

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“DISEÑO DE UN FILTRO DE VACIO TIPO TAMBOR  
PARA EL CONCENTRADO DE ZINC EN EL MARCO DE  
UN SISTEMA DE CALIDAD”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO MECANICO**

**FRANCISCO JOSE MENDOZA RAMIREZ**

**PROMOCION 2002-I**

**LIMA-PERU**

**2006**

A mis queridos padres, Loretta y Juan  
Que sin su apoyo no hubiera logrado este Título.

A mi esposa e hijos, Jannina, Francis, Franco y Maria José  
Que sin su amor no hubiera culminado mis anhelos.

## **INDICE**

### **PROLOGO**

### **CAPITULO 1**

#### **1.- INTRODUCCIÓN**

##### **1.1.- Generalidades**

##### **1.2.- Antecedentes del Estudio**

##### **1.3.- Objetivos del Proyecto**

###### **1.3.1.- Objetivo General**

###### **1.3.2.- Objetivos Específicos**

##### **1.4.- Empresa Filtración Industrial CIDELCO SAC**

###### **1.4.1.- Generalidades**

###### **1.4.2.- Descripción de la Planta**

###### **1.4.3.- Organización de la Empresa**

### **CAPITULO 2**

#### **2.- PROCESO DE SEPARACIÓN DE SÓLIDO – LÍQUIDO**

##### **2.1.- Fundamento de la Separación de Sólido Líquido**

##### **2.2.- Filtros de separación de Sólido-Líquido**

###### **2.2.1.- Filtros de gravedad**

###### **2.2.2.- Filtros de vacío**

###### **2.2.3.- Filtros de presión**

##### **2.3.- Principios de calidad**

2.3.1.- Norma ISO

2.3.2.- Sistema ISO 9000

2.3.3.- Definiciones sobre calidad

### **CAPITULO 3**

#### **3.- DISEÑO DE UN FILTRO DE VACÍO TIPO TAMBOR**

3.1.- Generalidades.

3.2.- Condiciones para el Diseño de un Filtro de Vacío.

3.3.- Diseño del Filtro de Vacío.

3.3.1.- Elección del Tipo de Filtro de Vacío.

3.3.2.- Parámetros de Diseño del Filtro de Tambor.

3.3.3.-Características de Operación de un Filtro de Tambor.

3.3.4.- Selección de Materiales

3.3.5.- Proceso de Cálculo

3.3.6.- Elaboración de Planos Constructivos

3.4- Planificación de Actividades

3.4.1.- Organización

3.4.2.- Asignación de Recursos

3.4.3.- Cronograma.

### **CAPITULO 4**

#### **4.- FABRICACIÓN DE UN FILTRO DE VACIO TIPO TAMBOR**

4.1.- Habilitación de Materiales

4.2.- Proceso de Construcción del Filtro

4.3.- Proceso de Inspección y Pruebas

4.4.- Protección Superficial

4.5.- Proceso de Transporte

4.6.- Montaje y Puesta en Marcha

## **CAPITULO 5**

### **5.- PLAN DE CALIDAD**

5.1.- Generalidades

5.2.- Mantenimiento productivo total aplicado al filtro de vacío tipo tambor 8'x12'

5.3.- Gestión y documentos del Plan de Calidad

5.4.- Resultados de la Aplicación del Plan de Calidad.

## **CONCLUSIONES**

## **BIBLIOGRAFIA**

## **PLANOS**

## **APENDICE**

## **Prologo**

El Presente informe es resultado de la experiencia laboral y profesional conseguida mediante el desarrollo de Proyectos de Ingeniería en el Sector Metalmecánica y Minero respectivamente.

El objetivo principal del proyecto, es el de plasmar las pautas y secuencia de actividades propias del mismo, en referencia a un Sistema de Separación de Sólido/Líquido completos, con el aseguramiento de calidad, y que cumplan con la condición de satisfacción plena de los clientes de la empresa.

El Informe esta constituidos por 5 capítulos los cuales se desarrollan de la siguiente manera:

En el Primer Capitulo se presenta la Introducción, acápite donde se plantean las generalidades del proyecto de Separación de Sólidos-Líquidos, indicándose además, el alcance y objetivo del mismo. Se hace la inclusión de un enfoque general de la organización de la Empresa, en el marco de un sistema de calidad, También se presenta una descripción de la Empresa ,con su visión y misión en el ámbito laboral.

El Segundo Capitulo trata sobre los fundamentos conceptuales de la separación de Sólido-Líquido en el ámbito industrial, así como de los diferentes tipos de equipos de filtrado que intervienen en el proceso, incluyéndose también conceptos relativos a la calidad.

En el Tercer Capitulo se hace una descripción de las actividades de planificación y preparación de los trabajos, la participación de la Empresa, y los criterios para elegir el tipo de filtro a diseñar.

En el Cuarto Capitulo se describe la ejecución del proyecto, diseñándose la forma de transporte del filtro, su montaje en la mina y su puesta en marcha, sujetándose a los códigos y normas de seguridad establecidos por la empresa minera.

En el Quinto Capitulo se presenta el plan de calidad aplicado al presente proyecto, el cual cuenta con un plan de aseguramiento de calidad, un listado de procedimientos, planos de puntos de inspección, empleo de instrumentos técnicos complementarios y los documentos de calidad.



# **CAPITULO 1**

## **INTRODUCCION**

### **1.1 Generalidades.**

El Proyecto de diseño de un filtro de vacío tipo tambor, es una alternativa de solución a la necesidad de la Minera Rosaura- Perubar de cambiar un filtro de discos de 6' x 5 inoperativo, por un nuevo filtro de mayor área de filtración, a fin de aumentar la producción de la mina, bajo la condición de que sus dimensiones se ajusten a las áreas que ocupaba el antiguo filtro de discos inoperativo, y que el nuevo filtro sea de la clase de Filtración por Vacío.

### **1.2 Antecedentes del Estudio**

La separación del sólido-líquido es una operación muy importante dentro de cada fase de los muchos procesos industriales, tales como: reducción del mineral, reducción en los procesos farmacéuticos, de alimentos y de las aguas industriales.

Las técnicas de separación que existen son muy variadas, por lo que se trata de ubicar parámetros de referencia para el diseño de este tipo de operación .

La relevancia que se ha dado a la Calidad en los últimos años, a derivado en la necesidad de que las empresas y organizaciones cuenten con estándares de calidad reconocidos internacionalmente, siendo uno de ellos la Norma ISO 9000.

La Empresa Filtración Industrial CIDELCO S.A.C, en la actualidad se encuentra desarrollando el Proyecto de Implementación de un Sistema de Calidad basado en la Norma ISO 9000, herramienta que garantiza calidad de procesos y de productos.

En el presente proyecto, la Empresa Filtración Industrial CIDELCO SAC, será la encargada de ejecutar el Plan de Aseguramiento de Calidad, acorde a los requerimientos y especificaciones técnicas del proyecto, diseñándose para ello, las secuencia de procedimientos y registros necesarios.

### **1.3 Objetivos del Proyecto**

#### **1.3.1 Objetivo General.**

El objetivo del proyecto es el de desarrollo de un Plan de Calidad para las actividades de Diseño y fabricación de un Filtro de Tambor, con un Tambor de diámetro 8' x 12' de largo, y una tina rectangular para la empresa minera Perubar – Rosaura, distrito de San Mateo, Provincia de Huarochiri, Departamento de Lima.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos.**

Para el presente proyecto se cuenta con los siguientes objetivos:

- Diseño, fabricación, pre-montaje, transporte e instalación de un Filtro de vacío tipo Tambor de diámetro 8 pies x 12 pies de largo, y una tina rectangular.
- Aplicación de las especificaciones técnicas y diseño de un Plan de Calidad para las actividades de diseño y fabricación de un Filtro de

Vació tipo Tambor de diámetro 8 pies x 12 pies de largo, y una tina rectangular.

## **1.4 Empresa Filtración Industrial CIDELCO SAC**

### **1.4.1 Generalidades**

La Empresa Filtración Industrial CIDELCO S.A.C, tiene 7 años de trabajos dedicados al mejoramiento del Sistema de Separación de Sólidos/Líquido, aplicado al proceso industrial de reducción de minerales, mediante la filtración de tipo Vació y Presión. Dentro de sus meritos logrados, en el año 2004 se ha hecho merecedor a la distinción de ser considerada la EMPRESA DEL AÑO dentro de las empresas del sector metal mecánico. Situación que constituye un compromiso para que se continúe a la vanguardia a nivel nacional en lo que a avance tecnológico en Sistemas de Filtración para Concentrados de Mineral se refiere.

### **1.4.2 Descripción de la Planta**

La Empresa Filtración Industrial CIDELCO S.A.C, es una organización líder en el mercado Nacional dentro del rubro de servicio de reparación, optimización, fabricación y automatización de Sistemas de Filtración en la Industria y Minería.

La empresa cuenta con una planta de 1000 m<sup>2</sup>, acondicionada para desarrollar trabajos, metal mecánicos, y acondicionada a satisfacer los requerimientos del mercado, con adaptabilidad a los cambios. (Fig. 1.1).



**Figura 1.1: Planta de Filtración Industrial CIDELCO SAC**

### **1.4.3 Organización de la Empresa**

La Empresa Filtración Industrial CIDELCO S.A.C, desarrolla proyectos integrales de Conformidad a los requerimientos y solicitudes de los clientes, elabora Anteproyectos, Ingeniería de detalle, Fabricación, instalación y montaje de sistema industrial.

Entre los servicios que ofrece se encuentran:

- Diseño y Fabricación de Filtros Prensa Manuales y Automatizados
- Diseño y Fabricación de Filtros de Vacío tipo Tambor y de Discos.
- Optimización y Automatización de Sistemas de Filtración y Espesamiento

- Diseño, Ingeniería de detalle, Construcción y Montaje de Edificios Metálicos para la Industria y Minería.
- Diseño, Fabricación y Montaje de Espesadores.
- Reconstrucción de Filtros y Bombas
- Servicios de Pre-venta y Post-venta

**a) *Visión de la Empresa***

La Empresa tiene como visión, convertirse en una organización líder en Latinoamérica en la Optimización de Procesos de Filtración Industrial y Minera, proyectando la ampliación de su mercado a nivel Americano, generando a su vez la confianza en sus clientes mediante la óptima calidad de los equipos que se fabrican y la excelencia del servicio Post-venta.

**b) *Misión de la Empresa***

La Empresa tiene como misión, la de convertirnos en una Empresa Peruana líder en los Sistemas de Separación de Sólidos/líquidos completos y de operación automática en Procesos Industriales y Mineros, conducentes a la obtención de resultados con la mejor relación costo beneficio.

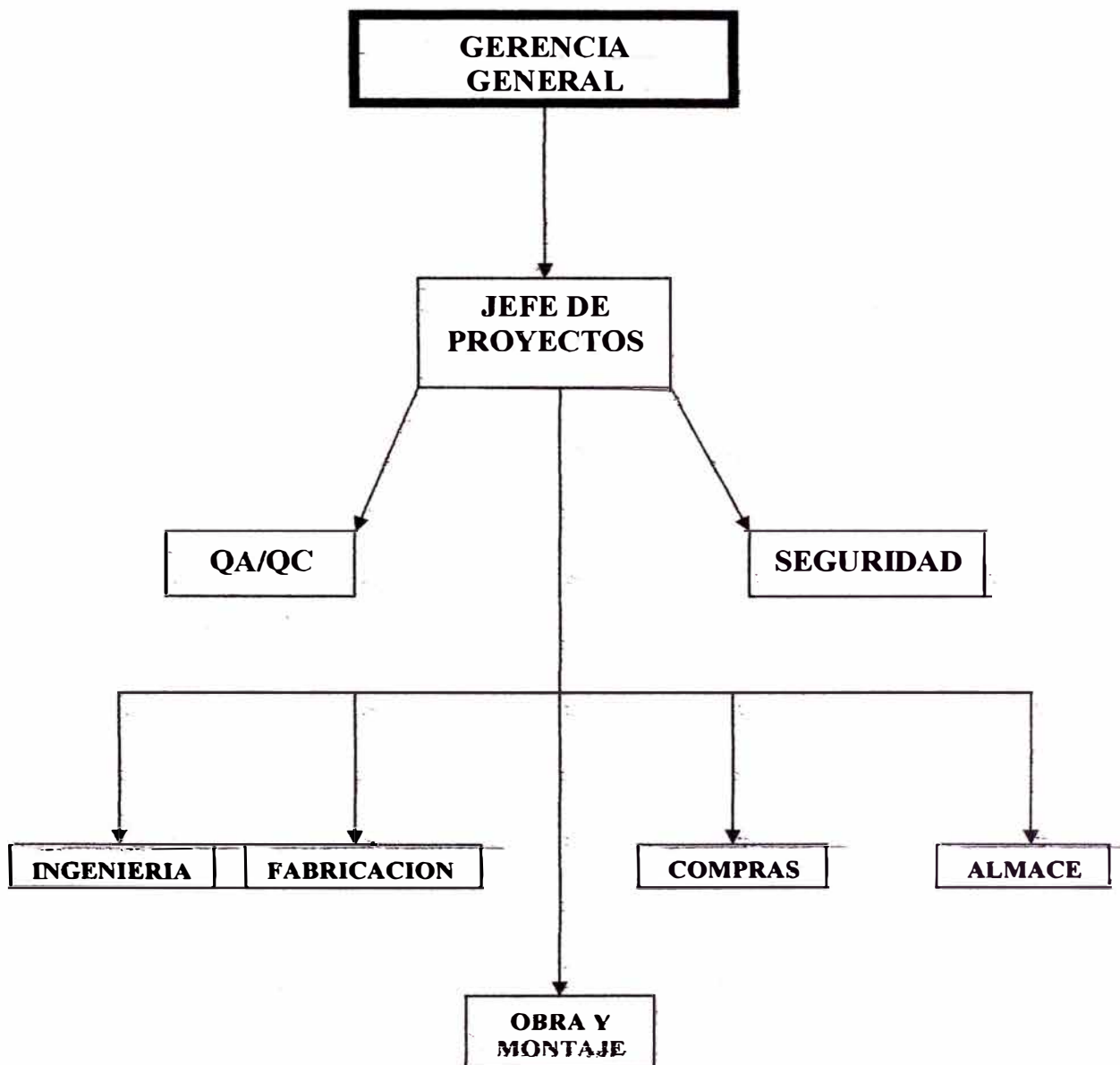
Sustentando su desarrollo sobre la base de una aplicación de tecnología de avanzada en cada uno de nuestros procesos y niveles altos de productividad, brindando a su vez un excelente servicio de calidad.

**c) *Objetivos de la Empresa***

- Construir un clima laboral que promueva el trabajo en equipo para que cada miembro de la organización asuma el compromiso de

asegurar que la ingeniería, la fabricación, el montaje e instalación de los proyectos a cargo de la empresa, cumplan con los requerimientos de los clientes.

- La mejora continua de todos los procesos de nuestra organización, desde el diseño hasta el servicio post-venta, así como de las condiciones de seguridad inherentes a cada proceso.
- Asegurar servicios y suministros de Calidad mediante el desarrollo y calificación de proveedores.
- Aumento constante de la eficiencia en el cumplimiento de los plazos comprometidos con los clientes.
- Asegurar la ejecución de los programas de capacitación del personal para la mejora continua de la gestión.

**ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA**

## **CAPITULO 2**

### **PROCESO DE SEPARACIÓN DE SÓLIDO – LÍQUIDO**

#### **2.1 Fundamento de la Separación de Sólido – Líquido**

En muchos procesos industriales aparecen mezclas de líquidos y materias sólidas en suspensión, siendo que el tamaño de las partículas sólidas que contienen es muy diverso.

Cuanto más pequeñas resultan ser las partículas sólidas en suspensión, tanto más difícil es su separación del líquido, por lo que los métodos de separación utilizados son muy diversos. Para separar las suspensiones usualmente se emplean según sean los casos, la decantación (sedimentación), la filtración y la centrifugación.

Se entiende por decantación o sedimentación, la separación que se produce por gravedad de la materia sólida en un líquido.

Se denomina Filtración, a la separación mecánica de los sólidos, que se produce en la mezcla de sólidos y líquidos, con ayuda de un filtro. Este filtro retiene a las sustancias sólidas, por acción de la fuerza física que actúa en la caída de presión entre la entrada y la salida del filtro.

En la centrifugación, la separación de los componentes sólidos y líquidos de una suspensión, tiene lugar debido a la fuerza centrífuga que se produce por efecto de



las diferencias de densidad de cada uno de los componentes de la suspensión. Todas las suspensiones finas o mezclas turbias difíciles de filtrar, se centrifugan, puesto que la fuerza centrífuga, cuando alcanza a convertirse en un múltiplo de la fuerza de gravedad, se consigue una rápida separación del sólido y el líquido, tanto por el principio de decantación (sedimentación) como por el de filtración. Por esta razón, la centrifugación es muy utilizada en lugar de la filtración.

**Filtración.-** Los Filtros o elementos filtrantes, son los elementos fundamentales en todo procesos de filtración o filtrado. En el laboratorio químico la filtración se realiza a menudo por medio de un embudo Buchner (Fig. 2.1), en donde el líquido es succionado a través de una fina capa de partículas, utilizando para ello una fuente de vacío. En casos aún más sencillos, la suspensión es vertida en un embudo cónico provisto de un papel de filtro.

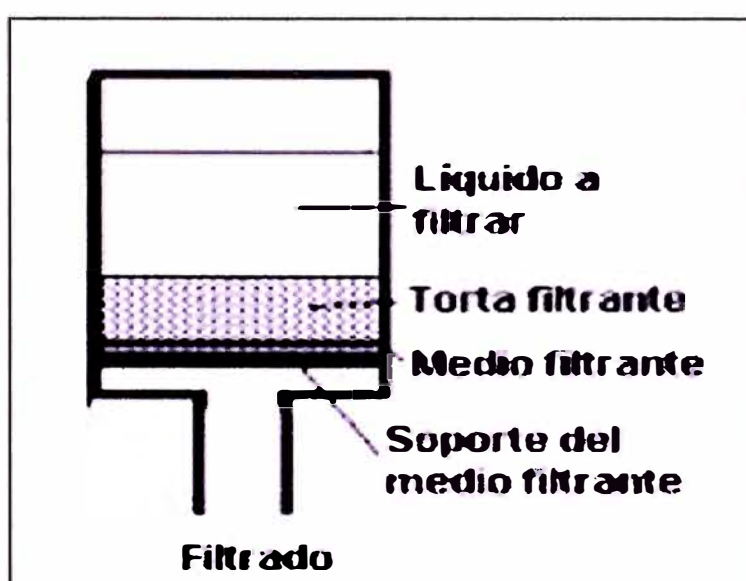


**Figura 2.1: Embudo Buchner**

En la versión industrial de la operación de filtrado, se presentan dificultades mayores a las de laboratorio, debido al movimiento mecánico de cantidades

mucho mayores de sólidos en suspensión, por lo que se debe permitir la formación de una capa más gruesa de sólidos.

Para conseguir una elevada velocidad de paso del líquido a través de los sólidos, se requerirán de presiones más elevadas. Para otras situaciones, será necesario proporcionar un área mucho mayor.



**Figura 2.2: Operación Típica de Filtración**

En la figura 2.2. se ilustra una operación típica de filtración, en donde se puede apreciar el medio filtrante, que para este caso se trata de una tela, se presenta también su soporte y la capa de sólidos o torta filtrante, que se ha formado.

Los volúmenes de las suspensiones que se tratan, pueden variar desde cantidades extremadamente grandes, como las que se presentan en la depuración del agua y tratamiento de minerales en la industria minera, hasta cantidades relativamente pequeñas como en la industria química, en donde la variedad de sólidos es considerable.

Dentro de los casos que se presentan en la industria química, lo que más interesa son las partículas sólidas, en especial su tamaño y propiedades físicas.

La filtración es esencialmente una operación mecánica y requiere menos energía que la operación de evaporación o secado, en donde debe suministrarse el elevado calor latente del líquido, generalmente agua. En la operación típica de filtrado, se establece gradualmente una torta sobre el medio filtrante, incrementándose así, progresivamente la resistencia al flujo. Durante el período inicial del flujo, las partículas se depositan en las capas superficiales de la tela, formándose de esa manera el verdadero medio filtrante.

Los factores más importantes de los que depende velocidad de filtración vendrían a ser:

- La caída de presión
- El área de la superficie filtrante.
- La viscosidad del filtrado.
- La resistencia de la torta filtrante.
- La resistencia del medio filtrante y el de las capas iniciales de la torta.
- Las partículas muy finas e incluso coloides, forman una torta de filtración muy compacta que dificulta la filtración.
- Las partículas gruesas y cristalinas, forman una torta porosa y permiten la filtración con facilidad.

- Las partículas cristalinas redondas o esquinadas se filtran con facilidad. Por el contrario, las partículas laminares se depositan una sobre otra dificultando el paso del líquido a filtrar.

La velocidad de filtración  $V_f$  se indica en metros cúbicos de filtrado (V), por metro cuadrado de superficie filtrante (A) y el tiempo (t) expresado en horas

$$V_f = \frac{V}{At} \quad (m/horas)$$

**Parámetros que permiten incrementar la velocidad de filtración:**

- **Temperatura.-** Al elevarse la temperatura disminuye la viscosidad del líquido que se filtra y con ello en muchos casos se consigue una mejor velocidad de filtración.
- **Presión.-** Con el aumento de la presión también se puede incrementar la velocidad del fluido a ser filtrado al atravesar la torta de filtración. La caída de presión necesaria se puede conseguir ya sea antes del filtro por la altura de la columna del líquido mismo o por presión adicional, o bien, del lado del filtrado por disminución de la presión (vacío).
- **Agentes auxiliares de filtración (en la decantación).**

El agregado de agentes auxiliares de filtración que no reaccionen con la suspensión evita la formación de una torta de filtración con una estructura menos compacta. Como agentes auxiliares de filtración se emplean, entre otros: tierras de infusorios, asbesto, cuarzo, celulosa, etc.

- **Disminución del espesor de la torta de filtración.**
- **Variación del Ph.**

**Los Medios de Filtración:** La elección de los medios de filtración, con frecuencia, es la consideración más importante para asegurar el funcionamiento satisfactorio de un filtro. Se les debe seleccionar principalmente por su capacidad para retener los sólidos que se deben separar del fluido. Para la filtración de torta, la selección resulta casi siempre en una solución de término medio, de entre los siguientes atributos:

- 1.- Propensión mínima a las purgas: Capacidad de retener los sólidos sobre sus poros con rapidez.
- 2.- Propensión mínima a los atascamientos: Velocidad baja de arrastre de sólidos dentro de sus intersticios.
- 3.- Velocidad elevada de producción: Resistencia mínima al flujo de filtrado.
- 4.- Resistencia a los ataques químicos.
- 5.- Resistencia para sostener la presión de filtración.
- 6.- Resistencia aceptable al desgaste mecánico.
- 7.- Capacidad para descargar torta con facilidad y limpieza.
- 8.- Capacidad para conformarse mecánicamente de acuerdo al tipo de filtro que se utilizara.
- 9.- Costo mínimo.

Los medios filtrantes se fabrican de algodón, polímeros sintéticos, vidrio, asbesto, celulosa, metales y otros materiales que forman fibras, de carbono, metal, retazos, polímeros sintéticos y otros sólidos porosos o perforados y de

arenas otros sólidos en partículas, capaces de formar un lecho filtrable. Para la filtración de torta, el tipo más común de medio es el de textiles tejidos de algodón o fibras sintéticas.

Algunas características de construcción para describir las telas de filtración vienen a ser:

a.- Tejido: Se pueden hacer con cualquier fibra textil naturales o sintética. De entre los muchos disponibles, sólo se utilizan 4 de ellos como medios de filtración:

- Tejido liso (cuadrado): Los hilos cruzados se tejen por encima y por debajo de los hilos largos, en forma alterna.
- Sarga: Se caracterizan por su aspecto diagonal.
- Tejido de cadena: La tela resultante tiene características intermedias a las de lonas y sargas.
- Satín: Similar a las sargas, con hilos flotantes. El resultado es una tela de cara lisa sin el aspecto diagonal de una sarga.

b.- Estilo: número arbitrario que asigna coda fabricante.

c.- Conteos: número de hilos por pulgada en cada dirección, expresándose primero el de los hilos largos.

d.- Peso (en onzas por yarda cuadrada): Las telas de paso elevado y conteo bajo, constituyen las telas más fuertes, pero en general tienden a atascarse y retener sólidos gruesos.

e.- Pliegues: Número de pequeñas hilazas torcidas juntas para constituir el hilo final.

f.- Número de hilaza. peso del filamento original torcido (raramente constituye un factor a tener en cuenta por el usuario).

Existen otros medios de filtración:

Telas metálicas de varios tipos de tejido en níquel, cobre, latón, bronce, acero, aluminio y otras aleaciones. Los metales también se utilizan en la forma de medios porosos rígidos.

- Medios fibrosos no tejidos para filtro, que se emplean hasta que fallen y luego se descartan.
- Los filtros prensados y la barra de algodón se utilizan para filtrar partículas gelatinosas. Las tramas no tejidas se utilizan para fines similares.
- Pulpas y papeles de filtro: retienen sólidos muy finos y aclaran soluciones.
- Lechos granulares: filtros de arena y carbón, para filtrar agua y soluciones químicas.
- Placas filtrantes de arcilla, cuarzo, vidrio, tierra de diatomeas de determinado tamaño de grano, entre otros.

## **2.2 Filtros de Separación de Sólido - Líquido**

Existen tres tipos de situaciones para la utilización de Filtros para la Separación de Sólidos/Líquidos: Los Filtros de Gravedad, Los Filtros de Vacío y Los Filtros de Presión. Estos filtros se utilizan según los requerimientos de producción del cliente, composición química del producto, y costo de inversión.

Los tres casos de Filtros mencionados, se clasifican en dos tipos: de operación discontinua y operación continua.

**2.2.1 Filtros de Gravedad.**- Estos filtros se utilizan para la separación de grandes cantidades de materia en suspensión. En el proceso, la sustancia sólida que tiene mayor densidad, se deposita por gravedad en el fondo del recipiente de decantación.

- ***Operación Discontinua (batch).***- Como el nombre lo indica, estos filtros permiten que el fluido a ser filtrado impregne los medios del filtro.

Los filtros de tipo intermitente (*batch*) incluyen bolsas de filtro, que una vez llenas de la mezcla, permiten el drenaje, dejando el sólido en el bolso, el cual se vaciará y será reutilizado nuevamente. Este tipo de filtrado todavía es utilizado en algunos países para retirar la cera del aceite después de enfriarse. A estos filtros se les conoce comúnmente como filtros Nutsch de gravedad o Filtros Cartucho de Gravedad.

- ***Operación Continua.***- Un sólido de desecación de correa porosa sin fin es un ejemplo de un filtro de la gravedad que funciona continuamente y que además opera con pantallas vibrantes continuas así como las que encajan en el tambor, también son conocidas como pantallas rotatorias.

**2.2.2 Filtros de Vacío.**- La Filtración de Vacío consiste en aplicar simplemente la succión al opuesto o el lado limpio de los medios en donde se presenta la mezcla y éste filtrado se puede realizar de diversas maneras.

- ***Operación Discontinua (batch)***

**1.- Funcionamiento del Tipo Nutsch.**- El Filtro de Nutsch es virtualmente idéntico al Filtro de Gravedad Nutsch excepto que se aplica un vacío debajo de la rejilla perforada y de la tela.



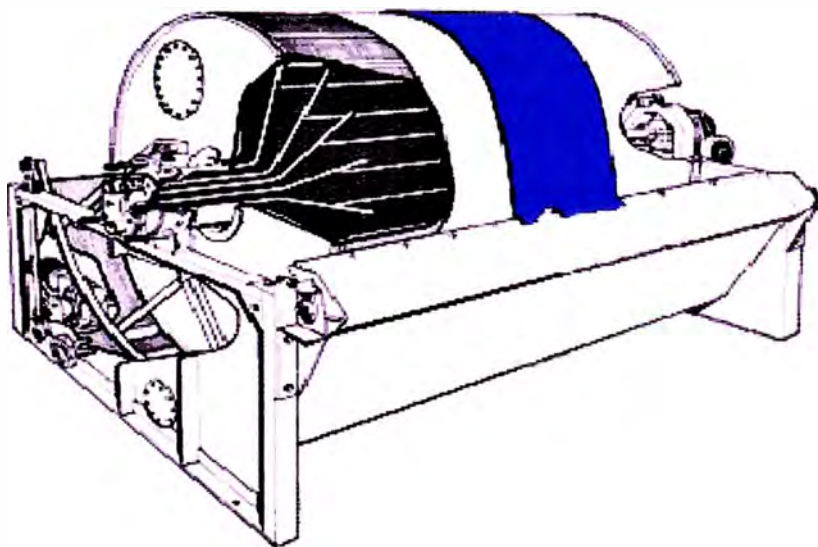
**2.- Funcionamiento del Filtro Tipo Hoja.-** El Filtro de Hoja de Moore' es conocido como uno de los mejores de este tipo. Consiste simplemente en una hoja de madera, revestida de goma metálica o plástico alrededor de la cual se encuentra una bolsa de tela. Una cañería de filtrado de dentro de la bolsa encaja en la manga de succión y la hoja se sumerge en la mezcla.

Después de un período del tiempo, cuando ya una torta ha formado, la hoja se retira de la mezcla que aun mantiene el vacío y entonces la hoja se transfiere generalmente a un tanque con líquido de lavado para retirar impurezas. Cuando la torta se ha lavado, el marco de Moore se levanta del tanque de colada, y se mantiene aún el vacío para prevenir la descarga de la torta, luego se transfiere al tanque de descarga para que la torta sea retirada por medio de los motores de reacción de agua y se mezcle nuevamente para después procesar o desecar. "El filtro de Hoja de Moore" se utiliza en particular en la industria minera y en especial en la producción del dióxido de titanio

- ***Operación Continua.***

**1.- Filtro de Tambor Rotatorio.-** El Filtro de Tambor Rotatorio (Fig.2.3) consiste en un cilindro dispuesto horizontalmente, con la superficie exterior formada por una plancha perforada o elementos de drenaje especiales sobre los que se fija la tela filtrante. Algunas veces la tela está separada del tambor por una tela metálica gruesa, por lo que el área de filtración es máxima, manteniéndose en posición por media de alambres o de una tela metálica fina que al mismo tiempo la protege.

separado entre cada sector y una válvula rotatoria especial. Al tambor se le sumerge en la suspensión hasta una profundidad adecuada, agitándose dicha suspensión para evitar la decantación de los sólidos, produciéndose un vacío entre aquellos sectores del tambor que están sumergidos. De esta manera se forma una torta del espesor deseado, de aproximadamente 100mm de espesor, ajustando previamente la velocidad de rotación del tambor. Un aumento de velocidad tiene como resultado la formación de una torta más delgada y en consecuencia una velocidad de filtración superior.



**Figura 2.3: Filtro de Tambor**

**2.- Filtro tambor de Pre-Capa.-** Cuando el material forma una torta de elevada resistencia, el proceso puede facilitarse mediante la utilización de un Filtro de Pre-Capa (Fig. 2.4). Se forma en primer lugar una gruesa capa de un material de muy fácil filtración, sobre la superficie de filtración. La filtración se lleva a cabo a través de esta capa y se instala el raspador de manera que avance automáticamente

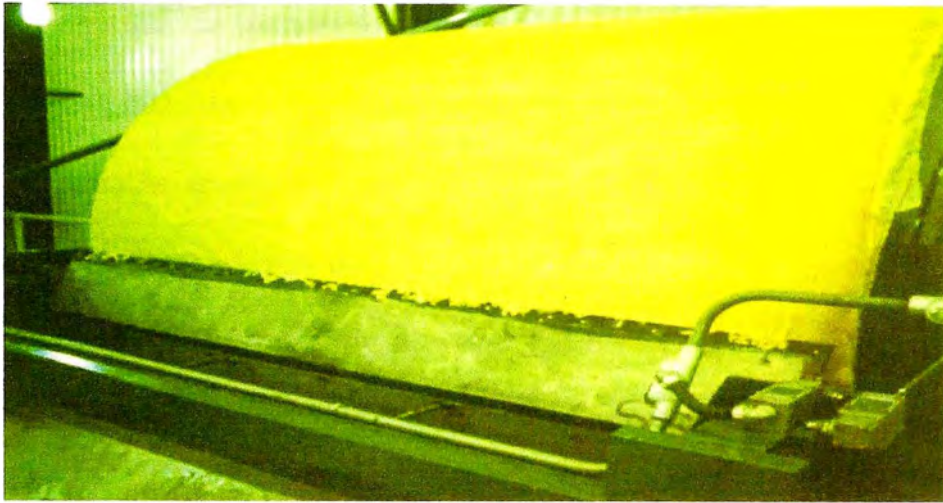
superficie de filtración. La filtración se lleva a cabo a través de esta capa y se instala el raspador de manera que avance automáticamente hacia el tambor. Puede formarse entonces una torta muy delgada, que se retira al mismo tiempo que una fina capa del material de recubrimiento.

### **Ventajas**

- El funcionamiento del filtro es completamente automático.
- Pueden formarse tortas de cualquier espesor alterando la velocidad de rotación del filtro.
- El filtro tiene una capacidad muy grande dado su tamaño y es utilizado para filtración de grandes cantidades de materiales de fácil filtración.
- Si la torta es de sólidos gruesos, puede separarse de ella la mayor parte del líquido antes de descargarla.

### **Desventajas**

- Es un filtro de vacío y por lo tanto la diferencia de presiones máxima disponible es limitada.
- No puede utilizarse este filtro para materiales que formen tortas relativamente impermeables o difíciles de separar de la tela.
- No es fácil obtener un buen lavado.
- Es difícil obtener una torta seca.
- Los gastos de instalación del filtro y del equipo de vacío son elevados

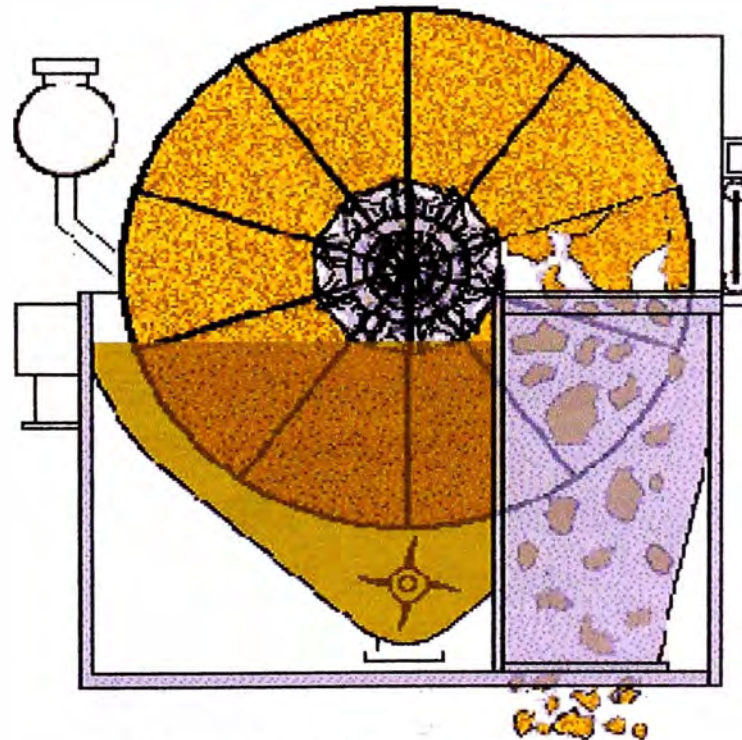


**Figura 2.4: Filtro de Pre-capa**

**3.- Filtro de Discos.-** Los filtros de discos (Fig. 2.5) pertenecen al grupo de alimentación lateral. Se utilizan generalmente en usos resistentes tales como la desecación de la taconita, del mineral de hierro, de la hematita, del hidrato de carbón, del aluminio, del concentrado del cobre, de los concentrados de la flotación de la pirita y de otros procesos de la reducción. El filtro consiste en varios discos, hasta 15 en las máquinas más grandes, cada uno compuesto de los sectores que se afianzan con abrazadera juntos para formar el disco. Los sectores son acanalados hacia el cuello y se diseñan para un caudal del drenaje de alta capacidad. Una de las características principales es que el espacio requerido tomado por los filtros de discos es mínimo y el costo por el m<sup>2</sup> de área de la filtración es el más bajo.

Durante la operación cada sector se sumerge y una torta se forma en la cara de los discos. Entonces emerge a la zona de secado, los drenes del líquido a un punto central y de allí a través de una válvula al receptor del vacío. La válvula se fija a un plato distribuidor para que

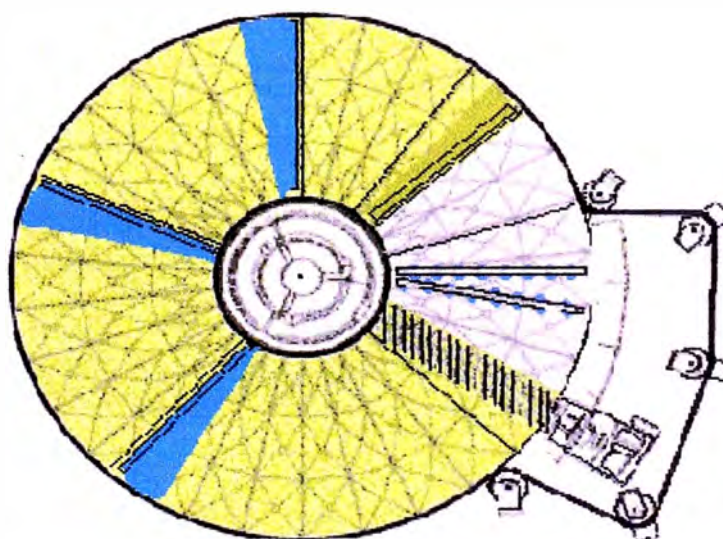
en zona de secado se aplique un soplado para la descarga de la torta. Las láminas del raspador en el lado de cada disco dirigen la torta a los canales inclinados de la descarga que se colocan entre los discos adyacentes y son de par en par para evitar que estorben la caída de la torta. Un mezclador del tipo paleta situado en el fondo del tanque mantiene la mezcla de suspensión que en la mayoría de los usos metalúrgicos contiene los sólidos con alta gravedad específica.



**Figura 2.5: Filtro de Discos**

**4.- Filtro de Mesa.-** Este filtro es una mesa anular rotatoria (Fig. 2.6), cuya superficie superior es un medio de filtración. La mesa se divide en sectores, en forma similar a los filtros de tambor. Se aplica vacío a través de una cámara de drenaje por debajo de la mesa, que lleva directamente a una gran válvula giratoria. Se bombea pulpa sobre la

mesa en un punto y se retira la torta unos cuantos metros a contracorriente de este punto, por medio de un transportador de caracol que lo eleva sobre la parte lateral del filtro. En medio se deja cerca de media pulgada de torta. Se asienta mediante una aspersion a alta velocidad y se expone al soplo de aire a medida que se agrega pulpa. Esta torta residual es una desventaja peculiar de la mesa horizontal. El lavado, que puede ser a contracorriente y la desecación, se realiza con eficacia entre los puntos de alimentación y descarga.



**Figura 2.6: Filtro de Mesa**

**5.- Filtro de Bandejas Inclinas.-** Es una modificación de la mesa horizontal, convierte cada sector en una unidad físicamente independiente rodeada de lados, en resumen, una bandeja conectada por medio de un brazo radial a una válvula central al vacío. En el Filtro de Bandeja Inclina (Fig.2.7), la bandeja va sobre un rodillo colocado en una pista circular alrededor del filtro. En el punto de

descarga de la torta, un mecanismo invierte la bandeja; la torta se desprende con la ayuda de un soplo breve de aire y si es conveniente, con cierta aspersion de lavado. A continuacion se endereza la bandeja y queda lista para recibir su nueva carga de pulpa.

### **Ventajas**

- Buena descarga de la torta.
- Buen lavado del medio de filtracion.
- La posibilidad de construirla en tamaño muy grandes.

### **Desventajas**

- El costo elevado (sobre todo los tamaños más pequeños).
- La complejidad mecánica.



**Figura 2.7: Filtro de Bandejas Inclinadas**

**6.- Filtro de Correa Horizontal.-** Los Filtros de Correa Horizontales (Fig.2.8), son los filtros de vacío que más comúnmente pueden ser usados de la industria debido a su flexibilidad de la operación, adaptación a las mezclas corrosivas y conveniencia de manejar rendimientos de procesamiento grandes. Esta clase de filtros al vacío

se caracteriza por una superficie horizontal de filtración en forma de una mesa, una banda o bandeja múltiples en disposición lineal o circular.

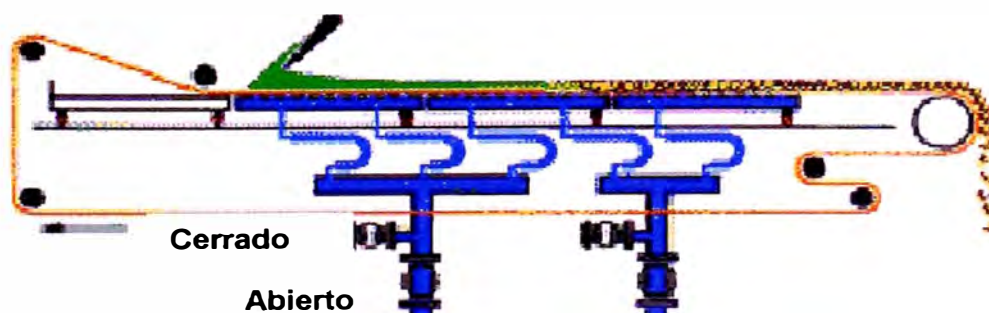
### **Ventajas**

- Permite una elección independiente del espesor de la torta.
- El tiempo de lavado y el ciclo de desecación.
- Filtran eficientemente sólidos pesados y densos.
- Permiten la inundación de la torta con disolvente de lavado y se adaptan con facilidad al lavado o a la lixiviación a contracorriente.

### **Desventajas**

- Su construcción es más costosa que la de los filtros de tambor.
- Emplea cantidades relativamente grandes de espacio de piso por unidad de área de filtración.

Se han usado sobre todo para filtrar yeso y residuos de fosfato de roca por el proceso par vía húmeda de ácido ortofosfórico para los metalúrgicos, el lavado de pulpas y la extracción de semillas oleaginosas por medio de disolventes.



**Figura 2.8: Filtro de Correa Horizontal.**



**2.2.3 Filtros de Presión.-** Los Filtros de Presión, a excepción del filtro de presión de tambor rotatorio, son las máquinas del tipo semi-continuos que entran en un modo de descarga de la colada y de la torta en el extremo del ciclo de la filtración. El ciclo de la filtración puede extender a partir de 5-10 minutos en usos de la filtración de la torta y hasta 8 o aún más horas para pulir los líquidos. La colección del líquido filtrado depende del modo de funcionamiento del filtro que puede ser de caudal constante, presión constante o con la presión que se levanta y el caudal que reduce en cuanto a una bomba centrífuga. La mayoría de los filtros de presión son discontinuos, pero los filtros continuos están también disponibles. Sin embargo, debido a la dificultad en quitar la torta son mecánicamente complejos y costosos.

#### **Ventajas**

- Las tortas se obtienen con el contenido de agua muy baja.
- La recuperación o el retiro soluble intensivo de contaminantes de la torta puede ser recuperado.
- Los líquidos filtrados limpios pueden ser recirculados.
- Las partes del filtro se pueden construir de una variedad amplia de aleaciones incluyendo los materiales sintéticos para los Filtros Prensa.
- Los filtros de presión pueden ser manuales, semiautomáticas hasta las máquinas completamente automáticas.

#### **Desventajas**

- El lavado del paño es difícil y si los sólidos son pegajosos se forma una pre-capa de 3 milímetros del diatomita o perlita.

- El operador puede ver apenas la torta de formación y no puede realizar una inspección mientras que el filtro está en la operación.
- Los partes internas son difíciles de limpiar y esto puede ser un problema con usos de la categoría alimenticia.

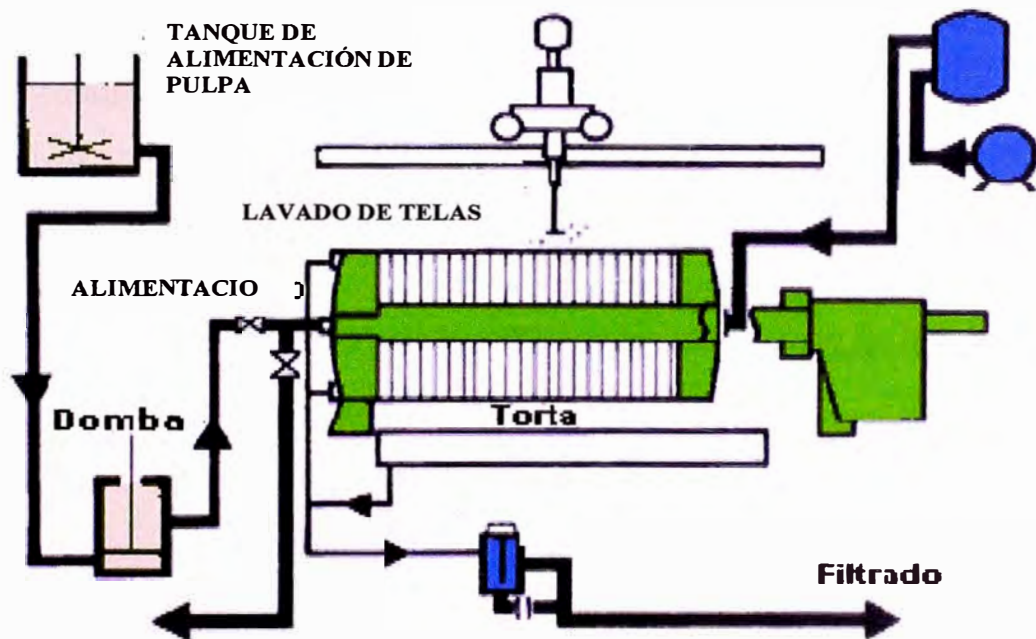
- ***Operación Discontinua (-batch)***

Con Cierre Hidráulico: Filtro Prensa de Placa y Marco, Semi automático, Full Automático, Filtro Vertical con Placas Horizontales y Filtros de Correa Continua.

**1.- Filtro Prensa.-** Fue introducido al final de siglo y ha sido utilizado por muchos años para desecar principalmente los lodos inútiles. Eran considerados las máquinas dependientes de trabajo por lo tanto que no encontraron mucha aceptación en las industrias de proceso sofisticadas y altamente automatizadas. El Filtro Prensa (Fig.2.9) consiste en una cabeza y un seguidor que contengan entre un paquete de placas rectangulares verticales. Cada placa se viste con la tela filtrante en ambos lados y, una vez que estén presionados juntos, forman una serie de compartimientos que dependen del número de placas. El paquete entero de placas es apoyado por las vigas laterales o de arriba.

La cabeza sirve como un extremo fijo con el cual las tuberías de la alimentación y del líquido filtrado estén conectadas y los movimientos del seguidor a lo largo de las vigas y presiona las placas juntas durante el ciclo de la filtración por un mecanismo hidráulico o mecánico. Las

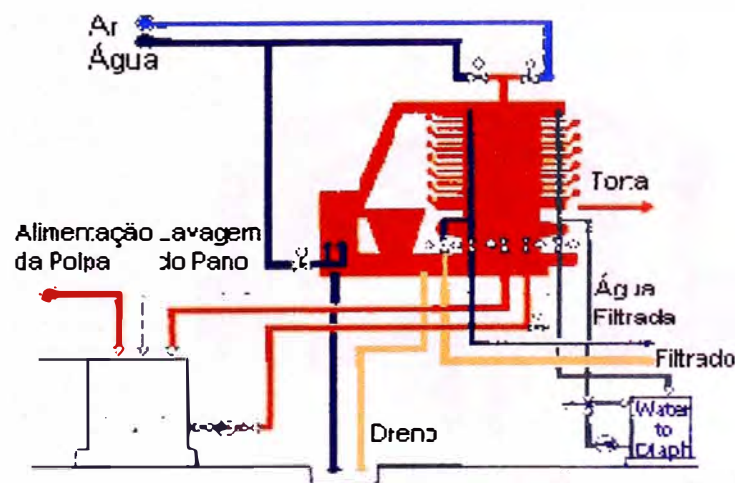
placas tienen generalmente un puerto centrado de la alimentación que pase con la longitud entera de los filtros prensa para conectar todos los compartimientos del paquete de la placa juntos. La desventaja de este arreglo es que no puede ser utilizada con los líquidos filtrados que son tóxicos, inflamables o volátiles.



**Figura 2.9: Filtro Prensa**

**2.- Filtro Prensa Vertical Automático.-** El Filtro Prensa Vertical Automático (Fig. 2.10) fue introducido a mediados de los años 70, en el que se fueron levantando los precios del aceite agudamente y el requisito para las tortas extremadamente secas llegó a ser inevitable. Los primeros filtros eran absolutamente pequeños y fueron introducidos principalmente en la industria fina de los productos químicos pero dentro de algunos años ganaron renombre en el mineral que procesaba productos mas robustos y las industrias de la reducción

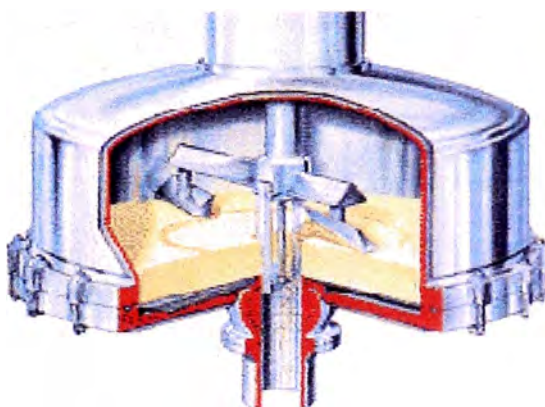
del mineral que sustituían los filtros de discos convencionales de Vació. El filtro, también llamado Automatic Tower Filterpress, es una máquina semi-continua en comparación con los filtros prensa convencionales o cualquier otro filtro de presión tal como vela, placas horizontales o filtro vertical de hoja. Pueden funcionar encendido una duración de ciclo de hasta 6-7 minutos, a excepción de los filtros de tambor de presión, que es la más cercana a un ciclo continuo de filtración. El filtro de presión automático se asemeja a algunos filtros prensa pero con las placas que se apilan horizontalmente para formar una torre que cambia así la dirección de la filtración de horizontal a la vertical.



**Figura 2.10: Filtro Prensa Vertical Automático**

**3.- Filtro de Presión Nutsche.-** El Filtro de Nutsche (Fig.2.11) es la versión industrial del embudo Buchner. Los filtros tienen un área de la filtración de  $15 \text{ m}^2$  y son convenientes para las mezclas de filtración rápidas que producen tortas gruesas de 0,5m. En su versión moderna

fueron desarrollados en los años 80 y la mayoría funciona, generalmente bajo presión, en industrias de productos químicos, tintes, farmacéutica y pesticidas finos. Los actuales filtros de Nutsche se construyen para realizar una multiplicidad de tareas incluyendo la reacción, la filtración, el lavado de la torta y la sequedad termal en una sola unidad. Pues éstas son máquinas muy sofisticadas con control de proceso ajustado en parámetros tales como presión, la temperatura y el pH. Los filtros Nutsche satisfacen bien para los materiales inflamables, tóxicos, corrosivos y olor-nocivos de la dirección puesto que se esterilizan y se diseñan para el uso en ambientes peligrosos y cuando se requiere la operación extremadamente segura.

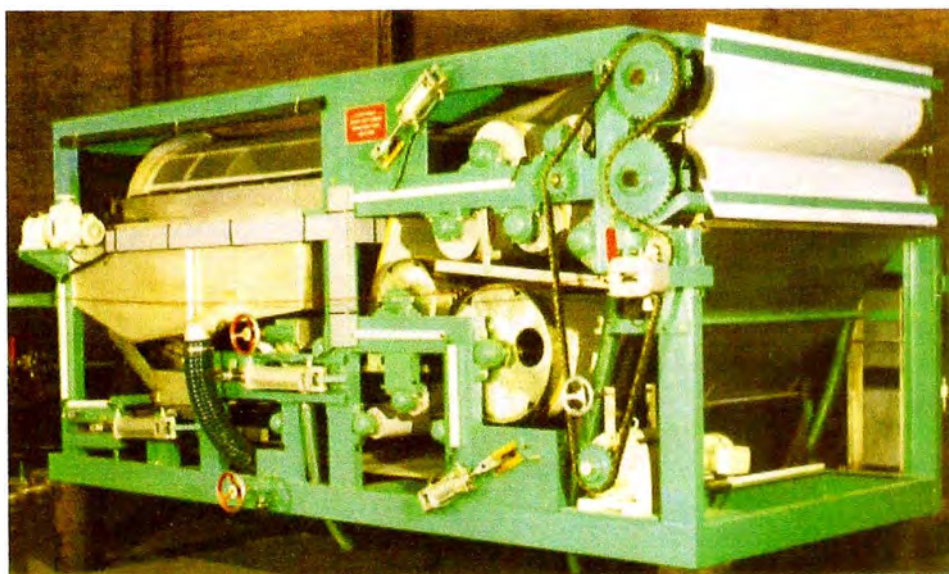


**Figura 2.11: Filtro de Presión Nutsche**

**4.- Filtro Prensa de Correa Continua.-** La mayoría de las operaciones del filtro prensa de correa (Fig.2.12), se pueden dividir en tres etapas generales - la desecación inicial, que hace la pulpa del lodo; presionando o filtración media de la presión, que condiciona el lodo

para la calidad de alta presión de la filtración; y filtración de alta presión, que levanta el contenido de sólidos seco en la torta del lodo al grado óptimo.

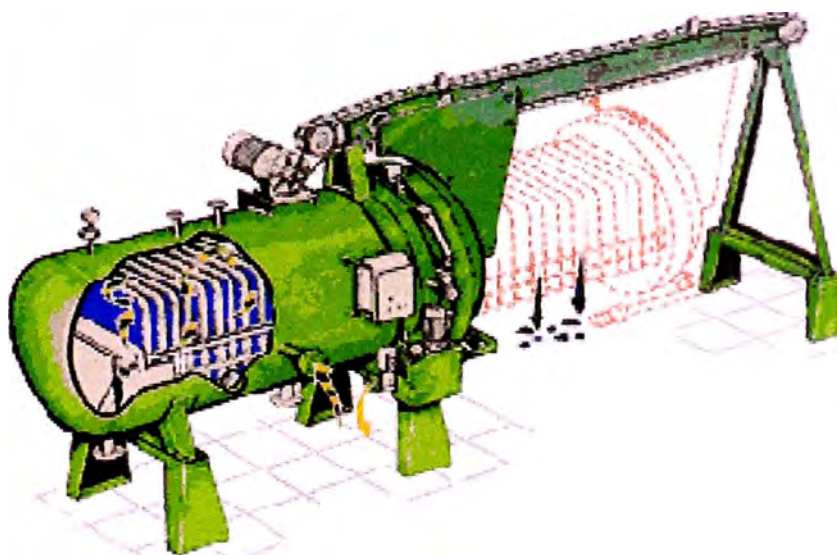
El proceso comienza mientras que el lodo ingresa a la prensa, donde se mezcla con un producto químico, o en la prensa, o en un tanque de condicionamiento antes de la prensa. Esta floculación o preparación divide el lodo en zonas; entra en la zona del drenaje de gravedad, donde un tambor que rota agita el floculo y drena el aproximadamente 70% del agua libre. La tarifa de la captura que resulta puede ser tan alta como el 99%.



**Figura 2.12: Filtro Prensa de Correa Continua**

**5.- Filtro Prensa Vertical de Hojas.-** Los filtros verticales de hoja (Fig.2.13), son absolutamente similares a los filtros de placa horizontal a excepción de la orientación de los elementos filtrantes

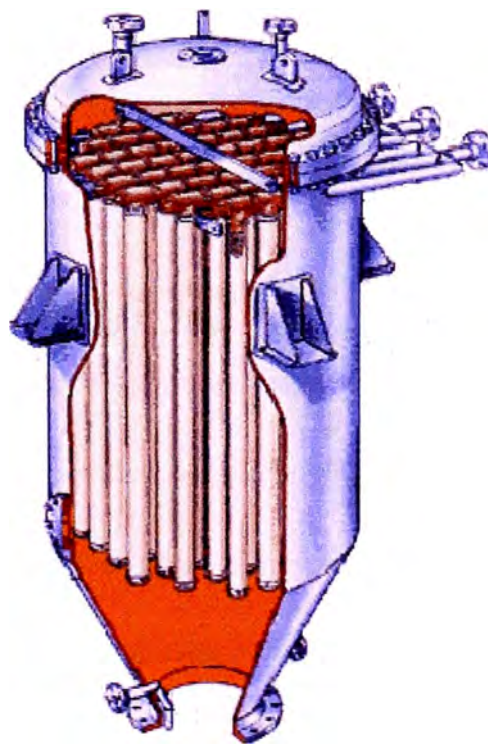
que son verticales y no horizontales. Se solicitan para las mezclas que tengan el contenido de sólidos muy bajo de entre 1% a 5% o la filtración de la torta con una concentración de los sólidos de 20-25%. Como en el filtro de placa horizontal, los filtros verticales de hoja también satisfacen para los materiales inflamables, tóxicos y corrosivos puesto que se esterilizan y se diseñan para ambientes peligrosos cuando se requiere la operación sea de alta presión y segura. Asimismo, pueden ser fácilmente vestidos para los usos siempre que las temperaturas calientes o frías deban ser preservadas. Estas características no son posibles en Filtro Prensa que requieren la abertura de placas a la atmósfera y que al cambiarlas de puesto uno por uno permitir la descarga de la torta en el extremo de cada ciclo.



**Figura 2.13: Filtro Prensa Vertical de Hojas**

**6.- Filtro Prensa Tipo Vela.-** Los Filtros de forma de Vela (Fig.2.14), como todos los filtros de presión, funcionan en un ciclo y se pueden

observar en las líneas de proceso que manejan el dióxido titanium, el humo, la clarificación de la salmuera, el fango rojo, la arcilla de China, todos ellos productos químicos finos y en muchos otros usos que requieran la filtración eficiente de la torta de humedad baja o el alto grado de pulido. Los filtros de forma de vela también son utilizados para espesar, para producir una mezcla fluida concentrada por el retiro parcial de la fase líquida como líquido filtrado. Este modo de operación es posible puesto que los filtros de forma de vela pueden funcionar encendidos con ciclos de duración muy cortas que se aprovechan de los altos índices de filtrado mientras que las tortas siguen siendo finas.



**Figura 2.14: Filtro Prensa Tipo Vela**



- **Operación Continua:** Se encuentran el filtro Prensa Rotatorio y el Centrifugo

**1.- Filtro Prensa Rotatorio.-** El filtro de presión rotatorio (Fig.2.15), es un filtro que funciona continuamente, es de diseño presión-apretado. Esto lo hace ideal para procesar productos volátiles y peligrosos así como para procesos estériles.

Los procesos de extensos tratamientos subsiguientes son posibles, de entre ellos por Ejemplo: la torta que se lava de entre una a cinco etapas, con o contra la dirección del flujo, extracción de sólidos/liquido, cocimiento al vapor, reventón, succión intermedia, sequedad caliente subsiguiente y muchos otras más.

El filtro de presión rotatorio funciona bajo el principio de la filtración de la torta y se diseña para los parámetros de funcionamiento siguientes:

- Presiones mayores a 6 bar.
- Espesor de torta mayores a 150 mm.
- Temperatura de operación superiores a 150 °C
- Capacidad de Filtración entre 200 a 1000 l/m<sup>3</sup>h
- Concentración de Sólidos mayores a 0.5% en peso

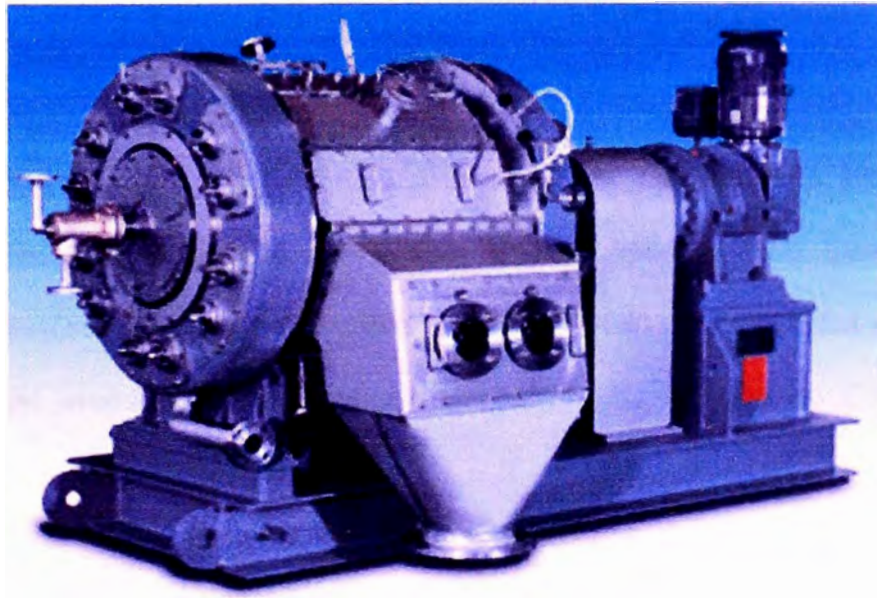
**Principio de funcionamiento.-** La suspensión que es filtrada se entrega continuamente bajo presión constante, a la zona de separación del filtro de presión rotatorio. El producto de la filtración se queda en

las estructuras de las celdas del filtro de tambor que rota y en los pasos de los compartimientos para su tratamiento adicional.

El producto de filtración es retirado en una zona no-presurizada del filtro por un raspador mecánico automático, ajustable y/o por una detrás ráfaga específicamente direccionada desde el aire.

El filtro de presión rotatorio se puede utilizar donde los criterios siguientes necesitan ser resueltos en el lado de proceso:

- Operación continua
- Varias etapas consecutivas del trabajo
- Producción cerrada, a prueba de gas
- Higiene y seguridad del lugar de trabajo



**Figura 2.15: Filtro Prensa Rotatorio**

## 2.3 Principios de Calidad

Se basan principalmente en las Normas ISO de la **INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION**.

**2.3.1.- Norma ISO.-** Es una Norma Internacional que congrega a más de 150 países con el fin de estandarizar y facilitar el comercio mundial, su principal objetivo es emitir recomendaciones para armonizar las Normas Nacionales de los países miembros.

Los niveles de las Normas serian las siguientes:

ISO	Normas Internacionales
COPANT	Normas Regionales
INDECOPI,ANSI,IRAM	Normas Nacionales
SAE, API	Normas de Instituciones
CIDELCO	Normas de Empresas

**2.3.2.- Norma ISO 9000.-** Esta conformada por una serie de Normas sobre Sistemas Genéricos de Gestión emitidos por la ISO, basados en las mejores prácticas (aprox. 300 en ISO9001-94) recomendadas por expertos del mundo para la implementación de una Gestión de Calidad en la empresa.

La norma por ser genérica se puede aplicar a empresas pequeñas o grandes, proveedoras de productos o servicios.

Por gestión de calidad, se entiende que una empresa puede asegurar que sus productos satisfagan los requerimientos de sus clientes.

Existen algunos temas que no son tratados en la serie ISO 9000, como el del impacto ecológico que no se menciona.

Cabe mencionarse que la serie ISO 9000 es compatible con la ISO 14000, así como también, la seguridad industrial, que no indica asuntos relacionados a la seguridad del personal y de la infraestructura.

Aspectos que no considera la norma ISO 9000:

- No desarrolla ni sustituye la Gestión Administrativa
- No certifica la calidad del producto.
- No garantiza el Producto.
- No crea burocracia adicional.
- No es exclusividad para el departamento de Calidad.
- No es un estándar absoluto, ni obligatorio.

Aplicación de las Normas de la Serie ISO 9000:

- Es aplicable cuando una organización necesita demostrar su capacidad para suministrar en forma consistente productos que cumplan los requisitos del cliente.
- Cuando quiera mejorar la satisfacción del cliente a través de la aplicación efectiva del sistema incluyendo el mejoramiento continuo.

### **2.3.3.- Definiciones Sobre de Calidad**

Estas son algunas definiciones importantes de calidad:

- **Control de Calidad.-** Viene a ser técnicas y actividades de carácter operativo, utilizadas para satisfacer los requisitos para la calidad” – ISO 8402:1994 Comprende :
  - El seguimiento de un proceso ( productivo o servicio )
  - La eliminación de las causas de rechazos en todas las fases.
  
- **Aseguramiento de Calidad.-** Viene a ser actividades planificadas y sistematizadas en el marco del Sistema de la Calidad, que ha demostrado ser necesarias para asegurar la confianza de que un producto o servicio satisface los requisitos para la calidad.
  
- **Calidad Total.-** Son estrategias Administrativas que buscan de manera sistemática y con la participación organizada de todos los miembros de una empresa, elevar la calidad de todos sus procesos productos y servicios, previendo el error y haciendo de la mejora continua un habito para satisfacer las necesidades y expectativas del cliente externo e interno.
  
- **Planificación de Calidad.-** Establece los objetivos y los requisitos para la Calidad, comprende
  - La planificación del producto o servicio.

- La planificación administrativa y operativa.
  - La preparación de los planes de calidad.
  - El establecimiento de disposiciones para el mejoramiento de la calidad.
- 
- **Sistema de Calidad.**- Comprende la estructura de la organización, procedimiento, procesos y recursos necesarios para llevar a cabo La Gestión de Calidad.

## **CAPITULO 3**

### **DISEÑO DE UN FILTRO DE VACÍO TIPO TAMBOR**

#### **3.1 Generalidades**

En el presente capítulo se detallarán todas las condiciones, códigos y normas constructivas que rigen los materiales para el diseño, de un filtro de vacío. El filtro de tambor de vacío es de simple operación, y es aplicable para desecar una variedad de sólidos, con concentraciones de sólidos que varían entre el 0,1% al 30%. El tambor gira en un tanque llenado de pulpa. Mientras que el tambor gira, la superficie del tambor entra en la pulpa y se produce un ciclo de vacío hasta un ciclo de descarga. Los segmentos constituidos en el tambor del filtro, drenan los líquidos filtrados rápidamente y totalmente hacia las conexiones de salida del filtro a través al sistema del vacío. Esto da lugar a un producto de filtración más seco con las ventajas resultantes.

#### **3.2 Condiciones para el Diseño de un Filtro de Vacío**

Los filtros de vacío son simples y constituyen máquinas confiables, por lo que se han ganado la aceptación amplia en la industria química, de alimentos y farmacéuticas.

Existen dos conceptos que se deben manejar para el diseño de un Filtro de Vacío:

- Disposiciones barométricas de la pierna

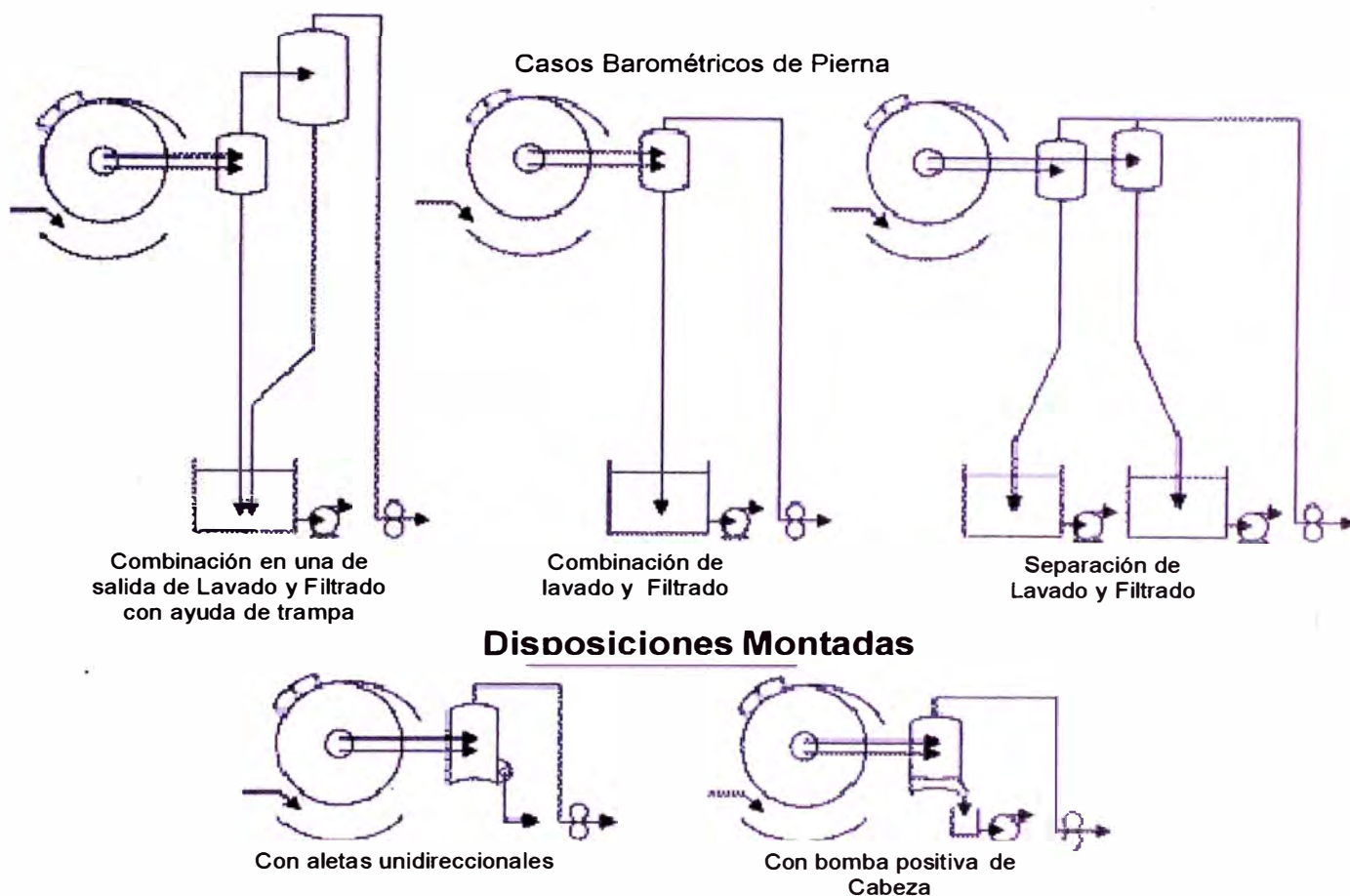
- Disposiciones montadas piso

Las Bombas de Vacío generalmente industriales tales como el liquido-anillo o el tipo de las rotar-paletas funcionan en un vacío de 500-600 mmHg. Por lo tanto en disposiciones barométricas de la pierna el filtro se monta 8-9 metros sobre el nivel del suelo para asegurarse de que el nivel líquido en la pierna no inundará el receptor del líquido filtrado. Esto se aplica a los líquidos con una gravedad específica de 1 sin embargo para líquidos más pesados, la elevación del filtro con respecto al nivel del suelo puede ser bajada.

Las disposiciones barométricas de la pierna, requieren por lo tanto una estructura para el filtro, pero la ventaja es que la bomba del líquido filtrado funciona bajo la cabeza positiva de la succión.

El figura 3.1, demuestra una disposición montada sobre piso con un receptor repartido y dos aletas unidireccionales. Sin embargo, aunque este diseño utiliza una bomba positiva convencional de cabeza de la succión, se utiliza raramente debido a las piezas móviles del receptor y al riesgo de las salidas del vacío de los sellos de la aleta.





**Figura 3.1: Estaciones de Filtros de Vacío tipo Tambor**

Las ventajas y las desventajas de la filtración de vacío comparadas a otros métodos de separación vienen a ser:

### **Ventajas**

- Operación continúa.
- Recuperación o retiro soluble intensivo de contaminantes de la torta por el lavado de la contracorriente (especialmente en correa horizontal, inclinando los filtros de cacerola y de tabla).
- Producción de líquidos filtrados relativamente limpios, usando lavado de la sedimentación (en correa horizontal, inclinando los filtros de cacerola y de tabla).
- El pulido de soluciones (en un filtro del pre-cámara).

- Acceso conveniente a la torta para las actividades del operador.
- Control fácil de los parámetros de funcionamiento, tales como cocientes del grueso o de la colada de la torta.
- Variedad amplia de materiales en la construcción.

### **Desventajas**

- Una humedad residual más alta en la torta.
- A la construcción le es difícil contener los gases.
- Difícil de limpiar (principalmente según lo requerido para los usos de la categoría alimenticia).
- Consumo de alta energía por la bomba de vacío.

## **3.3 Diseño de un Filtro de Vacío**

### **3.3.1.- Elección del Tipo de Filtro de Vacío**

Los principales factores a considerar en la selección del equipo y las condiciones de operación son:

- Las propiedades del fluido, especialmente su viscosidad, densidad y propiedades corrosivas.
- La naturaleza del sólido: tamaño y forma de partícula, distribución de tamaños, y características de relleno.
- La concentración de sólidos en suspensión.
- La cantidad de material a tratar y su valor.
- Si el producto valioso es el sólido, el fluido o ambos.
- Si es necesario lavar los sólidos filtrados.

- Si una contaminación muy ligera provocada por el contacto de la suspensión o el filtrado con los diversos componentes del equipo es perjudicial para el producto.
- Si la suspensión de alimentación puede calentarse.
- Si puede ser interesante efectuar algún tratamiento previo

**Bajo estas consideraciones la empresa minera opta por un Filtro de Vacío Tipo Tambor para su productividad en Toneladas de Zinc.**

### **3.3.2.- Parámetros para el Diseño de un Filtro de Tambor**

Ante la necesidad del cliente de cambiar un Filtro de Discos de 6' x 5, por un nuevo equipo que debe ser un filtro de mayor área de filtración para aumentar su producción, pero que cumpla con algunos requisitos, como que sus dimensiones sean no mayores al área de donde estaba ubicado el filtro de Discos, y que sea un equipo de Filtración por vacío, se opta por lo siguiente (*Propuesta de Cidelco a sus necesidades Apéndice A*)

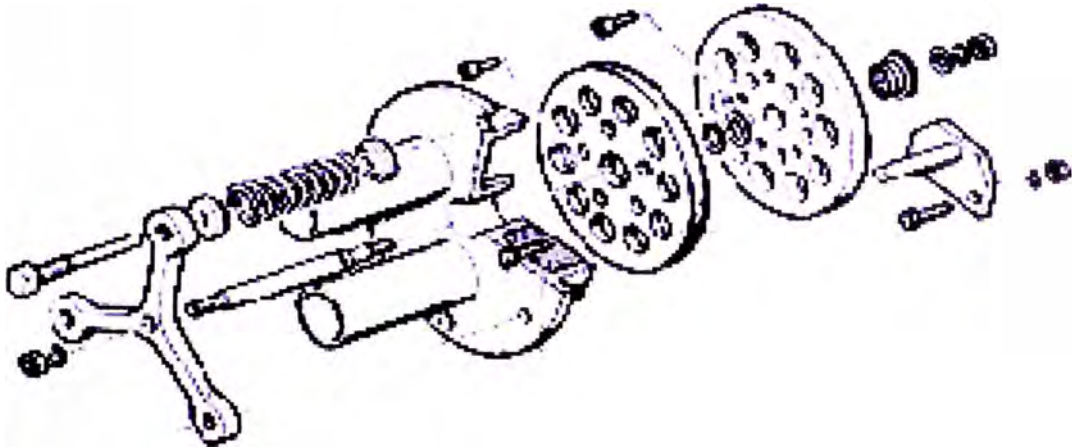
Un Filtro de Tambor de las siguientes características:

Tipo :	Filtro de Vacío Rotativo tipo Tambor 8' x 12'
Diámetro:	8 Pies
Ancho:	2538 mm
Largo:	4334 mm
Altura:	1567 mm
Área Filtrante:	28 m <sup>2</sup>
Agitador:	Moto reductor de 3 HP

Sistema Motriz:	Motovariador de 3 HP
Velc. del motovariador	100 rpm a 20 rpm
Velocidad del Tambor	0.3 rpm.
Velocidad de Rastrillo	14 rpm
Voltaje de Trabajo	220/440 voltios
Peso del Filtro	8 Ton.

El Sistema de Filtrado consiste en sub-ensambles parciales que son los siguientes:

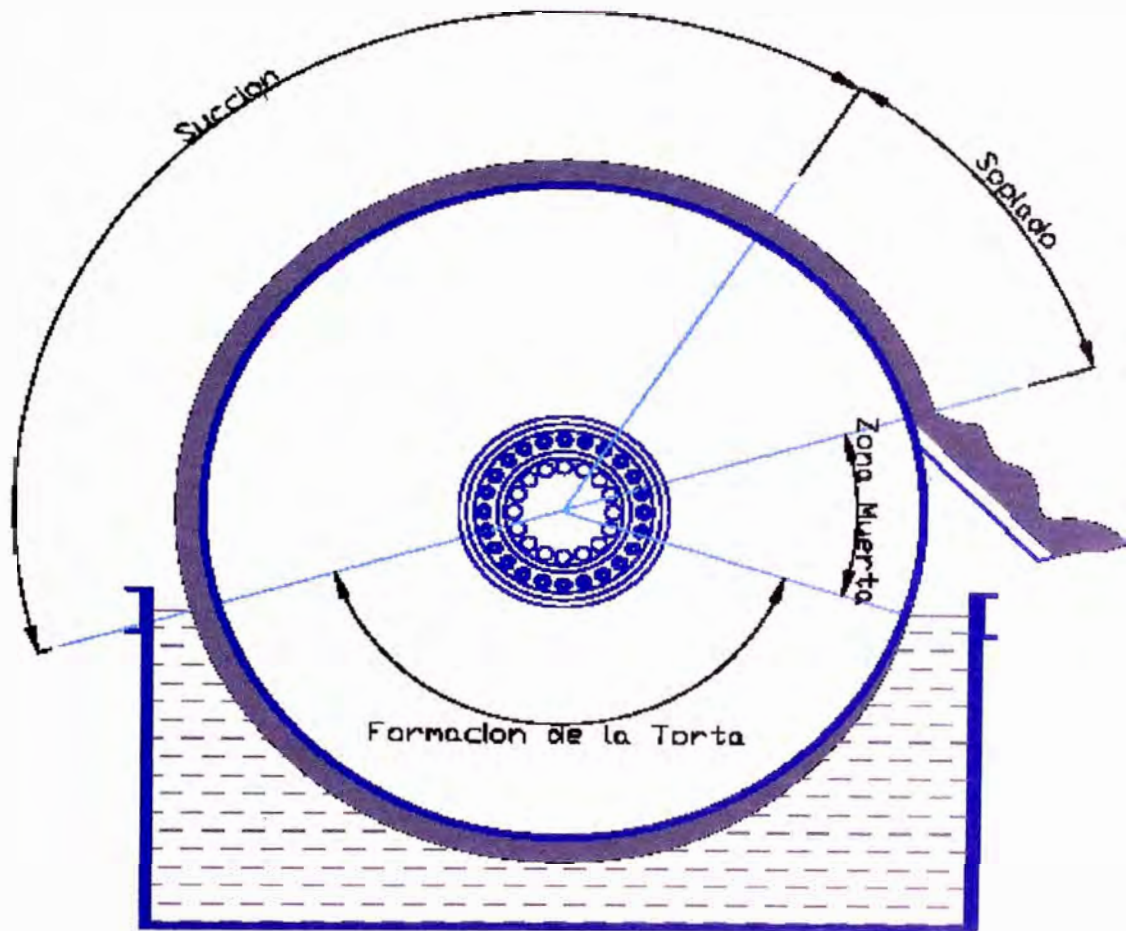
- Un tambor que es apoyado por un trunnion de diámetro de 16 ½” en el extremo de la válvula y otro mas pequeño en el lado opuesto. Este esta dividido en 16 sectores longitudinales con 6 toberas de succión de 1” y 2” de diámetro cada uno. La tubería interna que está conectada con los pasos de cada sector y el trunnion, y los extremos con una placa de desgaste que tiene 16 orificios que corresponden al número de sectores. Esto se ve en el ensamblé de la Válvula.(Fig. 3.2)
- Una válvula de ajuste del trunnion que controla la secuencia del ciclo para sujetar cada sector al vacío, al soplado y a una zona muerta. Cuando un sector entra y se sumerge, el vacío comienza, hasta un punto que se ataja y el soplado ocurre para producir la descargar la torta. A este elemento se le llama plato distribuidor, que esta unido al plato de desgastes, estos unidos a la válvula de vació de doble entrada de 6” fabricada en fierro fundido.



**Figura 3.2: Ensamblé de Válvula**

La válvula tiene tres bloques (Fig.3.3):

1. Punto de limpieza y soplado con la aspiración de las zonas que separan el trunnion. Este punto corta el vacío así que es levemente más ancho que el punto interno de la aspiración.
2. Punto muerto de la zona. Este punto se abre en el vacío una vez que un compartimiento se sumerge.
3. Punto de la ayuda del start-up. En el start-up la zona superior del vacío está abierta a la atmósfera y una torta puede ser formada solamente al cerrar la válvula que controla esta zona. La torta comienza una vez a emerger del tanque en el momento que la válvula se abre gradualmente y que se abre completamente cuando la cara entera del tambor se envuelve con la torta.



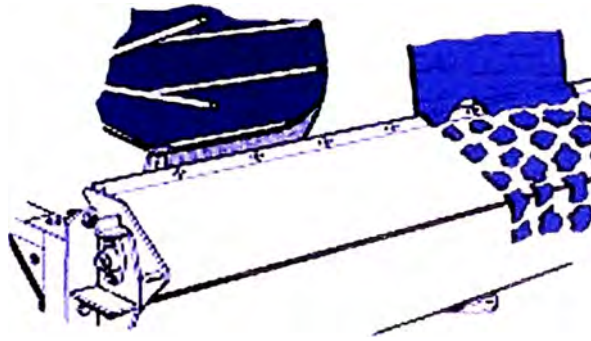
**Figura 3.3: Zonas de Funcionamiento de un Filtro Tambor**

Para el mecanismo de descarga de la torta, el punto de la ayuda del start-up, puede ser: un raspador, cordón, rodillo y en casos muy raros una descarga secuencial. El soplado se aplica solamente a los filtros con los mecanismos de la descarga del raspador y del rodillo pero no a los filtros con una descarga de correa o secuencial.

Los Tipos de raspadores son:

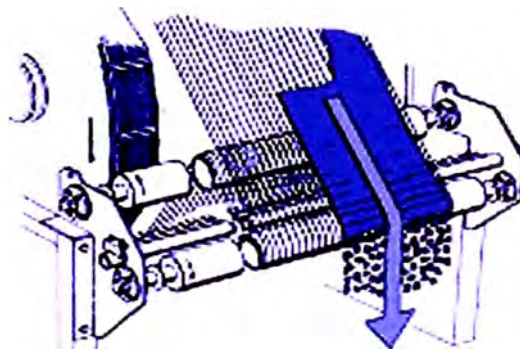
**Raspador de Descarga.-** En el cual el tambor normalmente se enrolla con el alambre cada 60/100mm. Probablemente ha constituido el sistema más popular adoptado cuando el filtro rotatorio fue introducido. Existe una tendencia hacia que el aire sea soplado por detrás del filtrado,

situación que en algunos casos ayuda a la descarga entre la tela y la parte de atrás de la torta, también la posibilidad de uso, para que el raspador raspe la torta cuando esta inflada. (Fig. 3.4)



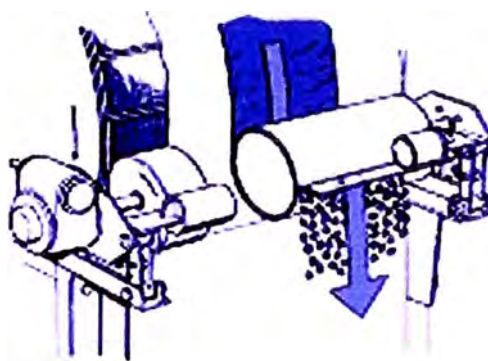
**Figura 3.4: Raspador de Descarga**

**Cordón de Descarga.-** Empleado para las tortas de thixotropic y las tortas pegajosas y aquellos que eran más difíciles de quitar por medio del sistema de sople aéreo. (Muchos de estos filtros se han modificado en la descarga del rodillo) Si la torta está demasiado delgada, las cuerdas estiran el comedero de la torta para que esta gotee en la tela del filtro. Este sistema involucra realizar un mantenimiento regular para asegurar que todos los cordones permanezcan intactos y espaciados correctamente. (Fig. 3.5)



**Figura 3.5: Cordón de Descarga**

**Rodillo de Descarga.-** Introducido más recientemente, y es ideal para las tortas pegajosas y aquellas que estén delgadas. Muchos filtros se han modificado con éxito con este sistema. El filtro emplea un rollo en el punto de la descarga del filtro. Esto revuelve a la misma velocidad del tambor del filtro y hace el contacto con la torta en la superficie del tambor. La torta se recoge por el contacto. (Fig. 3.6)

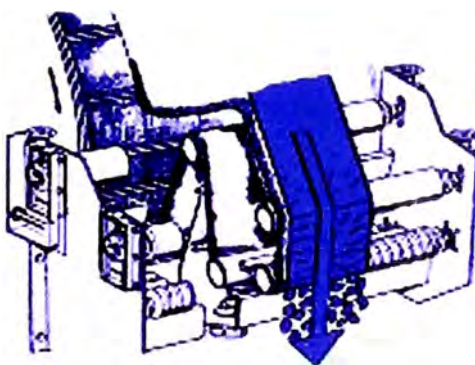


**Figura 3.6: Rodillo de Descarga**

**Descarga Secuencial.-** Este sistema requiere que el filtro se diseñe para que se asegure que el tejido del filtro que deja el tambor sea adecuadamente controlado por un mecanismo de seguimiento conveniente, de lo contrario, la tela se moverá a un lado. El tejido debe ser exactamente cuadrado, de lo contrario se produciría un seguimiento pobre, y además puede producirse una tendencia hacia la distorsión o estiramiento. Telas Filtrantes con cualquier costura longitudinal son generalmente impropias para este tipo de filtro. La opción del tejido es subsecuentemente más crítica que en cualquiera de los otros filtros, en el punto en el que la estabilidad dimensional es crítica. Varios filtros emplean en el cinturón una huella de borde especial que se cose al tejido,



y esta huella de borde ayuda en el seguimiento o posicionado de la tela. Una de las razones principales para el uso de este tipo de filtro es el que permite lavar la tela eficazmente antes de devolver el inicio a la zona de filtración. (Fig. 3.7)



**Figura 3.7: Descarga Secuencial**

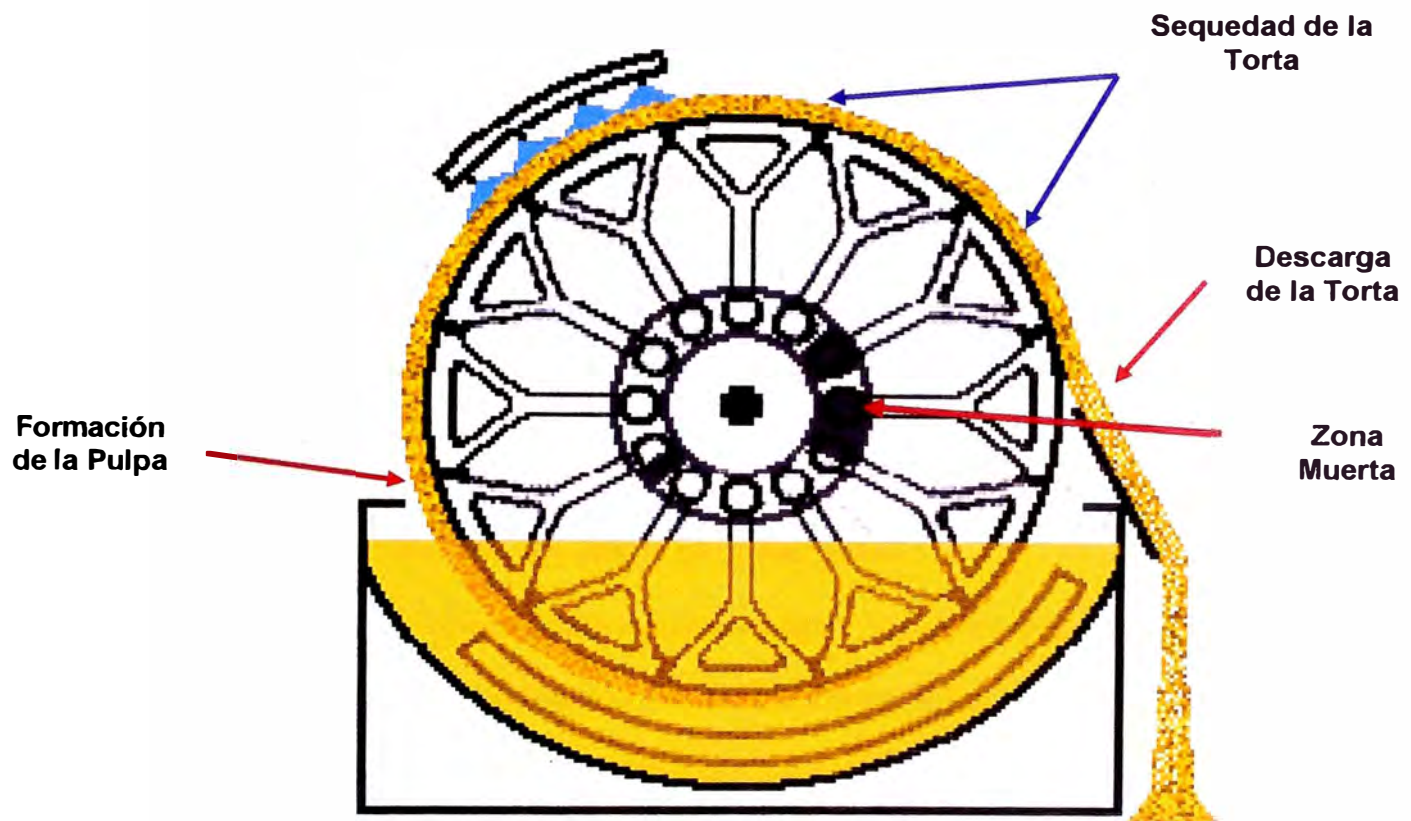
### **3.3.3.- Características Operacional de un Filtro de Tambor**

El ciclo entero de la filtración en un filtro de tambor rotatorio se debe terminar dentro de una geometría de 360 grados. Para la secuencia de ciclo (Fig.3.8) de un solo sector, se asume que el tambor rota con referencia al extremo de la válvula:

- **Formación de la Pulpa.-** El tambor se sumerge en un 33-35% de la tina, la cual se encuentra controlada con la toma de descarga que fija un máximo de llenado. Esto ocurre entre 04:00 a 08:00 horas según las manecillas del reloj. Una vez que un sector se sumerge y se aplica el vacío, comienza a formarse la torta hasta un punto donde el sector emerge de la mezcla. La porción del ciclo disponible para la formación y su duración depende del número de los sectores, del nivel de la

mezcla en el tanque y del ajuste del plato distribuidor que controla la forma para secar.

- **Lavado y sequedad de la torta.-** Después que emerger, la porción a secar, comienza y se lava si es necesario o el diseño lo requiere , en esta situación se detienen el vacío. Si se requiere el lavado de la torta, estos serán situada a partir de las 10:30 a 11:30 horas según las manecillas del reloj, y en el tiempo restante se limpiar con el vacío esto es a las 01:30, que es la porción asignada a la finalización del secado.
- **Descarga de la Torta.-** Después de que se da el vacío para el sector, el soplo del aire comienza en cerca de 02:00 horas según las manecillas del reloj para facilitar la descarga de la torta. El soplo, depende de la posición del raspador, en aproximadamente las 03:00 horas. Los filtros de tambor funcionan normalmente con un soplo de baja presión pero en ciertos casos se aplica un soplo rápido para evitar encajarse a presión fuera de las barras del raspador o de la bobina del alambre de las cuerdas del paño. El soplo se utiliza en mecanismos de descarga del raspador y del rodillo.
- **Zona Muerta.-** Esta zona se encuentra entre la parte en la que empieza la descarga y el momento en que el tambor se vuelve a sumergir en la Tina. Esto es Aproximadamente 52° según diseño.



**Figura 3.8: Secuencia de Ciclos del Filtro de Tambor**

### **3.3.4.- Selección de Materiales**

Para este punto nos referiremos a las Normas y Códigos que rigen los parámetros de diseño y selección de materiales, soldadura, inspección, protección superficial, y de construcción

#### **Normas y Códigos de Ingeniería Aplicables:**

- Norma General AISC que nos proporciona los parámetros de dimensiones y propiedades geométricas de los componentes a utilizar, así como las características básicas de Diseño para una buena selección del material adecuado.

- Normas ASTM A36 para perfiles y planchas de Acero Estructural al Carbono (Apéndice B).
- Código AWS D1.1 para aplicación de soldadura en Acero Estructural
- Norma ASTM A 325 para pernos de Alta Resistencia
- Norma ASTM A307 para pernos de Mediana Resistencia
- Norma AISI y/o SAE 1045 para Ejes
- Norma ASTM A53 para Tubería

**Normas y Códigos para Fabricación:**

- Normas para soldadura según ASME IX que indican los procesos de Calificación de Procedimientos y Calificación de Soldadura.
- Código AWS D1.3 para soldadura con Planchas de Acero
- Código AWS D1.6 para soldadura con Acero Inoxidable
- Norma SSPC para el Arenado que nos da los puntos de los diferentes grados de preparación de superficie antes de la preparación de la protección.
- Norma ASTM D3359 para la Protección de la Superficie y las Indicaciones del Fabricante de la Protección a Aplicar en el equipo de acuerdo a las condiciones ambientales de uso.
- Norma ASTM E 165 para examen de Líquidos Penetrantes para verificación de soldadura.

### 3.3.5.- Proceso de Cálculo

Un Filtro de Discos de 6' x 5' tiene un Área de 250 Pies<sup>2</sup> según la tabla 3.1. de Dorr Oliver, marca de fábrica del filtro de Discos. Se requiere un Filtro que tenga un área mayor al Filtro de Discos que se retira y esta es de 300 pies<sup>2</sup> según la misma tabla.

DIAMETER	4'0"				6'0"								8'6"							
DISCS	1	2	3	4	2	3	4	5	6	7	8	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FILTER AREA (sq.ft.)	20	40	60	80	100	150	200	250	300	350	400	370	465	555	645	740	830	925	1015	1110
OVERALL LENGTH	4'6"	5'8"	6'10"	7'0"	6'11"	8'0"	9'1"	10'2"	11'3"	12'4"	13'5"	10'1"	11'3"	12'5"	13'7"	14'9"	15'11"	17'1"	18'3"	19'5"
OVERALL HEIGHT	5'0"				7'3"								9'5"							
OVERALL WIDTH	5'5"				7'8"								9'11"							
HORSEPOWER	3/4				1				1-1/2				2				3			

**Tabla 3.1 Dorr Oliver para Filtros de Discos**

En la Tabla 3.2. de Dorr Oliver de Filtros de Tambor buscamos el que tenga un área de 300 pies<sup>2</sup> y se tienen las dimensiones que se necesitan para cubrir los requerimientos de la mina.

Según esta tabla necesitamos un Filtro de 8' x 12'

Dia ft	TOTAL FILTER AREA — SQ. FT																
	Length in Feet																
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
6	75	113	151	188	226												
8			210	250	310	350	400										
10				310	372	444	496	558	620								
12					456	512	568	624	760	816	912						
13									817	880	943	1061	1143	1225	1306	1388	
13' 6"									848	933	1018	1103	1188	1272	1357	1442	1527

**Tabla 3.2 Dorr Oliver para Filtros de Tambor**

**Por lo tanto este es el Filtro a Fabricar.**

**Iniciaremos los Cálculos con:**

**Cálculo de la Potencia de un Filtro Tambor de 8' x 12'**

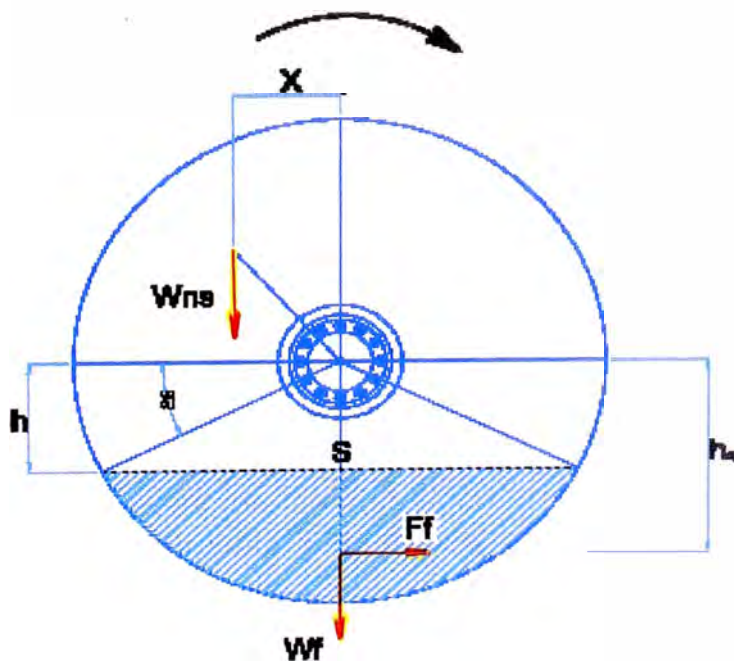
Nuestro cliente necesita un filtro que le realice un filtrado de 120 Tn/día de concentrado de Zn. (Según Datos del Cliente)

Considerando un 20% más de sobrecarga, el filtro ha de tener una capacidad de 144Tn/día.

- Capacidad de Producción: 144 Tn/día de Zn en 2 turnos de 8 hr. cada uno.

De donde  $C = 9 \text{ Tn/hr} \Rightarrow C = 150 \text{ Kg/min}$ .

De la Figura 3.9



**Figura 3.9**

En donde : Diámetro del tambor ( $\varnothing$ ) es 8' : 2.44 mt,

Radio de (R) 4' : 1.22 mt,

Área de una cara lateral del Tambor es( $A_{LT}$ ): 4.67  $\text{mt}^2$

Área Filtrante es ( $A_F$ ): 28 mt<sup>2</sup>

Angulo de Zona Muerta ( $\alpha$ ): 26°

$$h = R \text{ Sen } (\alpha)$$

$$h_{cg} = S^3/12A_s$$

de la misma figura  $S = 2R \text{ Cos } 26^\circ$  y  $A_s = 1.06$  mt.

Por lo tanto  $h_{cg} = 0.837$  mt.

$\text{Potencia} = \frac{\text{Torque} \times N}{\text{Constante}} \dots\dots (1)$
------------------------------------------------------------------------------------

$\text{Torque} = Wns. X + Ff.h_{cg} \dots\dots (2)$
-----------------------------------------------------

De donde :

T : Torque del Tambor

N : Velocidad Angular del Tambor en rpm

Ff: Fuerza de Rozamiento entre el fluido y el Tambor

X : Distancia al centro de gravedad del material filtrado

Wns: Peso de la Parte No Sumergida

$h_{cg}$ : Distancia al Punto de Rozamiento de la Zona Sumergida

- Cálculo de la Velocidad Angular del Tambor

De: $N \text{ (rpm)} = \frac{C \text{ (Kg/min)}}{Wns+W_s} \dots\dots\dots (3)$
--------------------------------------------------------------------------------

Para calcular el N se necesita tener los pesos de la Parte no Sumergida (Wns) y de la Parte Sumergida (Ws).

- Cálculo de  $W_{ns}$  y  $W_s$

De:

$$W_s = \gamma_1 \times \text{Volumen sumergido}$$

$$W_{ns} = \gamma_2 \times \text{Volumen no sumergido}$$

Para hallar los Pesos Específicos de la Parte Sumergida y No Sumergida.

$$\gamma_{Zn} = 4052 \text{ kg/m}^3,$$

$$\gamma_{H_2O} = 1000 \text{ kg/m}^3,$$

$$\frac{1}{\gamma_m} = \frac{S}{\gamma_{Zn}} + \frac{(1-S)}{\gamma_{H_2O}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Como en todo Filtro tambor la Parte sumergida debe estar entre el 33% al 35%, para nuestros cálculos tomaremos el 35% como la parte sumergida.

De la Ecuación 4 tenemos:

$$\frac{1}{\gamma_1} = \frac{0.35}{4052} + \frac{0.65}{1000} \quad \text{de donde } \gamma_1 = 1358 \text{ kg/m}^3,$$

y para la parte no sumergida tendremos el 65%, en la Ecuación 4:

$$\frac{1}{\gamma_1} = \frac{0.65}{4052} + \frac{0.35}{1000} \quad \text{de donde } \gamma_2 = 1959.2 \text{ kg/m}^3,$$

Ahora calculemos los volúmenes sumergidos y no sumergidos

Primero el Área Filtrante del tambor es de  $28 \text{ m}^2$

El espesor (e) de la torta filtrante es en este caso de 12.5 mm (1/2") este dato se toma de muestras de laboratorio y de densidad de la pulpa que es de 2000 gr/lt.

El Volumen Final del Tambor es :  $V_f = \text{Área Efectiva} * \text{Espesor}$

Área Efectiva es =  $\text{Perímetro} * 308^\circ/360^\circ = 24 \text{ m}^2$



$$V_f = 23.9 * 0.125 = 0.298 \text{ m}^3$$

$$\text{De donde el } V_{ns} = 0.1747 \text{ m}^3$$

$$V_s = 0.1241 \text{ m}^3$$

$$\text{Ahora: } W_s = \gamma_1 \times V_s = 1358 * 0.1241 = 168.52 \text{ Kg.}$$

$$W_{ns} = \gamma_2 \times V_{ns} = 1959.2 * 0.1747 = 342.27 \text{ Kg.}$$

Teniendo estos datos podemos obtener la Velocidad Angular del Tambor de la Ecuación 3:

$$\text{De donde } N = \frac{150 \text{ Kg/min.}}{(168.52 \text{ Kg} + 342.27 \text{ Kg.})} = 0.293 \text{ rpm.}$$

Para hallar el Torque vamos a la ecuación 2:

$$T = 342.27 \text{ Kg} * X + F_f * h_{cg}$$

$$\text{De : } X = R \text{ sen}(45^\circ) = 0.86925 \text{ mt}$$

Ahora calculamos la fuerza de Rozamiento:

$F_f = \mu F_n \quad \dots\dots\dots (5)$ $F_n = (P + \Delta P) A_f \dots\dots\dots (6)$
------------------------------------------------------------------------------------------

Asumiendo:  $\Delta P = 13 \text{ PSI} = 9140 \text{ kg/m}^2$  (según Taggart)

$$P = \gamma I (h_{cg} - h)$$

$$P = 1358 (0.837 - 0.5348)$$

$$P = 410.3876 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Área de Filtrado: } 14 \text{ m}^2$$

De 6:

$$F_n = 133705.42 \text{ Kg.}$$

Asumiendo:  $\mu = 0.05$

De 5:

$$F_f = 6685.27 \text{ Kg.}$$

Con todos los datos resolvemos la ecuación 2:

$$T = 5893.08$$

En la Ecuación 1 tenemos:

$$Pot = \frac{5893.08 * 0.293}{974} = 1.77 \text{ Kw.}$$

$$Pot = 2.37 \text{ HP.}$$

Como se tiene la chumacera del Trunnion, el conjunto de transmisor Sin Fin-Rueda Dentada y el acople Flak del Motovariador, estos tiene un eficiencia que se manifiesta en la formula:

$$Pot_f = Pot / (\eta_1 * \eta_2 * \eta_3)$$

$$Pot = 2.37 / (0.97 * 0.85 * 0.95)$$

$$Pot_f = 3.0 \text{ HP}$$

### **Diseño del Reductor del Tornillo Sin Fin**

Datos:

Numero de rpm del Tornillo Sin Fin:  $n_w = 22.56 \text{ rpm}$ ,

Numero de rpm de la rueda dentada:  $n_g = 0.293 \text{ rpm}$ ,

Relación de Transmisión:  $m_g = n_w/n_g = 77$

Numero de dientes de la Rueda Dentada:  $N_g = 77$ ,

Numero de entradas del Tornillo Sin Fin:  $N_w = 1$

Consideraremos una distancia entre centros que satisfaga nuestro diseño, esta distancia se tomara según la experiencia de anteriores trabajos.

Asumiremos:  $C = 17.59 \text{ "} = 446.78 \text{ mm}$

- Hallamos el diámetro de paso del tornillo sin fin:

$$D_w = \frac{C^{0.875}}{2.2} = 5.58 \text{ "} = 141.9 \text{ mm}$$

$$D_w \text{ max} = 7.23 \text{ "} = 183.65 \text{ mm}$$

$$D_w \text{ min} = 4.09 \text{ "} = 104.05 \text{ mm}$$

Por motivos de diseño asumiremos un  $D_w = 4.5 \text{ "} = 114.3 \text{ mm}$  que esta dentro de los rangos de máximo y mínimo del diámetro de paso del tornillo sin fin, además es el mas adecuado para este tipo de Filtros Tambor.

- Diámetro de paso de la Rueda Dentada:

$$D_g = 2C - D_w = 30.68 \text{ "} = 779.27 \text{ mm.}$$

- Paso Axial :  $P = \pi D_g / N_g = 1.25 \text{ "}$

- Avance del Tornillo sin fin :  $L = N_w * P = 1.25 \text{ "}$

- Angulo de Avance del Tornillo Sin Fin :

$$\text{Tg}(\lambda) = \frac{L}{\pi D_w} \Rightarrow \lambda = 5.05^\circ$$

*Este ángulo se encuentra dentro del rango para 1 entrada según Tabla #7 del Libro de Diseño de Elementos de Maquinas II del Ing. Alva Davila.*

- De la Tabla #1 del mismo Libro para  $\lambda < 30^\circ$  se tiene un Angulo de

Presión Normal:

$\phi_n = 20^\circ$ , de la misma tabla se tiene:

Adendum:  $a = 0.3975 \text{ "}$ ,

Dedendum:  $b_g = 0.4603 \text{ "}$ ,

Altura Total:  $h_t = 0.8582 \text{ "}$

Altura de Trabajo:  $h_k = 0.7957 \text{ "}$

- Diámetro Exterior del Tornillo Sin Fin:  
 $D_{ow} = D_w + 2a = 5.295'' = 135.5 \text{ mm}$
- Longitud del Tornillo sin Fin:  $L_w = 7.55'' = 191.77 \text{ mm} \approx 192 \text{ mm}$
- Ancho Efectivo de la Rueda Dentada:  
 $F_e = 2.79'' = 70.87 \text{ mm}$
- Ancho de la Rueda Dentada:  
 $F = 1.05 * F_e = 2.9295'' = 74.4093 \text{ mm} \approx 74 \text{ mm}$
- Diámetro en la Garganta de la Rueda Dentada:  
 $D_t = D_g + 2a = 31.475'' = 799.465 \text{ mm}$
- Diámetro exterior de la rueda dentada:  
 $D_{og} = 32.31'' = 820.68 \text{ mm}$   
 Tomaremos:  $D_{og} = 820 \text{ mm}$
- Radio de Redondeo :  $r_e = 0.1 F = 7.40 \text{ mm}$

### **Cálculo de la Potencia Mecánica:**

- Velocidad de Deslizamiento:

$$V_s = \frac{\pi D_w n_w}{60000 \cos(\lambda)} = 0.1355 \text{ m/seg.}$$

Hallamos:

- Factor del material en la fig. 1 del Libro del Ing Alva.  
 $K_s = 700$  ( Fundido en Moldes de Arena).
- Factor de Corrección por relación de transmisión en la fig. 2 del mismo libro.  
 $K_m = 0.635$

- Factor de velocidad en la fig. 3 del mismo libro.

$$K_v = 0.135$$

- Coeficiente de fricción en la Fig. 3 del mismo libro.

$$f = 0.0135$$

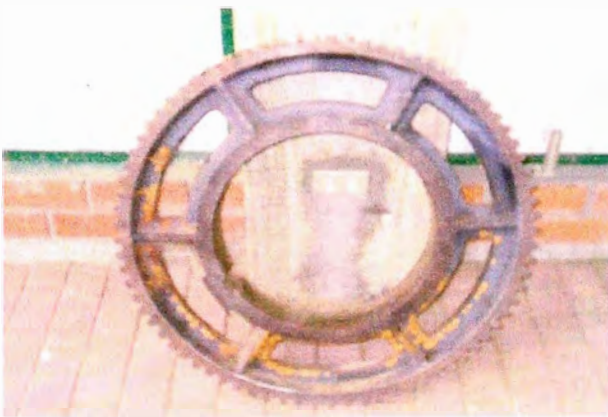
- **Carga Tangencial que podrá transmitir:**

$$W_{tg} = 1,3455 \times 10^{-3} \times K_s \times K_m \times K_v \times F_e \times D_g^{0.8}$$

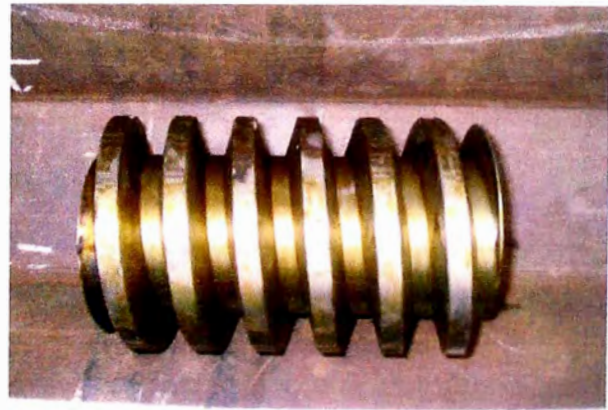
$$W_{tg} = 1177.34 \text{ kg.}$$

- **Potencia en el Eje de Salida:**

$$P_o = \frac{W_{tg} \times D_g \times n_w}{1,4324 \times 10^6 \times m_g} = 0.1875 \text{ CV a HP} = 0.185 \text{ HP}$$



**Rueda Dentada**



**Tornillo Sin Fin**

### **Cálculo de la bomba de vacío**

Área del Filtro 302.5 pies<sup>2</sup> (28 m<sup>2</sup>)

Flujo necesario en pies cúbicos por minuto (CFM)

$$F = F_1 + F_2 + F_3$$

F = Flujo necesario

F1= Flujo teórico

F2= Flujo por pérdidas

F3= Flujo por pérdidas de altura

Según catalogo de Vooner VaneGard, el flujo necesario de para 1 pie cuadrado (0.093 m<sup>2</sup>) esta entre 1.68 a 2.0 CFM

Considerando el mas desfavorable = 2.0 CFM / pie<sup>2</sup>

$$F1 = 2 * 300$$

$$F1 = 605 \text{ CFM}$$

Considerando un 15% por fricción de codos y tuberías

$$F2 = 0.15F1$$

$$F1 = 90.75 \text{ CFM}$$

Por perdida de 55 por cada 1000 msnm de diferencia de alturas, ya que la mina Rosaura se encuentra a 3500 msnm, las pérdidas son de 17.5%

$$F3 = 105.87 \text{ CFM}$$

Entonces

$$F = 801.6 \text{ CFM}$$

Según Catalogo Vooner VaneGard, de bombas de vacío (*Apéndice C*)

Se selecciona la VG10 C M que es comparable con otros modelos de marca como la ASH que seria la CL-1000

### **Cálculo de la velocidad de la bomba en RPM**

Este tipo de bombas de vacío a nivel del mar rinde 29.9" de mercurio. Por métodos prácticos, se aplica una caída de presión de 3" de mercurio por

cada mil metros de altura, luego la presión de vacío a 3500 msnm es igual a 19.4 “ de mercurio.

Según Catalogo Vooner VaneGard, de bombas de vacío

La velocidad con la presión de 19.4” de mercurio y el flujo de 800 CFM

La velocidad de operación sería de 700 RPM

### **Cálculo de la Potencia**

De la Curva de la Bomba para 19.4” y una velocidad de 700 RPM seleccionamos la potencia de 40 HP

Por lo tanto, la Bomba de Vacío debe ser:

Modelo: VG 10 C M, Marca: Vooner VaneGard, Potencia :40 HP, RPM:700, Diámetro de Succión: 5”, Diámetro de Descarga: 4”, Peso: 1474 Libras.

### **3.3.6.- Elaboración de Planos Constructivos**

Estos serán divididos en tres estructuras, las cuales se ensamblaran para dar forma al Filtro de Tambor, estas son:

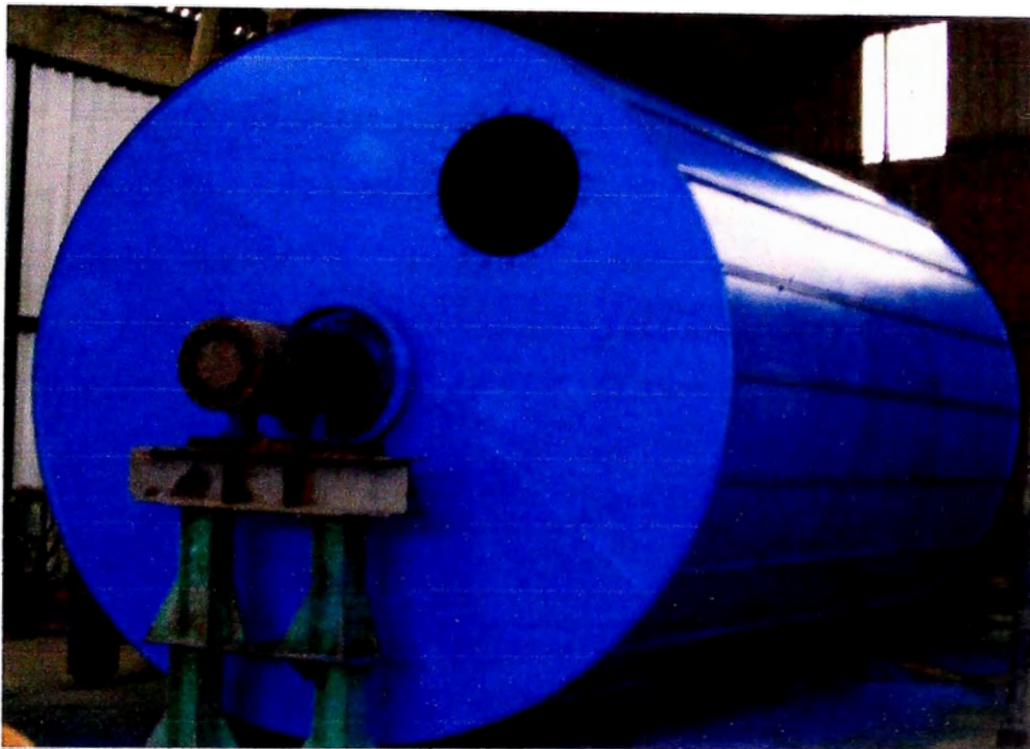
**a.- Un Tambor (Fig. 3.10)**, que será construido de la siguiente manera:

- Una sección cilíndrica fabricada con planchas de acero estructural de  $\frac{1}{4}$ ”.
- 6 anillos de refuerzo interiores, fabricada con planchas de  $\frac{1}{2}$ ” de espesor x 6” de altura.

- 2 tapas estructuradas con refuerzos radiales, fabricadas con perfiles de 4", con entrada de hombre de 60 cm. de diámetro, aseguradas con pernos de 1/2" de acero inoxidable.
- 1 arañas interiores formadas por tuberías de 1" y 2" de diámetro, dobladas en frío.
- Sistema Motriz, compuesto por una corona de 77 dientes, paso 1¼, con agujero de 16 1/2" de Ø en Fierro Fundido Nodular.
- Eje sin-fín paso de 1¼, de 5 3/8" de Ø, por 8" de longitud en acero SAE 1045
- Dos rodamientos de bolas rígidas y un rodamiento axial de simple efecto.
- Un acoplamiento flexible.
- Un juego completo de parrillas de polipropileno de alta densidad
- Canaletas de acero inoxidable Calidad 316, para sujeción de parrillas y tela filtrante, fijadas en su totalidad al tambor mediante proceso MIG y TIG.
- Válvula de vacío, de doble entrada de 6", fabricada en fierro fundido, con Plato distribuidor y Disco de desgaste.
- Mangueras tipo fuelle de 6" con abrazaderas Inoxidables.
- Dos vacuómetros de 0-30"/Hg con dial de 4"
- Dos lubricadores por goteo para las chumaceras.
- 2 trunnion de 16 ½" de Ø, para soporte de Tambor



- 2 chumaceras de pie, roladas en plancha de 1", y rellenas de babbits tipo Gracoo, para movimiento circular del trunnion en la chumacera.

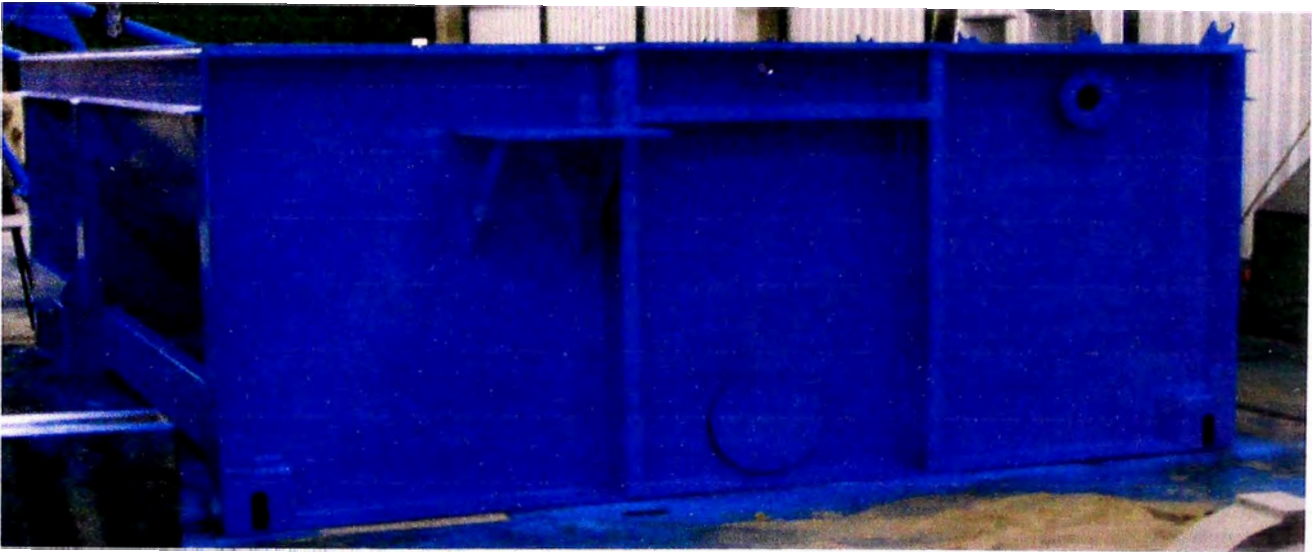


**Figura 3.10: Tambor**

**b.- Una Tina ( Fig. 3.11), que será construido de la siguiente manera:**

- Fabricada con plancha de acero estructural de  $\frac{1}{4}$ ", en toda la base semicircular.
- Soportes reforzadas para las chumaceras de planchas de 1".
- Refuerzos inferiores longitudinales externos con perfiles angulares de  $\frac{1}{4}$ " x  $2 \frac{1}{2}$ ".
- Bases soporte para los pivotes del rastrillo, estructuradas en ángulos de 3".
- Soporte para moto-reductor del sistema motriz del tambor.
- Soporte para moto-reductor del sistema motriz de la rastra.
- Soporte para chumaceras y ejes de la rastra.

- Raspador de torta flotante con borde de ataque recubierto con caucho, y un eje de 1 1/2" de diámetro
- Conexión para rebose de pulpa con brida de 4".
- Drenaje inferior para limpieza con brida de 4".
- Tapas laterales de 6" para limpieza.



**Figura 3.11: Tina**

**c.- Un Rastrillo (Fig. 3.12),** que será construido de la siguiente manera:

- Fabricado con perfiles angulares de 3"x 5/16", entrelazados con platinas de 3".
- Brazos de la rastra fabricados con tubos 3" SCH 40.
- Sistemas de pivote con Pin y Chumacera de pie de 50 mm de diámetro.
- Brazos oscilantes regulables, con rotulas en los extremos SKF
- Ejes de 2" de Ø, calidad 1045 con 04 chumaceras de pie de 500 mm de diámetro marca SKF.
- Cobertura metálica para los brazos oscilantes y ejes en plancha de 1/4" plegada.



**Figura 3.12: Rastra**

### **3.4 Planificación de Actividades**

Con la elaboración de los planos constructivos y adquisición de materiales, se procede a Organizar los tiempos y recursos necesarios para poder cumplir con los requerimientos del cliente y los estándares de calidad de la empresa que ofrece en cada uno de sus productos.

**3.4.1 Organización.**- La empresa se encuentra organizada de la siguiente manera:

- ***Gerente General.***- Persona encargada de dirigir y designar a la persona indicada para elaborar y desarrollar el presenta Proyecto.
- ***Jefe de Proyecto.***- Desempeñado por el Jefe de Planta, que es el indicado para solucionar y tomar decisiones en planta y campo ante los inconvenientes que se puedan ocurrir en los procesos de Diseño, Construcción y Montaje.

- **Control de Calidad (Qa/Qc).**- Desempeñado por el Inspector de calidad que controla que los recursos adquiridos por Almacén sean los indicados por el equipo de Ingeniería y que estén dentro de los estándares de calidad que se aplica en la empresa..
- **Seguridad Industrial.**- Desempeñado por el Ing. de Seguridad, que es el que elabora y controla que los AST (documento que se elabora para un Aseguramiento de Trabajo en Seguro), sean realizados todos los días antes de empezar las labores. Este documento es el registro diario que firman todos los involucrados en los trabajos de riesgo que se realizan en la construcción y Montaje de cada uno de los productos que se realizan en la empresa (*Apéndice D*).
- **Departamento de Ingeniería.**- Desempeñado por el grupo de Ingenieros y dibujantes que realizan los cálculos y planos de Planta, y Planos Finales, les son requeridos un amplio conocimiento de Diseño, de Elementos de Maquinas y manejo de Normas y Estándares Internacionales para cubrir los requerimientos de calidad de la empresa y de los clientes que manejan este tipo de normas y estándares.
- **Almacén y Compras.**- Atendido por los encargados de entregar y tener los recursos necesarios y completos en los tiempos estimados por el plan de actividades de trabajo que se presenta al inicio del Proyecto.
- **Encargado de Fabricación.**- Desempeñado por el Ingeniero de Planta y supervisado por el Jefe de Planta, que es el encargado de fabricar y ensamblar las partes en las que consta un filtro de Vacío o Prensa ( que son los que mas se fabrican en Cidelco), verifica que las aplicaciones de

acabado en Corte, soldadura, Arenado y Pintura sean las requeridas por los estándares de calidad que maneja la empresa, y que el funcionamiento del Filtro sea el adecuado y requerido por el cliente antes de salir de la Planta de fabricación.

- Montaje y Puesta en Marcha.- Desempeñado por el Ing. Residente y Supervisado por el Jefe de Planta. Se emplea todos los conocimientos de montaje y maniobras de campo para poder ensamblar en espacios reducidos el Filtro en mención, y conectar los accesorios necesarios para poder poner en Marcha el equipote Filtrado.

**3.4.2.- Asignación de Recursos.**- Esta actividad esta destinada a suministrar los materiales y personal necesario para elaborar y desarrollar el proyecto en el tiempo necesario y estimando los inconvenientes que se puedan presentar a lo largo de la ejecución de la fabricación y Montaje del Filtro en Planta de Filtrado. Se cuenta con personal técnico calificado (Tabla 3.3), Equipos y materiales necesarios en la fabricación (Tabla 3.4) y montaje del filtro tambor. (Tabla 3.5). Además los costos de los accesorios principales de la fabricación del filtro (Tabla 3.6)

**Tabla 3.3 .- Personal Técnico Calificado**

Ítem	Descripción	En Fabrica	En Montaje
1	Capataz	1	1
2	Armador	2	1
3	Maniobrista	1	1
4	Soldador	3	2
5	Pintor	1	1
6	Ayudantes	3	2


**Tabla 3.4.- Equipos y Material Consumible para fabricación de Filtro**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción de equipos y material</b>
1.-	1 Camión Grúa de 5 Tn.
2.-	2 Camionetas Pick-up.
3.-	2 Equipos de Oxicorte Manual
4.-	1 Equipo de Oxicorte Automático.
5.-	3 Maquinas de soldar.
6.-	1 Equipo de Pintura de alta presión.
7.-	4.Esmeriles de 7" y 4 ½".
8.-	4 lata de Soldadura de 20 kilos Marca Cellocord 6010 de Marca EXSA
9.-	4 rollos de alambre <b>ER70S-6</b> marca EXSA
10.-	4 Estrobos de 1/2"
11.-	6 Grilletes de varios tamaños.
12.-	2 Maletines de herramientas para mecánico y eléctrico.
13.-	2 Teclees de 5 Tn.
14.-	3 Juegos de Tintes penetrantes.
15.-	Lijas Varias.
16.-	Trapo Industrial.
17.-	Elementos de Protección Personal.

**Tabla 3.5.- Lista de Materiales a llevar para el Desmontaje y Montaje de Filtro de Vacío para la Mina ROSAURA.**

<b>Ítem</b>	<b>Descripción de Material</b>
1.	Maquina de Soldar Marca: SAF SAFEX 450
2.	Una Careta de Soldador
3.	Dos Equipos de Corte con Oxigeno ( Mangueras y Boquillas)
4.	2 Balones de Oxigeno (marca Indura)
5.	2 Balones de Gas (marca Indura)
6.	3 Teclees de 2 Ton.
7.	1 Teclee de 5 Ton.
8.	2 Llaves Francesa de 24" y 2 llave francesa de 12"
9.	2 Llaves Estilson de 18".
10.	Sogas
11.	3 Amoladoras Marca Bosch GWS 23-180
12.	1 Amoladora Marca Bosch GWS 23-180
13.	Piedras de Corte y Esmerilado
14.	5 Llave de boca mixta
15.	1 Taladro de Broca Marca Bosch
16.	Nivel de 12" y Escuadra de 24"
17.	3 winchas de 5 metros
18.	Equipo de Seguridad Personal para 7 obreros
19.	Kit de herramientas de Montaje (desarmadores, Alicates, etc.).
20.	Cable de extensión de 15 metros.
21.	1 lata de Soldadura de 20 kilos Marca Cellocord 6010 de Marca EXSA
22.	1 lata de Soldadura de 20 kilos Marca Supersito de Marca EXSA.
23.	Limas planas , media luna y redonda
24.	Llave hexagonal en pulgadas y milimétrica.
25.	3 Arnés de Seguridad para el Montaje
26.	2 Tilfor.
27.	Elementos de Limpieza (trapos, guaipe)
28.	Lijas # 60 – 100
29.	Compresora Cambell de 2 HP.

Tabla 3.6.- Costos de Accesorios y Materiales

 <b>FILTRACION INDUSTRIAL CIDELCO S.A.C.</b>								
Item	Cntd	Unidad	Descripción	Moneda	Tipo de cambio	Precio Unitario S./	Precio Unitario \$	Precio Total \$
1	01	Und.	RODAMIENTOS AXIALES DE BOLAS DE SIMPLE EFECTO	USD	1		15.00	15.00
			DESIGNACION 51112 - MARCA ROLLWAY DIAM. EXT. 85					
2	01	Und.	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE MARCA FALK MODELO STEFLEX TIPO T10	USD	1		422.00	422.00
			TAMAÑO 1090T					
3	15	Kgs	Exafil 199 1.0 - Marca EXSA	USD	1		10.07	151.01
4	2	Und.	Eje 2" ø Calidad 1045 x 1.89 mts	USD	1		42.34	84.67
5	1	Und.	Plancha Estructural de 1" - Formato 4 x 8	USD	1		494.00	494.00
6	2	Und.	Plancha Estructural de 1/2" - Formato 4 x 8	USD	1		243.70	487.39
7	4	Pzas	ANGULOS DE 1/4" X 3" X 3" X 6 MTS	USD	1		33.10	132.40
8	4	Pzas	CILINDROS DE PIE 50 MM DIAMETRO SKF	USD	1		42.43	169.72
9	3	Kgs	Superpac	USD	1		0.70	2.10
10	1	Und.	Motovariador SEW Eurodrive coaxial de engranajes helicoidales	USD	1		1120.00	1120.00
			Tipo R57D26DT9CL4 (Especificaciones Técnicas. según Cotización Nro. SEW-19982					
11	1	Und.	Motorreductor SEW Eurodrive sin fin corona para montaje en eje	USD	1		1.269.00	1269.00
			Tipo SA77DT90L4(Especificaciones Técnicas. según Cotización Nro. SEW-19982 18.11.2004)					
12	2	Und.	TUBO DE 2" 1/2 S. 40	USD	1		66.14	132.28
13	9	Und.	TUBO DE 1 1/2 S. 40	USD	1		31.93	287.37
14	3	Und.	ANGULO DE 3 X 1/4	USD	1		33.10	99.30
15	2	Und.	ANGULO DE 4 X 3/8	USD	1		62.20	124.40
16	10	Und.	BALONES DE OXIGEN 10M3	S/	3.28	50.00	15.243902	152.44
17	40	Und.	DISCO DE CORTE 7" X 1/8 X 7/8	USD	1		1.56	62.40
18	40	Und.	DISCO DE DESBASTE 7" X 1/4 X 7/8	USD	1		2.32	92.80
19	1	Und.	FABRICACION DE GEAR WORM DE 77 DIENTES. PASO 1-1/4. CON AGUJERO DE 16-1/2" DE ø EN FE. FDO NODULAR SEGUN INDICACIONES	USD	1		1150.00	1150.00
20	1	Und.	FABRICACION DE GUSANO SIN FIN. PASO 1-1/4. DE 5-3/8" DE ø X 8" DE LONGITUD EN 1045. SEGUN INDICACIONES	USD	1		350.00	350.00
21	200	Und.	PARRILLAS DE POLIPROPILENO PARA FILTRO DE TAMBOR	USD	1		4.00	800.00
22	2	Und.	PLANCHAS INOX 4 x 8' x 2mm	USD	1		163.03	326.06
23	2	Und.	Canal de 6' x 10.5 Lb	S/	3.28	107.90	32.896341	65.79
24	1	Und.	Canal de 10' x 15.30 Lb	S/	3.28	182.07	55.509146	55.51
25	1	Und.	Plancha de 1/4' 4' x 8'	S/	3.28	123.82	37.749848	37.75
26	5	Und.	Plancha de 1/4' 8' x 20'	S/	3.28	766.76	233.76829	1168.84
27	1	Und.	Plancha de 1/2' 5' x 20'	S/	3.28	958.46	292.21341	292.21
28	2	Und.	Vigas de 6' x 20 Lb	S/	3.28	84.27	25.692073	51.38
29	4	Und.	Platinas 1/4 x 3'	S/	3.28	314.12	95.768293	383.07
30	90	Kgs	Babbit Beraco	USD			3.5	315.00
31	2	Und.	Mangas de Caucho con refuerzo de Espira de 1/2"	S/	3.28	45.00	13.72	27.44
							Sub Total	10321.347
							IGV (19%)	1961.056
							<b>TOTAL COMPRA \$</b>	<b>12282.403</b>



**Tabla 3.6.- Costos de Accesorios y Materiales**

		<b>FILTRACION INDUSTRIAL CIDELCO S.A.C.</b>						
Item	Cntd	Unidad	Descripción	Moneda	Tipo de cambio	Precio Unitario S./	Precio Unitario \$	Precio Total \$
1	01	Und.	RODAMIENTOS AXIALES DE BOLAS DE SIMPLE EFECTO	USD	1		15 00	15 00
			DESIGNACION 51112 - MARCA ROLLWAY DIAM. EXT. 85					
2	01	Und.	ACOPLAMIENTO FLEXIBLE MARCA FALK MODELO STEFLEX TIPO T10	USD	1		422 00	422 00
			TAMAÑO 1090T					
3	15	Kgs	Exafil 199 1.0 - Marca EXSA	USD	1		10 07	151 01
4	2	Und.	Eje 2" ø Calidad 1045 x 1 89 mts	USD	1		42 34	84 67
5	1	Und.	Plancha Estructural de 1" - Formato 4 x 8	USD	1		494 00	494 00
6	2	Und.	Plancha Estructural de 1/2" - Formato 4 x 8	USD	1		243 70	487 39
7	4	Pzas	ANGULOS DE 1/4" X 3" X 3" X 6 MTS	USD	1		33 10	132 40
8	4	Pzas.	CILINDROS DE PIE 50 MM DIAMETRO SKF	USD	1		42 43	169 72
9	3	Kgs	Superpac	USD	1		0 70	2 10
10	1	Und.	Motovariador SEW Eurodrive coaxial de engranajes helicoidales	USD	1		1120 00	1120 00
			Tipo R57D26DT9CL4 (Especificaciones Técnicas. según Cotización Nro. SEW-19982					
11	1	Und.	Motorreductor SEW Eurodrive sin fin corona para montaje en eje	USD	1		1.269 00	1269 00
			Tipo SA77DT90L4(Especificaciones Técnicas. según Cotización Nro. SEW-19982 18 11 2004)					
12	2	Und.	TUBO DE 2" 1/2 S. 40	USD	1		66 14	132 28
13	9	Und.	TUBO DE 1 1/2 S. 40	USD	1		31 93	287 37
14	3	Und.	ANGULO DE 3 X 1/4	USD	1		33 10	99 30
15	2	Und.	ANGULO DE 4 X 3/8	USD	1		62 20	124 40
16	10	Und.	BALONES DE OXIGEN 10M3	S/	3 28	50 00	15 243902	152 44
17	40	Und.	DISCO DE CORTE 7" X 1/8 X 7/8	USD	1		1 56	62 40
18	40	Und.	DISCO DE DESBASTE 7" X 1/4 X 7/8	USD	1		2 32	92 80
19	1	Und.	FABRICACION DE GEAR WORM DE 77 DIENTES. PASO 1-1/4, CON AGUJERO DE 16-1/2" DE ø EN FE. FDO NODULAR SEGUN INDICACIONES	USD	1		1150 00	1150 00
20	1	Und.	FABRICACION DE GUSANO SIN FIN. PASO 1-1/4, DE 5-3/8" DE ø X 8" DE LONGITUD EN 1045, SEGUN INDICACIONES	USD	1		350 00	350 00
21	200	Und.	PARRILLAS DE POLIPROPILENO PARA FILTRO DE TAMBOR	USD	1		4 00	800 00
22	2	Und.	PLANCHAS INOX 4 x 8' x 2mm	USD	1		163 03	326 06
23	2	Und.	Canal de 6' x 10 5 LB	S/	3 28	107 90	32 896341	65 79
24	1	Und.	Canal de 10' x 15 30 Lb	S/	3 28	182 07	55 509146	55 51
25	1	Und.	Plancha de 1/4 4' x 8'	S/	3 28	123 82	37 749848	37 75
26	5	Und.	Plancha de 1/4 8' x 20'	S/	3 28	766 76	233 76829	1168 84
27	1	Und.	Plancha de 1/2 5' x 20'	S/	3 28	958 46	292 21341	292 21
28	2	Und.	Vigas de 6' x 20 Lb	S/	3 28	84 27	25 692073	51 38
29	4	Und.	Piatinas 1/4 x 3'	S/	3 28	314 12	95 768293	383 07
30	90	Kgs	Babbit Beraco	USD			3 5	315 00
31	2	Und.	Mangas de Caucho con refuerzo de Espira de 1/2"	S/	3 28	45 00	13 72	27 44
<b>Sub Total</b>								<b>10321.347</b>
<b>IGV (19%)</b>								<b>1961.056</b>
<b>TOTAL COMPRA \$</b>								<b>12282.403</b>

**3.4.3.- Cronograma**- Las actividades se programaron desde el momento en el cual la minera otorgo la Orden de Compra del Filtro Tambor, según las condiciones de la Cotización P-088-04 Rev.1 presentada el 16 de Septiembre del 2004 (*Anexo A*) al área de Logística. Según la cual se dio en tres etapas:

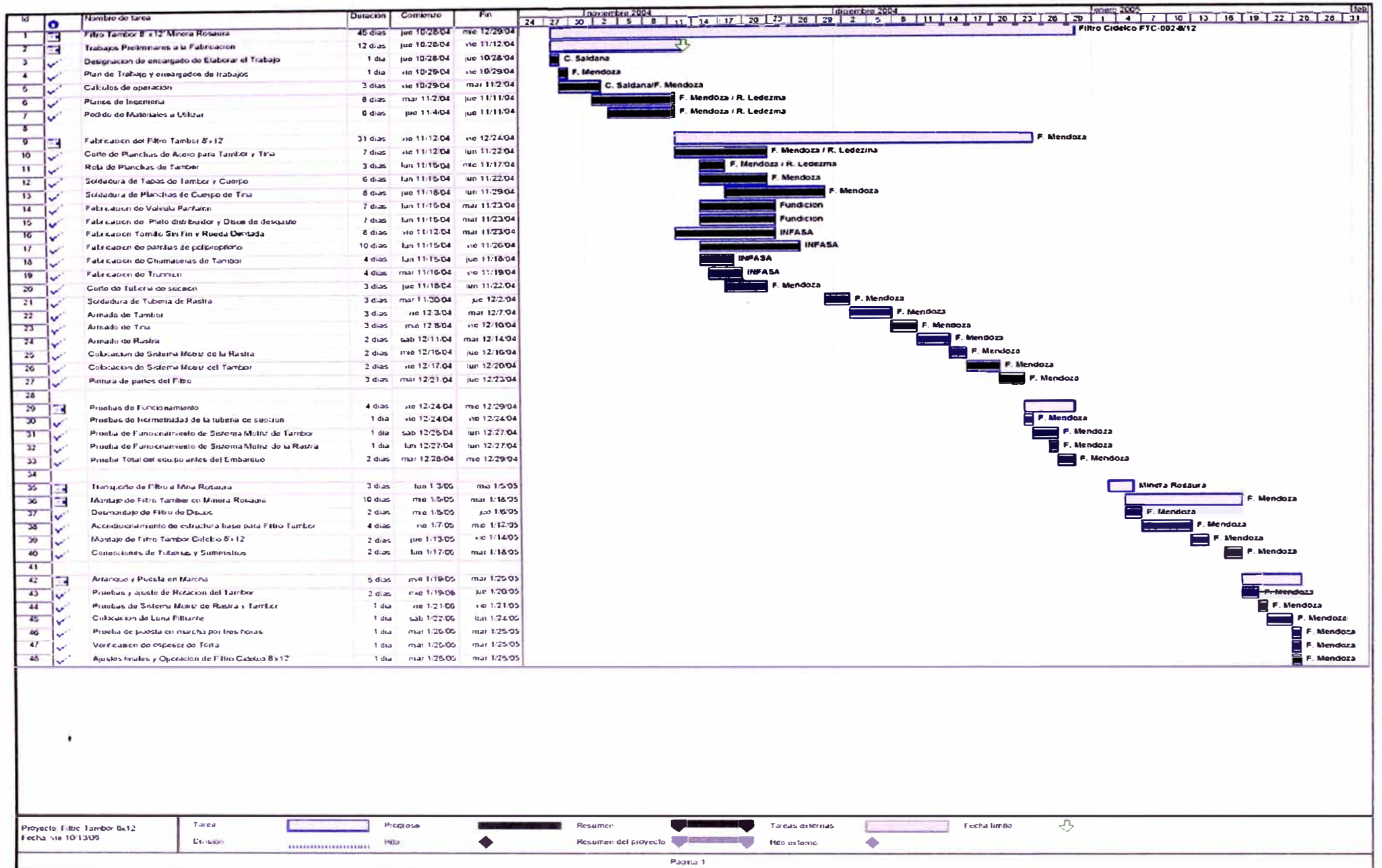
La primera es de 45 días de fabricación puesta sobre el transporte de la minera en la planta del contratista.

La segunda es de 07 días de montaje del filtro en la planta de filtración.

La tercera es de 03 a 05 días del arranque y pruebas de operación en la planta de filtración.

Se presenta el cronograma en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7.- Cronograma de Trabajo para El filtro Tambor 8'x12'CIDELCO



## FABRICACIÓN DE UN FILTRO DE VACÍO TIPO TAMBOR

### 4.1 Habilitación de Materiales

Para el proceso de habilitación de materiales, se procederá de la siguiente manera:

#### 1. Acero

- Los elementos que conforman el cuerpo metálico del Filtro de Vacío tipo Tambor, serán fabricados con planchas, canales y vigas de acero estructural conforme a las Normas ASTM A36.

<b>Especificaciones del ASTM A36</b>
Limite de Fluencia = 25.4 Kgf/mm <sup>2</sup> mínimo
Resistencia a la Tracción = 41-56 Kgf/mm <sup>2</sup> mínimo
Alargamiento + 20% mínimo

- El eje que se utilizara para la transmisión del sistema motriz de la rastra y del tambor será con acero conforme a las Normas SAE 1045.

<b>Especificaciones del SAE 1045</b>
Limite de Fluencia = 40-54 Kgf/mm <sup>2</sup> mínimo
Resistencia a la Tracción = 68-83 Kgf/mm <sup>2</sup> mínimo

- Todo material que se compre para la fabricación del Filtro, deberá ser nuevo y con su certificado de Calidad, en perfectas condiciones, es decir limpio y seco.
- Si en algún caso se tendría que corregir algún defecto de desviación (torcido), a lo largo de estos materiales, se procederá a enderezar según procedimiento aprobado por la supervisión de planta.

## 2. Material de Aporte

- Electrodo: El material para los electrodos son del tipo E6011, para todo lo que sea apuntalamiento de los materiales estructurales antes de la soldadura final. Proceso SWAM, según con la especificación del AWS D1.1, para Acero Estructural.

<b>Especificaciones del Consumible 6011</b>
Norma AWS/ASME – A5.1 / ISO 2560
Resistencia a la Tracción = 450-550 N/mm <sup>2</sup>

- Alambre: El material para soldar será alambre del tipo ER70S-6 de acuerdo con la especificación AWS D1.3 para Planchas estructurales, y AWS D1.1 para Acero Estructural. Proceso GMAW.

<b>Especificaciones del Consumible ER70S-6</b>
Norma AWS A5.18
Resistencia a la Tracción = 500 MPa

- Alambre: El material para la soldadura de la unión del Tambor con las canaletas de inoxidable será alambre ER 308L según las especificaciones de AWS D1.6.

<b>Especificaciones del Consumible ER308L</b>
Norma AWS A5.9

- Varillas: El material para la unión soldada de las canaletas de inoxidable será con proceso GTAW y con material de aporte ER308L.

<b>Especificaciones del Consumible ER308L</b>
Norma AWS/ASME SFA A5.19
Resistencia a la Tracción = 550-650 N/mm <sup>2</sup>

### 3. Pintura:

La Limpieza será primero mediante un procedimiento de Arenado Comercial el cual es una limpieza de superficie de Acero mediante la aplicación de arena fina seca aplicada con aire a presión hasta obtener un color gris uniforme, según SSPC-SP-6. El arenado sirve para eliminar oxidantes, sustancias químicas, polvo, suciedades, escoria de soldadura, pinturas anteriores y otras sustancias que puedan afectar la adherencia de la pintura. La Pintura base será un anticorrosivo epoxico. Deberá tener un contenido de sólidos no menor al 50% en volumen de la mezcla de sus componentes y su formación debe cumplir con las garantías de una película de excelente adherencia y resistencia a la intemperie, abrasión a agentes químicos poco agresivos tanto ácidos como

alcalinos, a solvente y al agua dulce y salado. Se aplicara un sistema de pintura epoxica fabricado para mantenimiento industrial y marino.

#### **4. Material antifricción:**

Babbit o material blanco (se emplea como revestimiento debido a su poca rigidez). Para logara buena resistencia a la compresión en cojinetes de babbit es necesario desunir el espesor de la capa depositada.

<b>Especificaciones del Metal Babbitt</b>
Punto de Fusión 480 C
Contenido: Estaño: 87%, Antimonio: 9%, Cobre : 4%

#### **5. Pernos de sujeción:**

Se utilizaran pernos de Alta Resistencia según las normas ASTM A325 y Mediana Resistencia según las Normas ASTM A307, para el anclaje y sujeción de los accesorios del Tambor, Tina y Rastra.

#### **6. Tubería:**

Se utilizara para las tuberías de succión según la Norma ASTM A53, aplicable para este tipo de trabajo.

#### **7. El Material para las parrillas:**

Será de Polipropileno que servirá de elemento separador entre el filtro el tambor y la Lona Filtrante. Estas parrillas se fabrican con molde a escala según el ancho de los sectores del tambor.

## 4.2 Proceso de Construcción del Filtro

### Armado del Tambor:

Después de haber construido todas las partes, por separado, vale decir, las tapas, la sección circular con las tuberías de succión y las canaletas de soporte de parrillas, los trunnion, las chumaceras, el plato de distribución, el disco de desgaste, la válvula Pantalón ( vació), la corona y el eje sin fin, la cobertura del sistema motriz del tambor, etc. ( Fig.4.1 y 4.2)



**Figura 4.1: Ensamble de tapa**



**Figura 4.2: Ensamble de Tambor**

Se procede a armar el filtro de la siguiente manera:

- Se coloca el trunnion con pernos de  $\frac{1}{2}$ " inoxidable a las tapas del tambor.
- Se colocan la tubería de 2" para completar la araña que se conecta con la válvula de vació.
- Se coloca simultáneamente en la parte delantera y posterior las Chumacera al trunnion con un anillo de ajuste de 1" x 1" asegurándolo con 4 prisioneros de  $\frac{1}{4}$ ". ( Fig. 4.3)





**Figura 4.3: Ensamblé del trunnion al tambor**

#### **Montaje de la Tina y el Rastrillo:**

- Después de montar el motoreductor a la tina y conectarla con el eje de 2" se une a las bielas y a los rótulos. ( Fig. 4.4)
- Se iza la Rastra para su colocación. ( Fig. 4.5)
- La rastra se asegura en las chumaceras de pie de 50 mm, y se une a los brazos por medio de las rotulas.
- Se verifica la luz interna entre la rastra y el fondo de la Tina para evitar que raspe el fondo y no se produzca un atasco en su funcionamiento.
- Una vez comprobado la luz interna entre la rastra y el fondo de la tina, se le da el ajuste final.
- Se prueba el funcionamiento de la rastra con el motoreductor y se corrobora su buen funcionamiento.

- Este conjunto estando terminado se puede unir al Tambor.



**Figura 4.4: Montaje del Motoreductor**



**Figura 4.5: Izaje de la rastra**

### **Montaje de Tina y Tambor**

- Se aseguran las chumaceras a la Tina con 4 pernos de 1" inoxidable cada uno.  
(Fig. 4.6)
- Se coloca el Tambor en las chumaceras por medio del trunnion.
- Seguidamente se coloca en la parte delantera la Corona y el Eje sin Fin, para montar el sistema motriz del tambor
- El Motovariador se une con el eje sin fin con un acoplamiento flexible marca Falk 1090T y dos rodamientos de bolas rígidas y uno axial de bolas simple.
- La tapa de la corona se suelda al plato centrador, se coloca el disco de desgaste y el plato de distribución.
- Se coloca la Válvula Pantalón (vacío) con dos mangueras tipo fuelle de 6" aseguradas con abrazaderas de Inoxidable.
- Se centra y asegura con tres espárragos de 1" cerrando el sistema de vacío del Tambor.

- Se conecta Aire a Presión para ver el buen funcionamiento de la Fase de soplado.
- Se conecta el Motovariador para ver el giro del tambor.



**Figura 4.6: Colocación de Chumaceras a la Tina**

**Con este ultimo ensamble queda armado todo el conjunto del Filtro de Tambor.**

### **4.3 Inspección y Pruebas**

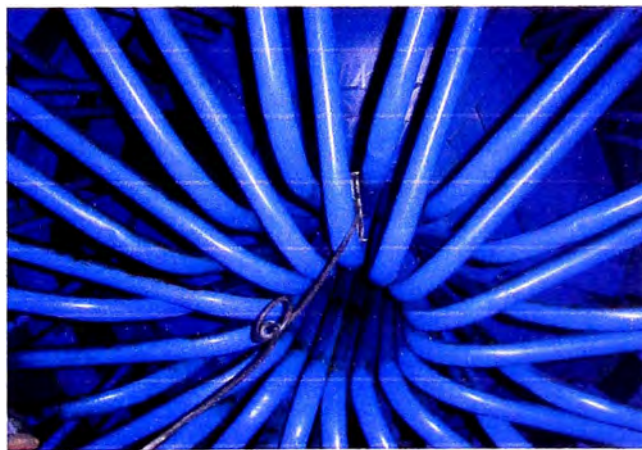
**Las Inspecciones se darán de la siguiente manera:**

- Los trazos de los cortes con Oxiacetileno serán supervisados por el Jefe de Planta antes de ser ejecutados.
- Los cortes solo serán realizados con carrito de corte y por el personal adecuado para esta tarea.
- Se prepararan los biseles de los extremos a unir.
- Se apuntalaran las partes a armar y se verificara con el nivel su perpendicularidad en las estructuras a unir.
- Con respecto a la soldadura se inspeccionara visualmente antes, durante y después de la soldadura.

- Se realizaran pruebas de Líquidos Penetrantes a las tuberías de succión unidas al sector circular para evitar alguna fuga de agua del filtrado que inunde el interior del Tambor.

**Las pruebas se darán de la siguiente manera:**

- Se realizara la prueba de los sistemas motrices, de la rastra y de la corona.
- Se hará una prueba de hermeticidad de la tubería, con aire para ver que nos presenten fugas en la tubería de succión. (Fig. 4.7)
- Se probara todo el sistema de mando eléctrico del filtro tambor.
- Se colocaran las parrillas para comprobar que los raspadores no chocan con las parrillas y si el inflado esta a su caudal adecuado.
- Se comprobara que el filtro este nivelado



**Figura 4.7: Prueba de hermeticidad a la Tubería**

#### **4.4 Protección Superficial.-**

La preparación de la superficie se realizara de la siguiente manera:

- Se limpiaran todos los cordones de soldadura ante de ser arenado.

- Se cubrirá todas las partes que sean de inoxidable como: pernos y canales antes de arenar.
- Se aplicara un arenado blanco, para extraer todo el material que pueda impedir el buena desempeño de la pintura.
- Se aplicara una mano de pintura base epoxica marca CPPQ
- Se dará como acabado una mano de pintura epóxica con Ameron 400 de CPPQ (*Apéndice E*).
- Espesor de la pintura, de 85 a 135 micras
- El color a utilizar será Azul Naval.

#### **4.5 Proceso de Transporte**

El Transporte de un Filtro de Vacío Tipo Tambor, se realizara de acuerdo al tamaño de este, vale decir que mientras mas grande sea, la posibilidad de transporte seria de ir desarmado en tres piezas (Tambor, Tina, Rastra). Si el tamaño es adecuado para que se traslade armado por completo, y así no exceda los tamaños permitidos por el Ministerio de Transporte con respecto a la altura de los puentes que estén en camino a la Mina, se transportara de esa manera.

Si se transporta de una sola pieza, es decir armado, hay que sustituir las chumaceras de Metal fundido por unas de madera para que no exista el golpe de metal contra metal, y evitar el deterioro de las piezas en contacto y para que no exista un desalineamiento en los Trunnios con respecto al Tambor.

Se debe tener mucho cuidado en el traslado de los accesorios que tiene el filtro, es decir: Motoreductor, Variador de Velocidad, Chumaceras de Pie que sostiene el Trunnion, ya que con el golpeteo del trayecto puede raspar y dañar el interior de

la Chumacera y con eso raspar el trunnion al estar operativo y reducir el tiempo de vida de esa pieza. Estos accesorios deben ser empacados en cajas de madera o amarrados en parrillas de madera para su transporte (se recomienda enviarlas por separado al transporte del cuerpo del Filtro). Las Parrillas de Polipropileno a usar, deben de ir separadas y no puestas en el Tambor, porque pueden caerse y perderse en el transporte, se sugiere que se coloquen cuando la maquina este instalada y lista para funcionar.

#### **4.6 Montaje y Puesta en Marcha**

Para el Montaje y Puesta en Marcha de un Filtro de Vacío Tipo tambor se deben tener en cuenta ciertos puntos importantes:

##### **Para el Montaje .-**

1. Acondicionar el lugar a colocar el Filtro de Tambor. Esto es nivelar el piso para que el filtro este en condiciones operativas adecuadas, ya que un desnivel ejercería una fricción en ciertas partes del filtro y no lo dejaría operar como debiera y esto seria perjudicial para la producción de la Planta de Filtrado.
2. Cuando el piso este nivelado se procederá a montar el Filtro en su lugar.
3. Siempre hay que tener en cuenta que la desalineación en la posición del Final del Filtro es perjudicial para la operación de este, y genera un desgaste en la Chumacera del Trunnion , y un mal funcionamiento del sistema Motriz de la Rastra y la del Tambor. Todo esto genera una perdida operativa muy grande que no esta contemplada en el diseño y en el Montaje del Filtro, por lo tanto este no es aceptable.

4. Para el transporte de la Tina a la posición de trabajo de la Planta de Filtrado se realizara con las maniobras adecuadas, esto es, amarrado la tina con eslingas de 1" de diámetro conectadas a estrobos de 1", en los cuatro extremos, este conectado a una viga de transporte que soporte el peso de este, el cual lo agarra en los extremos para no ejercer fuerza en las caras Principales de la Tina.
5. Primero se alinea la Tina con respecto a la posición central del Trunnion y se pre-ancla la Tina para que no se mueva del lugar final de trabajo, esto se hace con niveles en todas las partes necesarias para no dejar ningún lado sin nivelar.
6. Luego de realizar el nivelado de la Tina, se procede a colocar la Rastra que fue ya alineado en el taller de la empresa y que no debe cambiar con respecto a la luz que deja en el fondo de la Tina, esto se regula con las rotulas roscadas que tiene en los extremos de los brazos oscilantes. También se conecta la rastra con la Tina por medios de pernos en las caras principales de la tina para su mejor mantenimiento y su desmontaje.
7. Para el transporte del Tambor se procede la misma manera que la del transporte de la tina, se amarra con eslingas de 1" alrededor del Trunnion colocando Tacos de madera entre la eslinga y el Trunnion para evitar el contacto de metal con metal, y así no se raspa el trunnion que esto ocasionaría una destrucción del babbitt en la chumacera y daría paso a un desgaste inadecuado y del trunnion y un tiempo de vida muy por debajo del original.
8. Ahora se procede a colocar el Tambor que es la parte mas importante, ya que si no esta bien alineado puede perder sus características operativas. Se alinea con respecto a al Tina en el punto de apoyo del Trunnion y manteniendo la Luz adecuada con respecto a la Rastra.

9. Después de colocado el Tambor en su lugar se alinea todo el conjunto con respecto al sistema motriz, que debe de estar alineado desde el momento de ser probado, antes del envío, esto se realiza para confirmar que la alineación es la correcta y que todo esta en perfectas condiciones. ( Fig. 4.8 y 4.9)



**Figura 4.8 y 4.9: Colocación de sistema motriz**

10. La colocación del sistema motriz de la Corona Sin Fin y el Gusano (Fig. 4.10), con respecto a la Motovariador debe de estar bien alineado, si es posible con galgas de alineación, o con galgas Láser, teniendo en cuenta que las vibraciones no afecten el alineamiento de este equipo.



**Figura 4.10 Colocación de Motovariador**

11. Se coloca el sistema de Rastra conectado al Motoreductor Vertical, y se energiza el equipo a la potencia adecuada (generalmente se trabaja con 440V),



tener en cuenta siempre el voltaje con el que se entrega los motores para no tener problemas a la hora de energizar la maquina. ( Fig. 4.11)



**Figura 4.11 Sistema de Rastra**

12. Con este último paso se termina el montaje del Filtro De Tambor, y se prepara para la puesta en Marcha.

Para la puesta en Marcha se procederá de la siguiente manera:

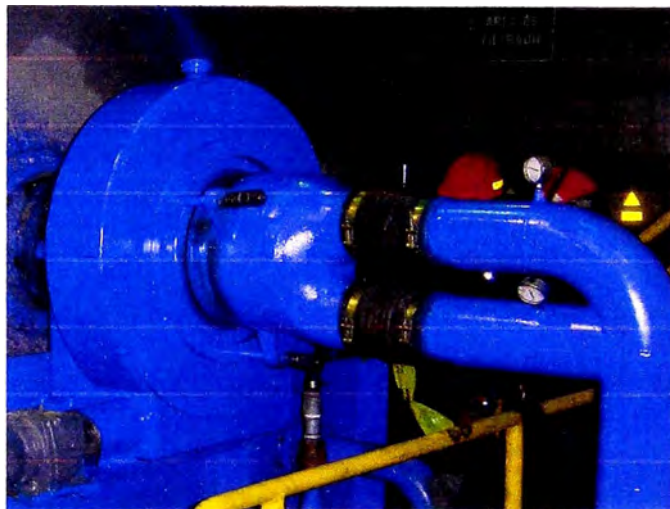
1.- Primero se Conecta las tuberías de Carga y Descarga de la Planta de Filtrado al Filtro de Vacío tipo Tambor que se instala, para poder tender las conexiones de aire para el soplado de la torta. ( Fig. 4.12)



**Figura 4.12: Conexión de tuberías de carga y descarga**

2.- Una vez conectadas las tuberías, se procede a la conexión de la válvula pantalón, que es unida a la tubería de vacío por medio de dos mangas de

caucho resistente a la succión, estas mangas tiene un resorte interno para que puede aguantar la succión de vacío. (Fig. 4.13)



**Figura 4.13: Válvula Pantalón**

- 3.- Luego se energiza los motores para poder empezar a probar sus sistemas motrices del Tambor y de la Rastra, la cual deben de girar a la velocidad indicada de 20 rpm y 14 rpm respectivamente.
- 4.- Se colocan las parrillas de polipropileno que cubren todo el rededor del tambor, para que separe el tambor de la lona filtrante. (Fig. 4.14)



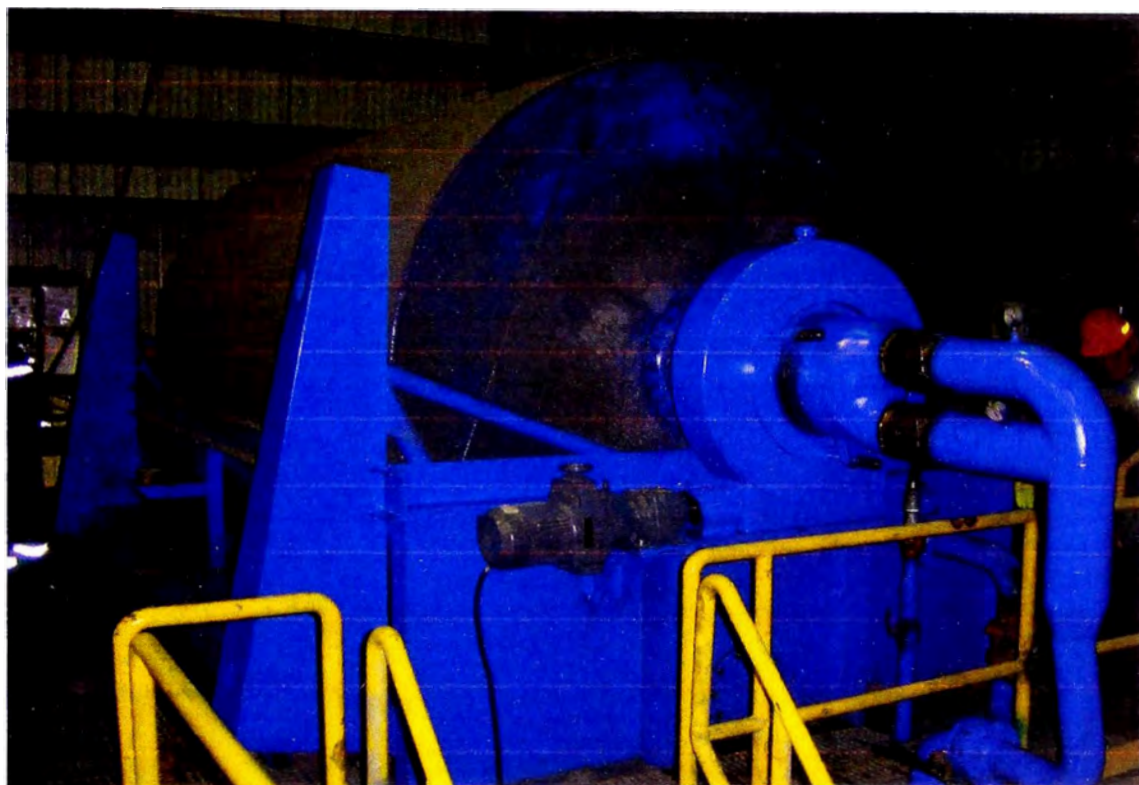
**Figura 4.14: Parrillas de Polipropileno**

- 5.- Se coloca la Lona filtrante que se adhiere al tambor en los canales inoxidables colocados en los 16 sectores del Tambor, los cuales se pueden asegurar con Orines especiales o con soga.
- 6.- Si se utiliza Orines de 11 mm de diámetro que calzan en los canales, esto sería suficiente para que la Lona quede fija.
- 7.- Si se utiliza Soga, se tendrá que colocar una malla de alambre alrededor de la lona en toda la superficie del Tambor para evitar que se salga la Lona. Este método es el más utilizado por los Filtreros ya que es un seguro adicional en este tipo de descarga de Filtros.
- 8.- Al terminar de colocar la Lona, llena la tina con Pulpa y se deja funcionando el filtro por dos horas sin filtrar, solo girando para que la tina se moje completamente de pulpa y pueda cumplir su función.
- 9.- Una vez terminado este tiempo se apertura la válvula de vacío para empezar a succionar el agua filtrada y se ajusta la cantidad de aire a presión que se va proporciona para que se inflado de la torta para su descarga.
- 10.- También se ajusta el raspador de Descarga para que no choque con la Lona al ser inflada, y no lo dañe, ya que si se rompe una parte de la Lona hay que cambiarla toda. En algunos casos se parchan los lugares dañados, pero eso es una pérdida de eficiencia del Filtro. (Fig. 4.15)



**Figura 4.15: Raspador de descarga**

- 11.- Una vez ajustados todos estos accesorios y equipos, se prueba con una carga completa y se busca la velocidad adecuada para la producción adecuada, ya que la velocidad es un variable esencial en el tamaño de la torta a producir.
- 12.- Finalmente, se deja operando todo un turno para verificar si no hay caídas de succión (que se originan con la aparición de defectos en la soldadura que se pueden haber pasado a la inspección visual y de líquidos penetrantes en la tubería interna del tambor, o en la unión del plato centrador con el de distribución), además de verificar las vibraciones de los sistemas motrices, el sistema de lubricación de las chumaceras, y algún otro defecto que se produzca en plena operación.
- 13.- Si el Filtro Funciona sin problemas durante los tres días de prueba que se sugiere, entonces se puede asegurar que el Filtro de Vacío Tipo Tambor esta operativo al 100%. (Fig. 4.16)



**Figura 4.16: Filtro Ensamblado en Planta de Filtración**

## **CAPITULO 5**

### **PLAN DE CALIDAD APLICADO A LA OPERACIÓN DEL FILTRO DE VACIO TIPO TAMBOR 8' X 12'**

#### **5.1 Generalidades**

La Implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), en el sistema de Separación de sólidos y líquidos por un Filtro de Vacío tipo Tambor en la Planta de Filtrado de la Mina Rosaura Perubar SA. ha tenido como objetivo la consecución de lo siguiente:

- Evitar el deterioro de equipos.
- Operación Correcta y chequeos periódicos.
- Estandarización de procedimientos para el mantenimiento permanente.
- Mejorar la eficiente del trabajo.

Como son altos los costos en mantenimiento por reparación y recambio de piezas se recomienda la implementación básica del TPM, trabajándose con el Mantenimiento Preventivo y Mantenimiento Predictivo, ya que el personal operador cuenta con reducidos conocimientos de mecánica y mantenimiento, y considerándose que este tipo de mantenimiento traerá beneficios económicos para

la empresa. Esta implementación no solo favorecerá al área de trabajo sino al producto final que mejorara en su efectividad en cuanto a producción.

Para el mantenimiento preventivo y predictivo una máquina que sea confiable y de una vida útil muy larga, es muy favorable, para el plan de aseguramiento de calidad de fabricación para la empresa, (*Anexo F*). Uno de los puntos críticos para la producción, es el diseño de un plan de mantenimiento, un buen plan permite una operación muy buena a los elementos que conforman la máquina, reduciendo costos de stock de repuestos, permite menores parámetros de medición, y genera una mejora de la productividad al garantizar más horas de producción.

## **5.2 Mantenimiento Productivo Total (TPM) aplicado al Filtro de Vacío Tipo Tambor de 8' x 12'**

La Gestión productiva total de los equipos consistentes en la organización y desarrollo eficaz, tiene como base los siguientes elementos:

- El Mantenimiento Autónomo.
- El mantenimiento Preventivo y Predictivo.
- La administración con mejoramiento de los equipos basado en maximizar la efectividad de los equipos.

### **5.2.1 Selección de la Máquina Importante en la Producción**

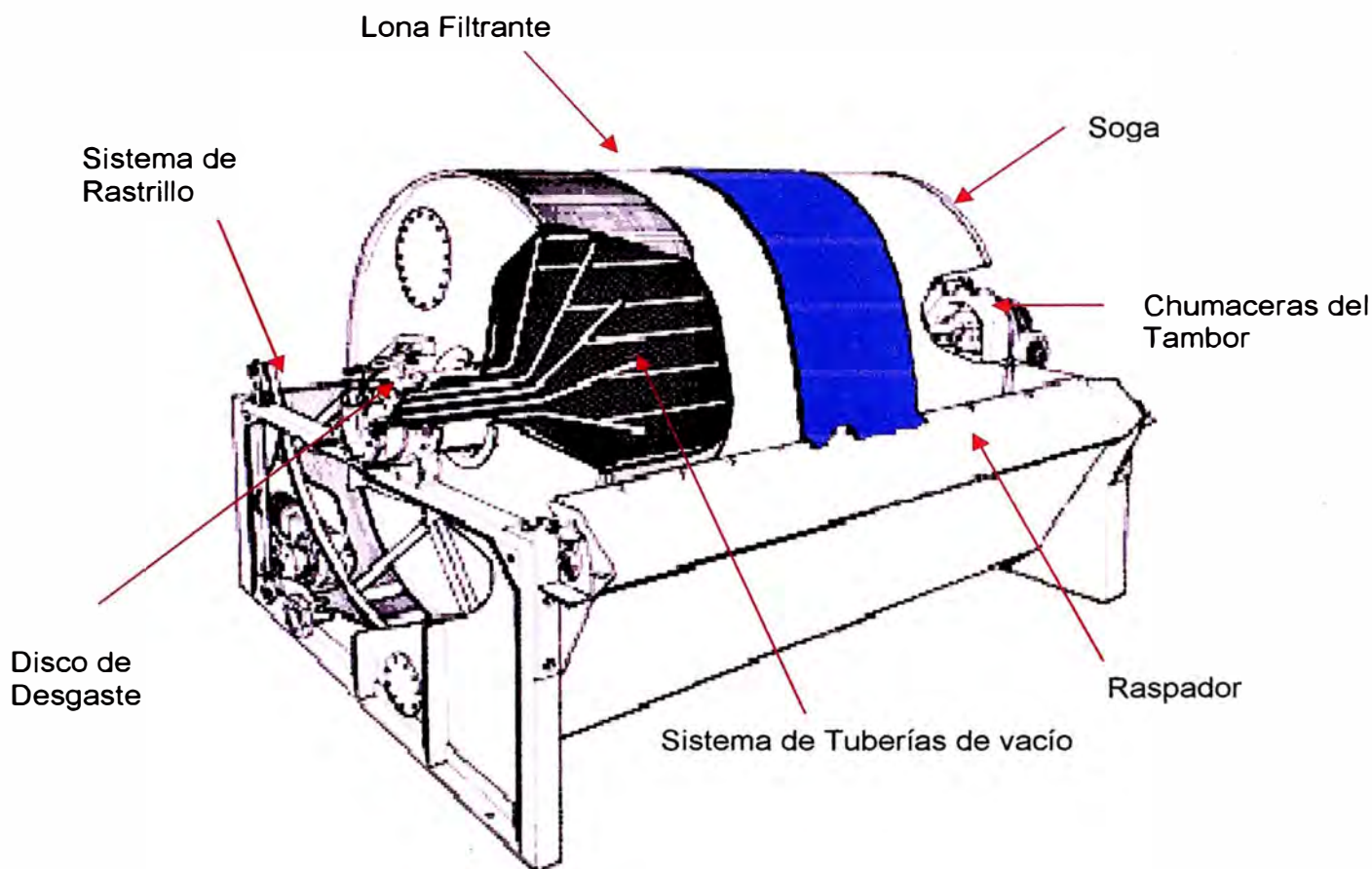
Filtro de vacío tipo Tambor instalado por la empresa CIDELCO SAC, en la Planta de filtrado de la Mina Rosaura Perubar SA. Esta Máquina es la que genera el Producto final de la Mina, por eso su Mantenimiento es Crítico e importante.

### **5.2.2 Características técnicas del Filtro de Tambor 8' x 12'**

El Filtro Tambor 8' x 12' tiene las siguientes características:

- Tipo Tambor de 8' x 12'
- Número de Modelo FTC- 002-8/12
- Diámetro 8' de diámetro
- Ancho 10'
- Largo 15'
- Altura 9'
- Área Filtrante 28 m<sup>2</sup>
- Sistema Motriz del Tambor  
Variador de Velocidad Sew Eurodrive de 3 HP.
- Velocidad de Tambor 100 rpm a 20 rpm
- Sistema Motriz del Rastrillo  
Moto reductor Sew Eurodrive de 3 HP
- Velocidad de Rastrillo 14 rpm
- Voltaje de Trabajo 220/440 voltios
- Peso del Filtro 8 Ton.





### **5.2.3.- Calculo de la Efectividad Global del Equipo (O.E.E)**

La O.E.E (*Overall Equipment Effectiveness*) es una medida que representa el porcentaje del tiempo en que una maquina produce realmente las piezas con la calidad esperada, comparada con el tiempo que fue planeado para hacerlo. La maximización de la efectividad esta referida a la medición del comportamiento de la efectividad de una máquina o equipo, la cual encontrarse en el 85%. Si logramos conseguir un porcentaje mayor al 85%, podemos suponer razonablemente que la máquina esta siendo operada en todos los equipos de manera efectiva y eficientemente.

Para conseguir la efectividad Total del Equipo, el TPM trabaja para eliminar las “Seis Grandes Perdidas” que son los obstáculos que impiden la efectividad del equipo.

Estas pérdidas se encuentran seleccionadas en:

- ***Tiempo Perdido: (Disponibilidad)***

- 1.- Fallas de equipos (Confiabilidad).
- 2.- Puesta a punto y ajustes. (Mantenibilidad)

- ***Perdidas de Velocidad: ( Eficiencia)***

- 3 Tiempo ocioso y paros menores. (Conservación, Confiabilidad)
- 4.- Reducción de Velocidad. (Conservación, Confiabilidad)

- ***Defectos: ( Calidad)***

- 5.- Defectos en el Proceso. (Conservación, confiabilidad)
- 6.-Reducción de rendimiento.(Conservación, confiabilidad y Mantenibilidad).

Para obtener el dominio de las Seis Grandes Perdidas se requiere de la aplicación de técnicas y disciplinas organizacionales, las que se deberán fundamentar en: Conservación, Confiabilidad, Mantenibilidad y Diseño de diseños equipos.

***Conservación:*** Se refiere al conjunto de políticas que tratan de evitar la degradación de un sistema. Políticas que se adoptan para la operación y que garantiza la permanencia del sistema y el mantenerlo, que se contemplan en la documentación técnica. Actividades tendientes al mantenimiento y operación, que en conjunto evitaban la degradación del

sistema, y que en caso de falla deberá ser restablecido el sistema dentro de un intervalo específico de tiempo. Esto aun, cuando se este siguiendo una falla, por lo tanto conservación es la inversa de los tiempos muertos (pérdidas de falla) provocados por paros en la Mantenibilidad y tiempos bajos provocados por la falta de conservación.

**Confiabilidad:** Se refiere a la probabilidad de que un sistema o componente, pueda funcionar correctamente fuera de falla, por un tiempo específico. Dentro de la confiabilidad se encuentran las funciones de : diseño, operación y Mantenimiento del propio sistema. La operación y la mantenibilidad pueden llegar a transformarse en factores de falla, y están determinadas siendo dadas por la documentación técnica y los recursos humanos llamados comúnmente convivencia de falla.

**Mantenibilidad:** se refiere al conjunto de recursos, políticas y actitudes que en un momento dado se ponen a disposición para la práctica del mantenimiento, para asegurar que un sistema, componente o plan pueda ser operado cuando se necesite. Esta es una función de mantenimiento para obtener la disponibilidad. Un sistema puede ser altamente confiable y fallar con baja frecuencia, pero este sistema no es posible restablecerlo rápidamente, se dice entonces que su disponibilidad es baja y la mantenibilidad carece de procedimientos e instrucciones que puedan minimizar el tiempo de restablecimiento, a la inversa, si un sistema tiene confiabilidad promedio y puede ser restaurado rápidamente, esta mantenibilidad se amortiguará y su disponibilidad será alta.

**Diseño:** El éxito de la metodología del TPM se establecerá en el diseño de los

equipos, basándose en el curso de datos históricos y técnicas de medición , para identificar la necesidad de correcciones a nivel de ingeniería de diseño, la información debe analizarse, resumirse y ponerse al día con el fin de eliminar los factores que originan la no-disponibilidad y la baja confiabilidad de los equipos.

Las pautas para poder utilizar bien el O.E.E. son:

a) *Colección e ingreso de datos:* Los operadores de máquina deben registrar los datos de pérdidas en un formato de papel. Se hace necesario una codificación de las seis grandes pérdidas. El operador o el supervisor incorporarán los datos después del cambio de turno.

b) *Generación de Reportes y transferencia directa de los datos:* varios reportes pre-diseñados se pueden generar por un sistema de criterio definido por el usuario. Los reportes se pueden imprimir y copiar a otras aplicaciones. Los varios datos pre-definidos, pueden ser descargados por el usuario.

c) *Acciones de la Gerencia:* La base de datos electrónica del OEE es sobre todo una herramienta de gerencia. Supervise y compare OEE para las células, los departamentos y la planta. De la prioridad al equipo para TPM. Los operadores pueden supervisar tendencias de varias pérdidas y la toma / sugerencia de acciones correctivas y las justifica.

La Efectividad Global de los Equipos se debe utilizar para medir el funcionamiento de maquinaria. **NO** para medir al operador.

La Efectividad esta dada por:

**Efectividad = Disponibilidad x Eficiencia x Calidad**

De donde la **Disponibilidad** esta dada por:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de Operación} - \text{Tiempo Perdidos y Tiempos Bajos}}{\text{Tiempo de Operación}}$$

Donde:

Tiempo de Operación = 8 horas por turno

Tiempo Perdidos = Son los ocasionados por fallas en el equipo.

Tiempo bajos = Tiempos de ajustes y puesta en marcha mas tiempos autorizados.

Según datos de área de mantenimiento y producción

$$\text{Disponibilidad} = (1440 \text{ min.} - 216 \text{ min.}) / 1440 \text{ min.} = 85\%$$

Esto es tres turnos de 8 horas cada uno.

La **Eficiencia** esta dada por:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Velocidad de Operación}}{\text{Velocidad de Diseño}}$$

Donde:

Velocidad de Operación = Velocidad real de la línea.

Velocidad de diseño = Velocidad máxima del equipo.

Según datos de diseño y medidos:

$$\text{Eficiencia} = 96 \text{ rpm} / 100 \text{ rpm} = 96\%$$

Esto es a la velocidad máxima de trabajo, ya que es variable según la densidad del concentrado.

La **Calidad** esta dada por:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Producción Aprobada.}}{\text{Producción Programada}}$$

Donde:

Producción Aprobada = Total de producción aprobada, no incluye defectos en el proceso, rechazo, defectos de calidad a reparación, etc.

Producción Programada = Producción total que es esperada alcanzar con el proceso.

Según datos de diseño y medidas:

$$\text{Calidad} = 2.178 \text{ Tn} / 2.2 \text{ Tn} = 99\%$$

Esto es en una hora de producción en un concentrado de 2000 gr/lit de densidad.

Por lo tanto la Efectividad Inicial antes de aplicar los cambios es:

$$\text{OEE} = 85\% \times 96\% \times 99\% = 80\%$$

Lo cual nos da un porcentaje menor que el óptimo en un ●.E.E.

### **5.3 Gestión del Plan de Calidad implementado al Mantenimiento Autónomo en el Filtro Tambor de 8' x 12'**

El mantenimiento Autónomo es basa en la participación del operador a través de actividades en grupos pequeños. El mantenimiento autónomo es tanto como

queremos que sea, cada empresa decide lo que harán sus operadores y en que grado.

Se tiene una relación de actividades sugeridas;

- Limpieza de equipos.
- Lubricación.
- Inspección.
- Ajuste.
- Preparación.
- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Rutinario.
- Reparaciones menores.

### **5.3.1.- Trazado del circuito de Inspección en el sentido productivo**

1. Inspección de Lona Filtrante
2. Inspección de Sogas de Nylon
3. Inspección del Jebe Raspador
4. Inspección del Sistema de Rastrillo
5. Inspección del sistema de Lubricación de Chumaceras del Tambor
6. Inspección del Sistema Motriz del Tambor

### **5.3.2 Elaboración del Check List para el filtro de Tambor 8'x12'**

Es la lista de actividades de inspección que deben realizarle a la maquina o equipos principales. Se deben realizar continuamente, inspeccionando el estado físico funcional de las partes y componentes principales. Debe llevar un orden





### 5.3.3.- Monitoreo del check list de un mes

Área Producción	Mes de junio
Actividad Programada	Horas
Inspección	15.5
Ajuste	5.3
Lubricación	4.3
Limpieza	8.2
Otros	5.2
<b>Total</b>	<b>38.5</b>

### 5.3.4.- Registro de beneficios alcanzado con el uso del check list

**5.3.4.1.- Aumento de la Disponibilidad.-** Se registró un aumento de la disponibilidad, al conseguirse la disminución de paradas imprevistas, obteniéndose los ahorros respectivos por paradas no programadas de \$ 250.00 dólares por hora de parada, además de disminuir los tiempos en gastos del mantenimiento preventivo de operación.

- **Calculo de la Disponibilidad**

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo Oper.} - \text{Tiempo Perdidos}}{\text{Tiempo Operación}}$$

Según datos de área de mantenimiento y producción después de aplicar el Check List tenemos:

**Disponibilidad = (1440 min. – 144 min.)/1440 min. = 90%** esto es tres turnos de 8 horas cada uno.

- **Calculo del O.E.E. (Final)**

Efectividad = Disponibilidad x Eficiencia x Calidad

Efectividad = 90% x 96% x 99% = 85,5%

Lo cual es mayor que el porcentaje optimo de un OEE que es de 85%

#### **5.4.- Resultados de la aplicación del plan de calidad**

Con la aplicación del check list al Filtro de Tambor de 8' x12' se permite conseguir lo siguiente:

1. Se logra transferir las actividades de operación del mantenimiento preventivo y la disminución de las horas de parada de la producción
2. Se llega a disminuir las paradas en 16 horas por 250 dólares que dan un total de \$4000.00 dólares y al año 48000.00 dólares.
3. Se anexan las tablas de mantenimiento preventivo antes y después del check list proporcionado al operador para un mejor mantenimiento. (Tabla 5.2 y Tabla 5.3).
4. Se tiene un ahorro final de **\$5789.00** dólares por mantenimiento haciendo un total de \$53789.00 dólares al año aproximadamente.

**Tabla 5.2.- Costo de Mantenimiento Preventivo**



**FILTRO TAMBOR CIDELCO DE 8' X 12'**  
**COSTO DE MANTEMIENTO PREVENTIVO**

**Máquina / Equipo Filtro Tambor CIDELCO 8' x 12'**

Parte	Actividad	Frecuencia	Tiempo (horas)	Total Mano de Obra (\$)	Herram. (\$)	Material (\$)	Repuesto (\$)	Hs Prod	Sub Total (\$)	Nº Veces	Total (\$)
Lona Filtrante	Operación	2 Dia	0.3	1.14					1.14	348	396.72
	Parada										
	Renovación	1 mes	8	110.09	70.25	140	480		800.34	12	9604.08
Sogas de Nylon	Operación	2 Dia	0.3	1.14					1.14	348	396.72
	Parada										
	Renovación	1 mes	8	110.09	10	9.4	60		189.49	12	2273.88
Parrillas de Polipropileno	Operación										
	Parada	2 sem	0.5	13.76							
	Renovación	3 años	4	55.045	12	8.5	1012		1087.545	0.33	358.8899
Jebe de Raspador	Operación	1 Dia	0.16	0.57					0.57	348	198.36
	Parada										
	Renovación	2 mes	1	3.49			21		24.49	6	146.94
Rotula de Rastra	Operación	1 Dia	0.16	0.57					0.57	348	198.36
	Parada										
	Renovación	6 meses	2	13.76			15		28.76	2	57.52
Chumacera de Rastra	Operación	1 Dia	0.16	0.57					0.57	348	198.36
	Parada										
	Renovación	6 meses	2	13.76			42.43		56.19	2	112.38
Disco de Desgaste	Operación										
	Parada	6 meses	2	55.045					55.045	2	110.09
	Reparación	6 meses	4		8.45		50		58.45	2	116.9
Lubricación de Chumaceras	Operación	1 Dia	0.16	0.57					0.57	348	198.36
	Parada										
	Renovación	2 sem	0.5	13.76			32		45.76	24	1098.24
Sistema de tuberías de vacío	Operación										
	Parada	6 meses	4								
	Reparación	6 meses	4	27.52	8.2	10.62	43		89.34	2	178.68
Sistema de Motriz Variador	Operación										
	Parada	1 años	4								
	Renovación	4 años	4	27.52	4.35		1125		1156.87	0.25	289.2175
Sistema de Motriz Motoreductor	Operación										
	Parada	1 años	4								
	Renovación	4 años	4	27.52	4.35		1269		1300.87	0.25	325.2175
<b>Total</b>											<b>16258.91</b>

**Tabla 5.3.- Costo de Mantenimiento preventivo con aplicación de Check List**



**FILTRO TAMBOR CIDELCO DE 8' X 12'**  
**COSTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
**Con Aplicación del Check List**

Maquina / Equipo Filtro Tambor CIDELCO 8' x 12'

Parte	Actividad	Frecuencia	Tiempo (horas)	Total Mano de Obra (\$)	Herram. (\$)	Material (\$)	Repuesto (\$)	Hs Prod	Sub Total (\$)	Nº Veces	Total (\$)
Lona Filtrante	Operación	1 Dia	0.3	1.14					1.14	348	396.72
	Parada										
	Renovación	2 mes	8	110.09	70.25	140	480		800.34	6	4802.04
Sogas de Nylon	Operación	1 Dia	0.3	1.14					1.14	348	396.72
	Parada										
	Renovación	2 mes	8	110.09	10	9.4	60		189.49	6	1136.94
Parrilas de Polipropileno	Operación										
	Parada	2 sem	0.5	13.76							
	Renovación	3 años	4	55.045	12	8.5	1012		1087.545	0.33	358.8899
Jebe de Raspador	Operación	1 Dia	0.16	0.57					0.57	348	198.36
	Parada										
	Renovación	3 mes	1	3.49			21		24.49	4	97.96
Rotula de Rastra	Operación	1 Dia	0.16	0.57					0.57	348	198.36
	Parada										
	Renovación	1 años	2	13.76			15		28.76	1	28.76
Chumacera de Rastra	Operación	1 Dia	0.16	0.57					0.57	348	198.36
	Parada										
	Renovación	6 meses	2	13.76			42.43		56.19	2	112.38
Disco de Desgaste	Operación										
	Parada	3 meses	2	55.045					55.045	4	220.18
	Reparación	3 meses	4		8.45		50		58.45	4	233.8
Lubricación de Chumaceras	Operación	1 Dia	0.16	0.57					0.57	348	198.36
	Parada										
	Renovación	2 sem	0.5	13.76			32		45.76	24	1098.24
Sistema de tuberías de vacío	Operación										
	Parada	3 meses	4								
	Reparación	6 meses	4	27.52	8.2	10.62	43		89.34	2	178.68
Sistema de Motriz Variador	Operación										
	Parada	1 años	4								
	Renovación	4 años	4	27.52	4.35		1125		1156.87	0.25	289.2175
Sistema de Motoreductor	Operación										
	Parada	1 años	4								
	Renovación	4 años	4	27.52	4.35		1269		1300.87	0.25	325.2175
<b>Total</b>											<b>10469.18</b>

#### **5.4.1.- Evidencias de los cambios obtenidos**

En el caso del Filtro de Tambor 8' x12' se presentaron los siguientes cambios a favor:

1. Con la aplicación del check List la Lona filtrante se mantuvo durante más tiempo operativa.
2. La inspección, ajuste y limpieza de los sistemas de Rastrillo y Tambor, mantuvieron operando al disco de desgaste por mayor tiempo antes de ser mecanizado para su siguiente uso.
3. La Inspección continua de los variadores de velocidad y Motoreductor, prolongaron su tiempo de vida
4. Con la limpieza de la zona de filtración en los accesorios del Tambor se consiguió mantener el sistema de vacío sin reparaciones.

#### **5.4.2.- Cuadros de paradas y mano de obra por meses de filtración**

- El aporte del área de Producción al de Mantenimiento por horas de mano de obra en inspección limpieza, ajuste y lubricación.
- Las paradas Imprevistas acumuladas en las áreas de Mecánica, Electricidad y Producción.

Mes	Horas Mano de Obra (hr)	Paradas Imprevistas
Julio	15	370
Agosto	20	215
Septiembre	25	195
Octubre	30	200
Noviembre	35	189

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Para poder realizar este tipo de trabajos de diseño, fabricación y montaje de cualquier tipo de Filtro, es necesario contar con un personal altamente calificado y entrenado para el desarrollo de los diferentes procesos. Si no fuera así, se tiene la necesidad de tener que capacitar a nuestro personal en las áreas de: soldadura, maestranza e inspección.
2. La participación del personal en las fases de diseño, fabricación y montaje realizaron un trabajo en equipo satisfactorio, cumpliéndose con el cronograma programado. La experiencia en el manejo de personal en la construcción y montaje de maquinarias es indispensable para que se pueda obtener un producto de calidad, que sea rentable para el cliente como para el fabricante.
3. Para facilitar la elaboración de accesorios y elementos pequeños, es necesario contar con equipos de maestranza en la empresa, para evitar demoras y excesivo costos de fabricación.
4. Uno de los puntos importantes a tener en cuenta para la elaboración de un proyecto de diseño y construcción, no sólo es la fabricación, sino lo es montaje. La dificultad que se puede encontrar en el montaje es la estructura base que es

destinada al Filtro el cual debe ser evaluada para verificar que es la adecuada para soportar este trabajo.

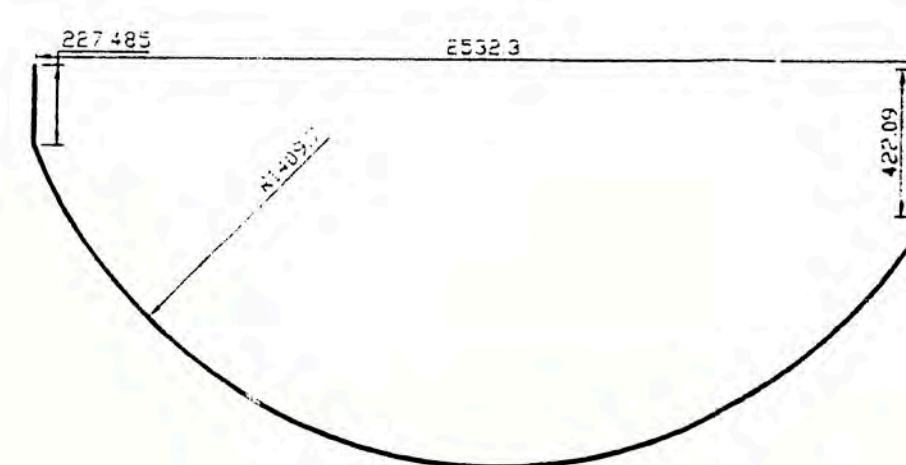
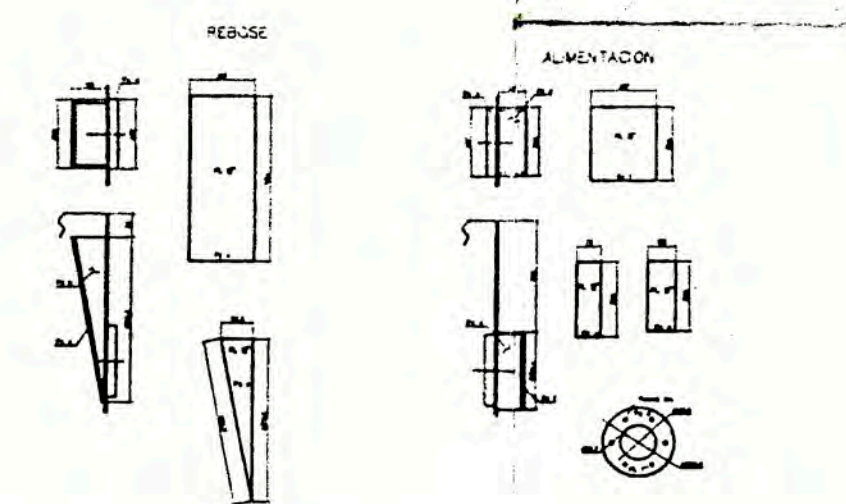
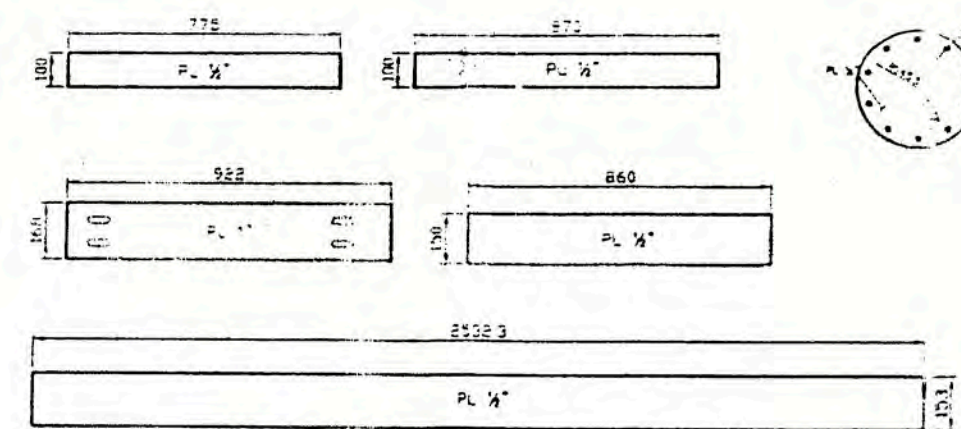
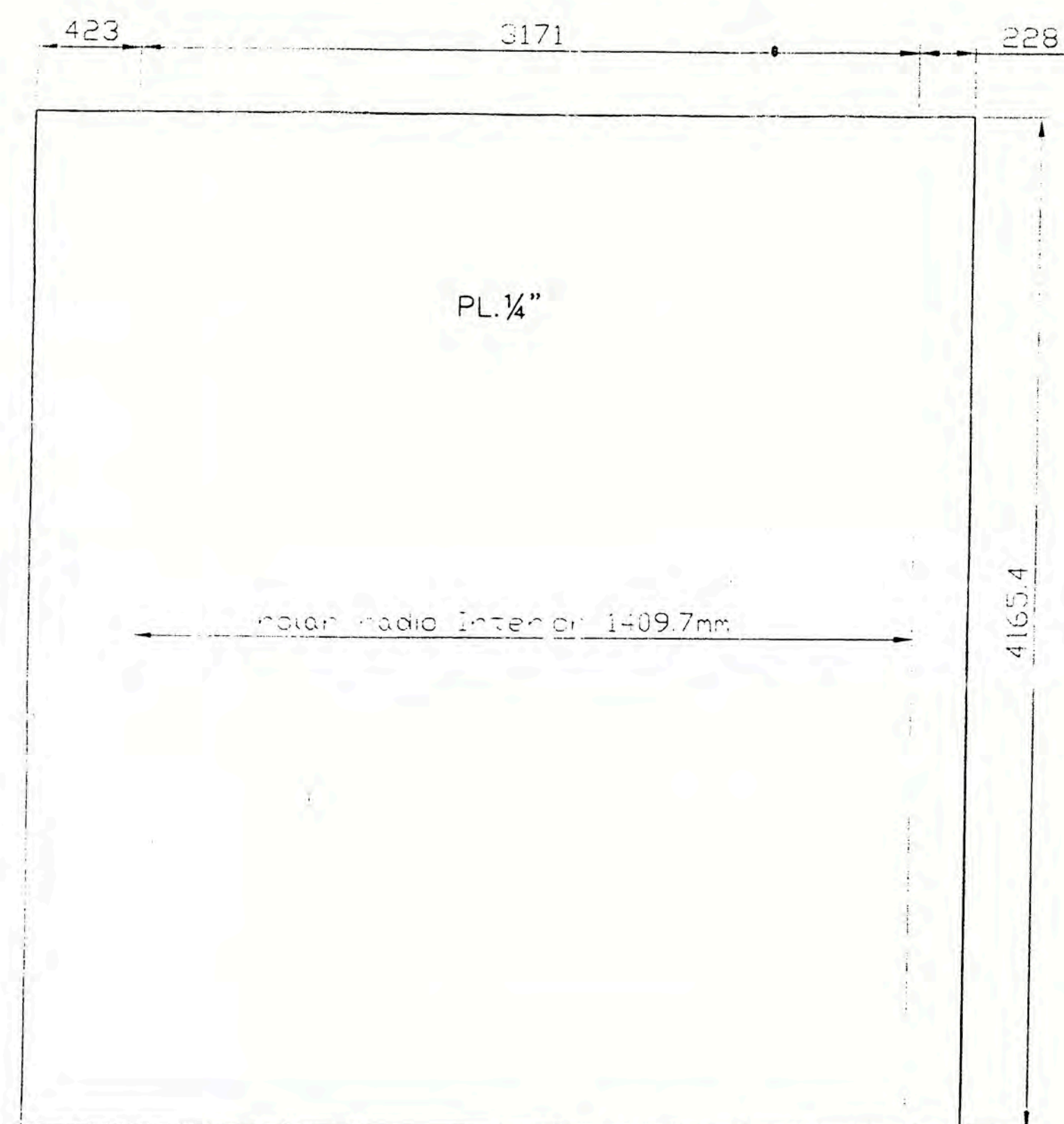
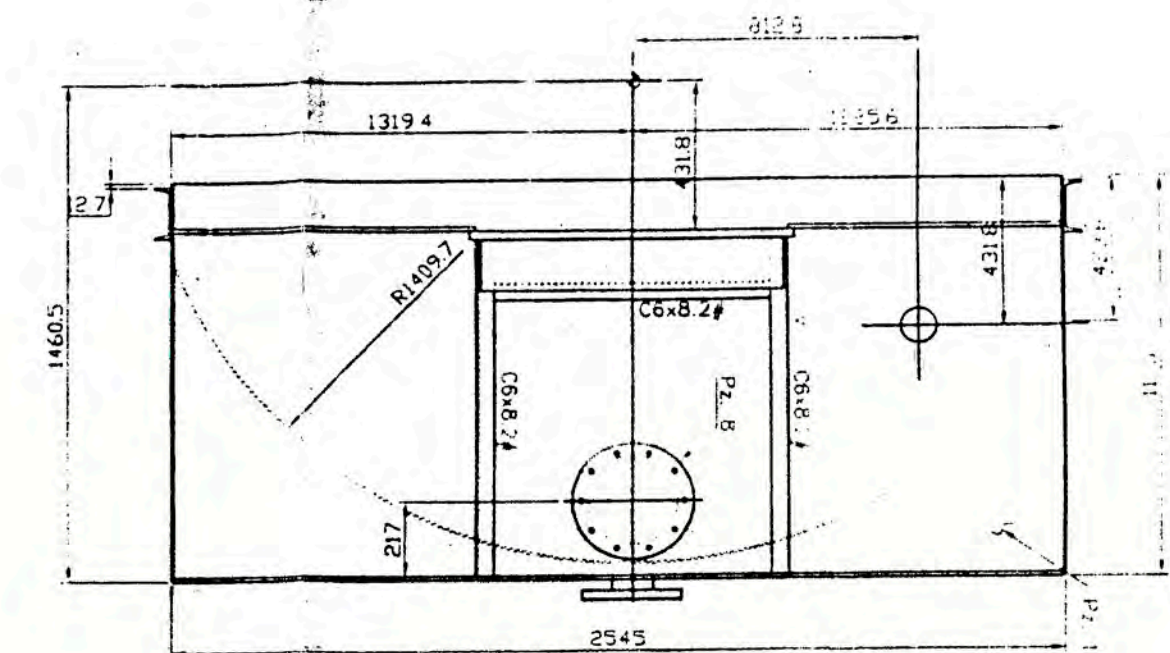
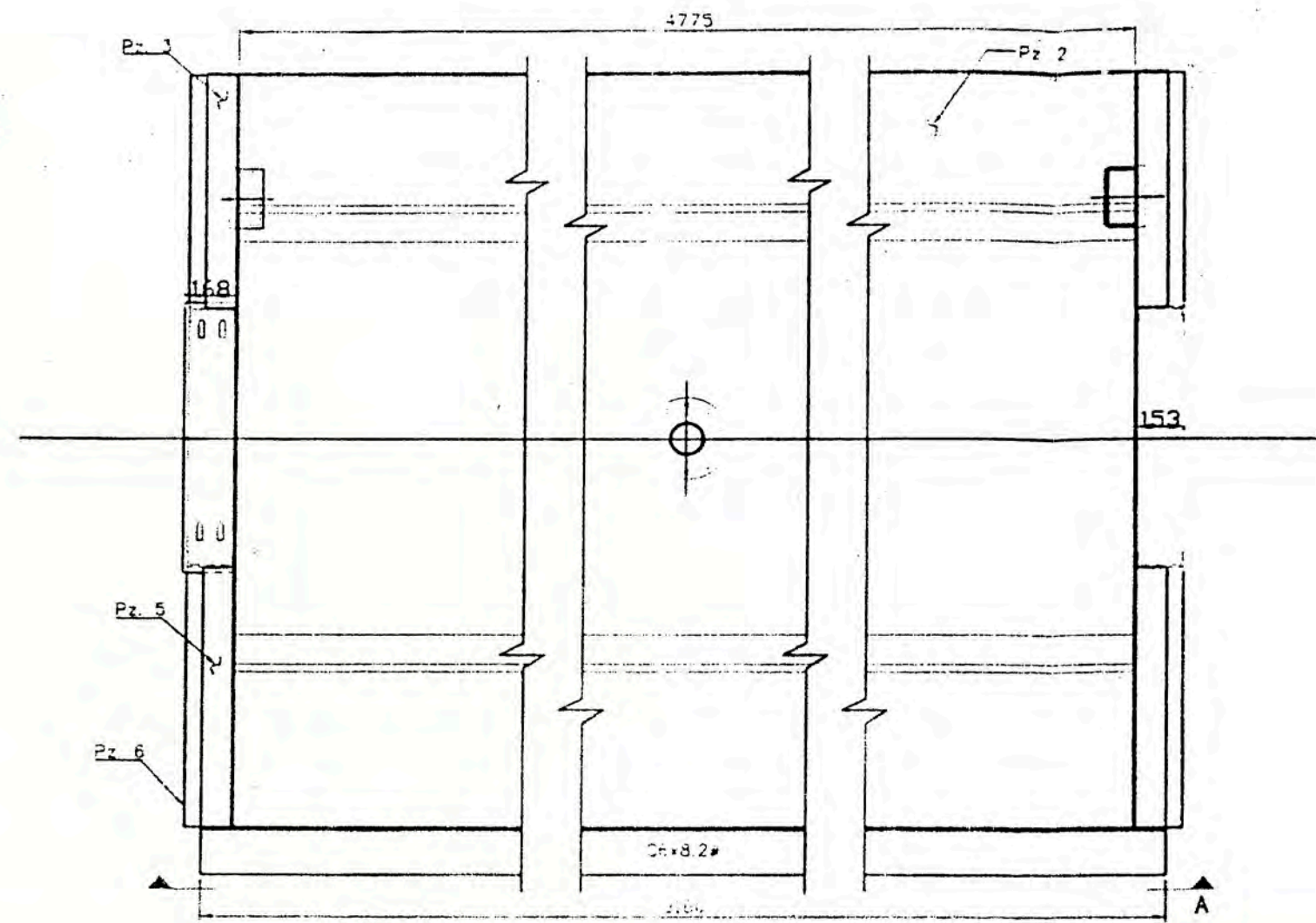
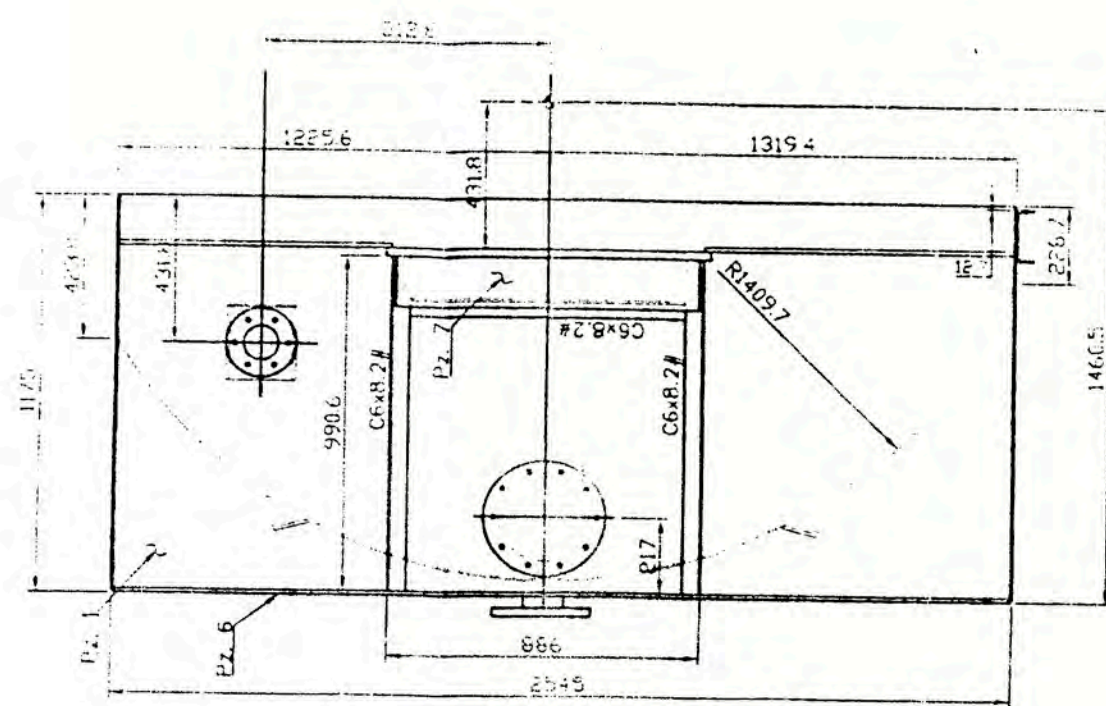
5. Otro punto importante a tener en cuenta en todo proyecto de fabricación, es el transporte de la maquinaria a la mina, ya que puedan existir dificultades en el trayecto como puentes y trochas, es por ello que en el diseño y construcción del filtro, se consideraron estos puntos.
6. La aplicación del check list produjo un mejoramiento sustancial en la operación y mantenimiento del Filtro de Tambor, se recomienda aplicarlo a los demás equipos similares de la planta de filtración.
7. El planeamiento previo de las actividades es un punto muy importante en el proceso de diseño y construcción, si se siguen los pasos con las fechas indicadas y coordinadamente con el Departamento de Logística, el producto sale en el tiempo adecuado, con las pruebas indicadas y probadas para poder entregar un producto satisfactorio para el cliente y para la empresa.
8. Es necesario de parte de la empresa minera, la implementación de un Sistema de Calidad, para que se consiga un manejo eficiente de sus recursos y del personal, apoyado con una capacitación continua del personal.

## BLOGRAFIA

1. ALVA DAVILA, Fortunato, DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS, Editorial Perú, Primera edición, 1999, Lima Perú
2. AMERICAN ELSEIVER, PROCESO Y METALURGIA EXTRACTIVA, Editorial LIMUSA, Tercera edición, 2001, México.
3. PEDRO G. TOLEDO R. CIENCIA DE LOS MEDIOS POROSOS Universidad de Concepción, Chile 2002
4. DORR- OLIVER EIMCO DRUM FILTERS, Edición 2004, Canadá.
5. EMPRESA CIDELCO SAC, MANUAL DE CALIDAD DE LA EMPRESA, Edición 2003. Lima Perú
6. VIDAL TOLENTINO Fernando, ESFUERZO EN ELEMENTOS DE MAQUINAS, Editorial UNI, Tercera edición, 1999, Lima Perú.
7. EXSA-OERLIKON, MANUAL DE SOLDADURA Ultima Edición, Lima
8. NORMAS TÉCNICAS INTERNACIONALES, AWS, ASME, AISC, ASTM, ISO, SSPC.
9. VII PROGRAMA DE TITILACIÓN PROFESIONAL POR ACTUALIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS, LIBRO TEXTO, UNI Dic 2004.
10. WILLS, B.A, MINERAL PROCESSING TECHNOLOGY
11. DE CAMPOS FILHO, M.- *Introdução á Metalurgia Extrativa e Siderurgia*



## **PLANOS**

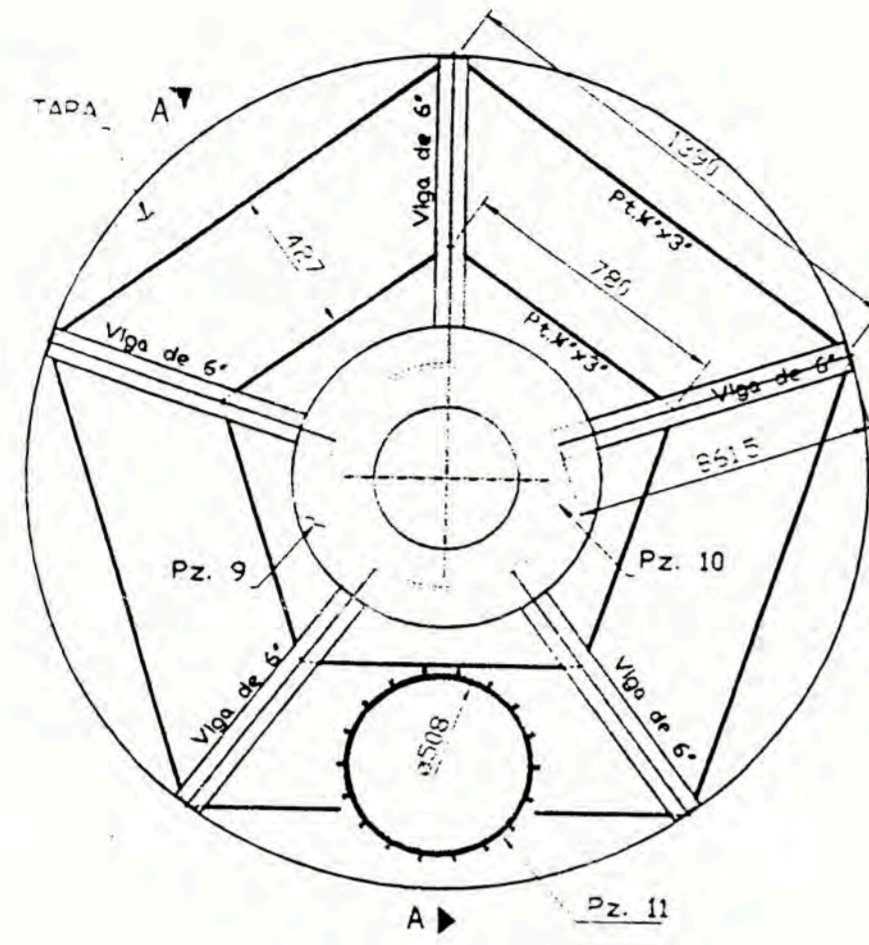
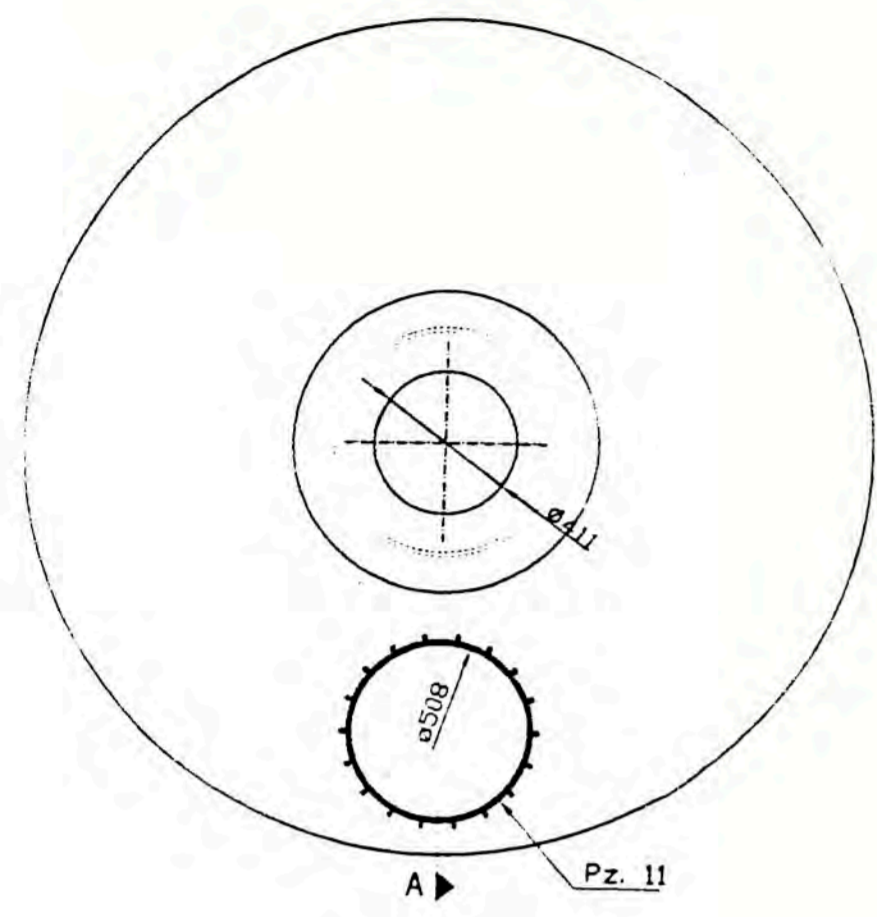


Universidad Nacional de Ingenieria  
Facultad de Ingenieria Mecanica

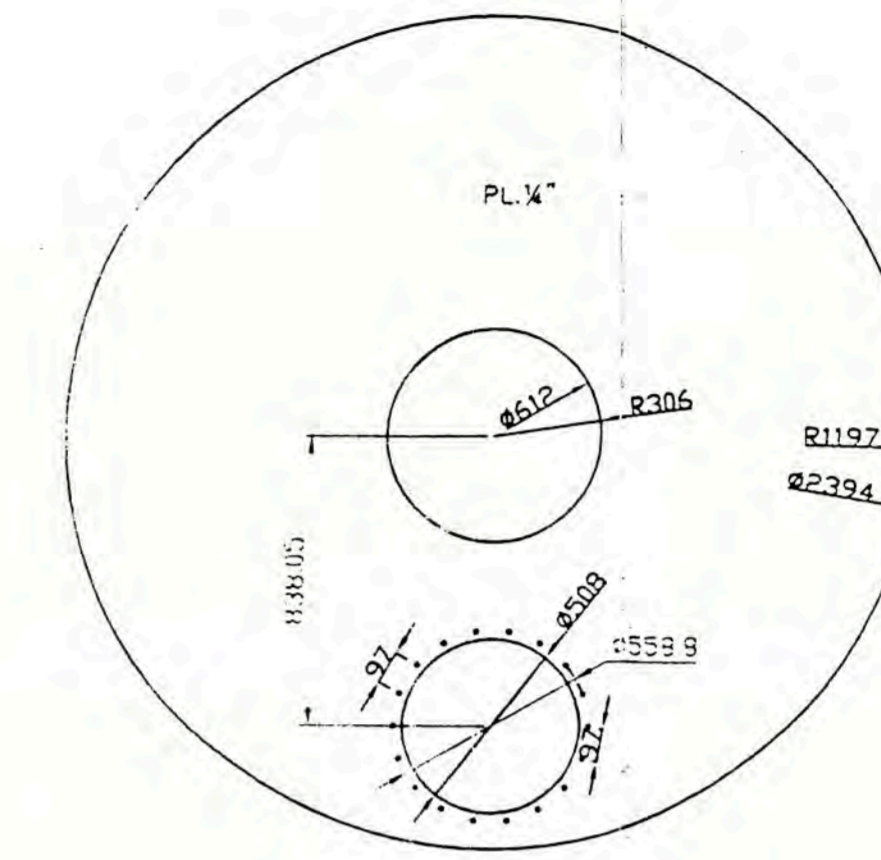
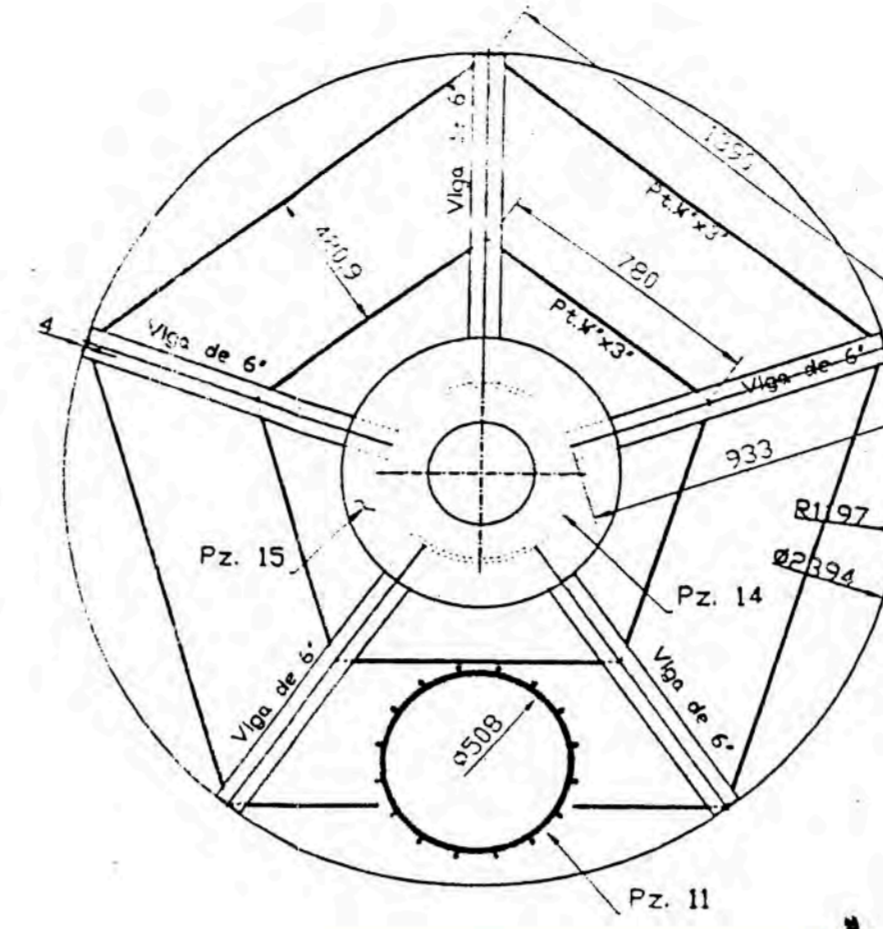
TIT. SISTEMA-DE-VACIO MODELO-FT-CIDE  
PARA-CONCENTRADO-DE-ZN  
ENSAMBLE-DE-TINA

PROYECTO:  MINERA-QUENUALES UNIDAD-ROSAURA	DIB. D.V.J.	FECHA:
	REV. F.M.R	ESC.
	APR. F.M.R	
	NUMERO DE PLANO FTC-001	REV. 1:1

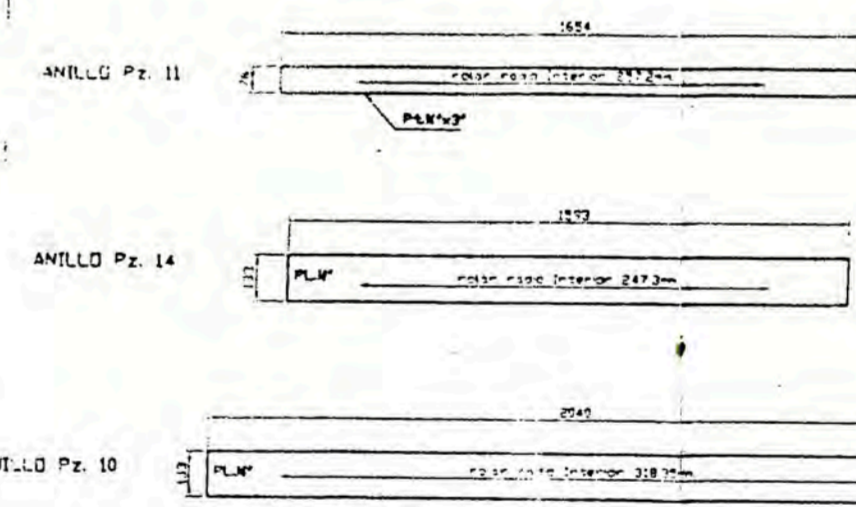
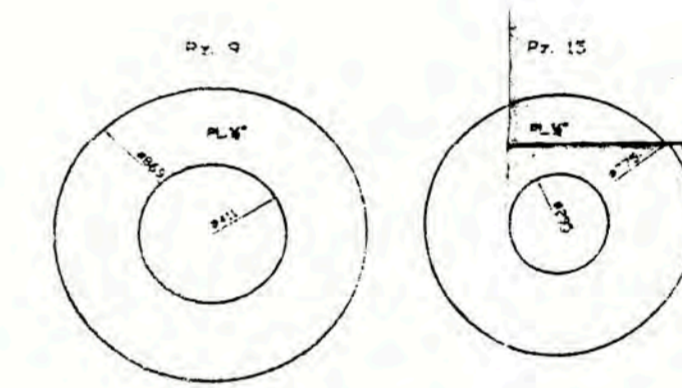
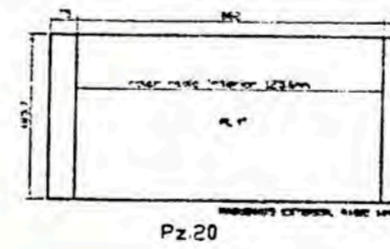
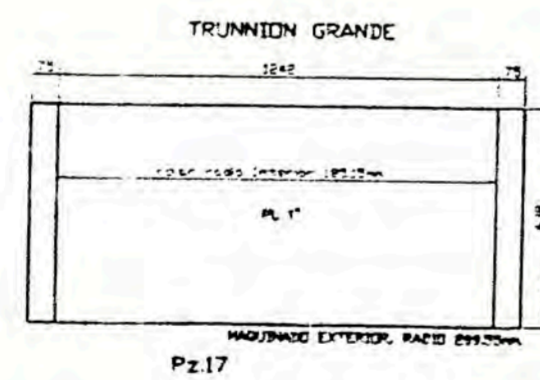
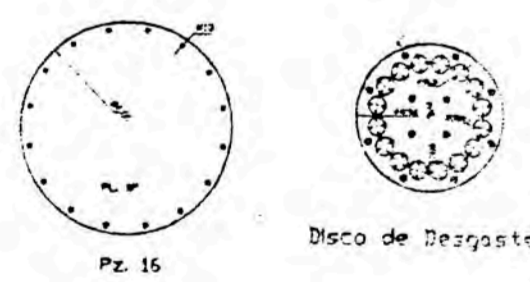
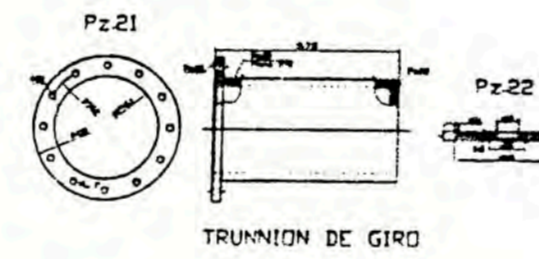
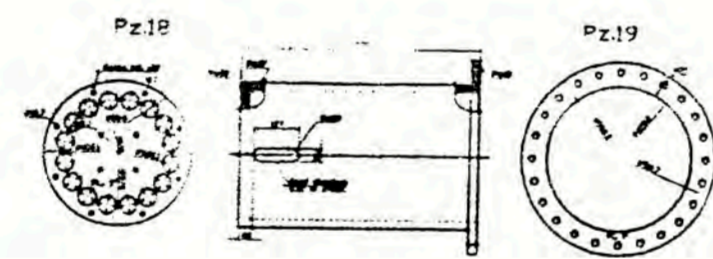
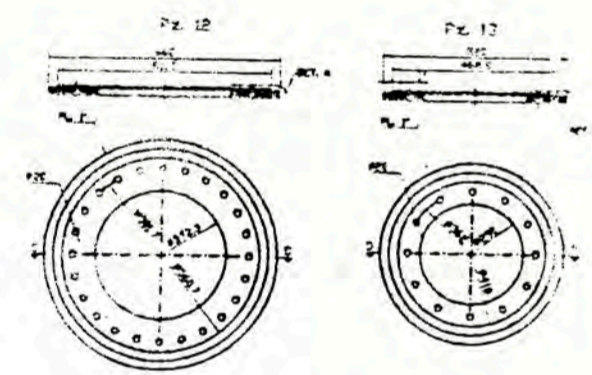
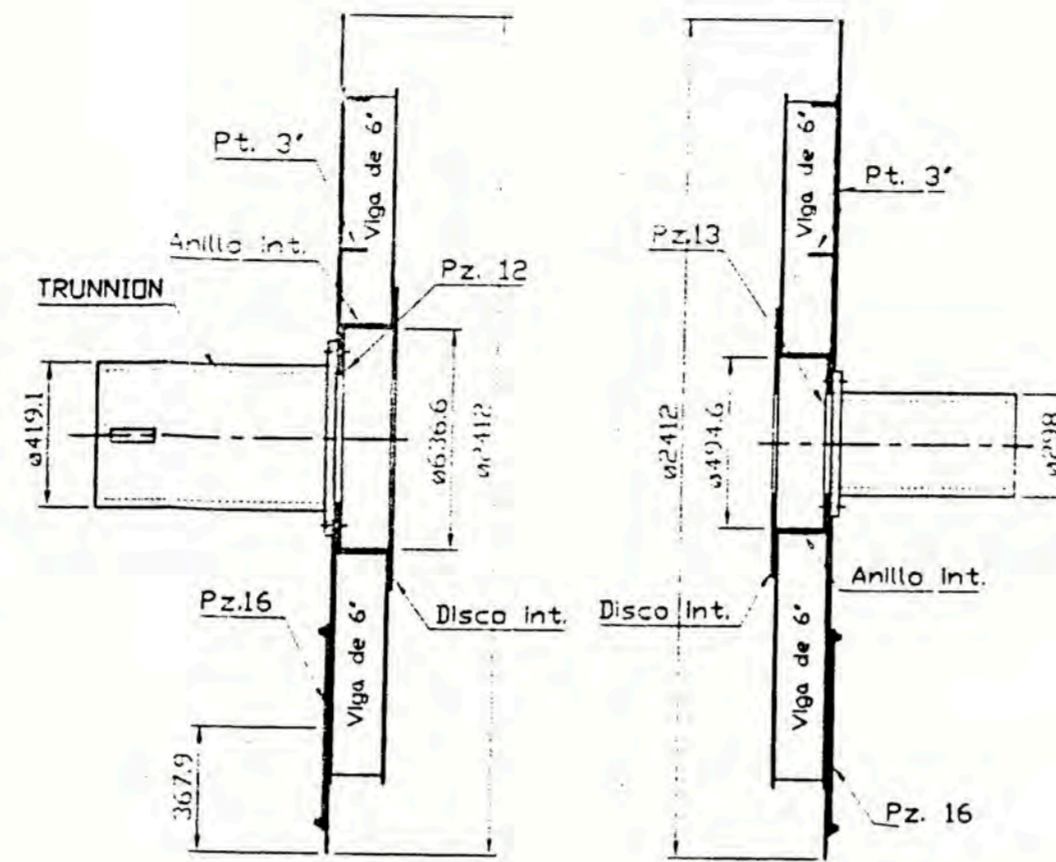
TAPA LATERAL N-2 FILTRO CIDELCO



TAPA LATERAL N-1 FILTRO CIDELCO



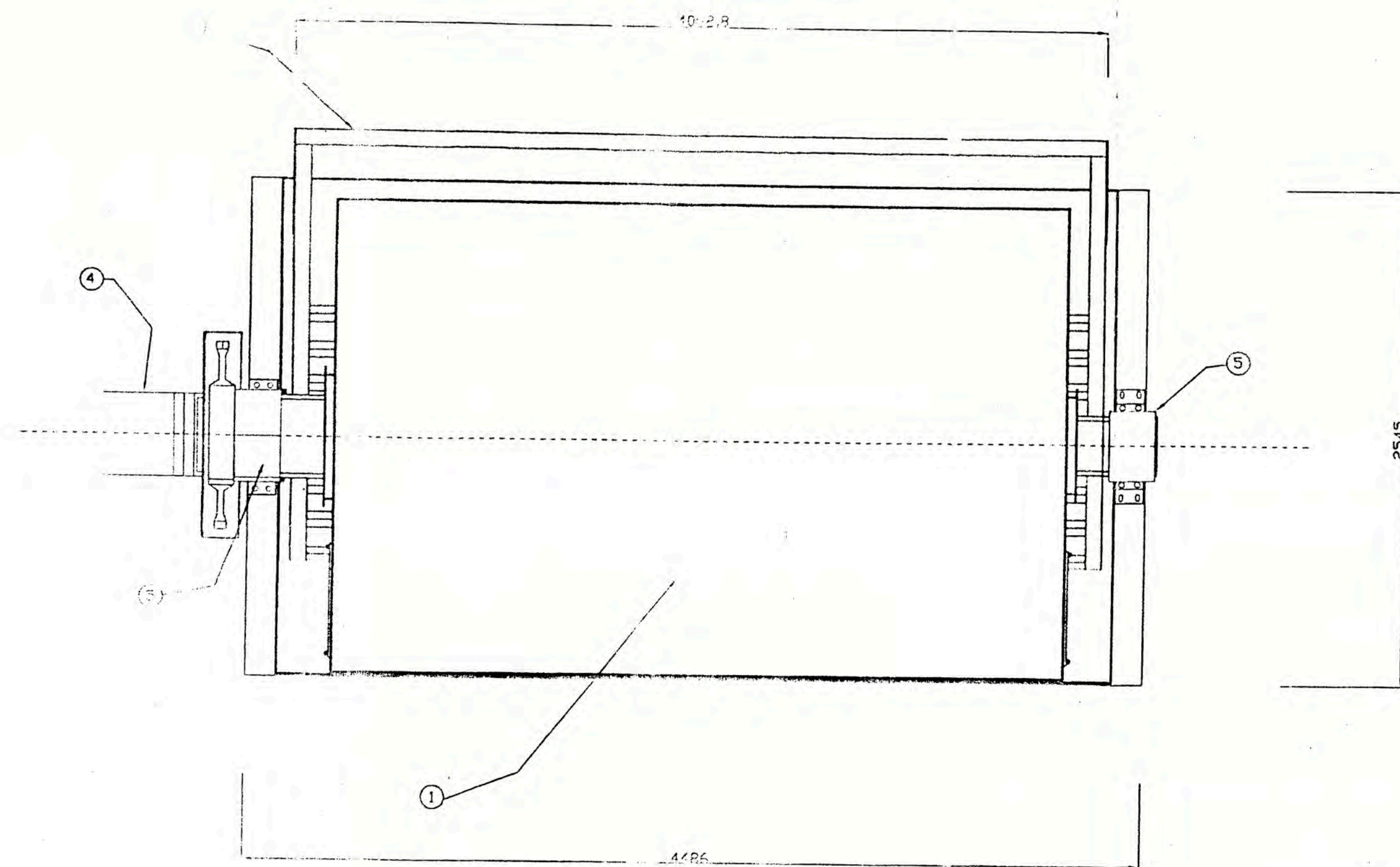
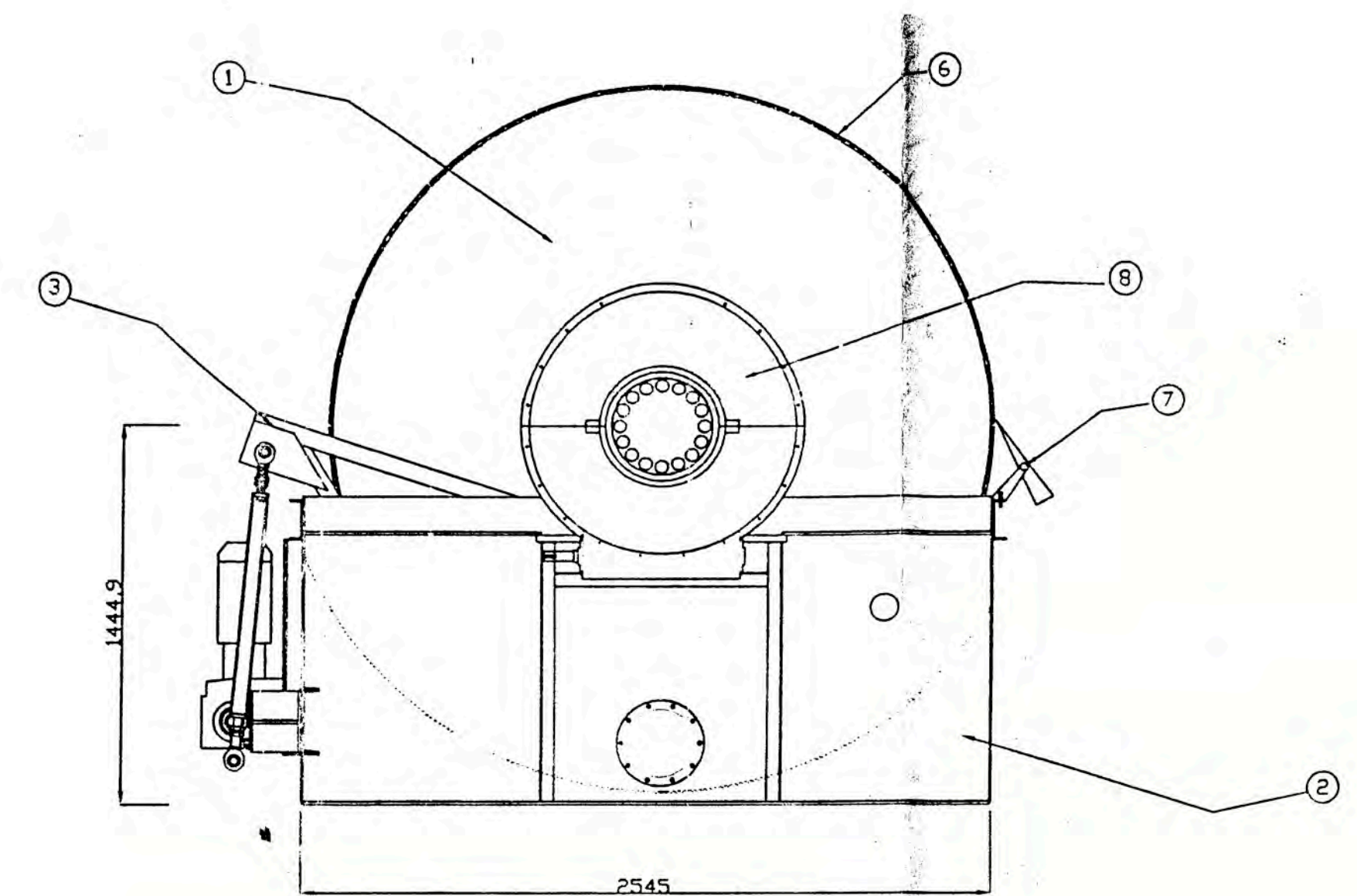
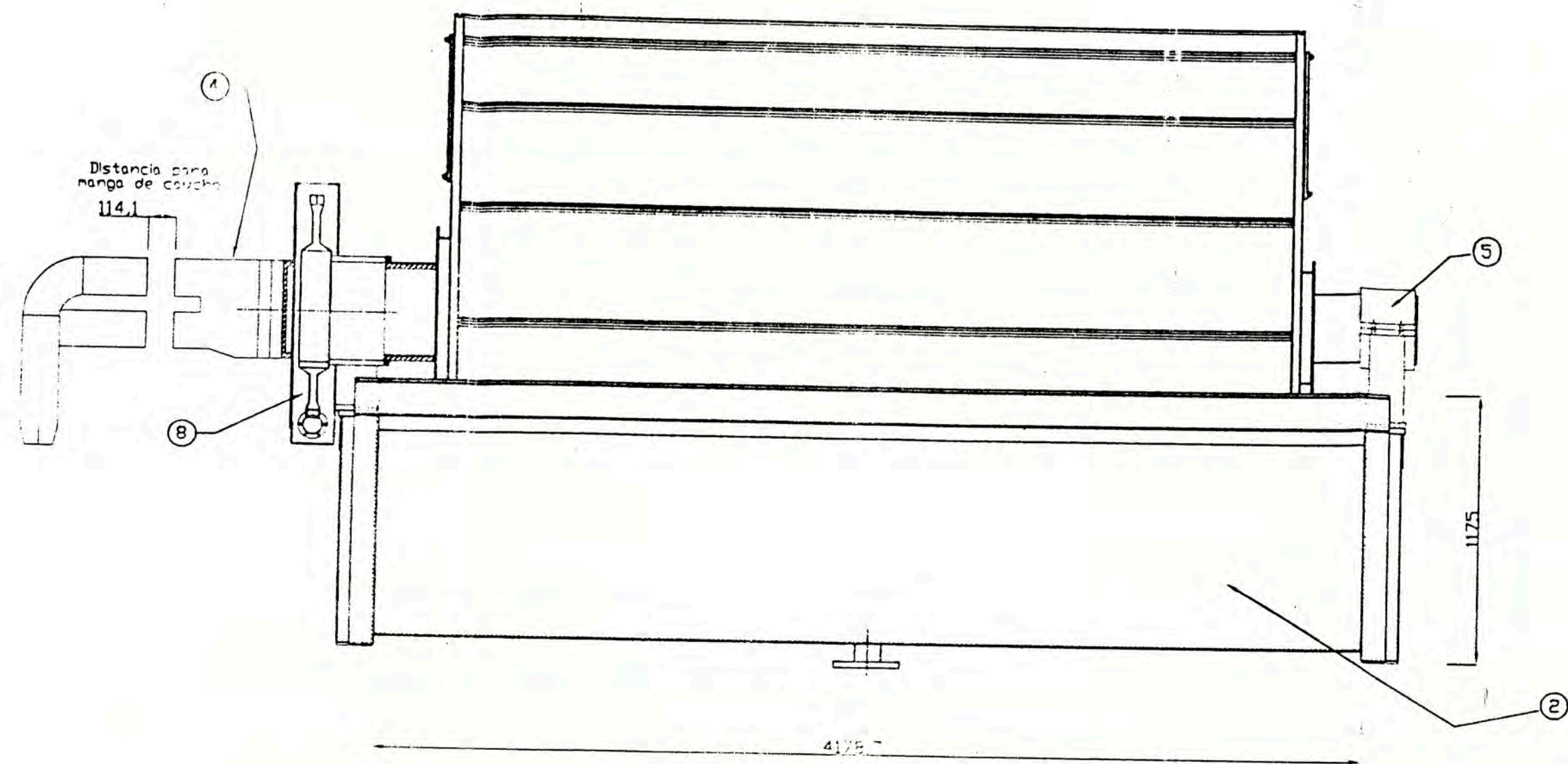
Seccion A-A



Universidad Nacional de Ingenieria  
Facultad de Ingenieria Mecanica

TIT. SISTEMA-DE-VACIO MODELO-FT-CIDELCO-8X12  
PARA-CONCENTRADO-DE-ZN  
ENSAMBLE-DE-TAPAS-DE-TAMBOR

PROYECTO:  MINERA-QUENUALES UNIDAD-ROSAURA	DIB. D.V.J.	FECHA: 11-11-2004
	REV. F.M.R	ESC. 1:1
	APR. F.M.R	
	NUMERO DE PLANO FTC-001	REV. 1:1



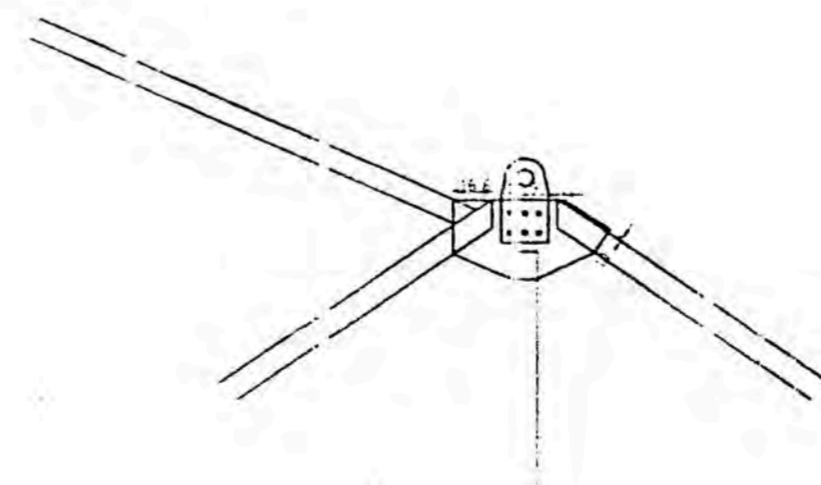
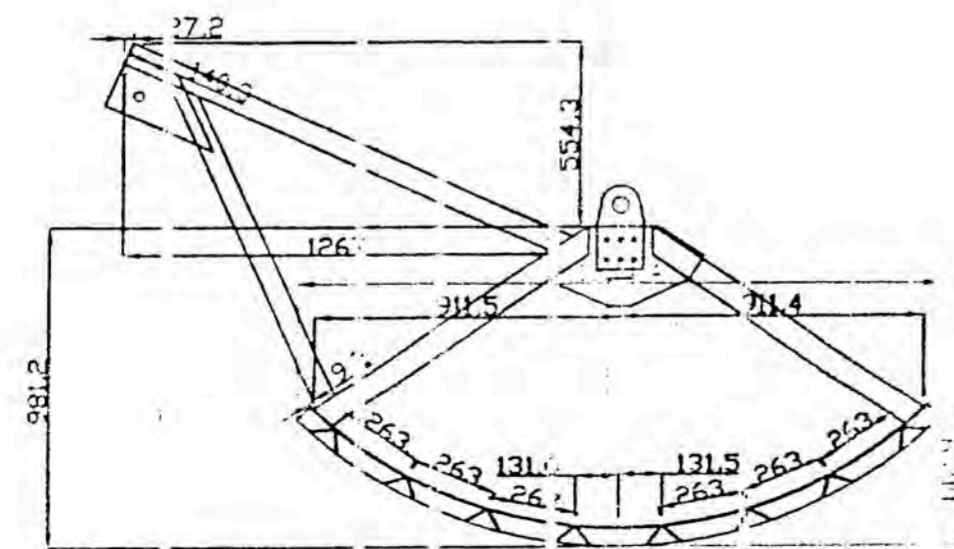
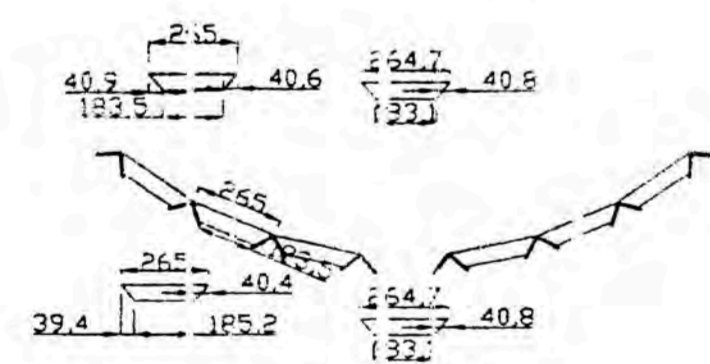
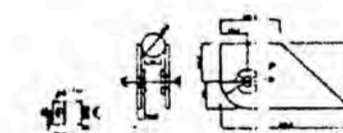
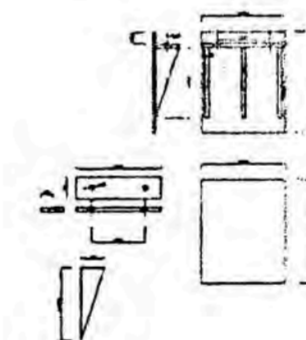
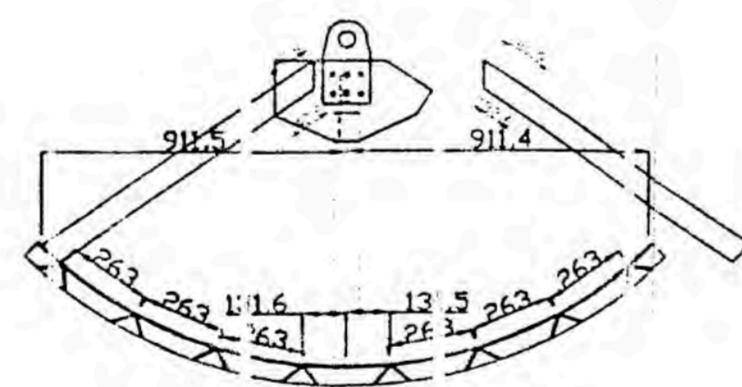
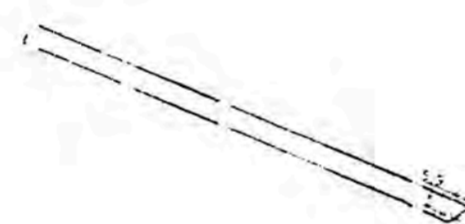
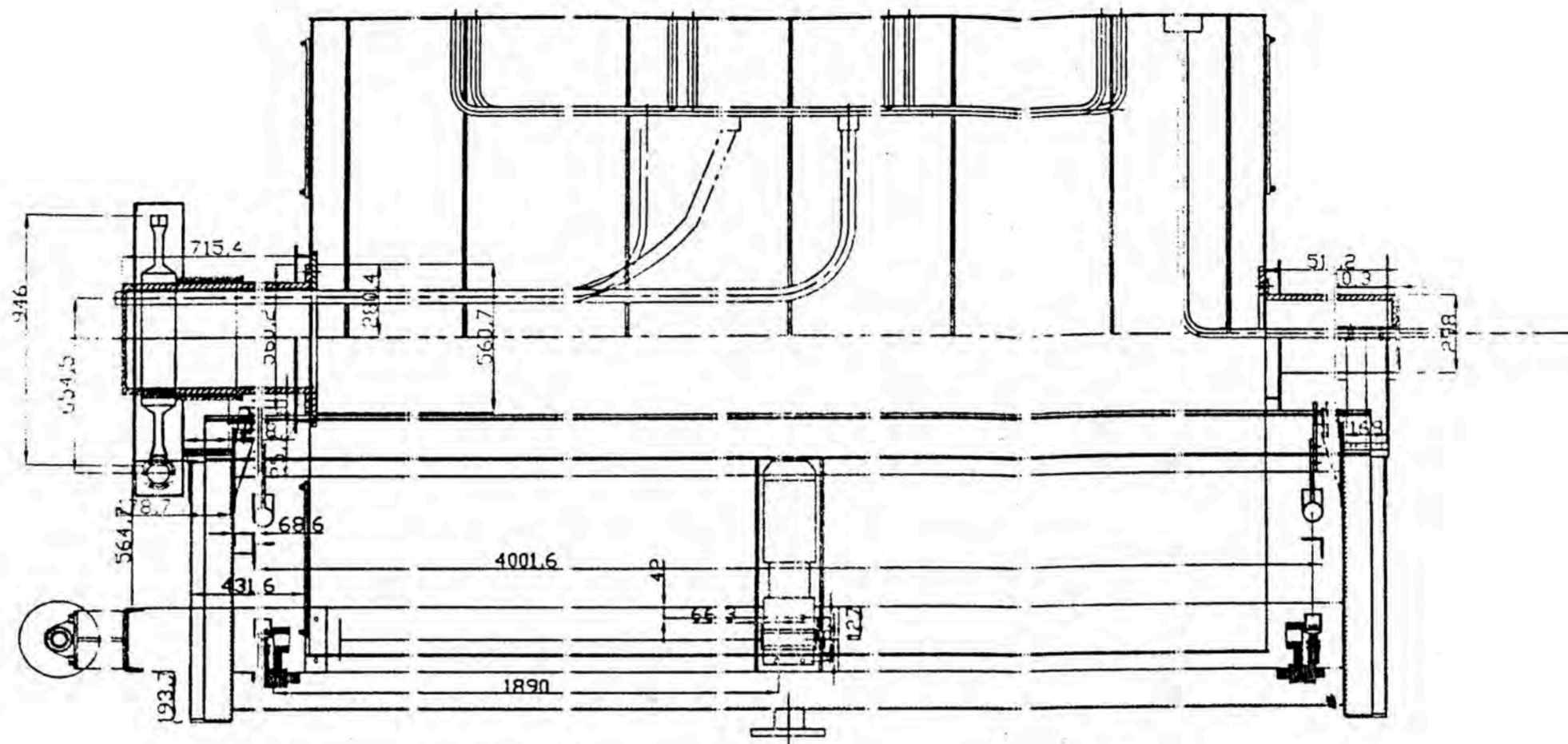
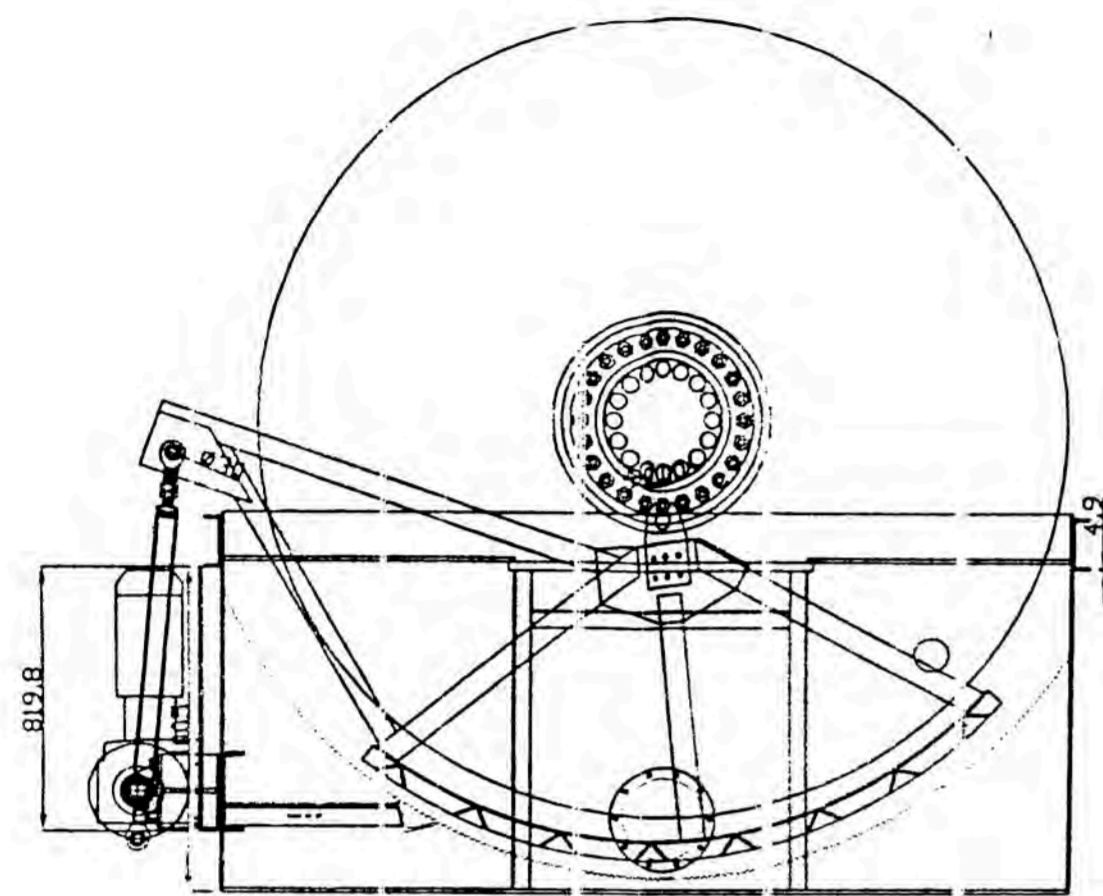
8	1	Caja de transmision		
7	1	Raspador		
6		Parrilla		
5	2	Chumacera		
4	1	Valvula Pantalon		
3	1	Rastra		
2	1	Tina		
1	1	Tambor de 8' x 12'		
Pos	Cant	Descripcion	Material	Observ

Universidad Nacional de Ingenieria  
Facultad de Ingenieria Mecanica

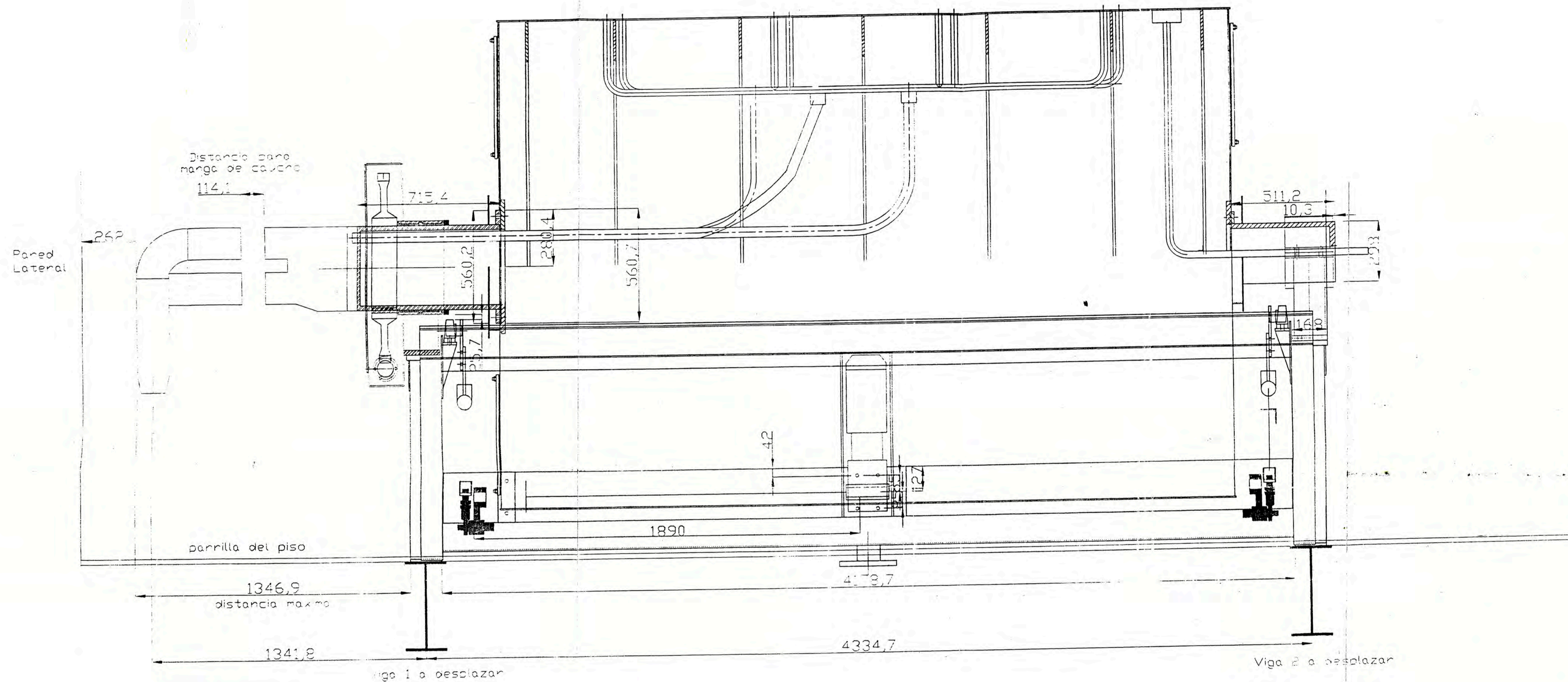
III. SISTEMA-DE-VACIO MODELO-FT-CIDELCO-8V  
PARA-CONCENTRADO-DE-ZN

ENSAMBLE-GENERAL

PROYECTO:  MINERA-QUENUALES UNIDAD-ROSAURA	DIB.	D.V.J.	FECHA:	11-11-2011
	REV.	F.M.R	ESC.	1:1
	APR.	F.M.R		
	NUMERO DE PLANO	REV.	HOJA N°/DE	



<b>Universidad Nacional de Ingeniería</b> <b>Facultad de Ingeniería Mecánica</b>				
TIT. SISTEMA-DE-VACIO MODELO-FT-CIDE_CO-8X12 PARA-CONCENTRADO-DE-ZN ENSAMBLE-DE-SISTEMA-MOTRIZ-DE-RASTRA				
PROYECTO:	DES. D.V.J.	FEC-IA:	11-11-2004	
MINERA-QUENUALES	REV. F.M.R.	ESC.	1:1	
UNIDAD-ROSAURA	APR. F.M.R.	NUMERO DE PLANO	REV	HOJA N°/DE
		FTC-001	1:1	1:5



Universidad Nacional de Ingenieria  
Facultad de Ingenieria Mecanica

TIT. SISTEMA-DE-VACIO MODELO-FT-CIDELCO-8X  
PARA-CONCENTRADO-DE-ZN

UBICACION-DE-FILTRO-Y-VALVULA-PANTALON

PROYECTO:

MINERA-QUENUALES  
UNIDAD-ROSAURA

DIB. D.V.J.	FECHA: 11-11-2004
REV. F.M.R.	ESC. 1:1
APR. F.M.R.	
NUMERO DE PLANO FTC-001	REV. 1:1 HOJA N°/DE 5:5

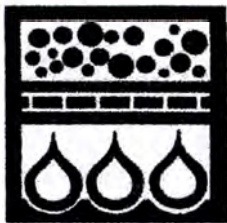
## **ANEXOS**

- 1. Solicitud de Cotización P-088-04 Rev. 1 . Apéndice A**
- 2. Norma ASTM A36. Apéndice B.**
- 3. Catalogo Vooner Vane Gerd. Apéndice C**
- 4. Documento Aseguramiento de Trabajo en Seguro CIDELCO. Apéndice D.**
- 5. Hoja Técnica Ameron 400. Apéndice E.**
- 6. Aseguramiento de Calidad de Fabricación. Apéndice F.**

**Apéndice A**

**“Solicitud de Cotización P-088-04 Rev. 1 “**





# FILTRACIÓN IND. CIDELCO S.A.C.

Sistemas de Filtración para la Industria y Minería

Lima, 16 de Setiembre 2004

P-088-04 Rev.1

Señores:

**CIA. MINERA LOS QUENUALES S.A.**

**Unidad: ROSAURA.**

Presente.

Att.: **Sr. Edwin Yon**

Logística

Ref.: Filtro de tambor 8'x12'

Muy señores nuestros:

Agradecemos vuestra amable solicitud de cotización de nuestros FILTROS CIDELCO, sometemos a vuestra consideración nuestra oferta por lo siguiente:

**ITEM 1.-** fabricación de un **FILTRO TAMBOR CIDELCO 8'x 12'**. Modelo: **FTC-002-8/12**, con las siguientes características técnicas:

## TAMBOR:

- Sección cilíndrica, fabricada con plancha de acero estructural de ¼"
- 06 Anillos de refuerzo interiores, fabricados con plancha de ½" de espesor x 6" de altura.
- Tapas estructuradas con refuerzos radiales, fabricadas con perfiles de 4" , con entrada de hombre de 60 Cm. de diámetro, aseguradas con pernos de acero inoxidable.
- El tambor esta compuesto por 16 sectores longitudinales con 06 toberas de succión de 1" en cada uno de los sectores.
- Araña interior formada por tuberías de 1" y 2" de diámetro, dobladas en frío
- La estructura sera soldada totalmente con proceso MIG, así como las tuberías.
- Sistema motriz, compuesto por corona y eje sin-fín, con Variador de velocidad mecánico / electrónico. Marca Sew Eurodrive de 3 HP
- Un juego completo de parrillas de polipropileno de alta densidad
- Canaletas de acero inoxidable Calidad 316, para sujeción de parrillas y tela filtrante, fijadas en su totalidad al tambor mediante proceso MIG y TIG.
- Válvula de vacío, de doble entrada de 6", fabricada en fierro fundido, con plato distribuidor y Disco de desgaste.
- Mangueras tipo fuele de 6" con abrazaderas Inoxidables.
- Dos vacuómetros de 0-30"/Hg con dial de 4"
- Dos lubricadores por goteo para las chumaceras.



# **FILTRACIÓN IND. CIDELCO S.A.C.**

Sistemas de Filtración para la Industria y Minería

## **TINA:**

- Fabricada con plancha de acero estructural de ¼"
- Soportes reforzadas para las chumaceras.
- Refuerzos inferiores longitudinales externos.
- Bases soporte para los pivotes del rastrillo, estructuradas.
- Soporte para moto-reductor del sistema motriz del tambor.
- Soporte para moto-reductor del sistema motriz de la rastra.
- Soporte para chumaceras y ejes de la rastra.
- Raspador de torta flotante con borde de ataque recubierto con caucho.
- Conexión para rebose de pulpa.
- Drenaje inferior para limpieza con brida de 4".
- Tapas laterales de 6" para limpieza.
- Acabado: Pintura epóxica color naranja máquina.

## **RASTRILLO:**

- Fabricado con perfiles angulares de 3".
- Brazos de la rastra fabricados con tubos 3" SCH 40.
- Sistemas de pivote con Pin y Chumacera.
- Brazos oscilantes regulables, con rotulas en los extremos
- Ejes de 2" con 04 chumaceras de pie.
- Sistema motriz: Moto-reductor marca Sew Eurodrive de 3 HP de potencia 14 r.p.m.
- Cobertura metálica para los brazos oscilantes y ejes.
- Acabado pintura epóxica.

## **Pintura:**

- Preparación de la superfisie: Arenado al metal blanco, una mano de pintura base epoxica.
- Acabado una mano de pintura epóxica.
- Espesor de 85 a 135 micras.
- Color : Azul Ral 5019.

## **Montaje:**

Incluido en esta oferta, este se realizará el personal de Cidelco con el apoyo del personal de Rosaura así como el apoyo de grúa para las maniobras de desmontaje y montaje, por cuenta del cliente.

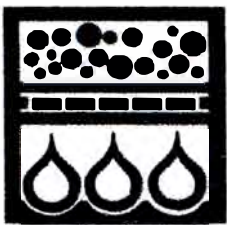
No esta incluido en el montaje en suministro de:

- Tuberías de vacío.
- Tanque pulmón.
- Soplador.

Tiempo estimado para esta etapa: 07 días.

## **Arranque y pruebas:**

El arranque y las pruebas de operación serán realizados por técnicos de nuestra empresa, los cuales permanecerán de 03 a 05 días en planta para este fin, El costo de este servicio ha sido incluido en esta oferta.



## **FILTRACIÓN IND. CIDELCO S.A.C.**

---

Sistemas de Filtración para la Industria y Minería

**Garantía:** 1 año por los elementos fabricados por nuestra empresa, ésta garantía no incluye a los elementos que por su naturaleza y uso tiene vida útil menor al tiempo de garantía, como son rodamientos Lonas de filtración, rodamientos, etc.

**Soporte Técnico:**

Nuestra empresa brindará el soporte técnico, como parte de la garantía del filtro por un año a partir de la puesta en operación del mismo.

**Condiciones comerciales:**

**Tiempo de entrega:** 45 días, sobre vuestro transporte en nuestra planta en Ate.

El filtro será despachado desmontado en dos partes:

**Tambor:** con las parrillas instaladas, montado sobre soportes en los puntos de rodadura para su traslado.

**Tina:** con el rastrillo montado en su interior, así como su sistema motriz, y el sistema motriz del filtro.

**Forma de pago:** 60% con la orden de compra, saldo factura a 30 días  
A partir de la entrega del equipo en nuestros talleres.

**Precio Total:** US\$ 54,500.00 + I.G.V.

**Validez de oferta:** 60 días.

Si existiera alguna duda o comentario relacionado con la presente oferta, no dude en contactarnos, estaremos gustosos de atenderlos.

Sin otro particular y agradeciendo la invitación a cotizar nuestro filtro, quedamos de ustedes,

Muy atentamente,

Ing. César Saldaña M.  
Gerente General  
CIDELCO S.A.C.  
Tlf: 511- 3260302  
511- 3263236  
Visite nuestra página web:  
[www.cidelco.com](http://www.cidelco.com)

**Apéndice B**

**“Norma ASTM A36 “**



## Standard Specification for Carbon Structural Steel<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation A 36/A 36M; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

*This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.*

### 1. Scope

1.1 This specification<sup>2</sup> covers carbon steel shapes, plates, and bars of structural quality for use in riveted, bolted, or welded construction of bridges and buildings, and for general structural purposes.

1.2 Supplementary requirements are provided for use where additional testing or additional restrictions are required by the purchaser. Such requirements apply only when specified in the purchase order.

1.3 When the steel is to be welded, a welding procedure suitable for the grade of steel and intended use or service is to be utilized. See Appendix X3 of Specification A 6/A 6M for information on weldability.

1.4 For Group 4 and 5 wide flange shapes for use in tension, it is recommended that the purchaser consider specifying supplementary requirements, such as fine austenitic grain size and Charpy V-notch impact testing.

1.5 The values stated in either inch-pound units or SI units are to be regarded separately as standard. Within the text, the SI units are shown in brackets. The values stated in each system are not exact equivalents; therefore, each system is to be used independently of the other, without combining values in any way.

1.6 The text of this specification contains notes or footnotes, or both, that provide explanatory material. Such notes and footnotes, excluding those in tables and figures, do not contain any mandatory requirements.

1.7 For structural products cut from coiled product, the additional requirements, including additional testing requirements and the reporting of additional test results, of A 6/A 6M apply.

### 2. Referenced Documents

#### 2.1 *ASTM Standards:*

A 6/A 6M Specification for General Requirements for

Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling<sup>3</sup>

A 27/A 27M Specification for Steel Castings, Carbon, for General Application<sup>4</sup>

A 307 Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60 000 psi Tensile Strength<sup>5</sup>

A 325 Specification for High-Strength Bolts for Structural Steel Joints<sup>5</sup>

A 325M Specification for High-Strength Bolts for Structural Steel Joints [Metric]<sup>5</sup>

A 500 Specification for Cold-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing in Rounds and Shapes<sup>6</sup>

A 501 Specification for Hot-Formed Welded and Seamless Carbon Steel Structural Tubing<sup>6</sup>

A 502 Specification for Steel Structural Rivets<sup>5</sup>

A 563 Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts<sup>5</sup>

A 563M Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts [Metric]<sup>5</sup>

A 570/A 570M Specification for Steel, Sheet and Strip, Carbon, Hot-Rolled, Structural Quality<sup>7</sup>

A 668/A 668M Specification for Steel Forgings, Carbon and Alloy, for General Industrial Use<sup>8</sup>

F 568M Specification for Carbon and Alloy Steel Externally Threaded Metric Fasteners<sup>5</sup>

### 3. Appurtenant Materials

3.1 When components of a steel structure are identified with this ASTM designation but the product form is not listed in the scope of this specification, the material shall conform to one of the standards listed in Table 1 unless otherwise specified by the purchaser.

### 4. General Requirements for Delivery

4.1 Material furnished under this specification shall conform to the requirements of the current edition of Specification A 6/A 6M, for the ordered material, unless a conflict exists in which case this specification shall prevail.

<sup>1</sup> This specification is under the jurisdiction of ASTM Committee A01 on Steel, Stainless Steel, and Related Alloys, and is the direct responsibility of Subcommittee A01.02 on Structural Steel for Bridges, Buildings, Rolling Stock, and Ships.

Current edition approved Sept. 10, 2001. Published September 2001. Originally published as A 36 – 60 T. Last previous edition A 36/A 36M – 00a.

<sup>2</sup> For ASME Boiler and Pressure Vessel Code Applications, see related Specifications SA-36 in Section II of that Code.

<sup>3</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 01.04.

<sup>4</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 01.02.

<sup>5</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 15.08.

<sup>6</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 01.01.

<sup>7</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 01.03.

<sup>8</sup> *Annual Book of ASTM Standards*, Vol 01.05.

**TABLE 1 Appurtenant Material Specifications**

NOTE 1—The specifier should be satisfied of the suitability of these materials for the intended application. Chemical composition and/or mechanical properties may be different than specified in A 36/A 36M.

Material	ASTM Designation
Steel rivets	A 502, Grade 1
Bolts	A 307, Grade A or F 568M, Class 4.6
High-strength bolts	A 325 or A 325M
Steel nuts	A 563 or A 563M
Cast steel	A 27/A 27M, Grade 65–35 [450–240]
Forgings (carbon steel)	A 668, Class D
Hot-rolled sheets and strip	A 570/A 570M, Grade 36
Cold-formed tubing	A 500, Grade B
Hot-formed tubing	A 501
Anchor bolts	F 1554

4.1.1 Coiled product is excluded from qualification to this specification until decoiled, leveled, and cut to length. Structural products produced from coil means structural products that have been cut to individual lengths from a coiled product and are furnished without heat treatment. The processor decoils, levels, cuts to length, and marks the product. The processor is responsible for performing and certifying all tests, examinations, repairs, inspections, or operations not intended to affect the properties of the material. For structural products produced from coils, two test results shall be reported for each qualifying coil. See Note 1.

NOTE 1—Additional requirements regarding structural products from coil are described in Specification A 6/A 6M.

## 5. Bearing Plates

5.1 Unless otherwise specified, plates used as bearing plates

for bridges shall be subjected to mechanical tests and shall conform to the tensile requirements of Section 8.

5.2 Unless otherwise specified, mechanical tests shall not be required for plates over 1½ in. [40 mm] in thickness used as bearing plates in structures other than bridges, subject to the requirement that they shall contain 0.20 to 0.33 % carbon by heat analysis, that the chemical composition shall conform to the requirements of Table 2 in phosphorus and sulfur content, and that a sufficient discard shall be made to secure sound plates.

## 6. Materials and Manufacture

6.1 The steel for plates and bars over ½ in. [12.5 mm] in thickness and shapes other than Group 1 shall be semi-killed or killed.

## 7. Chemical Composition

7.1 The heat analysis shall conform to the requirements prescribed in Table 2, except as specified in 5.2.

7.2 The steel shall conform on product analysis to the requirements prescribed in Table 2, subject to the product analysis tolerances in Specification A 6/A 6M.

## 8. Tension Test

8.1 The material as represented by the test specimen, except as specified in 5.2 and 8.2, shall conform to the requirements as to the tensile properties prescribed in Table 3.

8.2 Shapes less than 1 in.<sup>2</sup>[645 mm<sup>2</sup>] in cross section and bars, other than flats, less than ½ in. [12.5 mm] in thickness or diameter need not be subjected to tension tests by the manufacturer, provided that the chemical composition used is appropriate for obtaining the tensile properties in Table 3.

**TABLE 2 Chemical Requirements**

NOTE 1—Where “. . .” appears in this table, there is no requirement. The heat analysis for manganese shall be determined and reported as described in the heat analysis section of Specification A 6/A 6M.

Product	Shapes <sup>A</sup>	Plates <sup>B</sup>					Bars			
		To ¾ [20], incl	Over ¾ to 1½ [20 to 40], incl	Over 1½ to 2½ [40 to 65], incl	Over 2½ to 4 [65 to 100], incl	Over 4 [100]	To ¾ [20], incl	Over ¾ to 1½ [20 to 40], incl	Over 1½ to 4 [100], incl	Over 4 [100]
Thickness, in. [mm]	All									
Carbon, max, %	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.26	0.27	0.28	0.29
Manganese, %	...	...	0.80–1.20	0.80–1.20	0.85–1.20	0.85–1.20	...	0.60–0.90	0.60–0.90	0.60–0.90
Phosphorus, max, %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur, max, %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon, %	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.15–0.40	0.15–0.40	0.15–0.40	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.40 max
Copper, min, % when copper steel is specified	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

<sup>A</sup> Manganese content of 0.85–1.35 % and silicon content of 0.15–0.40 % is required for shapes over 426 lb/ft [634 kg/m].

<sup>B</sup> For each reduction of 0.01 percentage point below the specified carbon maximum, an increase of 0.06 percentage point manganese above the specified maximum will be permitted, up to the maximum of 1.35 %.

**TABLE 3 Tensile Requirements<sup>A</sup>**

Plates, Shapes, <sup>B</sup> and Bars:	
Tensile strength, ksi [MPa]	58–80 [400–550]
Yield point, min, ksi [MPa]	36 [250] <sup>C</sup>
Plates and Bars <sup>D,E</sup> :	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	23
Shapes:	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	21 <sup>B</sup>

<sup>A</sup> See the Orientation subsection in the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

<sup>B</sup> For wide flange shapes over 426 lb/ft [634 kg/m], the 80 ksi [550 MPa] maximum tensile strength does not apply and a minimum elongation in 2 in. [50 mm] of 19 % applies.

<sup>C</sup> Yield point 32 ksi [220 MPa] for plates over 8 in. [200 mm] in thickness.

<sup>D</sup> Elongation not required to be determined for floor plate.

<sup>E</sup> For plates wider than 24 in. [600 mm], the elongation requirement is reduced two percentage points. See the Elongation Requirement Adjustments subsection under the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

## 9. Keywords

9.1 bars; bolted construction; bridges; buildings; carbon; plates; riveted construction; shapes; steel; structural steel; welded construction

## SUPPLEMENTARY REQUIREMENTS

These requirements shall not apply unless specified in the order.

Standardized supplementary requirements for use at the option of the purchaser are listed in Specification A 6/A 6M. Those that are considered suitable for use with this specification are listed by title:

S5. Charpy V-Notch Impact Test.

S30. Charpy V-Notch Impact Test for Structural Shapes:  
Alternate Core Location

In addition, the following optional supplementary requirement is also suitable for use with this specification:

### S97. Limitation on Rimmed or Capped Steel

S97.1 The steel shall be other than rimmed or capped.

*The American Society for Testing and Materials takes no position respecting the validity of any patent rights asserted in connection with any item mentioned in this standard. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any such patent rights, and the risk of infringement of such rights, are entirely their own responsibility.*

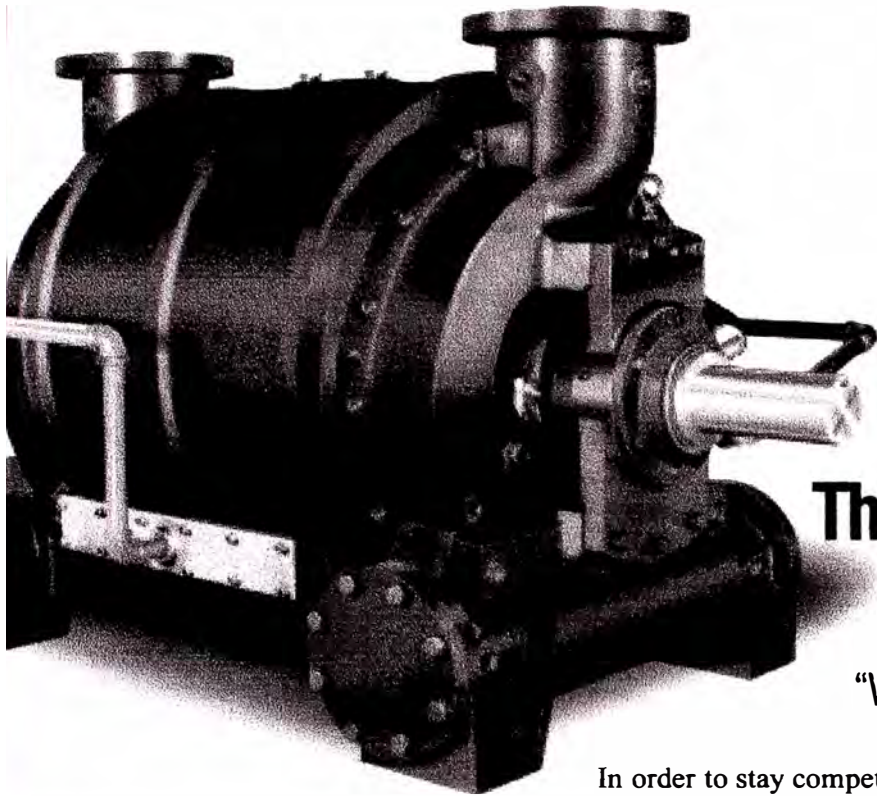
*This standard is subject to revision at any time by the responsible technical committee and must be reviewed every five years and if not revised, either reapproved or withdrawn. Your comments are invited either for revision of this standard or for additional standards and should be addressed to ASTM Headquarters. Your comments will receive careful consideration at a meeting of the responsible technical committee, which you may attend. If you feel that your comments have not received a fair hearing you should make your views known to the ASTM Committee on Standards, at the address shown below.*

*This standard is copyrighted by ASTM, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States. Individual reprints (single or multiple copies) of this standard may be obtained by contacting ASTM at the above address or at 610-832-9585 (phone), 610-832-9555 (fax), or service@astm.org (e-mail); or through the ASTM website (www.astm.org).*

## **Apéndice C**

**“Catalogo Vooner Vane Gerd “**





## The Vooner VaneGard<sup>®</sup> Vacuum Pump

"When Protecting Vacuum Counts"

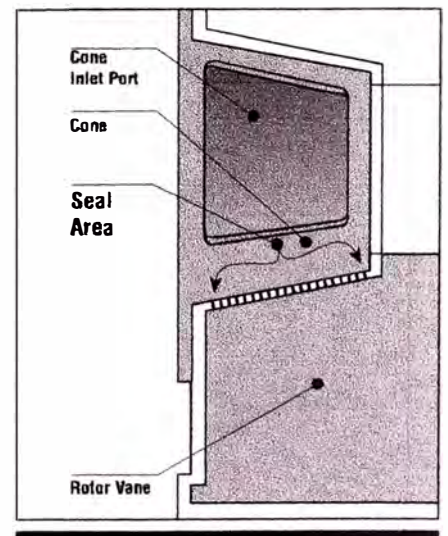
In order to stay competitive in today's world, it is essential for industries to increase production while reducing production related costs. The Vooner VaneGard<sup>®</sup> liquid ring vacuum pump with its pioneer design accomplishes just this. By reducing fresh water usage costs and maintenance related downtime, while at the same time extending the pump's overall useful life, the VaneGard<sup>®</sup> reduces full life cycle cost.

### Design Features

1. **Cast Stainless Steel Rotor and Cones:** All Vooner VaneGard<sup>®</sup> pumps come equipped with solid cast 304 stainless steel (CF-8) Rotor and Cones as standard construction. The 304 stainless steel prevents erosive and corrosive wear at the critical seal area, therefore maintaining the original close tolerance clearance between the Rotor and Cones much longer than cast iron (see Figure 1).

The loss of this original clearance is what allows air to slip from the discharge port to the inlet port and recirculate inside the pump.

This recirculated air, known as Vaneslip, prevents process air from entering the pump thus reducing the pump's useful capacity. With 304 stainless steel Rotor and Cones, a close clearance and vacuum pump



**Figure 1**  
**Rotor/Cone Clearance**

capacity are retained longer. The Packing Glands and Gland Fixtures are constructed of 316 stainless steel (CF-8M) as standard. Solid cast 304 or 316 stainless steel Body (Rotor Housing) and replaceable Wear Plates can be added as options.



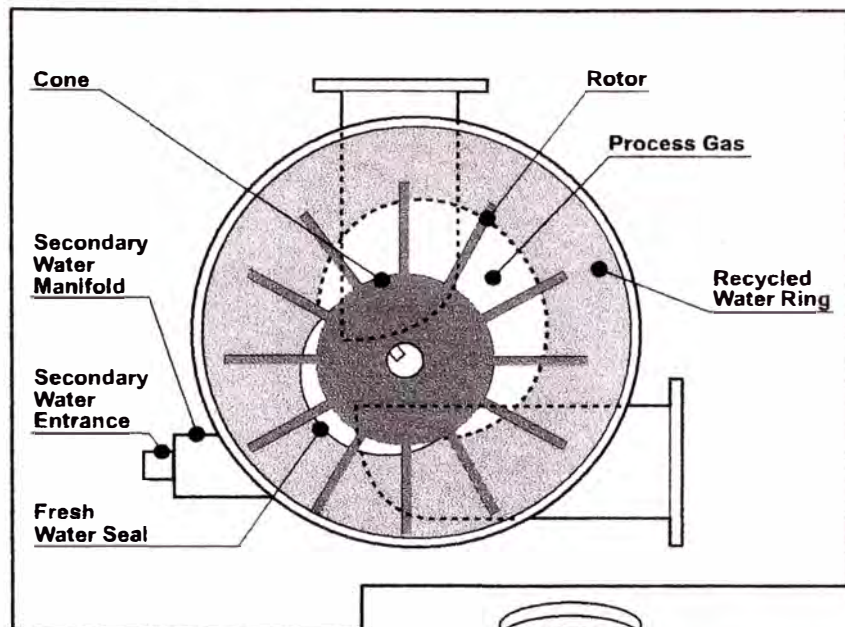
**Vooner Vacuum Pumps, Inc.**  
4729 Stockholm Ct.  
P. O. Box 240360  
Charlotte, NC 28224-0360  
Telephone: 704-552-9314  
Toll Free: 800-345-7879  
FAX: 704-554-8230

© 1997 Vooner Vacuum Pumps, Inc.  
® Vooner VaneGard is a registered  
trademark of Vooner Vacuum Pumps, Inc.  
Printed in USA  
1M/997/0349  
Bulletin No. TB9601

**2. Multi-Patented Dual Water Supply System:** For VG10, VG20, VG30, VG40 Models Only. With the ever increasing costs of fresh or treated water, its conservation is becoming a necessity. The Patented Dual Water Supply System of the Vooner VaneGard® enables the use of up to 75% preused secondary water, and as little as 25% fresh water for the sealing liquid. The secondary water is introduced into the pump Housing through the Vooner® patented Secondary Water Manifold (see Figure 2).

The secondary water acts as water pistons compressing the gas in the Body of the pump. This corrosive and erosive water does not come in contact with the critical Rotor/Cone seal and Packing areas. The small flow of fresh water is introduced into each Head directly to the seal area of the Cones (see Figure 3).

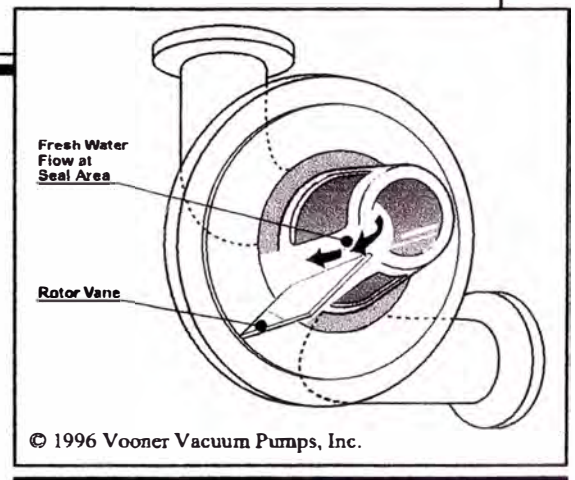
The fresh water forms the seal between the Rotor and Cones and lubricates the Packing. This prevents erosion and corrosion at the tapered base of the Rotor Vanes, Cone surface area, and Shaft/Packing area. The result is reduced Vaneslip, less Shaft wear, and extended pump life.



**Figure 2**  
*Recycled Water Flow*

**3. Self Aligning Removable Bearing Carrier:** The unique self aligning Bearing Carrier featured in the Vooner VaneGard® allows Bearing removal and replacement without removing the pump from the process piping and the Heads from the pump Housing. By simply turning the Carrier jackbolts against the Head, the Bearing Carrier (with the Bearing) slides off the Shaft (see Figure 4).

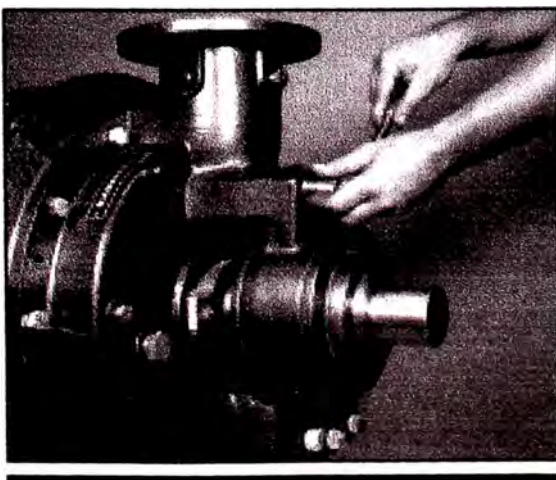
This feature greatly reduces pump downtime when a Bearing change is necessary. The unique machine fitted circular design of the VaneGard® Bearing Carrier concentrically aligns the Bearings in the horizontal, vertical, and axial directions. The VaneGard® pump can be completely



**Figure 3**  
*Fresh Water Flow*

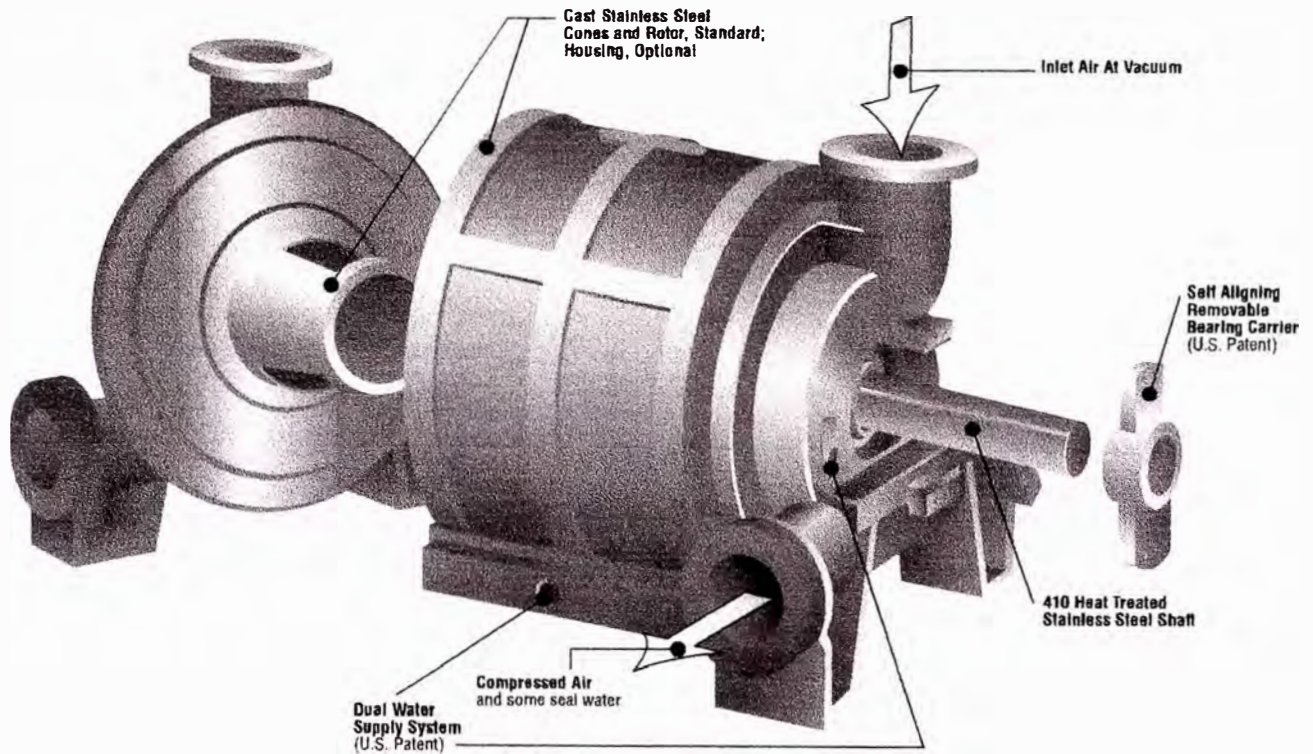
disassembled using only hand tools. This feature also allows the option of Packing or Mechanical Seals for shaft sealing.

**4. 410 Heat Treated Stainless Steel Shafts:** All Vooner VaneGard® pumps come with 410 heat treated stainless steel Shafts that are more corrosion and abrasion resistant than common carbon steel Shafts. The 410 stainless steel also has greater strength than carbon steel thus reducing the risk of Shaft failure under abnormal loads.



**Figure 4**  
*Removable Bearing Carrier*

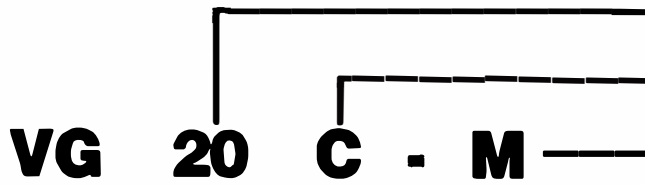
© 1996 Vooner Vacuum Pumps, Inc.



## BENEFITS from FEATURES

- |                                                                                                                         |                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Increases useful pump life by maintaining airflow capacity longer than cast iron pumps.                              | Cast Stainless Steel Rotor and Cones which develop polished surface with use.                                            |
| 2. Reduces fresh water requirements up to 75%.                                                                          | Patented Dual Water Supply System. Fresh water for seal into heads. Plant water for pistons enters through housing.      |
| 3. Protects critical tapered base dimension of Rotor Vanes by concentrating fresh water in the Rotor/Cone Seal Segment. |                                                                                                                          |
| 4. Reduces Costly Vaneslip; Lost ACFM and wasted horsepower and water.                                                  | Combination of: Stainless Steel Components and Dual Water Supply System.                                                 |
| 5. Reduces downtime required for bearing replacement. Pump removal from piping and disassembly are no longer necessary. | Patented self-aligning removable Bearing Carrier. Optional 3 year maintenance free bearing protection package available. |
| 6. Option to use packing or mechanical seals.                                                                           |                                                                                                                          |
| 7. Increases Shaft durability and life.                                                                                 | 410 heat treated Stainless Steel Shaft. Packing lubricated with fresh water.                                             |

# Pump Model Number Specification



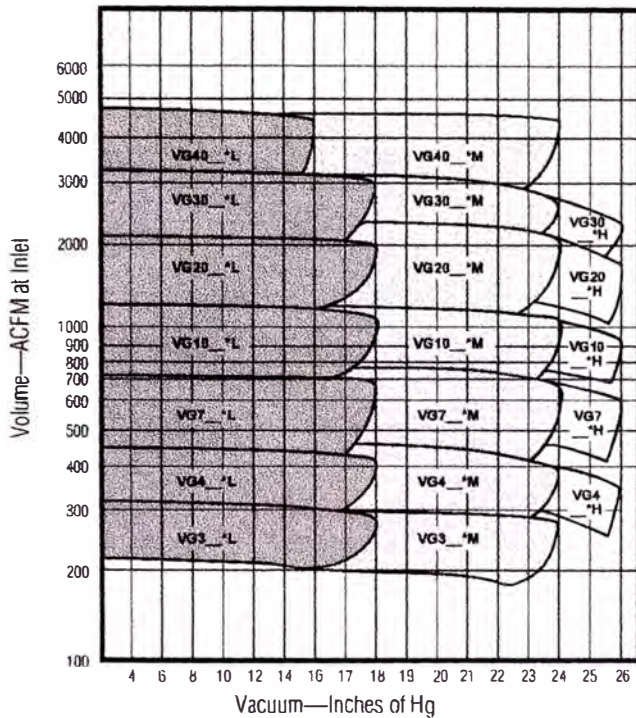
**Actual Cubic Feet per Minute in Hundreds**  
(example indicates 2000 ACFM)

**Pump Component Metallurgy**  
(see Chart B below)

**Vacuum Level Ranges**

**L** – Low, 4-16" HgV: **M** – Medium, 12-24" HgV **H** – High, 24-26" HgV

## Composite Performance Curve



\*Add Pump Component Metallurgy – See Chart B

## A Bolt in Replacement

The VaneGard® is engineered to fit standard industry dimensions and installs readily into existing systems. Piping for secondary water supply is optional.

VaneGard® Model #	Replaces Model #		
<b>VG3</b>	LR3	LP3	CL300
<b>VG4</b>	LR4	LP4	CL400
<b>VG7</b>	LR7	LP7	CL700
<b>VG10</b>	LR10	LP10	CL1000
<b>VG20</b>	LR20	LP20	CL2000
<b>VG30</b>	LR30	LP30	CL3000
<b>VG40</b>	LR40	LP40	CL4000

## B Pump Component Metallurgy

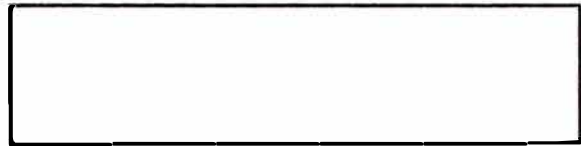
*	Rotor	Cones	Heads	Bearing Carrier	Housing	Shaft	Packing Gland
<b>B'</b>	304 CS	CI	CI	CS	CI	CrS	316 SS
<b>C</b>	304 SS	304 SS	CI	CS	CI	410 HT	316 SS
<b>S</b>	304 SS	304 SS	CI	CS	304 SS	410 HT	316 SS
<b>XVC</b>	304 SS	304 SS	316 SS	CS	CI	410 HT	316 SS
<b>XVS</b>	304 SS	304 SS	316 SS	CS	304 SS	410 HT	316 SS
<b>PVS</b>	316 SS	316 SS	316 SS	CS	316 SS	410 HT	316 SS
<b>SS4</b>	304 SS	304 SS	304 SS	CS	304 SS	410 HT	316 SS
<b>SS6</b>	316 SS	316 SS	316 SS	CS	316 SS	410 HT	316 SS

SS – Stainless Steel      CI – Cast Iron      CrS – Carbon Steel  
CS – Cast Steel          HT – Heat Treated

† Vooner Basic™ Model for Lower Price Alternative  
‡ Replaceable Wear Plates on Cast Iron Heads

## Engineering Data

DESIGN ITEMS	PUMP MODELS						
	VG3	VG4	VG7	VG10	VG20	VG30	VG40
Minimum RPM	1170	980	800	630	450	400	300
Maximum RPM	1750	1470	1170	880	640	530	450
Min. ACFM @ 10" HgV	210	315	510	820	1530	2500	3075
Max. ACFM @ 10" HgV	310	455	730	1105	2100	3075	4600
Min. ACFM @ 23" HgV	187	310	540	820	1320	2000	2300
Max. ACFM @ 23" HgV	285	405	670	1030	2000	2800	4600
BHP @ 10" HgV (Min. RPM)	7	12	17	25	50	74	85
BHP @ 10" HgV (Max. RPM)	17	26	36	52	102	150	175
BHP @ 23" HgV (Min. RPM)	11	20	27	40	65	100	132
BHP @ 23" HgV (Max. RPM)	20.5	28	41	62	116	162	260
Seal Water Requirement Fresh / Recycled (GPM)	-----Dual Water is Not Available-----						
@ 10" HgV	6	5	10	5/15	8/12	14/6	16/14
@ 23" HgV	7	12	15	5/15	8/22	14/42	16/48
Suction Sizes, in.	3	3	4	5	6	8	10
Discharge Sizes, in.	2	2.5	3	4	5	6	8
Pump Weight, lb.	425	540	900	1475	3285	5755	8850

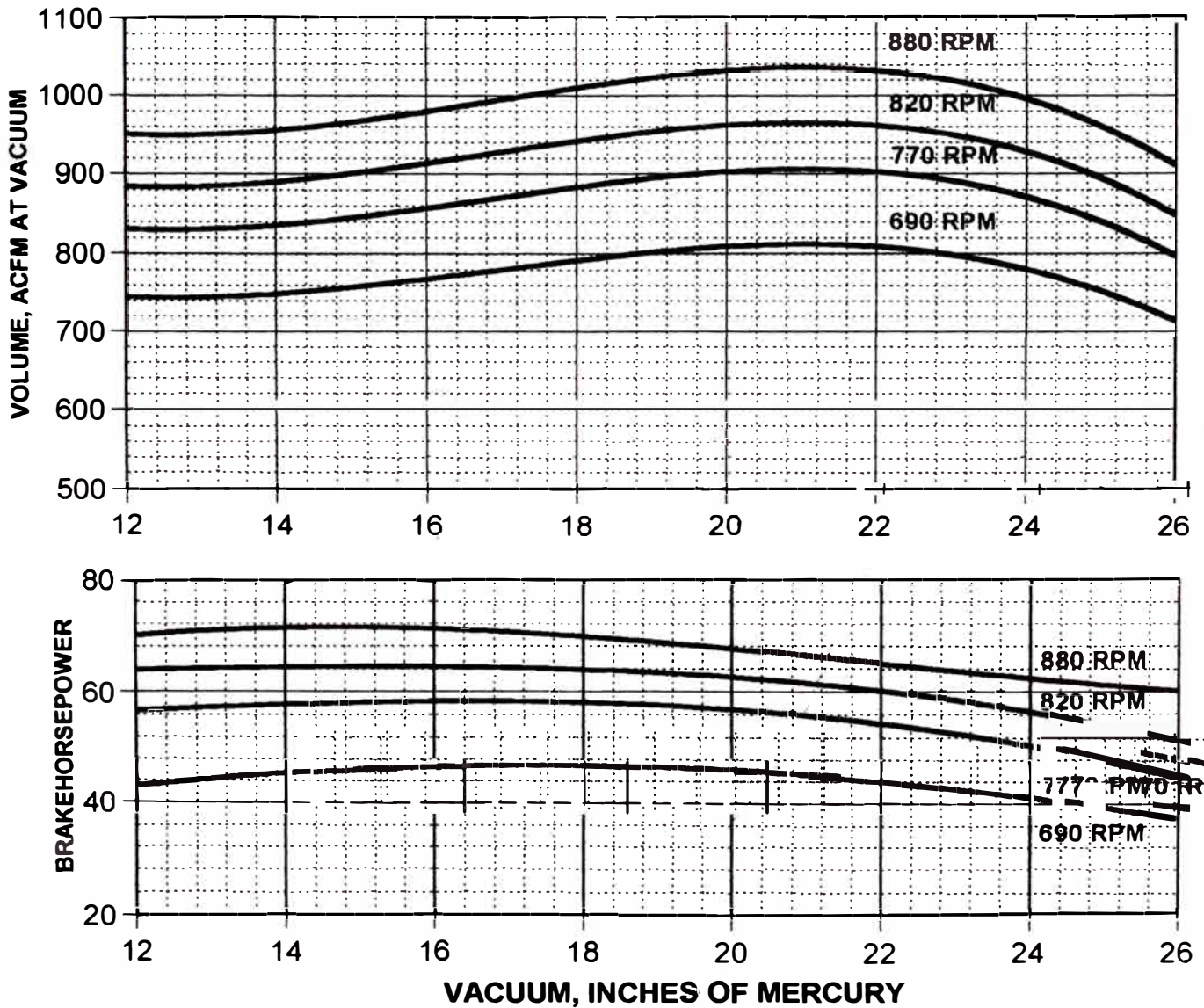


# Vooner®

VACUUM PUMP, CONE PORT, SINGLE STAGE, LIQUID RING

MODEL: VG10-H

CURVE NO.: VG10H0S



**TEST DATA CONDITIONS:**

INLET GAS TEMPERATURE: 60 F @ 50% RELATIVE HUMIDITY

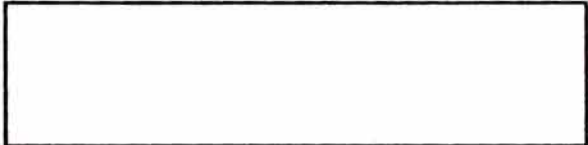
BAROMETRIC PRESSURE: 29.9" HG ABSOLUTE

SEALING LIQUID TEMPERATURE: 60 F

Issue date: 03/20/00

Supersedes date: 04/02/97

Performance to Heat Exchange Institute Standards (HEI)

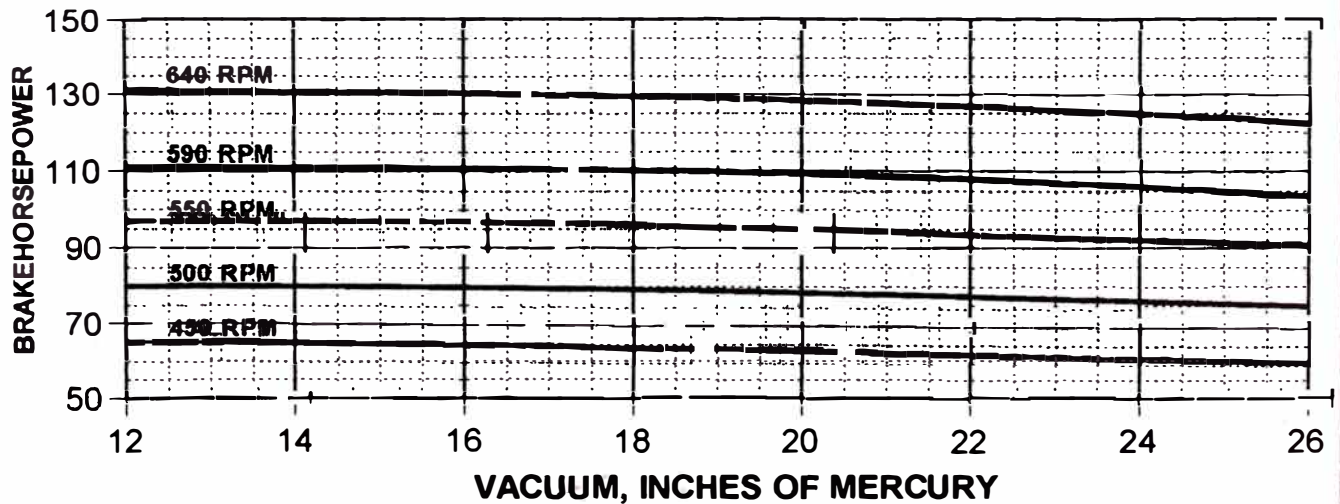
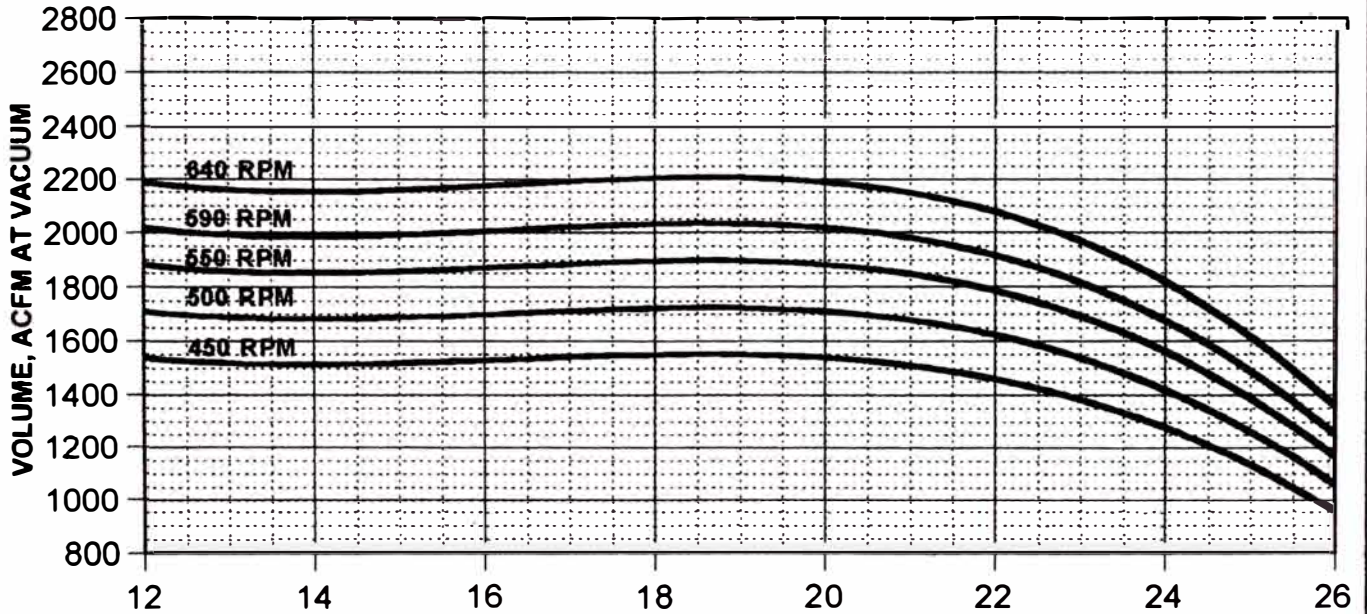


# Vooner<sup>®</sup>

VACUUM PUMP, CONE PORT, SINGLE STAGE, LIQUID RING

MODEL: VG20-H

CURVE NO.: VG20H0S



TEST DATA CONDITIONS:  
 INLET GAS TEMPERATURE: 60 F @ 50% RELATIVE HUMIDITY  
 BAROMETRIC PRESSURE: 29.9" HG ABSOLUTE  
 SEALING LIQUID TEMPERATURE: 60 F

Issue date: 03/20/00  
 Supersedes date: 12/21/96

Performance to Heat Exchange Institute Standards (HEI)

## **Apéndice D**

**“Formato de Aseguramiento de Trabajo en Seguro (Cidelco) “**







## **Apéndice E**

**“Hoja Técnica del Ameron 400 “**



# AMERLOCK 400

EPOXICO DE ALTO CONTENIDO DE SOLIDOS

## DESCRIPCION Y VENTAJAS

- ✓ Recubrimiento de alta performance para mantenimiento.
- ✓ Base y acabado a la vez, compatible sobre diferentes pinturas antiguas bien adheridas.
- ✓ Puede ser repintado con diferentes capas de acabado.
- ✓ Tolera superficies con alta humedad y restos de óxido bien adherido.
- ✓ En una capa se pueden obtener espesores mayores a 5 mils.
- ✓ Debido a su bajo VOC y a su alto contenido de sólidos se reduce la posibilidad de poros o solvente atrapado entre capas.
- ✓ Cura a bajas temperaturas (-6°C) usando catalizador FD.
- ✓ Esta aprobado por USDA (contacto incidental con alimentos) y NSF (contacto con agua potable).
- ✓ Amplia variedad de colores, incluyendo el aluminio.
- ✓ Se aplica sobre superficies nuevas o antiguas de acero, galvanizado, concreto, madera y fibra de vidrio.

## USOS TIPICOS

- ✓ En zonas donde es imposible el "arenado".
- ✓ Mantenimiento de estructuras metálicas o concreto en plantas químicas, mineras, pesqueras, de alimentos, petroquímicas.
- ✓ Exteriores de tanques de almacenamiento de combustible y en general.
- ✓ Interiores de tanques para almacenamiento de agua potable.
- ✓ Protección de pisos y superficies de concreto en almacenes, plantas de alimentos, hangares, cámaras de frío.

## DATOS FISICOS

Acabado	: Semi-mate
Color	: Según cartilla
Componentes	: Dos
Relación de la mezcla: (en volumen)	: 1 de resina (parte A) 1 de catalizador (parte B)
Curado	: Evaporación de solventes y reacción química.
Sólidos en volumen	: 83% ± 3%
Espesor película seca	: 5 - 8 mils (125 - 200 micras)
Rendimiento teórico	: 25 m <sup>2</sup> /galón a 5 mils seco
<i>El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.</i>	
Diluyente	: B33-J24 ó UNIPOXI
Tiempo de vida útil	: 2 ½ horas a 25°C.
Resistencia a la temperatura (en seco):	
Continua	: 93°C
Intermitente	: 177°C

Para mayores detalles de resistencia física y química consultar con el Departamento Técnico de CPPQ.

## PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Acero nuevo

- "Arenado" comercial según norma SSPC- SP6 o algún imprimante recomendado.

Acero con pintura antigua

- Limpieza manual mecánica según norma SSPC- SP2 o SSPC- SP3.

Concreto

- Limpieza según norma ASTM D4259 ("arenado") o D4260 (ataque ácido)

Galvanizado

- Lavar con Unexol 101

*La duración de la pintura depende del grado de preparación de la superficie.*

*Para servicio de inmersión se acepta como mínimo un "arenado" cercano al metal blanco según norma SSPC- SP10.*

## MÉTODO DE APLICACIÓN

Equipo airless

- Similar a Graco Bulldog 30:1 boquilla 0,019" a 0,021" con filtro malla 60

Equipo convencional a presión

- Similar a Devilbiss JGA-502 boquilla 704E con regulador de presión y filtros de aceite-humedad

Brocha y rodillo

- Resistentes a diluyentes epóxicos

## TIEMPOS DE SECADO (ASTM D1640)

al tacto	: 3 - 4 horas a 25°C
al tacto duro	: 18 - 24 horas a 25°C
Repintado máximo	: 3 meses
Repintado mínimo	: 24 horas a 25°C

## CONDICIONES DE APLICACIÓN

Temperatura	mínima	máxima
de la superficie	4°C	50°C
del ambiente	4°C	50°C

Humedad relativa % 85

*La temperatura de la superficie deberá ser 3°C mayor que el punto de rocío.*

El Amerlock 400 FD puede curar a bajas temperaturas hasta -6°C.

## PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1. Verifique que se disponga de todos los componentes, además del diluyente recomendado.
2. Homogenice la pintura, agitando por separado cada uno de sus componentes. Use un agitador neumático.
3. Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.

4. Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador.
5. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/8 de galón del diluyente B33-J24 ó UNIPOXI por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
6. Filtre la mezcla con una malla 30, y aplique adecuadamente.
7. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil.
8. Repintar dentro del “tiempo de repintado” recomendado.

### ***IMPRIMANTES RECOMENDADOS***

Normalmente no requiere imprimantes, pero se pueden usar los siguientes productos:

- Dimetcote 9
- Dimetcote 9FT
- Amercoat 68HS
- Amercoat 71

### ***ACABADOS RECOMENDADOS***

Se pueden usar los siguientes productos:

- Amerlock 400
- Amershield
- Amercoat 450HS

### ***DATOS DE ALMACENAMIENTO***

Peso por galón : 5.3 ± 0.3 Kg

Punto de inflamación :

Resina : 42°C

Catalizador : 17°C

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento hasta por 12 meses si se almacena bajo techo a temperaturas entre 4° a 38°C.

### ***PRECAUCIONES DE SEGURIDAD***

El uso o manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud o causar explosión.

No use este producto sin antes tomar todas las precauciones de seguridad. Estas deben incluir: adecuada ventilación, iluminación a prueba de explosión, vestimentas adecuadas, guantes, máscaras para vapores orgánicos o con alimentación de aire.

Ultima revisión: 12/11/02

## **Apéndice F**

### **“Aseguramiento de Calidad de Fabricación de un Filtro Tambor “**



**Plan de Aseguramiento de Calidad para la Fabricacion de Filtros de Tambor**  
**Planta de Filtros CIDELCO SAC**

Item	Etapas a Inspeccionar	Caracteristicas a Inspeccionar	Metodos	Documentos de Referencia	Control
1	Verificacion de planchas, perfiles, tuberias y accesorios para la fabricacion del Filtro Tambor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Medidas Estandares</li> <li>* Espesores</li> <li>* Superficie por ambos lados</li> <li>* Bordes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> <li>Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lista de Materiales</li> <li>Normas ASTM</li> <li>Catalogo de Proveedores</li> </ul>	
2	Verificacion de diseno para la fabricacion de los planos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Especificaciones Tecnicas</li> <li>* Plano de diseno y detalle</li> <li>* Especificaciones Tecnicas para las medidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos de Diseno</li> <li>Especificaciones Tecnicas del proyecto</li> </ul>	
3	Control de trazos para todos los elementos	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Control de elementos y/o partes</li> <li>* Tolerancia de longitudes y dimensiones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> <li>Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lista de materiales</li> <li>Planos de detalle</li> </ul>	
4	Procedimientos de Corte	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Condiciones del equipo de Corte Oxi</li> <li>* Revision de boquillas y mangueras</li> <li>* Valvula de Control</li> <li>* Operadores</li> <li>* Codificacion de elementos cortados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> <li>Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Manual de Corte</li> <li>Plan de Aprobacion</li> </ul>	
5	Armado de planchas, perfiles y tubos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Preparacion de juntas</li> <li>* Componentes segun planos</li> <li>* Apuntalados</li> <li>* Procedimiento de Soldadura</li> <li>* Soldadores calificados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan aprobado ASME XI</li> <li>AWS D1 1</li> </ul>	
6	Proceso de Soldadura	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Proceso SMAW y GMAW</li> <li>* Secuencia de soldeo</li> <li>* Efectos del calor</li> <li>* Materiales de Aporte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> <li>Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASME II</li> <li>AWS D1 1</li> </ul>	
7	Inspeccion por END, Inspeccion Visual, Inspeccion de Liquidos Penetrantes.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Acabado Superficial</li> <li>* Limpieza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> <li>Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ASME X</li> <li>AWS D1 1</li> </ul>	
8	Reparacion de Soldadura	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Estado de la zona a reparar.</li> <li>* Numero de Reparaciones</li> <li>* Seleccion de soldadores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos de Fabricacion</li> <li>AWS D1 1</li> </ul>	
9	Acabado final de fabricacion y limpieza final	<ul style="list-style-type: none"> <li>* No poros ni escorias</li> <li>* No salpicaduras.</li> <li>* No fisuras.</li> <li>* Relleno uniforme.</li> <li>* Buen acabado y limpieza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> <li>Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de Fabricacion</li> </ul>	
10	Control dimensional final de fabricacion	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Medidas nominales y reales segun planos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> <li>Instrumental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de Fabricacion</li> </ul>	
11	Codificacion de planos de fabricacion y liberacion final.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Identificacion de la codificacion</li> <li>* Numero de planos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Visual</li> <li>Documental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planos y Apuntes</li> <li>Lista de materiales</li> </ul>	