modificaciones productos de las revisiones son los cambios del proyecto. Los cambios generan actualizaciones al proyecto, tanto en el alcance como en el planeamiento, los costos, calidad, la finalidad de los cambios es obtener un producto final que satisfaga la necesidad y que ha pasado por todas las consideraciones presentadas hasta el final y entrega al proyecto logrando una mejora continua, por lo tanto están debidamente documentados.

En la fase de construcción, se generan cambios que están relacionados con la ingeniería, actividades adicionales en el cronograma, los cambios siempre son generados o solicitados por los involucrados, son detectados en la secuencia de actividades o en el alcance, otras veces los cambios son generados por retrasos en la logística debido a un adquisición crítica, se debe optar por un producto como por ejemplo de fabricación nacional; el sobredimensionado de una estructura de acero, puede ser sometido a un recalcu ya que el perfil estructural definido previamente no es comercial, otro ejemplo seria la no consideración de reforzar una columna de una edificación demolida parcialmente, la inclusión de construcción de cunetas de drenaje pluvial. Por lo tanto los cambios serán debidamente sustentados y evaluando cual es el impacto en el cronograma y en los costos.

Como se vio en la sección anterior las reuniones semanales de coordinación, en estas, se considera como punto de discusión, los cambios, que pueden ser solicitados por cualquier interesado del proyecto, se documenta en las actas de reunión, adicionalmente se formaliza mediante una solicitud debidamente sustentada con la información técnica relevante justificadora, el impacto en los costos y el impacto en el cronograma. El anexo 8 muestra un ejemplo de solicitud de cambio para la fase de construcción.

6.6. Pruebas y puesta en marcha.

Se establece los procedimientos para coordinar las actividades requeridas para verificar y documentar los productos entregables del proyecto, coordinar e interactuar con los interesados para formalizar la aceptación, para nuestro caso se interactúa entre el ejecutor y los responsables de Ingeniería, finalmente los responsables del proyecto realizan la entrega al usuario final que operara la planta de relleno hidráulico.

Previa a las pruebas se realiza la inspección de los trabajos completados, no necesariamente se debe realizar todo al final, dentro de la fase de construcción también existen etapas de cierre como las obras civiles, una vez realizado el control de calidad, se procede a realizar la entrega de estas a los encargados del montaje mecánico, estos últimos verifican la conformidad de obra civil, la entrega parcial de las actividades completadas generalmente tienen la secuencia de las actividades definidas en el cronograma, por lo tanto las entregas parciales tienen la siguiente secuencia:

- Ingeniería de construcción.
- Fabricaciones metalmecánicas.
- Obras civiles.
- Obras de montaje mecánico.
- Obras de montaje eléctrico.
- Obras de instrumentación y control.

El principal requerimiento para la entrega es la conformidad de calidad, las entregas parciales son documentadas de tal manera que quedan registradas su aceptación.

Realizadas las entregas de construcción se procede a las pruebas y puesta en operación, siguiendo la siguiente secuencia:

- Pruebas de energizado de equipos, se verifica las tensiones de llegada a los motores de equipos, así como rotación.
- Pruebas en vacío de los equipos, se verifican las corrientes en vacío, se verifican además el estado de transmisiones, temperatura de lubricación en las partes móviles principalmente en rodamientos, se verifican y corrigen desalineamientos en las fajas transportadoras.
- Pruebas de los sistemas de control y seguridad.
- Pruebas de los equipos conjuntamente con los sistemas de control y seguridad. (se verifican los enclavamientos y lasos de control en caso de fallas).
- Pruebas con carga, se procede de igual manera que en el punto anterior.

Las pruebas con carga se realizan en dos etapas la primera se realiza sobre la zona trituración primaria y secundaria, estas se realizan para verificar las corrientes nominales de los equipos, temperaturas de los apoyos rodantes, temperatura de los sistemas de lubricación así como la presión en el caso de las chancadora cónica, se verifica el desalineamiento de las fajas transportadoras 1 y 2, las pruebas continúan hasta completar la capacidad de la tolva finos, luego se procede a realizar las pruebas con carga de la zona de molienda, de igual manera se verifican las temperaturas de las chumaceras del molino, así como el sistema de lubricación, se calibran la abertura de las descarga de la tolva y la abertura de la compuerta del alimentador al molino (faja 3), de tal manera de tener una regulación constante, se verifica el producto obtenido a la descarga del molino para definir si se incrementan o disminuyen las barras, las pruebas continúan hasta descargar la tolva de gruesos.

Luego de cada parada se realizan las correcciones a las observaciones encontradas como son: alineamiento de las fajas, modificación de puntos de entrega de material (modificación en chutes), apertura de las descargas de las trituradoras de tal manera que obtener el producto deseado, incremento o disminución de contrapeso en eje excéntrico de la zaranda vibratoria. Las pruebas se realizan hasta en 4 oportunidades, hasta corregir todas las observaciones presentadas. Las pruebas se realizan conjuntamente con una comisión de pruebas que son los operadores futuros de planta, previo a las pruebas se establece el plan para la secuencia de las pruebas, se imparten charlas con referencia al manejo de los equipos, la comisión también está conformada por personal de mantenimiento mecánico y eléctrico, de tal manera que también tomen conocimiento de la nueva instalación, se considera de importancia debido al aporte en identificación de observaciones esto debido a la experiencia en la planta existente, las charlas impartidas con respecto al manejo de los equipos como: Chancadoras, Grizzly alimentador, sistema de lazo y control, son impartidas por los técnicos representantes de los equipos, además son ellos los encargados en calibrar los equipos durante las pruebas.

Las regulaciones se van dando constantemente hasta llegar a un punto óptimo de operación y hasta que los operadores se familiaricen con el nuevo sistema. Las pruebas (protocolos) llevan un registro de inicio y fin el cual incluye, los datos relevantes de las pruebas así como las observaciones presentadas, en las consecutivas se hace referencia a las observaciones levantadas, la aceptación final, lleva la firma del usuario de la planta así como de los involucrados directos.

Terminadas las pruebas se considera oficialmente que la planta entra en operación, sin embargo se asigna una comisión, encargada de monitorear la nueva instalación, el tiempo establecido para el monitoreo se establece en 2 semanas.

La entrega final, está definido con la elaboración de un expediente el cual será entregado al usuario final, dicho expediente incluirá lo siguiente:

- Planos como construidos (As Built) del Proyecto.
- Manuales de los equipos.
- Certificados de garantía de los equipos.
- Certificados de garantía de construcción.
- Manual de operación del sistema integral.
- Listado de representantes de los equipos adquiridos.
- Protocolos de pruebas aceptados.
- Acta de recepción del proyecto.

El acta de recepción del proyecto se firma por el usuario final y la gerencia del proyecto, dando por aceptado y entregado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una mejor molienda mejora la recuperación de concentrado, pero reduce la disponibilidad de relleno hidráulico.

- Se recomienda llegar al equilibrio entre el relleno hidráulico requerido y la recuperación de concentrado de mineral.

Los productos obtenidos en el clasificador (hidrociclón D-20), aun contiene un porcentaje de partículas mayores a malla 200, un clasificador adicional en el sobre flujo (over flow) mejora la disponibilidad de relleno hidráulico.

- Se recomienda verificar que porcentaje de partículas mayores a malla 200 se puede recuperar, el fabricante de hidrociclones pueden colaborar a definirlo

El Molino Marcy 6.5 x 14, es un equipo que es aprovechado en la planta de relleno hidráulico, un recalcado de la capacidad, da como resultado que el producto que se obtiene es de un tamaño superior al requerido, por lo que se puede considerar crítico.

- Se recomienda realizar un cambio en el circuito, proponiéndose enviar el underflow, tanto al molino primario y al secundario, de tal manera que actúen como una remolienda.

Las capacidades de las Cribas o Zarandas vibratorias, así como los porcentajes de clasificación, son difíciles de determinar, ya que intervienen diversos factores, sin embargo para la selección de los trituradores dependientes de estas Cribas, se debe escoger el valor conservador.

- Se recomienda Realizar un ensayo granulométrico con cribas estáticas.

- Usar como referencia las cribas en este caso de la planta concentradora.

El desarrollo del presupuesto implica definir el detalle del alcance, sin embargo la ingeniería básica con la que se desarrolla el alcance tiene un grado de incertidumbre.

- Se recomienda adicionar un porcentaje de contingencia sobre los rubros que no se encuentran detallados.

El aseguramiento de la calidad, promueve las revisiones del proyecto por parte de los interesados, generando actualizaciones del alcance.

- Realizar el aseguramiento de la calidad desde el desarrollo del alcance inicial y durante la evolución, esto permitirá reducir el grado de incertidumbre.

Bibliografía.

Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos (PMBOK, Project Management Body of Knowledge), 3ra edición.

Belt Conveyors bulk Materials, (CEMA Conveyer Equipment Manufacturers Association), 5ta edición.

Manual de Entrenamiento en Concentración de Minerales, Servicio Nacional de Geología y Técnico de Minas, Autores, Edgar Alcalá Cruz, Alfredo Flores Corrales y Arturo Beltrán Alfonso.

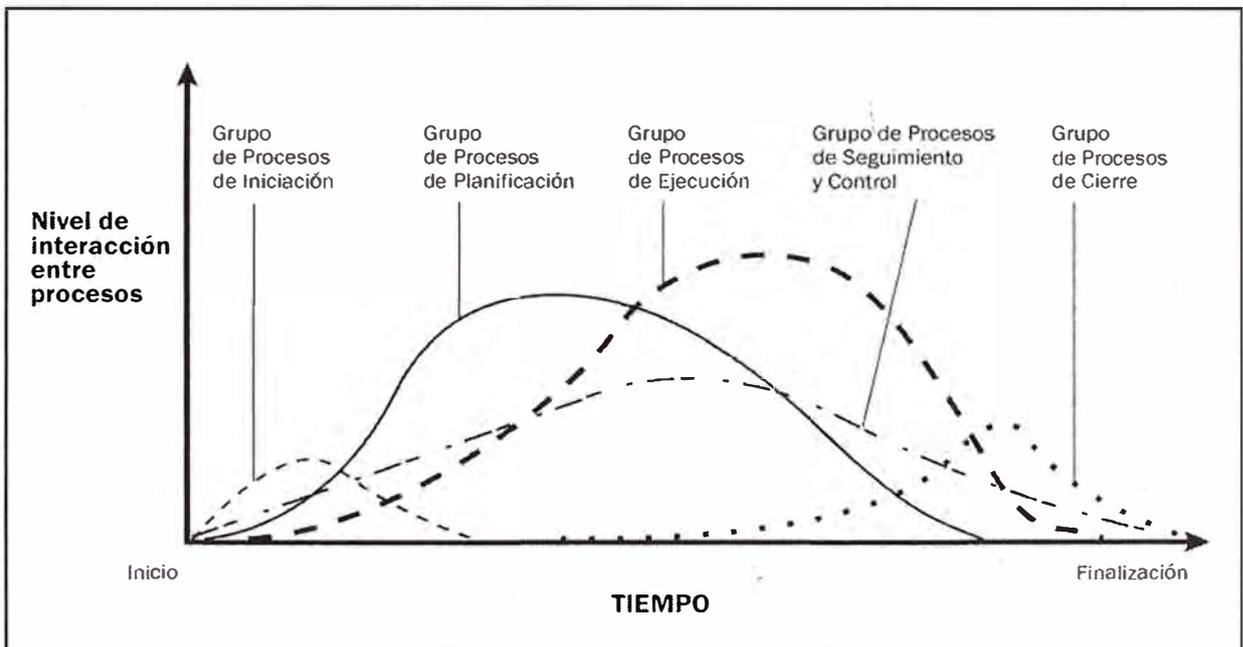
Manual de Selección de Bombas de Pulpa, Warman Pumps, 1998.

Gestión Financiera, Programa de especialización en Gestión Estratégica, Universidad del Pacífico, Expositor Dagoberto Díaz, enero 2008.

Anexos

Anexo 1

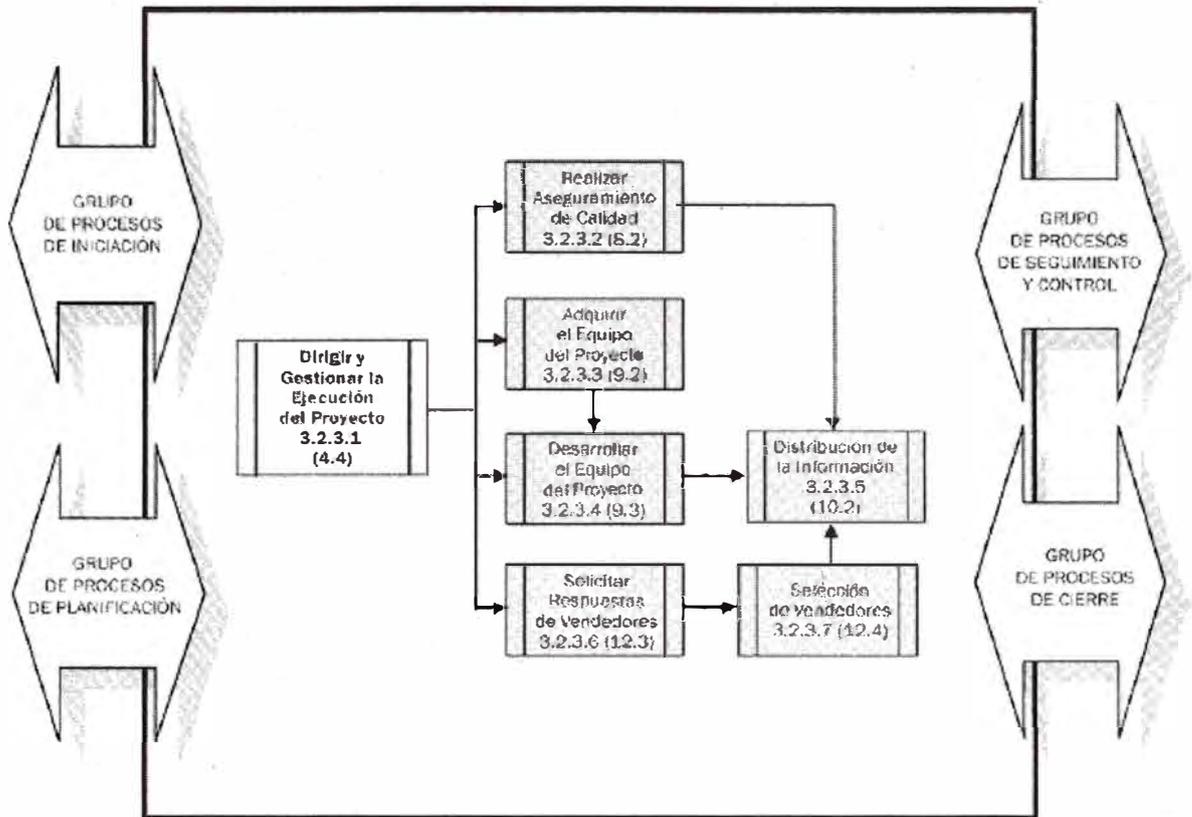
Ciclo de vida de un Proyecto



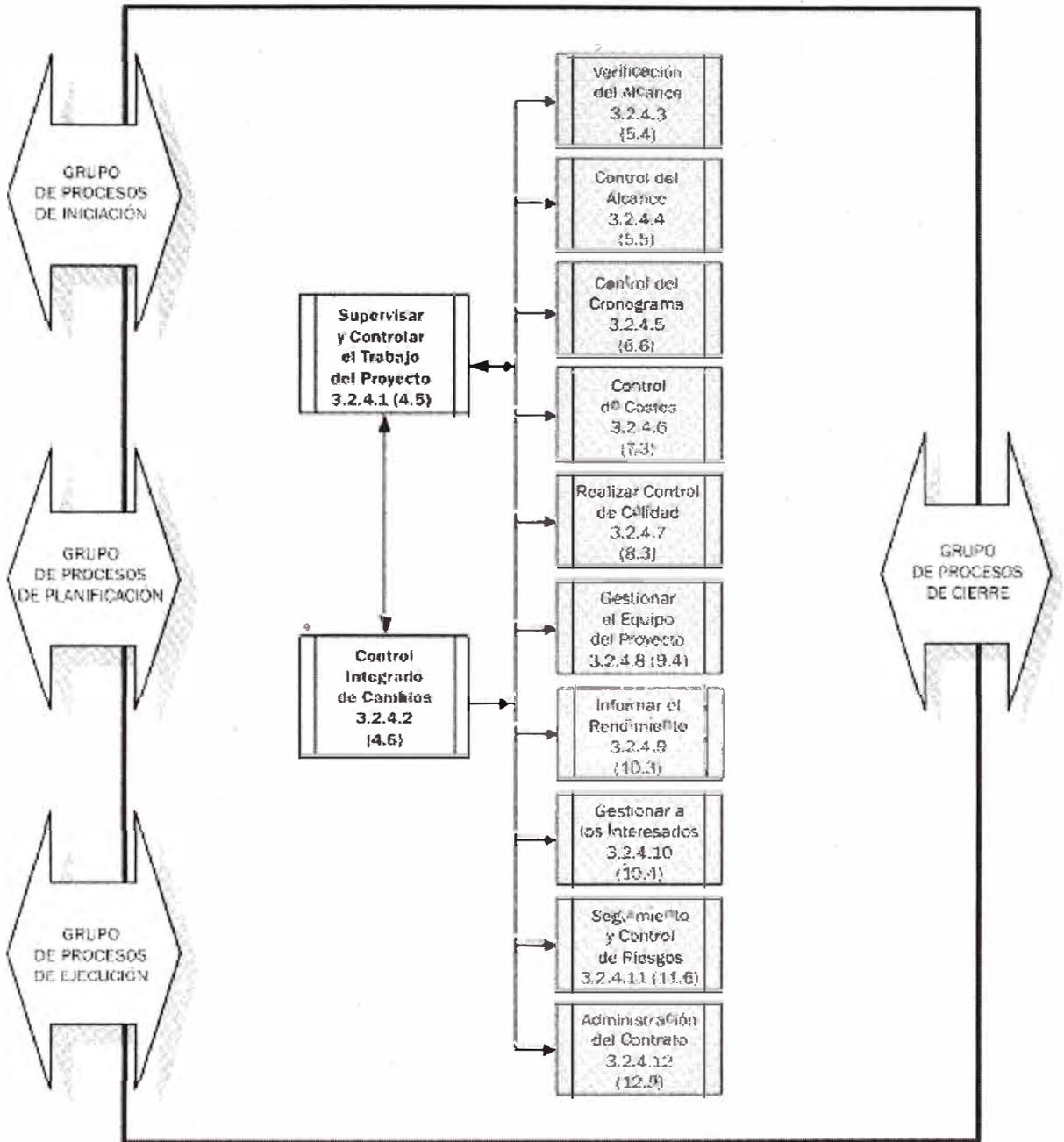
Anexo 2

Grupos de Procesos de dirección de proyectos y áreas de conocimiento

Procesos de un Área de Conocimiento	Grupos de Procesos de Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Iniciación	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Seguimiento y Control	Grupo de Procesos de Cierre
4. Gestión de la Integración del Proyecto	Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto 3.2.1.1 (4.1) Desarrollar el Enunciado del Alcance del Proyecto Preliminar 3.2.1.2 (4.2)	Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto 3.2.2.1 (4.3)	Dirigir y Gestionar la Ejecución del Proyecto 3.2.3.1(4.4)	Supervisar y Controlar el Trabajo del Proyecto 3.2.4.1 (4.5) Control Integrado de Cambios 3.2.4.2 (4.6)	Cerrar Proyecto 3.2.5.1 (4.7)
5. Gestión del Alcance del Proyecto		Planificación del Alcance 3.2.2.2 (5.1) Definición del Alcance 3.2.2.3 (5.2) Crear EDI 3.2.2.4 (5.3)		Verificación del Alcance 3.2.4.3 (5.4) Control del Alcance 3.2.4.4 (5.5)	
6. Gestión del Tiempo del Proyecto		Definición de las Actividades 3.2.2.5 (6.1) Establecimiento de la Secuencia de las Actividades 3.2.2.6 (6.2) Estimación de Recursos de las Actividades 3.2.2.7 (6.3) Estimación de la Duración de las Actividades 3.2.2.8 (6.4) Desarrollo del Cronograma 3.2.2.9 (6.5)		Control del Cronograma 3.2.4.5(6.6)	
7. Gestión de los Costes del Proyecto		Estimación de Costes 3.2.2.10 (7.1) Preparación del Presupuesto de Costes 3.2.2.11 (7.2)		Control de Costes 3.2.4.6 (7.3)	
8. Gestión de la Calidad del Proyecto		Planificación de Calidad 3.2.2.12 (8.1)	Realizar Aseguramiento de Calidad 3.2.3.2 (8.2)	Realizar Control de Calidad 3.2.4.7 (8.3)	
9. Gestión de los Recursos Humanos del Proyecto		Planificación de los Recursos Humanos 3.2.2.13 (9.1)	Adquirir el Equipo del Proyecto 3.2.3.3 (9.2) Desarrollar el Equipo del Proyecto 3.2.3.4 (9.3)	Gestionar el Equipo del Proyecto 3.2.4.8 (9.4)	
10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto		Planificación de las Comunicaciones 3.2.2.14 (10.1)	Distribución de la Información 3.2.3.5 (10.2)	Informar el Rendimiento 3.2.4.9 (10.3) Gestionar a los Interesados 3.2.4.10 (10.4)	
11. Gestión de los Riesgos del Proyecto		Planificación de la Gestión de Riesgos 3.2.2.15 (11.1) Identificación de Riesgos 3.2.2.16 (11.2) Análisis Cualitativo de Riesgos 3.2.2.17 (11.3) Análisis Cuantitativo de Riesgos 3.2.2.18 (11.4) Planificación de la Respuesta a los Riesgos 3.2.2.19 (11.5)		Seguimiento y Control de Riesgos 3.2.4.11 (11.6)	
12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto		Planificar las Compras y Adquisiciones 3.2.2.20 (12.1) Planificar la Contratación 3.2.2.21 (12.2)	Solicitar Respuestas de Vendedores 3.2.3.6 (12.3) Selección de Vendedores 3.2.3.7 (12.4)	Administración del Contrato 3.2.4.12 (12.5)	Cierre del Contrato 3.2.5.2 (12.6)



Grupos de proceso de Ejecución.



Grupos de procesos de Control.

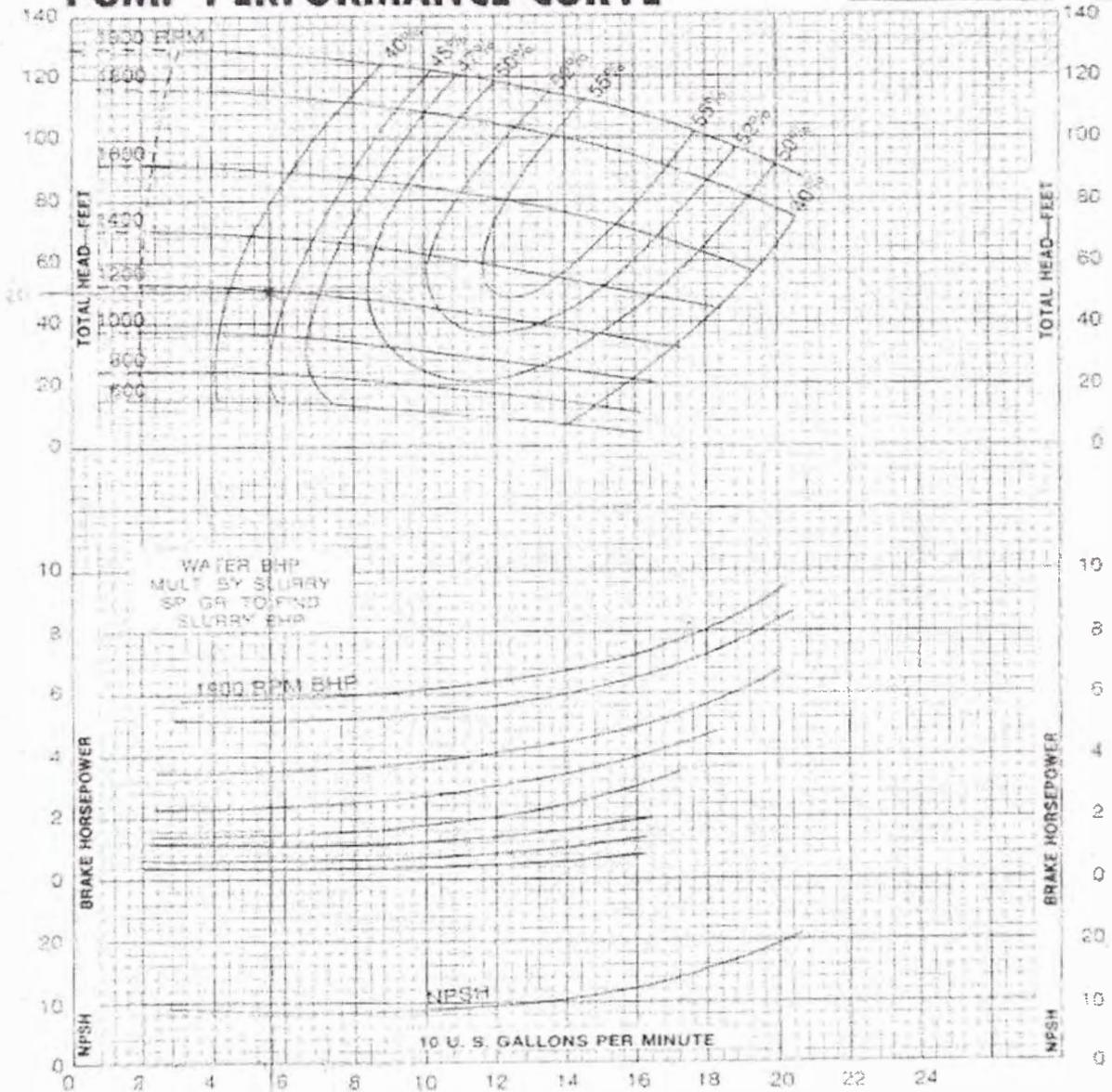
Anexo 4

Curva Bomba Denver SRL 2 1/2" x 2"



SIZE: 2 1/2 X 2 X 10
 FRAME: ONE
 IMPELLER: AO 1000
 MAXIMUM SOLIDS 3/4" DIA.
 EYE AREA:
 DATE: DEC. 25, 1974

PUMP PERFORMANCE CURVE



Anexo 5

Presupuesto detallado

Item	Descripción de los trabajos	Unid	Metrado	\$ P. Unit.	\$ P. Parcial	\$ P. Total
1	INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN					32,425.00
1.1	Control del proyecto	Glb.	1	12,000.00	12,000	
1.2	Revisión de ingeniería (Huarón)	Glb.	1	4,000.00	4,000	
1.3	Supervisión de obra	Glb.	1	10,000.00	10,000	
1.4	Complementar ingeniería básica (terceros)	Glb.	1	2,525.00	2,525	
1.5	Ingeniería de detalle (terceros)	Glb.	1	3,900.00	3,900	
3	OBRAS CIVILES					
3.1	Movimiento de Tierras Masivo					45,050
3.1.1	Excavación en material suelto	m3	2500	7.73	19,325	
3.1.2	Excavaciones en roca dura con explosivos	m3	500	14.27	7,135	
3.1.3	Eliminación de desmonte	m3/km	3575	5.2	18,590	
3.2	Demoliciones					5,430
3.2.1	Demolición de concreto existente	m3	50	86.19	4,310	
3.2.2	Demolición de muro de albañilería	m2	80	14.01	1,121	
3.3	Tolva de Gruesos					68,323
3.3.1	Excavación en terreno compactado para cimentación	m3	15	8.83	132	
3.1.2	Excavaciones en roca dura con explosivos	m3	5	14.27	71	
3.3.2	Eliminación de desmonte	m3	24.25	5.2	126	
3.3.3	Solados f'c=100 kg/cm2	m3	5	7.66	38	
3.3.4	Encofrado	m2	900	12.96	11,664	
3.3.5	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	250	108.3	27,075	
3.3.6	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg.	19000	1.19	22,610	
3.3.7	Relleno compactado	m3	600	10.46	6,276	
3.3.8	Insertos de Acero	kg.	150	2.2	330	
3.4	Chancado Secundario					12,081
3.4.1	Excavación para cimentación de muros de edificio	m3	20	8.83	177	
3.4.2	Excavación para cimentación de chancadora y zaranda	m3	25	8.83	221	
3.4.3	Excavación para cimentación de apoyos de transportadores de faja	m3	15	8.83	132	
3.4.4	Eliminación de desmonte	m3	69	5.2	359	
3.4.5	Solados f'c=100 kg/cm2	m3	5	7.66	38	
3.4.6	Encofrado muros de edificio	m2	120	12.96	1,555	
3.4.7	Concreto f'c=210 kg/cm2 muros de edificio	m3	10	108.3	1,083	
3.4.8	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg.	700	1.19	833	
3.4.9	Encofrado bases de chancadora y zaranda	m2	85	12.96	1,102	
3.4.10	Concreto f'c=210 kg/cm2 bases de chancadora y zaranda	m3	7	108.3	758	
3.4.11	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg.	525	1.19	625	
3.4.12	Encofrado apoyos de transportadores de faja	m2	20	12.96	259	
3.4.13	Concreto f'c=210 kg/cm2 apoyos de transportadores de faja	m3	10	108.3	1,083	
3.4.14	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg.	750	1.19	893	
3.4.15	Concreto f'c=210 kg/cm2 loza de piso	m3	15	108.3	1,625	
3.4.16	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg.	1125	1.19	1,339	
3.5	Tolva de Finos					9,514
3.5.1	Excavación para cimentación de tolva	m3	40	8.83	353	
3.5.2	Excavación canal para transportador de faja	m3	46	8.83	406	
3.5.3	Eliminación de desmonte	m3	110.4	5.2	574	
3.5.4	Solados f'c=100 kg/cm2	m3	5	7.66	38	
3.5.5	Encofrado cimentación de tolva	m2	35	12.96	454	
3.5.6	Concreto f'c=210 kg/cm2 cimentación de tolva	m3	12	108.3	1,300	
3.5.7	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg.	900	1.19	1,071	

Item	Descripción de los trabajos	Unid	Metrado	\$ P. Unit.	\$ P. Parcial	\$ P. Total
3.5.8	Concreto f'c=210 kg/cm2 loza de piso zona tolva	m3	4	108.3	433	
3.5.9	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg.	300	1.19	357	
3.5.10	Encofrado canal para transportador de faja	m2	75	12.96	972	
3.5.11	Concreto f'c=210 kg/cm2 canal para transportador de faja	m3	18	108.3	1,949	
3.5.12	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg.	1350	1.19	1,607	
4	OBRAS MECÁNICAS					
4.1	Fabricación Estructuras de acero					115,664
4.1.1	Estructura soporte cobertura tolva de gruesos	kg.	2500	1.96	4,900	
4.1.2	Parrilla tolva de gruesos (palanquilla 4" x 4")	kg.	13500	1.68	22,680	
4.1.3	Estructura plataforma de servicios chancado primario	kg.	1000	2.03	2,030	
4.1.4	Plataformas, barandas y escaleras	kg.	1200	2.09	2,508	
4.1.5	Grating	kg.	300	2.39	717	
4.1.6	Estructura soporte edificio chancado secundario	kg.	14500	1.96	28,420	
4.1.7	Estructura soporte y puente grúa	kg.	3280	1.96	6,429	
4.1.8	Estructura soporte zaranda vibratoria y plataforma de servicio	kg.	2600	2.03	5,278	
4.1.9	Plataformas, barandas y escaleras	kg.	1000	2.09	2,090	
4.1.10	Grating	kg.	325	2.39	777	
4.1.11	Estructura soporte tolva de finos	kg.	2200	1.96	4,312	
4.1.12	Estructura techo tolva de finos	kg.	1200	1.96	2,352	
4.1.13	Bastidor transportador de faja N° 1	kg.	3100	2.46	7,626	
4.1.14	Plataformas, barandas y escaleras	kg.	2300	2.09	4,807	
4.1.15	Grating	kg.	850	2.39	2,032	
4.1.16	Bastidor transportador de faja N° 2	kg.	3900	1.46	5,694	
4.1.17	Plataformas, barandas y escaleras	kg.	2500	2.09	5,225	
4.1.18	Grating	kg.	1200	2.39	2,868	
4.1.19	Bastidor alimentador de faja	kg.	2000	2.46	4,920	
4.2	Montaje Estructuras de acero					39,806
4.2.1	Estructura soporte cobertura tolva de gruesos	kg.	2500	0.47	1,175	
4.2.2	Parrilla tolva de gruesos (palanquilla 4" x 4")	kg.	13500	0.64	8,640	
4.2.3	Estructura plataforma de servicios chancado primario	kg.	1000	0.47	470	
4.2.4	Plataformas, barandas y escaleras	kg.	1200	0.44	528	
4.2.5	Grating	kg.	300	0.36	108	
4.2.6	Estructura soporte edificio chancado secundario	kg.	14500	0.47	6,815	
4.2.7	Estructura soporte y puente grúa	kg.	3280	0.47	1,542	
4.2.8	Estructura soporte zaranda vibratoria y plataforma de servicio	kg.	2600	0.47	1,222	
4.2.9	Plataformas, barandas y escaleras	kg.	1000	0.44	440	
4.2.10	Grating	kg.	325	0.36	117	
4.2.11	Estructura soporte tolva de finos	kg.	2200	0.47	1,034	
4.2.12	Estructura techo tolva de finos	kg.	1200	0.47	564	
4.2.13	Bastidor transportador de faja N° 1	kg.	3100	0.47	1,457	
4.2.14	Plataformas, barandas y escaleras	kg.	2300	0.44	1,012	
4.2.15	Grating	kg.	850	0.36	306	
4.2.16	Bastidor transportador de faja N° 2	kg.	3900	0.47	1,833	
4.2.17	Plataformas, barandas y escaleras	kg.	2500	0.44	1,100	
4.2.18	Grating	kg.	1200	0.36	432	
4.2.19	Bastidor alimentador de faja	kg.	2000	0.47	940	
4.2.20	Cobertura tolva de gruesos TR-4 de 0.4mm	m2	175	17	2,975	
4.2.21	Cobertura edificio chancado secundario TR-4 de 0.4mm	m2	345	18.5	6,383	
4.2.22	Cobertura techo tolva de finos TR-4 de 0.4mm	m2	42	17	714	

Item	Descripción de los trabajos	Unid	Metrado	\$ P. Unit.	\$ P. Parcial	\$ P. Total
4.3	Fabricación de equipos					45,573
4.3.1	Compuerta de barras tolva de gruesos	kg.	400	3.48	1,392	
4.3.2	Chute carga chancadora de quiijadas	kg.	300	2.02	606	
4.3.3	Forros en plancha T1	kg.	500	4.04	2,020	
4.3.4	Chute descarga chancadora de quiijadas	kg.	200	2.02	404	
4.3.5	Forros en plancha T1	kg.	300	4.04	1,212	
4.3.6	Chute de finos grizzly alimentador vibratorio	kg.	500	2.02	1,010	
4.3.7	Forros en plancha T1	kg.	500	4.04	2,020	
4.3.8	Faldón de carga transportador de faja N° 1	kg.	300	2.92	876	
4.3.9	Chute descarga transportador de faja N° 1	kg.	450	2.02	909	
4.3.10	Forros en plancha T1	kg.	600	4.04	2,424	
4.3.11	Chute de finos zaranda vibratoria	kg.	700	2.02	1,414	
4.3.12	Forros en plancha T1	kg.	400	4.04	1,616	
4.3.13	Chute carga chancadora cónica	kg.	200	2.02	404	
4.3.14	Forros en plancha T1	kg.	250	4.04	1,010	
4.3.15	Chute descarga chancadora cónica	kg.	200	2.02	404	
4.3.16	Forros en plancha T1	kg.	200	4.04	808	
4.3.17	Faldón de carga transportador de faja N° 2	kg.	400	2.92	1,168	
4.3.18	Chute descarga transportador de faja N° 2	kg.	450	2.02	909	
4.3.19	Forros en plancha T1	kg.	300	4.04	1,212	
4.3.20	Tolva de finos	kg.	7000	1.79	12,530	
4.3.21	Compuerta de barras tolva de finos	kg.	400	3.48	1,392	
4.3.22	Faldón corrido alimentador de faja	kg.	500	2.92	1,460	
4.3.23	Chute descarga alimentador de faja	kg.	450	2.02	909	
4.3.24	Forros en plancha T1	kg.	300	4.04	1,212	
4.3.25	Spout feeder	kg.	1200	2.75	3,300	
4.3.26	Caja de bomba	kg.	800	3.69	2,952	
4.4	Montaje de equipos fabricados					11,500
4.4.1	Compuerta de barras tolva de gruesos	kg.	400	0.6	240	
4.4.2	Chute carga chancadora de quiijadas	kg.	300	0.51	153	
4.4.3	Forros en plancha T1	kg.	500	0.51	255	
4.4.4	Chute descarga chancadora de quiijadas	kg.	200	0.51	102	
4.4.5	Forros en plancha T1	kg.	300	0.51	153	
4.4.6	Chute de finos grizzly alimentador vibratorio	kg.	500	0.51	255	
4.4.7	Forros en plancha T1	kg.	500	0.51	255	
4.4.8	Faldón de carga transportador de faja N° 1	kg.	300	0.51	153	
4.4.9	Chute descarga transportador de faja N° 1	kg.	450	0.51	230	
4.4.10	Forros en plancha T1	kg.	600	0.51	306	
4.4.11	Chute de finos zaranda vibratoria	kg.	700	0.51	357	
4.4.12	Forros en plancha T1	kg.	400	0.51	204	
4.4.13	Chute carga chancadora cónica	kg.	200	0.51	102	
4.4.14	Forros en plancha T1	kg.	250	0.51	128	
4.4.15	Chute descarga chancadora cónica	kg.	200	0.51	102	
4.4.16	Forros en plancha T1	kg.	200	0.51	102	
4.4.17	Faldón de carga transportador de faja N° 2	kg.	400	0.51	204	
4.4.18	Chute descarga transportador de faja N° 2	kg.	450	0.51	230	
4.4.19	Forros en plancha T1	kg.	300	0.51	153	
4.4.20	Tolva de finos	kg.	7000	0.82	5,740	
4.4.21	Compuerta de barras tolva de finos	kg.	400	0.6	240	
4.4.22	Faldón de carga alimentador de faja	kg.	500	0.51	255	
4.4.23	Chute descarga alimentador de faja	kg.	450	0.51	230	
4.4.24	Forros en plancha T1	kg.	300	0.51	153	
4.4.25	Spout feeder	kg.	1200	0.6	720	
4.4.26	Caja de bomba	kg.	800	0.6	480	

Item	Descripción de los trabajos	Unid	Metrado	\$ P. Unit.	\$ P. Parcial	\$ P. Total
4.5	Tendido de tuberías					29,890
4.5.1	Suministro habilitación de tubería de acero Ø5"	m	350	35	12,250	
4.5.2	Suministro instalación accesorios tubería de acero	Glb.	1	3,000.00	3,000	
4.5.3	Tendido tubería de acero	m	350	12	4,200	
4.5.4	Suministro tubería y accesorios HDPE	m	300	18.8	5,640	
4.5.5	Termofusión tubería HDPE	Glb.	1	3,000.00	3,000	
4.5.6	Tendido tubería HDPE	m	300	6	1,800	
4.6	Reparación de Equipos Mecánicos					29,000
4.6.1	Reparación chancadora de quijadas 15' x 24'	Glb.	1	8,000.00	8,000	
4.6.2	Revisión, rehabilitación de molino 6.5' x 14'	Glb.	1	15,000.00	15,000	
4.6.3	Reparación Zaranda Vibratoria 4' x 8'	Glb.	1	6,000.00	6,000	
4.7	Suministro de Equipos Mecánicos					33,000
4.7.1	Accesorios transportador de faja N° 1	Glb.	1	11,000.00	11,000	
4.7.2	Accesorios transportador de faja N° 2	Glb.	1	13,000.00	13,000	
4.7.3	Accesorios alimentador de faja	Glb.	1	9,000.00	9,000	
4.8	Montaje de Equipos Mecánicos					20,880
4.8.1	Grizzly alimentador vibratorio	Unid.	1	1,815.00	1,815	
4.8.2	Chancadora de quijadas 15" x 24"	Unid.	1	2,715.00	2,715	
4.8.3	Accesorios transportador de faja N° 1	Glb.	1	2,050.00	2,050	
4.8.4	Accesorios puente grúa	Glb.	1	1,700.00	1,700	
4.8.5	Chancadora cónica 3' estándar	Unid.	1	3,800.00	3,800	
4.8.6	Zaranda vibratoria 4' x 8'	Unid.	1	1,500.00	1,500	
4.8.7	Detector de metales	Unid.	1	450	450	
4.8.8	Accesorios transportador de faja N° 2	Glb.	1	2,600.00	2,600	
4.8.9	Accesorios alimentador de faja	Glb.	1	2,000.00	2,000	
4.8.10	Bombas centrifugas 2 1/2" x 2"	Unid.	1	750	750	
5	OBRAS ELÉCTRICAS					
5.1	Suministros eléctricos					101,670
5.1.1	Motor 100 HP para chancadora de quijadas	Unid.	2	9,000.00	18,000	
5.1.2	Motor 20 HP para grizzly vibratorio	Unid.	1	3,500.00	3,500	
5.1.3	Motor 10 HP para transportadores de faja	Unid.	3	2,000.00	6,000	
5.1.4	Motor 30 HP para zaranda vibratoria	Unid.	1	4,000.00	4,000	
5.1.5	Cable N2XSEY 3x70 mm2 - 8.7 / 15 KV	m	300	38	11,400	
5.1.6	Cable NYY 185 mm2 - 0.6 / 1.0 KV	m	300	58	17,400	
5.1.7	Cable NYY 120 mm2 - 0.6 / 1.0 KV	m	300	43	12,900	
5.1.8	Cable Biplastoflex trifásico calibre 3 x 4 AWG	m	200	12	2,400	
5.1.9	Cable Biplastoflex trifásico calibre 3 x 6 AWG	m	400	8	3,200	
5.1.10	Cable Biplastoflex trifásico calibre 3 x 8 AWG	m	200	6	1,200	
5.1.11	Cable Biplastoflex trifásico calibre 3 x 14 AWG	m	300	2	600	
5.1.12	Bandeja portacable 400 mm	m	250	30	7,500	
5.1.13	Bandeja portacable 200 mm	m	120	27	3,240	
5.1.14	Tubería conduit Ø 1.1/2"	m	100	6.5	650	
5.1.15	Tubería conduit Ø 1"	m	100	3.5	350	
5.1.16	Tubería conduit Ø 1/2"	m	200	2	400	
5.1.17	Accesorios y ferretería	Glb.	1	5,000.00	5,000	
5.1.18	Banderinas de seguridad para transportadores de faja	Unid.	6	520	3,120	
5.1.19	Luminarias y accesorios	Unid.	30	27	810	
5.2	Instalaciones eléctricas					29,000
5.2.1	Acometida a cuartos de control	Glb.	1	5,000.00	5,000	
5.2.2	Montaje de CCM media tensión	Glb.	1	5,000.00	5,000	
5.2.3	Montaje de CCM baja tensión	Glb.	1	4,000.00	4,000	
5.2.4	Alimentación a equipos	Glb.	1	12,000.00	12,000	

Item	Descripción de los trabajos	Unid	Metrado	\$ P. Unit.	\$ P. Parcial	\$ P. Total
5.2.5	Instalación de puesta a tierra	Glb.	1	3,000.00	3,000	
6	OBRAS DE INSTRUMENTACIÓN					21,000
6.1	Suministro de instrumentos	Glb.	1	15,000.00	15,000	
6.2	Instalación de instrumentos	Glb.	1	6,000.00	6,000	
7	ADQUISICIÓN DE EQUIPOS					278,800
	Celda de salida en media tensión	Unid.	1	25,000.00	25,000	
	Arrancador en media tensión	Unid.	1	40,000.00	40,000	
	CCM motores planta	Unid.	1	25,000.00	25,000	
	Grizzly alimentador vibratorio 4' x 8'	Unid.	1	54,000.00	54,000	
	Chancadora cónica 3' estándar	Unid.	1	73,800.00	73,800	
	Detector de metales	Unid.	1	5,500.00	5,500	
	Bomba de lodos	Unid.	1	8,500.00	8,500.00	
	Polipasto y accesorios puente grúa	Unid.	1	30,000.00	30,000	
8	OTROS					263,870
	Gastos generales	Glb.	1	79,935.00	79,935	
	Utilidad	Glb.	468,636	8.00%	37,491	
	Contingencia	Glb.	1,046,032	14%	146,444	
	Total (\$)					1,192,477

Anexo 6

Cronograma detallado de Ejecución del proyecto.

Anexo 7

Acta de reunión de coordinación de proyecto

Pan American Silver 	ACTA DE REUNION	FECHA: 13-01-2010
Interno x Contrato	Contratista: Nombre del contratista. Representantes del contratista PASSAC: Representantes del cliente.	
Proyecto: Nueva Planta de Relleno Hidráulico		
N° CAR: 07-021		
<p><u>SEGURIDAD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Se nombran las observaciones de seguridad, más relevantes (condiciones sub estándar, mejoras en los controles, coordinaciones de inspecciones y otros) y se compromete al contratista a levantarlas. <p><u>CONSTRUCCION</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Se da a conocer inconvenientes en la construcción, ya sea por suministro de materiales, diseño, equipos y procedimientos, se llega a acuerdos para superar los inconvenientes. <p><u>CRONOGRAMA</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Se da a conocer el avance de los trabajos de acuerdo al cronograma base, se llega a acuerdos para poner el proyecto en su curso, estos acuerdos pueden ser, incremento de personal, extender las horas de trabajo, hacer un seguimiento estricto a la logística y otros. <p><u>CALIDAD</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Se hace seguimiento, al proceso de control de calidad, se exige el cumplimiento del plan establecido en el contrato, se somete a discusión, algunos inconvenientes y establecen procedimientos para lograr los incumplimientos. <p><u>CAMBIOS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Se exponen los cambios del proyecto sustentando adecuadamente el motivo, estos pueden ser de diseño, calidad, cronograma, suministros u otros, se debe establecer, el impacto en el proyecto asociado a costos y cronograma. <p><u>OTROS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Se tratan temas como, seguridad interna, campamento, pagos, etc. 		
Supervisión Proyectos	Contratista	

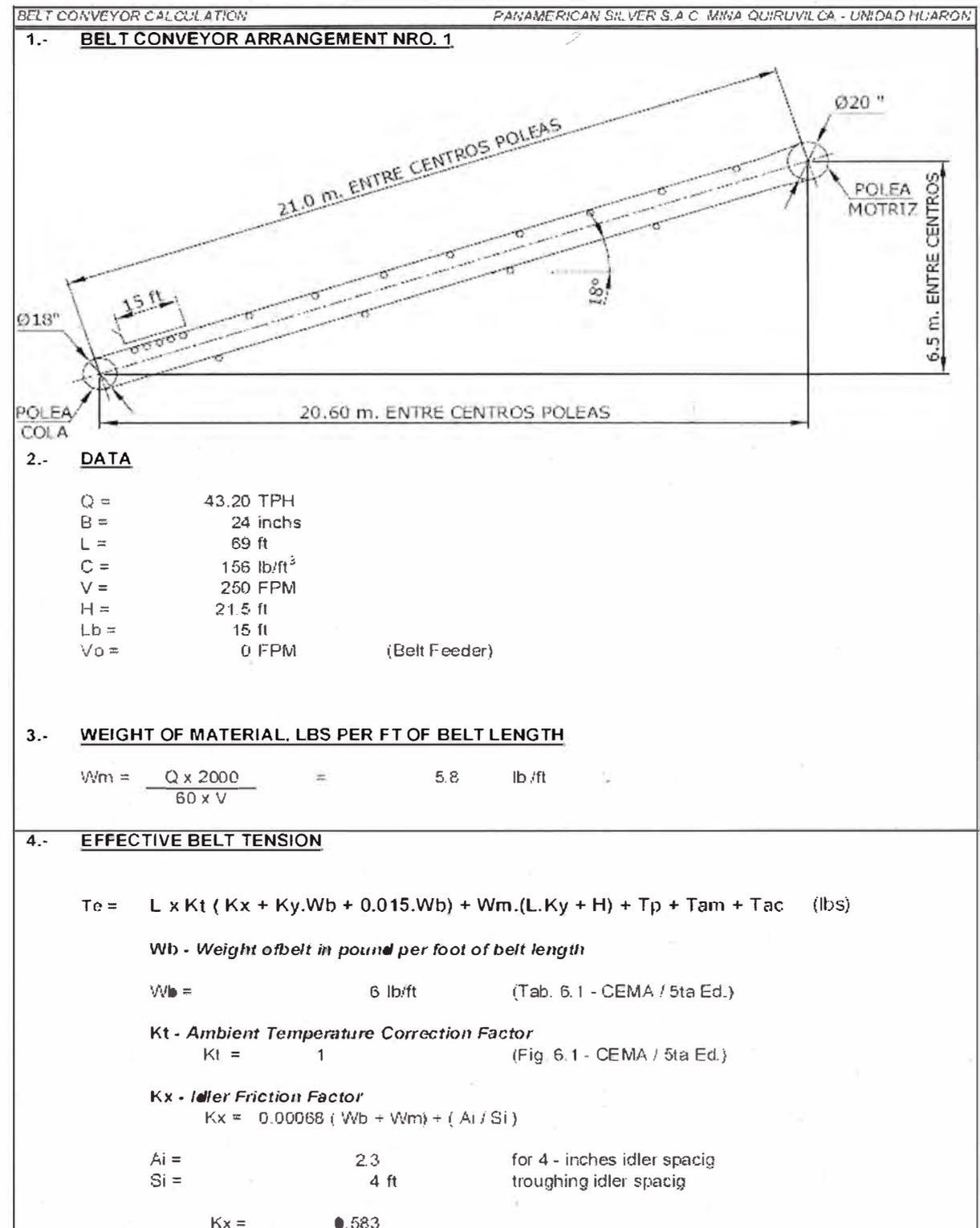
Anexo 8

Ejemplo de forma de Solicitud de Cambio.

		<h2>Solicitud de Cambio en el Contrato</h2>	
Pan American Silver Numero SCC _____		CONTRATISTA: _____ Nombre del contratista	
_____ SCC-00-00		PROYECTO Nueva Planta de Relleno Hidraulico	
FECHA: _____ abril 2007		ASUNTO: CAMBIO DE PERFILES ESTRUCTURALES EN FAJAS, POR NO EXISTENCIA DE STOCK EN EL MERCADO	
PAGINA 1 DE 2			
<u>DESCRIPCION DE SCC</u>			
<p>Se describe el motivo por el cual se solicita el cambio en el contrato Este puede ser por ejemplo por retraso en la entrega del terreno, modificaciones en los materiales a usar, procedimientos a realizar que pueden dilatar el normal desarrollo de la obra</p>			
<u>Referencia Contractual</u>			
<p>Se hace referencia la informacion contractual, en muchos casos si estas generan un impacto en los costos por que debe hacerse referencia al presupuesto original, adicionalmente existe un impacto en el cronograma, por lo que debe hacerse referencia al cronograma de contrato, tambien estos pueden hacer referencia a especificaciones tecnicas, procedimientos de trabajos, planos, o alguna informacion que haya sido consideradas, hitos del proyecto.</p>			
<u>Impacto economico</u>			
<p>De acuerdo a lo indicado en el punto anterior, puede existir un incremento de metrado de las obras, lo que implica un mayor costo, en el caso contrario el cliente tambien puede solicitar por medio de este documento, una reduccion de metrados y por lo tanto de costos. Pueden existir cambios en el presupuesto por materiales no considerados o por cambio de otros, adiconamente los la modificacion de procedimientos que pueden ocasionar mayores horas hombre de trabajo.</p>			
<u>Impacto en el Cronograma</u>			
<p>Pueden ser por motivo en la demora de compra de los nuevos materiales por el cambio en los procedimientos a utilizar. Demora en la entrega del terreno.</p>			
<u>Adjuntos</u>			
<p>Planos con modificaciones planteadas. cotizacion de trabajos modificados Calculos de tiempos, de diseno y otros.</p>			
Emitido por _____ Jose Raraz Aredes			

Anexo 9.

Calculo de fajas 1, 2 y alimentador a Molino.



BELT CONVEYOR CALCULATION		PANAMERICAN SILVER S.A.C. MINA QUIRUVILCA - UNIDAD HUAFON	
Ky - Factor for Calculating the Forces of Belt and Load Flexure Over The Idlers			
$K_y = (W_b + W_m) \times A \times 10^{-4} + B \times 10^{-2}$			
A =	2.2	Table 6.4 Idler Spacing 3 ft	
B =	2.25	Average belt tension 1000 Lbs	
Ky =	0.025		
Tp - Tension resulting from resistance of belt to flexure around pulleys and the resistance of pulleys to rotation on their bearings, total for all pulleys			
Tp =	350 lbs	(Tab. 6.5 - CEMA / 5ta Ed.)	
Tam - Tension resulting from the force to accelerate the material continuously as it is fed onto the belt			
$T_{am} = 2.8755 \times 10^{-4} \times Q \times V$			
Tam =	3.11 lbs		
Tac - Total of the Tensions from conveyors accessories			
$T_{ac} = T_{sb} + T_{pl} + T_{tr} + T_{bc} \quad \text{lbs}$			
Skirtboard friction Tsb :			
$T_{sb} = (C_s \cdot D^2 + 6) \times L$			
Cs =	$\frac{2 \cdot dm}{288} \frac{(1 - \sin \phi)}{(1 + \sin \phi)}$		
dm =	156 lb/ft ³		
ϕ =	34 °	angle of repose of material, degrees.	
Cs =	0.306		
D =	0.1 x B	2.4 inches	
Tsb =	116 lbs		
Tension resulting from belt sag Between Idlers To :			
$T_o = 6.25 \times S_i \times (W_b + W_m)$			
To =	294 lbs		
Tension resulting from belt pull requerid for belt-cleanig devices Tbc :			
Tbc =	3 x B =	72	lbs
Tac =	188 lbs		
Belt Tension Calculus :		Te =	732 lbs

BELT CONVEYOR CALCULATION

PANAMERICAN SILVER S.A.C. MINA QUIRUWILCA - UNIDAD HUARON

6.- POWER REQUIREMENTS

$$\text{Belt hp} : \frac{T_e \times V}{33000} \text{ (hp)} \quad \text{hp}_1 = 5.5 \text{ hp}$$

$$\text{Drive pulley hp} : \frac{200 \times V}{33000} \quad \text{hp}_2 = 1.5 \text{ hp}$$

$$5\% \text{ for speed reduction shaft} = 0.05 (\text{hp}_1 + \text{hp}_2) \quad \text{hp}_2 = 0.4$$

$$\text{Horspower at motor shaft} \quad \Sigma \text{hp} = 7.4 \text{ hp}$$

$$\text{HP Motor at 4500 m.s.n.m} = \frac{\Sigma \text{hp}}{0.8} \quad \text{HP}_{\text{M/N}} = 9.3 \text{ hp}$$

$$\text{HP Motor Select} : \quad \text{HP}_M = 10.00 \text{ hp}$$

7.- BELT TENSIONS

$$T_{2a} = T_o + T_b - T_{yf}$$

$$T_{2a} = C_w \times T_e$$

Choice the larger value of T_2

Tension resulting from belt sag Between idlers T_o :

$$T_o = 6.25 \times S_i \times (W_b + W_m)$$

$$T_o = 294 \text{ lbs}$$

Tension resulting from the force needed to lift or lower the belt T_b :

$$T_b = H \times W_b$$

$$T_b = 129 \text{ lbs}$$

Tension resulting from the resistance of the belt as it rides over the return idlers T_{yf} :

$$T_{yf} = L \times 0.015 \times W_b \times K_t$$

$$T_{yf} = 6 \text{ lbs}$$

Wrap Factor C_w :

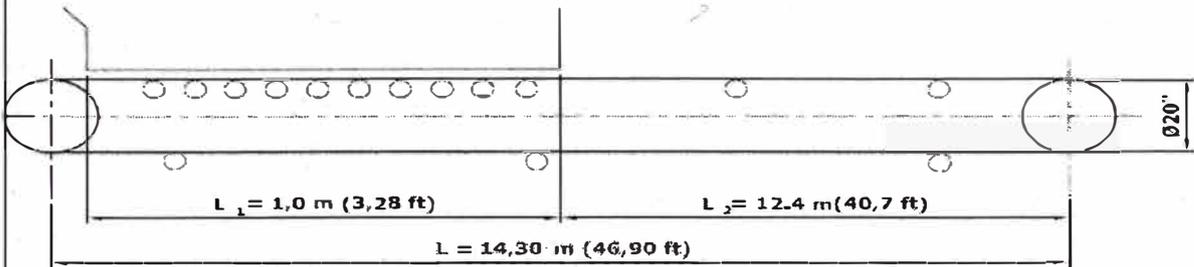
$$C_w = 0.8 \quad \text{Wrap angle } 180^\circ \text{ no Snub}$$

$$T_{2a} = 417 \text{ lbs}$$

$$T_{2b} = 586 \text{ lbs}$$

BELT CONVEYOR CALCULATION		PANAMERICAN SILVER S.A.C. MINA QUIRUVILCA - UNIDAD HUARON	
$T_2 =$	586 lbs	$T_1 =$	1318 lbs
$T_3 = T_0 + T_2$		$T_t =$	463 lbs
$T_t = T_2 + T_{yr} - T_b =$	463		
8.- SELECTION OF PULLEY SIZE AND BELT			
Belt Tension =	$\frac{T_1}{B}$	=	55 PIW
From Table I ANSI/CEMA B105.1-1992			
With 180° arc of contact for 20" pulley diameter is acceptable. Max. 275 PIW			
	Diameter Drive Pulley =		20 inches
	Diameter Tail Pulley =		16 inches
	Belt		150 PIW
9.- DRIVE EQUIPMENT			
$N = \frac{12 \times V}{\pi \times D_p}$			48 RPM
REDUCER :			
	Mark:	Sumitomo	
	Type:	SM Shaft Mount	
	Class	Class II (conveyors)	
	Model	215G	
	Ratio	25	
	Speed Out	48 RPM	
	Weight:	74.00 Kg.	
MOTOR:			
	Mark:	WEG	
	Type:	Efficiency Estándar	
	Model:	213T	
	HP:	10	
	N:	1760	
	V:	440 V 3F	
	Weight:	72.00 Kg	

1.- **BELT FEEDER ARRANGEMENT (FAJA ALIMENTADORA A MOLINO)**



2.- **DATA**

$Q = 25 \text{ TPH}$
 $B = 20 \text{ inches}$
 $L = 47.0 \text{ ft}$
 $L_1 = 3.28 \text{ ft}$
 $L_2 = 39 \text{ ft}$
 $C = 161 \text{ lb/ft}^3$
 $H = 4.08 \text{ ft}$
 $f_m = 0.7$

3.- **FEEDER BELT SPEED**

Lump Size : $LS = 0.5 \text{ inches}$
 Skirtboard Width : $Bs = 14 \text{ inches}$
 Minimum Material Depth :
 $3 \cdot LS = 1.5 \text{ inches}$
 or
 $Bs / 3 = 4.7 \text{ inches}$
 Asumimos : $D = 4.0 \text{ inches}$ (70% High)
 $V = \frac{Q \times 2000}{60 \times C \times (D \times Bs / 144)} = 13 \text{ ft/min}$

4.- **WEIGHT OF MATERIAL, LBS PER FT OF BELT LENGTH**

$W_m = \frac{C \times 2000}{60 \times V} = 62.6 \text{ lb/ft}$

5.- **EFFECTIVE BELT TENSION**

$$Te_1 = L \times Kt (Kx + Ky.Wb + 0.015.Wb) \quad (\text{lbs})$$

$$Te_2 = Ky (1,2. Bs^2 .C. L_1) + Ky.Wm.L_2 \quad (\text{lbs})$$

$$Te_3 = (1,2.Bs - D) . C . L_1.Fm . Bs \quad (\text{lbs})$$

$$Te_4 = Tp + Tam + Tac \quad (\text{lbs})$$

Wb - Weight of belt in pound per foot of belt length

$$Wb = 6 \text{ lb/ft} \quad (\text{Tab. 6.1 - CEMA / 5ta Ed.})$$

Kt - Ambient Temperature Correction Factor

$$Kt = 1 \quad (\text{Fig. 6.1 - CEMA / 5ta Ed.})$$

Kx - Idler Friction Factor

$$Kx = 0.00068 (Wb + Wm) + (Ai / Si)$$

$$Ai = 2.3 \quad \text{for 4 - inches idler spacing}$$

$$Si = 1 \text{ ft} \quad \text{troughing idler spacing}$$

$$Kx = 2.347$$

Ky - Factor for Calculating the Forces of Belt and Load Flexure Over The Idlers

$$Ky = (Wb + Wm) \times A \times 10^{-4} + B \times 10^{-2}$$

$$A = 2.2 \quad \text{Table 6.4 Idler Spacing 4 ft}$$

$$B = 2.25 \quad \text{Average belt tension 2000 Lbs}$$

$$Ky = 0.038$$

Tp - Tension resulting from resistance of belt to flexure around pulleys and the resistance of pulleys to rotation on their bearings, total for all pulleys

$$Tp = 350 \text{ lbs} \quad (\text{Tab. 6.5 - CEMA / 5ta Ed.})$$

Tam - Tension resulting from the force to accelerate the material continuously as it is fed onto the belt

$$Tam = 2.8755 \times 10^{-4} \cdot Q \cdot V$$

$$Tam = 0.10 \text{ lbs}$$

Tac - Total of the Tensions from conveyors accessories

$$Tac = Tsb + Tbc \quad \text{lbs}$$

Skirtboard friction Tsb :

$$Tsb = (Cs \cdot D^2 + 6) \times L$$

BELT FEEDER CALCULATION	PANAMERICAN SILVER S.A.C. MINA QUIRUVILCA - UNIDAD HUARON
$C_s = \frac{2 \cdot d_m (1 - \sin \phi)}{288 (1 + \sin \phi)}$	
$d_m = 161 \text{ lb/ft}^3$	
$\phi = 37^\circ$	
$C_s = 0.276$	
$D = 4.0 \text{ inches}$	
$T_{sb} = 491 \text{ lbs}$	
Tension resulting from belt sag Between Idlers T_o :	
$T_o = 6.25 \times S_i \times (W_b + W_m)$	
$T_o = 429 \text{ lbs}$	
Tension resulting from belt pull requerid for belt-cleanig devices T_{bc} :	
$T_{bc} = 5 \times B = 100 \text{ lbs}$	
$T_{ac} = 591 \text{ lbs}$	
$T_{e_1} = 125 \text{ lbs}$	
$T_{e_2} = 124 \text{ lbs}$	
$T_{e_3} = 460 \text{ lbs}$	
$T_{e_4} = 941 \text{ lbs}$	
Belt Tension Caculus :	$T_e = 1650 \text{ lbs}$
6.- POWER REQUIREMENTS	
$\text{Belt hp} : \frac{T_e \times V}{33000} \quad (\text{hp})$	$hp_1 = 0.7 \text{ hp}$
Overload factor (fo) 2	
Drive efficiency (e) 0.8	
Horspower at motor shaft = fo x hp ₁ / e	1.7 hp
HP Motor Select :	HP_M = 3 hp

7.- BELT TENSIONS

$$T_{2a} = T_0 + T_b - T_{yr}$$

$$T_{2b} = C_w \cdot T_e$$

Choice the larger value of T_2

Tension resulting from belt sag Between Idlers T_0 :

$$T_0 = 6.25 \times S_i \times (W_b + W_m)$$

$$T_0 = 429 \text{ lbs}$$

Tension resulting from the force needed to lift or lower the belt T_b :

$$T_b = H \times W_b$$

$$T_b = 24.46 \text{ lbs}$$

Tension resulting from the resistance of the belt as it rides over the return idlers T_{yr} :

$$T_{yr} = L \times 0.015 \times W_b \times K_t$$

$$T_{yr} = 4 \text{ lbs}$$

Wrap Factor C_w :

$$C_w = 0.8 \quad \text{Wrap angle } 180^\circ$$

$$T_{2a} = 449 \text{ lbs}$$

$$T_{2b} = 1320 \text{ lbs}$$

$$T_2 = 449 \text{ lbs}$$

$$T_1 = T_e + T_2$$

$$T_1 = 2100 \text{ lbs}$$

$$T_t = T_2 + T_{yr} - T_b = 429$$

$$T_t = 429 \text{ lbs}$$

8.- SELECTION OF PULLEY SIZE AND BELT

$$\text{Belt Tension} = \frac{T_1}{B} = 105 \text{ PIW}$$

From Table 1 ANSICEMA B105.1-1992

With 180° arc of contact for 20' pulley diameter is acceptable. Max. 275 PIW

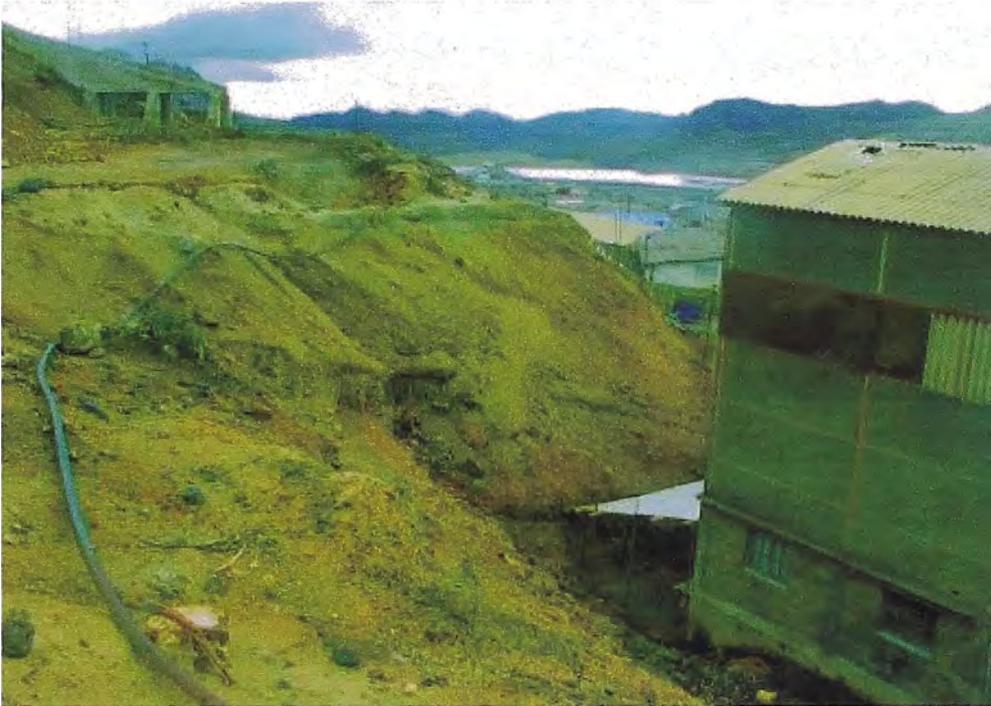
Diameter Drive Pulley = 20 inches

Diameter Tail Pulley = 20 inches

Belt 150 PIW

Fotos**Foto 1**

Zona donde se realizo excavación masiva para la construcción de la tolva de gruesos

**Fotos 2**

Zona donde se realizo excavación para la construcción de tolva de finos.



Foto 3

Construcción de tolva de gruesos y faja 1.

**Foto 4**

Construcción de tolva de finos y faja 2



Foto 5
Construcción tolva de finos y faja 2.



Foto 6
Construcción de edificio de chancado secundario y tolva de gruesos



Foto 7

Montaje de triturador cónico estándar 3', edificio de chancado secundario



Foto 8

Polea de cabeza de faja 1. edificio de chancado secundario.



Foto 9

Montaje de Triturador de quijas 15"x24".

**Foto 10**

Llegada de faja 1 a edificio de chancado secundario.



Foto 11

Pruebas zona de molienda, faja alimentadora a Molino Marcy

**Foto 12**

Pruebas en zona de molienda, Molino Marcy 6.5 x 14

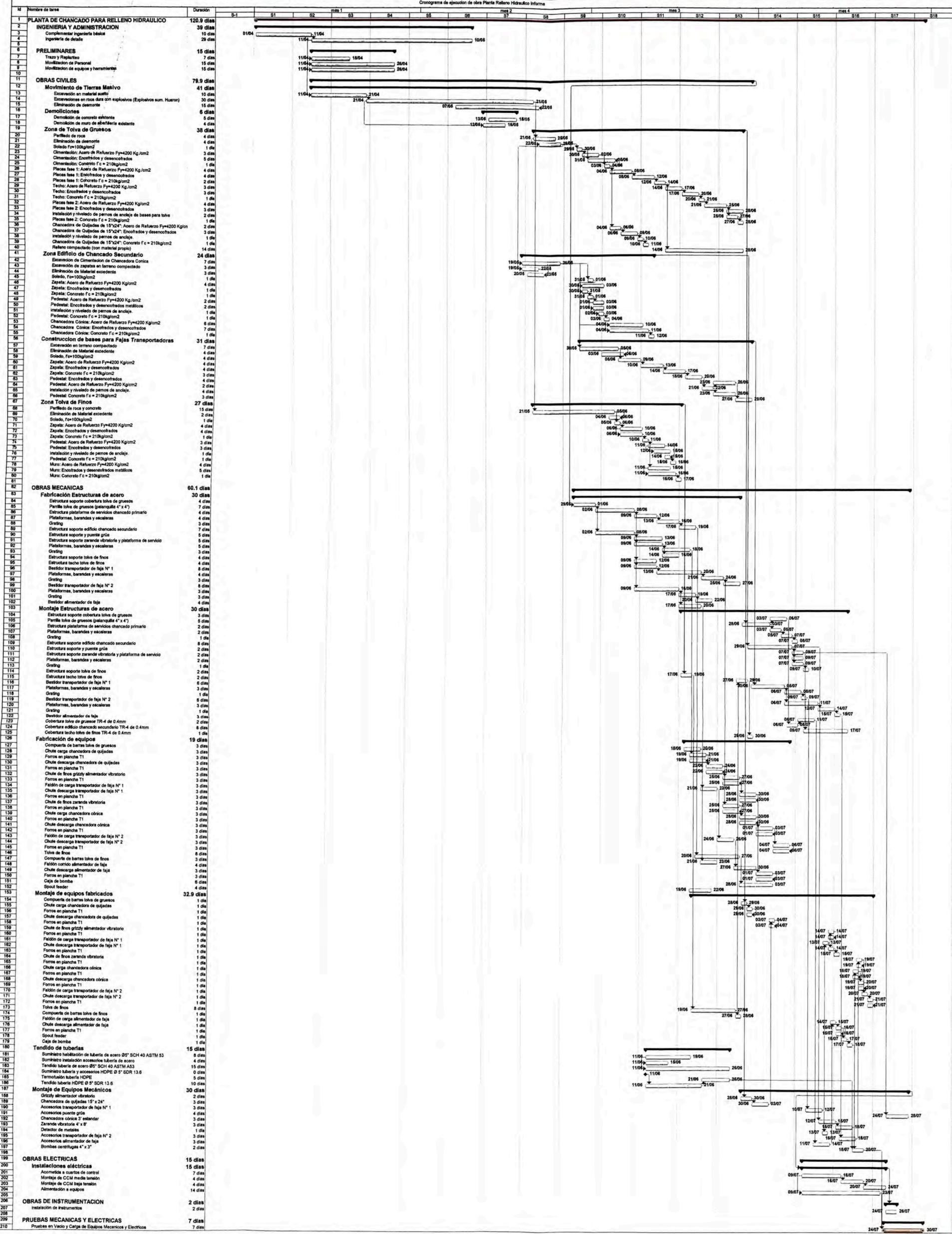


Foto 13
Grizzly alimentador vibratorio sobre faja 1, chancado primario.



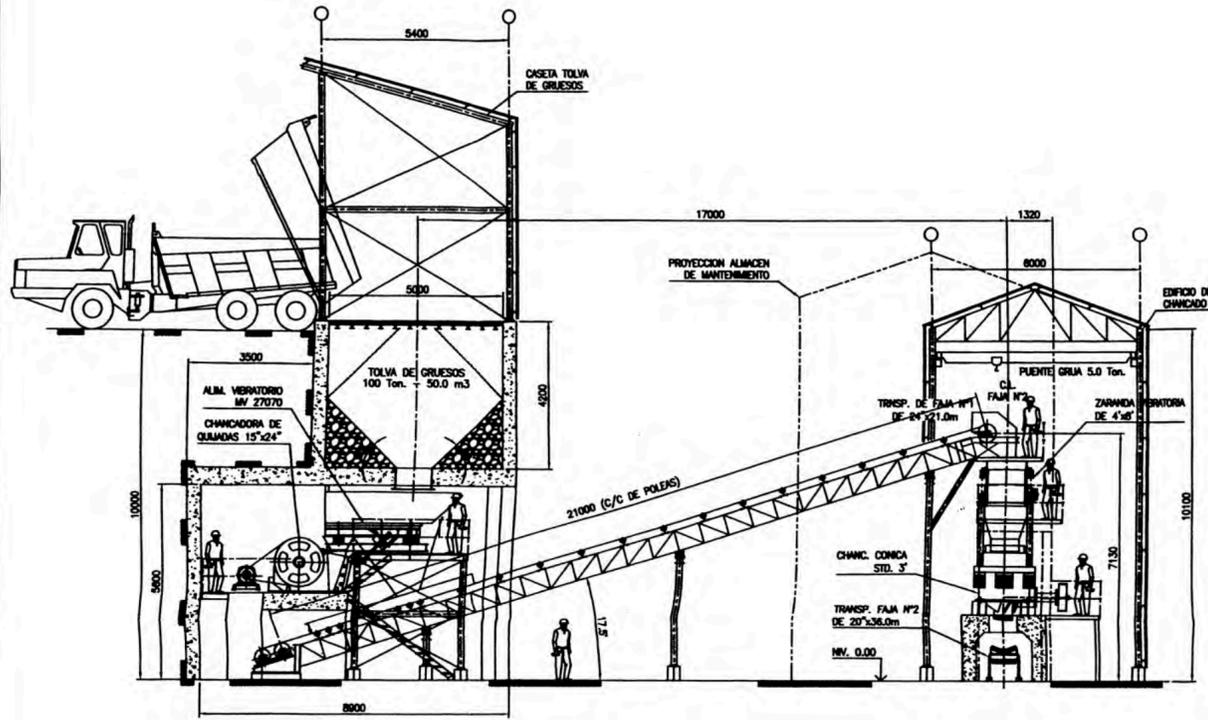
Foto 14
Pruebas de faja 1



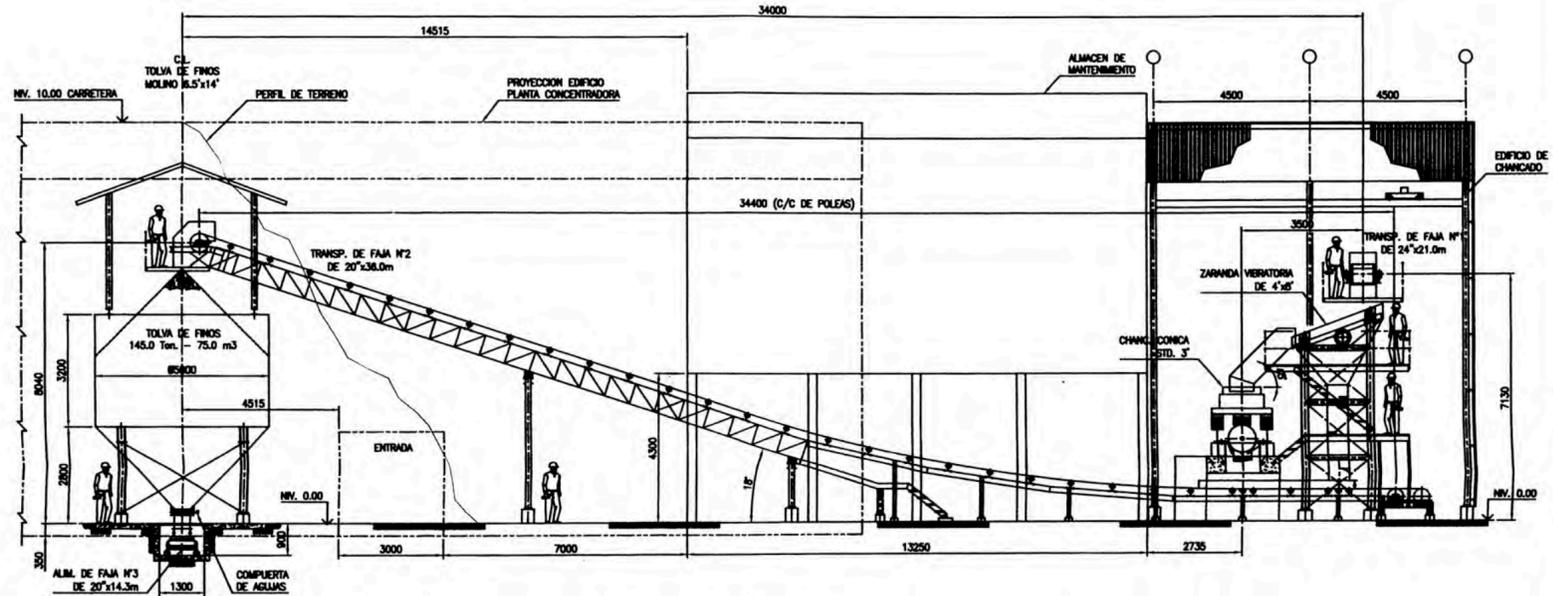


M	Nombre de tarea	Duración
1	PLANTA DE CHANCADO PARA RELLENO HIDRAULICO	120.9 días
2	INGENIERIA Y ADMINISTRACION	39 días
3	Complementar Ingeniería básica	10 días
4	Ingeniería de detalle	29 días
5	PRELIMINARES	15 días
6	Trazo y replanteo	7 días
7	Movilización de Personal	15 días
8	Movilización de equipos y herramientas	15 días
9	OBRAS CIVILES	78.9 días
10	Movimiento de Tierras Maltivo	41 días
11	Excavación en material suelto	10 días
12	Excavaciones en roca dura con explosivos (Explosivos sum. Huarón)	30 días
13	Eliminación de desmonte	15 días
14	Demoliciones	6 días
15	Demolición de concreto existente	5 días
16	Demolición de muro de albañilería existente	4 días
17	Zona T y Olva de Gruesos	30 días
18	Perfilado de roca	4 días
19	Soleda Fc=100kg/cm2	1 día
20	Cimentación: Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	3 días
21	Cimentación: Encofrados y desencofrados	8 días
22	Cimentación: Concreto Fc = 210kg/cm2	1 día
23	Placas fase 1: Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	4 días
24	Placas fase 1: Encofrados y desencofrados	4 días
25	Placas fase 1: Concreto Fc = 210kg/cm2	2 días
26	Techo: Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	3 días
27	Techo: Encofrados y desencofrados	3 días
28	Techo: Concreto Fc = 210kg/cm2	1 día
29	Placas fase 2: Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	4 días
30	Placas fase 2: Encofrados y desencofrados	4 días
31	Placas fase 2: Concreto Fc = 210kg/cm2	1 día
32	Chancadora de Quijadas de 15'x24": Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	2 días
33	Chancadora de Quijadas de 15'x24": Encofrados y desencofrados	3 días
34	Instalación y nivelado de pernos de anclaje	1 día
35	Chancadora de Quijadas de 15'x24": Concreto Fc = 210kg/cm2	1 día
36	Refraseo compactado (con material propio)	14 días
37	Zona Edificio de Chancado Secundario	24 días
38	Excavación de cimentación de Chancadora Conica	7 días
39	Excavación de zapatas en terreno compactado	3 días
40	Eliminación de Material excedente	3 días
41	Soleda, Fc=100kg/cm2	1 día
42	Zapata: Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	4 días
43	Zapata: Encofrados y desencofrados	1 día
44	Zapata: Concreto Fc = 210kg/cm2	1 día
45	Pedestal: Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	2 días
46	Pedestal: Encofrados y desencofrados	2 días
47	Pedestal: Concreto Fc = 210kg/cm2	1 día
48	Chancadora Cónica: Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	8 días
49	Chancadora Cónica: Encofrados y desencofrados	7 días
50	Chancadora Cónica: Concreto Fc = 210kg/cm2	1 día
51	Construcción de bases para Fajas Transportadoras	31 días
52	Excavación en terreno compactado	7 días
53	Eliminación de Material excedente	4 días
54	Soleda, Fc=100kg/cm2	1 día
55	Zapata: Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	4 días
56	Zapata: Encofrados y desencofrados	4 días
57	Zapata: Concreto Fc = 210kg/cm2	3 días
58	Pedestal: Encofrados y desencofrados	4 días
59	Pedestal: Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	4 días
60	Pedestal: Encofrados y desencofrados	4 días
61	Pedestal: Concreto Fc = 210kg/cm2	3 días
62	Zona Tolva de Finos	27 días
63	Perfilado de roca y concreto	15 días
64	Eliminación de Material excedente	2 días
65	Soleda, Fc=100kg/cm2	1 día
66	Zapata: Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	4 días
67	Zapata: Encofrados y desencofrados	4 días
68	Zapata: Concreto Fc = 210kg/cm2	1 día
69	Pedestal: Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	3 días
70	Pedestal: Encofrados y desencofrados	3 días
71	Pedestal: Concreto Fc = 210kg/cm2	1 día
72	Muro: Acero de Refuerzo Fy=4200 Kg/cm2	4 días
73	Muro: Encofrados y desencofrados	5 días
74	Muro: Concreto Fc = 210kg/cm2	1 día
75	OBRAS MECANICAS	60.1 días
76	Fabricación Estructuras de acero	30 días
77	Estructuras soporte cobertura tolva de gruesos	4 días
78	Perilla tolva de gruesos (patanquilla 4" x 4")	7 días
79	Estructura plataforma de servicios chancado primario	4 días
80	Plataformas, barandas y escaleras	4 días
81	Grating	3 días
82	Estructuras soporte edificio chancado secundario	7 días
83	Estructuras soporte y puente grúa	5 días
84	Estructuras soporte zaranda vibratoria y plataforma de servicio	5 días
85	Plataformas, barandas y escaleras	5 días
86	Grating	3 días
87	Estructuras soporte tolva de finos	4 días
88	Estructuras techo tolva de finos	4 días
89	Bestidor transportador de faja N° 1	6 días
90	Plataformas, barandas y escaleras	3 días
91	Grating	3 días
92	Bestidor transportador de faja N° 2	6 días
93	Plataformas, barandas y escaleras	3 días
94	Grating	3 días
95	Bestidor alimentador de faja	4 días
96	Montaje Estructuras de acero	30 días
97	Estructuras soporte cobertura tolva de gruesos	3 días
98	Perilla tolva de gruesos (patanquilla 4" x 4")	6 días
99	Estructura plataforma de servicios chancado primario	2 días
100	Plataformas, barandas y escaleras	2 días
101	Grating	1 día
102	Estructuras soporte edificio chancado secundario	8 días
103	Estructuras soporte y puente grúa	2 días
104	Estructuras soporte zaranda vibratoria y plataforma de servicio	2 días
105	Plataformas, barandas y escaleras	2 días
106	Grating	1 día
107	Estructuras soporte tolva de finos	2 días
108	Estructuras techo tolva de finos	2 días
109	Bestidor transportador de faja N° 1	6 días
110	Plataformas, barandas y escaleras	3 días
111	Grating	3 días
112	Bestidor transportador de faja N° 2	6 días
113	Plataformas, barandas y escaleras	3 días
114	Grating	3 días
115	Bestidor alimentador de faja	1 día
116	Cobertura tolva de gruesos TR-4 de 0.4mm	2 días
117	Cobertura edificio chancado secundario TR-4 de 0.4mm	8 días
118	Cobertura tolva de finos TR-4 de 0.4mm	1 día
119	Fabricación de equipos	19 días
120	Compuerta de barras tolva de gruesos	3 días
121	Chute carga chancadora de quiéjadas	3 días
122	Forros en plancha T1	3 días
123	Chute descarga chancadora de quiéjadas	3 días
124	Forros en plancha T1	3 días
125	Chute de finos grizzly alimentador vibratorio	3 días
126	Forros en plancha T1	3 días
127	Faldón de carga transportador de faja N° 1	3 días
128	Chute descarga transportador de faja N° 1	3 días
129	Forros en plancha T1	3 días
130	Chute de finos zaranda vibratoria	3 días
131	Forros en plancha T1	3 días
132	Chute carga chancadora cónica	3 días
133	Forros en plancha T1	3 días
134	Faldón de carga transportador de faja N° 2	3 días
135	Chute descarga transportador de faja N° 2	3 días
136	Forros en plancha T1	3 días
137	Tolva de finos	8 días
138	Compuerta de barras tolva de finos	1 día
139	Faldón conido alimentador de faja	1 día
140	Chute descarga alimentador de faja	3 días
141	Forros en plancha T1	3 días
142	Spout feeder	1 día
143	Caja de bomba	6 días
144	Spout feeder	4 días
145	Montaje de tuberías	15 días
146	Suministro habilitación de tubería de acero 20" SCH 40 ASTM 53	8 días
147	Suministro instalación accesorios tubería de acero	4 días
148	Tendido tubería de acero 85" SCH 40 ASTM A53	15 días
149	Suministro tubería y accesorios HDPE Ø 5' SDR 13.6	0 días
150	Terminación tubería HDPE	5 días
151	Tendido tubería HDPE Ø 9' SDR 13.6	10 días
152	Montaje de Equipos Mecánicos	30 días
153	Grizzly alimentador vibratorio	2 días
154	Chancadora de quiéjadas 15' x 24"	3 días
155	Accesorios transportador de faja N° 1	3 días
156	Accesorios puente grúa	4 días
157	Chancadora cónica 3' estándar	3 días
158	Zaranda vibratoria 4' x 8'	3 días
159	Detector de metales	1 día
160	Accesorios transportador de faja N° 2	3 días
161	Accesorios alimentador de faja	3 días
162	Bombas centrífugas 4" x 3"	2 días
163	OBRAS ELECTRICAS	15 días
164	Instalaciones eléctricas	15 días
165	Acomodación e cuadros de control	7 días
166	Montaje de CCM media tensión	4 días
167	Montaje de CCM baja tensión	4 días
168	Alimentación a equipos	14 días
169	OBRAS DE INSTRUMENTACION	2 días
170	Instalación de instrumentos	2 días
171	PRUEBAS MECANICAS Y ELECTRICAS	7 días
172	Pruebas en Vacío y Carga de Equipos Mecánicos y Eléctricos	7 días

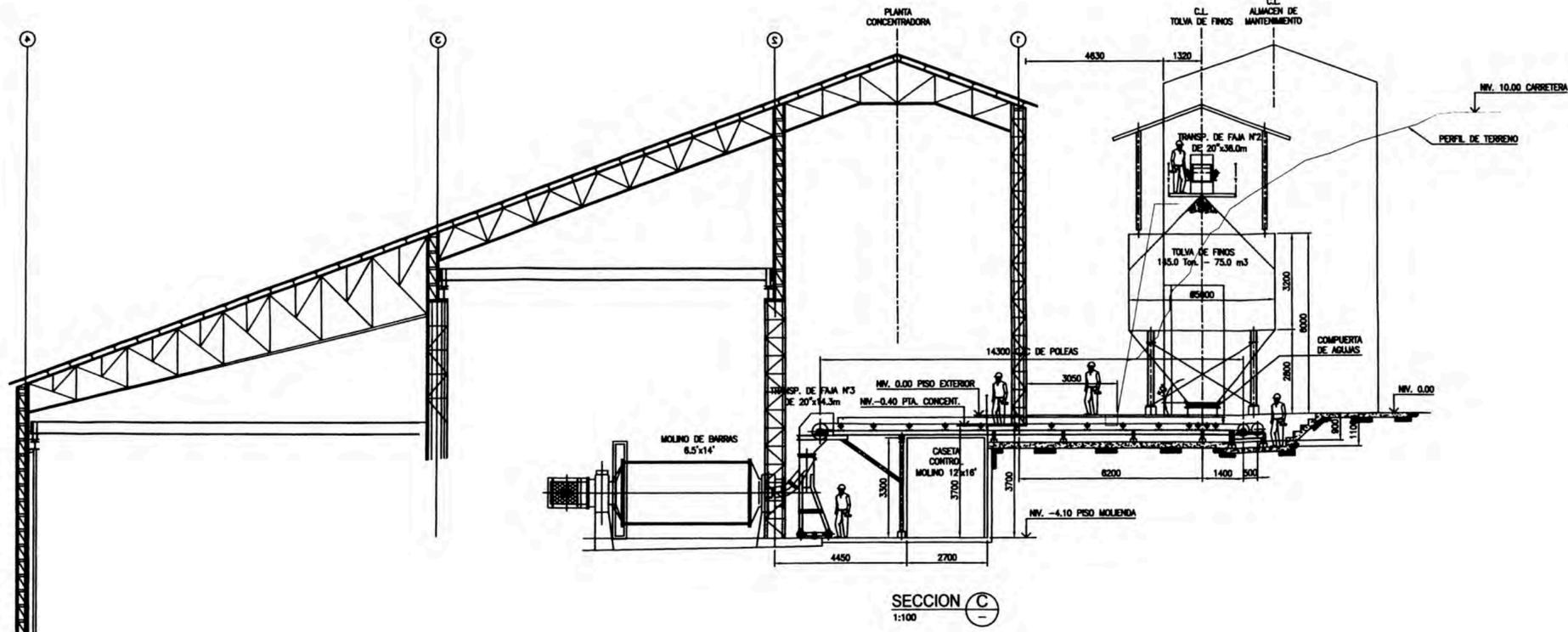
Planos.



SECCION A
1:100



SECCION B
1:100



SECCION C
1:100

Z:\PROYECTOS AÑO 2007\2007-012 NUEVA PLANTA DE RELLENO HIDRAULICO\PLANOS\AP-010-003.DWG 05/28/07 12:08

ITEM	Nº DE PLANO	TITULO
10		
9		
8		
7		
6		
5		
4		
3		
2		
1		

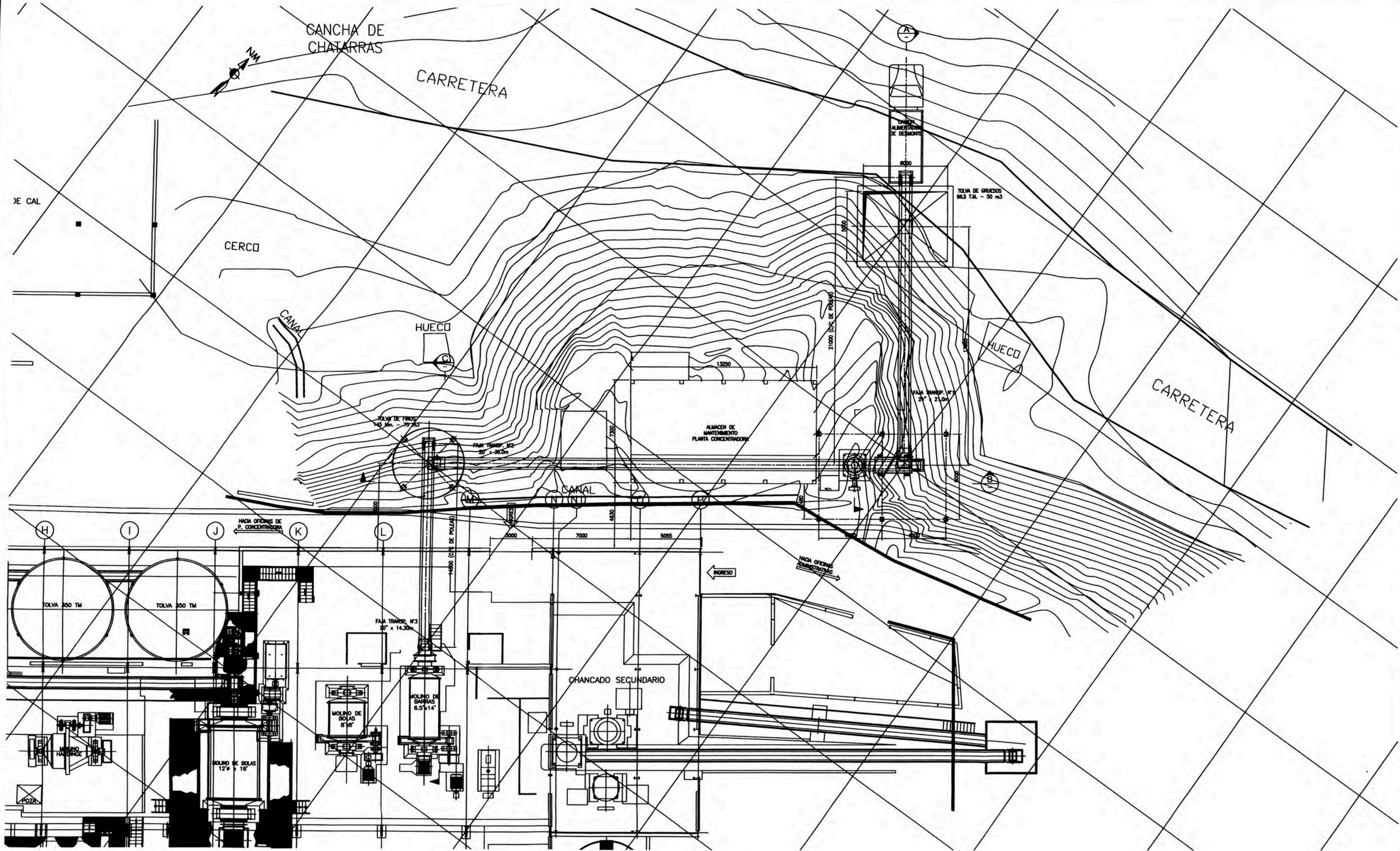
REV	FECHA	DESCRIPCION	DIB	DIS	APR
A	AGO-06	EMITIDO PARA COTIZACION	JCA	MERS	

RESERVACIONES AREA :

APROBADO:	JPP	AGO-06
REVISADO:	MERS	AGO-06
DISERADO:	JCA	AGO-06
DELLUADO:	JCA	AGO-06
NOMBRE	FIRMA	FECHA



PAN AMERICAN SILVER S.A.C. UNIDAD HUARON - SUPERINTENDENCIA DE INGENIERIA Y PROYECTOS	
PROYECTO	PLANTA DE CHANCADO PARA RELLENO HIDRAULICO
TITULO	PLANTA DE CHANCADO PARA 12000 ton/mes LAYOUT GENERAL ELEVACIONES
ESCALA	S/N
FECHA	AGO-2006
PLANO Nº	AP-010-003
REVISION	0



PLANTA DE CHANCADO PARA R.H. - PLANTA
ESCALA : 1:125

Z:\PROYECTOS_AÑO_2007\2007-012 NUEVA PLANTA DE RELLENO HIDRAULICO\PLANOS\AP-010-002.DWG 05/28/07 12:06

REFERENCIAS	Nº DE PLANO	TITULO
10		
9		
8		
7		
6		
5		
4		
3		
2		
1		

REVISIONES	REV	FECHA	DESCRIPCION	DIB	DIS	APR
A	AGO-06		EMITIDO PARA COTIZACION	JCA	MERS	

OBSERVACIONES AREA :	

APROBADO:	JPP	AGO-06
REVISADO:	MERS	AGO-06
DISERADO:	JCA	AGO-06
DIBUJADO:	JCA	AGO-06
NOMBRE	FIRMA	FECHA
REVISION INGENIERIA		

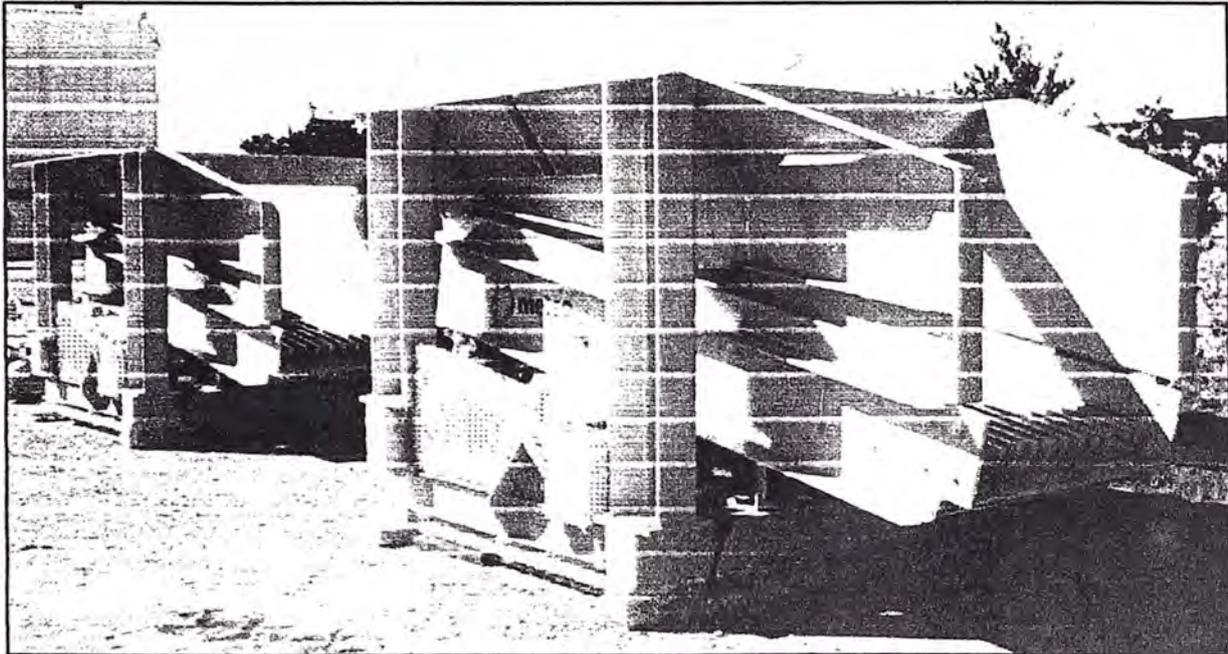
PAN AMERICAN SILVER S.A.C.		
UNIDAD HUARON - SUPERINTENDENCIA DE INGENIERIA Y PROYECTOS		
PROYECTO PLANTA DE CHANCADO PARA RELLENO HIDRAULICO		
TITULO PLANTA DE CHANCADO PARA 12000 ton/mes LAYOUT GENERAL PLANTA		
ESCALA	FECHA	PLANO Nº
S/N	AGO-2006	AP-010-002
		REVISION 0



PAN AMERICAN SILVER S.A.C.		
UNIDAD HUARON - SUPERINTENDENCIA DE INGENIERIA Y PROYECTOS		
PROYECTO PLANTA DE CHANCADO PARA RELLENO HIDRAULICO		
TITULO PLANTA DE CHANCADO PARA 12000 ton/mes LAYOUT GENERAL PLANTA		
ESCALA	FECHA	PLANO Nº
S/N	AGO-2006	AP-010-002
		REVISION 0

Catálogos

ALIMENTADORES VIBRATÓRIOS SUSPENSOS MVS



Os alimentadores vibratórios suspensos, série MVS, foram projetados especificamente para retomada de material gráudo debaixo de pilhas ou silos.

Sendo suspensos, eliminam a necessidade de bases de concreto, facilitando ao mesmo tempo a montagem e a manutenção, não só do alimentador como também do acionamento, bicas e correias transportadoras.

O equipamento é composto basicamente por uma mesa vibratória apoiada em molas helicoidais sobre uma estrutura suporte suspensa, com bica e tremonha, formando um conjunto de fácil instalação, simples e robusto, permitindo manuseio de materiais gráudos e de alta densidade.

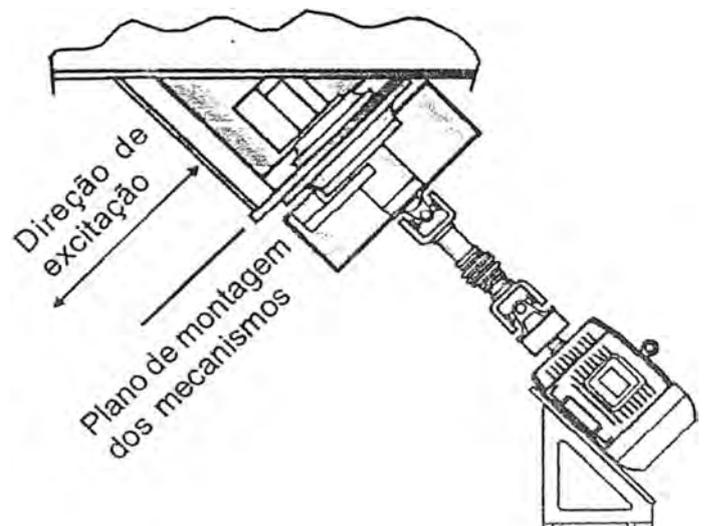
Os alimentadores MVS assemelham-se aos modelos MV e AV, dispensando o uso de engrenagens devido ao fenômeno do auto-sincronismo de seus vibradores e possuem os mesmos recur-

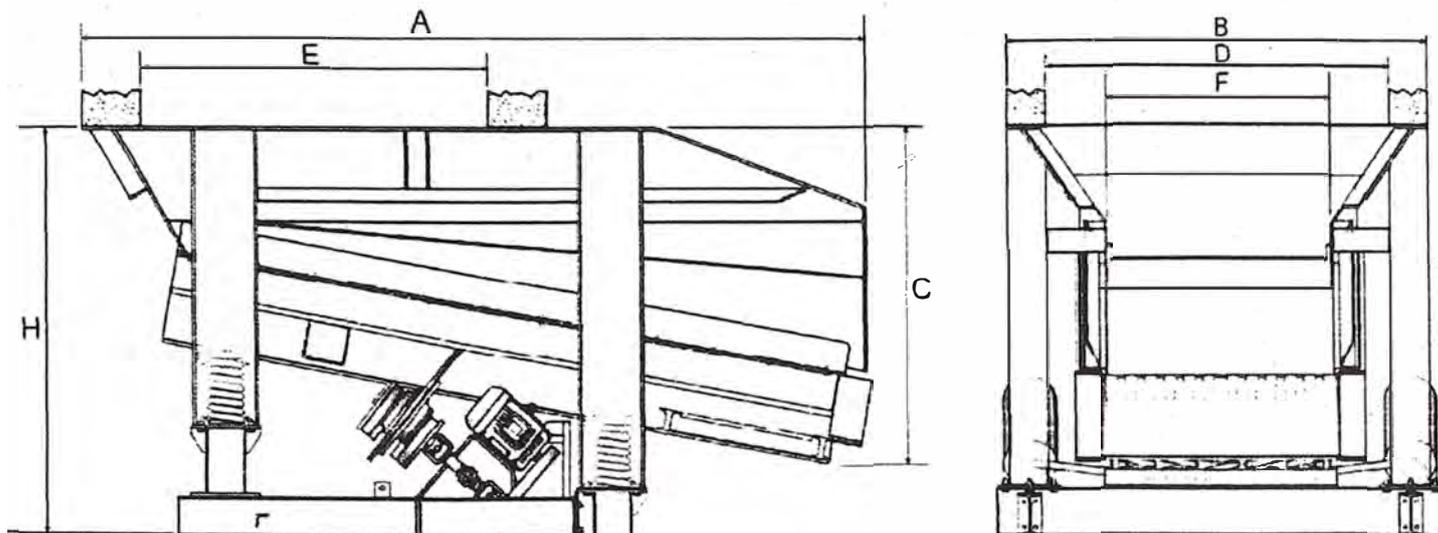
sos para controle da taxa de alimentação e as mesmas opções de acionamento.

Os alimentadores MVS podem vir equipados com grelha de trilhos na sua porção dianteira, possibilitando a separação prévia de fragmentos menores, ou placa revestida em aço.

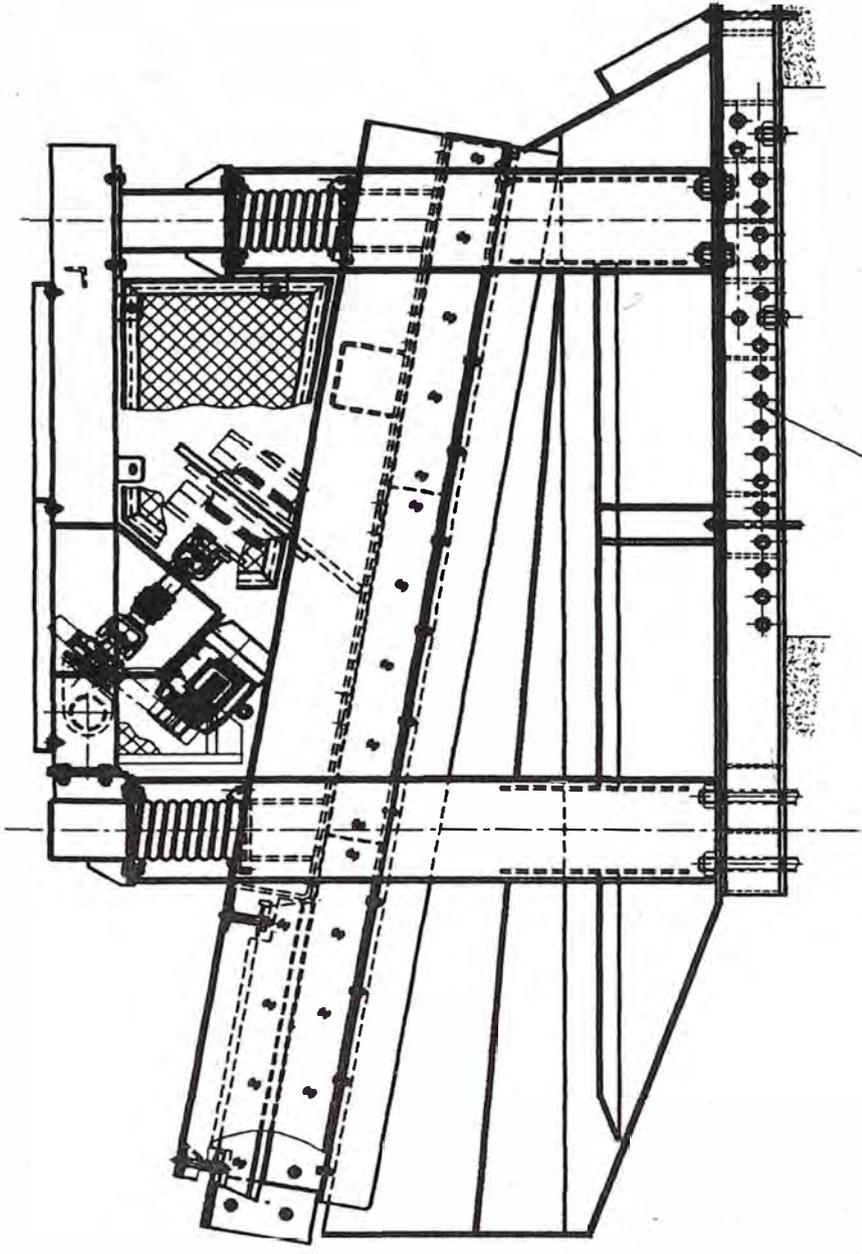
Além dos quatro tamanhos padrão, outros modelos com características especiais podem ser fornecidos sob consulta.

Acionamento direto

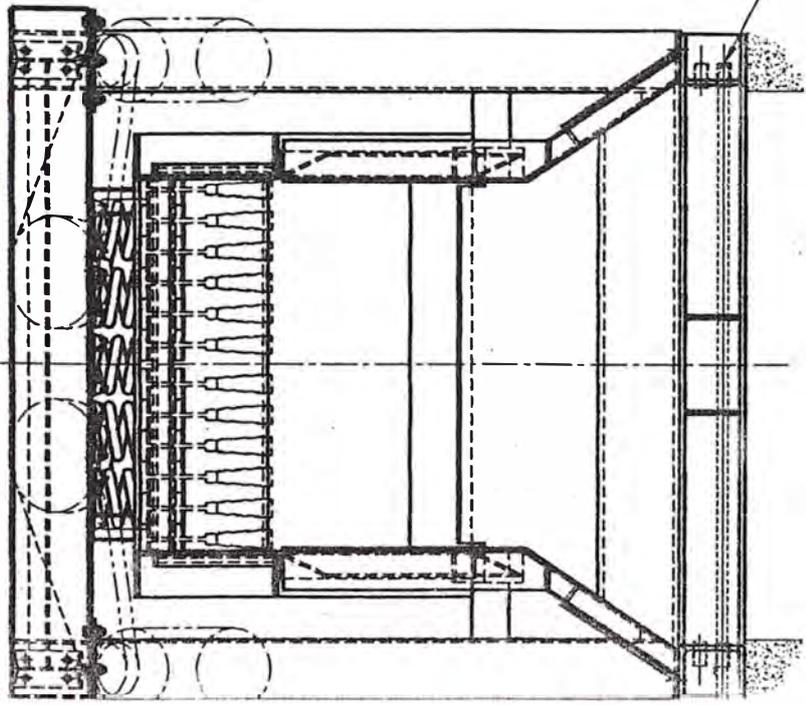




Modelo	25070	35090	35120	50158	
Volume para exportação (m ³)	6,81	18,6	20,8	35,4	
Peso total (kg)	2600	4730	6100	9530	
Mesa vibrante (m)	2,5 x 0,7	3,5 x 0,9	3,5 x 1,2	5,0 x 1,5	
Comprimento da grelha (m)	0,67	1,2	1,2	1,2	
Abertura da grelha mm (pol.)	50 a 100 (2 a 4)				
Tamanho máx. do material mm (pol.)	355 (14")	510 (20")	510 (20")	610 (24")	
Capacidade (m ³ /h)	45 - 220	120 - 370	180 - 520	260 - 650	
Capacidade (t/h)	70 - 350	190 - 590	290 - 830	420-1040	
Abertura máx. alimentação (m)	1,1 x 1,0	1,9 x 1,57	1,8 x 1,8	2,8 x 1,45	
Motores (qte. / hp)	2 x 5	2 x 8	2 x 16	2 x 20	
Vibradores (qte. / tamanho)	2 x V20H	2 x V-30	2 x V-40	2 x V-50	
Medidas principais (mm)	A	2872	4022	4093	5301
	B	1374	1966	2195	2380
	C	1040	1532	1700	1733
	D	1000	1570	1800	1450
	E	1100	1900	1800	2800
	F	678	900	1200	1500
	H	1727	2225	2129	2802



VALVULA DE AGUJAS



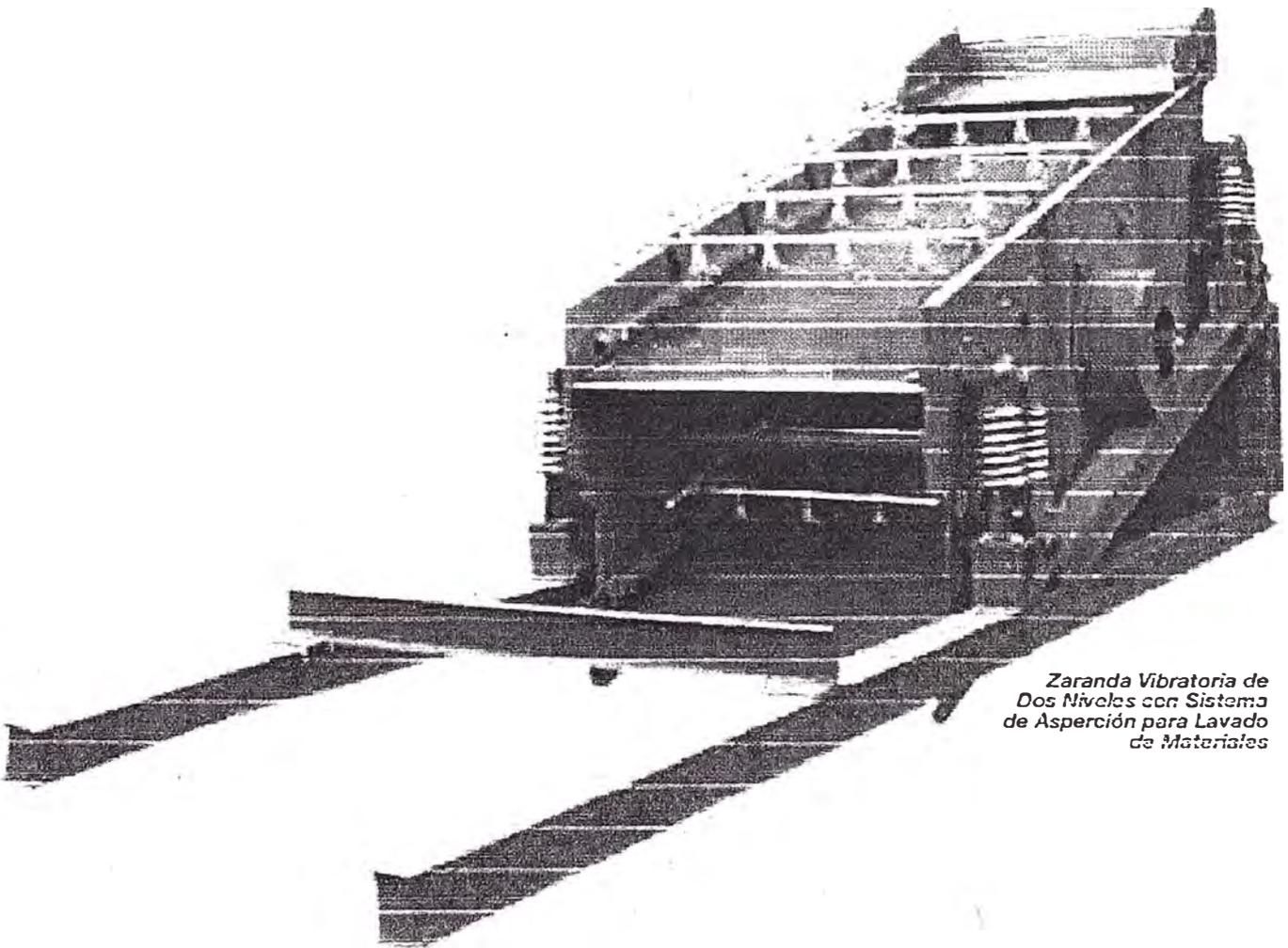
AGUJAS

DISMET[®] LTDA.

Desarrollo de Proyectos - Diseño - Ingeniería



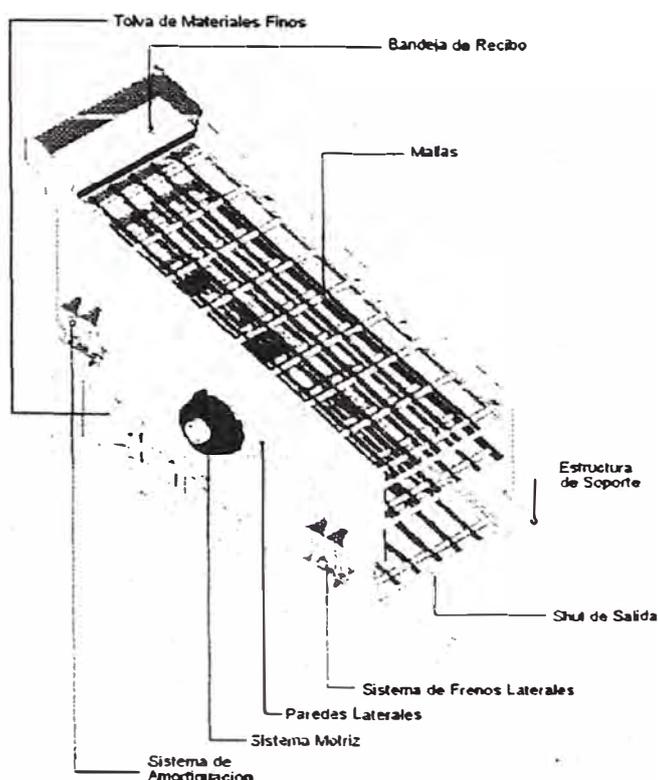
ZARANDAS VIBRATORIAS



*Zaranda Vibratoria de
Dos Niveles con Sistema
de Aspersión para Lavado
de Materiales*

Calle 9 No. 408-16, PBX: 201 9333, Teléfono: (571) 3711952, Celular: 315 4873481
Email: dismet@dismet.com - comercial@dismet.com - www.dismet.com
Bogotá - Colombia - Suramérica

ZARANDAS VIBRATORIAS



Características:

- Bajo requerimiento de mantenimiento
- Elevada producción con bajo consumo de energía
- Clasificación de todo tipo de material secos y húmedos
- Anchos hasta 2000 mm
- Longitudes hasta 6000 mm
- Amplitud variable
- Sistema de frenos laterales para evitar vibraciones residuales.
- Baja transmisión de vibraciones a la estructura soporte.

Usos y Aplicaciones:

Equipo Utilizado para clasificar por tamaños granulométricos, empleado en las siguientes Industrias:

- Construcción
- Minería
- Fertilizantes
- Petróleos
- Agroindustrial
- Alimenticio

Parámetros de Cálculo:

Los parámetros necesarios para seleccionar el tamaño de zaranda a utilizar son:

- Curva granulométrica del material a clasificar
- Caudal requerido a clasificar
- Densidad del material
- Rangos de tamaños de productos finales

$$S = F \times C$$

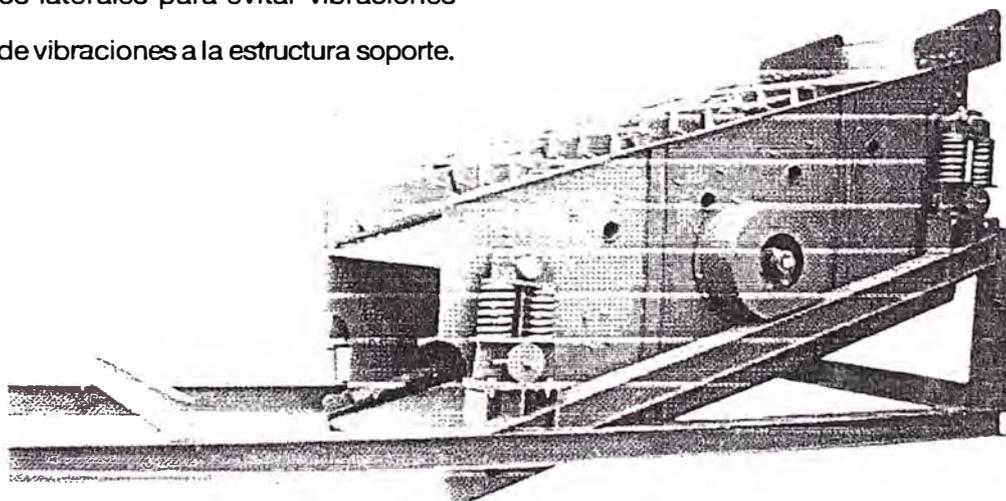
S = Área útil de la zaranda

F = capacidad en TPH

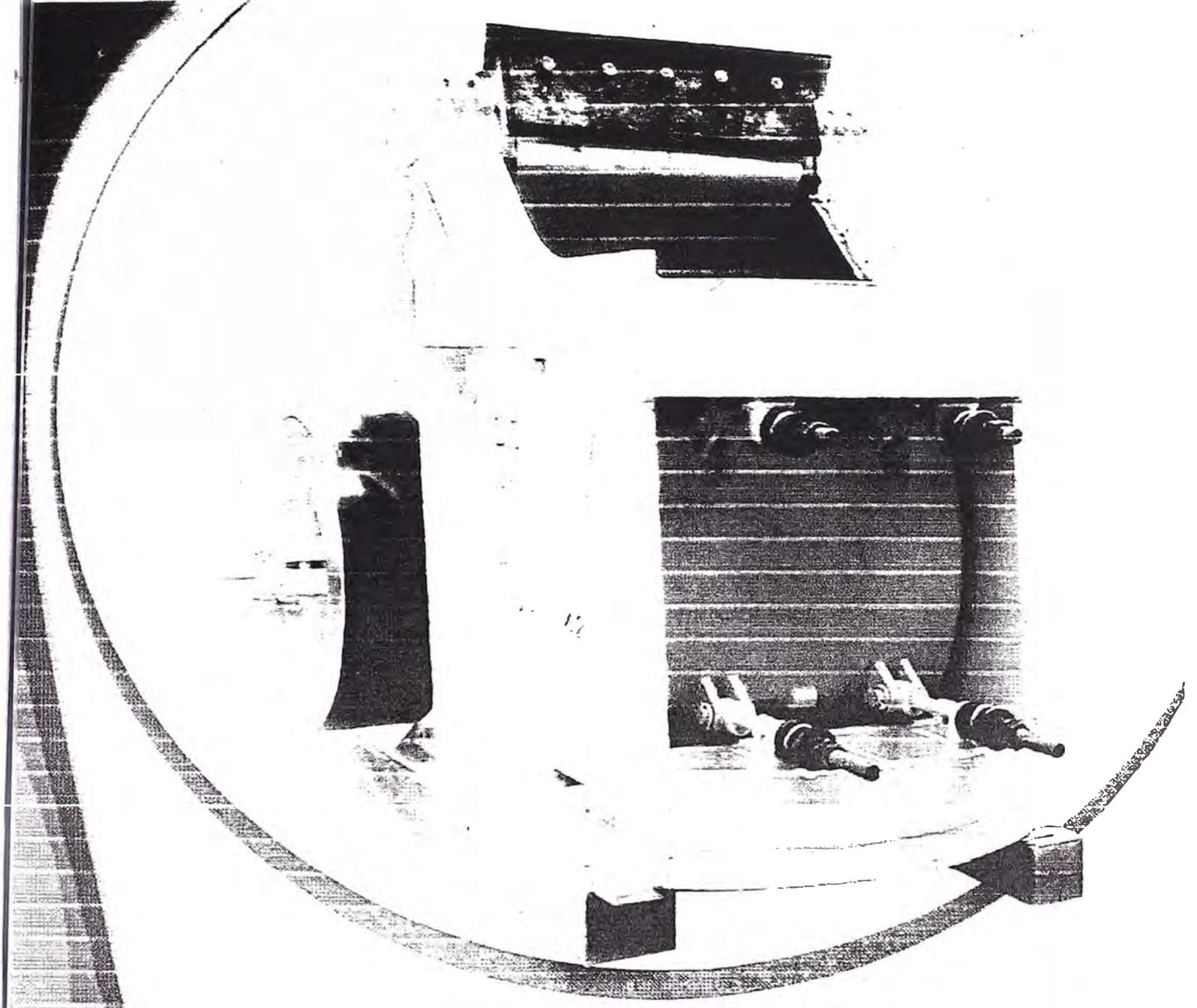
C = Factor de tamaño del grano

La zarandas vibratorias fabricadas por DISMET LTDA, utilizan el principio de vibración libre circular, el cual se emplea por su simplicidad y versatilidad.

El movimiento circular vibratorio se produce a través de la masa desbalanceada de un eje, acoplado a las paredes laterales que sostienen la zaranda y que a su vez se encuentra apoyada libremente a la estructura de soporte por medio de muelles. El movimiento vibratorio se mantiene siempre perpendicular al plano del suelo gracias a la acción de un sistema de frenos laterales que absorben cualquier vibración lateral que se produzca y que ocasione mal funcionamiento del sistema de zaranda.



Calle 9 No. 40B-16, PBX: 201 9333, Teléfono: (571) 3711952, Celular: 315 4873481
Email: dismet@dismet.com - comercial@dismet.com - www.dismet.com
Bogotá - Colombia - Suramérica



CHANCADORAS DE QUIJADAS / CÓNICAS



CONSORCIO METALÚRGICO S.A.



Las chancadoras COMESA se caracterizan por su alta potencia, su bajo costo de operación, su menor tamaño, su gran flexibilidad y su facilidad de mantenimiento por largos períodos de tiempo a plena capacidad.

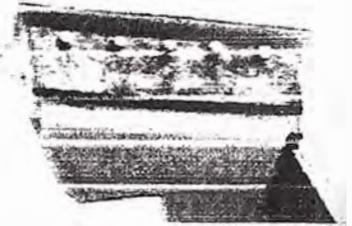
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS CHANCADORAS DE GRAN TAMAÑO

- El bastidor principal está formado por secciones de acero fundido reforzadas en forma de "Z" para soportar extra peso. Es materialmente fuerte para eliminar extensiones residuales de la estructura.
- Las chancadoras grandes son de acero fundido, también tratadas térmicamente para estar a la temperatura.
- Los ejes excitados y los ejes de eje son de acero de alta resistencia. Están fabricados con precisión para resistir grandes cargas de trabajo en forma de choques de alta frecuencia. El eje principal está protegido por un sistema de protección para la vida útil de la máquina.
- La regulación de todas las trayectorias se realiza desde el exterior de la máquina.
- Las chancadoras de mayor tamaño son de doble puente ("toggle") lo que les permite desarrollar fuerzas muy grandes. Tienen un sistema de seguridad de tipo inserto de lámina que evita que el ingreso de un trozo de hierro cause sobrecargas que produzcan daños graves.
- El mecanismo está encerrado en un baño de aceite hermético. Generalmente cuentan con un sistema de lubricación forzada que mantiene el aceite en óptimas condiciones.
- Las chancadoras de menor tamaño tienen solo un puente o "toggle" que en caso de sobrecarga se rompe, funcionando como fusible para evitar que se produzcan averías en la máquina.
- No requieren sistema de lubricación forzada, pues su eje trabaja en un baño de aceite con los cuatro rodamientos sobre los que gira.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS CHANCADORAS COMICAS

- Generalmente usadas para el molido de minerales.
- Sistema automático de protección contra averías por el ingreso de fragmentos de hierro que provocan ruidos periódicos.
- Regulación del tamaño de la chancadura mientras la chancadora está en operación.
- Sistema de advertencia que incluye alarma de aceite, presión manométrica, temperatura del aceite e indicador de nivel de aceite.

Los equipos COMESA están garantizados por un año.



COMESA



Las chancadoras "COMESA" se caracterizan por su alto rendimiento y bajo costo de operación y mantenimiento. Son muy robustas y prestan servicio eficiente por largos periodos con el mínimo de paradas imprevistas.

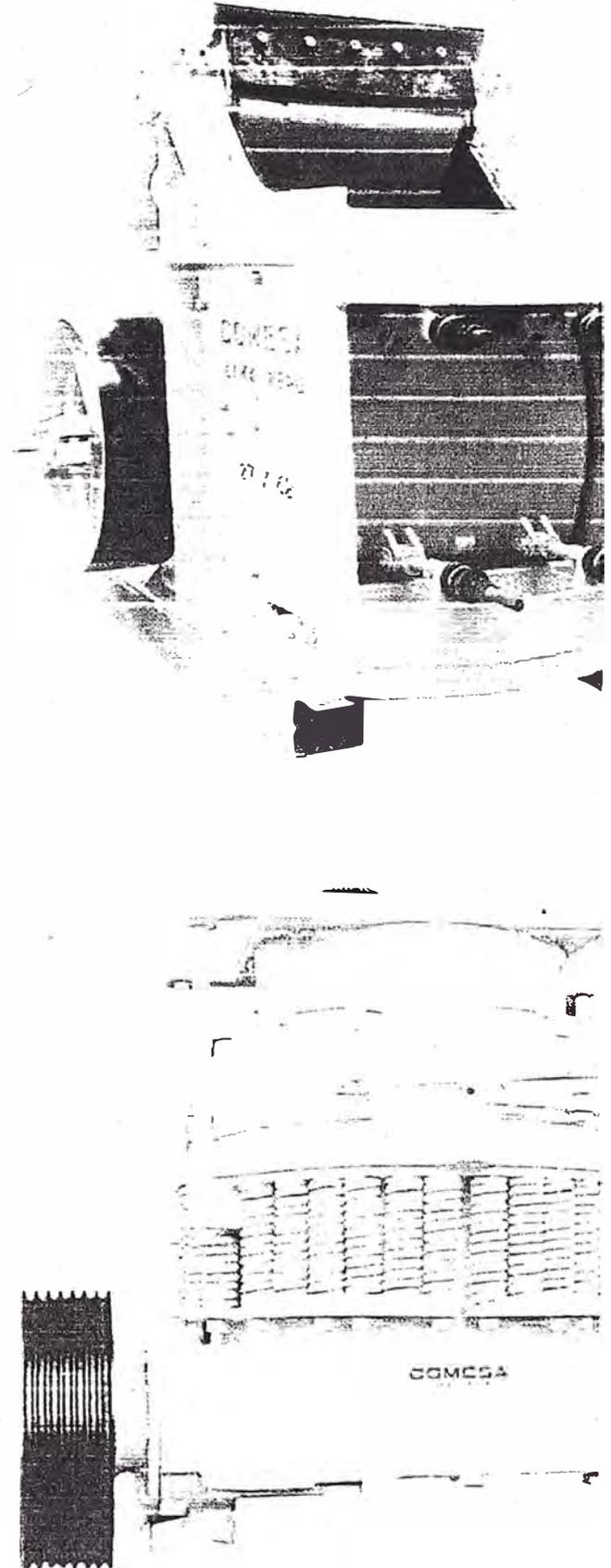
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS CHANCADORAS DE QUIJADAS.

- El bastidor principal está formado por secciones de acero fundido soldadas entre sí y reforzadas para trabajo extra pesado. Es tratado térmicamente para eliminar las tensiones residuales de la soldadura.
- Las quijadas móviles son de acero fundido, también tratadas térmicamente para estabilidad dimensional.
- Los ejes excéntricos y los ejes pivote, son de acero de alta resistencia. Están fabricados con precisión para resistir muchas horas de trabajo sin fatiga que los pueda hacer fallar. Giran sobre rodamientos de rodillos a rótula para máxima duración.
- La regulación de todas las trituradoras se realiza desde el exterior de la máquina.
- Las chancadoras de mayor tamaño son de doble puente ("toggle") lo que les permite desarrollar fuerzas muy grandes. Tienen un sistema de seguridad de tipo resorte de lámina que evita que el ingreso de un trozo de hierro cause sobrecargas que produzcan daños graves.
- El mecanismo está encerrado en un baño de aceite hermético. Generalmente cuentan con un sistema de lubricación forzada que mantiene el aceite en óptimas condiciones.
- Las chancadoras de menor tamaño tienen sólo un puente o "toggle" que en caso de sobrecarga se rompe, funcionando como fusible al evitar que se produzcan averías en la máquina.
- No requieren sistema de lubricación forzada, pues su eje trabaja en baño de aceite con los cuatro rodamientos sobre los que gira.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LAS CHANCADORAS CÓNICAS.

- Generalmente usadas para chancado secundario o terciario.
- Sistema automático de protección contra averías por el ingreso de fragmentos de hierro por medio de resortes helicoidales.
- Regulación del tamaño del chancado mientras la chancadora está en operación.
- Sistema de lubricación que incluye: tanque, bomba de aceite integral, manómetro, termómetro, filtros de aceite e indicador de nivel de aceite.

Los equipos "COMESA" están garantizados por un año.



CHANCADORAS DE QUIJADAS

CAPACIDADES EN TONELADAS METRICAS POR HORA, CON LAS QUIJADAS AJUSTADAS A LAS DIMENSIONES QUE SE INDICA, EN PULGADAS

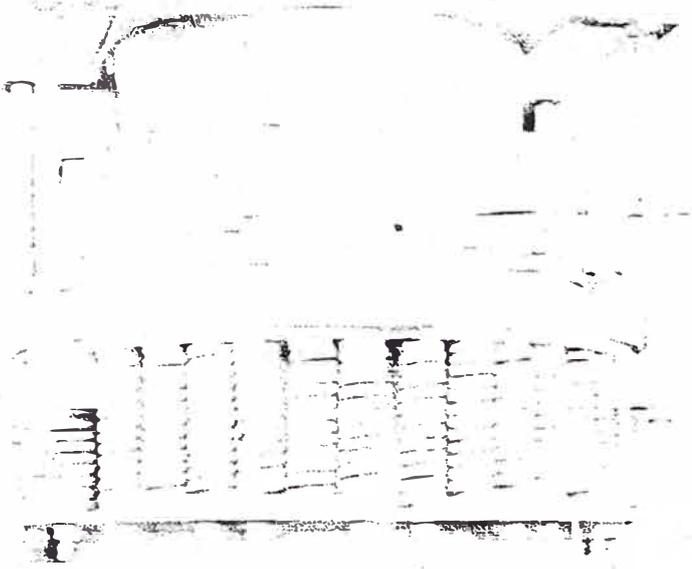
											RPM	HP	
3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/4	3	4	5	6	7	8		
7.2	9.1	10.0	11.5	15.4								425	10
9.0	10.0	11.8	15.4	20.3								400	20
13.5	18.1	22.7	27.2	31.0								400	30
13.0	18.1	22.7	27.2	31.0	36.3							400	40
12.1	20.7	31.2	38.0	40.8	45.4							400	60
	13.1	22.7	27.2	31.0	40.8	49.9						400	80
	22.7	31.3	38.3	40.8	49.9	59.0						400	100
	20.0	25.4	30.0	33.9	54.4							400	150
	25.4	35.4	39.3	55.3	65.3							400	200
	13.0	22.7	27.2	31.0	40.8	49.9						385	60
	18.1	31.3	36.3	40.8	49.9	59.0						360	75
				63.5	72.6	81.6	90.7	113.4	136.1			360	100
				72.6	81.6	90.7	113.4	136.1	158.8			350	150
						90.7	113.4	151.4	204.1	206.8	249.5	350	200
						113.4	151.4	204.1	276.8	340.6	370.1	350	300

CHANCADORAS CÓNICAS ESTÁNDAR

Tipo de Cavidad	Ajuste máximo de descarga recomendado	CAPACIDADES EN TON. CORTAS / HORA EN BASE A OPERACION EN CIRCUITO CERRADO											
		1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"		
Fina	1/4"	18	20	25	30	35	40	45	50	60			
Gruesa	3/8"		20	25	30	35	45	50	60	75			
Muy gruesa	1/2"			25	30	40	50	55	70	80			
Fina	3/8"		40	50	60	70	75	80					
Gruesa	1/2"			50	60	75	90	100	120	140			
Muy gruesa	1/4"				75	90	100	120	140				
Fina	1"			70	90	110	130	140	150	170			
Mediana	5/8"				100	110	140	150	175	200	220		
Gruesa	3/4"						140	150	175	200	250	300	
Muy gruesa	3/4"							140	150	175	200	250	300

CHANCADORAS CÓNICAS "SHORT HEAD"

Tipo de Cavidad	Ajuste máximo de descarga recomendado	CAPACIDADES EN TON. CORTAS / HORA EN BASE A OPERACION EN CIRCUITO CERRADO															
		Producto neto (Net) y Circuito total (Brut)															
		1/8"		3/16"		1/4"		3/8"		1/2"		5/8"		3/4"		1"	
		Net	Brut	Net	Brut	Net	Brut	Net	Brut	Net	Brut	Net	Brut	Net	Brut	Net	Brut
Fina	1/2"	8	12	5	16	10	20	14	21	20	30	25	35				
Gruesa	3/16"			10	20	13	25	18	27	25	40	30	45				
Fina	1/8"	15	45	20	40	30	60	40	60	50	75	60	84	65	85		
Gruesa	1/2"	15	45			30	60	40	60	50	60	60	90	70	95	80	100
Muy gruesa	1/4"					25	70	45	75	60	90	70	105	75	110	160	120
Fina	1/8"	20	60	35	70	50	100	75	110	100	150	125	160				
Mediana	1/4"			40	60	55	110	60	120	105	160	125	160	150	170		
Gruesa	5/16"							80	120	110	165	140	210	175	240	200	250
Muy gruesa	5/8"											140	210	175	240	200	250



COMESA



com.pe
com.pe
3150 - Lima 1 - PERÚ