

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**SELECCIÓN DE EQUIPOS PARA UNA PLANTA DE  
TRATAMIENTO DE POLVO DE ACERÍA**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECANICO**

**ANICETO JACINTO ROJAS ESPINOZA**

**PROMOCION 1984-II**

**LIMA-PERU**

**2010**

# Índice General

Prologo.....	1
<b>CAPITULO I</b>	
1.0. Introducción.....	3
1.1. Antecedentes.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.3. Alcance.....	7
<b>CAPITULO II</b>	
2.0. Conceptos Generales del polvo de acería.....	8
2.1. Introducción.....	8
2.2. Generación de residuos y emisiones.....	10
2.3. Características.....	12
<b>CAPITULO III</b>	
3.0. Proceso de lavado del polvo de acería.....	16
3.1. Introducción.....	16
3.1.1 Descripción del proceso.....	17
3.1.2 Capacidad de producción.....	19
3.2. Etapas del proceso de lavado.....	20
3.2.1 Almacenamiento, carguío y alimentación.....	20
3.2.2 Puesta en suspensión.....	20
3.2.3 Lavado/Decantación.....	21
3.2.4 Tanque de mezcla.....	22
3.2.5 Filtración.....	23
3.2.6 Tratamiento de las aguas.....	25

## **CAPITULO IV**

<b>4.0.</b>	Dimensionamiento, selección y/o diseño de equipos.....	32
<b>4.1.</b>	Equipos preliminares.....	32
<b>4.2.</b>	Cálculos preliminares.....	34
<b>4.2.1</b>	Tolva de alimentación.....	40
<b>4.2.2</b>	Esclusa rotativa.....	43
<b>4.2.3</b>	Tanques Metálicos (5 m <sup>3</sup> , 25 m <sup>3</sup> ).....	44
<b>4.2.4</b>	Agitadores (tanques de 5 m <sup>3</sup> ).....	49
<b>4.2.5</b>	Bombas centrifugas.....	52
<b>4.2.6</b>	Filtro prensa.....	55
<b>4.2.7</b>	Líneas de proceso.....	57
<b>4.2.8</b>	Equipos auxiliares.....	57
<b>4.3.</b>	Disposición de equipos.....	57

## **CAPITULO V**

<b>5.0</b>	Costos.....	58
<b>5.1</b>	Costos de fabricación.....	59
<b>5.2</b>	Costos de equipos seleccionados.....	59
	Conclusiones.....	60
	Bibliografía.....	61
	Planos	
	Anexos	

## PROLOGO

Este informe está orientado a una de las formas de tratamiento del polvo de acería, mediante el cual lo que se busca es transformar este producto toxico (contiene Cloro y Fluor) en un producto comercial por % de Zn que también contienen. Con el método simple de "Lavado" del polvo de acería, se consigue disminuir el % de estos dos alógenos que son muy corrosivos en medio ácido y también ayudar en la disminución de los riesgos de contaminación que el polvo de acería pueda generar al medio ambiente.

En el primer capítulo hacemos una introducción al tema del informe, mencionando sus antecedentes, objetivos y alcances.

En el segundo capítulo detallamos todo lo referente a la materia prima (polvo de acería), conceptos, como se generan y sus características.

En el tercer capítulo mencionamos todo lo referente al método utilizado para el tratamiento del polvo de acería, descripción del proceso, la capacidad de producción, las etapas del proceso del método de "Lavado"



En el cuarto capítulo tocamos la parte que corresponde al tema de este informe como son el dimensionamiento, cálculos, selección y/o diseño de los principales equipos que se requieren en la planta de tratamiento.

En el quinto capítulo consideramos la parte de costos, referentes a los costos de fabricación y costos de los equipos seleccionados.

Se termina el informe con las respectivas conclusiones, bibliografía de la información, anexos y planos correspondientes.

Finalmente Agradezco al Ing. Jesús Ocaña Egusquiza por hacerme partícipe en la elaboración del presente anteproyecto.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

El presente informe es parte de la Ingeniería Conceptual del Proyecto de Instalación y Montaje de una Planta para Tratamiento de Polvo de Acería, dicho Anteproyecto fue preparado para la empresa Guatemalteca *TENANGO Mining S.A.* que está dedicado a la exploración y explotación minera de cobre, plata y zinc y a su comercialización en forma de mineral de mina y de concentrados. Dado el importante nivel de negocios en minería (Pequeña minería) que se ha generado en los últimos años en Guatemala (*Con reservas de Zinc conocidas de aproximadamente de 3 Millones y reservas posibles de 5 Millones*), ha encontrado una oportunidad de negocio de realizar un *Proyecto de Tratamiento de Polvo de Acería*. para producir *Óxido de Zinc* como concentrado.

Los "*polvos de acería*" (Polvos residuales) son partículas sólidas (Contienen zinc, cadmio, plomo, fierro, etc.) generados en hornos de arco eléctrico, que se producen durante las operaciones de fusión de la chatarra y extracción de gases en el proceso de fabricación del acero, dichos gases con partículas finas son recogidos por un sistema de aspiración de polvos y son conducidos hasta el filtro de mangas donde son retenidos, descargados para luego ser almacenados.

A la materia prima (Polvo de Acería) se le realizaron pruebas de laboratorio, en *CTP Tournai (Bélgica)* y por el *laboratorio metalúrgico de TENANGO Mining* para conocer la composición química, también se realizaron pruebas a nivel de planta piloto donde se aplicó el "*Método de Lavado*" (el cual se explicará más adelante en la descripción del proceso) para conocer la variabilidad del proceso, el rendimiento de operación y los equipos a emplearse. Se analizaron las diversas reacciones químicas que ocurren en el proceso y los flujos en sus diferentes etapas; se obtuvieron resultados bastante importantes como el rendimiento de operación del 85%, costos bajos en reactivos (dicromato de potasio, sulfato ferroso y ácido sulfúrico), consumo de agua en el proceso ( $7,5 \text{ M}^3/\text{Hr}$ ), PH del proceso (Entre 9-10) y para el Cr los valores obtenidos fueron 0.05 a 0.010 mg/l de Cr +6 que se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) para efluentes metalúrgicos.

En base a las pruebas a nivel de planta piloto, existencia y generación de materia prima (polvo de acería), se obtuvo la capacidad de planta para el tratamiento del polvo de acería, de acuerdo a esta capacidad se tiene que dimensionar, seleccionar y/o diseñar los equipos necesarios que se requieren para el funcionamiento del proceso de "*Lavado*" a seguir.

El tema del presente informe se limita al dimensionamiento y selección de equipos mecánicos, tales como bombas, agitadores, filtro prensa, tanques de agitación y decantación, reguladores de flujo, líneas de proceso, válvulas, polipasto, etc.

## 1.1 Antecedentes

*TENANGO Mining* es una empresa situada en Guatemala, que se encuentra en un proceso de búsqueda de nuevas oportunidades de negocio en su país ó en cualquier otro, teniendo en cuenta el Marco Jurídico y estable para la Inversión Extranjera.

Dentro de esta búsqueda de oportunidades de negocio ha encontrado que existe un elevado volumen (> 100 000 tm) de residuo industrial denominado *Polvo de Acería*, que se obtiene del proceso de fundición del acero de la empresa siderúrgica *SIDEGUA* (única en Guatemala), ubicado en *ESCUINTLA*, que ha estado produciendo y almacenando por varios años (> 10 años) constituyendo un *alto riesgo* por la contaminación producida por la polución, material disperso en abundancia y partículas en suspensión, contaminando el medio ambiente y a las personas que trabajan en dicha empresa, pudiendo producirse en breve plazo un *Impacto Ambiental*.

*TENANGO Mining* desea incursionar en el reciclaje del polvo generado en los hornos eléctricos de las acerías, para recuperar el zinc y el plomo que contienen. Inicialmente procesará el *Polvo de Acería* que se produce en Guatemala, pero posteriormente lo hará con la producción de las acerías ubicadas en Centro América y Sudamérica.

En Guatemala, no existe antecedente que alguna empresa haya realizado un estudio previo sobre el tratamiento de este residuo industrial peligroso, por ello es importante el aporte de *TENANGO Mining* en el aspecto medio ambiental, al incursionar con el *Proyecto de Lavado de Polvo de Acería*.

Esta actividad constituye un doble *beneficio medioambiental*: Por un lado, se evita la contaminación que supone el vertido de este residuo y por otro constituye otra fuente de obtención de metales frente a la extracción minera, prolongando consecuentemente el ritmo de agotamiento de recursos del país. La producción aproximada de Polvo de Acería como residuo en Guatemala es de 8.000 tm/año (20-22% Zn y 2-3% de Pb) obtenido de la *empresa siderúrgica SIDEGUA*, que pueden tratarse y reciclarse con una política ambiental adecuada y darle un valor agregado a un producto reconocido como *residuo tóxico*.

Actualmente, estos residuos tóxicos se encuentran almacenados y también se encuentran mezclados con escorias resultantes del proceso de fundición y se utilizan como terraplenes (rellenos) para aumentar el área de chatarras de la acería.

## 1.2 Objetivos

Entre los objetivos del presente informe tenemos:

- Dimensionamiento, selección y/o diseño de los equipos mecánicos componentes de una *Planta para Tratamiento de Polvo de Acería*, que procesará 8000 tm/año de polvo de acería, con la finalidad de transformar los *residuos sin valor (polvo de acería)* en un *“mineral comercial”*.
- Proponer el informe del presente anteproyecto como un modelo que pueda servir y ser aprovechado en nuestro país para el tratamiento de dichos polvos (*Que son reconocidos en el mundo como residuos tóxicos*) que también se generan en los hornos eléctricos de nuestras acerías (SiderPerú, Aceros Arequipa y otros).

### **1.3 Alcance**

El alcance de este trabajo se limita a una pre-ingeniería de diseño, sin entrar en detalles avanzados de ingeniería. Se enmarca en la parte mecánica del proyecto, en las fases del dimensionamiento, selección y/o diseño de los equipos componentes de la planta tales como tolva, bombas, agitadores, tanques metálicos de agitación y decantación, reguladores de flujo, filtro prensa, líneas de proceso y válvulas.

## CAPITULO II

### CONCEPTOS GENERALES DEL POLVO DE ACERIA

#### 2.1. Introducción

Durante el proceso de fabricación del acero se genera una serie de residuos procedentes del proceso mismo y la depuración de humos, como son las escorias negras y blancas, *los polvos de acería* y los refractarios.

La materia prima principal utilizada en la fabricación del acero en el horno de arco eléctrico es la chatarra (*De todo el acero producido en el mundo, alrededor de 45% es de chatarra*) junto con pequeñas cantidades de mineral hierro, prerreducidas (carga virgen), ferroaleaciones, cal, espato-flúor, coque y oxígeno.

Una vez dentro del horno la chatarra junto al resto de materias primas se procede a la fundición, mediante la alimentación de energía eléctrica en corriente alterna trifásica y tres electrodos de grafito entre los que se hace saltar el arco eléctrico. La aparición del líquido fundido hace que el trabajo entre los electrodos sea más regular, se procede a la alimentación de cal para cubrirlo superficialmente y generar escoria, alimentación de oxígeno puro mediante un sistema de lanzas que lo inyectan, que hará que el líquido fundido se oxide (fase oxidante).

La presencia de cal en la escoria asegura la eliminación del fósforo del líquido, lo que se denomina fase de *defosforación*. Durante estas fases se genera la conocida *escoria negra*, se generan humos (gases) los cuales por un sistema de extracción (ver figura N° 2.1) son llevados a los filtros mangas donde son capturados las partículas finas (*polvo de acería*), estos caen al Transportador gusano sin fin y de allí son arrastrados hasta las bolsas de almacenamiento.

A continuación comienza la fase de afino con el objeto de obtener un metal de bajo contenido en oxígeno y eliminar la parte de azufre. El líquido fundido se alimenta al horno de afino y se cubre inmediatamente con una escoria reductora que se denomina *escoria blanca*, que permita la reducción de los óxidos metálicos presentes en el baño, esta fase se conoce como *desoxidación*.

Paralelamente a la fase de desoxidación se inicia la *desulfuración* del líquido fundido, que finalizara en el horno-cuchara, el líquido fundido se cuela por la piqueta. Una vez vaciado, el horno se vuelve a su posición horizontal y comienzan las operaciones de arreglo del mismo para la siguiente operación de fusión.

Un diagrama del proceso de fusión y afino (Ver figura N° 2.1) puede ser el siguiente (los cálculos están realizados para una tonelada de acero líquido fabricado):



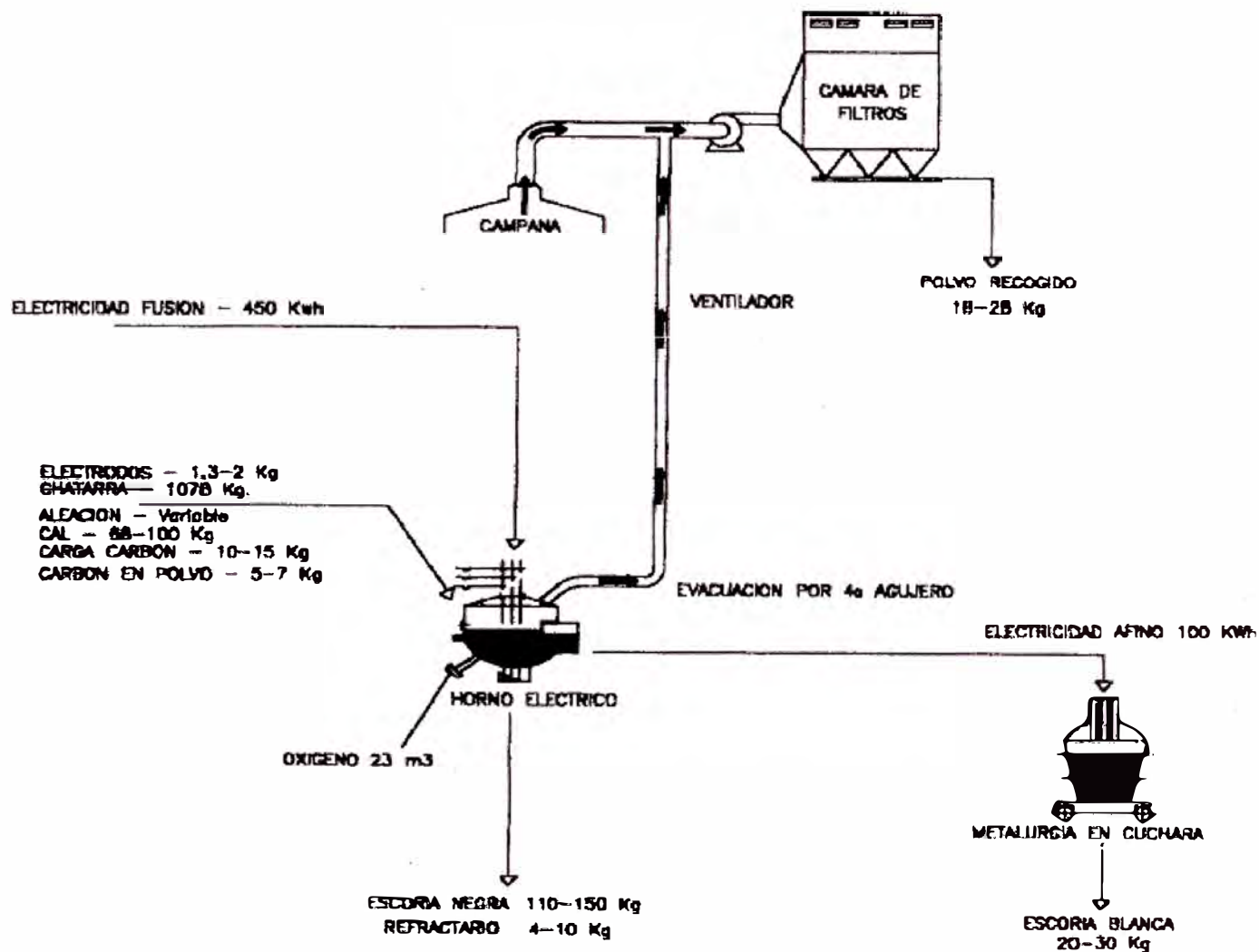


Figura N° 2.1: Diagrama del proceso de fabricación del acero

## 2.2. Generación de residuos y emisiones

Durante el proceso de fusión y afino se forman tres fases:

- Fase Líquida: formada por el líquido fundido
- Fase sólida: formada por la escoria (negra procedente de fusión y blanca procedente del afino)

- Fase gaseosa: formada por los gases de fusión y las partículas finas (*polvo de acería*)

Los residuos generados como consecuencia del proceso productivo son los siguientes:

1. Gases.- generados como consecuencia de los procesos de fusión y afino. Los gases son depurados, normalmente, en instalaciones de filtración por vía seca que retienen las partículas arrastradas por los gases. Los gases una vez depurados son emitidos a la atmosfera, mientras que las partículas retenidas en los sistemas de filtración por vía seca, conocidas como *polvos de acería*, son almacenados para su posterior gestión.
2. Sólidos.- Entre los que se pueden distinguir las *escorias* (escorias negras procedentes del proceso de fusión y escorias blancas procedentes del proceso de afino), los *Refractarios* procedentes de la rotura del refractario o de la reconstrucción y reparaciones del horno y los *Electrodos* como consecuencia de la degradación o rotura de los mismos.

La generación de residuos por tonelada de acero fabricado es la siguiente:

**Tabla: N° 2.1 (\*): Generación relativa de residuos en la fabricación de acero  
datos estimativos 1997)**

<b>Tipo de residuo</b>	<b>Proceso de origen</b>	<b>Calificación residuo</b>	<b>Generación relativa Kg/tm acero</b>
Escoria negra	Fusión	Inerte	110 – 150
Escoria Blanca	afino	Inerte	20 – 30
Polvo de acería	Fusión/Afino	Peligroso	18 – 28
Refractario	Fusión/Afino	Inerte	4 – 10
Electrodo	Fusión/Afino	inerte	1.3 - 2

(\*) (Tabla: Pag. 8; *Libro Blanco para la minimización de Residuos y Emisiones de Escorias de Acerías*)

### 2.3. Características

Los "polvos de acería " (Polvos residuales) son partículas sólidas (Contienen zinc, cadmio, plomo, fierro, etc.) generados en hornos de arco eléctrico que se producen durante las operaciones de fusión de chatarra y soplado en el proceso de fabricación y fundición del acero, son succionados por un sistema de aspiración de polvos que los conducen al filtro de mangas donde son retenidos, descargados y después almacenados.

Durante el proceso de fusión aproximadamente el 1,5% de la chatarra de acero cargada en el horno de arco eléctrico se obtiene como polvo de acería de siguientes características:

1. El polvo de acería es un material pulverulento de color pardo oscuro, constituido por partículas menores de 10  $\mu\text{m}$  con una distribución de tamaño variable.
2. Son partículas muy finas, que presentan una gran tendencia a aglomerarse (Debido a su comportamiento como material ferromagnético).
3. Según referencia de estudios de compuestos realizados a diversos polvos de diversas acerías se ha considerado que la mayor parte del material es *Magnetita*  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (También se le conoce como Óxido Ferroso-Diférrico, piedra imán u óxido de hierro magnético y su Composición química es:  $\text{FeO} = 31\%$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 69\%$ ) debido a sus propiedades ferromagnéticas, con abundancia de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  y  $\text{ZnO}$ .
4. Aunque la composición del polvo de acería es muy variable, ya que depende principalmente del tipo de chatarra utilizada y del proceso de fabricación seguido, en global se pueden distinguir *dos tipos de polvo*; los generados en la fabricación de aceros especiales (PE), donde la chatarra sufre una clasificación previa y la adición de diferentes aleaciones en función del tipo de acero a fabricar, y *polvos procedentes de la fabricación de acero común (PC) de más alto contenido en carbono, que utiliza chatarra con más impurezas procedente generalmente de galvanizados, de menor coste y mayor contenido en zinc y plomo*.
5. Las propiedades físicas como granulometría y la composición química de estos polvos, le confieren unas características que pueden hacer de ellos

graves agentes de contaminación ambiental mediante alguno de los siguientes mecanismos:

- Arrastre y dispersión de partículas por el viento
- Arrastre y dispersión física de partículas por la lluvia
- Lixiviación de los componentes por agua de lluvia con la consiguiente contaminación de cauces de agua superficial y subterránea.
- Lixiviación generalizada en los ríos cuando se produzca un episodio de contaminación ácida en los mismos.
- Corrimientos y desplomes de vertederos sobre cauces de agua.

6. La toxicidad y peligrosidad del polvo de acería (Está considerado como residuo tóxico) está determinada por el contenido en zinc, plomo, cromo y cadmio principalmente.

#### 7. Composición Química del Polvo de Acería

Esquemáticamente la composiciones química de los EAFD ( Electric Arc Furnace Dusts) son las siguientes:

**Tabla N° 2.2: composición Química**

<b>ELEMENTO</b>	<b>CONTENIDO (%)</b>
Fe	15 a 30
Zn	15 a 40
Pb	2 a 10
Cu	1.0 a 0.5
Cd	0.05 a 0.2
Cr	0.05 a 0.5
Ni	0.01 a 0.1
Ca	2 a 20
Na	0.5 a 2
K	0.1 a 2
Si	0.5 a 2
Al	0.2 a 2
Cl	2 a 6
F	0.05 a 2

**Densidad absoluta:**  $3,623 \text{ gr. / cm}^3 = 3,623 \text{ tm/M}^3$

## CAPITULO III

### PROCESO DE LAVADO DEL POLVO DE ACERIA

#### 3.1. Introducción

Estos productos (*Óxido de Zinc*) ricos en Zinc (20 al 22%) tienen un valor comercial, aproximadamente de 110 a 125 \$/tm según los precios LME (*London Metal Exchange*) del Zinc, pero su comercialización es dificultada por la presencia de Cloro (2 al 5%) y Fluoruro (0.5 al 2%).

Estos dos halógenos son muy corrosivos en medio ácido, ya que forman los ácidos clorhídricos y fluorhídricos; así pues, las normas comerciales limitan el CL al 1% y el F al 0.5%.

Estas dificultades, bloquearon la revalorización directa de los EAFD, pero esta valorización es posible de dos maneras:

- a. *Por una vía muy simple y fácil, eliminando el cloro por lavado y diluyendo el F por mezcla.*
  
- b. *Por una vía más técnica y más compleja, y también más ventajosa, tratando químicamente con soda cáustica los EAFD (*Electric Arc Furnace Dusts = Polvos de Chimeneas de Acerías*).*

La primera vía es el objeto de este primer proyecto, pero encontrará su consecuencia natural, por el desarrollo de una unidad de lixiviación y electrólisis alcalina, en los próximos años (Segundo proyecto a realizar).

Así pues, el proyecto “*Lavado de Polvo de Acería*” se articula en torno a una constante simple:

Un tratamiento simple permite transformar unos residuos sin valor comercial, los EAFD, en un “mineral comercial”.

### **3.1.1 Descripción del Proceso**

Lo resumimos en el siguiente flujograma



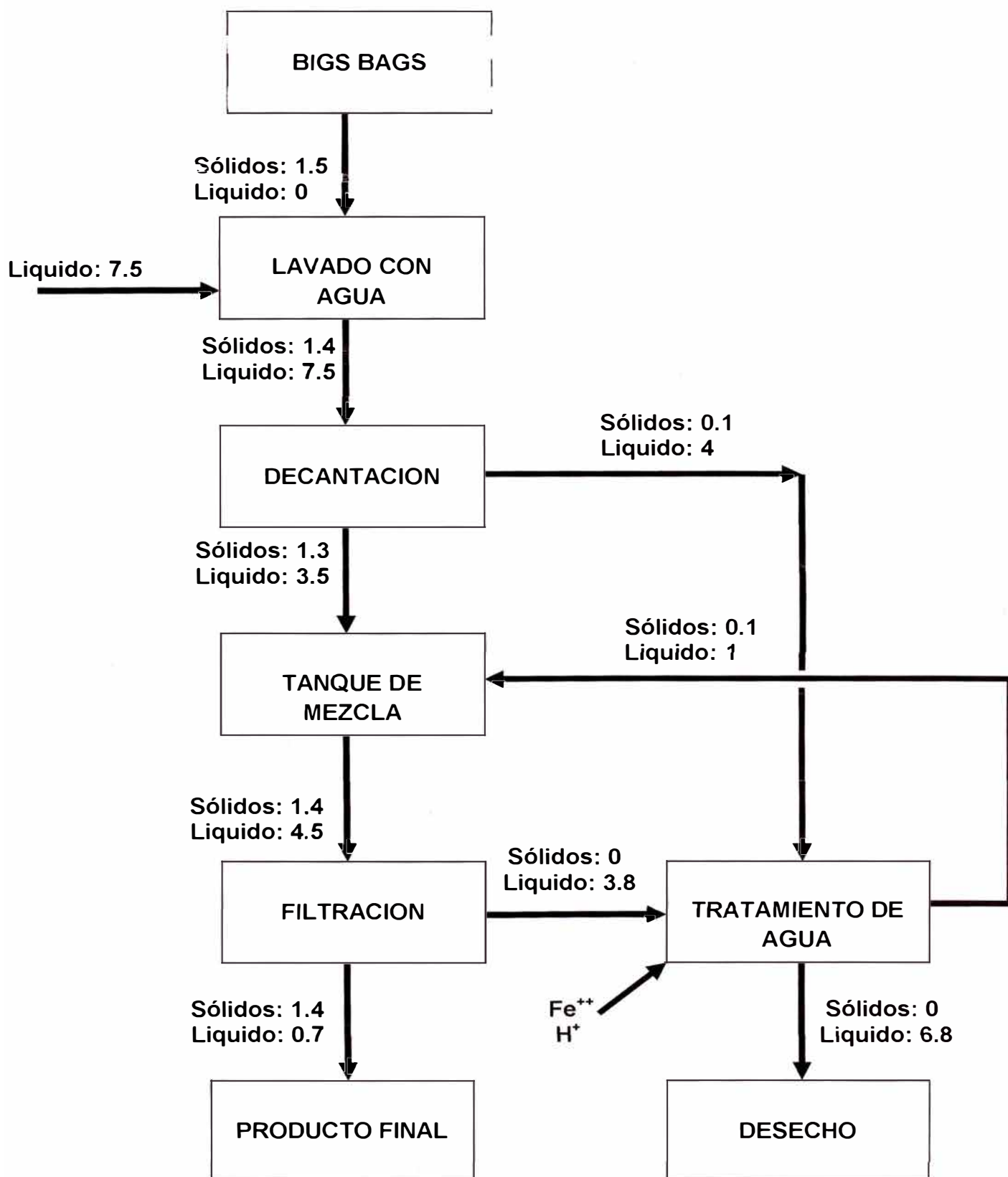


Figura N° 3.1: Flujograma del proceso

### 3.1.2 Capacidad de producción

Tenemos como dato la producción aproximada de Polvo de Acería como residuo en Guatemala que es de 8.000 tm/año (20-22% Zn) obtenido de la *empresa siderúrgica SIDEQUA* (ver punto 1.1).

En base a las pruebas a nivel de planta piloto, existencia y generación de materia prima (polvo de acería), se obtuvo un aproximado de la capacidad de planta para el tratamiento del polvo de acería. Con las pruebas a nivel de planta piloto donde se aplicó el "*Método de Lavado*" se pudo conocer la variabilidad del proceso, el rendimiento de operación y los equipos necesarios a emplearse.

Se analizaron las diversas reacciones químicas que ocurren en el proceso y los flujos en sus diferentes etapas; se obtuvieron resultados bastante importantes como el rendimiento de operación del 85%, costos bajos en reactivos (dicromato de potasio, sulfato ferroso y ácido sulfúrico), relación sólido-líquido de 5/1 o sea 1 tm de polvo de acería para 5 M<sup>3</sup> de agua, PH del proceso (Entre 9-10) y para el Cr los valores obtenidos fueron 0.05 a 0.010 mg/l de Cr<sup>+6</sup> que se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) para efluentes metalúrgicos.

Según lo mencionado anteriormente para el dimensionamiento de la planta se considero aproximadamente lo siguiente:

Capacidad de Procesamiento de polvo de acería: 8000 tm/año

Capacidad de producción del producto final (torta húmeda): 6800 tm/año

## **3.2. Etapas del Proceso Lavado**

### **3.2.1 Almacenamiento, Carguío y Alimentación**

El polvo de acería provenientes de la Planta de SIDEGUA vendrán a la Planta de Lavado de Polvo de Acería en sacos big bag (soportados en parihuelas) de 1 Tonelada y se descargará mediante un Montacarga de capacidad 2 toneladas. Luego los trasladará a un almacén cercano a la planta de operaciones.

Para llenar la tolva de almacenamiento de el operador del Montacargas trasladará la parihuela del almacén a la zona de izaje, donde personal de operaciones colocará los ganchos de los estrobos (Cable + 04 ganchos de fierro) a los sacos de big bag, y con la ayuda de un Polipasto Eléctrico de 2t lo levantará hasta una plataforma metálica (Estará instalada encima del tanque de almacenamiento) para comenzar a descargar el Polvo de Acería.

La metodología de descarga ha emplear es abrir con un cuchillo la bolsa BIG BAG (Funda de polipropileno de alta resistencia) por un costado (cerca de la base) o desamarrar la soguilla de ajuste que se encuentra en la base para evitar la polución del material y evitar la contaminación.

### **3.2.2 Puesta en Suspensión (Lavado del Polvo de Acería)**

El Polvo de Acería almacenado en la tolva será descargado mediante un dosificador de polvos (1,5 tm/Hr) a un tanque de 5 M<sup>3</sup>, donde se mezclará con el agua (7.5 M<sup>3</sup>/Hr.) suministrado por un pozo que será construido durante la ejecución del proyecto en una relación sólido-líquido de 5/1. El tanque estará provisto de un agitador, para que se

realice una fuerte mezcla ya que la absorbencia no es muy buena (Los metales pesados son poco solubles).

La regulación de la concentración sólida (15,73% de sólido) estará garantizada por que la tolva dosificadora dispondrá de un vibrador eléctrico mediante el cual se hará vibrar la tolva, haciendo que se desprenda partes del producto que se podría pegar en las paredes.

Luego de mezclarse el polvo de acería con el agua y con agitación constante, la solución se evacuará por reboce a los tanques espesadores de lavado y decantación.

### **3.2.3 Lavado / Decantación**

La solución Pulpa (Sólidos + líquido) de alimentación formada generalmente de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  y  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) ingresa al pre-decantador ubicado en la zona central de los Tanques Espesadores (Tanques de lavado y decantación donde se realizan la separación continua de sólido-líquido) a través de una tubería, donde los sólidos en suspensión se dejan decantar (Los metales son retenidos y decantados como hidróxidos) y luego ocurre un posterior espesamiento de los lodos (Sin necesidad de agregar un floculante, pero podría evaluarse su uso, como se considera en el desarrollo del Proyecto) a fin de conseguir la mayor concentración posible y por tanto, el menor volumen posible de lodos a gestionar.

La solución líquida sobrenadante (Pobre o libre de metales) ó sea el overflow libre de sólidos asciende a través del lecho fluido hacia la superficie, siendo evacuado por medio de una canal periférico de

rebose hacia los Tanques de Tratamiento de Agua y se dispondrá de un lodo concentrado (Hidróxidos metálicos de Zn, Fe, Pb, Cd) en la descarga. La interface sólido-líquido formada por el lecho fluido y el líquido clarificado se podría controlar automáticamente mediante sensores o en forma manual.

La pulpa en el cuál se encuentra incluido el Hidróxido de Calcio (Polvo de color blanco) y el Ácido Ortosilícico (Precipitado gelatinoso) se mezclan con los hidróxidos metálicos y tienen la propiedad de ser poco solubles en agua. El espesado por decantación se realiza dejando sedimentar el producto (Lodos metálicos de polvo de acería de color blanco) durante un tiempo aproximado de 1 hora (Con el tiempo, gracias al  $\text{CO}_2$  atmosférico, la cal se carbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) y rigidiza). La concentración sólida del producto saliente (Lodos metálicos de polvo de acería) ó sea el underflow será un promedio proporcional a los volúmenes y concentraciones de la solución que ingresa, para el proyecto se ha considerado un 10% del sólido.

También dentro del proceso ocurre otra reacción importante, como resultado de la reacción entre los productos obtenidos en las reacciones principales del tanque de lavado y que luego del proceso de Filtración va a permitir posteriormente en el proceso de Tratamiento de Agua reducir el Cromo hexavalente a trivalente.

#### **3.2.4 Tanque de Mezcla**

Luego de realizar la purga manual o automática de los lodos (underflow) de los Tanques Espesadores en forma alternada, se receptiona en un

Tanque de Mezcla de 5 M<sup>3</sup> (Tanque cilíndrico de acero y abierto para la toma de muestras de la solución) donde se va a obtener una distribución espacialmente homogénea de dos o más fases inicialmente separadas. Aquí una de las fases ha de ser la fase líquida (Agua) y la otra la fase sólida (Lodos metálicos).

El Tanque contará con un agitador accionado por un motor eléctrico que va a tener como objeto mantener una solución homogénea e impedir que decanten las partículas de la solución a bombearse hacia el filtro prensa.

En la práctica, el diseño de la agitación ha de atender a dos factores: El grado de homogeneidad y el tiempo de mezcla. Luego de realizarse la agitación y disponer de una solución homogénea, se abre la válvula de descarga situada en la parte inferior del tanque el cual se encuentra conectado a una bomba centrífuga horizontal. La solución será bombeada al filtro prensa en forma manual o automática dependiendo del nivel de la solución del Tanque de Mezcla.

### **3.2.5 Filtración**

La solución rica en sólidos (Zn, Fe, Pb, Cu, Cr) se recepciona en un Filtro Prensa de Placas (Se compone de una serie de placas verticales, yuxtapuestas y acopladas), que contará con un sistema hidráulico-neumático que puede ser automático o semiautomático.

Esta disposición de placas verticales forman cámaras de filtración que permiten la fácil mecanización de la descarga de las pastas (Sólido blanco).

La solución (1,4 tm/Hr de sólidos + 4,5 M<sup>3</sup>/Hr de líquido) se alimenta a través de orificios para ser prensado en la cámara de filtración. Están generalmente colocados en el centro de estas placas permitiendo una distribución adecuada del flujo, presión adecuada y mejor drenaje del lodo dentro de la cámara.

Los lodos sólidos se acumulan gradualmente en la cámara de filtración hasta que se genera una pasta compacta final que es descargada como producto final (ZnO). El producto final (Galletas de Filtración o torta húmeda) tendrán la siguiente composición química: Zn = 22 a 24%, Pb = 3 a 4%, Cl = 0,5 a 1% y F = 0,5 a 1% y son casi comerciales directamente.

El agua filtrado (3,8 M<sup>3</sup>/Hr. y Cero de sólidos) obtenido en el filtro prensa durante el proceso de filtración es recolectado y a través de una tubería es enviado hacia los Tanques de Tratamiento de Agua. La solución filtrada tendrá los siguientes parámetros:

- Composición Química = Estarán libre de Zn, Pb, Cu, Cd, Sn, Ni (< 1 mg / l) y el Cr de 0,05 a 0,010 mg / l se encontrará bajo la forma hexavalente (+6). Este elemento que es altamente tóxico y cancerígeno, si es importante tratarlo con los reactivos químicos (Sulfato Ferroso (Agente altamente reductor) y el Ácido Sulfúrico)

para reducirlo a Cromo trivalente (+3) y precipitarlo como Hidróxido Crómico  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  en la etapa del Tratamiento de Agua. El valor máximo que pide la Ley General de Aguas es de 1 mg / l, el valor que se va obtener se encontrará debajo del valor límite permitido para el Cromo Hexavalente en efluentes líquidos.

- PH = Entre 9 a 10 (Inicia en 4 y culmina en 9,5). El pH es uno de los parámetros que se debe controlar, pues permite optimizar las operaciones y contribuir a un uso más eficiente de los reactivos químicos (Para nuestro proyecto es el sulfato ferroso y el ácido sulfúrico).

La escala adoptada para determinar su valor es de 0 a 14. Las soluciones que tienen pH 7 tienen carácter neutro; las de pH menor a 7 tienen carácter ácido y las de pH mayor a 7 tienen carácter básico. Para nuestro proyecto la solución filtrada tendrá un carácter básico.

La limpieza de las membranas del Filtro Prensa puede llevarse a cabo entre 15-30 operaciones del proceso usando spray de agua a altas presiones (80-100 bar). La limpieza esta sincronizada con la separación de las placas. Esto permitirá la conservación y durabilidad del equipo.

### **3.2.6 Tratamiento de agua**

Los 02 Tanques de Tratamiento de Agua de capacidad 25  $\text{M}^3$  recepcionarán las aguas de filtrado del Filtro Prensa y el overflow de los Tanques Espesadores.



Estas aguas están considerados como efluentes metalúrgicos por la presencia de los metales pesados (Contiene Cromo Fierro, Zinc, Plomo, Cobre) y se obtiene generalmente, como una solución con un contenido bajo o insignificante de sólidos en suspensión debido a que provienen del circuito de Espesamiento y Filtración para la obtención de producto principal (ZnO). Existe varios métodos de tratamiento como son: El Método de Reducción y Precipitación, Método de Adsorción con Carbón Activado y el Método de Osmosis Inversa.

Para el desarrollo del Proyecto se ha previsto elegir el *Método de Reducción y Precipitación*, que consiste en reducir el Cromo hexavalente ( $\text{Cr}^{+6}$ ) a Cromo trivalente ( $\text{Cr}^{+3}$ ) y su posterior precipitación como  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  obteniendo un producto no perjudicial.

### **Pasos del Trabajo Experimental: Método de Reducción y precipitación**

#### **1) Reducción**

En esta etapa se inicia el tratamiento de la solución del Cromo ( $\text{Na}_2\text{Cr}^{+6}\text{O}_7$ ), por adición del catalizador y el agente reductor para el  $\text{Cr}^{+6}$ , proceso de la reacción química de la reducción (Controles: Agitación y control de pH).

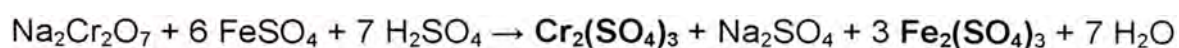


El agente reductor empleado para el Proyecto puede ser el Sulfato Ferroso o el Cloruro Ferroso, que son reactivos poco costosos.

El catalizador líquido empleado fue el Ácido Sulfúrico, que es una sustancia que actúa en la reacción química como acelerador y garantiza la reacción.

Sulfato Ferroso: Es un agente altamente reductor y para esta técnica el agente se emplea en forma de solución con una concentración que depende de su fuente, se mezcla con el efluente (Que se obtiene de las aguas de lavado del Filtro Prensa y el overflow de los Tanques Espesadores) que contiene dicromato para reaccionar químicamente. El cromo  $\text{Cr}^{+6}$  se reduce a cromo  $\text{Cr}^{+3}$  facilitando así la precipitación subsiguiente, el ión ferroso,  $\text{Fe}^{+2}$  se oxida a férrico,  $\text{Fe}^{+3}$  y posteriormente con la adición de un agente neutralizante precipitarán los hidróxidos formados.

Dicromato de Sodio: El cromo disuelto en el efluente metalúrgico del Proyecto ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  sustancia fuertemente oxidante) se encuentra en la forma hexavalente ( $\text{Cr}^{+6}$ ) que es un estado altamente oxidado. Con esta valencia el cromo se presenta como ion cromato ( $\text{CrO}_4^{-2}$ ) y como ión dicromato ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ ), la abundancia relativa de una u otra en estas formas depende del pH del efluente. El ion dicromato prevalece por debajo de  $\text{pH} = 7$  y se transforma a ion cromato por encima de este valor; ambos son muy estables dentro de esos rangos de pH. Pero también es necesario considerar la presencia de la Cal ( $\text{CaO}$ ) en las reacciones de la solución que se producen que elevan el pH a 8,5. La reacción química se detalla a continuación:



## 2) Neutralización

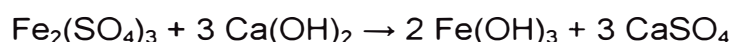
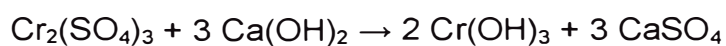
En esta etapa es donde se adiciona el agente neutralizante, el  $\text{Cr}^{+3}$  precipitará formando un producto de características insolubles,  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ , el cuál es manejable y menos perjudicial (Controles: Agitación y control de pH).



La reacción de precipitación se puede lograr mediante la adición de Cal ( $\text{CaO}$ ), Hidróxido de Calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , Hidróxido de Sodio  $\text{Na}(\text{OH})$ , Carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) u otro agente alcalino. El uso de la Cal ( $\text{CaO}$ ) es preferido debido a su precio bajo y amplia disponibilidad. La precipitación ocurre desde  $\text{PH} = 7,5$  a  $8,5$ , pero es completa cuando se alcanza  $\text{pH} = 10$ .

El precipitado obtenido  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  tiene valor comercial y puede ser vendido o tratado posteriormente para obtener cromo metálico, cromita ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) o para regenerar el dicromato de sodio.

La reacción química se detalla a continuación:



En este caso también se produce la precipitación del Hidróxido Férrico  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , que se inicia desde  $\text{pH}=4,0$  y culmina a aproximadamente  $\text{pH}=9,5$ . Ello genera un gran volumen de

precipitado que contamina la pureza del precipitado de  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  obtenido a mayor pH.

Estas técnicas, sirven como referencias para iniciar el tratamiento de soluciones con contenidos de cromo, mediante el uso del Sulfato Ferroso líquido, agente altamente reductor y la cal que presentan ventajas técnicas en su proceso.

### 3) Sedimentación

Finalmente a la solución neutralizada obtenida (Precipitados de Hidróxido Crómico  $\text{Cr}(\text{OH})_3$  y Hidróxido Férrico  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ) se adiciona un polímero (Floculante) que floclula las partículas finas y permiten que la velocidad de la sedimentación aumente, dando lugar a la separación de la fase líquida y sólida por filtración (1,4 tm/Hr. y 4,5  $\text{M}^3/\text{Hr.}$ ) (Controles: Agitación y control de pH).



En esta etapa se manifiesta mediante la aceleración de la velocidad de sedimentación de los sólidos suspendidos, por la acción del floculante aniónico (Superfloc A-110), en este proceso las partículas finas se floclulan formando agrupaciones de mayor volumen y peso, el comportamiento fisicoquímico de estas partículas finas se desarrolla por la adherencia de unas tras otras, a través de las cargas positivas que presentan al juntarse con las cargas negativas del floculante, por lo tanto, el sedimento va tomando mayores dimensiones el cual permite que caigan por gravedad en la base del

reactor y de esta forma el proceso garantiza la efectividad de la separación sólido-líquido (clarificación). La reacción química se detalla a continuación:



Las pruebas que se realizaron a nivel de Planta Piloto (Pilotaje) demuestran que se puede obtener una buena separación mediante la Sedimentación.

Las aguas del lavado (Solución filtrada clara) tendrán un pH = 9 a 10 (Tiene carácter básico) y estarán libres de los metales pesados de Zn, Pb, Cu, Cd, Sn, Ni (< 1 mg / l) y de 0.05 a 0.010 mg / l de Cr +6, lo que excluye su desecho sin tratamiento previo.

Según el *Reglamento de la Ley General de Aguas* (D.S. N° 007-83-SA), se establecen como valores límites para el Cromo hexavalente en la siguiente tabla:

Elemento	Límite (mg / l)	Tipo	Uso
Cromo	0,05	I	Aguas de abastecimiento doméstico con simple desinfección.
Cromo	0,05	II	Aguas de abastecimiento doméstico con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación, sedimentación, filtración y coloración aprobados por el Ministerio de Salud.
Cromo	1,00	III	Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales.
Cromo	5,00	IV	Aguas de zonas recreativas de contacto primario (Baños y similares).
Cromo	0,05	V	Aguas de zonas de pesca de mariscos.
Cromo	0,05	VI	Aguas de zonas de preservación de fauna acuática y pescas recreativa y comercial.

**Tabla N° 3.1: Valores límites para el cromo hexavalente**

Para el caso de nuestro Proyecto se puede observar que los valores obtenidos de 0.05 a 0.010 mg/l de Cr +6 se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) para efluentes metalúrgicos y por lo tanto no se tendría problemas y se podría desechar al desagüe (6,8 M<sup>3</sup>/Hr y cero sólidos) o reutilizarlo en otras actividades según lo establecido en el Reglamento de la Ley general de Aguas y también aceptado por las Leyes Ambientales Europeas.

## CAPITULO IV

### DIMENSIONAMIENTO, SELECCIÓN Y/O DISEÑO DE EQUIPOS

De acuerdo a las etapas del proceso mencionados en el punto 3.2. se ha elaborado 02 alternativas de diagrama de flujo para el "Proceso de Lavado", los cuales se pueden apreciar en los planos Nro PY-001-01 (alternativa 1) y PY-001-02 (alternativa 2).

La alternativa 1 fue seleccionada para el presente anteproyecto, el cual se tomo como referencia para el dimensionamiento, selección y/o diseño de equipos, tal como se muestra a continuación.

#### **4.1. Equipos preliminares**

Para el funcionamiento de la planta de tratamiento del polvo de acería se consideran los siguientes equipos principales:

- 1) Una tolva de Alimentación: Recipiente metálico para el almacenamiento del polvo de acería para un determinado tiempo
  
- 2) Una esclusa rotativa: Regulador de flujo del polvo de acería que ingresa para ser procesado en la planta.

- 3) Un tanque de puesta en suspensión: Tanque de mezcla del polvo de acería con agua en una proporción de 1:5
- 4) Dos tanques de Lavado /Decantación: Recipientes de sedimentación de los sólidos del fluido que provienen del tanque de puesta en suspensión.
- 5) Un tanque de mezcla: Recipiente que recibe los underflow de los tanques de decantación y de los tanques de tratamiento de agua.
- 6) Dos tanques de tratamiento de agua: Recipiente que recibe el overflow de los tanques de decantación y los líquidos filtrados del filtro prensa.
- 7) Un filtro Prensa: Equipo de prensado de los sólidos provenientes del tanque de mezcla.
- 8) Dos agitadores verticales: Equipos utilizados en la agitación del fluido de los tanques de puesta en suspensión y tanque de mezcla.
- 9) Dos bombas horizontales: Equipos de impulsión de fluidos (underflow) hacia el filtro prensa.
- 10) Una bomba vertical: Equipo para bombear los derrames y otros que llegan al sumidero de la planta.
- 11) Equipos Auxiliares: Montacarga, cargador frontal, polipasto eléctrico



## 4.2. Cálculos Preliminares

Para los recipientes metálicos cuyo tamaño permiten su armado total en el taller (Los tanques pueden tener un diámetro máximo de 6,1 m), se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones de diseño y cálculo (Referencia: Código ASME, sección VIII, división 1)

### **Materiales.**

Los materiales seleccionados deben proporcionar una adecuada resistencia y una vida de servicio promedio de 20 años. Cuando se utilizan materiales de mayor resistencia los espesores mínimos requeridos por las normas no deben ser reducidos.

### **Placas.**

Las especificaciones de acuerdo a la última edición del ASTM o equivalente:

A 36 o equivalente

A 283 Grados C o D o equivalente.

A 285 Grado C o equivalente.

### **Electrodos para soldadura de arco protegido.**

Los electrodos deben ser de la serie E60XX y E70XX (las características eléctricas, la posición de la soldadura, y otras condiciones del uso previsto) última edición del AWS A-5.1 o equivalente.

### **Tubería.**

La tubería debe ser conforme a los grados A o B de la última edición de la especificación 5L del API o equivalente; ASTM A 53 o ASTM A 106 o equivalente.

**Bridas.**

Las bridas deslizables y de cuello soldable deben cumplir con los requisitos del material para forjas de acero al carbono, conforme a lo especificado en el ASME B16.5 o equivalente.

**Diseño del fondo.**

- a) Las placas deben tener un espesor nominal mínimo de 6 mm (1/4 pulg) más el factor por corrosión y un peso mínimo de 0,488 kPa (10,2 lb/pie<sup>2</sup>).
- b) Los fondos planos deben sobresalir por lo menos 25 mm (1 pulg) hacia fuera del diámetro exterior de la soldadura de unión del fondo con la envolvente.
- c) Sus juntas de las placas deben ir soldadas a tope. La soldadura debe efectuarse de manera de obtener penetración completa en el metal base.

**Unión fondo-envolvente.**

Si el fondo es con ceja, la unión debe ser junta a tope con soldadura doble y con penetración completa o por soldadura doble juntas a traslape con filete total.

**Diseño de la envolvente.**

El espesor nominal de las placas no debe ser menor que lo siguiente:

Diámetro nominal de tanque hasta 3,2 m (10,5 pies) inclusive: 5 mm (3/16”).

Diámetro nominal de tanque mayor de 3,2 m (10,5 pies): 6 mm (1/4”).

El factor de la eficiencia de las juntas soldables debe ser de 0,85 cuando el radiografiado de las juntas sea por puntos.

El espesor de la pared por condición de diseño, se calcula con base al nivel del líquido, tomando la densidad relativa del fluido establecido por el usuario.

El espesor por condiciones de prueba hidrostática se obtiene considerando el mismo nivel de diseño, pero ahora utilizando la densidad relativa del agua.

### **Soldadura**

Todas las soldaduras serán aplicadas mediante el proceso de arco eléctrico sumergido, arco con gas inerte o electrodos recubiertos. Estos procesos pueden ser manuales o automáticos. El tanque deberá ser diseñado de tal forma que todos los cordones de soldadura sean verticales, horizontales y paralelos, para el cuerpo y fondo.

Todas las juntas de la envolvente deben ser soldadas a tope con penetración completa y sin usar solera de respaldo.

### **Inspección y pruebas.**

Una vez realizada la soldadura o soldaduras, éstas se someterán a pruebas y ensayos como: ultrasonido, radiografiado, líquidos penetrantes, dureza, etc., donde la calidad de la soldadura es responsabilidad del fabricante.

### **Diseño mecánico de recipientes:**

Para el cálculo del diseño mecánico de todos los equipos proyectados se ha seguido de manera general el código **ASME sec8/1**, de tal forma que para el cálculo del grosor de un cilindro se utiliza la expresión:

Expresión para el cálculo del grosor de un cilindro:

$$t = \frac{P_d \cdot R}{SE - (0,6 \cdot P_d)} + C_1 + C_2 \quad (1)$$

Donde:

t es el grosor en (mm)

Pd es la presión de diseño (bar)

R es el radio en (mm)

S es el valor de resistencia a la tracción (bar)

E es el valor del radiografiado.

C1 es el coeficiente de sobre espesor por corrosión

C2 es el coeficiente de sobre espesor por defecto de fabricación.

Los parámetros de diseño necesarios según cada equipo vienen definido por las siguientes expresiones:

Presión de diseño (en bar):

$$P_d = P_{op.} + 1 \quad (2)$$

$$P_d = 1,1 * P_{ov.} \quad (2) \text{ bis}$$

Se calcularán ambas presiones y se considerará en el diseño la más elevada, además se le añade siempre la presión debida a la columna de líquido:

$$P_{col.liquido} = \varphi \cdot g \cdot h \quad (3)$$

Temperatura de diseño (en °C):

$$T_d = T_{op.} + 20^\circ C \quad (4)$$

Donde:

**P<sub>d</sub>** y **T<sub>d</sub>** son presión y temperatura de diseño respectivamente en (bar) y (°C).

**P<sub>op.</sub>** Y **T<sub>op.</sub>** son la presión y temperatura de operación en (bar) y (°C).

**ρ** es la densidad del líquido confinado en el equipo (Kg/m<sup>3</sup>)

**g** es la aceleración de la gravedad (m<sup>2</sup>/s).

**h** es a altura de columna de líquido.

Valores de C1 y C2:

C1 corresponde al valor de sobre espesor por corrosión y equivale a 1 mm.

C2 sigue la expresión siguiente:

$$C_2 = 0,2(6 - t) + 0,07 \cdot t + 1 \quad (5)$$

Por tanto la expresión (1) sustituida quedaría como sigue:

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E - 0,6 \cdot P} + 0,2 \cdot (6 - t) + 0,07 \cdot t + 1 \quad (6)$$

Estas son las directrices básicas para el diseño mecánico del cuerpo cilíndrico o virola, a partir de aquí se seleccionaran las expresiones pertinentes para los distintos fondos también recogidas en el código ASME.

Cuerpo del recipiente: Cilíndrico + Fondo Tronco cónico:

Se plantea como el cálculo de espesor en un cilindro, con la salvedad que el cálculo de volumen se realizará siguiendo la expresión:

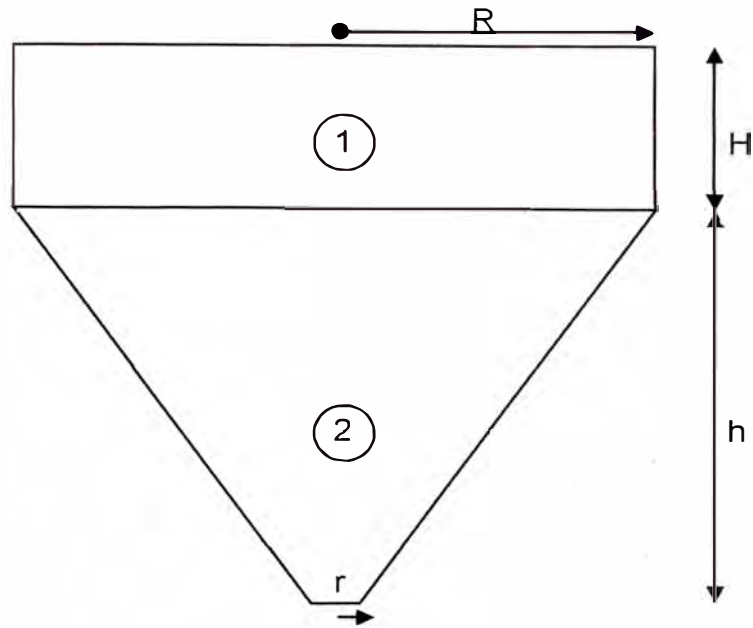


Figura N° 4.1

$$V_{\text{Tanque}} = V1 + V2 \quad (7)$$

$$V1 = \pi R^2 H$$

$$V2 = \frac{\pi h}{3} (R^2 + r^2 + Rr)$$

El volumen quedará repartido entre el cuerpo cilíndrico (virola) y el fondo cónico

Cuerpo del recipiente: Prisma recto + Tronco de pirámide:

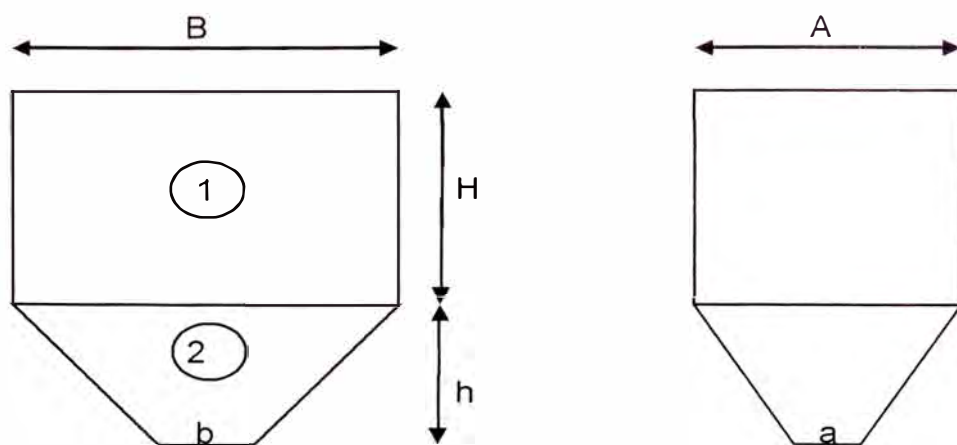


Figura N° 4.2

$$V_{\text{Total}} = V_1 + V_2 \quad (8)$$

$$V_1 = A \times B \times H$$

$$V_2 = \frac{h}{3} (BA + ba + \sqrt{BAba})$$

#### 4.2.1 Tolva de alimentación

Bases de cálculo:

- Capacidad de procesamiento de la planta es de 8000 tm/año de polvo de acería.
- Funcionamiento de la planta: 11 meses/año, 3 turnos x día, 8 hrs/día
- Densidad del polvo de acería:  $\rho = 3.623 \text{ gr/cm}^3 = 3.623 \text{ tm/m}^3$

Cálculos:

$8000 \text{ tm/año} : 11 \text{ meses/año} \approx 727 \text{ tm/mes} \approx 24 \text{ tm/día}$  (polvo a tratar)

Los resultados de las pruebas a nivel de planta piloto (laboratorio) se dieron para una proporción de 1/5 del polvo de acería respecto al agua:

Peso polvo de acería/Peso del agua = 1.5/7.5

Según lo anterior para el presente anteproyecto se tiene:

Flujo de polvo de acería a tratar = 1.5 tm/hr

Flujo de agua = 7.5 m<sup>3</sup>/hr

Para 1 hora tenemos:

$$\rho = 3.623 \text{ tm/m}^3 = m/v \quad \Longrightarrow \quad v = \frac{1.5 \text{ tm}}{3.623 \text{ tm/m}^3} = 0.414 \text{ m}^3$$

$v = 0.414 \text{ m}^3$  (Volumen que ocupa 1.5 tm de polvo de acería)

Según lo anterior elaboramos el siguiente cuadro:

Opción	Volumen de tolva (m <sup>3</sup> )	Peso del polvo (tm)	Tiempo de abastecimiento (hora)
1	0.414	1.5	1
2	0.828	3.0	2
3	1.242	4.5	3
4	1.656	6.0	4
5	2.070	7.5	5
6	2.484	9.0	6

**Tabla N° 4.1**

De acuerdo a la tabla N° 4.1 se elige el volumen de la opción 4, pero tomando en cuenta los espacios muertos que debe tener la tolva se selecciona que:

**Volumen total de la tolva = 2 m<sup>3</sup>**

De acuerdo al dato anterior y para un tiempo de abastecimiento de 4 horas, diseñamos la tolva calculando sus dimensiones considerando el recipiente de forma prisma recto + Tronco de pirámide de bases paralelas rectangulares.

Para:

A = 1 m ; B = 1.5 m ; H = 1.1 m ; h = 0.7 m ; a = 0.12 m ; b = 0.19 m

Reemplazando datos en la formula (8) y según Figura N° 4.2 tenemos:

$$V_{\text{Total}} = V_1 + V_2$$



$$V1 = A \times B \times H$$

$$V2 = \frac{h}{3} (BA + ba + \sqrt{BAba})$$

$$V_{\text{Total}} = 2.05 \text{ m}^3$$

Tomando en cuenta el espacio muerto consideramos 0.2 mt más de altura, luego las medidas finales para su fabricación serán:

$$A = 1 \text{ m} ; B = 1.5 \text{ m} ; H = 1.3 \text{ m} ; h = 0.7 \text{ m} ; a = 0.12 \text{ m} ; b = 0.19 \text{ m}$$

(Ver plano N° 03)

### **Cálculo del espesor del material de la tolva**

Tomando en cuenta los cálculos realizados en los puntos 2 y 1 (ver 4.2.3) y considerando los siguientes criterios:

Tanque lavado/decantación, que soporta un peso de 32 Tm se calculo un espesor de 5 mm.

Tanque de puesta en suspensión, que soporta un peso de 5.76 Tm se calculo un espesor de 3 mm.

Para este caso la tolva soporta un peso aproximado de:

$$3.623 \text{ tm/m}^3 \times 2.05 \text{ m}^3 = 7.43 \text{ tm}$$

Calculamos el espesor del material en: **t = 3/16"**

### **Superficie metálica**

Luego de la fabricación de la tolva, esta será arenado según norma SSPC – SP6 (arenado comercial), aplicación de pintura epoxica base anticorrosivo (espesor de 200 micrones) y una capa base de acabado. Posteriormente internamente será recubierto con material antiabrasivo (planchas de Tivar 88 de 4 mm de espesor).

#### 4.2.2 Esclusa rotativa

Para este caso la selección de la esclusa alveolar nos basaremos en el diseño desarrollado por INGETECSA y su amplia experiencia en el sistema BSH.

Seleccionamos la esclusa para una dosificación intermitente de 2 minutos de alimentación al proceso por 10 minutos de parada del equipo. En 1 hora el volumen a descargar durante una alimentación constante es:

$$p=3.623 \text{ tm/m}^3=m/v \implies v=1.5 \text{ tm} : 3.623 \text{ tm/m}^3= 0.414 \text{ m}^3$$

$v=0.414 \text{ m}^3$  (Volumen que ocupa 1.5 tm de polvo de acería)

Siendo la alimentación intermitente de 2' por cada 10', se tiene que el equipo opera solo 10' por hora; según esto calculamos el caudal que debe tener la esclusa a seleccionar, considerando que en los 10' se debe alimentar un volumen de  $0.414 \text{ m}^3$ :

$$Q=0.414 \text{ m}^3 / 10 \text{ min} = 2.484 \text{ m}^3/\text{hora} \implies Q= 2.5 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Para un caudal de  $2.5 \text{ m}^3/\text{hora}$  y un grado de llenado del 100% utilizamos el diagrama N° A 1.3 (ver anexo) seleccionamos la Esclusa DN 200 de 6 alveolos con vaciador, con un régimen de velocidad de  $12.8 \text{ min}^{-1}$ .

Utilizando la tabla N° A 1.2 (ver anexo) seleccionamos la potencia teórica del motor eléctrico:

$$\text{Potencia}=0.0106 \text{ Kw} \times \text{min} \times 12.8 \text{ min}^{-1} = 0.14 \text{ Kw}$$

### 4.2.3 Tanques Metálicos (5 m<sup>3</sup>, 25 m<sup>3</sup>)

#### 1) Tanque de puesta en suspensión

En este tanque se mezcla el polvo de acería con agua en una proporción de 5 a 1, siendo 7.5 m<sup>3</sup>/hr de agua con 1.5 Tm/hr de polvo (0.414 m<sup>3</sup>/hr)

Equivalente a un flujo total aproximado de 7.9 m<sup>3</sup>/hr

Según el punto 4.2.2 la alimentación del polvo de acería es intermitente de 2' por cada 10' y el flujo de la esclusa seleccionada es de 2.5 m<sup>3</sup>/hr equivalente a 0.0416 m<sup>3</sup>/hr.

Para el cálculo del volumen del tanque consideramos solo 6' de carga de polvo en 36' de flujo de agua, los cuales equivalen a:

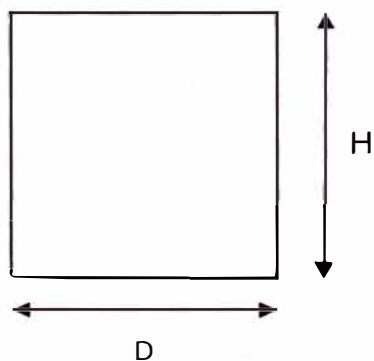
En 6' tenemos: 0.0416m<sup>3</sup>/min x 6 min = 0.25 m<sup>3</sup> de polvo

En 36' tenemos: 7.5 m<sup>3</sup>/hr X 36 min x 1 hr/60min = 4.5 m<sup>3</sup> de agua

Volumen del tanque a calcular = 4.5 m<sup>3</sup> + 0.25 m<sup>3</sup> = 4.75 m<sup>3</sup>

Luego diseñamos el tanque para un volumen neto de: 5m<sup>3</sup>

Para: H = 1.86 m ; D = 1.86 m



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

Remplazando datos:

$$V = 5.05 \text{ m}^3$$

Tomando en cuenta la línea de descarga del tanque, le agregamos 0.29 mt a la altura del tanque, con el cual tenemos las medidas finales para su fabricación:

$$H = 2.15$$

$$D = 1.86 \text{ mt} \quad (\text{Ver plano N}^\circ 03)$$

### **Cálculo del espesor del material**

De manera similar al punto 2 (ver siguiente punto), realizamos los cálculos del espesor.

Calculo de la presión de operación:

$$P = H \cdot g \cdot \rho$$

$$P = (1.86)(9.81)(1.14)(10^3) = 2.1 \times 10^4 \text{ Kg/m}^2 \cdot \text{s}^2 = 0.21 \text{ KPa} = 0.21 \text{ atm}$$

$$t = \frac{1.21 \text{ bar} \times 930 \text{ mm}}{1110.06 \text{ bar} \times 0.85 - 0.6 \times 1.21} + 0.2 \times (6 - t) + 0.07t + 1$$

$$t \approx 3 \text{ mm}$$

Para mayor seguridad consideramos el espesor del tanque en:

$$t = 3/16''$$

### **Superficie metálica**

Después de la fabricación el tanque será arenado según norma SSPC – SP6 (arenado comercial), aplicación de pintura epoxica base anticorrosivo (espesor de 200 micrones) y una capa base de acabado. Posteriormente internamente será recubierto con planchas de Polipropileno de 3 mm de espesor.

## 2) Tanques de Lavado / Decantación

Bases para el diseño:

- Capacidad de procesamiento de la planta es de 8000 tm/año de polvo de acería.
- Funcionamiento de la planta: 11 meses/año, 3 turnos x día, 8 hrs/día
- Densidad del polvo de acería:  $\rho = 3.623 \text{ gr/cm}^3 = 3.623 \text{ tm/m}^3$

Capacidad de almacenamiento:

$8000 \text{ tm/m}^3 : 11 \text{ meses/año} \approx 727 \text{ tm/mes} \approx 24 \text{ tm/día}$  (polvo a tratar)

Según el flujograma del punto 3.1.1 (Figura N° 3.1) estos tanques reciben 1.4 Tm/hr (0.39 m<sup>3</sup>/hr) de sólidos con 7.5 m<sup>3</sup>/hr de líquido, lo que equivale en total aproximadamente a 7.9 m<sup>3</sup>/hr.

Considerando que los tanques tendrán la capacidad suficiente de poder almacenar por cada turno de producción (6 horas netas de trabajo) un volumen de:

$$7.9 \text{ m}^3/\text{hr} \times 6 \text{ hr} = 47.4 \text{ m}^3$$

### Cálculo del volumen y dimensiones de los tanques:

Considerando un 5% mas de volumen por recipiente, utilizaremos dos tanques verticales de 25 m<sup>3</sup> cada uno.

Como diámetro cogemos 3.6 m (R= 1.8 m) ya que es menor que el máximo permitido en transporte especial (Dia. Máx = 4mt), utilizando la expresión (7) y dando valores a las variables H, h y r (ver Figura N° 4.1) tenemos:

$$V_{\text{Tanque}} = V1 + V2$$

$$V1 = \pi R^2 H$$

$$V_2 = \frac{\pi h}{3} (R^2 + r^2 + Rr)$$

$$V_{\text{Tanque}} = 25.05 \text{ m}^3$$

Para medidas:  $R = 1.8 \text{ mt}$  ;  $r = 0.1 \text{ mt}$  ;  $H = 1.4 \text{ mt}$  ;  $h = 3 \text{ mt}$

### Cálculo del espesor del material:

calculamos la presión de operación, que en nuestro caso corresponde a la presión ejercida por la columna de líquido en el interior del tanque.

$$P = (H + h) \cdot g \cdot \rho$$

$(H + h)$  : altura de líquido (m)

$g$ : gravedad (m/s<sup>2</sup>)

$\rho$ : densidad (Kg/m<sup>3</sup>)

$$P = (4.4)(9.81)(1.28)(10^3) = 5.5 \times 10^4 \text{ Kg/m}^2 \cdot \text{s}^2 = 55 \text{ KPa} = 0.54 \text{ atm}$$

Una vez conocemos la presión de operación, calculamos la presión de diseño con la siguiente expresión:

$$P_d = P_{op} + 1 \text{ bar} = 0.54 + 1 = 1.54 \approx 1.6 \text{ atm}$$

Ya podemos calcular el espesor del recipiente de cuerpo cilíndrico + cónico. Lo hacemos según el código ASME. Como factor de soldadura (E) se toma el valor de 0,85.

$$S(35^\circ) = 16100 \text{ psi} \times \frac{6894.76 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{1 \text{ psi}} \times 1 \frac{\text{bar}}{10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} = 1110.06 \text{ bar}$$

$$t = \frac{1.6 \text{ bar} \times 1800 \text{ mm}}{1110.06 \text{ bar} \times 0.85 - 0.6 \times 1.6} + 0.2 \times (6 - t) + 0.07t + 1$$

$$t = 4.8 \text{ mm} \approx 5 \text{ mm}$$

Por seguridad consideramos el espesor del tanque en:  $t = 1/4''$

### **Superficie metálica**

Después de la fabricación el tanque será arenado según norma SSPC – SP6 (arenado comercial), aplicación de pintura epoxica base anticorrosivo (espesor de 300 micrones) y una capa base de acabado. Posteriormente internamente será recubierto con planchas de Polipropileno de 3 mm de espesor.

### **3) Tanque de mezcla**

Este tanque recibe los lodos (underflow) de los tanques decantadores y en menor proporción de los tanques de tratamiento de agua. Según el flujograma del punto 3.1.1 (Fig. 02) llegan en total 1.4 Tm/hr (0.39 m<sup>3</sup>/hr) de sólidos con 4.5 m<sup>3</sup>/hr de líquido, lo que equivale en total aproximadamente a 4.89 m<sup>3</sup>/hr.

Calculamos el volumen de este tanque para una hora de carga lo cual equivale a 4.89 m<sup>3</sup>, de acuerdo a este dato diseñamos el tanque para 5 m<sup>3</sup>. Podemos ver que este volumen es similar al tanque de puesta en suspensión (ver punto 2), según esto su diseño y fabricación es similar, con la diferencia de que este tanque tiene el punto de descarga que se conecta con las bombas de lodos para el filtrado (ver plano N° 03).

### **4) Tanques de tratamiento de agua**

Estos tanques reciben los líquidos (underflow) de los tanques decantadores y los líquidos filtrados del filtro prensa. Según el flujograma del punto 3.1.1 (Fig. 02) estos tanques reciben en total 7.8 m<sup>3</sup>/hr de líquido que es similar al flujo que llegan a los tanques de

Lavado/Decantación, luego para 3 horas de almacenamiento también consideramos el tanque de 25 m<sup>3</sup>, similar a los tanques calculados en el punto 2, de acuerdo a esto su diseño y fabricación es la misma que los tanques de Lavado/Decantación considerando sus respectivos pre decantadores (ver plano N° 03).

#### 4.2.4 Agitadores (tanques de 5 m<sup>3</sup>)

A continuación se determinará el tipo de agitador y la potencia necesaria para llevar a cabo una fuerte mezcla ya que la absorbencia no es muy buena (los metales pesados son poco solubles).

El fluido a agitar presenta una viscosidad y densidad cercana al agua. Para este tipo de fluidos la bibliografía nos recomienda el uso de agitadores tipo turbina o hélice. En nuestro caso escogemos el tipo turbina, Pitched Blade turbine (P-4, 45° inclinación de paletas), que nos proporciona un flujo radial y axial.

En la siguiente imagen podemos ver un esquema de la turbina.

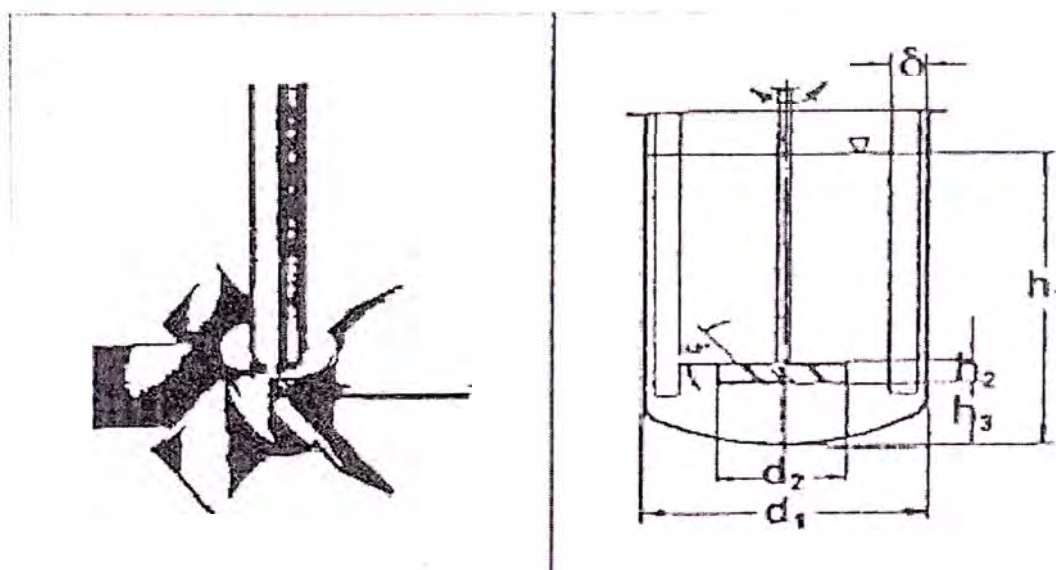


Figura N° 4.3: Esquema de turbina.



Las relaciones para el diseño de este tipo de turbina son las siguientes,

$$d_2/d_1=0,33$$

$$h_2/d_2=0,125$$

$$h_3/d_1=0,3$$

$$h_1/d_1=1$$

$$\delta/d_1=0,1$$

Para nuestro caso sabemos que  $d_1$  corresponde al diámetro del reactor, luego  $d_1 = 1.9 \text{ m}$  (ver 4.2.3, punto 1)

Reemplazando datos en las relaciones de diseño obtenemos las características del agitador tipo turbina:

Diámetro de la turbina ( $d_2$ ): 0.62 m

Altura de la turbina ( $h_2$ ): 0.08 m

Altura del fondo a la turbina ( $h_3$ ): 0.6 m

Ancho del baffle ( $\delta$ ): 0.19 m

Es necesario conocer el valor del Reynolds de agitación,

$$Re_{ag} = \frac{D_{ag}^2 \times N \times \rho}{\mu}$$

Donde:

$Re_{ag}$ : Reynolds de agitación

$N$ : velocidad de agitación, rps

$\rho$ : densidad (Kg/m<sup>3</sup>)

$\mu$ : viscosidad (Pa·s)

$D_{ag}$ : diámetro del agitador (m)

Éste último se calcula a partir de la relación:

$$D_{ag}/D_{tanque}=0,33.$$

Para nuestro caso  $D_{tanque}= 1.9$  m, reemplazando tenemos:

$$D_{ag} = 0,62 \text{ m}$$

Respecto a la velocidad de agitación, consideramos lo recomendable (1.2 a 2.3) rps y la viscosidad del fluido ( $\mu$ ) en 0.01 Pa x s

En este caso para una mayor agitación consideramos 2.1 a la velocidad de agitación, luego calculamos el Reynolds de agitación.

$$Re_{ag} = \frac{0.62^2 \text{ m} \times 2.1 \text{ rps} \times 1140 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}}{0.01 \text{ Pa} \times \text{s}}$$

$$Re_{ag} = 92025.36$$

Del gráfico del número de potencia en función del Reynolds de agitación (ver Diagrama N° A 5.1) obtenemos el número de potencia  $N_p = 1,4$  (es régimen turbulento).

En tanques con placas deflectoras y para números de Reynolds superiores a 10.000, la función de potencia es independiente del número de Reynolds y la viscosidad deja de ser un factor. En este intervalo el flujo es completamente turbulento y la Potencia puede ser calculada como:

$$N_p = \frac{P}{\rho \times N^3 \times D_{ag}^5}$$

Despejando la potencia y reemplazando valores tenemos:

$$P = 1.4 \times 1140 \text{ Kg/m}^3 \times (2.1)^3 \text{ rps} \times (0.62)^5 = 1354.1 \text{ W}$$

Luego las características del agitador a seleccionar son:

Impulsor: Tipo turbina, de 4 palas inclinadas a 45°

Diámetro de la turbina: 0.66 m

Altura Turbina: 80 mm

Material: Acero inoxidable 304

Potencia consumida por el agitador: 1.4 Kw

#### 4.2.5 Bombas centrifugas

Bases para la selección de Bomba Centrifuga Horizontal de lodos:

- Material de la tubería: Polipropileno
- Rugosidad operacional de la tubería (K): 0.007 mm
- Diámetro exterior de tubería(D): 0.140 mt (PN 10) (Tabla N° A 6.1)
- Diámetro interior de la tubería (d): 0.114mt
- Longitud de la tubería (L): 30 mt
- Altura Geodésica (hg): 7.5 mt
- Presión máxima de ingreso al filtro prensa: 6 bar ≈ 60 mt
- Fluido a transportar: Lodos (10% sólidos en suspensión)
- Peso específico del fluido ( $\gamma$ ): 1220 Kg/m<sup>3</sup>
- Flujo (Q): 20 m<sup>3</sup>/hr

**Tenemos:**

$$\sum h_p = \sum h_f + \sum h_s \quad ; \quad \text{si} \quad \sum h_s = \sum h_{\text{accesorios}} + h_{s\text{Filtro Prensa}}$$

$$\sum h_{\text{accesorios}} = 46.6 \text{ m (7 codos, 2 válvulas, 1 tee), ver Tabla N° A 7.1}$$

$$h_{s\text{Filtro Prensa}} = 6 \text{ Bar} = 60 \text{ m}$$

$$\Sigma h_p = \frac{f L V^2}{d^2 g} + 106.6$$

f = Coeficiente de rozamiento

Para tuberías lisas en la zona de transición ( Laton, PVC, PP, Cu)

tenemos:

$$10^4 < \#Re < 9.5 \times 10^5 \quad (\#Re = \text{Número de Reynolds})$$

Tomando el valor de:  $\#Re = 6.5 \times 10^5$

### FORMULA DE PRANTI – COALBROOK

$$f = \left[ \frac{1}{-2 \log \left( \frac{K}{3.71d} + \frac{5.62}{Re^{0.9}} \right)} \right]^2$$

(h<sub>n</sub>) Altura neta (m):  $h_n = h_g + \Sigma h_p$

(V) Velocidad Flujo (m/s) :

$$V = \frac{4Q}{3600\pi d^2}$$

(P) Potencia (Hp):

$$P = \frac{\gamma Q h_n}{76\eta}$$

De igual manera para la bomba del sumidero de tipo centrífugo vertical sumergible, variamos lo siguientes datos para su selección:

- Diámetro exterior de tubería(D): 0.110 mt (PN 6) (Tabla N° A 6.1)
- Diámetro interior de la tubería (d): 0.097 mt
- Longitud de la tubería (L): 26 mt
- Altura Geodésica (hg): 8 mt
- Fluido a transportar: Lodos (10% sólidos en suspensión)

➤ Peso específico del fluido ( $\gamma$ ): 1220 Kg/m<sup>3</sup>

➤ Flujo (Q): 10 m<sup>3</sup>/hr

$\sum h_s = \sum h_{\text{accesorios}} = 35.1 \text{ m}$  (5 codos, 1 válvulas, 1 tee), (ver Tabla N° A)  
7.1

$$\sum h_p = \frac{f L V^2}{d^2 g} + 35.1 \text{ m}$$

Reemplazando datos (\*) obtenemos el siguiente cuadro de datos para las bombas centrifugas horizontal y vertical.

d(m)	Q(m <sup>3</sup> /h)	L(m)	hg(m)	V(m/s)	#Re	K(mm)	f	hp(m)	hn(m)	Peso espes.(kg/m <sup>3</sup> )	POTENCIA (HP)	POTENCIA DE DISEÑO (f.s. =1.2)
0.114	20	30	7.5	0.54	650000	0.007	0.013488	106.65	114.15	1220	14.54	17.45
0.097	10	26	8	0.38	650000	0.007	0.013644	35.13	43.13	1220	2.75	3.36

(\*): Los datos se reemplazaron en un programa excel

Parámetros de selección de las 2 bombas centrifugas horizontales:

Flujo: 20 m<sup>3</sup>/hr

Altura: 114 m

Potencia = 17.45 Hp = 13 KW

Material: Inoxidable 304, recubrimiento interno de la carcaza con material antiácido y antiabrasivo.

Parámetros de selección de la bomba centrifuga vertical:

Flujo: 10 m<sup>3</sup>/hr

Altura: 43 m

Potencia = 3.3 Hp = 2.5 KW

Material: Inoxidable 304, recubrimiento interno de la carcaza con material antiácido y antiabrasivo.

#### 4.2.6 Filtro prensa

Los filtros prensa deberán tener un lavado de placas con bomba a alta presión, la descarga de las tortas serán directamente al área ubicado por debajo del filtro prensa de donde serán transportados a la zona de secado con el apoyo de un cargador frontal. Las placas serán de polipropileno.

##### Datos base:

Rendimiento útil: 60 L/m<sup>2</sup>/h

Dimensiones placa: 1,05 x 1,05 m<sup>2</sup>

Superficie filtrante / placa: 2,1 m<sup>2</sup>

Del punto 4.2.1 vemos que se debes procesar diariamente 24 Tm de polvo de acería a razón de 1.5 Tm/hora

24 Tm : 1.5 Tm/hora = 16 horas x día para tratar las 24 Tm de polvo

O sea los filtros prensa deberán ser capaces de filtrar en 16 horas un caudal diario de 5 m<sup>3</sup>/hr x 16 hr = 80 m<sup>3</sup> (dato obtenido del flujo que debe ingresar al filtro prensa)

Caudal medio de filtración/filtro: 80 / 16 h /día = 5 m<sup>3</sup> / h

Superficie filtrante/filtro: 5000/60L/m<sup>2</sup>/h = 83.3 m<sup>2</sup> = 896.2 ft<sup>2</sup>

Nº placas/filtro: 83.3 / 2,1 = 40

Corroborando estos resultados con el método de la firma ACS Medio Ambiente (Ver anexo 2.0) para calcular el tamaño del filtro prensa tenemos:

$$\frac{1,000}{\text{Total de galones por ciclo}} \times \frac{0.01}{\text{Sólidos (1 \% por peso)}} \times \frac{8.34}{\text{Peso del agua (galón)}} \div \frac{25}{\text{Peso (lbs.) por ft}^3} = \frac{3.3}{\text{Capacidad por ciclo (ft}^3\text{)}}$$

Reemplazando datos de acuerdo a nuestro proceso:

Cantidad de lodos a procesarse por ciclo: Aprox. 5 m<sup>3</sup> = 1321.2 gl

Concentración de sólidos: 10% (ver punto 3.2.3)

Peso por pié cúbico (ft<sup>3</sup>) base seca en libras (según tabla N° A 2.1 del anexo 2.0) = 25 (lodos Hidróxidos metálicos)

$$1321.2 \text{ gl/ciclo} \times 0.1 \times 8.34 \text{ lb/gl} : 25 \text{ lb/ft}^3 = 44 \text{ ft}^3/\text{ciclo}$$

Con este dato entramos a la tabla N° A 2.2 (ver anexo 2.0) y seleccionamos el filtro prensa de siguientes características:

Capacidad (Ft <sup>3</sup> )	: 50
Área (Ft <sup>2</sup> )	: 1000
N° de cámaras	: 42
Modelo	: D
Placa	: 1200 mm

Los datos del área filtrante y numero de placas coinciden con los resultados del cálculo anterior (área filtrante = 896.2 Ft<sup>2</sup>, número de placas = 40)

#### **Producción de sólidos totales:**

Del punto 4.2.1 se tiene que se debe procesar diariamente 24 Tm de polvo de acería a razón de 1.5 Tm/hora

$$24 \text{ Tm} : 1.5 \text{ Tm/hora} = 16 \text{ horas} \times \text{día para tratar las 24 Tm de polvo}$$

Del flujograma del proceso (punto 3.1.1) vemos que después de la filtración se tiene 1.4 Tm de sólidos (torta), con lo cual se obtendría una producción diaria de:

$$1.4 \text{ Tm} \times 16 \text{ horas} = 22.4 \text{ Tm de torta}$$

Por pruebas a nivel de laboratorio se obtuvo un Rendimiento de operación del 85% que equivaldría a una producción diaria de:

$$24 \text{ Tm} \times 0.85 = 20.4 \text{ Tm de torta}$$

Según estos datos la producción diaria estaría en los rangos de (20.4 a 22.4) Tm de torta.

#### **4.2.7 Líneas de proceso**

Las líneas de proceso serán material polipropileno DN 200, DN 125, DN 90 y DN 63, (Ver anexos, tabla N° A 6.1) accesorios de PP (Ver anexo, tabla N° A 6.2, A 6.3 y A 6.4) y bridas sueltas (Ver anexo, tabla N° A 6.5). Las válvulas son de paso recto y recubiertas interiormente con material antiácido y antiabrasivo (ver anexo, tabla N° A 6.6)

#### **4.2.8 Equipos auxiliares**

01 Montacarga de 2 toneladas de capacidad

01 Cargador Frontal con lampón de 1.5 m<sup>3</sup> de capacidad

01 Polipasto eléctrico de 1500 Kg de capacidad

#### **4.3. Disposición de equipos**

La disposición de equipos lo podemos apreciar en el plano N° 04



## CAPITULO V

### COSTOS

Para la estimación de costos de acuerdo al presente informe solo consideramos los siguientes Items:

- Costos de Fabricación
- Costos de los equipos seleccionados

Las informaciones que han servido de base para la estimación de los costos, corresponden al desarrollo de la Ingeniería conceptual conformados por:

- Información del desarrollo del presente Anteproyecto
- Diagrama de Flujo del proceso
- Selección de equipos
- Lista de equipos seleccionados del proceso

Los recipientes metálicos calculados no son de gran volumen por lo que pueden ser fabricados en los talleres de las empresas afines al ramo, de acuerdo a esto estarán sujetos a cotizaciones para su respectiva fabricación de acuerdo a las bases que deben elaborarse en su momento. De igual manera los costos estimados de los equipos seleccionados estarán sujetos a cotizaciones para su compra.

La estimación ha sido realizado en U.S. \$ según el tipo de cambio del dólar

**5.1 Costos de fabricación**

Tolva de alimentación (01 Unid.):	\$ 3 200.00
Tanque de puesta en suspensión (01 Unid.):	\$ 3 600.00
Tanque de Lavado/Decantación (02 Unid.):	\$ 21 000.00
Tanque de mezcla (01 Unid.):	\$ 3 600.00
Tanque tratamiento agua (02 Unid.):	\$ 21 000.00
<b>Total:</b>	<b>\$ 52 400.00</b>

**5.2 Costos de equipos seleccionados**

Exclusa rotativa	\$ 5 800.00
Bomba Centrifuga (02 Unid.):	\$ 32 000.00
Bomba Vertical (01 Unid.):	\$ 12 000.00
Filtro Prensa (01 Unid.):	\$ 62 000.00
Montacarga de 2 toneladas de capacidad:	\$ 24 000.00
Cargador Frontal con lampón de 1.5 m3:	\$ 80 000.00
Polipasto eléctrico de 1500 Kg	\$ 5 000.00
<b>Total:</b>	<b>\$ 220 800.00</b>

## Conclusiones:

- Los equipos seleccionados están de acuerdo a la capacidad de planta de tratamiento de polvo de acería, para los cálculos respectivos se siguieron normas, procedimientos, reglas y/o modelos, tal como Código ASME, sección VIII, división 1 para el caso de los tanques, modelos determinados aplicados en la selección de agitadores y bombas tal como se puede apreciar en los puntos 4.2.4 y 4.2.5, procedimientos y reglas dadas por los fabricantes en caso de la selección del filtro prensa y la esclusa. Todo ello contribuyo con los objetivos del presente informe, siendo estos métodos aplicados una alternativa a seguir en el diseño y selección de equipos de plantas similares.
- En nuestro medio no se tiene una planta para el tratamiento del polvo de acería, el presente informe nos da las pautas de una alternativa de Tratamiento, aplicando el método de “Lavado”.
- Los procedimientos mostrados en el cálculo de los recipientes son aplicables a tanques abiertos, las consideraciones dadas se tomaron en base a las normas ASME, Sección VIII; lo cual se puede aplicar en el diseño de tanques similares.
- Los procedimientos seguidos para la selección de la esclusa y el filtro prensa es una forma a seguir para seleccionar estos equipos. Las informaciones de los pasos a seguir es un resumen de las diferentes consideraciones y formas que tienen los fabricantes, para la selección de estos equipos.
- Los Parámetros calculados para la selección de los agitadores, se realizaron tomando ciertas consideraciones referenciales de un determinado modelo de agitador tipo turbina, que al final se comprobaron con la selección de un agitador de la marca Milton Roy (modelo VRP 2060), los parámetros calculados están dentro del rango de estos agitadores.

## **Bibliografía:**

- Sociedad Publica Gestión Ambiental (IHOBE S.A.), Libro Blanco para la minimización de Residuos y Emisiones de Escorias de Acerías, Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco.
- Operaciones Basicas de Ingenieria Química; McCabe / Smith; Editorial Reverté S.A. Reimpresión: Enero 2003
- Perez Farras, L.; Selección Fina de Bombas, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingenieria, Departamento de Hidraulica, Version al 14/07/2005.
- Amendola, L.; Project Optimization of Plant Stoppages, Papers Web Reliability Center, Inc., Maintenance & Production Articles, USA, 2002.
- Kenneth J. ; Bombas: selección, uso y mantenimiento; Ediciones McGraw-Hill
- Diseño y Cálculo de Recipientes a Presión, Juan Manuel León Estrada, Edición 1994, México D.F.
- Welded Steel Tanks for oil Storage(API 650), Publicación de la American Petroleum Institute. Octava Edición, Noviembre de 1988. Washington, D.C.
- Diseño de plantas de tratamiento, Profesor: Dr. Christian Villalta Calderon ENVE-4120, Universidad Politecnica de Puerto Rico

## **Paginas de Internet**

- [http://www.loporcaro.it/esclusa\\_rotativa.htm](http://www.loporcaro.it/esclusa_rotativa.htm)  
Oficina Loporcaro Sas - Sede Operativa  
E-mail: [info@loporcaro.it](mailto:info@loporcaro.it)
- [http://www.prillwitz.com.ar/catalogo/hsd/\\_valvula\\_esclusa\\_rotativa\\_de\\_paso\\_vertical\\_de\\_extraccion.htm](http://www.prillwitz.com.ar/catalogo/hsd/_valvula_esclusa_rotativa_de_paso_vertical_de_extraccion.htm)
- ERAL, equipos y procesos S.A.  
[www.eralgroup.com](http://www.eralgroup.com)

- <http://www.acsmedioambiente.com/>  
E-mail: [info@acsmedioambiente.com](mailto:info@acsmedioambiente.com)
- <http://www.bideco.com.mx/tecnico/perfiles/tablaplaca.html>
- <http://www.spanish.phione.co.uk/>
- <http://www.vitutor.net/geometria.html>
- <http://www.uco.es/~ma1fegan/recursos-matematicos/MEDIDA-DE-CUERPOS-GEOMETRICOS.pdf>
- <http://www.agitadores.com/toc.htm>
- [http://books.google.com.pe/books?id=YBXZz82jwksC&pg=PA253&lpg=PA253&dq=relacion+de+dimensiones+de+tanques+con+helices&source=bl&ots=IW8SzmPRCx&sig=BEi2ul7AMaMQ8jzYsjY4KmHg1yY&hl=es&ei=gVH9S63bPISdlgfG4Pm\\_Dw&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=3&ved=0CB4Q6AEwAg#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.pe/books?id=YBXZz82jwksC&pg=PA253&lpg=PA253&dq=relacion+de+dimensiones+de+tanques+con+helices&source=bl&ots=IW8SzmPRCx&sig=BEi2ul7AMaMQ8jzYsjY4KmHg1yY&hl=es&ei=gVH9S63bPISdlgfG4Pm_Dw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CB4Q6AEwAg#v=onepage&q&f=false)
- Información Técnica de Válvulas de Diafragma Saunders:  
[http://www.sargent.biz/pdf/producto388\\_Diafragma\\_tipo%20KB\\_s.pdf](http://www.sargent.biz/pdf/producto388_Diafragma_tipo%20KB_s.pdf)
- Diseño de tanques de almacenamiento:  
<http://www.inglesa.com.mx/books/DYCTA.pdf>

## **ANEXOS**

## 1.0. Esclusas Rotativas

Las esclusas alveolares ó esclusas celulares rotativas se emplean como elementos de cierre de aire ó gas en puntos de trasvase de producto, ideadas según un criterio de máxima universalidad de aplicación, son adecuadas para la alimentación o la descarga controlada de los productos en polvo o granulados de silos, tolvas, instalaciones para transporte neumático, filtros de manga y ciclones.

Para este caso la selección de la esclusa alveolar nos basaremos en el diseño desarrollado por INGETECSA y su amplia experiencia en el sistema BSH.

Algunos detalles que distinguen a estas esclusas son:

- Bocas de carga y descarga rectangulares sin «zonas muertas» donde se pudiera depositar producto.
- Mecanización del cuerpo y rodete con ajuste radial de mínima tolerancia, para evitar paso de aire.
- Cuadradillo rascador lateral que evita la clásica deposición de producto entre cuerpo y rodete.
- Soportes de rodamiento muy separados de la esclusa, para evitar contacto con el producto.
- Paso de ejes por prensaestopas, evitando escapes.
- En las esclusas de mayor tamaño, puertas de inspección y limpieza de cierre rápido.

### 1.1. Tipos de Esclusas Rotativas

En la tabla N° A 1.1 se muestran los tipos de esclusas rotativas

#### a) Esclusas alveolares convencionales

La esclusa alveolar clásica es el órgano de cierre rotativo ideal para productos sin excesivos, además de los detalles ya mencionados, hay que destacar el fondo redondeado de los alvéolos o células, que facilita el movimiento del producto, evita adherencias y es de sencilla limpieza.

Las esclusas son suministradas con accionamiento directo por motoreductor y acoplamiento elástico. El régimen habitual de estas esclusas es de 80 min<sup>-1</sup> en los tamaños hasta 320 mm de  $\varnothing$  y de 60 a 40 min<sup>-1</sup> en los tamaños superiores. Esta velocidad relativamente baja asegura la longevidad de las esclusas y un tratamiento cuidadoso del producto.

#### b) Esclusas alveolares con vaciador

Para productos adherentes de difícil manejo se ha desarrollado las esclusas autolimpiantes en las que los alvéolos o células son vaciados mediante un escarbador. Naturalmente, las esclusas con escarbador son más voluminosas.

Hay dos versiones de este tipo de esclusa: de 4 y de 6 alvéolos. La de 4 alvéolos trata al producto algo más cuidadosamente, ya que la velocidad

diferencial entre escarbador y rodete es aprox. un 35% menor a la de una esclusa de 6 alvéolos; sin embargo su capacidad volumétrica es un 55% inferior a la de esta última con el mismo tamaño.

El rodete se mueve mediante un engranaje de sincronismo, por cadena en el caso de la esclusa de 4 alvéolos, por corona y piñón en la de 6, con relación de velocidades 1:4 y 1:6 respectivamente. Las velocidades habituales son de 80/20 min<sup>-1</sup> en la esclusa de 4, de 120/20 min<sup>-1</sup> en la de 6 alvéolos, pudiendo sin embargo emplearse también una velocidad de rodete de 40 min<sup>-1</sup>.

Para productos muy abrasivos la cuchilla recambiable del escarbador se fabrica con filo de carburo de tungsteno («Widia») para asegurar su longevidad.

Tabla N ° A 1.1

	200	250	300	320	400	450	500	630	800	900
<b>Esclusa convencional</b> (6 alveolos)	★	★		★	★		★	★	★	
<b>Esclusa con vaciador</b> (4 alveolos)			★			★		★		★
<b>Esclusa con vaciador</b> (6 alveolos)	★	★		★	★		★	★	★	

## 1.2. Dimensionado de las esclusas

El dimensionado se efectúa en función de la aplicación y del caudal volumétrico de sólidos a tratar. Por regla general, las esclusas alveolares se emplean como órgano de cierre en los puntos de trasvase de sistemas a diferente presión, para pasar los sólidos sin que se produzcan mayores caudales de aire falso.

Para tal fin y contando con las inevitables oscilaciones de caudal de sólidos, es aconsejable dimensionar la esclusa con un factor de llenado que no sea superior al 40% de su capacidad máxima. Asimismo se debe respetar los límites inferior y superior de revoluciones correspondiente a cada tamaño. Con el grado de llenado deseado y el caudal de sólidos existente se entra en el ábaco correspondiente al tipo de esclusa (ver diagramas anexos) y se obtiene directamente el tamaño y régimen necesario.

Sin embargo existe una aplicación bien diferenciada a lo expuesto arriba, consistente en el empleo como órgano dosificador. Mediante un accionamiento variable y garantizado el grado de llenado al 100% gracias a una tolva o columna de producto adecuada, la esclusa desempeña el papel de dosificador volumétrico regulando su régimen de revoluciones. En este



caso, lógicamente se entra en el ábaco correspondiente con el grado de llenado mencionado al 100% y caudal mínimo y máximo, resultando también en este caso tamaño así como gama de revoluciones del variador.

Una vez hallados dimensión y régimen de la esclusa necesaria (Nota: adaptar revoluciones de eje de salida de sistemas de motoredutores standard), se aplica el factor de potencia de la presente tabla, multiplicándolo por el régimen de rodete. Obtenemos como resultado la potencia de motor teórica y elegimos el motor de serie inmediatamente superior al resultado.

Tabla N° A 1.2

<b>Tamaño esclusa</b> Diámetro (mm <sup>9</sup> )	<b>Esclusa normal</b> Factor potencia (kW x min)	<b>Vaciador 4 alv.</b> Factor potencia (kW x min)	<b>Vaciador 6 alv.</b> Factor potencia (kW x min)
<b>200</b>	0.00613		0.0106
<b>250</b>	0.0086		0.015
<b>300</b>		0.0211	
<b>320</b>	0.014		0.0246
<b>400</b>	0.0219		0.0383
<b>450</b>		0.042	
<b>500</b>	0.0342		0.0599
<b>630</b>	0.0543	0.0816	0.0949
<b>800</b>	0.0875		0.153
<b>900</b>		0.168	

### 1.3. Montaje

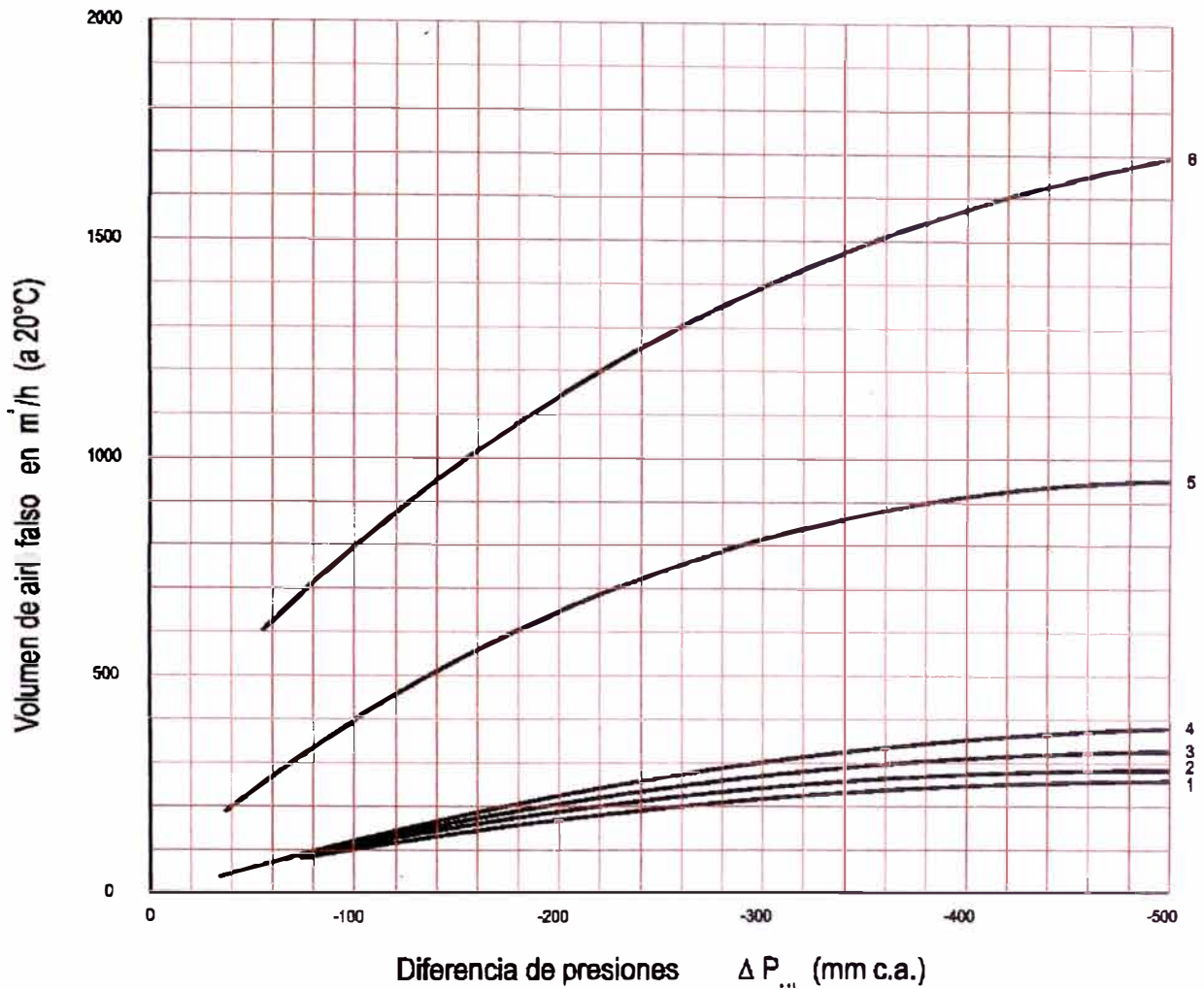
La brida de entrada y salida de la esclusa alveolar debe estar exactamente horizontal en su estado final. Entre éstas y las de unión se coloca el cordón de fibra de Ø 10 mm.

Verificar el perfecto alineamiento de eje motoreductor y eje de esclusa y que el acoplamiento elástico no quede forzado.

Las esclusas normales, sin labios flexibles de junta o bien de vaciador de alvéolos, no tienen sentido de rotación prefijado por lo que da igual el sentido de giro. En el caso de labios de junta o de vaciador de alvéolos, verificar que el accionamiento gire en sentido de la flecha marcada sobre la evolvente de la esclusa.

Designación:

## Permeabilidad al aire en esclusas alveolares



Curva	Descripción	DN
1	Esclusa	200
2	"	320
2	" con escarbador	320
3	"	400
4	" con escarbador	450
5	"	630
5	" con escarbador	630
6	" sin mecanizar	630

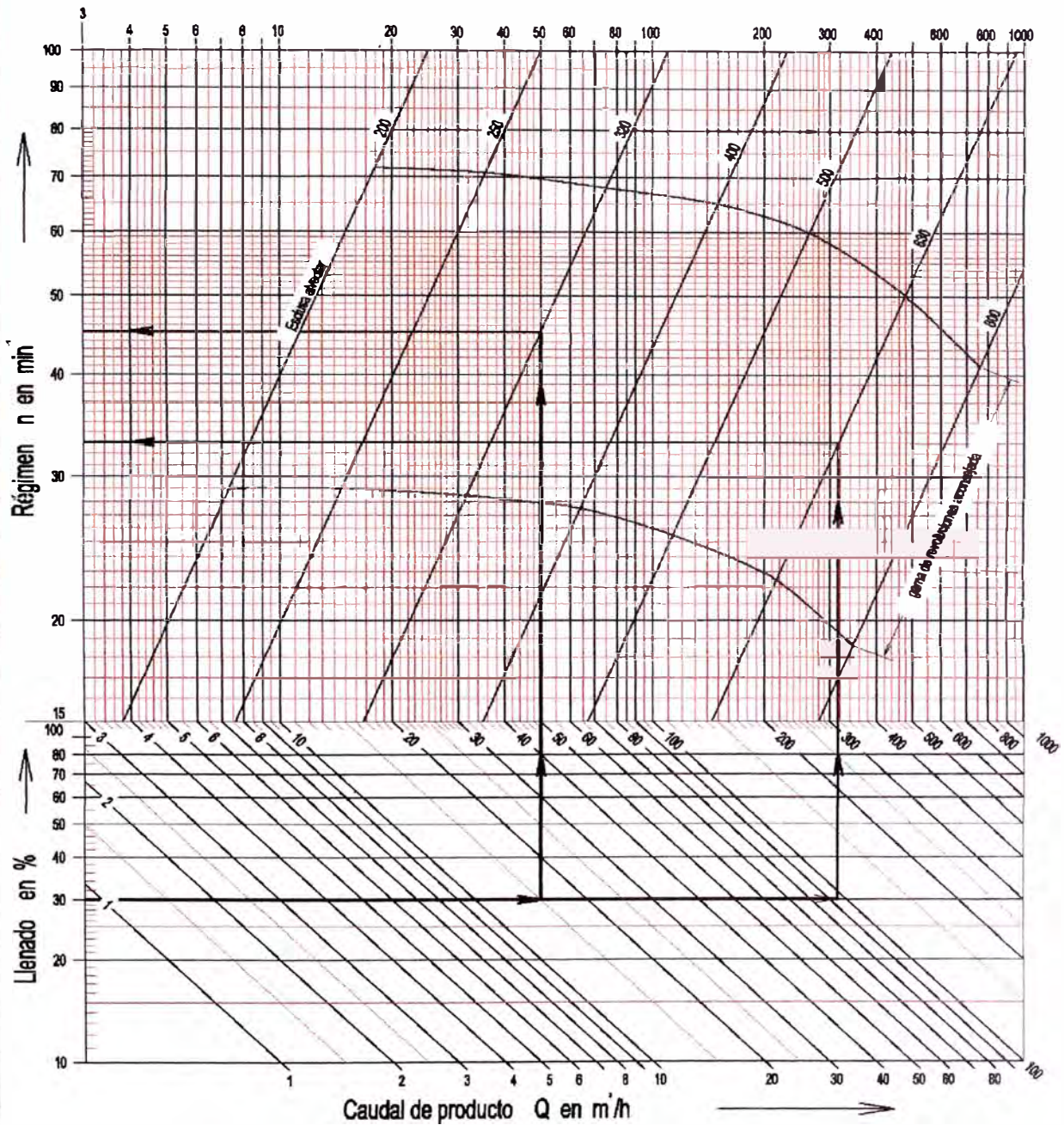
**ingeteccsa**

INGENIERÍA Y TÉCNICA DEL SECADO S.A.

Diagrama N° A 1.1

# Diagrama para el dimensionado y cálculo de régimen de esclusas alveolares

**ingetecsa**  
INGENIERIA Y TECNICA DEL SECADO S.A.



## Ejemplo de cálculo :

1) Conocido : Caudal  $Q = 15 \text{ m}^3/\text{h}$   
Llenado  $\epsilon = 30 \%$

2)  $Q = 95 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $\epsilon = 30 \%$

Se busca : Tamaño y régimen en el diagrama  
Esclusa alveolar 320  
Régimen  $n = 45 \text{ min}^{-1}$

Esclusa alveolar 630  
 $n = 33 \text{ min}^{-1}$

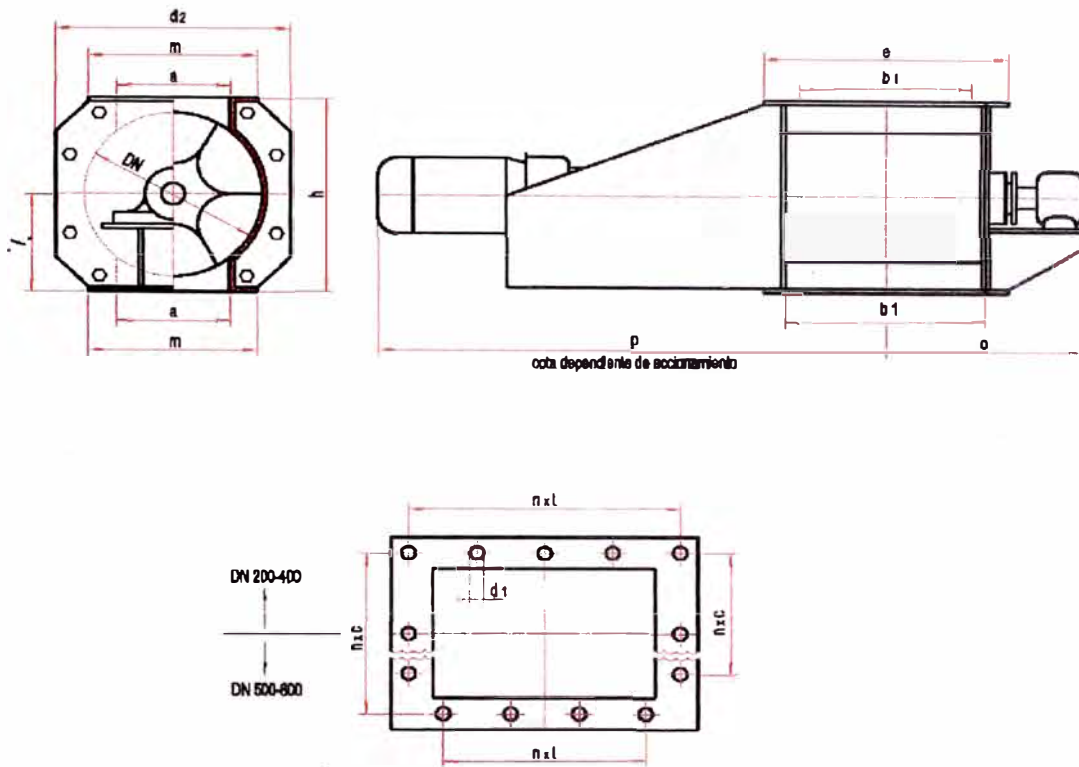
**Diagrama N° A 1.2**



## Dimensiones de esclusas alveolares

**ingeteccsa**

INGENIERIA Y TECNICA DEL SECADO S.A.

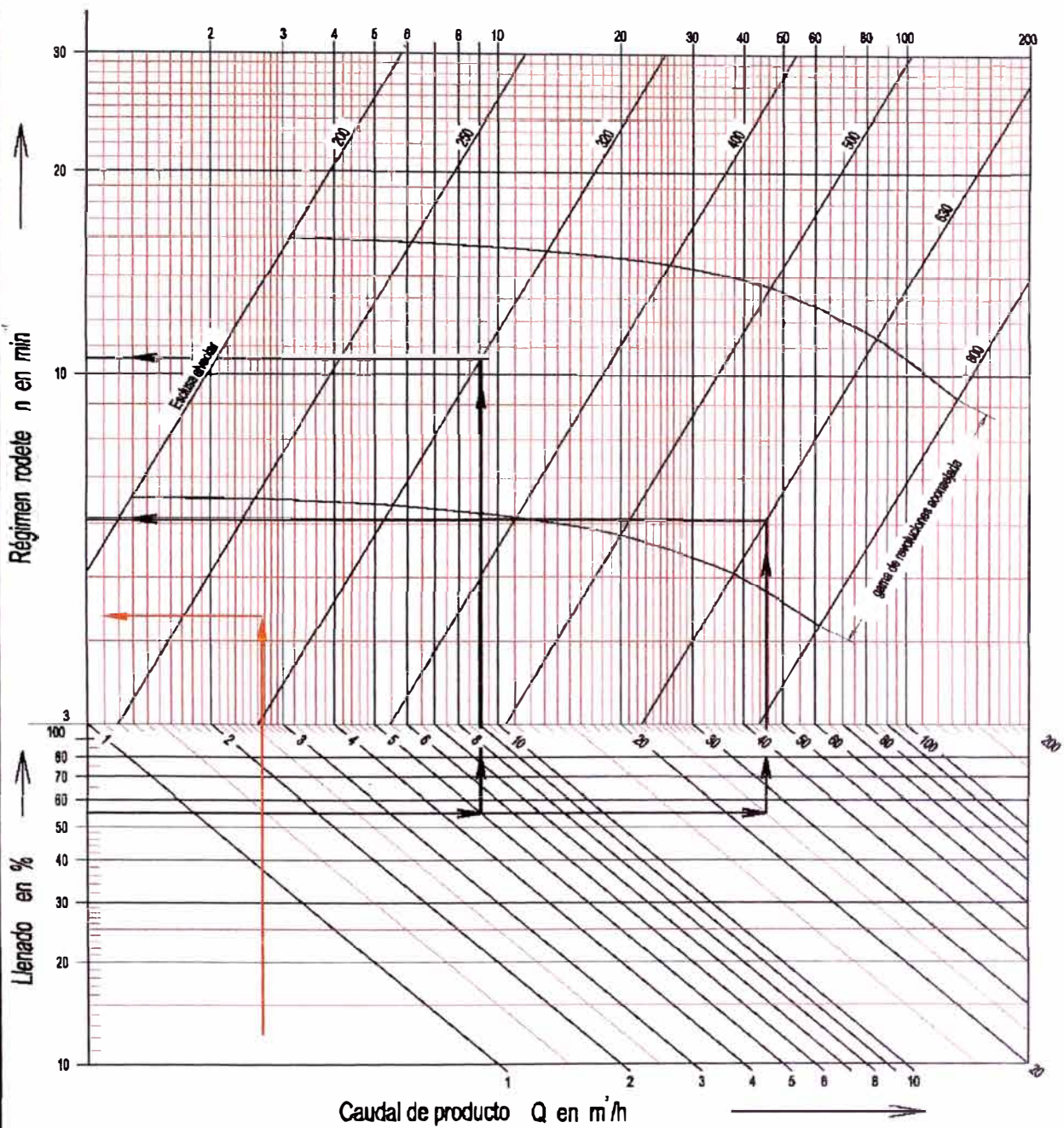


DN	Medidas en mm											
	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	e	h	m	o	p	n <sub>xc</sub>	n <sub>xt</sub>
<b>200</b>	130	194	224	14	315	320	250	240	295	-	2 x 100	4 x 70
<b>250</b>	150	244	274	14	380	370	280	280	320	-	2 x 110	4 x 82,5
<b>320</b>	200	314	350	14	440	445	380	310	380	-	2 x 135	4 x 101
<b>400</b>	250	394	430	14	510	525	450	380	415	-	4 x 80	5 x 97
<b>500</b>	310	478	500	14	610	612	550	422	475	-	3 x 95	4 x 115
<b>630</b>	395	606	630	18	760	762	700	527	560	-	3 x 120	5 x 117
<b>800</b>	600	707	800	18	930	932	900	632	675	-	4 x 115	6 x 125

# Diagrama para el dimensionado y cálculo de régimen de esclusas alveolares de 6 alv. con escarbador

**ingetecsa**

INGENIERIA Y TECNICA DEL SECADO S.A.



## Ejemplo de cálculo :

1) Conocido : Caudal  $Q = 5 \text{ m}^3/h$   
Llenado  $\delta = 55 \%$

Se busca : Tamaño y régimen en el diagrama.  
Esclusa alveolar 320  
Régimen  $n = 10.6 \text{ min}^{-1}$

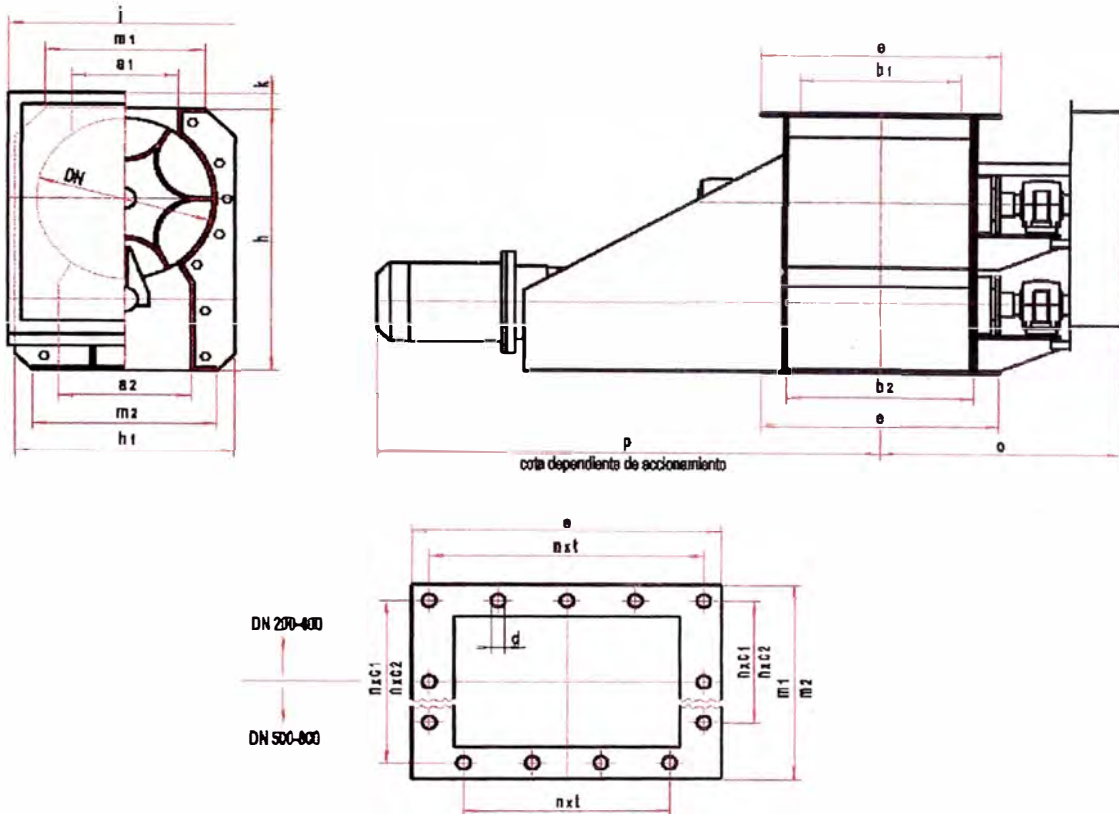
2)  $Q = 25 \text{ m}^3/h$   
 $\delta = 55 \%$

Esclusa alveolar 630  
 $n = 6.1 \text{ min}^{-1}$

**Diagrama N° A 1.3**

# Dimensiones de esclusas alveolares de 6 alveolos con escarbador

**ingeteccsa**  
INGENIERIA Y TECNICA DEL SECADO S.A.



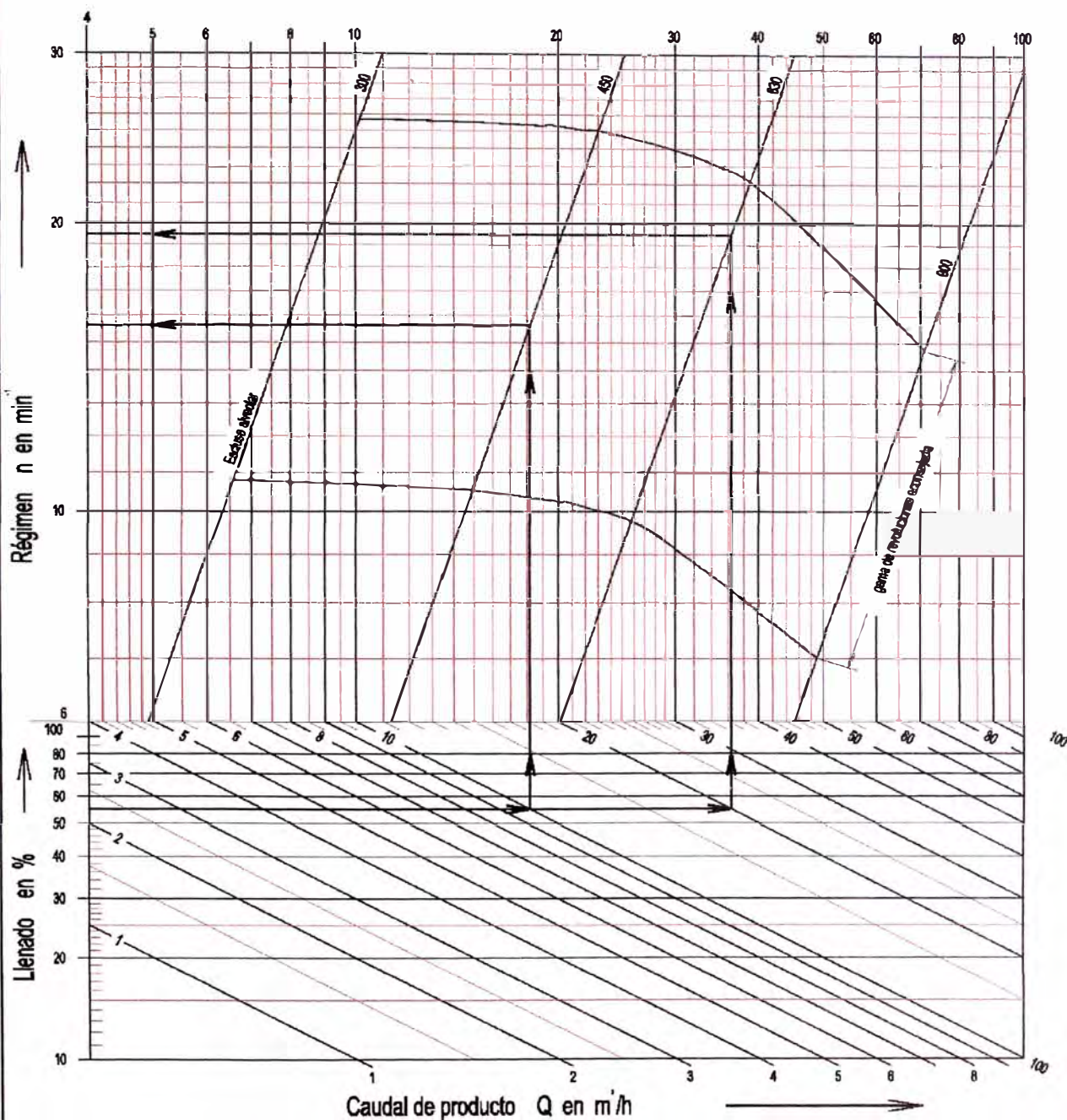
DN	Medidas en mm																
	a1	a2	b1	b2	d	e	h	h1	j	k	m1	m2	o	p	nxc1	nxc2	nxt
200	124	160	194	224	14	336	350	310	280	15	240	276	410	-	2 x 100	2 x 120	4 x 74
250	150	200	244	274	14	370	420	380	375	10	280	317	385	-	2 x 110	2 x 135	4 x 82,5
320	200	250	314	350	14	445	580	440	450	15	310	367	482	-	2 x 135	3 x 110	4 x 101
400	250	300	394	430	14	525	650	510	528	39	360	417	555	-	4 x 80	4 x 94	5 x 97
500	310	360	478	500	14	612	830	610	630	40	422	487	655	-	3 x 96	3 x 120	4 x 115
630	389	514	620	660	18	777	1050	750	820	100	506	631	858	-	3 x 115	3 x 130	5 x 115
800	500	550	707	800	18	932	1350	930	970	65	632	687	1000	-	4 x 115	5 x 117	6 x 125



# Diagrama para el dimensionado y cálculo de régimen de esclusas alveolares de 4 alv. con escarbador

**ingetecsa**

INGENIERIA Y TECNICA DEL SECADO S.A.



## Ejemplo de cálculo :

1) Conocido : Caudal  $Q = 10 \text{ m}^3/\text{h}$   
Llenado  $\delta = 55 \%$

2)  $Q = 20 \text{ m}^3/\text{h}$   
 $\delta = 55 \%$

Se busca : Tamaño y régimen en el diagrama

Esclusa alveolar 450

Esclusa alveolar 600

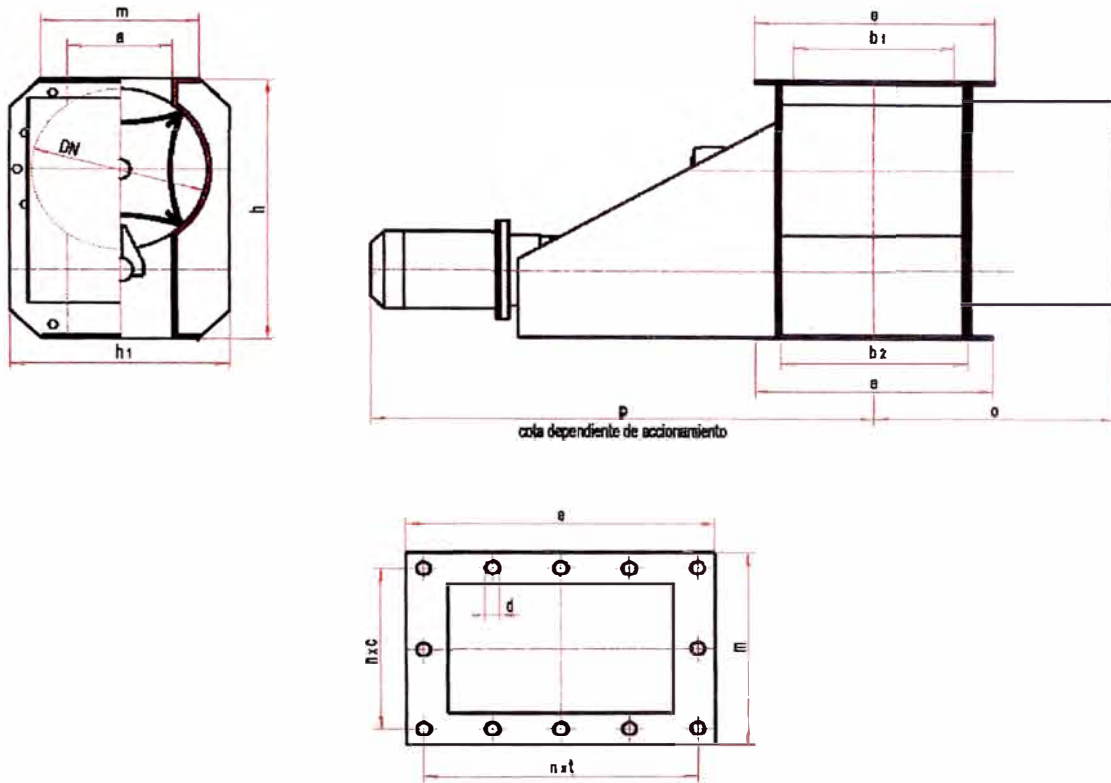
Régimen  $n = 15.5 \text{ min}^{-1}$

$n = 18.5 \text{ min}^{-1}$

Diagrama N° A 1.4

## Dimensiones de esclusas alveolares de 4 alveolos con escarbador

**ingetecsa**  
INGENIERIA Y TECNICA DEL SECADO S.A.



DN	Medidas en mm											
	a	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	d	e	h	h <sub>1</sub>	m	o	p	nxc	nxt
<b>300</b>	184	278	308	12	400	500	392	280	325	-	2 x 120	4 x 80
<b>450</b>	270	325	375	14	491	675	568	390	385	-	2 x 176	4 x 114
<b>600</b>	360	450	500	14	636	900	735	500	486	-	3 x 150	4 x 146
<b>900</b>	550	750	800	18	836	1200	1086	710	555	-	4 x 170	6 x 146



## 2.0. FILTRO PRENSA

Es un separador de líquidos y sólidos a través de filtración por presión. Utiliza un método simple y confiable para lograr una alta compactación. Es capaz de comprimir y deshidratar sólidos hasta obtener del 25% al 60% por peso de los lodos compactados. Tiene una capacidad que va desde 0.5 a 300 pies cúbicos. Se fabrica en acero al carbón con recubrimiento de pintura epóxica de alta resistencia química o acero inoxidable. Las placas filtrantes desmontables están hechas de polipropileno, y las mallas pueden ser de tipo sellada, no sellada o membranas de alta resistencia. Cuenta con un sistema hidráulico-neumático que puede ser automático, semiautomático.

### 2.1. Instalación

Según las necesidades, el filtro prensa puede alimentarse directamente desde un clarificador/espesador de lodos, o bien desde un tanque de almacenamiento intermedio, que confiere al sistema una mayor independencia.

El filtro prensa se instala normalmente elevada sobre unos pedestales de hormigón de manera que las "tortas" de lodos caen directamente al suelo donde se almacenan.

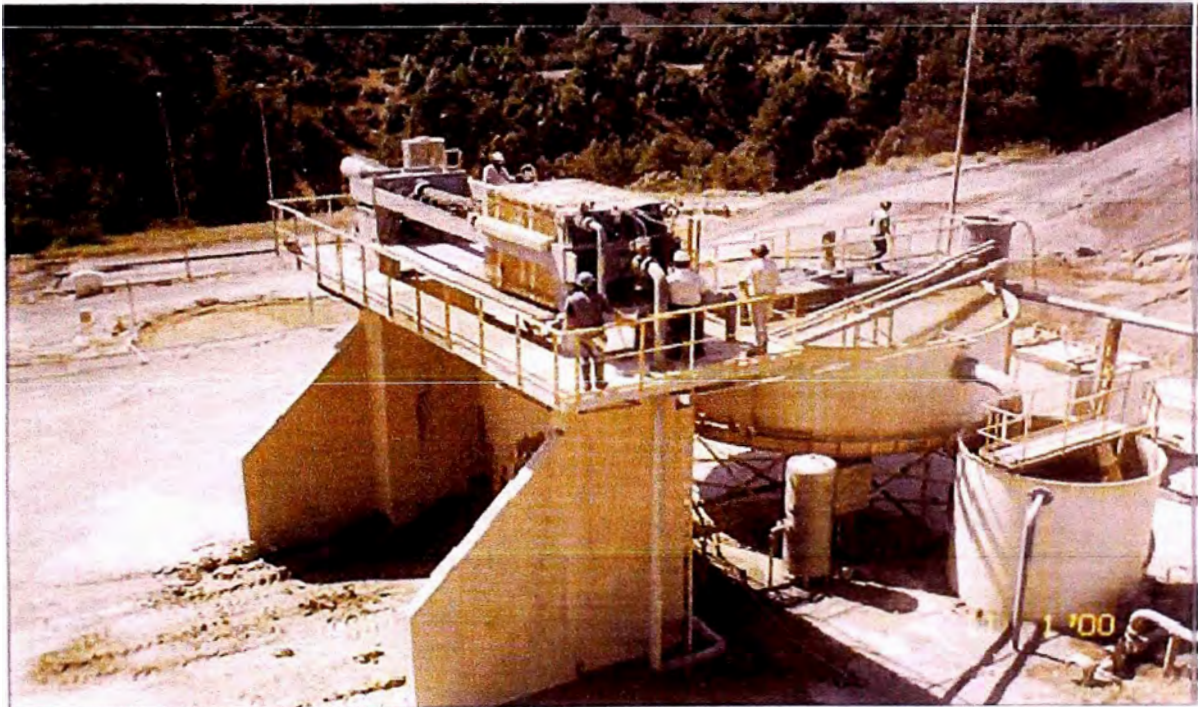


Foto N° A 2.1

## 2.2. Funcionamiento

Los lodos previamente decantados en un tanque clarificador/espesador y con una concentración del 10 % de sólidos se bombean al Filtro Prensa mediante una bomba que va en aumentando progresivamente la presión de alimentación hasta conseguir la presión de filtración requerida, entre 600 Kpa y 1000 Kpa.

El ciclo de filtrado da comienzo con el paquete filtrante cerrado y alimentando el lodo mediante la bomba. El sólido queda retenido en las cámaras mientras que el agua se filtra a través de las telas, situadas en el interior de las cámaras formadas entre cada dos placas. Cuando el volumen de filtrados es mínimo se considera finalizado el proceso de filtración y empieza la apertura del filtro, produciéndose la descarga de las tortas. Una vez concluida la descarga, se cierra el filtro y comienza un nuevo ciclo de filtrado.

## 2.3. COMO CALCULAR LA CAPACIDAD PARA SU FILTRO PRENSA ACS

El Filtro Prensa ACS compactará lodo hasta volverlo una pasta seca, teniendo una densidad que no solo depende de la presión de compactación, sino también de las características específicas de cada lodo.

Utilice la siguiente ecuación para calcular el tamaño de su filtro prensa.

1.- Primero determine la cantidad de lodo en galones (base líquida) que se procesará en cada ciclo (\*).

2.- Luego determine el contenido de sólidos en peso por galón (base líquida) expresado en libras (ppm o mg/l deben dividirse sobre 1,000,000. Porcentajes deben dividirse sobre 100).

3.- Se determine el peso por pie cúbico (ft<sup>3</sup>) base seca en libras según tabla:

Tipo de Lodo	Porcentaje de Sólidos por Peso (Base seca)	Peso Promedio de Lodo por ft <sup>3</sup> (Base seca)
BIOLOGICO	15-25 %	15 lbs.
HIDROXIDOS METALICOS	25-40 %	25 lbs.
LODO DE CAL	30-60 %	35 lbs.

**Tabla N° A 2.1**

**Esta tabla exhibe el peso promedio de los tres tipos de lodo más comunes.**

(\*) CICLO: Tiempo de llenado y compactación de lodo dentro de un Filtro Prensa. Este ciclo depende de las características de deshidratación de cada lodo, así como del contenido de sólidos. Un alto contenido de sólidos reduce este ciclo.

### FILTRO PRENSA ACS MODELO - CAPACIDAD - AREA DE FILTRACION

Capacidad ft <sup>3</sup>	0.3	0.5	0.6	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	15.0	20.0	25.0	30.0	40.0	50.0	60.0	80.0	100.0	150.0	200.0	
<b>AA</b> Area ft <sup>2</sup>	7	10	14	21	35	42	67	88																	
Cámaras	2							25																	
Largo (L)	48							104																	
<b>A</b> Area ft <sup>2</sup>									178	223	240														
Cámaras									28	35	40														
Largo (L)									129	155	168														
<b>B</b> Area ft <sup>2</sup>					40	60	80	100	120																
Cámaras					4	6	8	11	13																
Largo (L)					89	94	99	104	109																
<b>C</b> Area ft <sup>2</sup>															300										
Cámaras															20										
Largo (L)															136										
<b>D</b> Area ft <sup>2</sup>																									
Cámaras																									
Largo (L)																									
<b>E</b> Area ft <sup>2</sup>																									
Cámaras																									
Largo (L)																									
<b>F</b> Area ft <sup>2</sup>																									
Cámaras																									
Largo (L)																									

Tabla N° A 2.2

**NOTAS:**

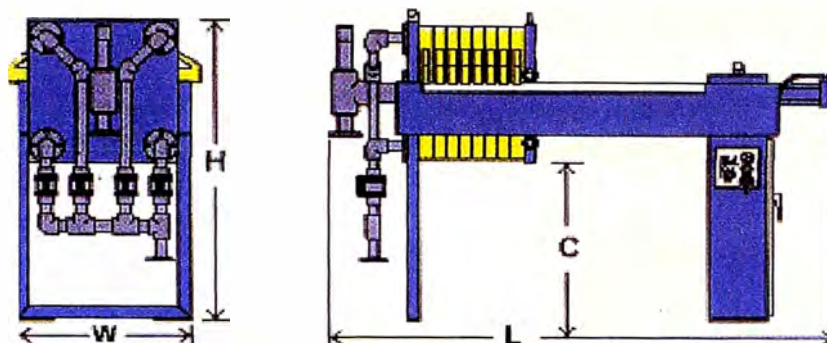
- Todas las medidas son aproximadas y en pulgadas.
- Capacidad/largo/área se basan en pastas de 1 1/4 de grueso.
- Los modelos C, D, E y F se han diseñado para ser montados sobre estructuras que permitan acceso a contenedores o bandas sinfín.

**AA:** Estándar: C=30 H=50 W=27; Descarga a Tambo: C=42 H=61 W=27; Portátil: C=12 H=36 W=27 PLACA: 470 mm

**A:** Estándar: C=30 H=50 W=34; Descarga a Tambo: C=42 H=61 W=34 PLACA: 630 mm

**B:** Estándar: C=30 H=63 W=41; Descarga a Tambo: C=42 H=79 W=41 PLACA: 800 mm

C: H=57 W=52 PALCA: 1000 mm  
 D: H=67 W=62 PLACA: 1200 mm  
 E: H=68 W=66 PLACA: 1300 mm  
 F: H=76 W=74 PLACA: 1500 mm



## 2.4. COMO FUNCIONA

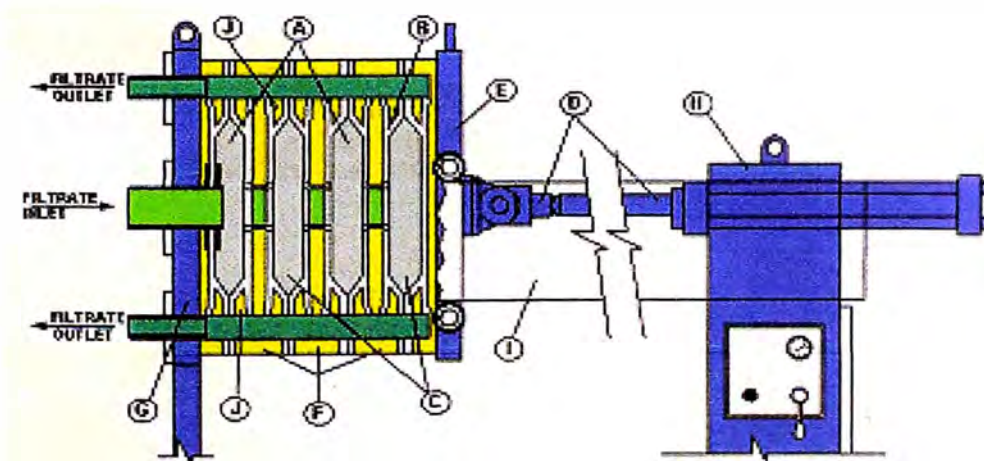
La operación del Filtro prensa es simple:

El lodo líquido es bombeado a las CAMARAS (A) rodeadas por LONAS filtrantes (B). Al bombear la presión se incrementa y fuerza al lodo a atravesar las lonas, provocando que los sólidos se acumulen y formen una PASTA seca (C).

El PISTON (D) hidráulico empuja la PLACA de acero (E) contra las PLACAS de polietileno (F) haciendo la prensa. El CABEZAL (G) y el SOPORTE terminal (H) son sostenidos por rieles de las BARRAS de soporte (I), diseñados especialmente

El filtrado pasa a través de las lonas y es dirigido hacia los canales de las placas y PUERTOS de drenado (J) del cabezal para descarga. Este filtrado típicamente contendrá menos de 15 ppm (mg/l) en sólidos suspendidos.

La torta es fácilmente removida haciendo retroceder el pistón neumático, relajando la presión y separando cada una de las placas, para permitir que la pasta compactada caiga desde la cámara.







### 3.0. Planchas, Tuberías. Accesorios y bridas de acero

#### Acero al carbono estructural de acuerdo al estándar ASME/ASTM A 36/A 36M

##### Uso:

Este grado se utiliza principalmente pernado, atornillado, o soldados en la construcción de puentes y edificios, y para propósitos estructurales en general.

#### Composición química acero A36

	Hasta 3/4 in.	Sobre 3/4 in. hasta 1-1/2 in.	Sobre 1-1/2 in. hasta 2-1/2 in.	Sobre 2-1/2 hasta 4 in.	
<b>Carbono</b>	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29
<b>Manganeso</b>	--	.80/1.20	.85/1.20	.85/1.20	.85/1.20
<b>Fósforo</b>	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
<b>Azufre</b>	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
<b>Silicio</b>	.40 max	.40 max	.15/.40	.15/.40	.15/.40
<b>Cobre min % cuando se especifica de acero de cobre</b>	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

\* Nota: Por cada reducción de 0,01% por debajo del máximo especificado de carbono, un aumento del 0,06% de manganeso por encima de la cantidad máxima prevista será permitido, hasta el máximo de 1,35%.

#### Propiedades mecánicas acero A36

<b>Resistencia a la tracción:</b>	58,000 - 80,000 psi [400-550 MPa]
<b>Min. Punto de fluencia:</b>	36,000 psi [250 MPa]
<b>Elongación en 8":</b>	20% min
<b>Elongación en 2":</b>	23% min

#### Espesores de planchas:

Espesor de 6 mm a 150 mm (aunque placas más gruesas pueden ser fabricadas bajo pedido especial)

Ancho: de 1.500 mm a 4.100 mm

Largo: de 6.000 mm a 20.000 mm

#### ASME/ASTM A36

Nominal	D.E. (in)	PIPE SCHEDULES ESPESOR DE PARED (in)															
		5s	5	10s	10	20	30	40s & Std	40	60	80s & E.H.	80	100	120	140	160	Dbi. E.H.
1/8	.405		.035	.049	.049			.068	.068		.095	.095					
1/4	.540		.049	.065	.065			.088	.088		.119	.119					
3/8	.675		.049	.065	.065			.091	.091		.126	.126					
1/2	.840	.065	.065	.083	.083			.109	.109		.147	.147				.187	.294
3/4	1.050	.065	.065	.083	.083			.113	.113		.154	.154				.218	.308
1	1.315	.065	.065	.109	.109			.133	.133		.179	.179				.250	.358
1 1/4	1.660	.065	.065	.109	.109			.140	.140		.191	.191				.250	.382
1 1/2	1.900	.065	.065	.109	.109			.145	.145		.200	.200				.281	.400
2	2.375	.065	.065	.109	.109			.154	.154		.218	.218				.343	.436
2 1/2	2.875	.083	.083	.120	.120			.203	.203		.276	.276				.375	.552
3	3.500	.083	.083	.120	.120			.216	.216		.300	.300				.437	.600
3 1/2	4.000	.083	.083	.120	.120			.226	.226		.318	.318					.636
4	4.500	.083	.083	.120	.120			.237	.237	.281	.337	.337	.437			.531	.674
4 1/2	5.000							.247			.355						.710
5	5.563	.109	.109	.134	.134			.258	.258		.375	.375	.500			.625	.750
6	6.625	.109	.109	.134	.134			.280	.280		.432	.432	.562			.718	.864
7	7.625							.301			.500						.875
8	8.625	.109	.109	.148	.148	.250	.277	.322	.322	.406	.500	.500	.593	.718	.812	.906	.875
9	9.625							.342			.500						
10	10.750	.134	.134	.165	.165	.250	.307	.365	.365	.500	.500	.593	.718	.843	1.000	1.125	
11	11.750							.375			.500						
12	12.750	.156	.165	.180	.180	.250	.330	.375	.406	.562	.500	.687	.843	1.000	1.125	1.312	
14	14.000	.156		.188	.250	.312	.375	.375	.438	.593	.500	.750	.937	1.093	1.250	1.406	
16	16.000	.165		.188	.250	.312	.375	.375	.500	.656	.500	.843	1.031	1.218	1.437	1.593	
18	18.000	.165		.188	.250	.312	.437	.375	.562	.750	.500	.937	1.156	1.375	1.562	1.781	
20	20.000	.188		.218	.250	.375	.500	.375	.593	.812	.500	1.031	1.280	1.500	1.750	1.968	
24	24.000	.218		.250	.250	.375	.562	.375	.687	.968	.500	1.218	1.531	1.812	2.062	2.343	
26	26.000				.312	.500		.375			.500						
28	28.000				.312	.500	.625	.375									
30	30.000	.250		.312	.312	.500	.625	.375			.500						
32	32.000				.312	.500	.625	.375	.688		.500						
34	34.00				.312	.500	.625	.375	.688								
36	36.000				.312		.625	.375	.750		.500						

Tabla N° A 3.1: Dimensiones de tuberías de acero





## ASME/ASTM A53

### Tubería de acero soldada y sin costura, negra y de inmersión en caliente, con recubrimiento de zinc de acuerdo al estándar ASTM A 53/A 53M

La Tubería bajo esta especificación se suministra sin costura y soldada con acabado superficial negro y galvanizado en caliente en diámetros desde 1/8 pulgadas (3.18mm) a 26 pulgadas (660.40mm).

Usted puede ordenar la tubería bajo esta especificación en cualquiera de los siguientes tipos y grados:

Tipo F: Soldada a tope en alto horno, soldadura continua grado A

Tipo E: Soldada con resistencia Eléctrica (ERW), Grados A y B

Tipo S: Sin costura, Grados A y B.

#### Uso:

La tubería A-53 está destinada a aplicaciones mecánicas y de presión y también es aceptable para usos ordinarios en la conducción de vapor, agua, gas, y las líneas de aire. Este tipo de tubería es apta para ser soldada, así como para operaciones de formado tales como enrollado, plegado, y abridamiento.

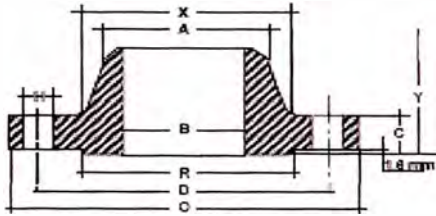
### Composición química acero A53

Composición, %	Tipo S		Tipo E		Tipo F
	Sin costura		Soldada con resistencia Eléctrica (ERW)		Soldada a tope en alto horno
	Grado A	Grado B	Grado A	Grado B	Grado A
Carbono, max	0.25	0.30	0.25	0.30	0.30
Manganeso	0.95	1.20	0.95	1.20	1.20
Fósforo, max	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Azufre, max	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Cobre, max	0.40	0.40	0.50	0.50	0.40
Níquel, max	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Cromo, max	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Molibdeno, max	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Vanadio, max	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08

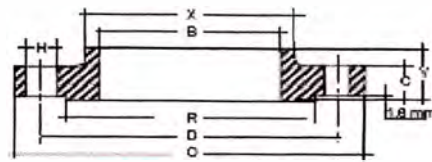
### Propiedades mecánicas acero A53

	Grado A	Grado B
Resistencia a la tracción, min:	48,000 psi [330 MPa]	60,000 psi [415 MPa]
Fluencia, min:	30,000psi [205 MPa]	35,000psi [240 MPa]

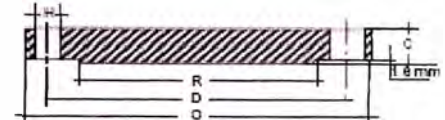
## Bridas Forjadas Serie 150



Con Cuello para Soldar



Deslizantes



Ciegas

Diámetro Nominal del tubo	Diámetro Exterior O	Espesor Máximo C*	Diámetro del Resallo R	Diámetro en la Base del Cubo X	Altura a través del cubo			Longitud Roscada Mínima T*	Diámetro Interior		
					WN Y*	SO SW Tr Y*	LJ Y		WN SW B	SO SW B BD	LJ B
1/2	28.9 ± 0.50	11.2 0.44	35.1 1.38	36.2 1.45	47.8 1.88	15.7 0.62	15.7 0.62	15.7 0.62	22.4 0.88	21.9 0.86	
3/4	38.6 ± 0.63	12.7 0.50	42.9 1.69	38.1 1.50	52.3 2.06	15.7 0.62	15.7 0.62	15.7 0.62	27.7 1.09	28.2 1.13	
1	48.0 ± 0.76	14.2 0.56	50.8 2.00	49.3 1.94	56.6 2.23	17.5 0.69	17.5 0.69	17.5 0.69	34.5 1.36	35.1 1.38	
1 1/4	57.3 ± 0.67	15.7 0.62	58.6 2.30	58.7 2.31	57.2 2.25	20.6 0.81	20.6 0.81	20.6 0.81	43.2 1.70	43.7 1.72	
1 1/2	67.0 ± 0.60	17.5 0.69	66.2 2.60	66.0 2.56	62.0 2.44	22.4 0.88	22.4 0.88	22.4 0.88	49.5 1.95	50.0 1.97	
2	76.4 ± 0.66	19.1 0.75	74.9 2.92	77.7 3.06	63.5 2.50	25.4 1.00	25.4 1.00	25.4 1.00	58.0 2.30	62.5 2.46	
2 1/2	86.8 ± 0.60	22.4 0.88	83.6 3.30	90.4 3.56	69.9 2.75	28.4 1.12	28.4 1.12	28.4 1.12	67.7 2.67	75.4 2.97	
3	97.3 ± 0.50	23.9 0.94	91.0 3.56	108.0 4.25	69.9 2.75	30.2 1.19	30.2 1.19	30.2 1.19	77.7 3.07	81.4 3.20	
3 1/2	108.0 ± 0.50	23.9 0.94	109.7 4.30	122.2 4.81	71.4 2.81	31.8 1.25	31.8 1.25	31.8 1.25	88.1 3.47	104.1 4.10	
4	118.8 ± 0.66	23.9 0.94	117.2 4.60	134.9 5.31	76.2 3.00	33.3 1.31	33.3 1.31	33.3 1.31	99.1 3.90	116.5 4.60	
5	130.0 ± 0.60	23.9 0.94	128.7 5.07	153.6 6.05	80.9 3.20	36.6 1.44	36.6 1.44	36.6 1.44	111.1 4.37	144.5 5.69	
6	141.8 ± 0.66	25.4 1.00	139.0 5.47	162.0 6.38	80.9 3.20	39.6 1.56	39.6 1.56	39.6 1.56	123.4 4.87	171.5 6.75	
8	162.9 ± 0.50	28.4 1.13	159.7 6.30	246.1 9.69	101.6 4.00	44.5 1.75	44.5 1.75	44.5 1.75	146.1 5.75	222.3 8.75	
10	183.4 ± 0.60	30.2 1.19	171.0 6.73	304.8 12.00	101.6 4.00	49.3 1.94	49.3 1.94	49.3 1.94	169.1 6.66	277.4 10.92	
12	204.0 ± 0.60	31.6 1.25	183.0 7.20	365.3 14.35	114.3 4.50	55.6 2.19	55.6 2.19	55.6 2.19	192.2 7.57	326.2 12.83	
14	225.0 ± 0.66	35.1 1.38	196.8 7.75	400.1 15.75	127.0 5.00	57.2 2.25	79.2 3.12	57.2 2.25	215.2 8.48	360.2 14.18	
16	246.9 ± 0.50	36.6 1.44	210.0 8.26	457.2 18.00	127.0 5.00	63.5 2.50	87.4 3.44	63.5 2.50	238.2 9.38	411.2 16.19	
18	268.8 ± 0.60	39.6 1.56	224.0 8.81	505.0 19.88	139.7 5.50	68.3 2.69	96.8 3.81	68.3 2.69	261.2 10.29	462.3 18.20	
20	291.0 ± 0.66	42.9 1.68	239.0 9.41	558.8 22.00	144.5 5.69	73.2 2.88	103.1 4.06	73.2 2.88	284.2 11.19	514.4 20.25	
24	342.0 ± 0.60	47.6 1.88	262.0 10.31	663.4 26.12	152.4 6.00	82.6 3.25	113.3 4.46	82.6 3.25	327.2 12.88	616.0 24.25	

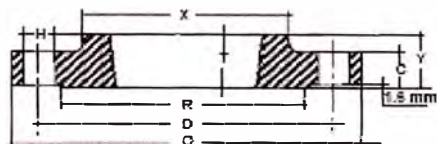
CORRESPONDE MEDIDA NOMINAL DEL DIÁMETRO INTERIOR DEL TUBO - VEASE TABLA 10 11

Las medidas en negro están en milímetros, las de color en pulgadas.  
Los 1,6mm. del resallo están incluidos en el espesor mínimo, en la altura a través del cuello o cubo y en la longitud rosca mínima.  
Esta tabla corresponde a bridas de cast con resallo.

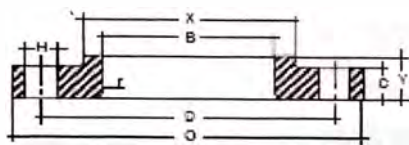
Tabla N° A 3.2



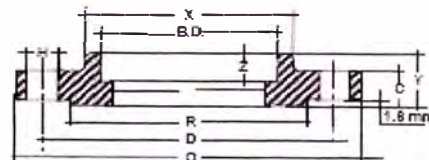
## Serie 150



Roscas



Para Juntas con Solapa



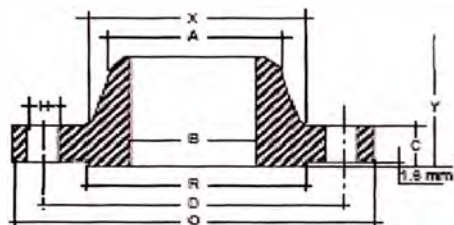
Con Asiento para Soldar

Diámetro en el Punto de Soldadura A	Radio LJ r	Profundidad del Asiento Z	Planilla de Perforar			Peso aproximado de Bridas					Diámetro Nominal del Tubo
			Diámetro Ciculo de agujeros D	Cantidad	Diámetro de Agujeros H	WN Kg.	SO Tp Kg.	LJ Kg.	B Kg.	SW Kg.	
21.3 0.84	3.2 0.12	9.7 0.38	66.5 2.35	4	15.7 0.57	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	1/2
26.7 1.05	3.2 0.12	11.2 0.44	69.9 2.75	4	15.7 0.62	0.9	0.7	0.7	0.5	0.7	3/4
33.5 1.32	3.2 0.12	12.7 0.50	79.2 3.12	4	15.7 0.62	1.1	0.9	0.9	1.0	0.9	1
42.2 1.66	4.6 0.19	14.2 0.56	68.9 3.50	4	15.7 0.62	1.4	1.2	1.2	1.4	1.2	1 1/4
48.3 1.90	6.4 0.25	15.7 0.62	98.5 3.85	4	15.7 0.62	1.9	1.4	1.4	1.5	1.4	1 1/2
60.5 2.38	7.9 0.31	17.5 0.69	120.7 4.75	4	19.1 0.75	2.7	2.3	2.3	2.7	2.4	2
73.2 2.88	7.9 0.31	19.1 0.75	139.7 5.50	4	19.1 0.75	4.2	3.5	3.6	4.4	3.8	2 1/2
88.9 3.50	9.7 0.38	20.6 0.81	152.4 5.00	4	19.1 0.75	5.6	4.0	4.0	5.6	4.2	3
101.6 4.00	9.7 0.38	22.4 0.88	177.8 7.00	8	19.1 0.75	6.4	5.1	5.1	6.5	5.4	3 1/2
114.3 4.50	11.2 0.44	23.9 0.94	190.5 7.50	8	19.1 0.75	7.5	5.9	5.9	7.7	6.3	4
141.2 5.56	11.2 0.44	23.9 0.94	215.9 8.50	8	22.4 0.85	9.2	6.8	6.8	9.1	7.3	5
168.4 6.63	12.7 0.50	26.9 1.06	241.3 9.50	8	22.4 0.85	12.4	8.1	8.1	11.6	8.6	6
219.2 8.63	12.7 0.50	31.8 1.25	298.5 11.25	8	22.4 0.85	19.5	12.8	12.8	20.4	13.7	8
273.1 10.75	12.7 0.50	33.3 1.31	362.0 12.25	12	25.4 1.00	26.7	17.9	17.9	31.5	19.2	10
323.9 12.75	12.7 0.50	39.6 1.56	431.6 17.00	12	25.4 1.00	37	27.5	27.5	50	29.3	12
355.5 14.00	12.7 0.50	41.1 1.62	476.3 18.75	12	28.4 1.12	52	37.2	41	62	39.6	14
406.4 16.00	12.7 0.50	44.5 1.75	539.6 21.25	16	28.4 1.12	64	48	54	84	51	16
457.2 18.00	12.7 0.50	49.3 1.94	577.9 22.75	16	31.5 1.25	73	54	62	99	58	18
508.0 20.00	12.7 0.50	53.8 2.12	635.0 25.00	20	31.5 1.25	90	66	75	125	72	20
609.5 24.00	12.7 0.50	63.5 2.50	749.3 29.50	20	35.1 1.35	121	95	107	188	103	24

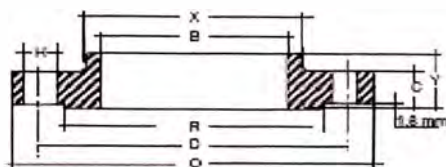
Referencias erratas de AS3: B 16.5  
ANSI E16.5 Normas de 100 SW/50 o care 1" y menores

Tabla N° A 3.3

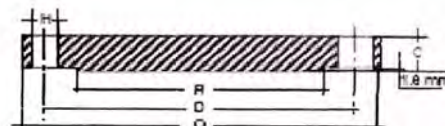
# Bridas Forjadas Serie 300



Con Cuello para Soldar



Deslizantes



Ciegas

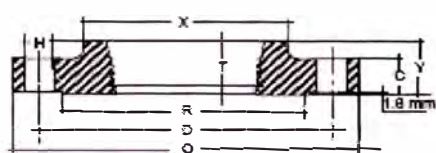
Diámetro Nominal del Tubo	Diámetro Exterior Ø	Espesor Mínimo C*	Diámetro del Resello R	Diámetro en la Base del Cubo X	Alturas a través del Cubo			Longitud Roscada Mínima T*	Diámetro Interior		
					WN Y*	SO SW Tr Y*	LJ Y		WN SW Ø	SOSW Ø BD	LJ B
1/2	95.3 3.75	14.2 0.56	35.1 1.38	36.1 1.50	52.3 2.06	22.4 0.88	22.4 0.88	15.7 0.62		22.4 0.88	22.9 0.90
3/4	117.3 4.62	15.7 0.62	42.9 1.69	47.8 1.88	57.2 2.25	25.4 1.00	25.4 1.00	15.7 0.62		27.7 1.09	28.2 1.11
1	124.0 4.85	17.5 0.69	50.8 2.00	53.8 2.12	62.0 2.44	26.9 1.06	26.9 1.06	17.5 0.69		34.5 1.36	36.1 1.42
1 1/4	133.4 5.25	19.1 0.75	63.5 2.50	63.5 2.50	65.0 2.56	26.9 1.06	26.9 1.06	20.6 0.81		43.2 1.70	43.7 1.72
1 1/2	155.4 6.12	20.6 0.81	73.2 2.88	69.9 2.75	68.3 2.69	30.2 1.19	30.2 1.19	22.4 0.88		49.5 1.95	50.0 1.97
2	165.1 6.50	22.4 0.88	91.9 3.62	84.1 3.31	69.9 2.75	33.3 1.31	33.3 1.31	28.4 1.12		62.0 2.44	62.5 2.46
2 1/2	190.5 7.50	25.4 1.00	104.6 4.12	100.1 3.94	76.2 3.00	38.1 1.50	38.1 1.50	31.6 1.25		74.7 2.94	75.4 2.97
3	209.6 8.25	28.4 1.12	127.0 5.00	117.3 4.62	79.2 3.12	42.9 1.69	42.9 1.69	31.8 1.25		90.7 3.57	91.4 3.60
3 1/2	228.6 9.00	30.2 1.19	139.7 5.50	133.4 5.25	81.0 3.19	44.5 1.75	44.5 1.75	36.6 1.44		103.4 4.07	104.1 4.10
4	254.0 10.00	31.8 1.25	157.2 6.19	146.1 5.75	85.9 3.35	47.8 1.88	47.8 1.88	36.6 1.44		115.1 4.53	116.6 4.60
5	279.4 11.00	35.1 1.38	185.7 7.31	177.8 7.00	98.6 3.88	50.8 2.00	50.8 2.00	42.9 1.69		143.8 5.66	144.5 5.70
6	317.5 12.50	36.6 1.44	215.9 8.50	206.2 8.12	98.6 3.88	52.3 2.06	52.3 2.06	46.0 1.81		170.7 6.72	171.5 6.75
8	381.0 15.00	41.1 1.62	269.7 10.62	260.4 10.25	111.3 4.38	62.0 2.44	62.0 2.44	50.8 2.00		221.5 8.72	222.3 8.75
10	444.5 17.50	47.8 1.88	322.9 12.75	320.5 12.60	117.3 4.62	66.5 2.62	66.5 2.62	55.6 2.19		276.4 10.88	277.4 10.92
12	520.7 20.50	50.8 2.00	381.0 15.00	374.7 14.75	130.0 5.12	73.2 2.88	101.6 4.00	60.5 2.38		327.2 12.88	328.2 12.92
14	584.2 23.00	53.8 2.12	412.8 16.25	425.5 16.75	142.7 5.62	76.2 3.00	111.3 4.38	63.5 2.50		369.2 14.53	369.2 14.53
16	647.7 25.50	57.2 2.25	469.9 18.50	482.6 18.60	146.1 5.75	82.6 3.25	130.0 5.12	68.3 2.69		410.5 16.16	411.2 16.19
18	711.2 28.00	60.5 2.38	533.4 21.00	533.4 21.00	158.8 6.25	88.9 3.50	130.0 5.12	69.9 2.75		461.8 18.16	462.3 18.20
20	774.7 30.50	63.5 2.50	584.2 23.00	587.2 23.12	162.1 6.38	95.3 3.75	139.7 5.50	73.2 2.88		513.1 20.20	514.4 20.25
24	914.4 36.00	69.9 2.75	692.2 27.25	701.5 27.60	168.1 6.62	105.4 4.15	152.4 6.00	82.6 3.25		616.0 24.28	616.0 24.28

CORRESPONDE MEDIDA NOMINAL DEL DIÁMETRO INTERIOR DEL TUBO-VER TABLA 10 Y 11

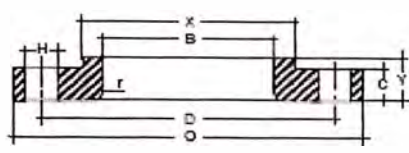
Las medidas en negro están en milímetros, las de color en pulgadas.  
 \* Los 1.6mm. del resello están incluidos en el espesor mínimo, en la altura a través del cuello o cubo y en la longitud rosca mínima.  
 Esta tabla corresponde a bridas de cara con resello.

Tabla N° A 3.4

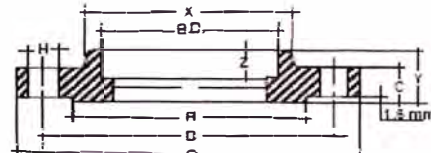
### Serie 300



Roscas



Para Juntas con Solapa



Con Asiento para Soldar

Diámetro en el Punto de soldadura A	Radio LJ r	Profundidad del Asiento Z	Diámetro del Asiento G	Planchilla de Perforar			Peso aproximado por Breda					Diámetro Nominal del Tubo
				Diámetro Capullo de Agujeros D	Cantidad	Diámetro de Agujeros H	WN Kg.	SO Tr Kg.	LJ Kg.	B Kg.	SW Kg.	
21.3 0.84	3.2 0.12	9.7 0.38	23.6 0.93	66.5 2.62	4	15.7 0.62	0.9	0.7	0.7	0.8	0.7	1/2
26.7 1.05	3.2 0.12	11.2 0.44	29.0 1.14	82.6 3.25	4	19.1 0.75	1.4	1.3	1.3	1.4	1.3	3/4
33.5 1.32	3.2 0.12	12.7 0.50	35.0 1.41	88.9 3.50	4	19.1 0.75	1.8	1.5	1.5	1.7	1.5	1
42.2 1.66	4.8 0.19	14.2 0.55	44.5 1.75	98.6 3.88	4	19.1 0.75	2.7	1.9	1.9	2.1	1.9	1 1/4
48.3 1.90	6.4 0.25	15.7 0.61	50.5 2.00	114.3 4.50	4	22.4 0.88	3.3	2.6	2.6	3.2	2.6	1 1/2
60.5 2.38	7.9 0.31	17.5 0.69	63.5 2.50	127.0 5.00	8	19.1 0.75	3.9	3.0	3.0	3.6	3.0	2
73.2 2.88	7.9 0.31	19.1 0.75	76.2 3.00	149.4 5.88	8	22.4 0.88	5.7	4.6	4.6	5.5	4.6	2 1/2
88.9 3.50	9.7 0.38	20.6 0.81	92.2 3.63	168.1 6.62	8	22.4 0.88	7.2	6.2	6.2	7.1	6.2	3
101.6 4.00	9.7 0.38		104.9 4.13	184.2 7.25	8	22.4 0.88	8.3	7.7	7.7	9.5		3 1/2
114.3 4.50	11.2 0.44		117.5 4.63	200.2 7.88	8	22.4 0.88	11.5	9.8	9.8	11.7		4
141.2 5.56	11.2 0.44		144.5 5.69	235.0 9.29	8	22.4 0.88	16.2	13.0	13.0	16.4		5
166.4 6.54	12.7 0.50		171.5 6.75	259.7 10.62	12	22.4 0.88	20.1	16.2	16.2	22.2		6
219.2 8.63	12.7 0.50		222.3 8.75	330.2 13.00	12	25.4 1.00	30.5	24.7	24.7	35		8
273.1 10.75	12.7 0.50		276.4 10.88	387.4 15.25	16	28.4 1.12	45.3	36	41	55		10
323.9 12.75	12.7 0.50		326.7 12.86	450.9 17.35	16	31.8 1.25	62.5	51	57	83		12
355.6 14.00	12.7 0.50		363.4 14.29	514.4 20.25	20	31.8 1.25	66	73	85	109		14
406.4 16.00	12.7 0.50		411.2 16.19	571.5 22.50	20	35.1 1.38	112	95	110	141		16
457.2 18.00	12.7 0.50		462.0 18.19	628.7 24.75	24	35.1 1.38	138	125	138	153		18
508.0 20.00	12.7 0.50		512.8 20.19	665.8 27.00	24	35.1 1.38	172	140	159	225		20
609.6 24.00	12.7 0.50		614.4 24.19	812.8 32.00	24	41.1 1.62	247	221	242	352		24

ANSI B16.5 normaliza el tipo SW solo para 3" y mayores.

Tabla N° A 3.5

## 4.0. FIGURAS GEOMETRICAS

### LA MEDIDA DE LOS CUERPOS GEOMÉTRICOS

#### • POLIEDROS

##### ○ PRISMA

- $\text{Área lateral} = \text{Perímetro} \times \text{Altura}$
- $\text{Área total} = \text{Área lateral} + 2 \text{Área de la Base}$
- $\text{Volumen} = \text{Área de la Base} \times \text{Altura}$

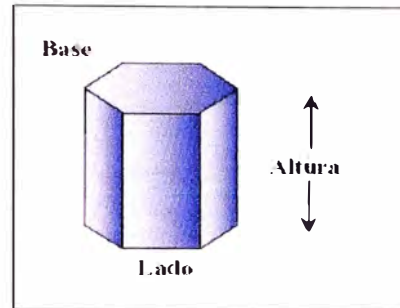


Figura 1.- Prisma hexagonal

##### ▪ Caso particular: Paralelepípedo

- $\text{Área lateral} = 2 a c + 2 b c = \text{Perímetro} \times c$
- $\text{Área total} = \text{Área lateral} + 2 a b$
- $\text{Volumen} = a b c$

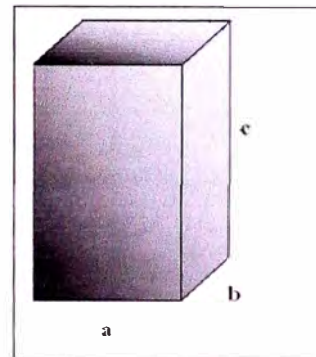


Figura 2.- Paralelepípedo

##### ○ PIRÁMIDE

- $\text{Área lateral} = \frac{\text{Perímetro} \times \text{Altura de una cara lateral}}{2}$
- $\text{Área total} = \text{Área lateral} + \text{Área de la Base}$
- $\text{Volumen} = \frac{\text{Área de la base} \times \text{Altura}}{3}$
- **Observación:**
  - el volumen de una pirámide es un tercio del prisma que posee la misma base y altura
  - La altura de la cara lateral también se llama "apotema de la pirámide"

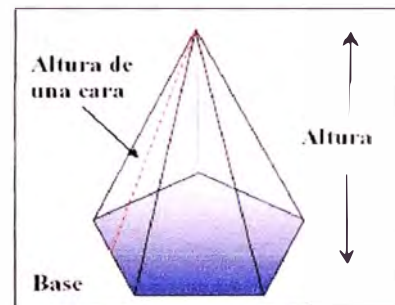


Figura 3.- Pirámide pentagonal

##### PIRÁMIDE TRUNCADA O TRONCO DE PIRÁMIDE

- $\text{Área lateral} = \frac{(\text{Perímetro mayor} + \text{Perímetro menor})}{2} \times \text{Altura de una cara}$
- $\text{Área total} = \text{Área lateral} + B + b$
- $\text{Volumen} = \frac{B + b + \sqrt{Bb}}{3} \times \text{Altura}$
- **Donde**
  - B: Área de la base mayor
  - b: Área de la base menor

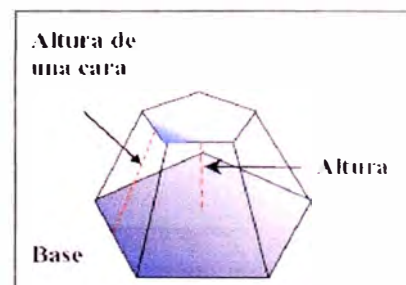


Figura 4.- Pirámide pentagonal "truncada"



## LA MEDIDA DE LOS CUERPOS GEOMÉTRICOS

### ▪ Icosaedro

$$- \text{Área total} = 5 \sqrt{3} \text{ lado}^2$$

$$- \text{Volumen} = \frac{5\sqrt{5}}{4} \text{ lado}^3$$



Figura 9.- Icosaedro

### • CUERPOS CURVOS

#### ○ CILINDRO

$$▪ \text{Área lateral} = 2 \pi R h$$

$$▪ \text{Área total} = \text{Área lateral} + 2 \pi R^2$$

$$▪ \text{Volumen} = \pi R^2 h$$

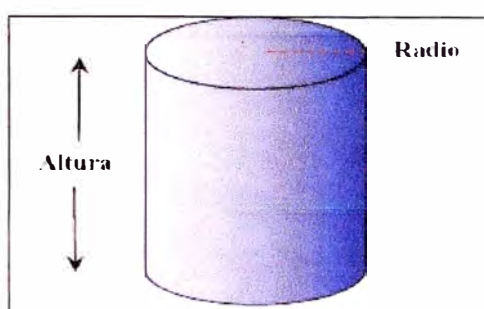


Figura 10.- Cilindro

#### ○ CONO

$$▪ \text{Área lateral} = \pi R g$$

$$▪ \text{Área total} = \text{Área lateral} + \pi R^2$$

$$▪ \text{Volumen} = \frac{\text{Área de la base} \times \text{Altura}}{3}$$

▪ **Observación:** el volumen de una cono es un tercio del cilindro que posee la misma base y altura

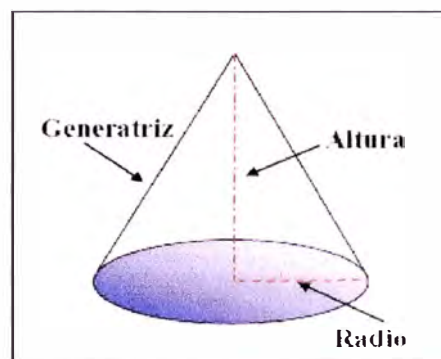


Figura 11.- Cono

#### ○ CONO TRUNCADO

$$▪ \text{Área lateral} = (R + r) \pi g$$

$$▪ \text{Área total} = \text{Área lateral} + \pi R^2 + \pi r^2$$

$$▪ \text{Volumen} = \frac{\pi h}{3} (R^2 + r^2 + Rr)$$

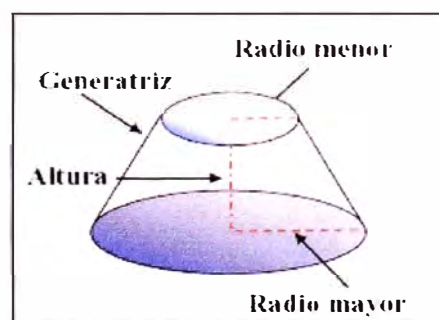


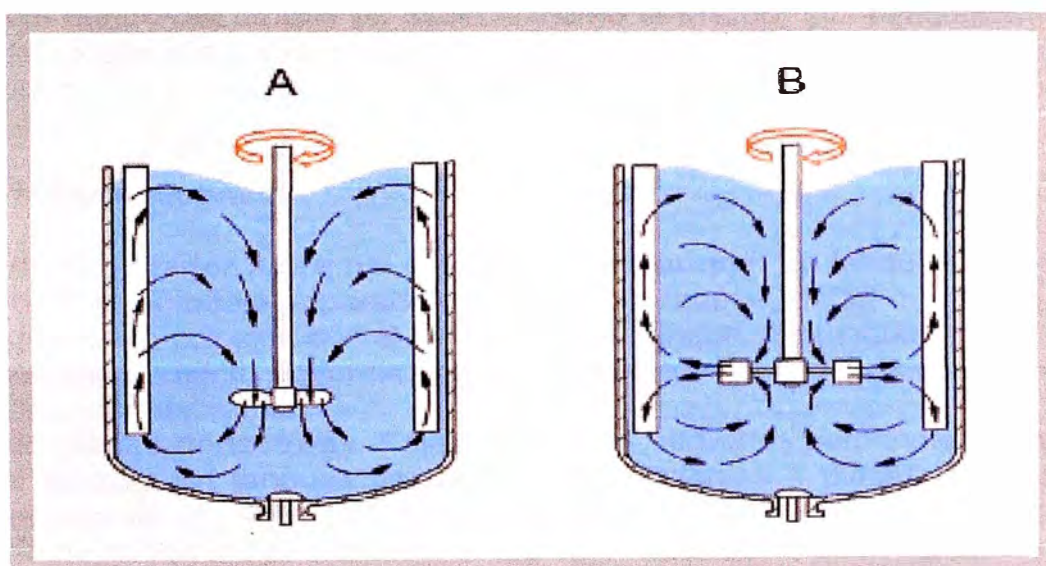
Figura 12.- Cono truncado

## 5.0. AGITADORES

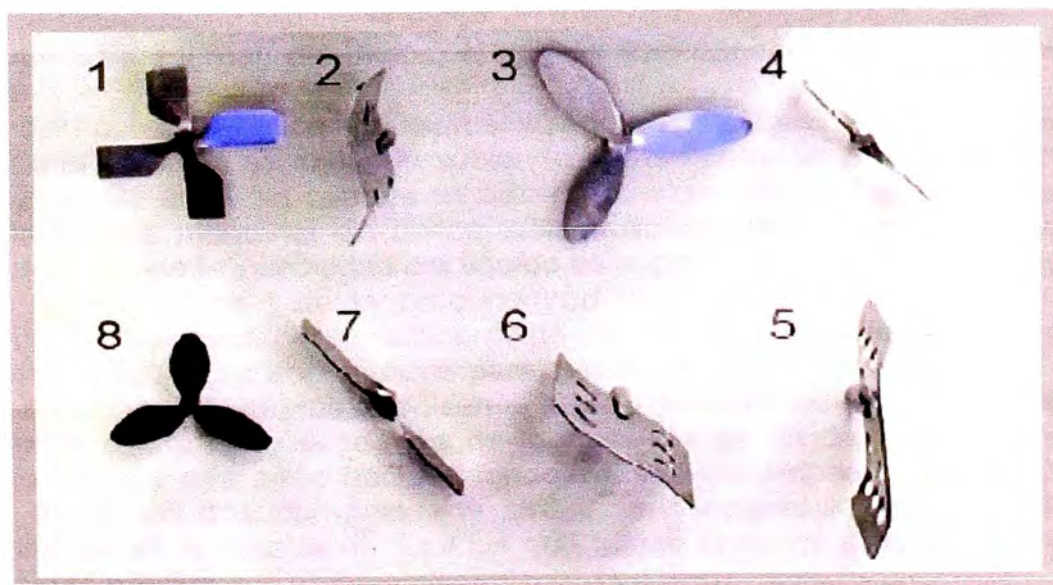
### Tipos de agitadores:

Los agitadores se dividen en dos clases: los que generan corrientes paralelas al eje del agitador y los que dan origen a corrientes en dirección tangencial o radial. Los primeros se llaman agitadores de flujo axial y los segundos agitadores de flujo radial.

Los tres tipos principales de agitadores son, de hélice, de paletas, y de turbina. Cada uno de estos tipos comprende muchas variaciones y subtipos que no consideraremos aquí. En algunos casos también son útiles agitadores especiales, pero con los tres tipos antes citados se resuelven, quizás, el 95% de los problemas de agitación de líquidos.



Campos de velocidades en el depósito de agitación con agitación axial (A) y radial (B)



móviles de agitación: tipo hélice (1,2,8), tipo planos (2,5,8), tipo hélice inclinado (4,7)

## Tipos de flujos en tanques agitados

El tipo de flujo que se produce en un tanque agitado, depende del tipo de rodete, de las características del fluido y del tamaño y proporciones del tanque, placas deflectoras y agitador. La velocidad del fluido en un punto del tanque tiene tres componentes y el tipo de flujo global en el mismo, depende de las variaciones de estas tres componentes de la velocidad, de un punto a otro. La primera componente de velocidad es radial y actúa en dirección perpendicular al eje del rodete. La segunda es longitudinal y actúa en dirección paralela al eje. La tercera es tangencial o rotacional, y actúa en dirección tangencial a la trayectoria circular descrita por el rodete.

En un tanque sin placas deflectoras, el flujo circulatorio es inducido por todos los tipos de rodete, tanto si el flujo es axial como radial. Si los remolinos son intensos, el tipo de flujo dentro del tanque es esencialmente el mismo, independientemente del diseño del rodete. Para velocidades de giro del rodete elevadas, la profundidad del vórtice puede ser tan grande que llegue al rodete mismo, lo cual normalmente debe evitarse.

### Formas de evitar remolinos:

- 1) **Colocando el agitador fuera del eje central del tanque.** En tanques pequeños se debe colocar el rodete separado del centro del tanque, de tal manera que el eje del agitador no coincida con el eje central del tanque. En tanques mayores el agitador puede montarse en forma lateral, con el eje en un plano horizontal, pero no en la dirección del radio.
- 2) **Instalando placas deflectoras.** Estas son placas verticales perpendiculares a la pared del tanque. En tanques pequeños son suficientes 4 placas deflectoras, para evitar remolinos y formación de vórtice. El ancho de las placas no debe ser mayor que un doceavo del diámetro del tanque. Cuando se usan agitadores de hélice, el ancho de la placa puede ser de un octavo del diámetro del tanque. Si el eje del agitador está desplazado del centro o inclinado, no se necesitan placas deflectoras.

Cuando no se presentan remolinos, el tipo de flujo específico depende del tipo de rodete:

- Los agitadores de hélice impulsan el líquido hacia el fondo del tanque, desde donde la corriente se extiende subiendo por las paredes y retomando hacia la hélice. Se emplean cuando se desean intensas corrientes verticales, por ejemplo para mantener en suspensión partículas sólidas pesadas. No se emplea cuando la viscosidad del líquido es superior a los 5.000 centipoises.
- Los agitadores de paletas producen un flujo radial intenso en el plano próximo a las palas, pero prácticamente no dan lugar a corrientes verticales. Estos agitadores no son eficaces para mantener sólidos en suspensión.
- Los agitadores de turbina impulsan al líquido radialmente contra las paredes laterales del tanque, desde donde la corriente se divide, una parte fluye hacia arriba y otra parte hacia el fondo, retomando ambas al rodete. Por lo que producen dos corrientes de circulación separadas. Dan excelentes resultados en la mezcla de líquidos que tienen aproximadamente la misma densidad relativa.

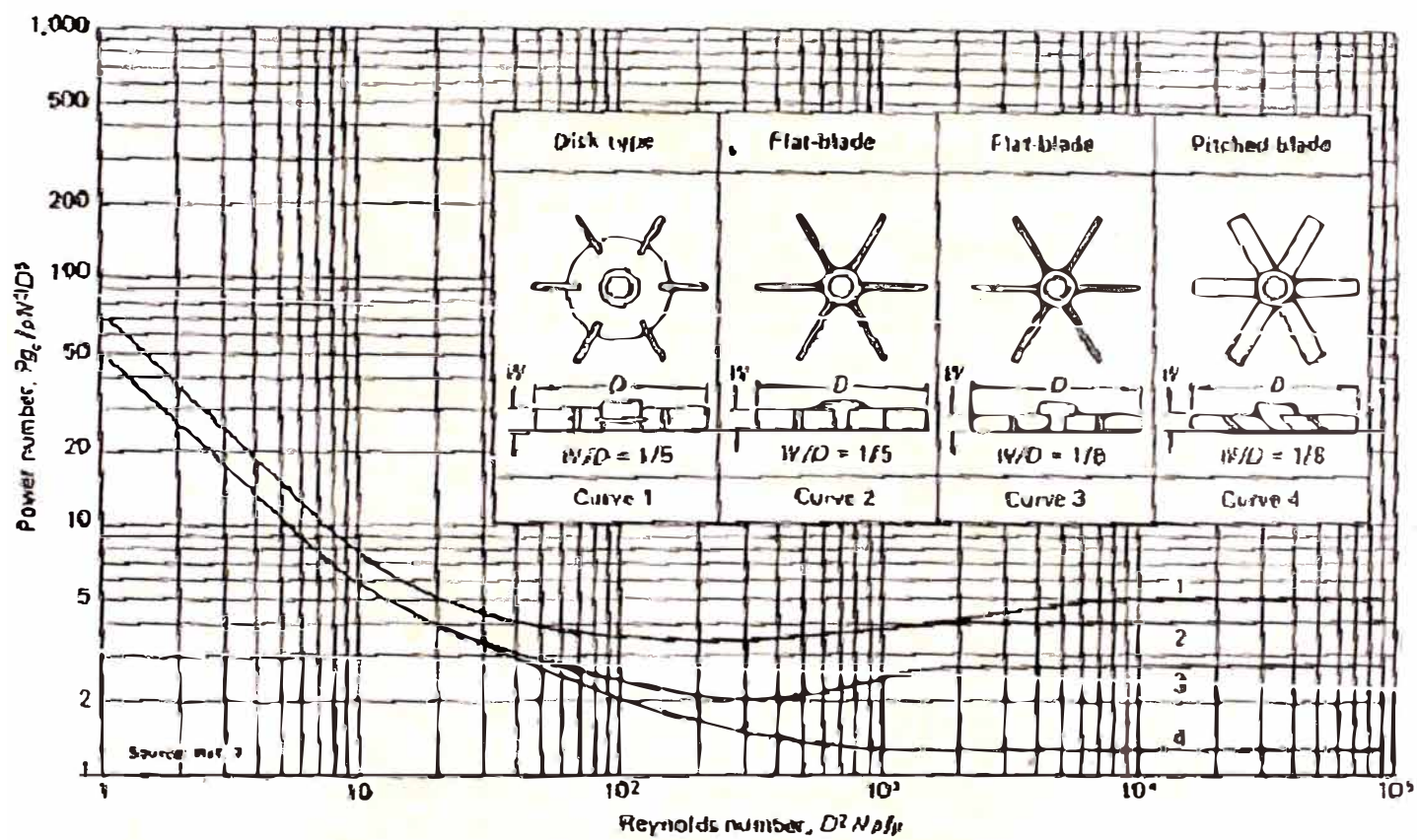


Diagrama N<sup>o</sup> A 5.1: Cálculo del número de potencia



6.0. TUBOS DE PP, ACCESORIOS, BRIDAS Y VALVULAS

Tubos de Polipropileno

Polypropylene Pipes / Tubos de Polipropileno

NORMA STANDARD NORMA DIN 8077	PN 2.0		PN 3.2		PN 4		PN 6		PN 8		PN 10		PN 12		PN 16		PN 20			
	Ø mm	Peso métrico kg/m	Ø mm	Peso métrico kg/m	Ø mm	Peso métrico kg/m	Ø mm	Peso métrico kg/m	Ø mm	Peso métrico kg/m	Ø mm	Peso métrico kg/m	Ø mm	Peso métrico kg/m	Ø mm	Peso métrico kg/m	Ø mm	Peso métrico kg/m	Ø mm	Peso métrico kg/m
20												2,0	0,113	2,1	0,118	2,5	0,137	2,8	0,149	
25								2,0	0,145	2,3	0,166	2,7	0,166	3,1	0,212	3,5	0,233			
32							2,0	0,190	2,4	0,225	3,0	0,270	3,4	0,303	3,9	0,337	4,4	0,374		
40					2,0	0,240	2,3	0,276	3,0	0,346	3,7	0,416	4,3	0,475	4,9	0,527	5,5	0,581		
50					2,0	0,304	2,9	0,426	3,7	0,532	4,6	0,645	5,4	0,741	6,1	0,823	6,9	0,906		
63			2,0	0,386	2,5	0,478	3,6	0,606	4,7	0,845	5,8	1,020	6,8	1,170	7,7	1,300	8,7	1,440		
75	2,0	0,463	2,4	0,554	2,9	0,654	4,3	0,945	5,6	1,200	6,9	1,430	8,0	1,630	9,2	1,850	10,3	2,030		
90	2,2	0,619	2,8	0,768	3,5	0,947	5,1	1,350	6,7	1,710	8,2	2,050	9,6	2,350	11,1	2,670	12,4	2,920		
110	2,7	0,911	3,5	1,160	4,3	1,410	6,3	2,010	8,1	2,520	10,0	3,040	11,8	3,520	13,5	3,960	15,5	4,360		
125	3,1	1,190	3,9	1,480	4,9	1,820	7,1	2,580	9,3	3,290	11,4	3,950	13,4	4,530	15,4	5,120	17,2	5,610		
140	3,5	1,460	4,4	1,800	5,4	2,250	8,0	3,230	10,4	4,120	12,8	4,950	15,0	5,690	17,2	6,360	19,3	7,050		
160	3,9	1,890	5,0	2,390	6,2	2,940	9,1	4,210	11,9	5,370	14,8	6,460	17,1	7,410	19,7	8,370	22,1	9,220		
180	4,4	2,400	5,6	3,020	7,0	3,720	10,2	5,310	13,3	6,740	16,4	8,150	19,3	9,410	22,1	10,000	24,8	11,000		
200	4,9	2,950	6,2	3,720	7,7	4,540	11,4	6,580	14,8	8,340	18,2	10,100	21,4	11,800	24,8	13,100	27,8	14,400		
225	5,5	3,740	7,0	4,690	8,7	5,770	12,8	8,260	16,7	10,560	20,5	12,700	24,1	14,700	27,8	16,500	31,0	18,200		
250	6,1	4,610	7,8	5,800	9,7	7,140	14,2	10,300	18,5	13,100	22,8	15,700	26,8	18,100	30,7	20,400	34,5	22,400		
280	6,9	5,790	8,7	7,230	10,8	8,890	15,9	12,800	20,7	16,300	25,5	19,700	30,0	22,700	34,4	25,500	38,8	28,100		
315	7,7	7,270	9,8	9,150	12,2	11,300	17,9	16,200	23,3	20,600	28,7	24,800	33,8	28,700	38,7	32,300	43,5	35,600		
355	8,7	9,240	11,1	11,700	13,7	14,200	20,1	20,500	26,3	26,200	32,3	31,800	38,0	36,400	43,8	41,000	49,0	45,200		
400	9,8	11,700	12,4	14,700	15,4	18,100	22,7	26,000	29,6	33,200	36,4	40,100	42,9	46,300	49,1	52,000				
450	11,0	14,700	14,0	18,800	17,4	22,900	25,5	32,900	33,3	42,000	41,0	50,700	48,2	56,500	55,3	63,900				
500	12,2	18,200	15,5	22,900	19,3	28,300	28,3	40,000	37,0	51,900	45,5	62,600	53,6	72,300						
560	13,7	22,800	17,4	28,800	21,8	35,400	31,7	50,800	41,5	65,200	50,9	79,500								
630	15,4	28,900	19,6	36,400	24,3	44,800	35,7	61,500	46,7	82,500	57,3	100,800								
700	16,6	34,070	21,1	42,863	26,2	52,805	38,5	75,778	50,4	97,199										
770	17,4	36,800	22,1	46,400	27,4	56,800	40,2	81,700	52,6	104,700										
850	17,8	39,075	22,6	49,218	28,1	60,686	41,3	87,460	54,1	112,017										
950	19,6	44,800	24,9	58,700	30,8	71,900	45,3	103,600												
1050	22,0	58,800	28,0	74,200	34,7	91,200	50,9	132,600												
1200	24,4	72,500	31,1	91,700	38,5	112,300														

Fabricación sobre consulta  
Manufacturing upon request  
Fabricación mediante consulta

\* CE 680 e 730 mm não são normalizados, mas atendem todas as exigências de referência norma  
\* ED 680 e 730 are not normalised, but meet all the requirements of the referenced standard  
\* CE 680 y 730 mm no están normalizados, pero atienden a las exigencias

Tabla N° A 6.1

# Conexões Gomadas

Glued Connections / Conexiones Engomadas

## Linha de Conexões para Sistemas de Polietileno

Polypropylene Systems Connections Line

Línea de Conexiones para Sistemas de Polietileno

CURVA 30°  
CURVE 30° - CURVA 30°

DE (mm)	IE (mm)	Z (mm)	H (mm)
32	50	63	113
40	50	66	116
50	50	70	120
63	50	75	125
75	50	80	130
90	70	106	166
110	70	114	164
125	130	150	260
140	130	166	268
160	130	194	274
180	250	322	402
200	250	330	410
225	250	340	420
250	250	350	430
280	300	413	513
315	445	572	672
355	445	568	668
400	430	591	691
450	420	601	701
500	410	611	711
560	400	625	725
630	365	636	736
680	370	643	743
730	370	663	763
800	350	672	772
900	330	682	782
1000	310	712	812

CURVA 90°  
CURVE 90° - CURVA 90°

DE (mm)	IE (mm)	Z (mm)	H (mm)
32	50	78	128
40	50	85	135
50	50	93	143
63	50	105	155
75	50	115	165
90	70	146	226
110	70	165	245
125	130	236	316
140	130	251	331
160	130	269	349
180	250	406	466
200	250	423	503
225	250	445	525
250	250	467	547
280	300	512	642
315	445	716	816
355	445	752	852
400	430	776	876
450	420	810	910
500	410	843	943
560	400	885	985
630	365	931	1031
680	370	959	1059
730	370	1002	1102
800	350	1043	1143
900	330	1109	1209
1000	310	1176	1276

TE 45°  
45° TEE - TE 45°

DE (mm)	H (mm)	Z1 (mm)	Z2 (mm)	L (mm)
32	200	100	200	300
40	200	100	200	300
50	248	138	248	384
63	268	142	268	428
75	300	150	300	450
90	329	155	329	464
110	412	180	412	592
125	460	240	460	700
140	489	250	489	739
160	592	329	592	918
180	718	460	718	1178
200	770	470	770	1240
225	812	482	812	1294
250	853	495	853	1348
280	1037	620	1037	1657
315	1060	706	1060	1766
355	1128	728	1128	1858
400	1183	750	1183	1933
450	2040	1225	2040	3265
500	2100	1250	2100	3350
560	2175	1280	2175	3455
630	2260	1315	2260	3575
680	2360	1355	2360	3715
730	2360	1355	2360	3715
800	2485	1400	2485	3965
900	2585	1450	2585	4035
1000	2710	1500	2710	4210

Conexão sob consulta  
Meeting upon request  
Conexión mediante consulta

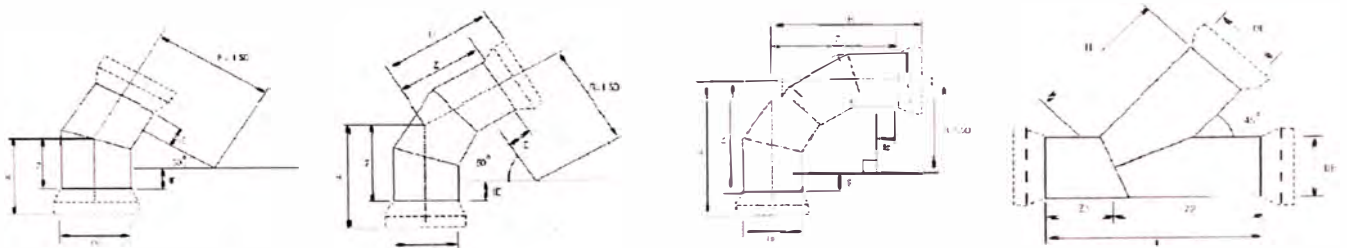


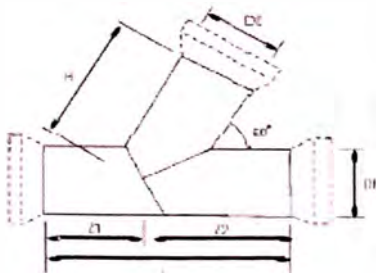
Tabla N° A 6.2



TE 60°  
45° TEE • TE 60°

DE (mm)	H (mm)	Z1 (mm)	Z2 (mm)	L (mm)
32	140	100	140	240
40	140	100	140	240
50	181	138	181	318
63	187	142	187	339
75	203	150	203	353
90	215	155	215	370
110	315	180	315	495
125	359	240	359	599
140	380	250	380	630
180	439	328	439	785
180	555	460	555	1015
200	603	470	603	1073
225	635	482	635	1117
250	685	495	685	1180
280	910	620	910	1530
315	940	708	940	1648
355	976	728	976	1704
400	1015	750	1015	1785
450	1690	1225	1690	2915
500	1735	1250	1735	2985
580	1785	1260	1785	3085
630	1845	1315	1845	3180
680	1915	1355	1915	3270
730	1915	1355	1915	3270
800	1995	1400	1995	3395
900	2080	1450	2080	3530
1000	2185	1500	2185	3685

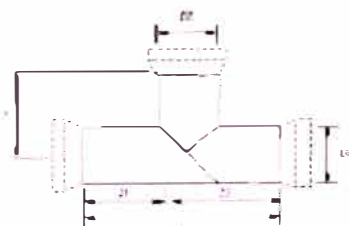
- Cortaçãõ sob consulta
- Making upon request
- Cortaçãõ em mediçãõõ consultã



TE 90°  
90° TEE • TE 90°

DE (mm)	H (mm)	Z1 (mm)	Z2 (mm)	L (mm)
32	100	100	100	200
40	100	100	100	200
50	138	138	138	278
63	142	142	142	284
75	150	150	150	300
90	155	155	155	310
110	185	180	185	345
125	240	240	240	480
140	250	250	250	500
180	290	328	290	588
180	460	460	460	920
200	470	470	470	940
225	482	482	482	964
250	495	495	495	990
280	620	620	620	1240
315	708	703	708	1418
355	728	723	728	1458
400	750	750	750	1500
450	1225	1225	1225	2450
500	1250	1250	1250	2500
580	1280	1280	1280	2580
630	1315	1315	1315	2630
680	1355	1355	1355	2710
730	1355	1355	1355	2710
800	1400	1400	1400	2800
900	1450	1450	1450	2900
1000	1500	1500	1500	3000

- Cortaçãõ sob consulta
- Making upon request
- Cortaçãõ em mediçãõõ consultã



CRUZERA  
CROSS • CRUCEIRA

DE (mm)	H (mm)	L (mm)
32	100	200
40	100	200
50	138	278
63	142	284
75	150	300
90	155	310
110	185	330
125	240	480
140	250	500
180	290	520
180	480	920
200	470	940
225	482	964
250	495	990
280	620	1240
315	708	1418
355	728	1458
400	750	1500
450	1225	2450
500	1250	2500
580	1280	2580
630	1315	2630
680	1355	2710
730	1355	2710
800	1400	2800
900	1450	2900
1000	1500	3000

- Cortaçãõ sob consulta
- Making upon request
- Cortaçãõ em mediçãõõ consultã

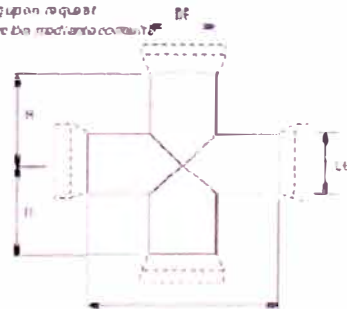


Tabla N° A 6.3

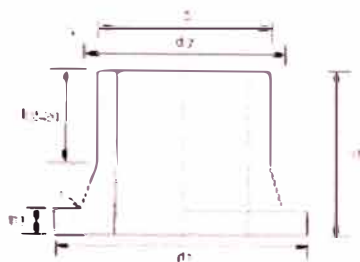
# Conexões Usinadas

Milled Connections / Conexiones Moldeadas

COLARINHO NO PADRÃO DIN 1883 PARA FLANGE PN10  
 DIN 1883 STANDARD FOR PN 10 COLLAR FLANGE  
 CUELLO NORMA DIN 1883 PARA BISEL PN 10

COLARINHO NO PADRÃO ANSI B 16.5 PARA FLANGE PN10  
 ANSI B 16.5 STANDARD FOR PN 10 COLLAR FLANGE  
 CUELLO NORMA ANSI B 16.5 PARA BISEL PN 10

D (mm)	d1 (mm)	d2 (mm)	h1 (mm)	h3 (mm)	r
20	45	27	50	7	2
25	50	33	50	9	2
32	60	40	50	10	2,0
40	70	50	50	11	2,0
50	80	60	50	12	2,0
63	100	75	50	14	2,0
75	120	90	50	16	2,0
90	135	105	50	17	2,0
110	155	125	50	18	2,0
125	175	145	50	20	2,5
140	190	160	50	21	2,0
160	210	180	50	23	3,0
180	230	200	50	25	3,0
200	250	220	50	27	3,0
225	275	245	50	29	4,5
250	300	270	50	31	4,5
280	330	300	50	34	5,0
315	370	340	50	38	5,5
355	420	390	50	43	6,0
400	470	440	50	48	6,0
450	525	490	50	54	6,5
500	585	550	50	60	7,0
560	655	620	50	67	8,0
630	735	700	50	75	8,5
680	780	740	50	81	9,5
730	830	790	50	87	9,5
800	900	860	50	96	10,0
900	1005	965	50	108	11,0
1000	1110	1070	50	120	12,0
1200	1320	1280	50	144	14,0



D (mm)	d1 (mm)	d2 (mm)	h1 (mm)	h3 (mm)	r
20	44,0	27	50	7	2
25	53,0	33	50	9	2
32	63,6	40	60	10	2,0
40	73,0	50	60	11	2,0
50	82,0	61	60	12	2,0
63	101,0	75	60	14	2,0
75	120,0	90	60	16	2,0
90	139,0	105	60	17	2,0

Nota: Para os demais detalhes consulte com a norma DIN  
 Note: Other details respect DIN standard  
 Nota: Para los demás detalles consulte con la norma DIN

## REDUÇÃO CONCENTRICA / CONCENTRIC REDUCTION / REDUCCIÓN CONCENTRICA

D (mm)	d (mm)	z (mm)	D (mm)	d (mm)	z (mm)	D (mm)	d (mm)	z (mm)	D (mm)	d (mm)	z (mm)	D (mm)	d (mm)	z (mm)	D (mm)	d (mm)	z (mm)
50	40	100	180	140	10	250	225	100	35	315	100	560	50	100	900	800	180
50	32	100	180	125	10	250	200	100	35	280	100	560	40	100	900	720	100
80	25	100	160	110	10	250	180	100	35	250	100	560	40	100	900	720	100
50	20	100	160	90	10	250	160	100	35	225	100	560	35	100	900	630	100
63	50	100	160	75	140	250	140	140	35	200	140	560	35	140	900	560	140
63	40	100	160	68	140	250	125	140	35	180	140	560	30	140	900	500	140
63	32	100	160	60	140	250	110	140	35	160	140	630	50	100	1000	900	100
63	25	100	160	140	100	250	90	140	35	140	140	630	50	100	1000	300	100
75	63	100	180	125	100	250	75	140	35	125	140	630	450	100	1000	730	100
75	50	100	180	110	100	250	63	140	35	110	140	630	40	100	1000	380	100
75	40	100	180	90	110	280	280	100	60	255	100	630	255	110	1000	230	110
75	32	100	180	75	110	280	225	100	60	215	100	630	215	140	1000	560	140
90	75	100	180	63	110	280	200	100	60	200	100	600	60	100			
90	63	100	200	180	100	280	180	100	60	250	100	600	250	100			
90	50	100	200	160	100	280	160	140	60	225	140	680	200	100			
90	40	100	200	140	100	280	140	140	60	200	140	680	150	100			
110	90	100	200	125	100	280	125	140	60	180	140	680	100	140			
110	75	100	200	110	140	280	110	140	60	160	140	680	355	140			
110	63	100	200	90	140	280	90	140	60	140	140	730	60	100			
110	50	100	200	75	140	280	75	140	60	100	100	730	60	100			
125	110	100	200	68	140	280	68	140	60	355	100	730	50	100			
125	90	100	200	60	140	280	60	140	60	315	100	730	50	100			
125	75	100	225	100	100	315	280	100	60	280	100	730	50	140			
125	63	100	225	160	100	315	225	100	60	250	140	730	400	140			
140	125	100	225	140	100	315	200	100	60	225	140	800	710	100			
140	110	100	225	125	140	315	180	140	60	200	140	800	60	100			
140	90	100	225	110	140	315	160	140	60	180	140	800	60	100			
140	75	100	225	90	140	315	140	140	60	160	140	800	50	100			
140	63	100	225	75	140	315	125	140	60	140	140	800	50	140			
			225	68	140	315	110	140	60	110	100	800	450	140			
						315	90	140	60	100	140						
						315	75	140	60	90	140						
						315	62	140	60	80	140						

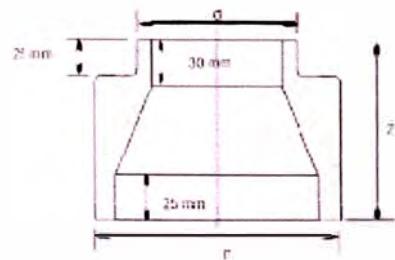


Tabla N° A 6.4

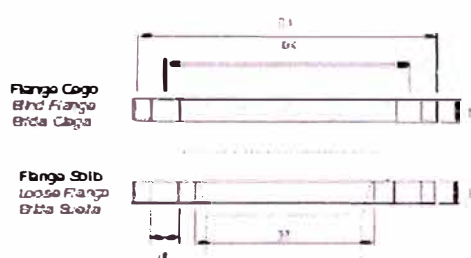
## Flanges Soltos – Flanges Cegos

Loose Flanges – Blind Flanges / Bridas Soltas – Bridas Ciegas

Norma ANSI B 16.5 - 150 psi, fornecidos em aço SAE 1020, com pintura base tipo zarcão / revestimento especial sob consulta; podem ser fornecidos também em PRFV (Poliéster Reforçado com Fibra de Vidro). É necessário o uso de junta de vedação em borracha nitrílica com espessura de 1/8" ou 3 mm.

Standard: ANSI B 16.5 – 150 PSI, supplied in SAE 1020 steel, with minimum-based painting / special coating under request; may be also provided in Reinforced Glass Fiber Polyester (RGFP). It is necessary to use stopping joint in nitrilic rubber with 1/8" or 3 mm thickness.

Norma ANSI B 16.5 – 150 psi, suministrados en acero SAE 1020, con pintura base tipo Z.R.C. / revestimento especial mediante consulta; pueden ser suministrados también en PRFV (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidro). Es necesario el uso de junta de sellado en caucho nitrílico con espesor de 1/8" ó 3 mm.



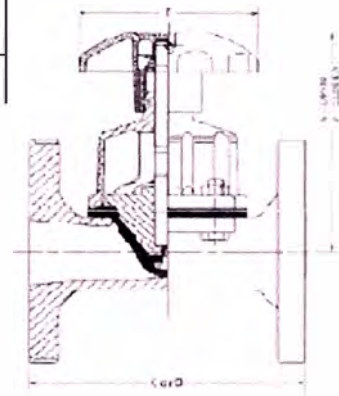
D (mm)	DN (")	Deq (mm)	d1 (mm)	d2 (mm)	dk (mm)	d (mm)	b (mm)	parafusos acros torneira			Flange / Flange / Bidas				
											Peso / Aço / Kg Weight / Steel / Kg Peso / Acero / Kg		Peso / Fibra de vidro / Kg Weight / Glass Fiber / Kg Peso / Fibra de vidrio / Kg		
								no	tipo	L	soltos loose suelto	cego blind ciego	b (mm)	soltos loose suelto	cego blind ciego
32	1		107,9	45	79,4	15,9	16	4	1/2	75	0,849	1,049	16	0,174	0,210
40	1 1/2		117,5	55	88,9	15,9	16	4	1/2	90	0,961	1,202	16	0,195	0,249
50	1 1/2		127,0	66	98,4	19,0	16	4	1/2	90	1,057	1,449	17	0,226	0,310
63	2	50	152,4	78	120,0	19,0	16	4	5/8	90	1,519	2,149	18	0,319	0,472
75	2 1/2	75	177,8	92	139,7	19,0	16	4	5/8	90	2,141	2,976	21	0,549	0,750
90	3	75	190,5	103	152,4	19,0	18	8	5/8	95	2,412	3,707	22	0,612	0,903
110	4	100	228,6	128	190,5	19,0	18	8	5/8	95	3,456	5,479	24	0,820	1,185
125	4	100	228,6	135	190,5	19,0	18	8	5/8	95	3,456	5,479	25	0,962	1,477
140	5		264,0	158	215,9	22,2	18	8	3/4	95	3,902	6,722	26	1,163	1,897
160	6	150	279,4	178	241,3	22,2	18	8	3/4	150	4,710	8,226	27	1,416	2,384
180	6	160	279,4	188	241,3	22,2	18	8	3/4	160	4,303	8,226	29	1,400	2,560
200	8	200	342,9	238	298,4	22,2	20	8	3/4	100	7,203	14,012	32	2,257	4,255
225	8	200	342,9	238	298,4	22,2	20	8	3/4	160	7,026	14,012	35	2,411	4,664
250	10	250	406,4	294	361,9	25,4	22	12	7/8	200	10,102	21,352	37	3,440	6,911
280	10	250	406,4	294	361,9	25,4	22	12	7/8	200	9,826	21,352	42	3,749	7,845
315	12	300	482,6	338	431,8	25,4	26	12	7/8	220	17,780	36,093	45	6,040	11,853
356	14	350	533,4	376	476,2	28,6	28	16	1	220	22,451	46,857			
400	16	400	596,9	430	539,7	28,6	32	16	1	220	31,232	67,711			
450	18		636,0	490	578,0	31,8	32	20	1 1/4	250	28,193	75,563			
500	20	500	698,5	533	635,0	31,8	38	20	1 1/4	250	43,012	109,509			
560	24	600	812,8	633	749,3	35,0	44	20	1 1/2	280	77,498	172,571			
630	24	600	812,8	645	749,3	35,0	44	20	1 1/2	300	59,713	172,571			
680	28	700	927,1	710	863,6	35,0	50	24	1 1/2	320	100,600	255,898			
730	28	700	927,1	720	863,6	35,0	50	24	1 1/2	320	77,842	255,898			
800	32	800	1060,4	843	977,9	41,3	56	24	1 1/2	360	128,735	374,094			
900	36	900	1168,4	947	1085,8	41,3	62	28	1 1/2	400	160,772	503,580			
1000	42	1000	1346,3	1050	1257,3	41,3	68	28	1 1/2	450	277,651	738,870			

Tabla N° A 6.5



## Válvulas de Diafragma

Tipo "KB"		Tipo : Butilo
Valvula con bridas tipo 'KB' en Hierro Fundido recubierta de Butilo		
Aplicaciones: Buero para mezclas corrosivas y abrasivas, acidos minerales y mezclas acidas		
.		
<b>Especificaciones</b>		
Tipo	:	Butilo
Materiales	:	GJL-250 según BS EN 1561, recubierta de Butilo (IIR/BR)
Rango de medidas	:	DN25 - DN350
Rango de presiones	:	Hasta 10 bar
Rango de temperaturas	:	-10°C a +110°C
Cuerpo	:	Hierro Fundido recubierto de Butilo
Distancia entre caras:	:	EN 558-1 Serie 7 (Bridas EN y BS10) EN 558-1 Serie 1 (Brida EN) MSS SP 88 (Brida ANSI)
.		



Válvulas de Diafragma

## Tipo "KB" Butilo

Diámetro Nominal	A	B	C	D	Peso	E
25	168	162	131	160	4,22	120
32	168	162	151	180	5,65	120
40	168	162	163	200	7,45	120
50	176	158	184	230	11,5	120
65	254	210	220	290	11,6	170
80	270	230	250	310	21,9	200
100	313	277	300	350	34,4	260
125	325	288	362	400	43,2	260
150	425	378	412	480	74,3	368
200	408	-	527	610	127	368
250	559	-	641	730	204	463
300	630	-	730	850	294	564
350	867	-	983	980	485	860

- Pesos en kg

- C: Longitud de la válvula = EN 558-1 Serie 7 (antigua BS 5156)

- D: Longitud de la válvula = EN 558-1 Serie 1 (antigua DIN 3202 F1)

Tabla N° A 6.6

## Válvulas de Diafragma

### Diafragmas para válvulas tipo 'KB'

Grado	Tipo de elastómero	Servicios Generales y certificaciones
AA	Goma natural (polisopreno), pigmentada con óxido de hierro, color negro, vulcanizada con azufre.	Abrasivos en forma de mecha o polvo seco
C	Acrilonitrilo butadieno, vulcanizado con azufre, reforzado, de color negro	Aceite lubricante, aceites para montaje, parafina, grasas animales y vegetales, keroseno de aviación
HT	Polidropreno, vulcanizado con azufre reforzado, de color negro	Mezclas abrasivas que contengan hidrocarburos
220	Fluorelastómero, vulcanizado con empuje, reforzado, de color negro	Aídes concentrados, disolventes aromáticos, cloro orgánico, solventes de cloro, petróleo sin plomo
300	Isobutileno leopreno, vulcanizado con resina, reforzado, de color negro	Salas en agua, ácidos diluidos y alcalis, agua potable, FCA, USP, WRc
425	Etileno Propileno (EPM), vulcanizado con peróxido orgánico, reforzado, de color negro	Salas en agua, ácidos y alcalis, vapor intermitente, agua potable, FCA, USP, WRc



Muestra de Diafragmas tipos 'A' y 'KB'

Válvulas de Diafragma











### Bonete de Alta Resistencia

El bonete de alta resistencia de Saunders es un conjunto de bonete práctico desarrollado para la válvula de paso recto 'KB' y para la válvula de diafragma de mayor caudal tipo 'K', específicamente diseñado para la industria de procesamiento mineral -en particular fosfatos- y para el sector del metal pesado.





## 7.0. Bombas Centrifugas

PERDIDAS DE CARGA									
									
DIAMETRO INTERNO (mm)	CURVA 90° R-3D	CURVA 90° R-2D	CODO	TE	MANGUERA R-100	DIAPHRAGMA ABIERTA	MANGUITO	MACHO PASO RECTO	TECH TAYLOR
LONGITUD EQUIVALENTE EN m DE TUBO RECTO DE IGUAL RESISTENCIA AL FLUJO									
25	0.52	0.70	0.82	1.77	0.30	2.56	—	0.37	—
32	0.73	0.91	1.13	2.38	0.40	3.29	—	0.49	—
40	0.85	1.10	1.31	2.74	0.49	3.44	1.19	0.58	—
50	1.07	1.40	1.68	3.35	0.55	3.66	1.43	0.73	—
65	1.28	1.65	1.98	4.27	0.70	4.60	1.52	0.85	—
80	1.55	2.07	2.47	5.18	0.85	4.88	1.92	1.04	0.20
90	1.83	2.44	2.90	5.79	1.01	—	—	1.22	—
100	2.13	2.77	3.35	6.71	1.16	7.62	2.19	1.40	0.23
115	2.41	3.05	3.66	7.32	1.28	—	—	1.58	—
125	2.71	3.66	4.27	8.23	1.43	13.11	3.05	1.77	0.30
150	3.35	4.27	4.88	10.06	1.55	18.29	3.11	2.13	0.37
200	4.27	5.49	6.40	13.11	2.41	19.81	7.92	2.74	0.82
250	5.18	6.71	7.92	17.07	2.99	21.34	10.67	3.47	0.61
300	6.10	7.92	9.75	20.12	3.35	28.96	15.85	4.08	0.76
350	7.01	9.45	10.97	23.16	4.27	28.96	—	4.88	0.91
400	8.23	10.67	12.80	26.52	4.88	—	—	5.49	1.04
450	9.14	12.19	14.02	30.48	5.49	—	—	6.22	1.16
500	10.36	13.11	15.85	33.53	6.10	—	—	7.32	1.25

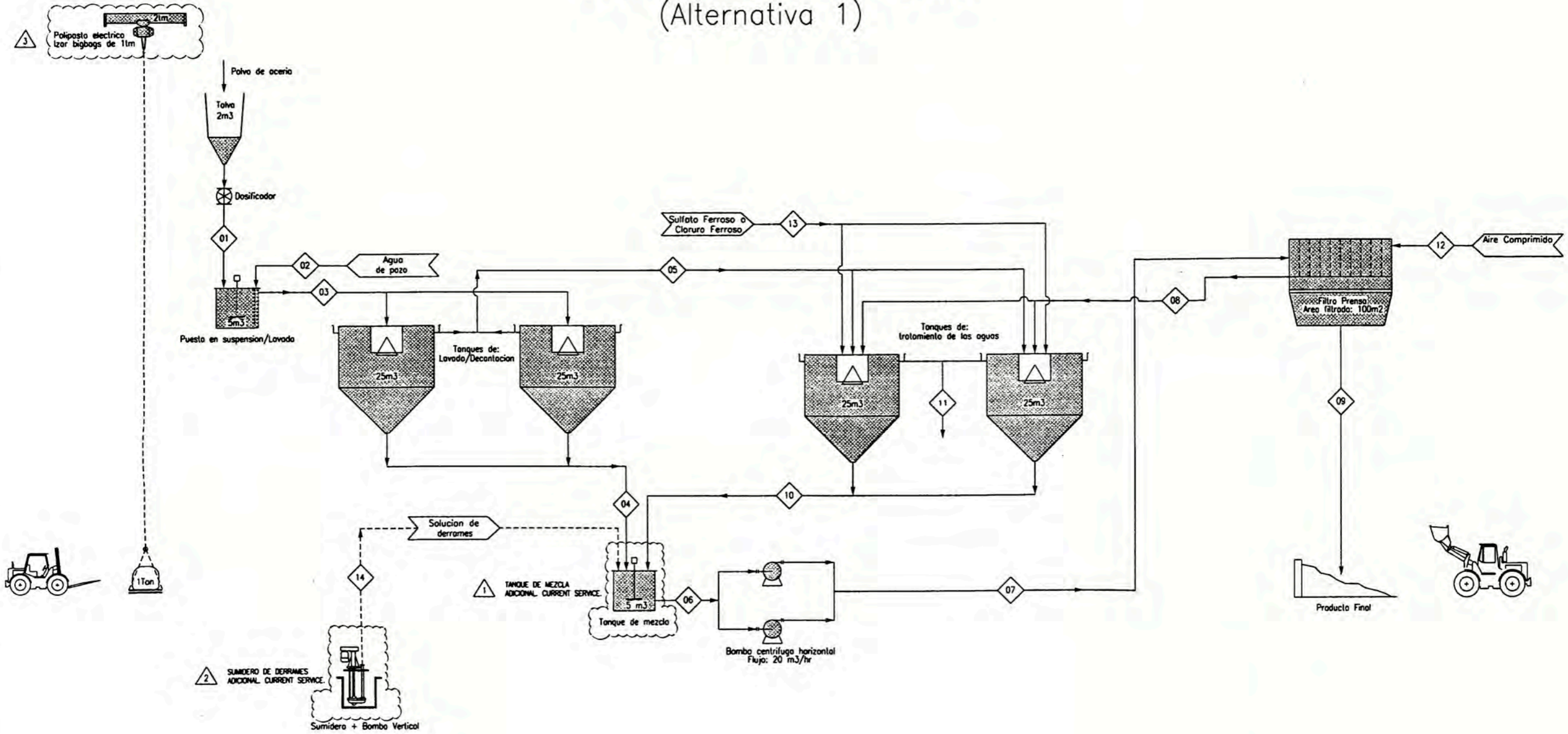
NOTA: PARA CURVA 135° USAR VALOR CURVA 90° x 1.5

Tabla N° A 7.1  
Fuente: Manual de bombeo de pulpas ERAL



# PLANOS

# DIAGRAMA DE FLUJOS Lavado de polvo de Aceria (Alternativa 1)



Neutral Leaching													
Stream # / Numero de la Linea de Flujo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Average Conditions / Condiciones Promedios													
Temperature / Temperatura (°C)													
Mass Flow - Solids / Flujo de Masa - Solidos t/h													
Mass Flow - Liquid / Flujo de Masa - Líquido t/h													
Mass Flow - Total / Flujo de Masa Total t/h													
Total Volume / Flujo de Volumen m³/h													
Acidity / Acidez (H2SO4 g/l)													
Slurry Density / Densidad de Lodos t/m³			1.14	1.28		1.22	1.22						
Solids in Slurry / Solidos en Lodo wt%				10		10	10						
Solids Density / Densidad de Solidos t/m³			3.823	1.00									
Bulk Density / Densidad o Granul													
Operation Conditions / Condiciones de Operación													
Operating hours/year / Horas de Operaciones/Año													
Mass Flow / Flujo de Masa t/h													
Volume Flow / Flujo de Volumen m³/h													
Design Conditions / Condiciones del Diseño													
Temperature / Temperatura (°C)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Design Factor / Factor de Diseño													
Mass Flow / Flujo de Masa t/h	1.50	7.50	8.90	4.80	4.10	23.80	23.80	15.20	2.10	1.10	6.80		
Volume Flow / Flujo de Volumen m³/h	0.276	7.50	7.87	3.86	4.00	20.00	20.00	15.20	0.70	1.00	6.80		

2 ADDED NOTES:

NUMERO DE LA LINEA DE FLUJO / STREAM NUMBER  
 LINEA DE FLUJO PRINCIPAL / MAIN STREAM  
 LINEA DE FLUJO SECUNDARIA / SECONDARY STREAM  
 LINEA DE FLUJO INTERMITENTE / INTERMITENT STREAM  
 EQUIPO EXISTENTE / EXISTING EQUIPMENT  
 CAMBIO DE SERVICIO/MODIFICADO / CHANGE OF SERVICE/MODIFIED  
 EQUIPO NUEVO / NEW EQUIPMENT

ANTEPROYECTO

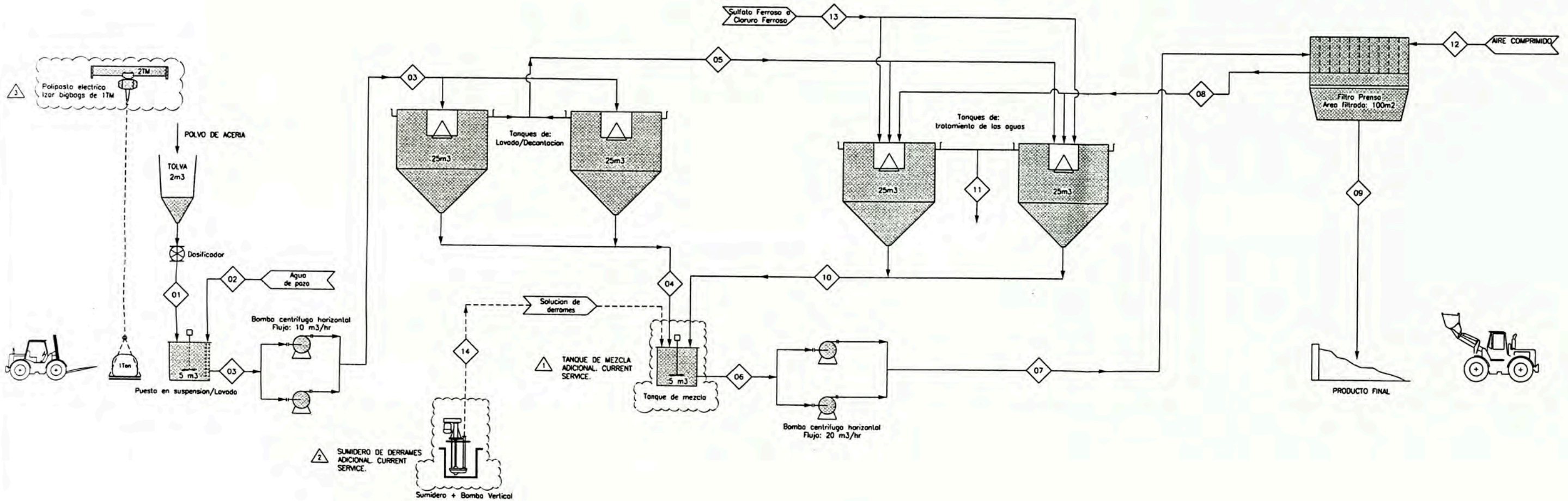
"Selección de equipos para una Planta de tratamiento de polvo de aceria"

DIAGRAMA DE FLUJOS - ALTERNATIVA I

Plano N° 01



# DIAGRAMA DE FLUJOS Lavado de polvo de Aceria (Alternativa 2)



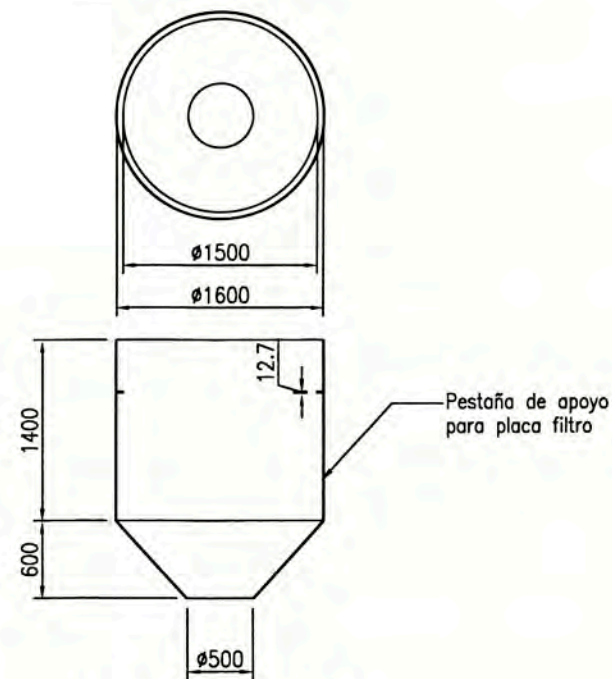
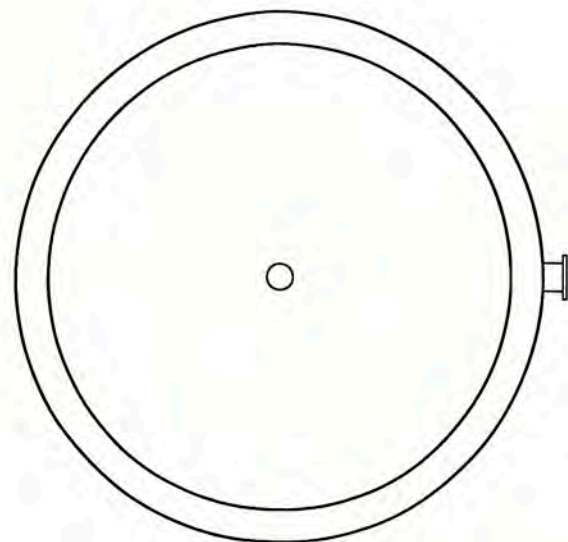
Stream # / Numero de la Línea de Flujo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13
Average Conditions / Condiciones Promedias													
Temperature / Temperatura (°C)													
Mass Flow - Solids / Flujo de Masa - Solidos l/h													
Mass Flow - Liquid / Flujo de Masa - Líquido l/h													
Mass Flow - Total / Flujo de Masa Total l/h													
Total Volume / Flujo de Volumen m3/h													
Acidity / Acidez (H2SO4 g/l)													
Slurry Density / Densidad de Lodos l/m3			1.14	1.28		1.22	1.22						
Solids in Slurry / Solidos en Lodo wt%				10		10	10						
Solids Density / Densidad de Solidos l/m3	3.623	1.00											
Bulk Density / Densidad a Granel													
Operation Conditions / Condiciones de Operación													
Operating hours/year / Horas de Operaciones/Año													
Mass Flow / Flujo de Masa l/h													
Volume Flow / Flujo de Volumen m3/h													
Design Conditions / Condiciones del Diseño													
Temperature / Temperatura (°C)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Design Factor / Factor de Diseño													
Mass Flow / Flujo de Masa l/h	1.50	7.50	8.90	4.80	4.10	23.60	23.60	15.20	2.10	1.10	6.80		
Volume Flow / Flujo de Volumen m3/h	0.276	7.50	7.87	3.86	4.00	20.00	20.00	15.20	0.70	1.00	6.80		

ADDED NOTES:

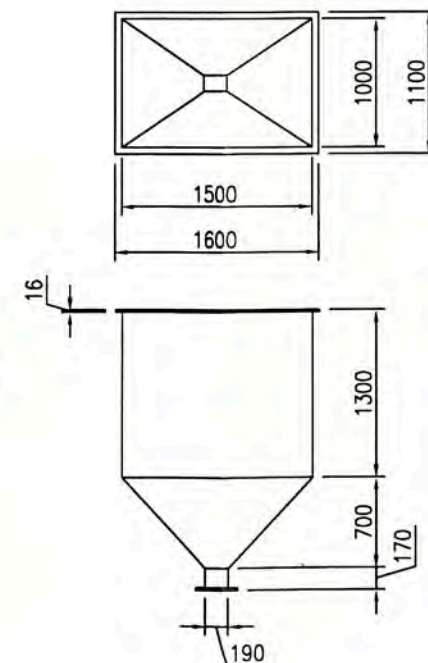
XXX NUMERO DE LA LINEA DE FLUJO / STREAM NUMBER  
 LINEA DE FLUJO PRINCIPAL / MAIN STREAM  
 LINEA DE FLUJO SECUNDARIA / SECONDARY STREAM  
 LINEA DE FLUJO INTERMITENTE / INTERMITTENT STREAM  
 EQUIPO EXISTENTE / EXISTING EQUIPMENT  
 CAMBIO DE SERVICIO/MODIFICADO / CHANGE OF SERVICE/MODIFIED  
 EQUIPO NUEVO / NEW EQUIPMENT

**ANTEPROYECTO**  
 "Selección de equipos para una Planta de tratamiento de polvo de acería"  
**DIAGRAMA DE FLUJOS - ALTERNATIVA II**

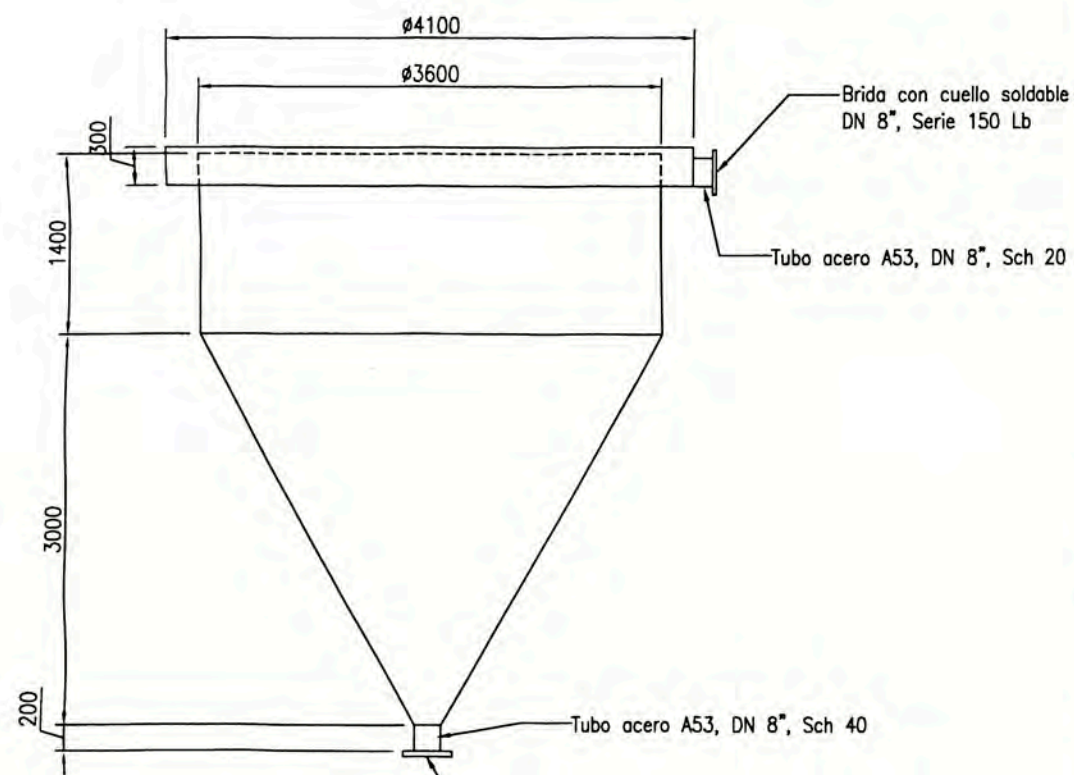
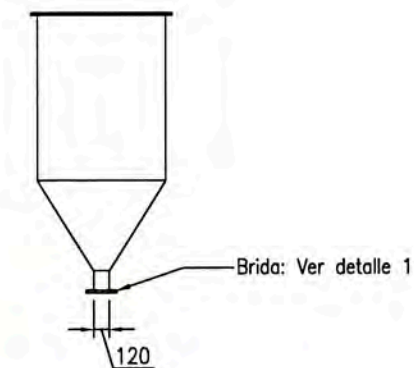




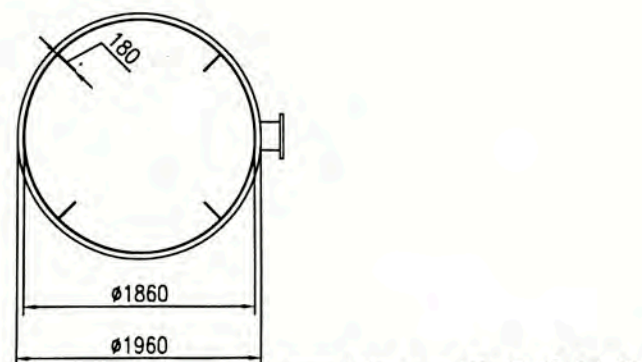
**PRE-DECANTADOR**  
(04 Piezas)  
Escala: 1/40



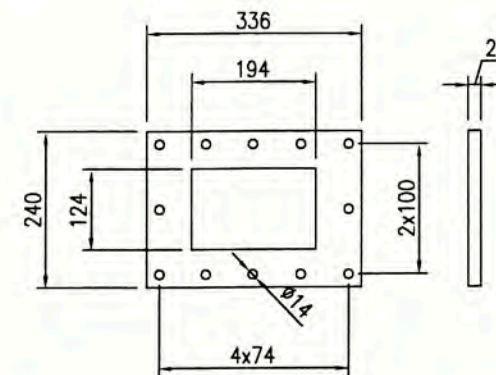
**TOLVA DE ALIMENTACION**  
(01 Pieza)  
Escala: 1/40



**TANQUE METALICO**  
02 Piezas: Lavado/Decantación  
02 Piezas: Tratamiento agua  
Escala: 1/40



**TANQUE DE MEZCLA**  
(02 Piezas)  
Escala: 1/40



**Detalle: 1**  
Escala: 1/8

**Notas:**

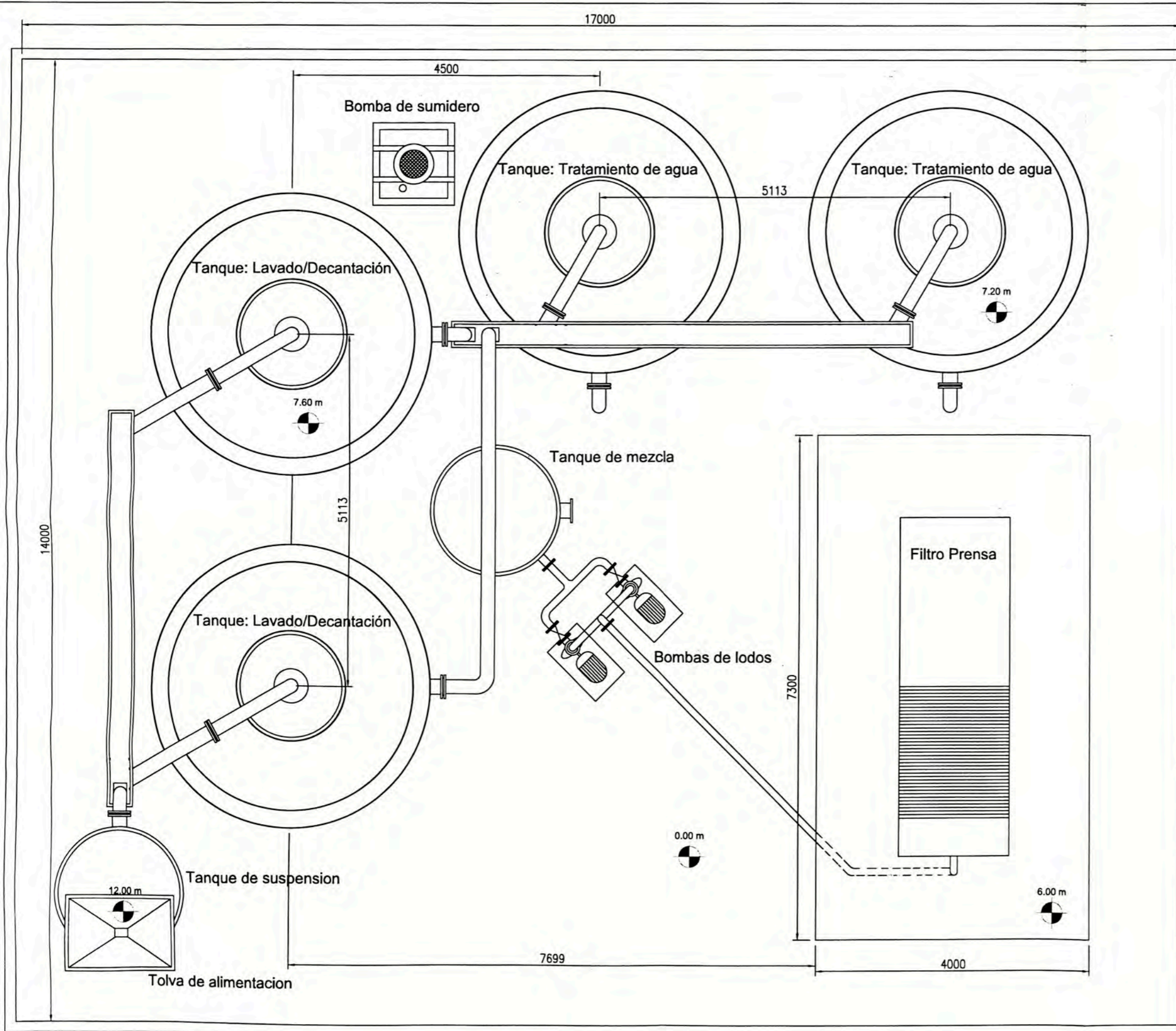
- Medidas en mm
- Material de los recipientes: Acero A36

**ANTEPROYECTO**

"Selección de equipos para una Planta de tratamiento de polvo de acería"

**Plano: Tanques metalicos**





**Notas:**

- Medidas en mm
- Material de los recipientes: Acero A36
- Escala: 1/40

**ANTEPROYECTO**  
 "Selección de equipos para una Planta de tratamiento de polvo de acería"  
**Plano: Disposición de equipos**