

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**FABRICACIÓN DE UN TANQUE ESPESADOR DE
CONCENTRADO DE MINERAL
INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

**SERGIO EDGARD GÓMEZ LUNA
PROMOCIÓN 2001-II**

LIMA-PERÚ

2012

**Agradezco a mi familia por todo el apoyo
brindado, y a todas las personas que de
diversas formas brindaron sus aportes para
poder desarrollar este trabajo.**

TABLA DE CONTENIDO.

PRÓLOGO.	1
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.	2
1.1. ANTECEDENTES.	2
1.2. OBJETIVO.	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.	3
1.4. LIMITACIONES.	4
1.5. ALCANCE.	4
CAPÍTULO II: TANQUE ESPESADOR DE CONCENTRADO DE MINERAL.	6
2.1. PROCESO DE BENEFICIO DE MATERIALES EN UNA PLANTA CONCENTRADORA DE MINERAL.	6
2.2. FUNCIÓN DE LOS TANQUES ESPESADORES EN UNA PLANTA CONCENTRADORA.	8
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN DEL TANQUE ESPESADOR DE LÁMINAS.	10
3.1. PARTES DE UN TANQUE ESPESADOR DE LÁMINAS	10

3.2. PRINCIPIO DE SEDIMENTACIÓN.	12
3.3. VENTAJAS.	13
CAPÍTULO IV: DISEÑO DE TANQUE ESPESADOR DE LÁMINAS.	14
4.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MATERIAL EMPLEADO EN LA FABRICACIÓN.	14
4.2. DESARROLLO DE INGENIERÍA.	15
4.3. CÁLCULOS	27
4.4. FABRICACIÓN DEL TANQUE ESPESADOR DE LÁMINAS.	42
CAPÍTULO V: COSTO DEL TANQUE ESPESADOR.	100
5.1. RESUMEN DE COSTOS.	100
5.2. COSTOS DE MATERIALES.	111
5.3. COSTO DE FABRICACIÓN.	119
5.4. COSTO DE MONTAJE.	134
CONCLUSIONES.	149
RECOMENDACIONES.	150
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	151
APÉNDICE.	152

PRÓLOGO.

La principal razón que motivó a la elaboración de este tema, ha sido promover la difusión del empleo de tanques espesadores de láminas, que en nuestro país no es de uso generalizado, siendo la consecuencia el poco aprovechamiento de sus ventajas, que proporcionaría un buen impacto en la economía de la empresa que la emplearía, y reflejando también este beneficio al entorno en la cual se opera.

En el desarrollo de este informe, se inicia con el Capítulo I, que trata acerca de la ventaja de utilizar los tanques espesadores de láminas.

En el Capítulo II, se explica brevemente acerca de los procesos que se realizan en una planta concentradora, y del papel que cumple el equipo en estudio.

El Capítulo III nombra y explica la función de cada uno de los componentes del tanque espesador de láminas.

Es en el Capítulo IV, en el cual se explica acerca del diseño y fabricación del equipo.

La evaluación económica se revisa en el Capítulo V, que nos muestra los ratios de fabricación y montaje, dando una visión de la dificultad de estas actividades para cada uno de los componentes del tanque espesador.

Finalmente se tienen las conclusiones, recomendaciones relacionadas con el uso de este equipo.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.

1.1. ANTECEDENTES.

En el proceso de beneficio de minerales, la etapa de espesamiento, tiene como función separar el líquido de la pulpa (material valioso), que finalmente será transportada a la sección de filtrado para su comercialización final.



Fig. 1. 1: Tanque espesador convencional.

Fuente: Elaboración propia.

Esta etapa de espesamiento, se realiza empleando convencionalmente los tanques espesadores o clarificadores, que pueden tener desde 13 a 25 metros de diámetro, y que están conformados principalmente con un sistema mecánico de arrastre de pulpa, sostenido y accionado desde un puente apoyado a los extremos

del tanque. En la ilustración se tiene un tanque espesador convencional en la etapa de montaje.

1.2. OBJETIVO.

Fabricar un tanque espesador de láminas que permita la anulación del costo de energía de operación, pues este ya no contaría con un equipo mecánico que colabore con el arrastre de la pulpa separada, así como la reducción del costo de mantenimiento y reducción del espacio a emplear.

El tanque espesador propuesto tendrá una geometría similar a la que se ve en la siguiente imagen.



Fig. 1. 2: Tanque espesador de láminas.

Fuente: www.leiblein.de.

1.3. JUSTIFICACIÓN.

El interés de empresas privadas en la fabricación de tanques espesadores como el mostrado, hace necesario que se difunda el principio aplicado en este

equipo, para que sea asimilado por las empresas mineras y requieran la adquisición de los mismos.

1.4. LIMITACIONES.

En general, las partículas más grandes que aproximadamente 50 micras (y de mayor densidad que el líquido) se pueden separar por sedimentación. Partículas de menor tamaño se pueden separar utilizando ayudas de coagulación. Además la Carga de Superficie más alta en estos equipos es de $2.5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$.

1.5. ALCANCE.

El tamaño del tanque espesador de láminas a fabricar que se propone en este informe, tiene un área efectiva de clarificación de 82 m^2 , una Carga de Superficie de $2.0 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$, y la resistencia para soportar una mezcla con una densidad de $1300\text{kg}/\text{m}^3$. Las dimensiones generales del equipo son las que se observan.

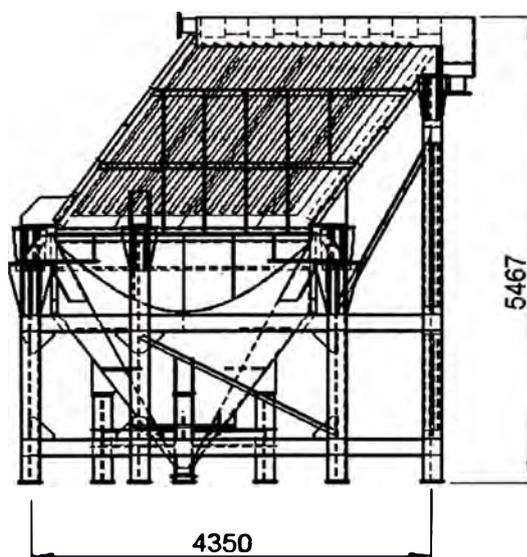


Fig. 1. 3: Espesador de Láminas.

Fuente: Elaboración propia.

Este informe que trata sobre la fabricación de un tanque espesador de láminas, tendrá la equivalencia de un tanque espesador convencional de 10m de diámetro, mostrando inicialmente los componentes del equipo, la elección del material a emplear en la fabricación, los controles de fabricación a considerar y los costos a los que se incurrirán para la fabricación y montaje.

Enseguida se tienen algunas comparaciones típicas.

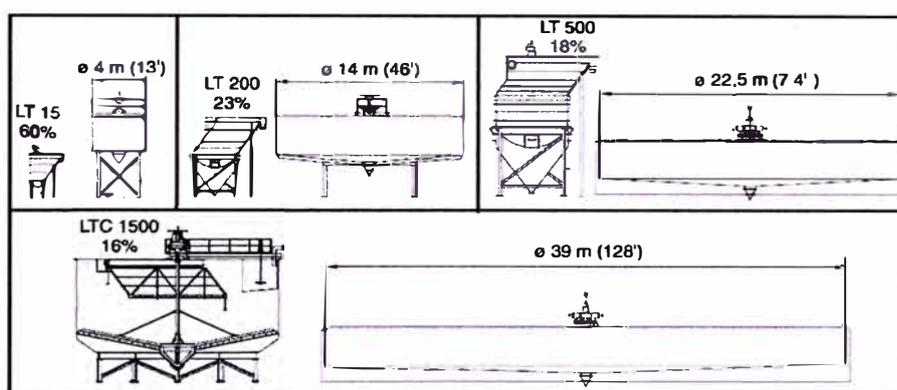


Fig. 1. 4: Comparaciones típicas de tanques espesadores.

Fuente: Manual Conceptos básicos en procesamiento de minerales. Metso Minerals. Edición 1, 2002

El costo del traslado del tanque espesador de láminas, desde los talleres de la empresa fabricante hasta la unidad minera en donde será montado el equipo, así como el aporte del equipo pesado necesario para el montaje no está considerado en los costos presentados, pues generalmente es el cliente es quien asume estos costos.

También es de indicar que, el cliente se hará cargo de los costos de alimentación y hospedaje del personal de la empresa contratista, que se encargará del montaje del equipo.

Se recalca que todo lo relacionado a las obras civiles está a cargo también del cliente.

CAPÍTULO II:

TANQUE ESPESADOR DE CONCENTRADO DE MINERAL.

2.1. PROCESO DE BENEFICIO DE MATERIALES EN UNA PLANTA CONCENTRADORA DE MINERAL.

A continuación se describe el proceso de beneficio de minerales y en el cual se indica la función del tanque espesador, materia del presente informe.

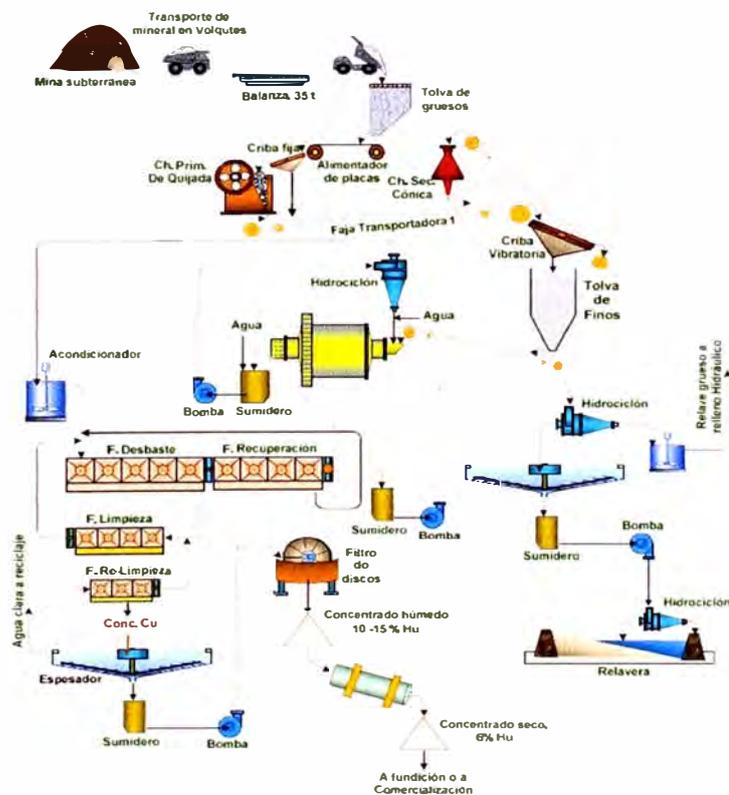


Fig. 2. 1: Diagrama de flujo de planta concentradora.

Fuente: Scribd. Biblioteca en línea.

2.1.1. Chancado.

Por fracturación se reduce el material extraído en su estado natural el cual se encuentra mezclado con material no valioso. Puede existir de una a tres etapas en este proceso, generalmente.

2.1.2. Molienda.

El material fracturado es ingresado a los molinos de bolas o de barras, en los cuales son mezclados con agua y pulverizados. Pudiendo darse más de una etapa de molienda.

2.1.3. Flotación.

El material pulverizado mezclado con agua y aditivos químicos, ingresa a las celdas de flotación que pueden variar en modelos, siendo uno de los más empleados los tipo Denver, DR-100 y DR-300. En todos estos casos lo que se busca es la formación de espuma en la superficie de la mezcla, la que contiene el mineral a extraer, y que por rebose es separada y conducida al o los tanques espesadores.

2.1.4. Espesamiento.

La espuma obtenida en el proceso anterior, es conducida hacia los tanques espesadores, en donde combinando la sedimentación y rebose se recupera un gran porcentaje del agua empleada, desde el proceso de molienda.

El material o pulpa que se sedimenta en el fondo de los tanques es arrastrado al centro de la base y trasladado (bombeado) hacia la sección de filtrado.

2.1.5. Filtrado.

Etapa en la que se obtiene la pulpa con menor concentración de agua, empleando para ello los filtros que pueden ser de discos o de prensa. En esta etapa ya se puede comercializar el mineral.

2.2. FUNCIÓN DE LOS TANQUES ESPESADORES EN UNA PLANTA CONCENTRADORA.

La función de los tanques espesadores es la de iniciar la separación del agua empleada en el proceso de la pulpa, utilizando el principio de sedimentación y el rebose del agua para este fin, acumulando la pulpa en la base cónica del tanque, y que es arrastrada hacia el centro por el mecanismo accionado desde el puente montado en el tanque.

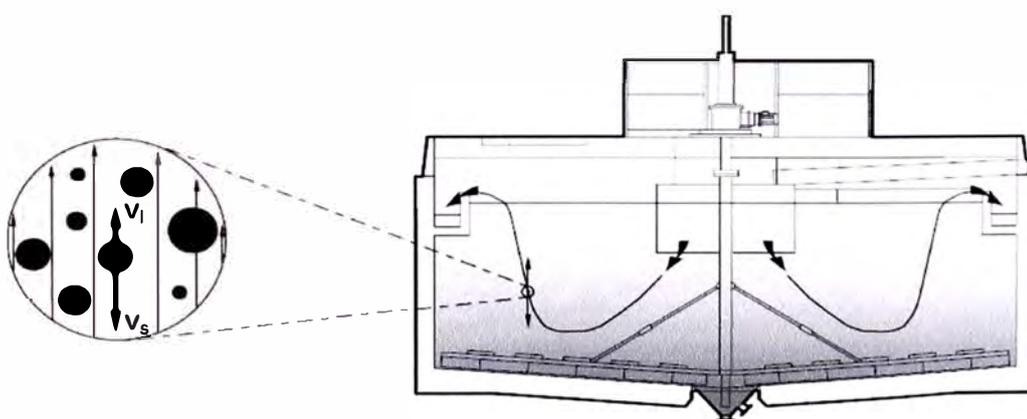


Fig. 2. 2: Tanque espesador circular que cuenta con mecanismo de arrastre.

Fuente: Manual Conceptos básicos en procesamiento de minerales.
Metso Minerals. Edición 1, 2002

En la figura 2.2 se muestra la forma en como es aplicado este método. En la figura 2.3 se indican las partes más importantes de un tanque espesador tradicional, entre las que se mencionan.

- **Puente:** Soporte de mecanismo de arrastre, y empleado también como plataforma de inspección.
- **Sistema de Arrastre:** Situado al centro del puente, consta de una caja de engranajes, sistema de elevación, eje principal del sistema de arrastre y brazos rastrillos con sus hojas de arado.
- **Tubería de alimentación:** Provee de pulpa al tanque.
- **Cajón alimentador:** Recibe la carga y por su ubicación evita la perturbación del proceso de sedimentación de la pulpa por la llegada de la misma al tanque.
- **Canaleta de rebose:** Ubicada alrededor de la parte superior y exterior de tanque, y es la que recibe el gua separada de la pulpa.

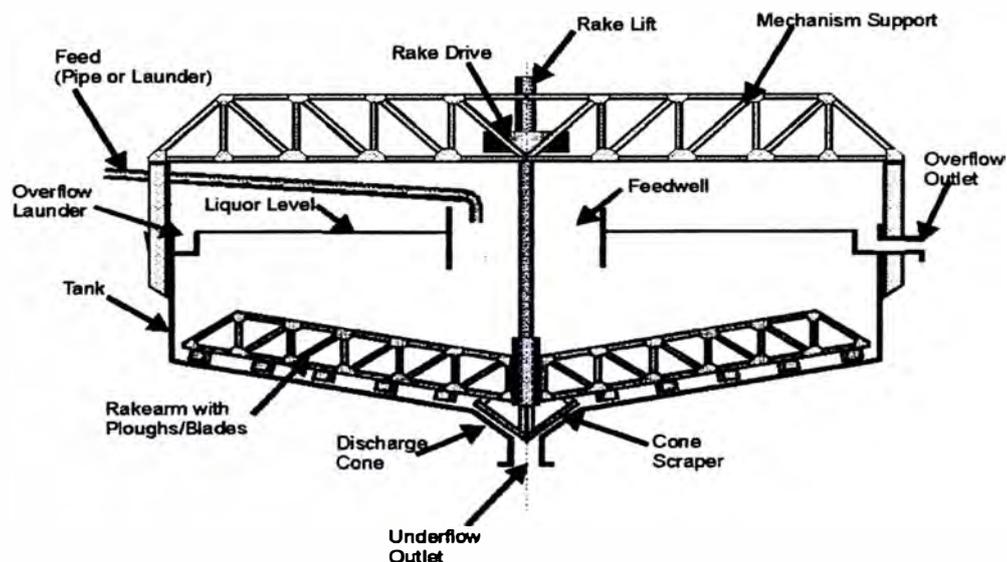


Fig. 2. 3: Componentes de un tanque espesador.

**Fuente: Manual Conceptos básicos en procesamiento de minerales
Metso Minerals. Edición 1, 2002**

CAPÍTULO III:

DESCRIPCIÓN DEL TANQUE ESPESADOR DE LÁMINAS.

3.1. PARTES DE UN TANQUE ESPESADOR DE LÁMINAS

Este equipo consta básicamente de lo siguiente:

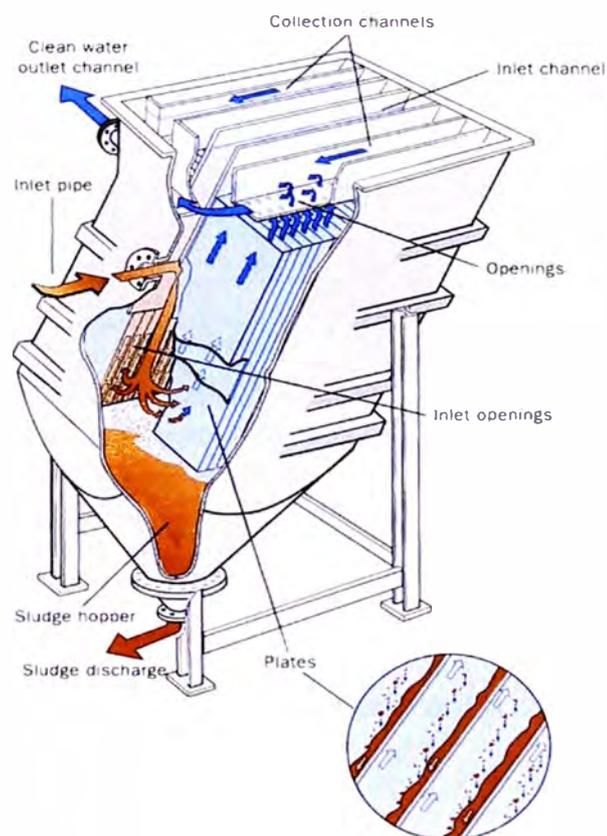


Fig. 3. 1: Componentes de un tanque espesador de láminas.

Fuente: Sitio Web Nordic Water.

- **Tanque principal:** Cuerpo que alberga a los paquetes de láminas.
- **Cuerpo inferior (extensión):** Recoge el material sedimentado.
- **Paquetes de láminas:** Grupos de placas traslapadas inclinadas, formando paquetes que pueden ser separados del tanque, y que tiene la función de separar el agua de la pulpa.

En la gráfica que sigue se presenta a uno de estos paquetes, y que pueden ser fabricadas a medida.

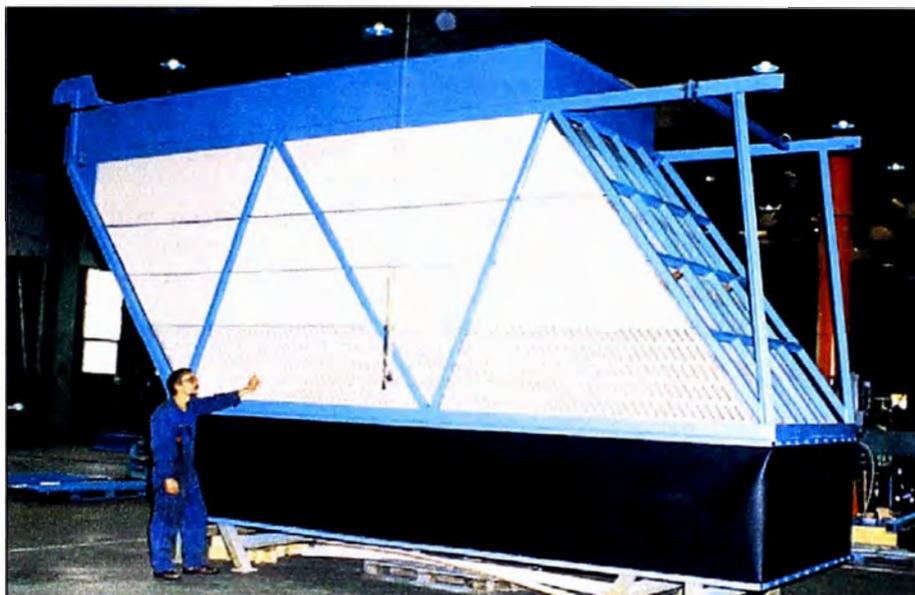


Fig. 3. 2: Paquete de láminas de sedimentación.

Fuente: Sitio Web Metso Minerals.

- **Canales de colección de agua:** Conduce el agua clarificada hacia el cajón de descarga.
- **Cajón de descarga:** Recibe el agua separada y la conduce hacia las afueras del tanque espesador.
- **Estructura Soporte:** Mantiene al tanque espesador en su posición de trabajo.

3.2. PRINCIPIO DE SEDIMENTACIÓN.

En general, partículas más grande que aproximadamente 50 μ m (y de densidad más alta que de los líquidos) pueden ser separadas por sedimentación.

En el tanque espesador de láminas, el flujo ingresa por la parte superior del mismo y es conducido a la parte inferior, punto en el cual es obligado a retornar a la parte superior a través de los paquetes de láminas que tienen como función facilitar la sedimentación de la pulpa, la cual se deposita en la parte inferior del tanque para ser conducido a la sección de filtrado.

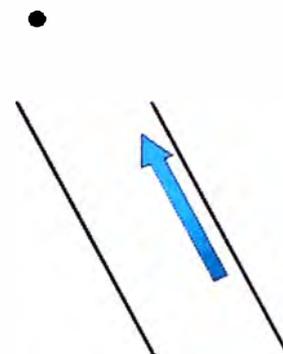


Fig. 3. 3: Sedimentación de partículas.

Fuente: Sitio Web.

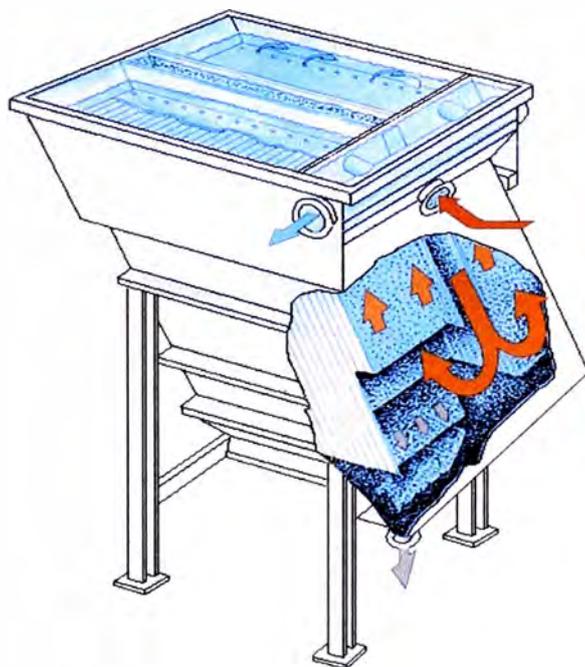


Fig. 3. 4: Flujo de la mezcla a través de un tanque espesador de láminas.

Fuente: Sitio Web.

3.3. VENTAJAS.

Este modelo ofrece las siguientes ventajas:

- Diseño compacto, pues los paquetes de láminas concentra la superficie total de sedimentación.

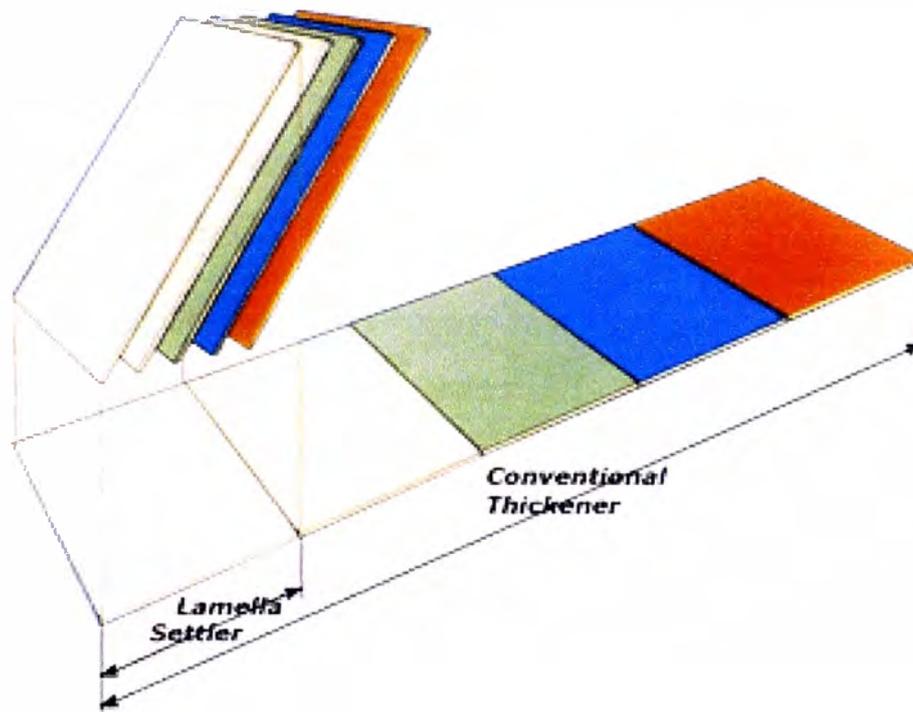


Fig. 3. 5: Reducción del espacio empleado.

Fuente: Sitio Web.

- Por la forma cónica del fondo, la pulpa se concentra en esta parte para ser conducida a la sección de filtrado.
- Bajo costo de manufactura, limpieza y mantenimiento.
- Bajo costo de operación, básicamente por no contar con partes móviles.
- Fácil traslado, pues se puede desmontar y trasladar con relativa facilidad.

CAPÍTULO IV:

DISEÑO DE TANQUE ESPESADOR DE LÁMINAS.

4.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL MATERIAL EMPLEADO EN LA FABRICACIÓN.

El material empleado en la fabricación del tanque espesador es de acero al carbono, siendo:

Planchas: ASTM A36

Perfiles: ASTM A36

Alambre de soldar: Carbofil PS-6 GC

(Norma Técnica AWS A5.18 – 93:

ER 70S – 6)

Pernos: ASTM A325.

Las características del tipo de acero normalizado, con el que han sido fabricadas las planchas y perfiles, ASTM A36, se detallan enseguida:

Módulo elástico: 200 GPa

Coefficiente de Poisson: 0.26

Módulo cortante: 79.3 GPa

Densidad: 7.69 gr/cm³

Límite de tracción: 400 MPa

Límite elástico: 250 MPa

El alambre de soldar, fabricado bajo la norma AWS A5.18 – 93: ER 70S - 6, arroja un material con las siguientes propiedades mecánicas:

Resistencia a la tracción: 500 MPa

Límite elástico: 420 MPa

El material de los pernos seleccionados, tiene las siguientes características:

	¼" a ¾" Ø	1" a 1-1/2" Ø
Carga de prueba:	587.MPa	510.5 MPa
Esfuerzo de rotura:	828 MPa	724 MPa

4.2. DESARROLLO DE INGENIERÍA.

La elaboración de los planos de fabricación o taller, se emplean para dar información e instrucción para los fines de fabricación, montaje, ensamble, control de calidad o mantenimiento de los diversos equipos o estructuras que se diseñan. La información proporcionada debe ser tal que la o las personas que revisen estos planos, no requieran información extra para entenderlos.

Como un primer paso se elaboran los planos de ensamble que pueden mostrar la lista de materiales que componen el equipo, que ayudará a tener una

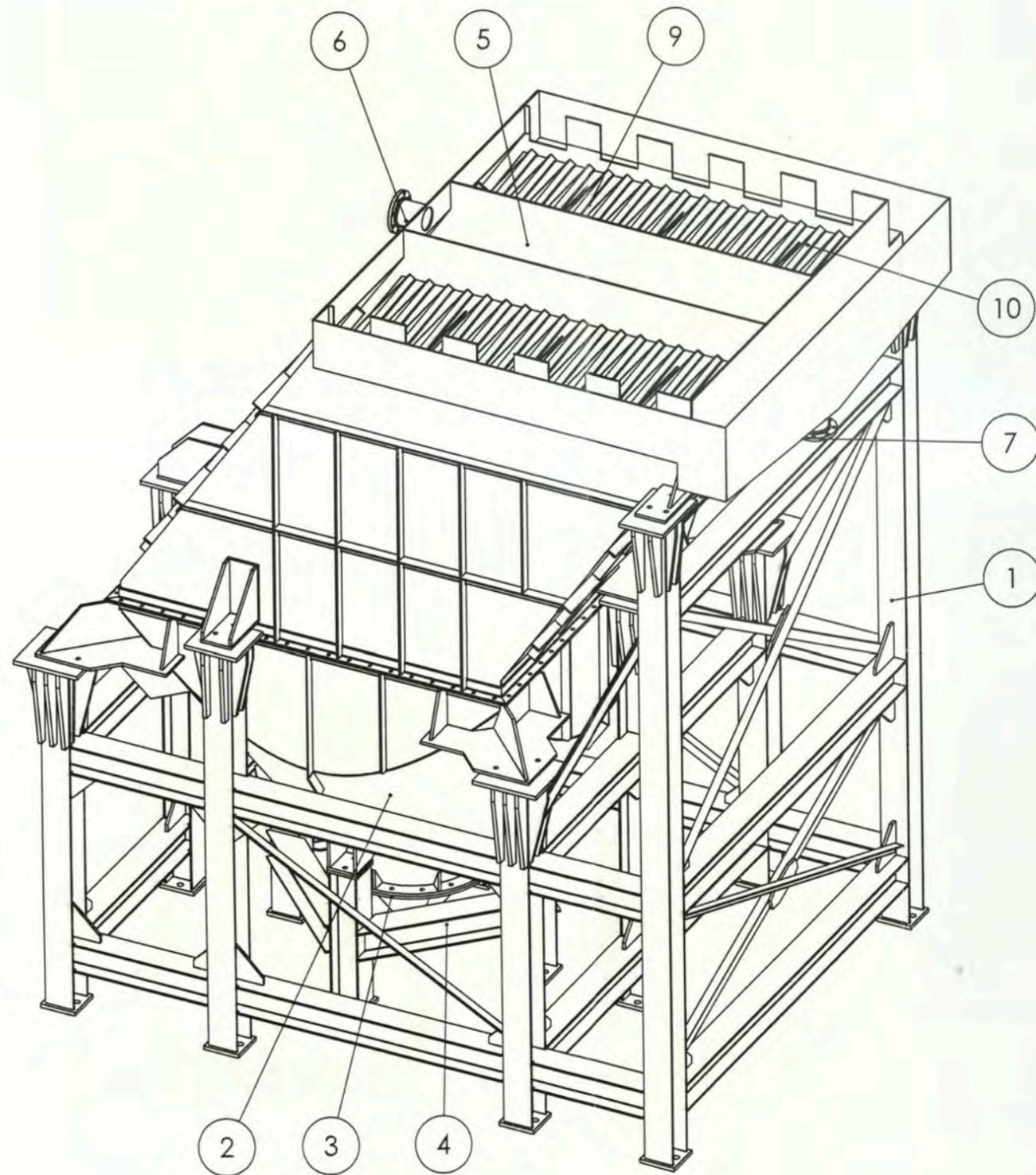
idea clara de lo que se necesita para la fabricación del mismo. Lo propio se hará con los planos de detalle que servirán para la fabricación del equipo.

En las páginas siguientes se muestran los arreglos generales y el ensamble del espesador de láminas mencionado, lo que consta de un gráfico con las vistas principales del equipo terminado, y otro presentando al mismo con una lista que solo menciona las principales partes, que se enumeran enseguida:

- Estructura Soporte.
- Cuerpo Inferior (También llamado Extensión Inferior).
- Soportes de Refuerzo de Cuerpo inferior.
- Cono de Descarga de Pulpa.
- Cuerpo Superior.
- Guía de Láminas.
- Paquete de Láminas.
- Accesorios de Carga y Descarga.

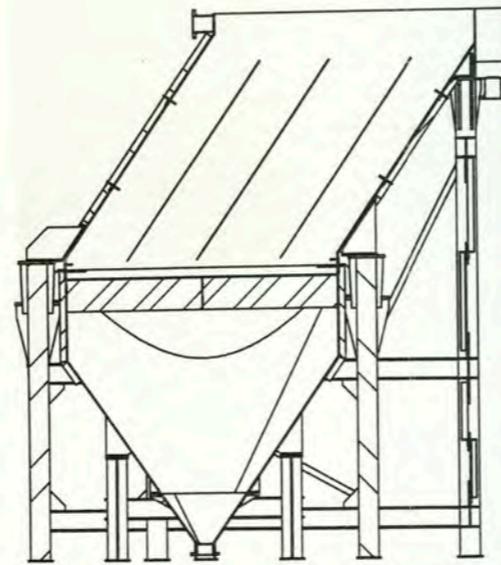
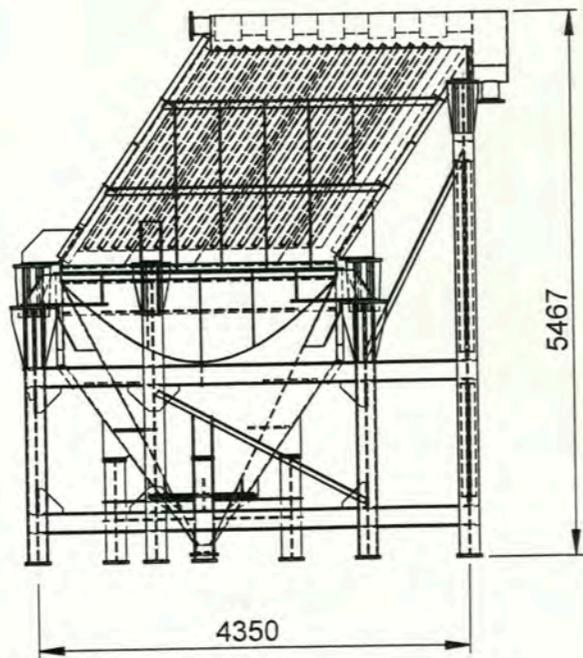
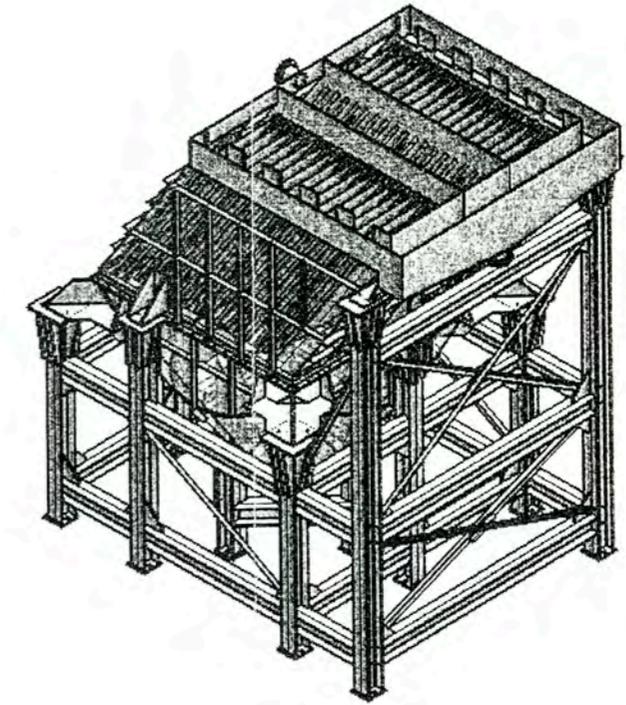
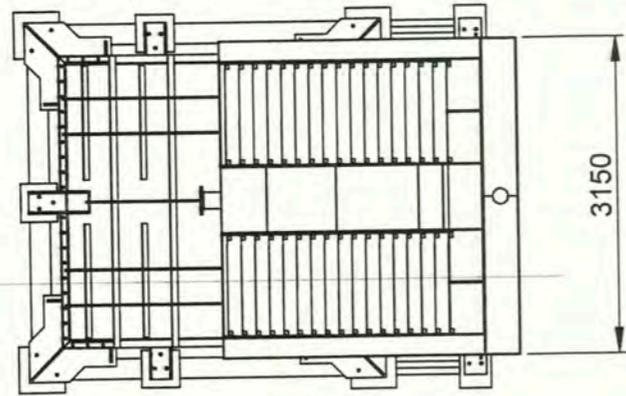
De similar manera se ha elaborado un gráfico con su propia lista de materiales para cada uno de las partes mencionadas.

La lista de materiales incluye la descripción, cantidad y peso de cada pieza que conforman cada parte del equipo.

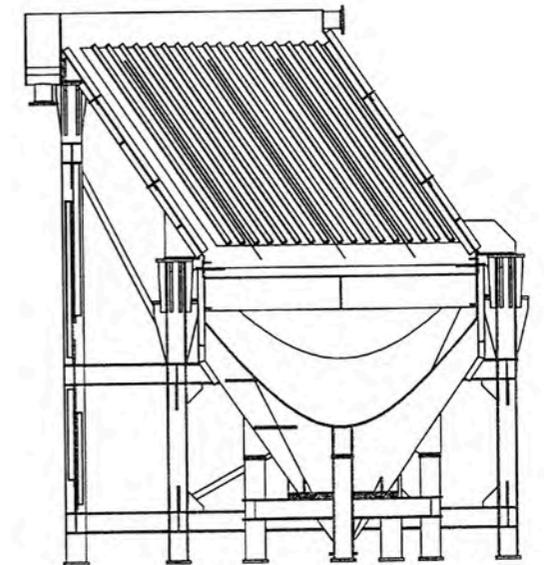
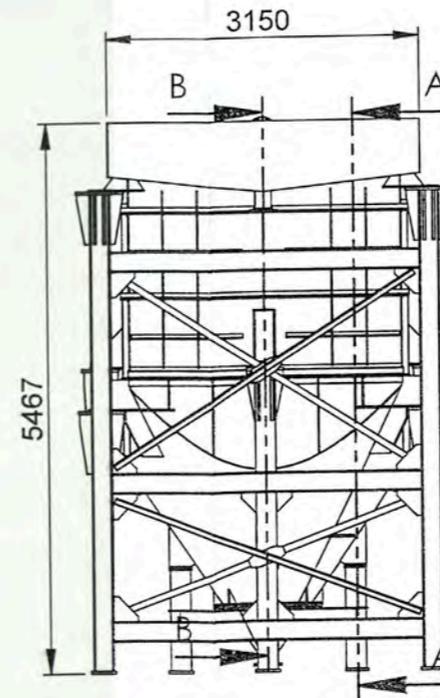


N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PESO (kg)
1	Soporte de Espesador	1	5130.77
2	Cuerpo Inferior [Extensión]	1	2515.23
3	Cono de Descarga de Pulpa	1	138.04
4	Soporte de Refuerzo de Cuerpo Inferior	1	453.52
5	Cuerpo Principal	1	5822.37
6	Carga de mezcla	1	13.13
7	Descarga de agua clarificada	1	13.29
8	Descarga de Pulpa	1	10.30
9	Guía de Láminas	1	401.17
10	Lámina de Sedimentación	1	1538.68

Fig. 4.1: Tanque Espesador de Láminas - Ensamble.
Fuente: Programa Solidworks

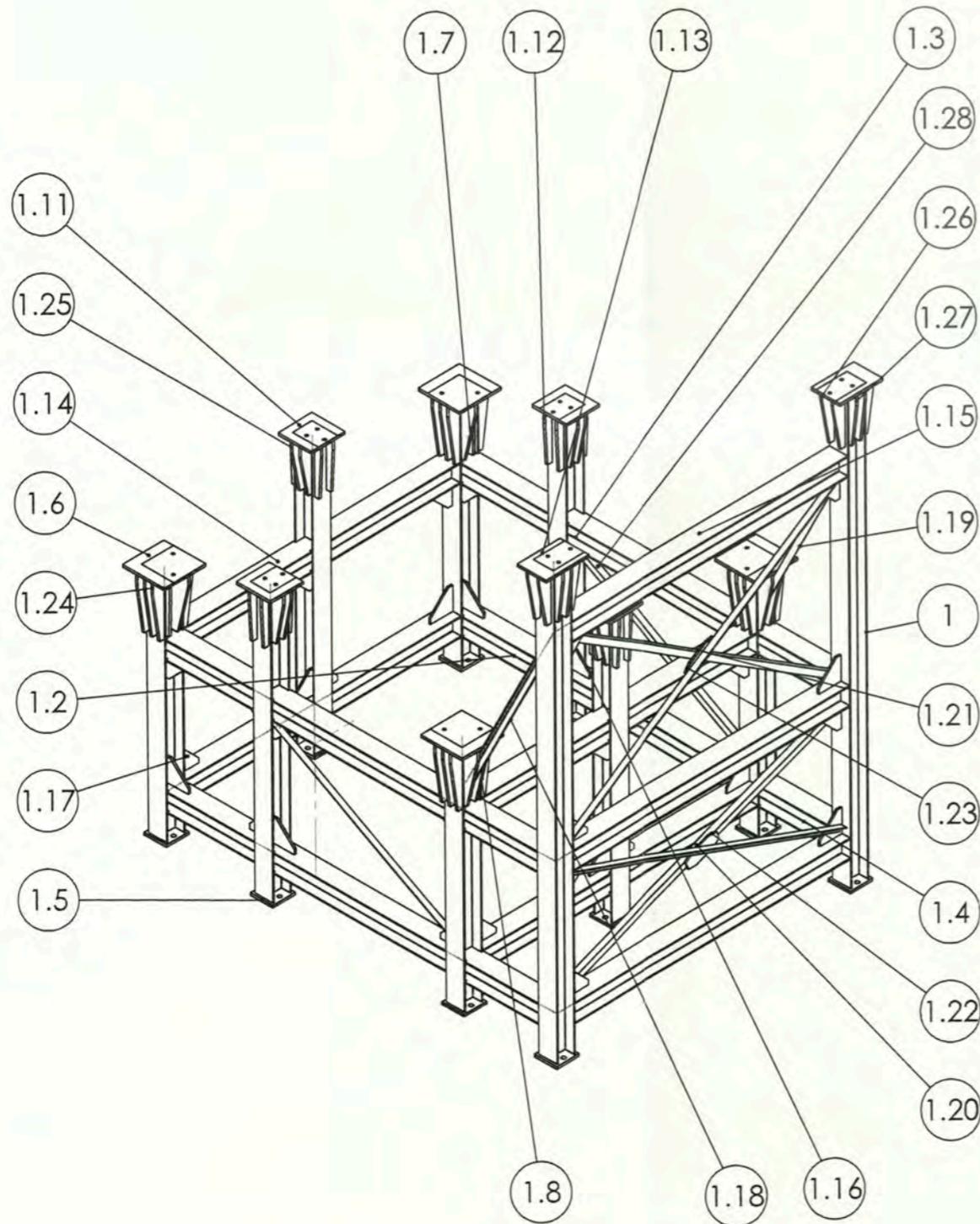


SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 75



SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 75

Fig. 4.2: Tanque Espesador de Láminas - Vistas.
Fuente: Programa Solidworks



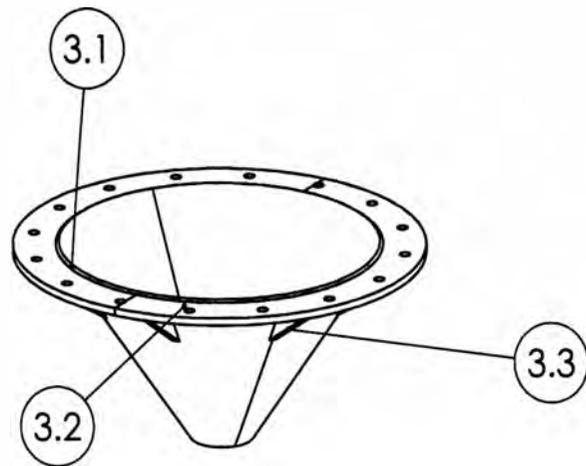
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PESO (kg)
	Soporte de Espesador		5130.77
1.1	Columna Soporte de Cuerpo Inferior - W 8" x 31#	4	115.58
1.2	Viga lateral posterior - W 8" x 31#	4	51.69
1.3	Viga lateral central - W 8" x 31#	4	95.25
1.4	Viga lateral delantera - W 8" x 31#	4	44.89
1.5	Plancha base de columnas - Pl. 25mm	10	11.77
1.6	Plancha de apoyo de cuerpo inferior - Pl. 25mm	4	41.30
1.7	Cartela de plancha de apoyo de cuerpo inferior - Pl. 19mm	4	19.75
1.8	Cartela de plancha de apoyo de cuerpo inferior - Pl. 25mm	12	12.28
1.9	Apoyo de cartela - Pl. 25mm	2	3.89
1.10	Cartela de refuerzo - Pl. 25mm	2	4.91
1.11	Plancha de apoyo Cuerpo Superior - Pl. 25mm	4	27.26
1.12	Cartela de plancha de apoyo de Cuerpo Superior - Pl. 25mm	16	6.08
1.13	Plancha de apoyo delantera de Cuerpo Superior - Pl. 25mm	2	29.81
1.14	Viga transversal - W 8" x 31#	8	69.84
1.15	Viga Transversal delantera - W 8" x 31#	3	141.53
1.16	Cartela Lateral - Pl. 19mm	16	6.34
1.17	Cartela transversal - Pl. 19mm	24	6.34
1.18	Arrioste Lateral - Ángulo 2-1/2" x 5/16"	1	16.50
1.19	Arrioste Lateral Secundario - Ángulo 2-1/2" x 5/16"	1	16.50
1.20	Arrioste Transversal Inferior - Ángulo 2-1/2" x 5/16"	2	24.17
1.21	Arrioste Transversal Superior - Ángulo 2-1/2" x 5/16"	2	26.46
1.22	Plancha central de arrioste inferior - Pl. 19mm	1	6.97
1.23	Plancha central de arrioste superior - Pl. 19mm	1	6.97
1.24	Cartela de plancha de apoyo de cuerpo inferior - Pl. 25mm	24	10.55
1.25	Cartela de plancha de apoyo de Cuerpo Superior - Pl. 25mm	16	14.52
1.26	Cartela de plancha de apoyo de Cuerpo Superior - Pl. 25mm	8	9.22
1.27	Cartela de plancha de apoyo de Cuerpo Superior - Pl. 25mm	8	12.76
1.28	Arrioste Lateral - Ángulo 2-1/2" x 5/16"	2	17.52

Fig. 4.3: Estructura Soporte.
Fuente: Programa Solidworks.



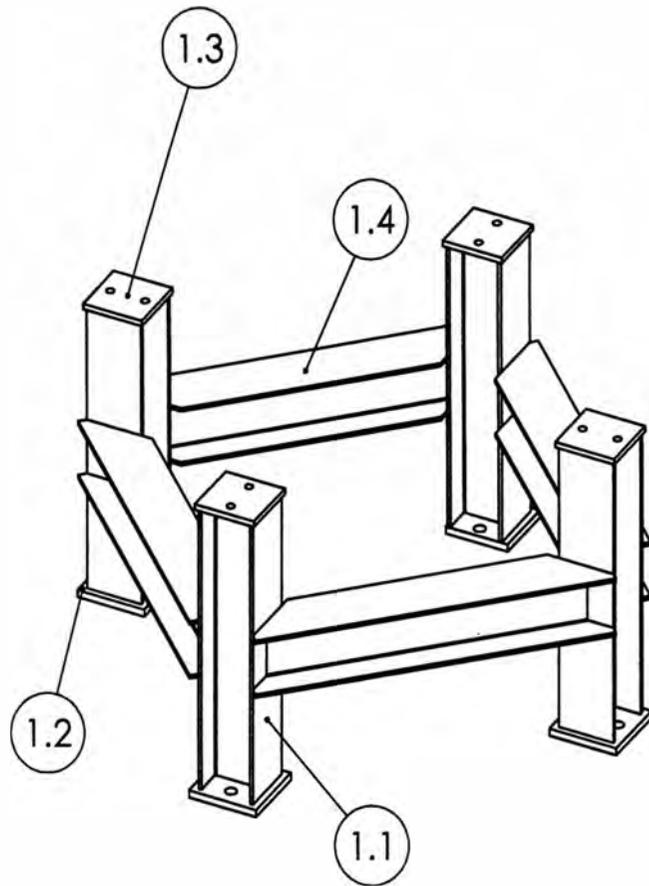
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PESO (kg)
	Cuerpo Inferior [Extensión]		2515.23
1.1	Semi-Cono Inferior - Pl. 10mm	2	473.94
1.2	Base de apoyo - Pl. 19mm	4	66.18
1.3	Atiesador superior de base de apoyo - Pl. 19mm	4	19.71
1.4	Atiesador vertical central - Pt. 2-1/2" x 1/2"	4	2.72
1.5	Pl. lateral de cono - Pl. 10mm	2	132.88
1.6	Atiesador inferior de base de apoyo - Pl. 19mm	4	18.62
1.7	Pl. frontal de cono - Pl. 10mm	2	132.73
1.8	Atiesador lateral de base de apoyo - Pl. 19mm	8	6.92
1.9	Semi-brida inferior - Pl. 19mm	2	23.06
1.10	Cartela de refuerzo de brida inferior - Pl. 19mm	8	1.09
1.11	Brida de ensamble superior - Ángulo 3" x 3/8"	4	29.19
1.12	Atiesador vertical lateral - Pt. 2-1/2" x 1/2"	8	4.46
1.13	Refuerzo de atiesador - Pt. 2-1/2" x 1/2"	4	1.57
1.14	Atiesador horizontal inferior - Pt. 2-1/2" x 1/2"	8	5.89
1.15	Atiesador horizontal superior - Pt. 2-1/2" x 1/2"	4	16.07
1.16	Cartela de atiesamiento superior - Pl. 19 mm	4	3.55
1.17	Plancha de refuerzo de cono - Pl. 19mm	4	10.09
1.18	Plancha mayor de atiesamiento - Pl. 6mm	1	41.15
1.19	Plancha menor de atiesamiento - Pl. 6mm	2	20.53
1.20	Plancha base de apoyo - Pl. 19mm	4	7.05
1.21	Cartela de apoyo - Pl. 19mm	8	8.39

Fig. 4.4: Cuerpo Inferior.
Fuente: Programa Solidworks



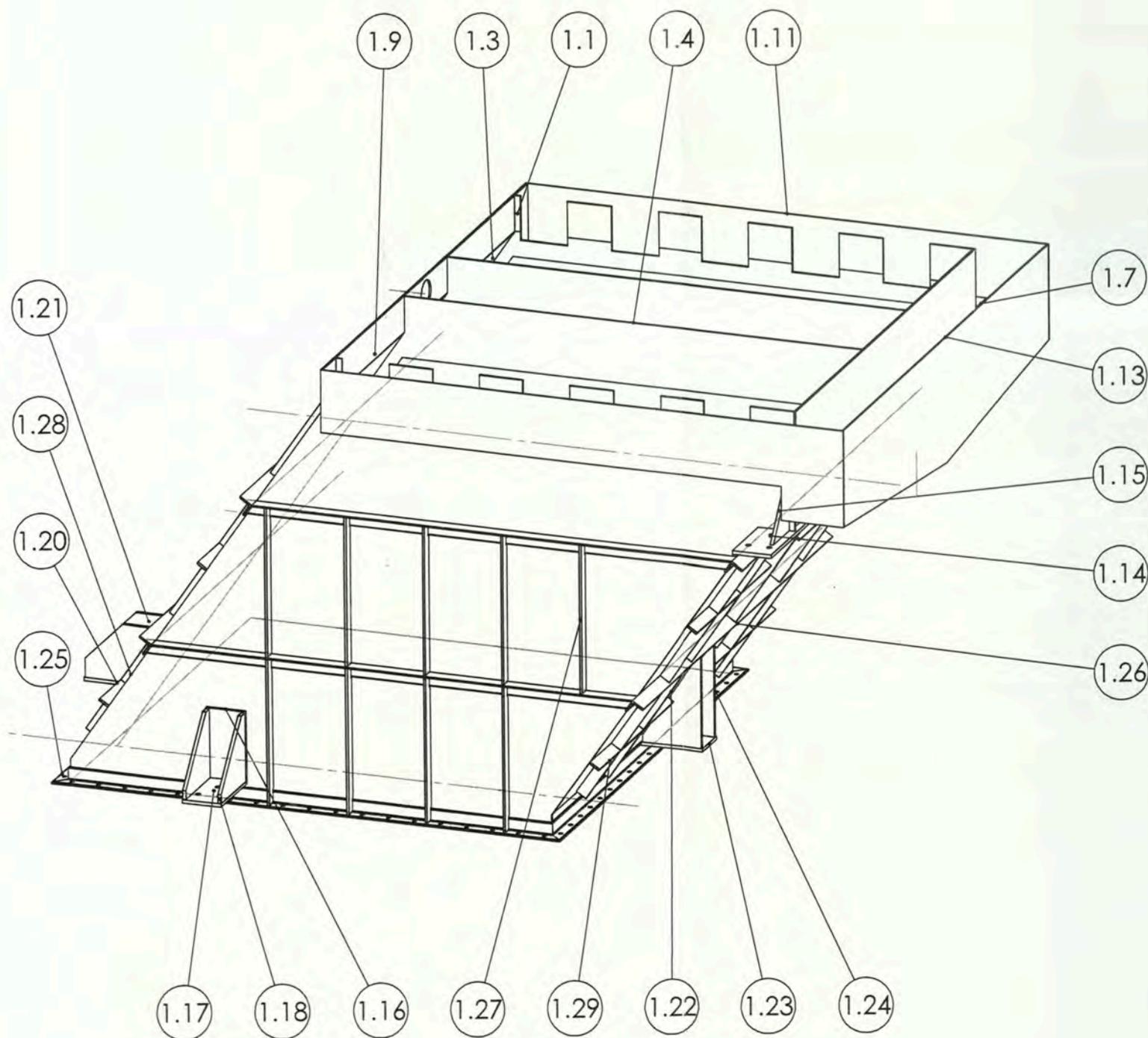
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PESO (kg)
	Cono de Descarga de Pulpa		138.04
3.1	Semi-Cono de Descarga - Pl. 10mm	2	38.50
3.2	Semi-Brida de ensamble superior - Pl. 19mm	2	25.82
3.3	Cartela de refuerzo - Pl. 19mm	8	1.17

Fig. 4.5: Descarga de Pulpa.
Fuente: Programa Solidworks



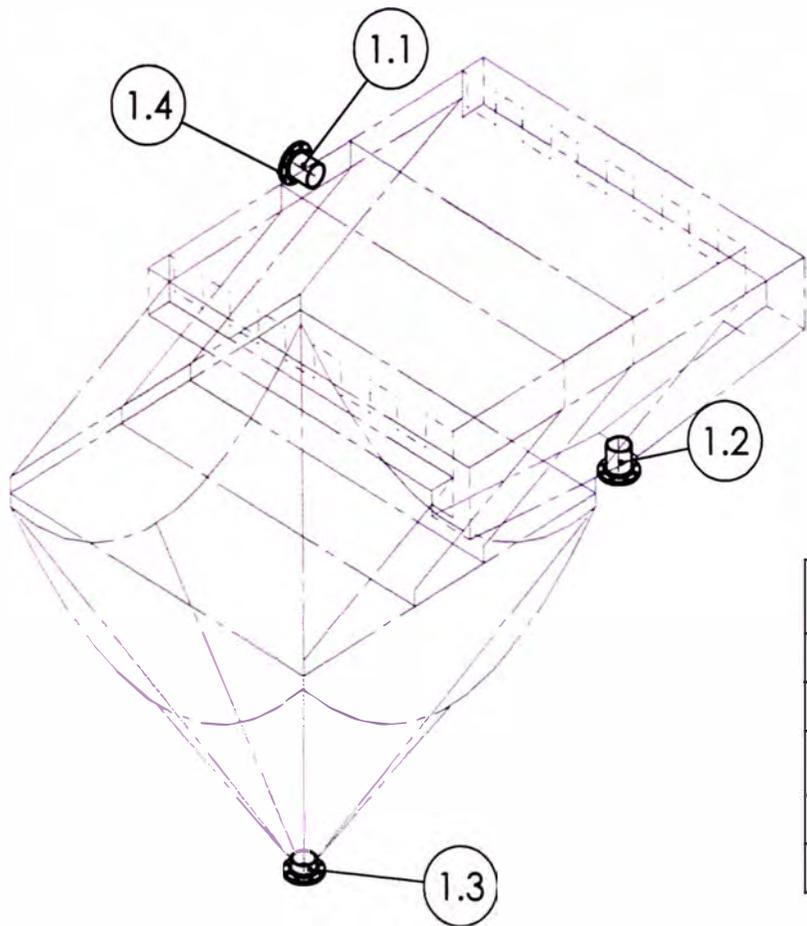
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PESO (kg)
	Soporte de Refuerzo de Cuerpo Inferior		453.52
1.1	Columna de soporte - W 8" x 31#	4	45.24
1.2	Plancha Base - Pl. 25mm	4	11.77
1.3	Plancha de apoyo - Pl. 19mm	4	7.05
1.4	Viga lateral - W 8" x 31#	4	49.79

Fig. 4.6: Soporte Refuerzo de Cuerpo Inferior.
Fuente: Programa Solidworks.



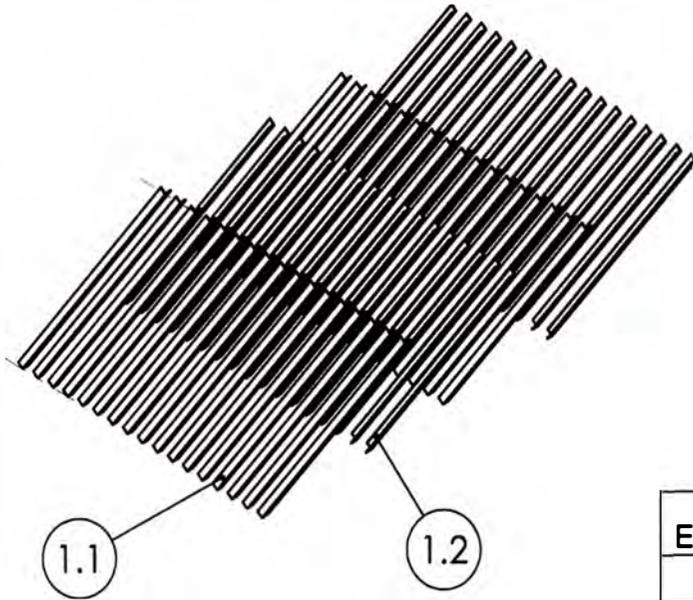
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PESO (kg)
	Cuerpo Principal		5822.37
1.1	Plancha Lateral de cuerpo principal - Pl. 10mm	2	523.88
1.2	Plancha Principal Delantera de Cuerpo Principal - Pl. 10mm	1	536.99
1.3	Plancha Principal Posterior de Cuerpo Principal - Pl. 10mm	1	576.53
1.4	Plancha de separación de láminas - Pl. 10mm	2	543.56
1.5	Plancha de atiesamiento lateral - Pl. 6mm	6	116.43
1.6	Plancha de atiesamiento central - Pl. 6mm	3	73.48
1.7	Plancha Delantera Superior de Cuerpo Principal - Pl. 6mm	1	142.86
1.8	Plancha Inferior Transversal - Pl. 10mm	2	25.29
1.9	Plancha posterior superior - Pl. 10mm	1	52.83
1.10	Base de Cajón de Rebose - Pl. 6mm	2	24.07
1.11	Plancha Lateral de Cajón de Rebose - Pl. 6mm	2	52.64
1.12	Base de cajón de descarga - Pl. 6mm	2	24.82
1.13	Pl. Detantera de Cajón de Descarga - Pl. 6mm.	1	92.01
1.14	Plancha Base Delantera - Pl. 19mm	2	18.45
1.15	Cartela de Refuerzo de Plancha Base Delantera - Pl. 19mm	4	
1.16	Plancha de refuerzo de Apoyo Lateral - Pl. 16mm.	2	13.62
1.17	Plancha Base de Apoyo Lateral - Pl. 16mm	2	12.08
1.18	Cartela de Refuerzo de Apoyo Lateral - Pl. 16mm	4	13.41
1.19	Plancha de refuerzo de Apoyo Posterior - Pl. 19mm	1	12.14
1.20	Plancha Base de Apoyo Posterior - Pl. 16mm	1	12.05
1.21	Cartela de refuerzo de apoyo posterior - Pl. 19mm	2	19.31
1.22	Plancha de Refuerzo de Apoyo Central - Pl. 19mm	1	20.02
1.23	Plancha Base de Apoyo Central - Pl. 19mm.	1	11.39
1.24	Cartelas de refuerzo de apoyo delantero - Pl. 19mm	2	14.77
1.25	Brida de Ensamble a Cuerpo Inferior - Ángulo 3" x 5/16"	4	29.19
1.26	Refuerzo de Cuerpo Principal - Ángulo 3" x 3/8"	8	30.82
1.27	Atiesador lateral - Pt. 1/2" x 2-1/2"	19	
1.28	Atiesador posterior - Pt. 1/2" x 2-1/2"	38	
1.29	Atiesador frontal - Pt. 1/2" x 2-1/2"	39	
1.30	Atiesador inferior - Pt. 1/2" x 2-1/2"	8	16.07
1.31	Cartela interna de refuerzo - Pl. 19mm	4	2.51

Fig. 4.7: Cuerpo Superior.
Fuente: Programa Solidworks



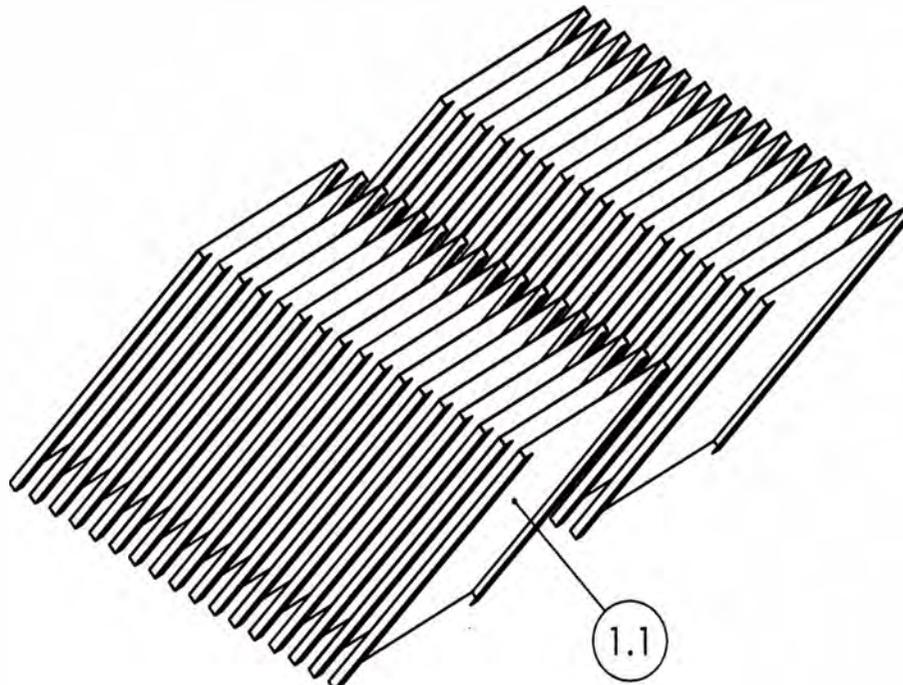
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PESO (kg)
	Carga y Descarga		36.72
1.1	Niple de Carga de mezcla	1	5.67
1.2	Niple de Descarga de agua clarificada	1	5.82
1.3	Niple de Descarga de Pulpa	1	2.83
1.4	Brida Slip On Ø6"	3	7.47

Fig. 4.8: Carga y Descarga.
Fuente: Programa Solidworks



N.º DE ELEMENTO	DESCRIPTION	CANTIDAD	PESO (kg)
	Guía de Laminas		401.17
1.1	Guía de Lámina Izquierda - Ángulo 2-1/2" x 1/8"	34	5.90
1.2	Guía de Lámina Derecha - Ángulo 2-1/2" x 1/8"	34	5.90

Fig. 4.9: Guía de Láminas.
Fuente: Programa Solidworks



N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PESO (kg)
	Lámina de Sedimentación		1538.68
1.1	Plancha de Sedimentación (Plegada) - Pl. 2mm.	34	45.26

Fig. 4.10: Láminas de Sedimentación.
Fuente: Programa Solidworks

4.3. CÁLCULOS

Una vez desarrollada la ingeniería básica, se comprueba que las dimensiones de las piezas seleccionadas tenían que ser los adecuados, para soportar las fuerzas a las cuales serán sometidos los diferentes componentes del tanque espesor de láminas.

Las cargas se consideran a partir del peso de la mezcla de agua y pulpa que se separarán en el tanque, siendo el movimiento de esta mezcla continua y lenta. También se considera el peso de los mismos componentes.

Los resultados se grafican mostrando las tensiones que se generan, teniendo como criterio de falla el de Von Mises:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2}} \geq \sigma_Y \quad \dots\dots\dots [4.1]$$

Dónde:

σ_{VM} : Tensión de Von Mises.

σ_Y : Tensión del límite elástico del material de la pieza.

$\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$, son las tensiones principales en el punto considerado.

Se inicia con la verificación de la fabricación del cuerpo superior del tanque, fabricado principalmente con planchas de 10 mm de espesor y refuerzos en ángulos de 3" x 3/8", utilizando para este fin un software de ingeniería (Solidworks), que recibe como datos de entrada el peso de las láminas de sedimentación y la presión en las paredes laterales del mismo, de la mezcla que contiene. Se observa

que el material seleccionado es el adecuado. Adicionalmente se muestran gráficamente las deformaciones y el factor de seguridad.

Se continúa con la verificación de la fabricación del cuerpo inferior del tanque espesador (también llamado Extensión Inferior), que está compuesto principalmente por planchas de 10mm de espesor y ángulo de 3" x 3/8", que soporta una mayor presión de la mezcla en sus paredes laterales y las paredes del cono invertido que es la base del cuerpo, y teniendo los resultados satisfactorios al igual que el cuerpo superior.

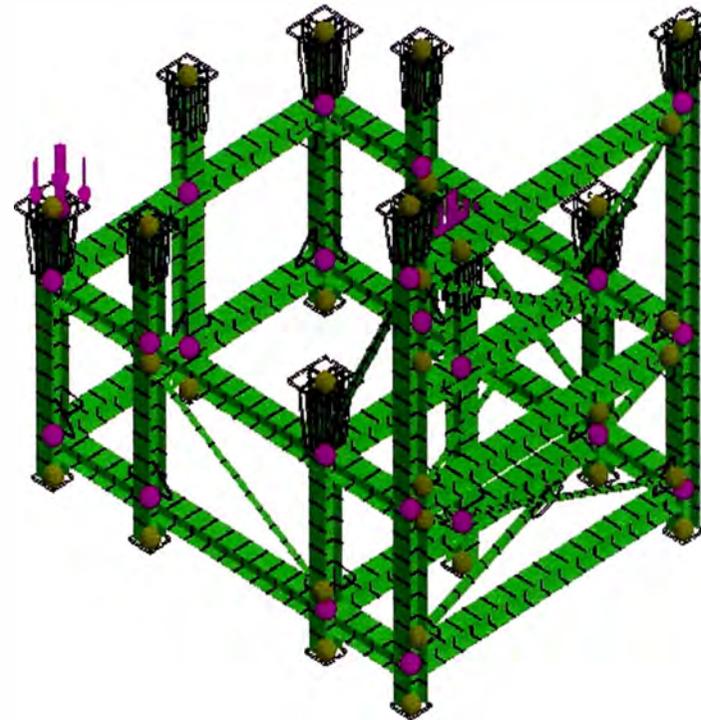
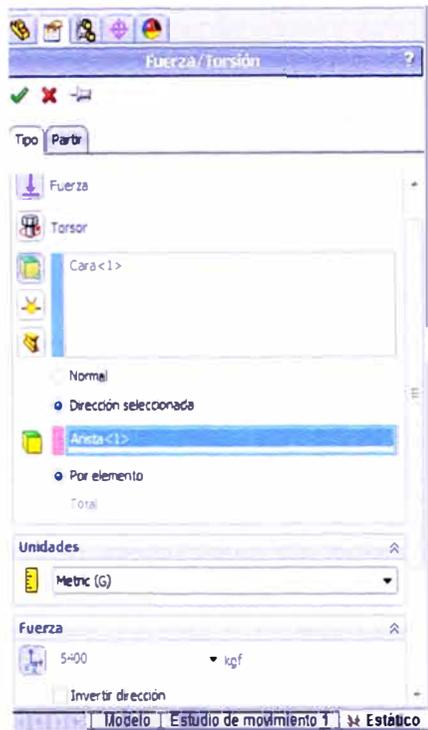
Similarmente se corrobora la fabricación del cono de descarga de pulpa, que también está fabricado a base de planchas de 10mm y 19mm de espesor, ubicado debajo del cuerpo inferior, que también soporta grandes presiones en sus paredes.

Finalmente se desarrolla la verificación con la estructura soporte, que tiene que servir de apoyo a los cuerpos del tanque y a la carga, y que está conformado por vigas W8"x31lb/pie y planchas base y de apoyo de 25mm de espesor. Se muestra que la estructura soporta la carga total.

Para ejecutar todos los cálculos, se ha recurrido al empleo del software de ingeniería ya mencionado en el centro de cómputo de la FIM (Solidworks), que ha permitido la ejecución del diseño, y arreglos generales de cada uno de los componentes, así como los cálculos que se mencionan.

Los resultados del empleo del software de cada uno de los componentes, se muestran en las siguientes páginas.

Nombre de modelo: 1.0 Estructura Soporte
Nombre de estudio: Estático
Tipo de resultado: P/A de tensión axial Tensiones1



P/A axial (N/mm² (MPa))



Fig. 4. 11: Soporte de espesor de láminas.

Fuente: Programa Solidworks vr. 2012.

Nombre de modelo: 2.0 Cuerpo Interior [Extensión Interior]
Nombre de estudio: Estático
Tipo de resultado: Static tensiones de elementos Tensiones1
Escala de deformación: 1

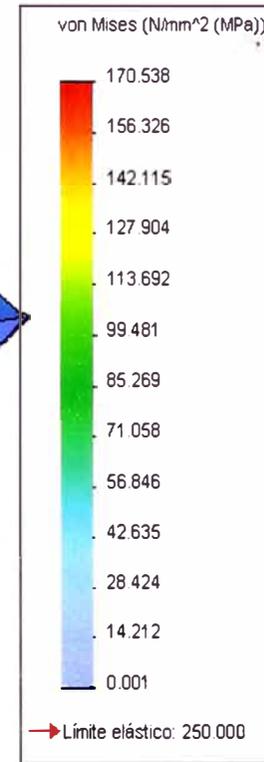
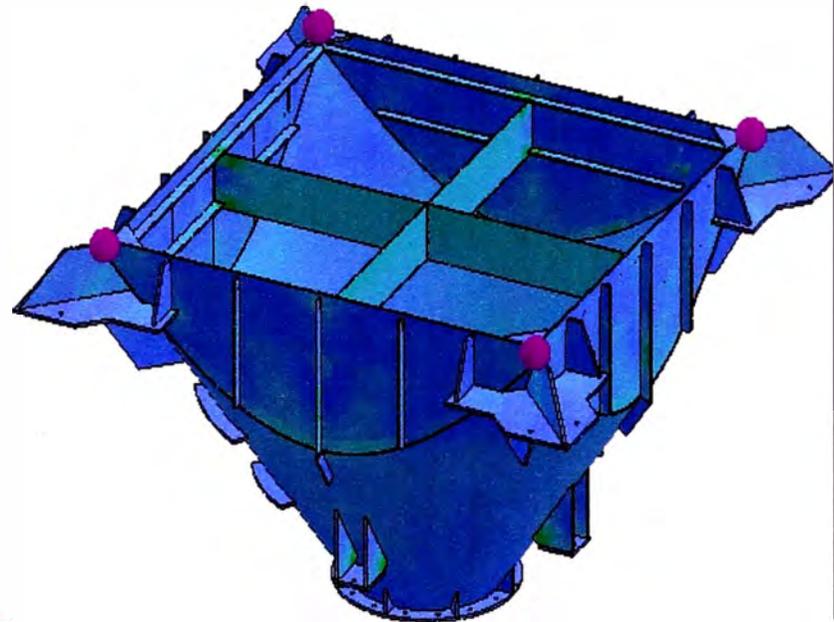
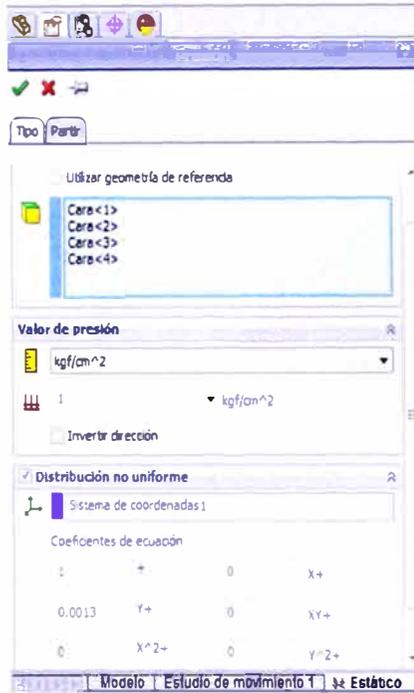


Fig. 4. 12: Cuerpo Interior (Extensión Interior). Tensiones.

Fuente: Programa Solidworks vr. 2012.

Nombre de modelo: 2.0 Cuerpo Inferior [Extensión Inferior]
Nombre de estudio: Estático
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1

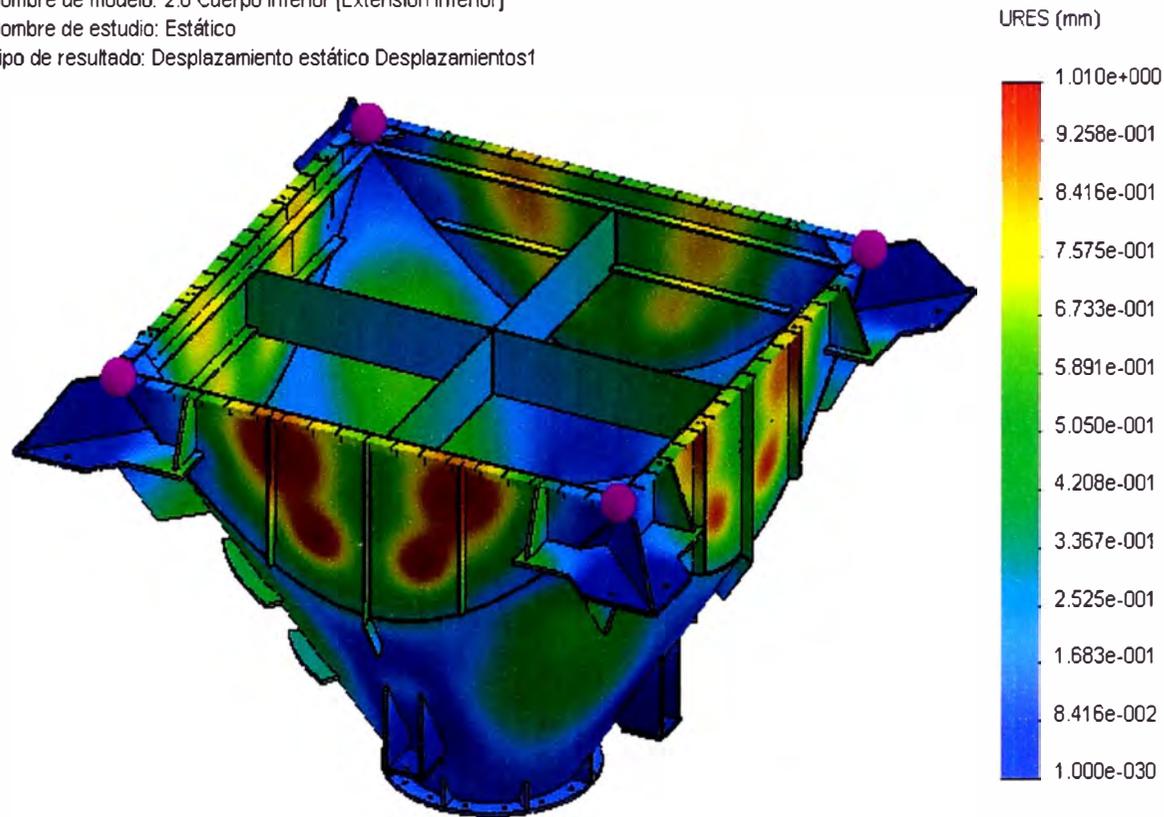


Fig. 4. 13: Cuerpo Inferior (Extensión Inferior). Desplazamientos.

Fuente: Programa Solidworks vr. 2012.

Nombre de modelo: 2.0 Cuerpo Inferior [Extensión Inferior]
Nombre de estudio: Estático
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Rojo < FOS = 1 < Azul

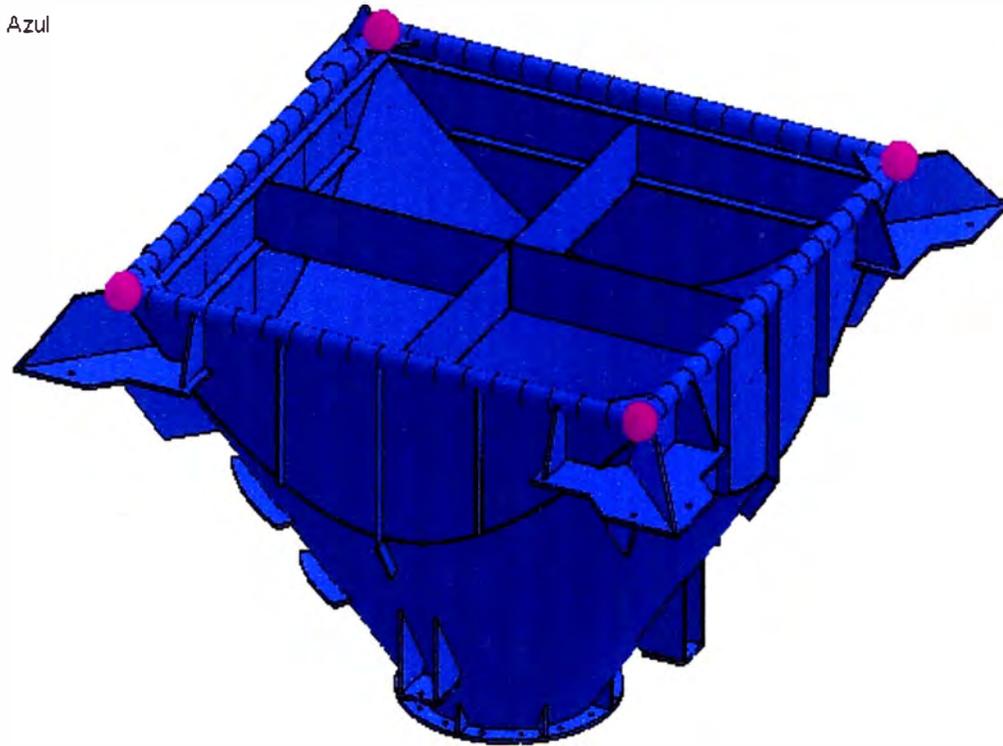
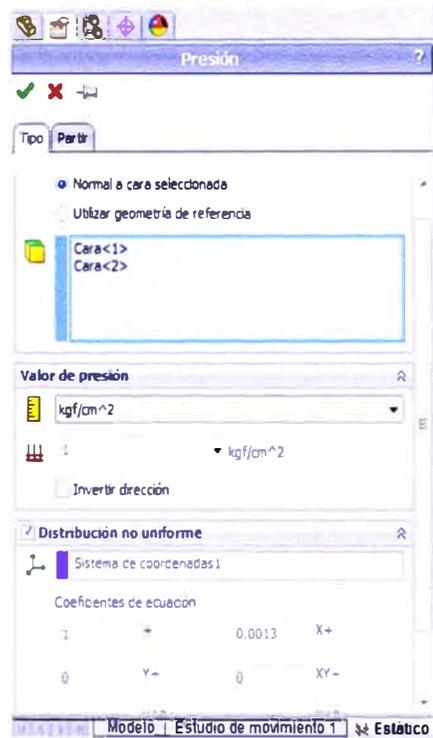
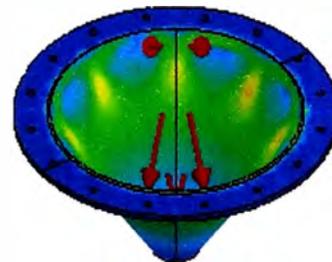


Fig. 4. 14: Cuerpo Inferior (Extensión Inferior). Factor de seguridad.

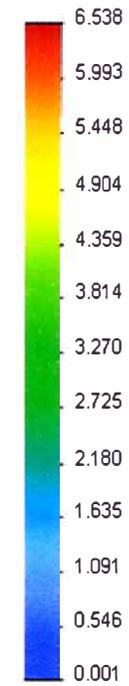
Fuente: Programa Solidworks vr. 2012.



Nombre de modelo: 3.0 Descarga de Pulpa
 Nombre de estudio: Estático
 Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones1



von Mises (N/mm² (MPa))



→ Límite elástico: 250.000

Fig. 4. 15: Descarga de Pulpa. Tensiones.
Fuente: Programa Solidworks vr. 2012.

Nombre de modelo: 3.0 Descarga de Pulpa
Nombre de estudio: Estático
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 1

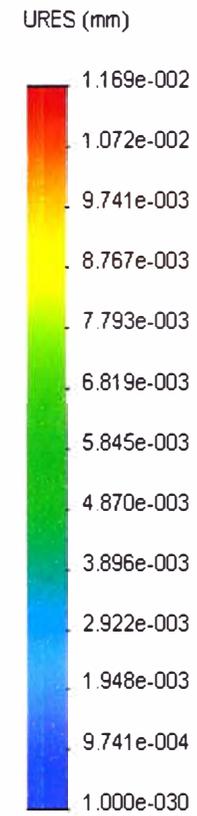
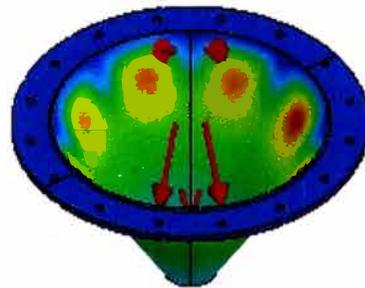


Fig. 4. 16: Descarga de Pulpa. Desplazamientos.

Fuente: Programa Solidworks vr. 2012.

Nombre de modelo: 3.0 Descarga de Pulpa
Nombre de estudio: Estático
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Rojo < FOS = 1 < Azul

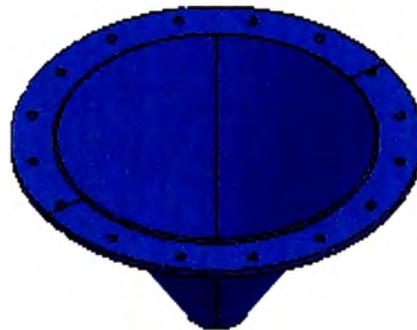
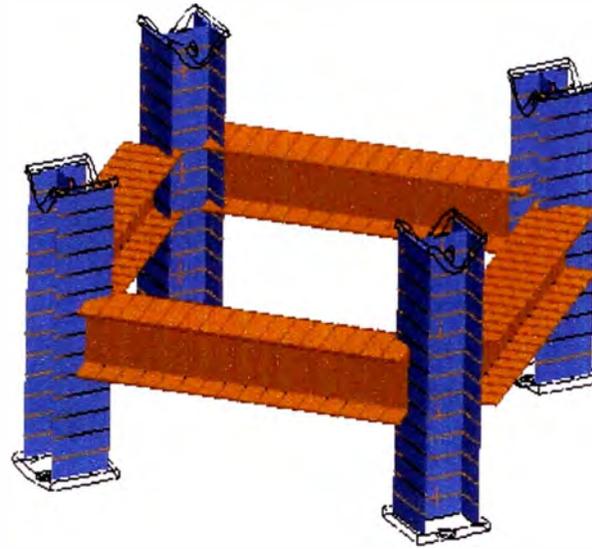
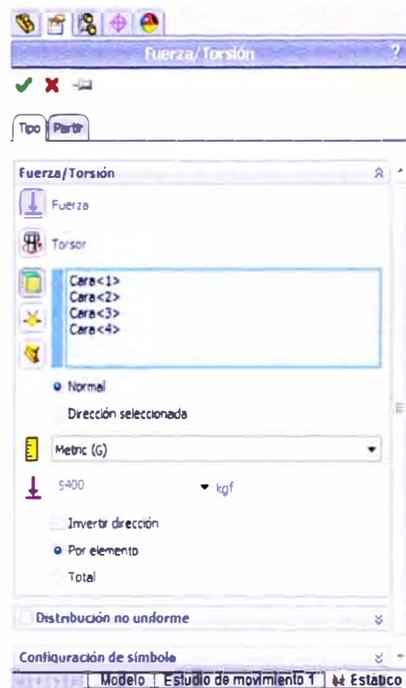


Fig. 4. 17: Descarga de Pulpa. Factor de seguridad.

Fuente: Programa Solidworks vr. 2012.

Nombre de modelo: 4.0 Soporte Refuerzo de Cuerpo Inferior
Nombre de estudio: Estático
Tipo de resultado: P/A de tensión axial Tensiones1
Escala de deformación: 2448.04



P/A axial (N/mm² (MPa))

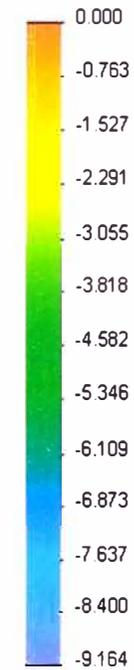


Fig. 4. 18: Soporte refuerzo de Cuerpo Inferior. Tensiones.

Fuente: Programa Solidworks vr. 2012.

Nombre de modelo: 4.0 Soporte Refuerzo de Cuerpo Inferior
Nombre de estudio: Estático
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 2448.04

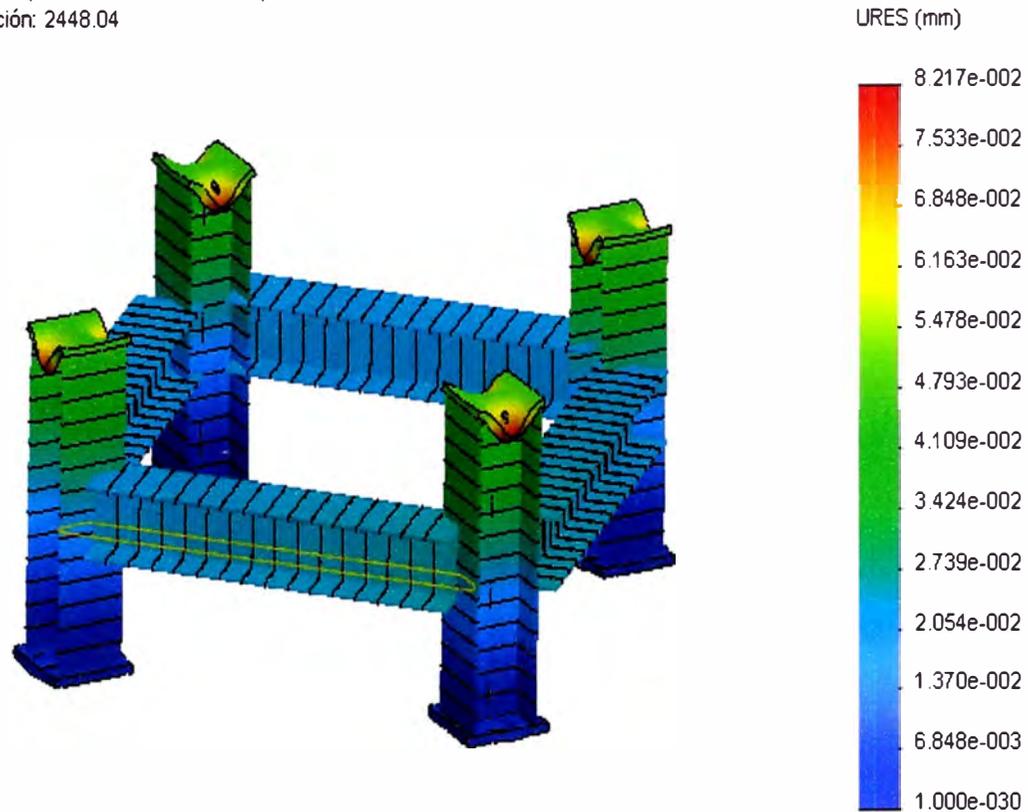


Fig. 4. 19: Soporte refuerzo de Cuerpo Inferior. Desplazamientos.

Fuente: Programa Solidworks vr. 2012.

Nombre de modelo: 4.0 Soporte Refuerzo de Cuerpo Inferior
Nombre de estudio: Estático
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Rojo < FOS = 1 < Azul

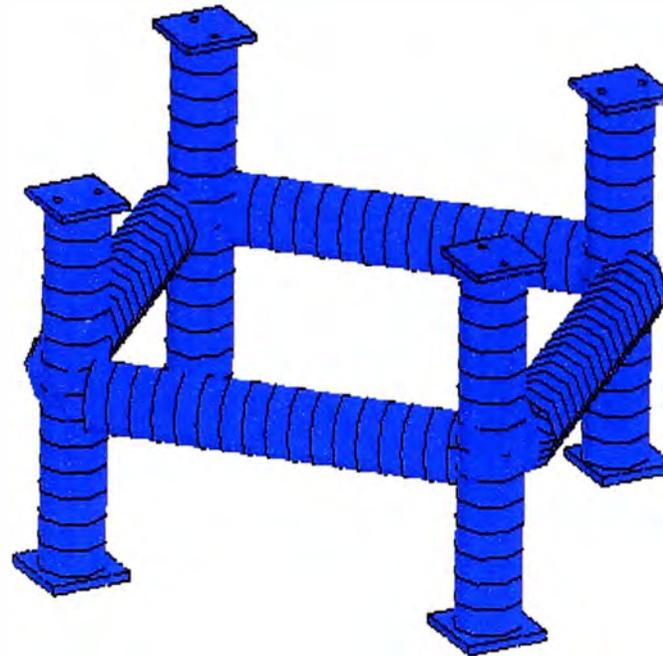
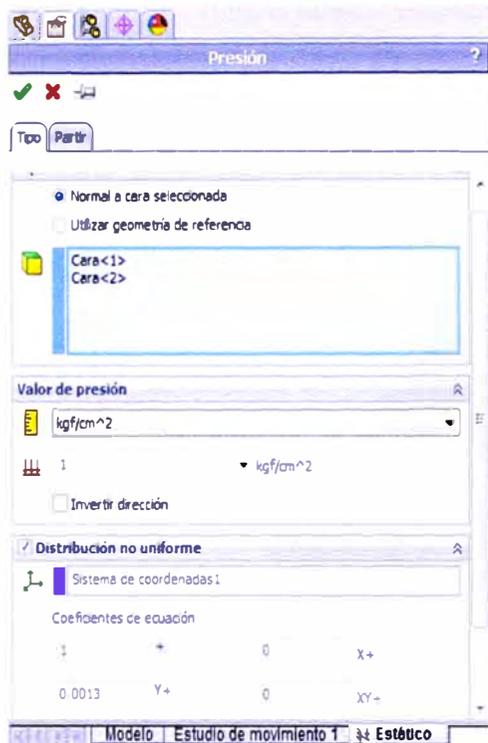


Fig. 4. 20: Soporte refuerzo de Cuerpo Inferior. Factor de seguridad.

Fuente: Programa Solidworks vr. 2012.



Nombre de modelo: 5.0 Cuerpo Superior
 Nombre de estudio: Estático
 Tipo de resultado: Static tensiones de elementos Tensiones1

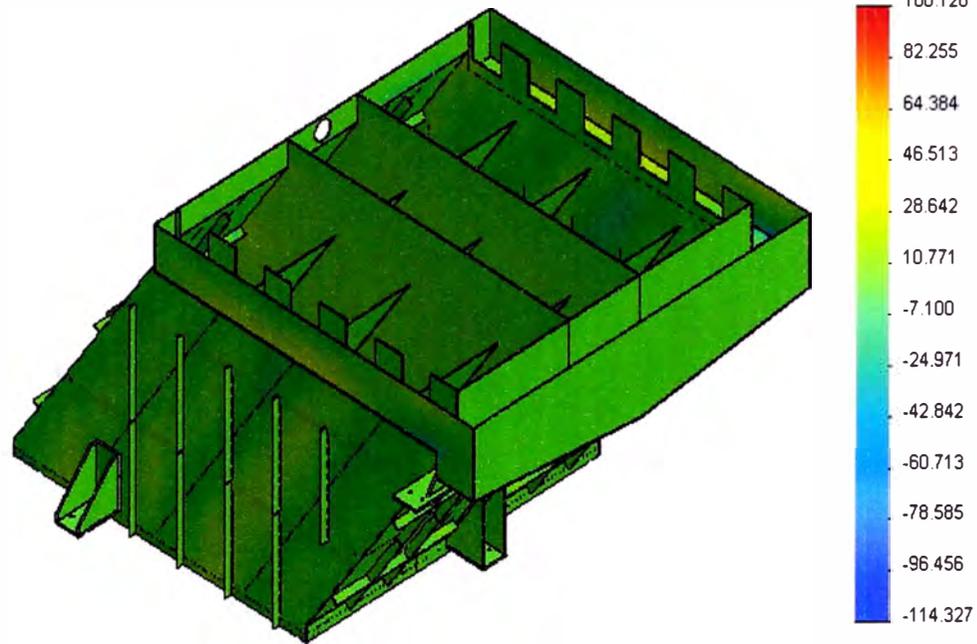


Fig. 4. 21: Cuerpo Superior. Tensiones.
 Fuente: Programa Solidworks vr. 2012.

Nombre de modelo: 5.0 Cuerpo Superior
Nombre de estudio: Estático
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 1

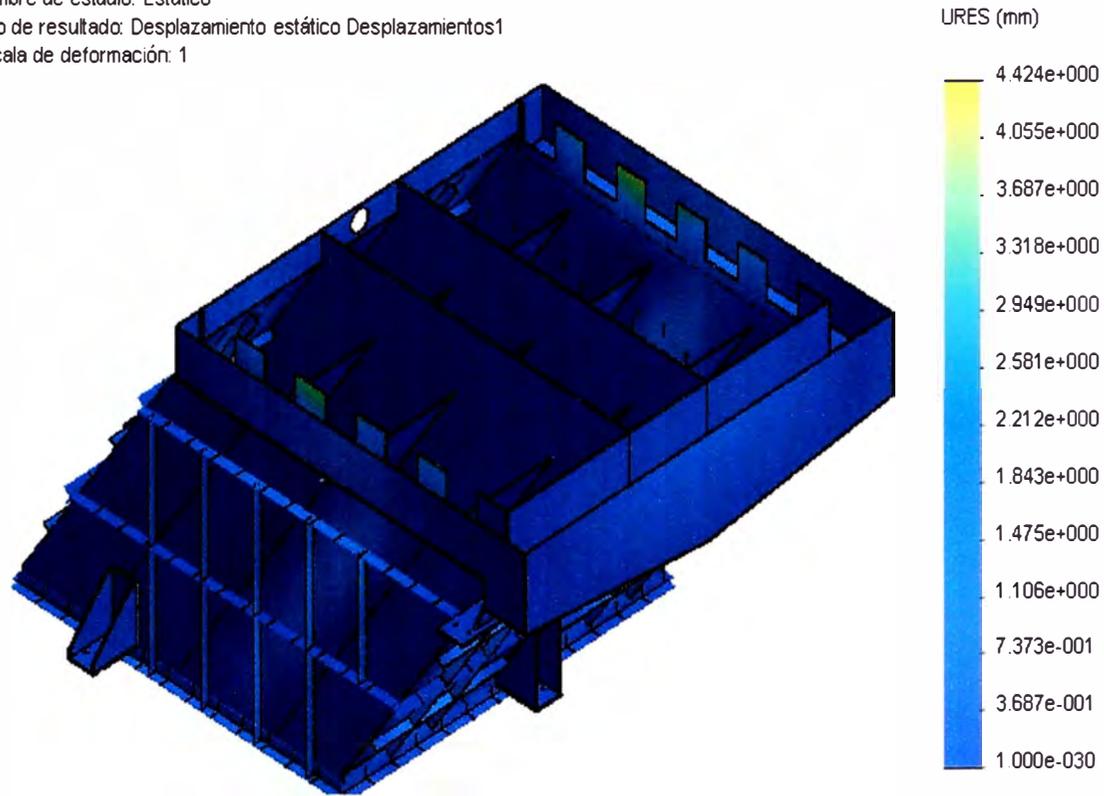


Fig. 4. 22: Cuerpo Superior. Desplazamientos.

Fuente: Programa Solidworks vr. 2012.

Nombre de modelo: 5.0 Cuerpo Superior
Nombre de estudio: Estático
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Rojo < FOS = 1 < Azul

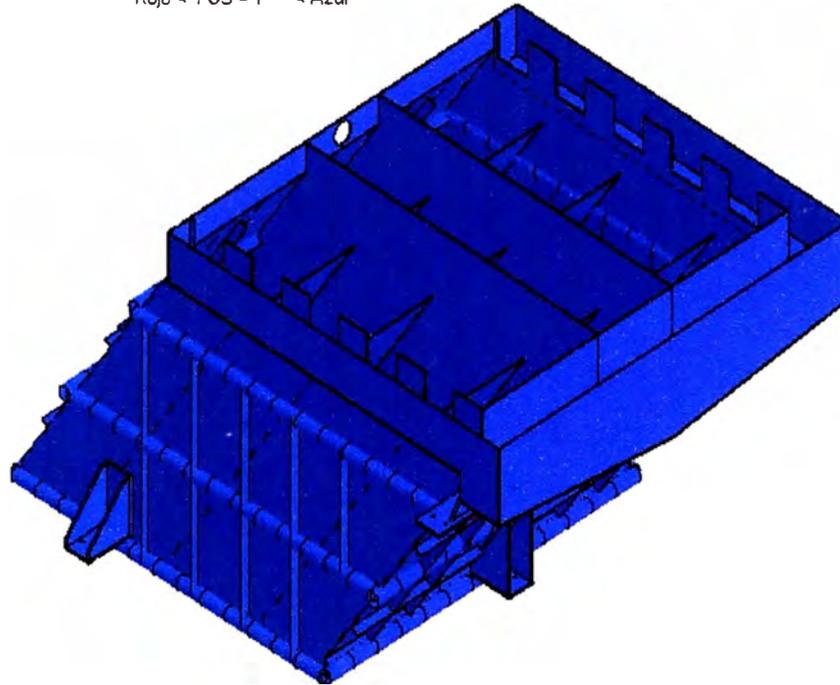


Fig. 4. 23: Cuerpo Superior. Factor de seguridad.

Fuente: Programa Solidworks vr. 2012.

4.4. FABRICACIÓN DEL TANQUE ESPESADOR DE LÁMINAS.

4.4.1. Inspección del material.

Para detectar discontinuidades del mismo que pueden obstaculizar o impedir un buen acabado del producto. De encontrarse defectos tales como torceduras o deterioro se informa al proveedor para el cambio del producto.

4.4.2. Encuadre y corte de planchas y perfiles.

Se tendrá cuidado en el habilitado de las planchas, pues en algunas ocasiones requiere alguna rectificación de sus bordes, al no formar 90° entre ellos. Generalmente con los perfiles no se tienen problemas.

4.4.3. Habilitado y armado de los componentes del tanque espesador de láminas.

El primer paso es el habilitado de los componentes, que tendrán como lineamiento los planos de detalle proporcionados.

Para ello se iniciarán las tareas de corte de planchas y perfiles aplicando el procedimiento de oxicorte, pudiéndose emplear discos de corte en perfiles menores, como los ángulos. Para el perforado de planchas y perfiles se tendrá en cuenta el empleo de taladro manual o de banco.

El segundo paso es el armado de los componentes a partir de las piezas habilitadas, siendo para ello de mucha ayuda los planos de ensamble, de cada parte del equipo. El armado se ejecuta uniendo las piezas a base de puntos a lo largo de las líneas de unión de las mismas (es decir no se crean

los cordones de soldadura finales), esto con la finalidad de revisar y/o corregir rápidamente errores que hayan podido cometer, ya sea durante el habilitado o armado.

4.4.4. Control dimensional.

Acabado el armado, se verificarán las dimensiones más importantes del producto terminado, registrando esta información en un formato de control dimensional, con esquema del componente a controlar, en una tabla se registran las medidas nominales y reales, y las observaciones.

Se aceptarán tolerancias de acuerdo al siguiente cuadro.

Tabla 4. 1: Errores máximos permitidos.

Tolerancia	Error permitido máx.
De a 200 mm.	1 mm.
De a 201 a 500 mm.	2 mm.
De a 501 a 1000 mm.	3 mm.
De a 1001 a 2000 mm.	4 mm.
De a 2001 mm. a más.	5 mm.

Fuente: Supervisión volcán 2008.

De no tenerse la aceptación de la estructura armada, se debe proceder a rectificar el armado del producto, ya sea en el habilitado de alguna o algunas de las piezas, o simplemente en el armado del componente, lo que de alguna u otra manera significa realizar reproceso, lo que se traduce en sobrecostos de producción.

Se ha elaborado en base a los arreglos generales, los formatos de Control Dimensional para los componentes del espesador de láminas, para garantizar el correcto habilitado y armado, y así evitar contratiempos y sobrecostos posteriores.

Todas las medidas merecen atención, pero se debe concentrar la mayor atención en la coincidencia de las medidas que correspondan a la ubicación de soportes, así como a la distribución de los agujeros que permitan el empernado de los componentes.

Para el diseño presentado, lo mencionado líneas arriba se traduce en la verificación de las distancias entre:

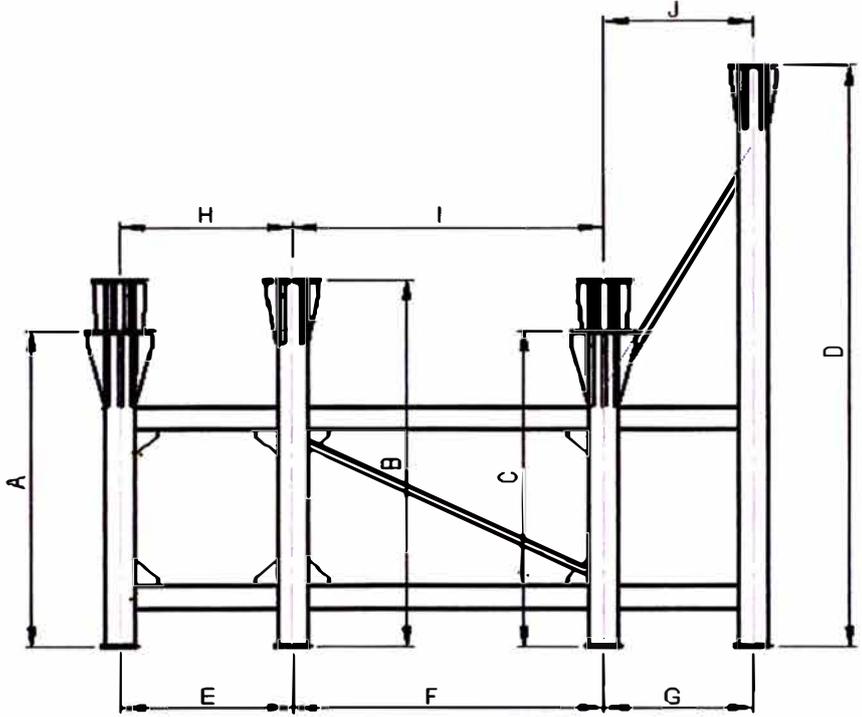
- Columnas soporte y agujeros de las planchas de apoyo de cada una.
- Agujeros de las planchas de apoyo del cuerpo inferior.
- Agujeros de las planchas de apoyo del cuerpo superior.
- Otras medidas que se muestran en los formatos presentados.

Los formatos elaborados se pueden revisar en las siguientes páginas.

CONTROL DIMENSIONAL	VERSIÓN: 001	FECHA: 30/08/2012
	REVISADO POR: _____	APROBADO POR: _____

CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA
PIEZA O CONJUNTO: SOPORTE DE ESPESADOR DE LÁMINAS
CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12
CÓDIGO DE PLANO:

ESQUEMA



ELEVACIÓN

MEDIDAS (mm)

VARIABLE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
VALOR NOMINAL	2596	3013	2596	4780	1180	2140	1030	1180	2140	1030
VALOR REAL										
DESVIACIÓN										

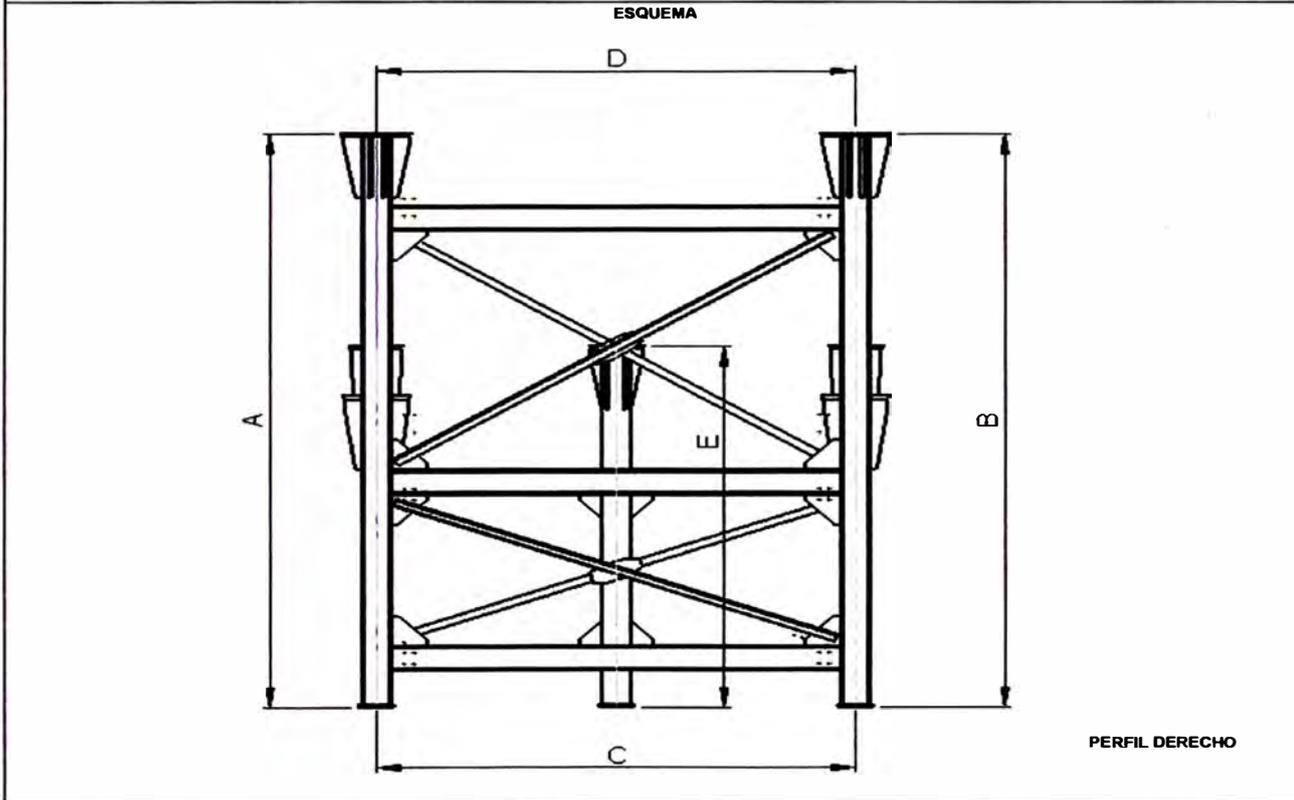
OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:		JEFE DE PLANTA:		JEFE DE PROYECTO:	
	FECHA:		FECHA:		FECHA:

Formato 4. 1: Estructura Soporte. Control Dimensional.
Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DIMENSIONAL	VERSIÓN: 001	FECHA: 30/08/2012
	REVISADO POR: _____	APROBADO POR: _____

CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA
PIEZA O CONJUNTO: SOPORTE DE ESPESADOR DE LÁMINAS
CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12
CÓDIGO DE PLANO:



MEDIDAS (mm)

VARIABLE	A	B	C	D	E				
VALOR NOMINAL	4780	4780	3013	3320	3320				
VALOR REAL									
DESVIACIÓN									

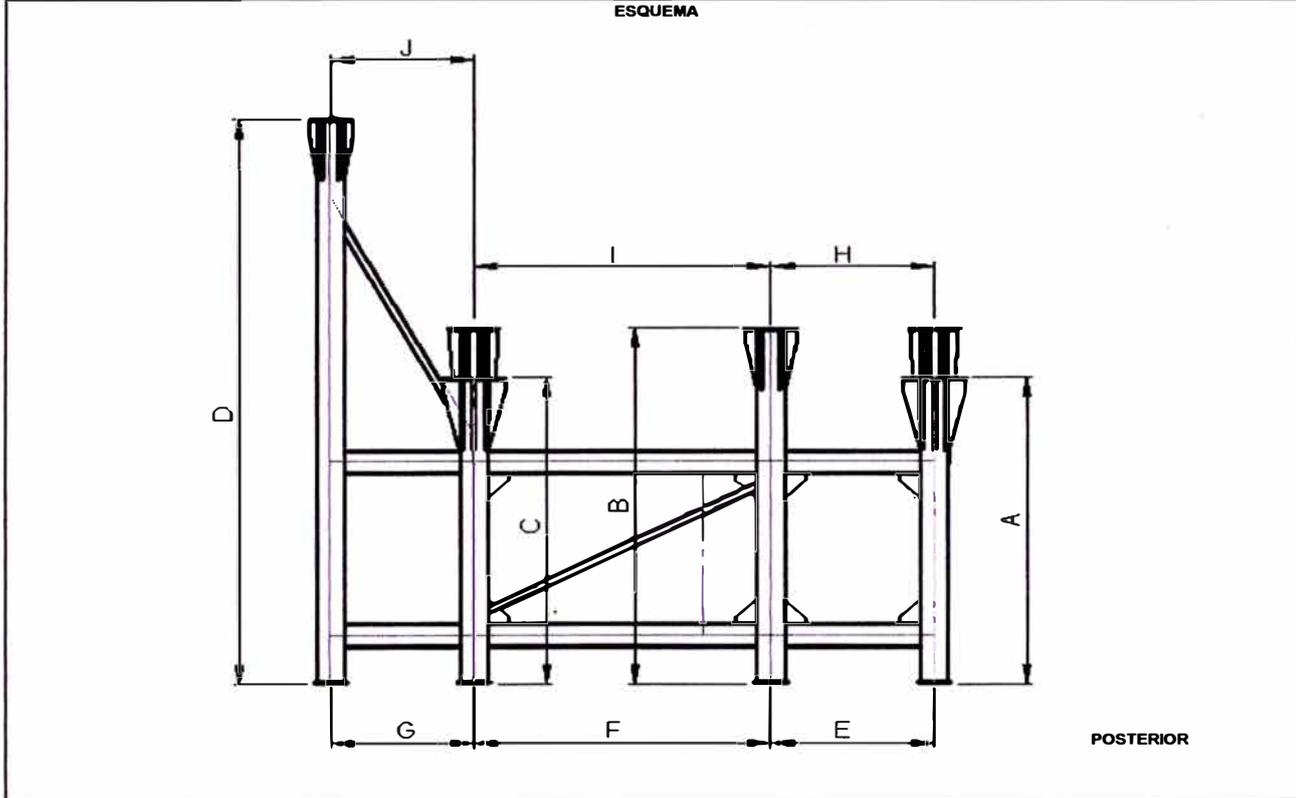
OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:	_____	JEFE DE PLANTA:	_____	JEFE DE PROYECTO:	_____
	FECHA:		FECHA:		FECHA:

Formato 4. 2: Estructura Soporte. Control Dimensional
Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DIMENSIONAL	VERSIÓN: 001	FECHA: 30/08/2012
	REVISADO POR: _____	APROBADO POR: _____

CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA
PIEZA O CONJUNTO: SOPORTE DE ESPESADOR DE LÁMINAS
CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12
CÓDIGO DE PLANO:



MEDIDAS (mm)

VARIABLE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
VALOR NOMINAL	2596	3013	2596	4780	1180	2140	1030	1180	2140	1030
VALOR REAL										
DESVIACIÓN										

S

OBSERVACIONES

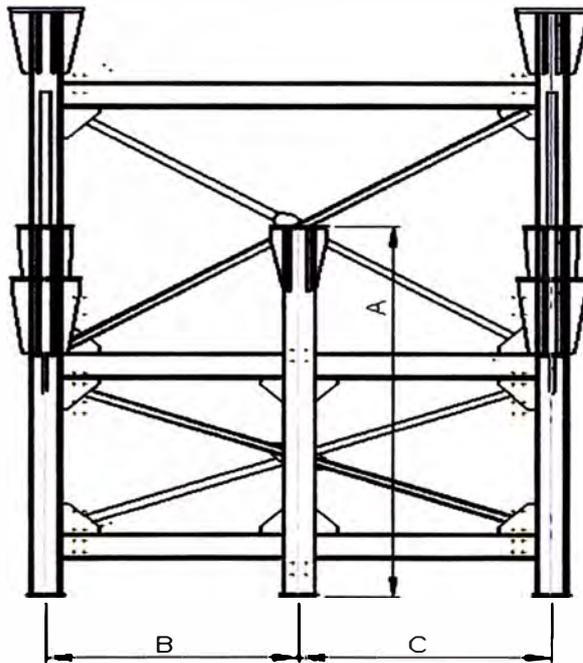
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:	_____	JEFE DE PLANTA:	_____	JEFE DE PROYECTO:	_____
	FECHA:		FECHA:		FECHA:

Formato 4. 3: Estructura Soporte. Control Dimensional.
Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DIMENSIONAL	VERSIÓN: 001	FECHA: 30/08/2012
	REVISADO POR: _____	APROBADO POR: _____

CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA
PIEZA O CONJUNTO: SOPORTE DE ESPESADOR DE LÁMINAS
CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12
CÓDIGO DE PLANO:

ESQUEMA



PERFIL IZQUIERDO

MEDIDAS (mm)

VARIABLE	A	B	C						
VALOR NOMINAL	3013	1660	1660						
VALOR REAL									
DESVIACIÓN									

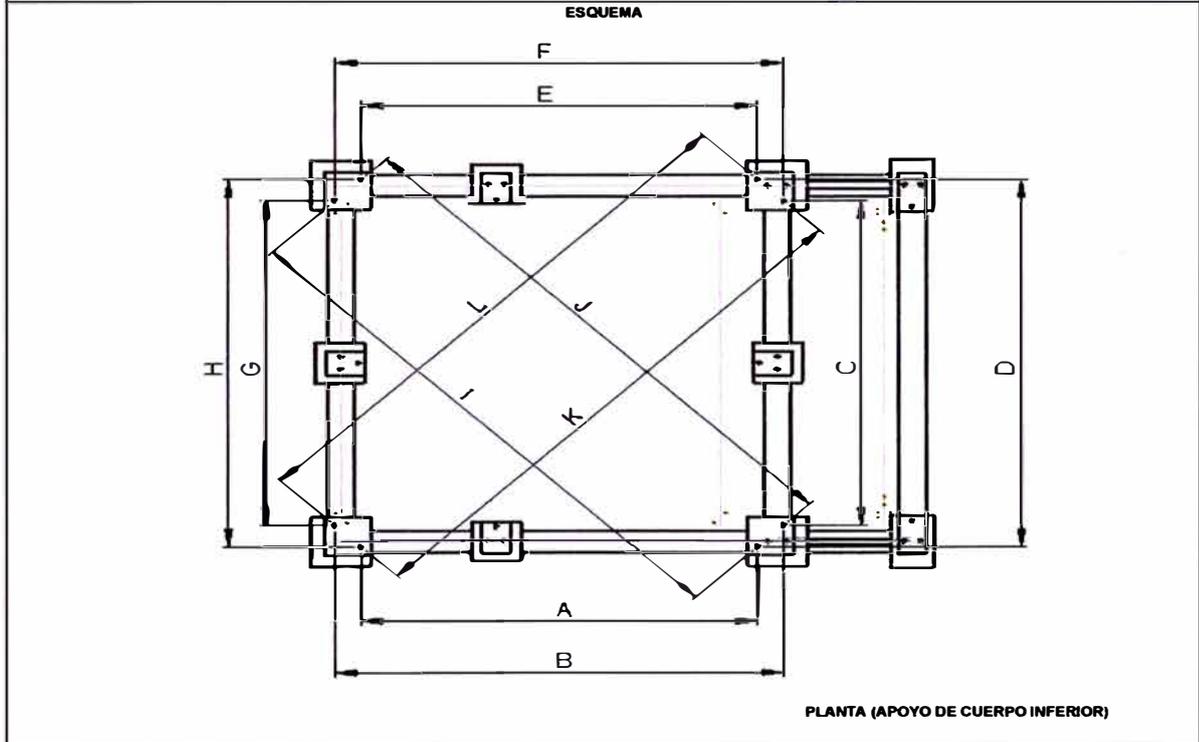
OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:		JEFE DE PLANTA:		JEFE DE PROYECTO:	
	FECHA:				FECHA:

Formato 4. 4: Estructura Soporte. Control Dimensional.
Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DIMENSIONAL	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____
----------------------------	-------------------------------------	--

CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA
PIEZA O CONJUNTO: SOPORTE DE ESPESADOR DE LÁMINAS
CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12
CÓDIGO DE PLANO:



MEDIDAS (mm)

VARIABLE	A	B	C	D	E	F	G	H		
VALOR NOMINAL	3020	3420	3020	3420	3020	3420	3020	3420		
VALOR REAL										
DESVIACIÓN										

VARIABLE	I	J	K	L						
VALOR NOMINAL	4554	4554	4554	4554						
VALOR REAL										
DESVIACIÓN										

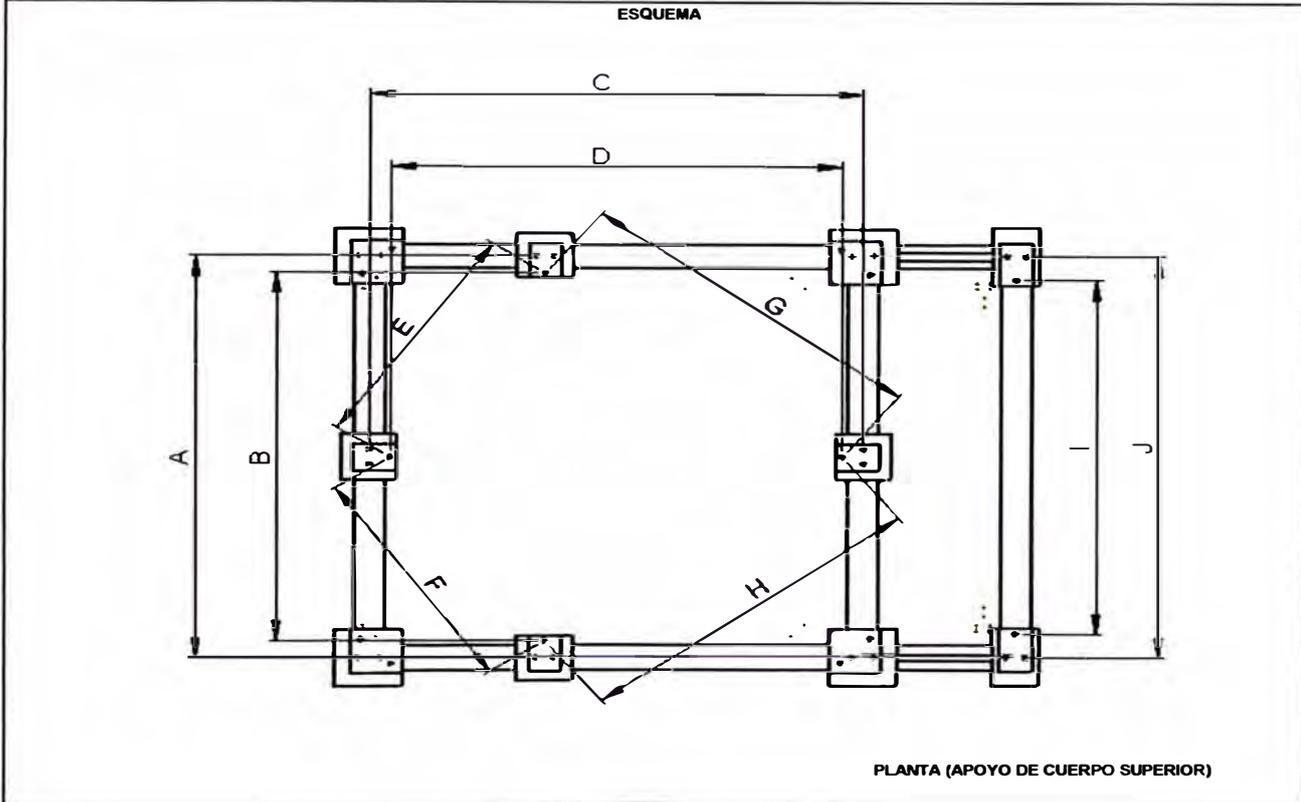
OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD: FECHA: _____	JEFE DE PLANTA: FECHA: _____	JEFE DE PROYECTO: FECHA: _____	
--	--	--	--

Formato 4. 5: Estructura Soporte. Control Dimensional
Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DIMENSIONAL	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____
----------------------------	-------------------------------------	--

CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA
PIEZA O CONJUNTO: SOPORTE DE ESPESADOR DE LÁMINAS
CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12
CÓDIGO DE PLANO:



MEDIDAS (mm)

VARIABLE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
VALOR NOMINAL	3320	3040	3320	3040	1842	1842	2512	2512	2930	3320
VALOR REAL										
DESVIACIÓN										

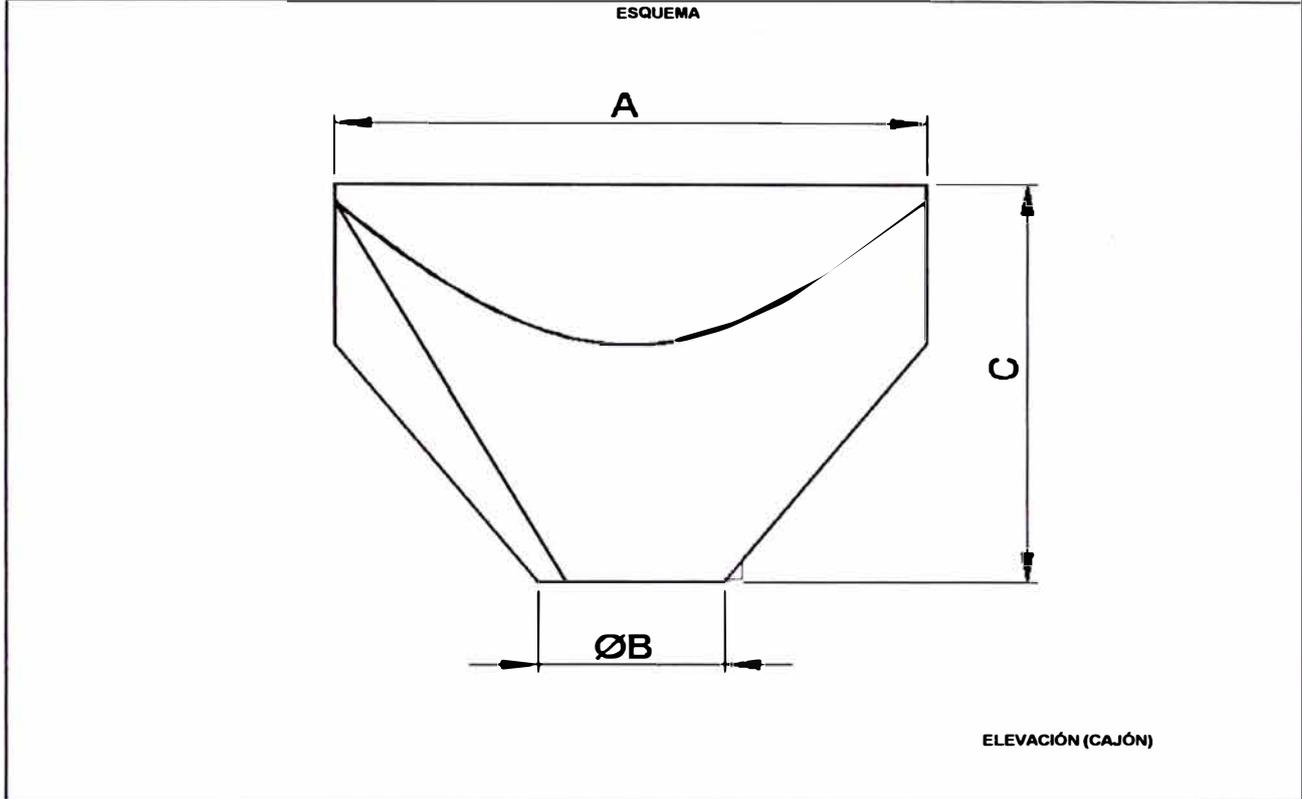
OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD: FECHA: _____	JEFE DE PLANTA: FECHA: _____	JEFE DE PROYECTO: FECHA: _____	
--	--	--	--

Formato 4. 6: Estructura Soporte. Control Dimensional
 Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DIMENSIONAL	VERSIÓN: 001	FECHA: 30/08/2012
	REVISADO POR: _____	APROBADO POR: _____

CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA
PIEZA O CONJUNTO: CUERPO INFERIOR (EXTENSIÓN INFERIOR)
CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12
CÓDIGO DE PLANO:



MEDIDAS (mm)

VARIABLE	A	ØB	C						
VALOR NOMINAL	2750	870	2252						
VALOR REAL									
DESVIACIÓN									

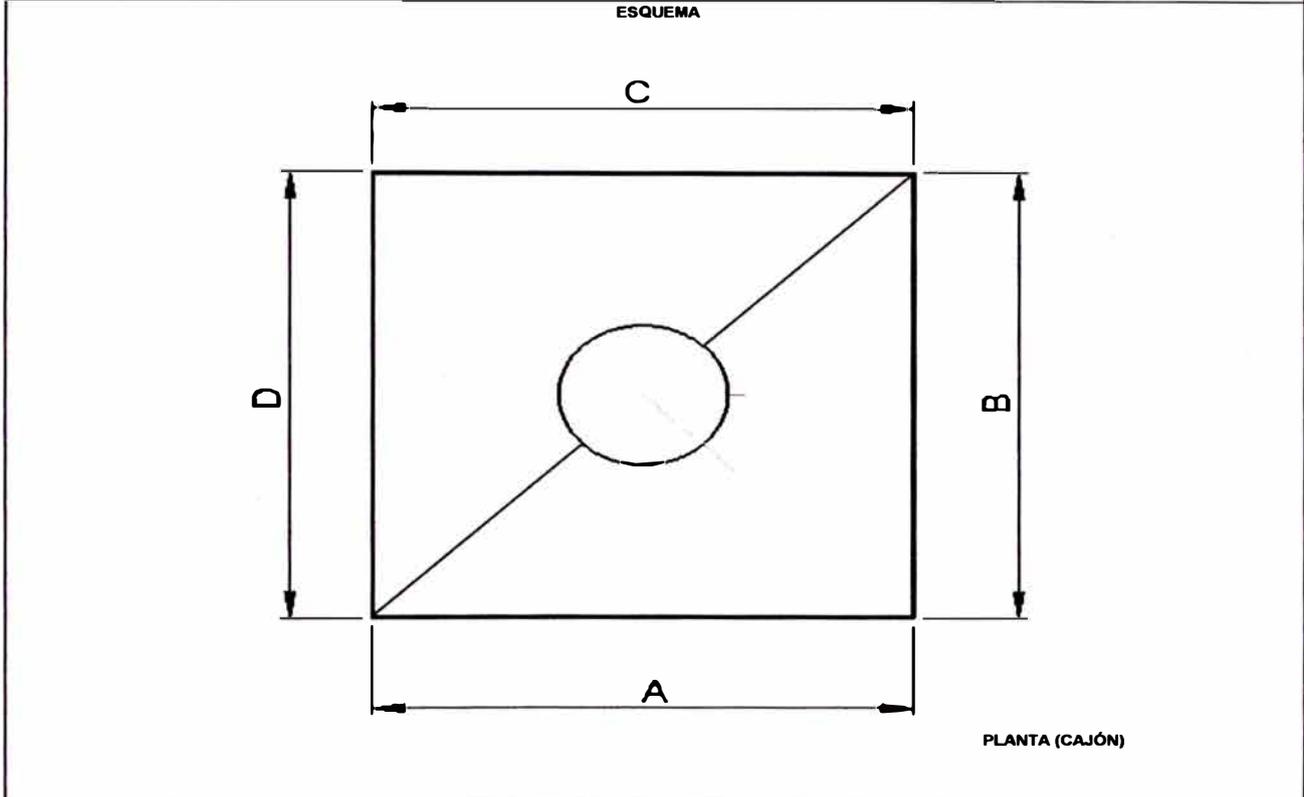
OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:	JEFE DE PLANTA:	JEFE DE PROYECTO:	
FECHA: _____	FECHA: _____	FECHA: _____	FECHA: _____

Formato 4. 7: Cuerpo Inferior. Control Dimensional
Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DIMENSIONAL	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____
----------------------------	-------------------------------------	--

CLIENTE: PIEZA O CONJUNTO: CÓDIGO DE PROYECTO: CÓDIGO DE PLANO:	PLANTA CONCENTRADORA CUERPO INFERIOR (EXTENSIÓN INFERIOR) FIM-001-12
--	--



MEDIDAS (mm)

VARIABLE	A	B	C	D					
VALOR NOMINAL	2750	2750	2750	2750					
VALOR REAL									
DESVIACIÓN									

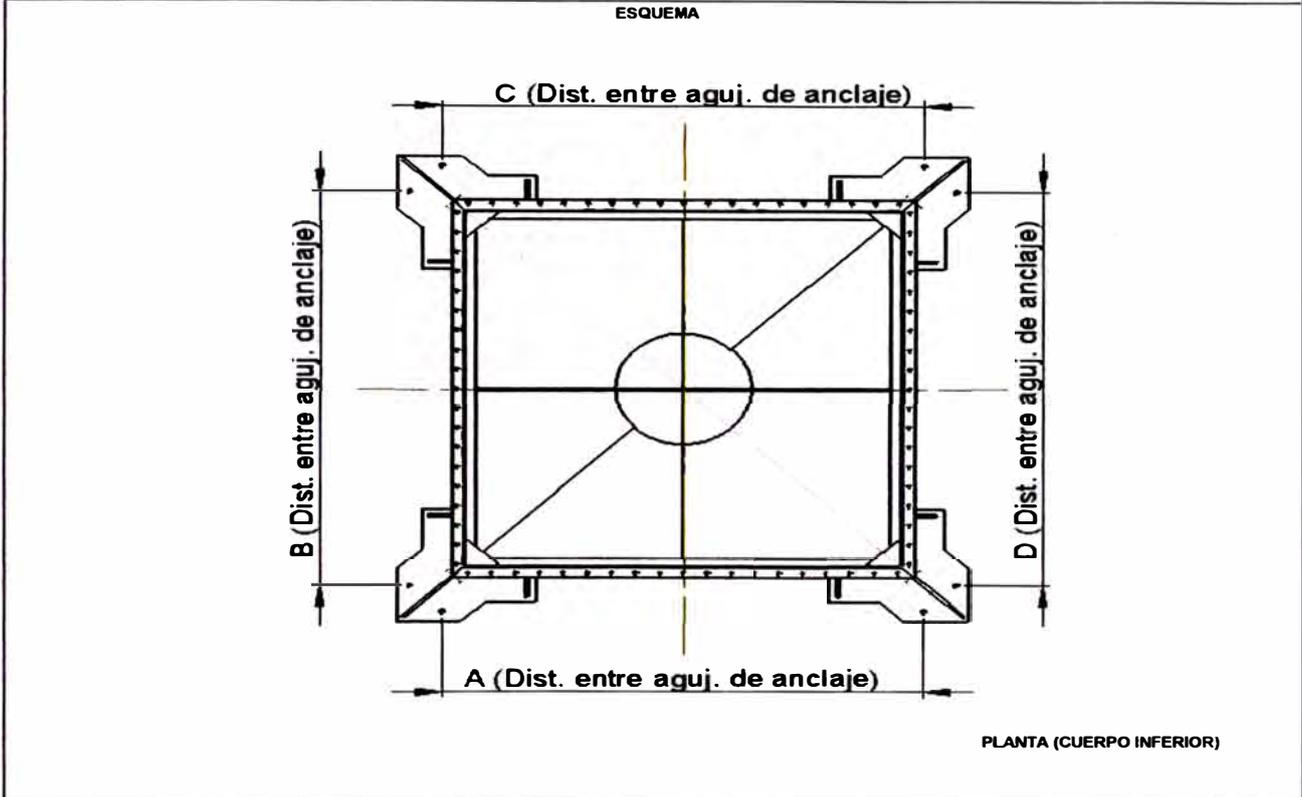
OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD: _____ FECHA: _____	JEFE DE PLANTA: _____ FECHA: _____	JEFE DE PROYECTO: _____ FECHA: _____	
--	--	--	--

Formato 4. 8: Cuerpo Inferior. Control Dimensional.
 Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DIMENSIONAL	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____
----------------------------	-------------------------------------	--

CLIENTE: PIEZA O CONJUNTO: CÓDIGO DE PROYECTO: CÓDIGO DE PLANO:	PLANTA CONCENTRADORA CUERPO INFERIOR (EXTENSIÓN INFERIOR) FIM-001-12
--	--



MEDIDAS (mm)

VARIABLE	A	B	C	D					
VALOR NOMINAL	3020	3020	3020	3020					
VALOR REAL									
DESVIACIÓN									

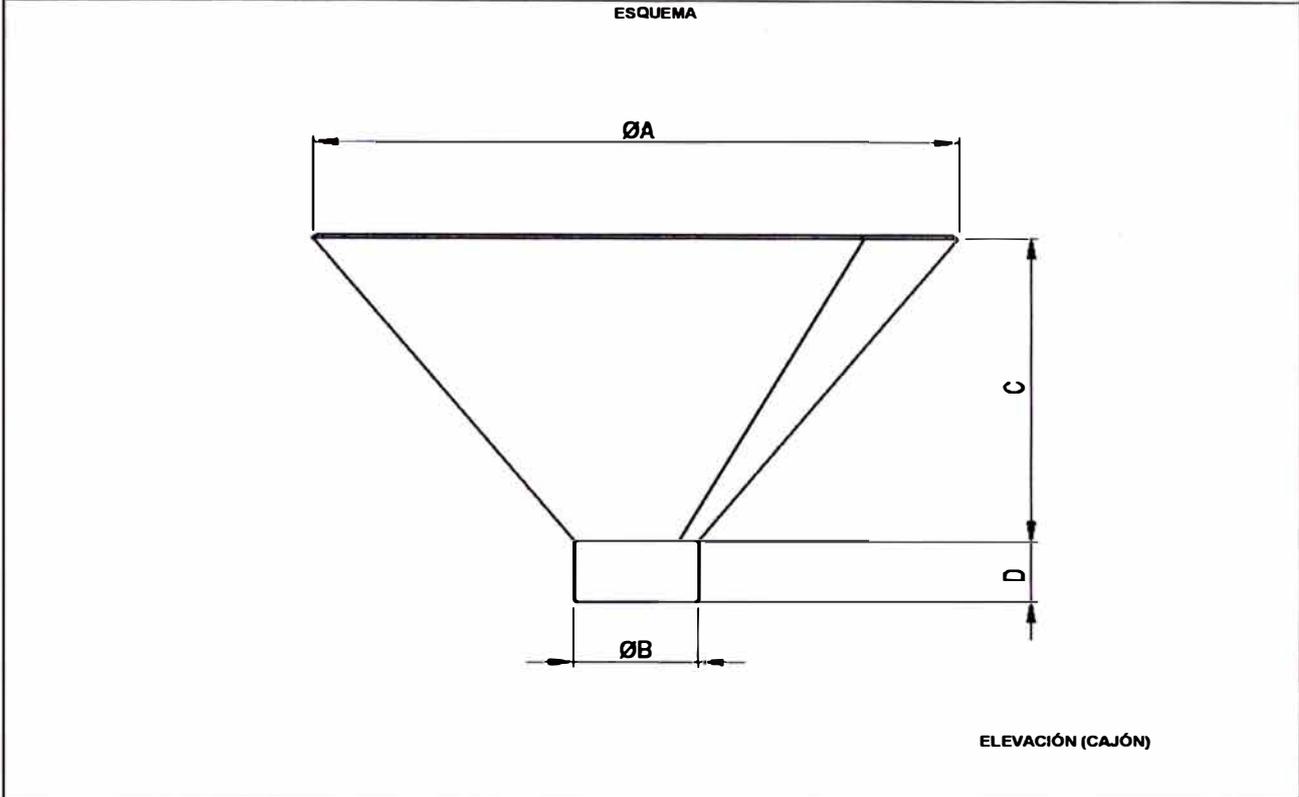
OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD: _____ FECHA: _____	JEFE DE PLANTA: _____ FECHA: _____	JEFE DE PROYECTO: _____ FECHA: _____	
--	--	--	--

Formato 4. 9: Cuerpo Inferior. Control Dimensional.
 Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DIMENSIONAL	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____
----------------------------	-------------------------------------	--

CLIENTE: PIEZA O CONJUNTO: CÓDIGO DE PROYECTO: CÓDIGO DE PLANO:	PLANTA CONCENTRADORA DESCARGA DE PULPA FIM-001-12
--	---



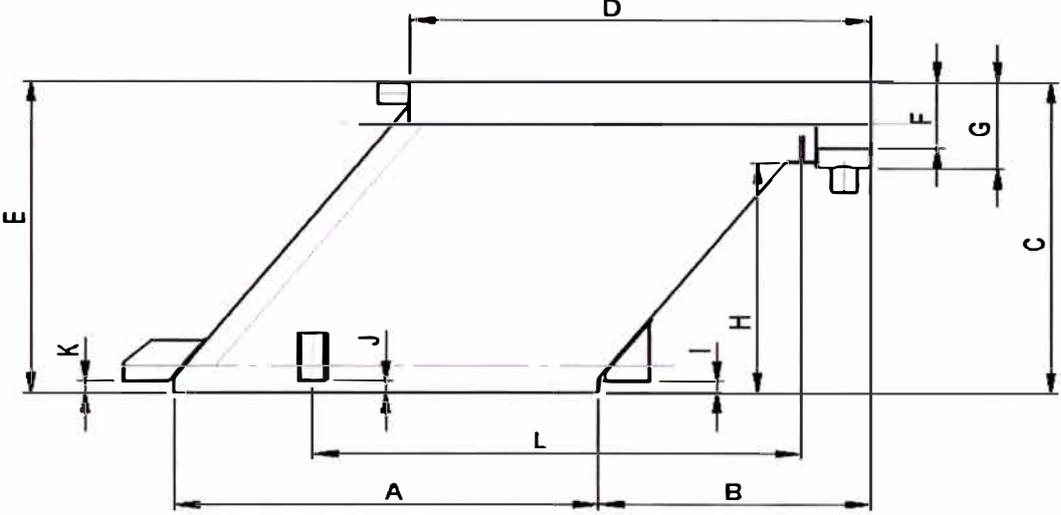
MEDIDAS (mm)

VARIABLE	ØA	ØB	C	D					
VALOR NOMINAL	870	168	500	100					
VALOR REAL									
DESVIACIÓN									

OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD: _____ FECHA: _____	JEFE DE PLANTA: _____ FECHA: _____	JEFE DE PROYECTO: _____ FECHA: _____	
--	--	--	--

Formato 4. 10: Descarga de Pulpa. Control Dimensional.
 Fuente: Elaboración propia.

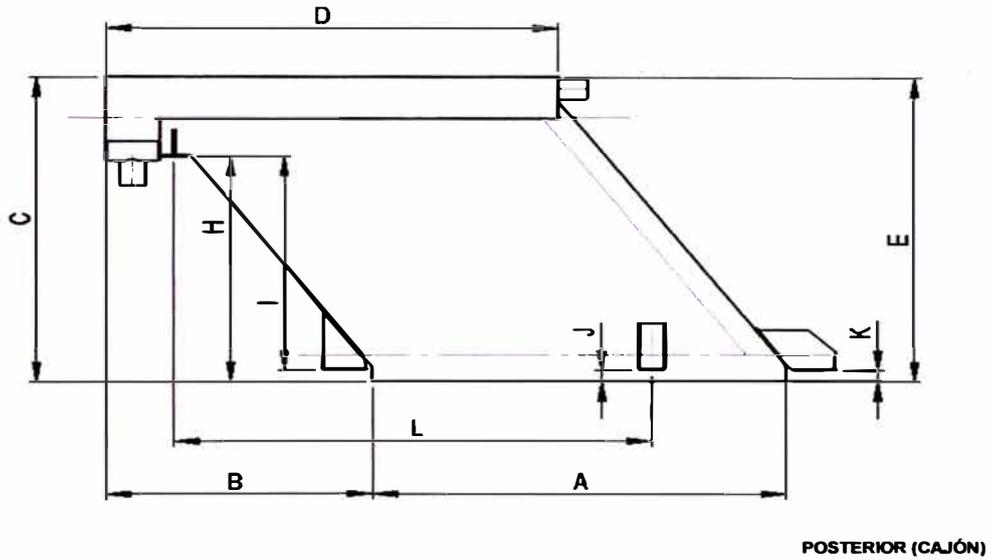
CONTROL DIMENSIONAL	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____								
CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA PIEZA O CONJUNTO: CUERPO SUPERIOR CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12 CÓDIGO DE PLANO:										
ESQUEMA										
										
ELEVACIÓN (CAJÓN)										
MEDIDAS (mm)										
VARIABLE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
VALOR NOMINAL	2750	1768	2548	3000	2548	540	705	1884	94	94
VALOR REAL										
DESVIACIÓN										
VARIABLE	K	L								
VALOR NOMINAL	94	3170								
VALOR REAL										
DESVIACIÓN										
OBSERVACIONES										
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:		JEFE DE PLANTA:		JEFE DE PROYECTO:						
	FECHA:		FECHA:		FECHA:					

Formato 4. 11: Cuerpo Superior. Control Dimensional.
 Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DIMENSIONAL	VERSIÓN: 001	FECHA: 30/08/2012
	REVISADO POR: _____	APROBADO POR: _____

CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA
PIEZA O CONJUNTO: CUERPO SUPERIOR
CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12
CÓDIGO DE PLANO:

ESQUEMA



MEDIDAS (mm)

VARIABLE	A	B	C	D	E	H	I	J	K	L
VALOR NOMINAL	2750	1768	2548	3000	2548	1884	94	94	94	3170
VALOR REAL										
DESVIACIÓN										

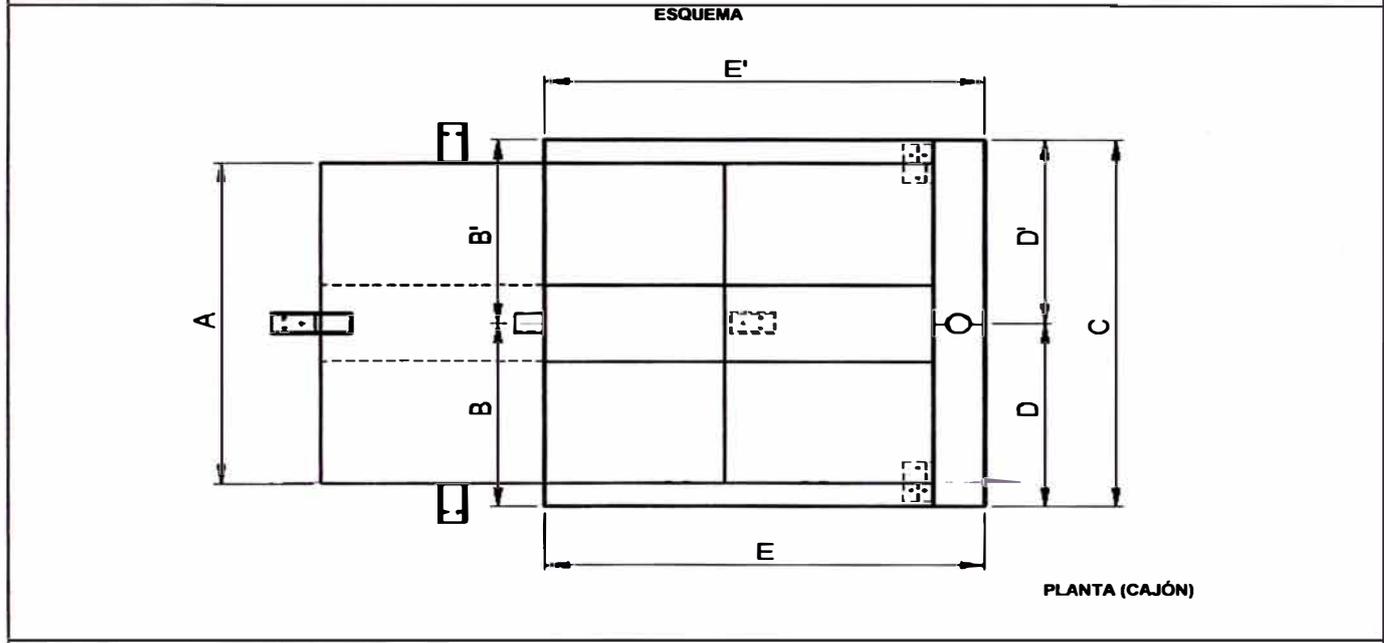
OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:		JEFE DE PLANTA:		JEFE DE PROYECTO:	
FECHA:		FECHA:		FECHA:	

Formato 4. 12: Cuerpo Superior. Control Dimensional.
Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DIMENSIONAL	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____
----------------------------	-------------------------------------	--

CLIENTE: PIEZA O CONJUNTO: CÓDIGO DE PROYECTO: CÓDIGO DE PLANO:	PLANTA CONCENTRADORA CUERPO SUPERIOR FIM-001-12
--	---



MEDIDAS (mm)									
VARIABLE	A	B	B'	C	D	D'	E	E'	
VALOR NOMINAL	2750	1575	1575	3150	1575	1575	3000	3000	
VALOR REAL									
DESVIACIÓN									

OBSERVACIONES

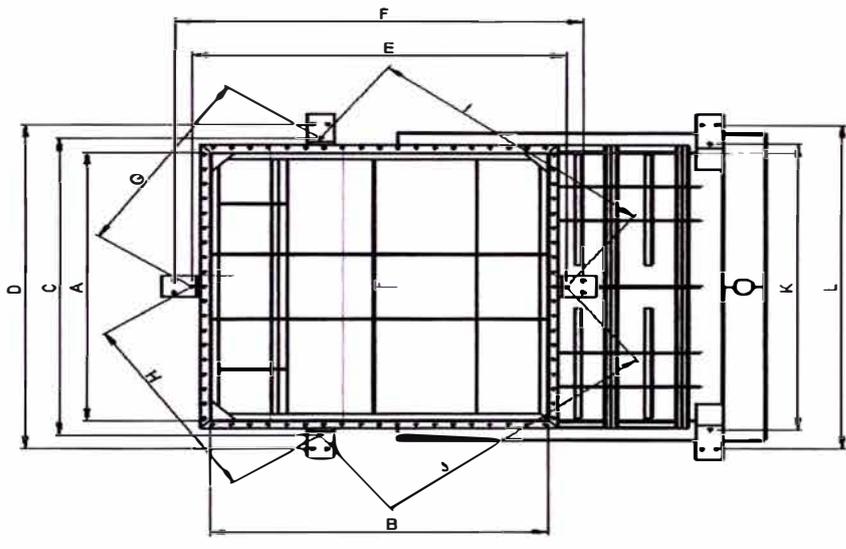
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:		JEFE DE PLANTA:		JEFE DE PROYECTO:	
	FECHA:		FECHA:		FECHA:

Formato 4. 13: Cuerpo Superior. Control Dimensional.
Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DIMENSIONAL	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____
----------------------------	-------------------------------------	--

CLIENTE: PIEZA O CONJUNTO: CÓDIGO DE PROYECTO: CÓDIGO DE PLANO:	PLANTA CONCENTRADORA CUERPO SUPERIOR FIM-001-12
--	---

ESQUEMA



INFERIOR

MEDIDAS (mm)

VARIABLE	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
VALOR NOMINAL	2750	2750	3040	3320	3040	3320	1842	1842	2512	2512
VALOR REAL										
DESVIACIÓN										

VARIABLE	K	L							
VALOR NOMINAL	2930	3320							
VALOR REAL									
DESVIACIÓN									

OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD: FECHA: _____	JEFE DE PLANTA: FECHA: _____	JEFE DE PROYECTO: FECHA: _____
--	--	--

Formato 4. 14: Cuerpo Superior. Control Dimensional.
 Fuente: Elaboración propia.

4.4.5. Soldadura de las estructuras armadas.

Tendiendo la verificación y aprobación del armado, se inicia la etapa de soldadura, utilizando para ello el proceso de soldadura GMAW (MIG-MAG), por presentar ventajas tanto operativas, pues permite soldar en todas las posiciones, y ventajas de acabado, al eliminar el trabajo de remoción de escorias. Este proceso de soldadura se resume en las siguientes líneas:

4.4.5.1. Descripción del Proceso.

El proceso es definido por la AWS como un proceso de soldadura al arco, donde la fusión se produce por calentamiento con un arco entre un electrodo de metal de aporte continuo y la pieza, donde la protección del arco se obtiene de un gas (CO₂) suministrado en forma externa, el cual protege el metal líquido de la contaminación atmosférica y ayuda a estabilizar el arco.

En el sistema GMAW, un sistema de alimentación impulsa en forma automática y a velocidad predeterminada el alambre-electrodo hacia el trabajo o baño de fusión, mientras la pistola de soldadura se posiciona a un ángulo adecuado que varía desde 0° a 45° respecto a la vertical, y se mantiene una distancia tobera-pieza, generalmente de 10 mm.

La ilustración siguiente indica esquemáticamente una soldadura por sistema GMAW:

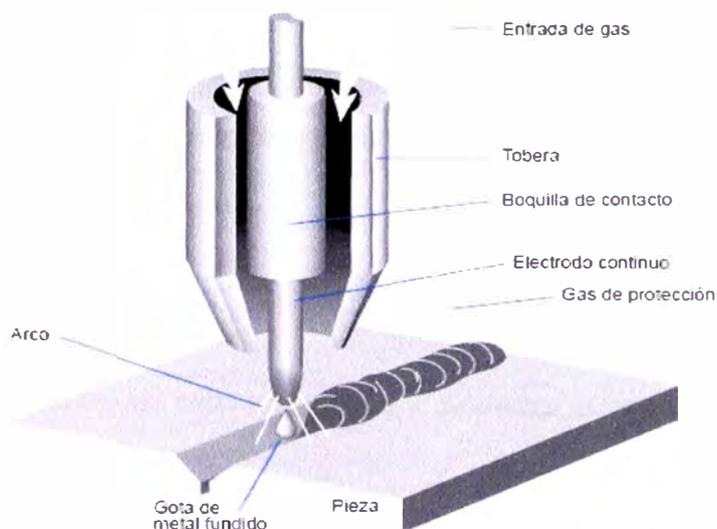


Fig. 4. 24: Soldadura GMAW.

Fuente: Manual de Soldadura. Indura

El sistema GMAW posee cualidades importantes al soldar aceros, entre las que sobresalen:

- El arco siempre es visible para el operador.
- La pistola y los cables de soldadura son ligeros, haciendo muy fácil su manipulación.
- Es uno de los más versátiles entre todos los sistemas de soldadura.
- Rapidez de deposición.
- Alto rendimiento.
- Posibilidad de automatización.

4.4.5.2. Diagrama esquemático del equipo GMAW.

El sistema GMAW requiere del siguiente equipo:

1. Una máquina de soldar.

2. Un alimentador que controla el avance del alambre a la velocidad requerida.
3. Una pistola de soldar para dirigir directamente el alambre al área de soldadura.
4. Un gas protector, para evitar la contaminación del baño de soldadura.
5. Un carrete de alambre de tipo y diámetro específico.

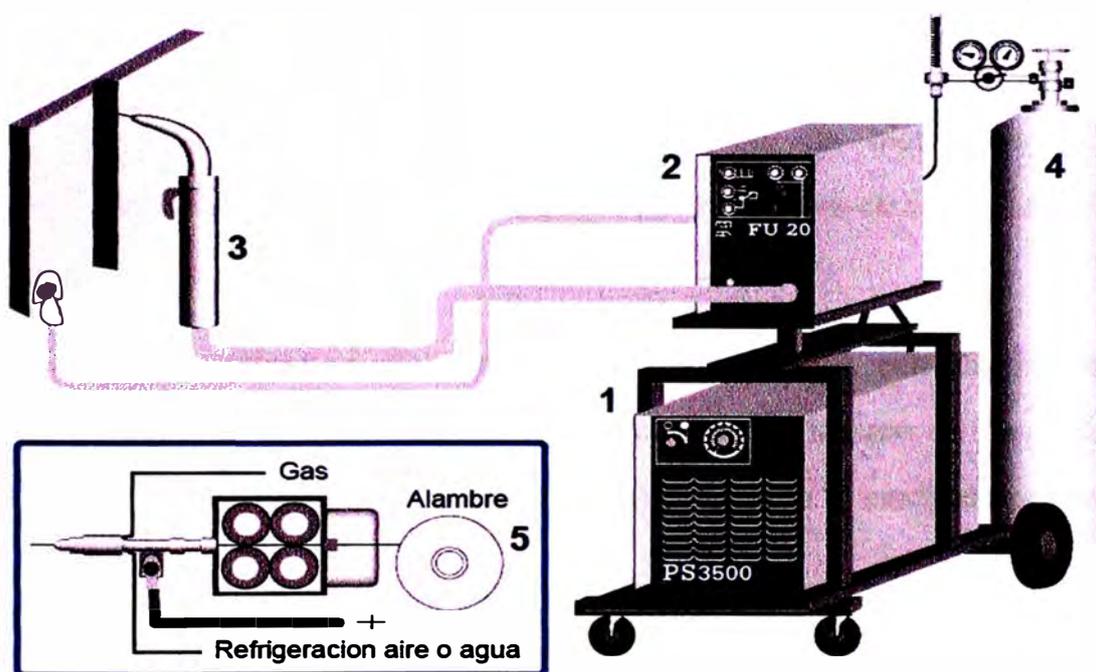


Fig. 4. 25.: Diagrama esquemático del equipo MIG.

Fuente: Manual de Soldadura. Indura

4.4.5.3. Resumen del Proceso

El sistema GMAW es un proceso de soldadura por arco eléctrico, en el cual un alambre es automática y continuamente alimentado hacia la zona de soldadura a una velocidad constante y controlada. El área de soldadura y arco están debidamente protegidas

por una atmósfera gaseosa suministrada externamente, que evita la contaminación.

El voltaje, amperaje y tipo de gas de protección, determinan la manera en la cual se transfiere el metal desde el alambre-electrodo al baño de soldadura. Para comprender mejor la naturaleza de estas formas de transferencia en el sistema MAG, a continuación las detallaremos.

Transferencia Metálica

En soldadura GMAW, las gotas de metal fundido son transferidas a través del arco, desde un alambre-electrodo alimentado continuamente, a la zona de soldadura.

Para un diámetro dado de electrodo (d), con una protección gaseosa, la cantidad de corriente determina el tamaño de las gotas (D) y el número de ellas que son separadas desde el electrodo por unidad de tiempo:

Zona A: A valores bajos de amperaje, las gotas crecen a un diámetro que es varias veces el diámetro del electrodo antes que éstas se separen. La velocidad de transferencia a bajos amperajes es sólo de varias gotas por segundo.

Zona B: A valores intermedios de amperaje, el tamaño de las gotas separadas decrece rápidamente a un tamaño que es igual o menor que el diámetro del electrodo, y la velocidad de separación aumenta a varios cientos por segundo.

Zona C: A valores altos de amperaje, la velocidad de separación aumenta a medida que se incrementa la corriente, las gotas son bastante pequeñas.

Existen tres formas de transferencia metálica:

1. Transferencia "Spray" o de Rocío
2. Transferencia "Globular"
3. Transferencia en "Corto-Circuito".

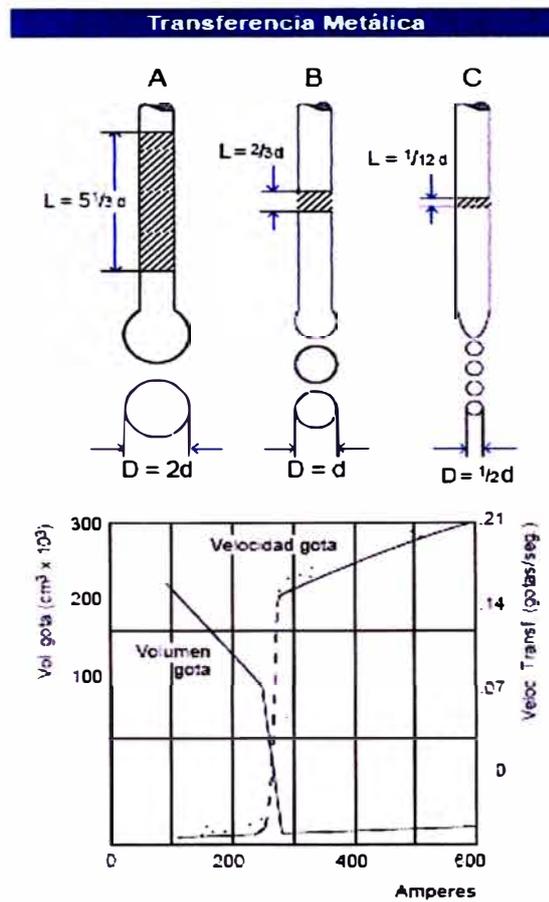


Fig. 4. 26: Transferencia Metálica.

Fuente: Manual de Soldadura. Indura

Transferencia Spray

El metal es transportado a alta velocidad en partículas muy finas a través del arco. La fuerza electromagnética es bastante fuerte para expulsar las gotas desde la punta del electrodo en forma lineal con el eje del electrodo, sin importar la dirección a la cual el electrodo está apuntando. Se tiene transferencia Spray al soldar, con Argón, acero inoxidable y metales no ferrosos como el aluminio.

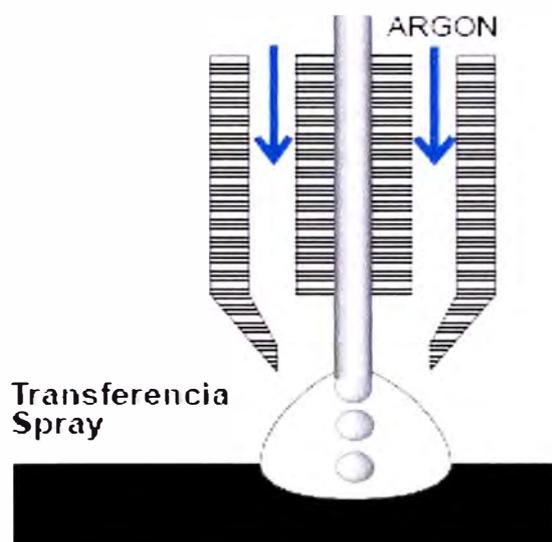


Fig. 4. 27: Transferencia Spray.

Fuente: Manual de Soldadura. Indura

Transferencia Globular

El metal se transfiere en gotas de gran tamaño. La separación de las gotas ocurre cuando el peso de éstas excede la tensión superficial que tiende a sujetarlas en la punta del electrodo. La fuerza electromagnética que actuaría en una dirección para separar la gota, es pequeña en relación a la fuerza de gravedad en el rango de transferencia globular (sobre 250 Amps.) La transferencia globular se

utiliza para soldar acero dulce en espesores mayores a 1/2" (12,7 mm.), en que se requiere gran penetración.

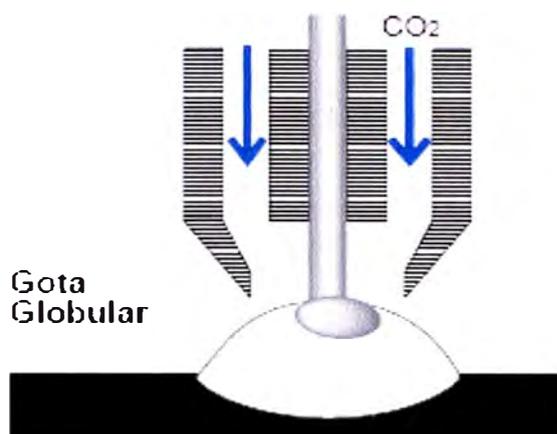


Fig. 4. 28: Transferencia Globular.

Fuente: Manual de Soldadura. Indura

Transferencia por Corto Circuito

El metal no es transferido libremente a través del arco, sino que se deposita, cuando la punta del electrodo toca el metal base. Los cortos circuitos producidos por el contacto del electrodo con el baño fundido, ocurren con mucha regularidad, hasta 200 o más veces por segundo. El resultado final es un arco muy estable usando baja energía (inferior a 250 Amps.) y bajo calor. El bajo calor reduce a un mínimo la distorsión, deformación del metal y otros efectos metalúrgicos perjudiciales. Esta transferencia metálica se obtiene en presencia de dióxido de carbono (CO₂) o con la mezcla Ar-CO₂.

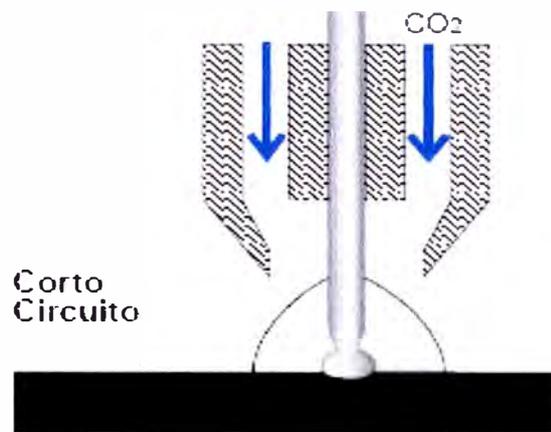


Fig. 4. 29: Transferencia Cortocircuito.
Fuente: Manual de Soldadura. Indura

La figura inferior ilustra, por medio de trazos oscilo gráficos, la secuencia del voltaje y de la corriente durante un ciclo típico de soldadura por corto circuito.

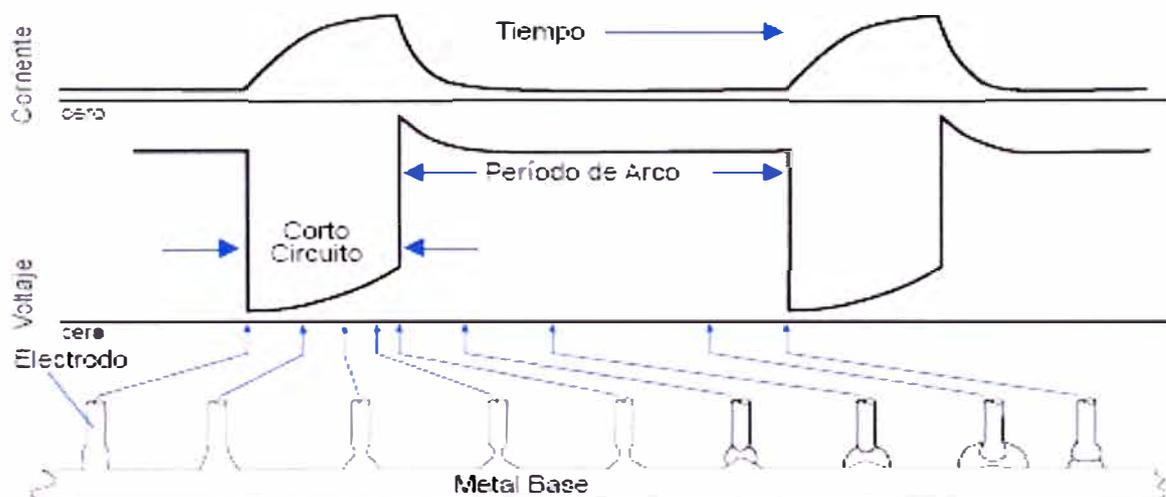


Fig. 4. 30: Ciclos de Voltaje y Corriente.
Fuente: Manual de Soldadura. Indura

Electrodos y Protección Gaseosa

El propósito principal del gas de protección es desplazar el aire en la zona de soldadura y así evitar su contaminación por nitrógeno,

oxígeno y vapor de agua. Estas impurezas afectan las propiedades del metal de soldadura.

Gases Protectores

Gases inertes y activos se emplean en el sistema MAG. Cuando se desea soldar metales no ferrosos, se emplea gases inertes debido a que ellos no reaccionan con los metales. Los gases inertes usados en sistema MIG son: Argón, Helio y mezclas de Argón-Helio.

Sin embargo, en la soldadura de metales ferrosos se puede emplear gases inertes o activos. Gases activos como: Dióxido de Carbono, Mezclas de Dióxido de Carbono, o gases protectores que contienen algún porcentaje de Oxígeno. Estos gases no son químicamente inertes y pueden formar compuestos con los metales.

Hay varios factores que es necesario considerar al determinar el tipo de gas de protección a emplear. Estos son:

1. Tipo de metal base.
2. Características del arco y tipo de transferencia metálica.
3. Velocidad de soldadura.
4. Tendencia a provocar socavaciones.
5. Penetración, ancho y forma del depósito de soldadura.
6. Disponibilidad.
7. Costo del gas.
8. Requerimientos de propiedades mecánicas.

El siguiente cuadro indica aplicaciones, características y mezclas más comunes empleadas en soldadura por sistema GMAW:

Tabla 4. 2: Aplicaciones, características y mezclas comunes.

Metal Base	Transferencia Spray	Transferencia Corto-Circuito
Acero Inoxidable	Ar + 2% CO ₂ Ar + 1% O ₂ Ar + 2% O ₂	90% He + 7,5% Ar + 2,5% CO ₂
Aceros al carbono y baja aleación	Ar + 2% O ₂ Ar + 20% CO ₂ Ar + 5% CO ₂ Ar + 8% CO ₂	CO ₂ Ar + 20% CO ₂ Ar + 8% CO ₂ Ar + 5% CO ₂
Aluminio y magnesio	Ar He Ar + 25% He Ar + 75% He	
Cobre	Helio Ar + 25% He Ar + 50% He Ar + 75% He	

Fuente: Manual de Soldadura. Indura

4.4.6. Prueba de Tintes Penetrantes.

Una vez concluida la etapa de soldadura, se verifica la calidad del cordón, al 100% de ella o a un porcentaje de la misma, previa limpieza de impurezas que puedan existir sobre el cordón, y para ello una de las pruebas es la de tintes penetrantes, que es una prueba no destructiva, la cual nos ayuda a detectar discontinuidades abiertas a la superficie, tales como porosidades y grietas.

El procedimiento empleado para el uso de tintes penetrantes, es el que sigue:

4.4.6.1. Preparación de la superficie para el ensayo:

Como primer paso para una adecuada prueba.

a- Remueva pinturas, suciedad, y/u óxidos por algún método apropiado.

b- Aplique limpiador / removedor sobre la superficie. Luego remueva con un paño limpio o papel absorbente tipo toalla (no utilice estopa). En caso de ser necesario un mayor grado de limpieza repita esta operación.

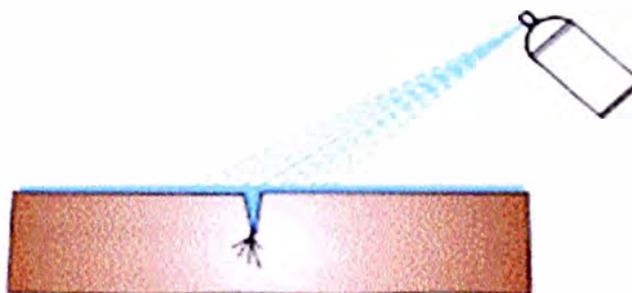


Fig. 4. 31: Limpieza de superficie.

Fuente: Polimeter S.A. Argentina

4.4.6.2. Aplicación del penetrante:

Estando la superficie seca, aplique una película uniforme de penetrante, manteniendo para esto el aerosol a una distancia de 30 cm. de la superficie. Deje transcurrir un tiempo de penetración de 5 a 10 minutos.

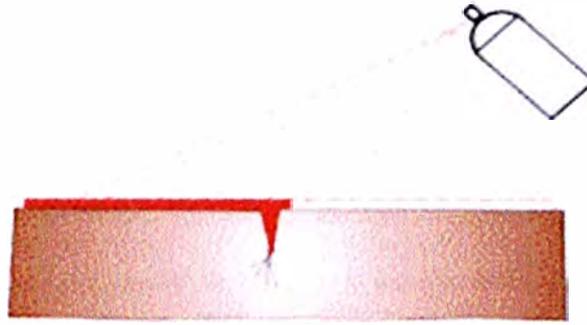


Fig. 4. 32: Aplicación de líquido penetrante.

Fuente: Polimeter S.A. Argentina

4.4.6.3. Remoción del exceso de penetrante:

Una vez transcurrido el tiempo indicado en el anterior párrafo, proceda con lo siguiente:

a- Penetrantes no lavables con agua (PRS):

Remueva el exceso de la superficie utilizando un paño limpio y seco o papel absorbente tipo toalla (no utilice estopa), levemente humedecido con limpiador / removedor.

Repita esta operación hasta que todo el exceso de penetrante sea removido de la superficie de ensayo.

b- Penetrantes lavables con agua (PRA):

Remueva el exceso de penetrante de la superficie en ensayo rociando con agua aplicada a muy baja presión.

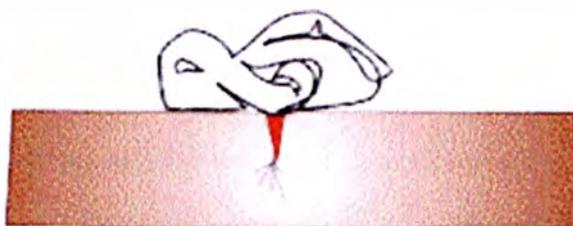


Fig. 4. 33: Retiro de exceso de líquido penetrante.

Fuente: Polimeter S.A. Argentina

4.4.6.4. Aplicación del revelador:

Agite bien el aerosol del revelador para homogeneizar la suspensión del mismo.

Aplique enseguida una película fina y uniforme del revelador sobre la superficie, manteniendo el aerosol a una distancia de aproximadamente 30 cm. de la misma.

Espere de 3 a 10 minutos antes de iniciar la inspección del área respectiva.

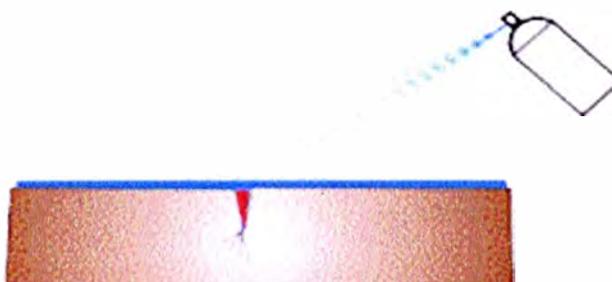


Fig. 4. 34: Aplicación de removedor.

Fuente: Polimeter S.A. Argentina

4.4.6.5. Registro de resultados.

De igual forma que los controles anteriores, se tiene elaborado un formato para el registro de estos últimos resultados, en los cuales se indica el proceso de soldadura empleado, resultado y medida correctiva al haberse encontrado alguna discontinuidad.

Como se mencionó anteriormente, las pruebas se realizarán en ciertos sectores de los cordones de soldadura, sectores que se elegirán de acuerdo a la importancia de la función de las piezas unidas.

Para el tema expuesto, se elige la soldadura entre:

- Planchas de apoyo y columnas.
- Planchas de sujeción ubicadas a los extremos de las vigas.
- Planchas que conforman los cajones del cuerpo inferior y superior del espesador.
- Cartelas de apoyo de soportes y arriostres.
- Otros puntos indicados en los formatos.

De detectarse alguna falla, como pueden ser porosidades concentradas o gritos en algún o algunos cordones de soldadura, se tendrá que remover el o los cordones y repetir el proceso.

Los formatos elaborados se muestran en las páginas que siguen.

Como ejemplo de esta prueba se exponen imágenes de un cordón de soldadura sin discontinuidades y otro que presenta fisuras. Estas tomas se captaron en la fabricación de otras estructuras.



Fig. 4. 35: Cordón de soldadura sin fallas detectadas.

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior vista se tiene un cordón de soldadura sin al menos errores superficiales. Siendo la toma siguiente lo contrario, se observan fisuras en el cordón.



Fig. 4. 36: Cordón de soldadura que presenta fisura.

Fuente: Elaboración propia.

En otra ocasión, se hallaron defectos en el cordón de soldadura, como son porosidades en el mismo. Las fotos se presentan enseguida.



Fig. 4. 37: Cordón de soldadura que presenta porosidades.
Fuente: Elaboración propia.

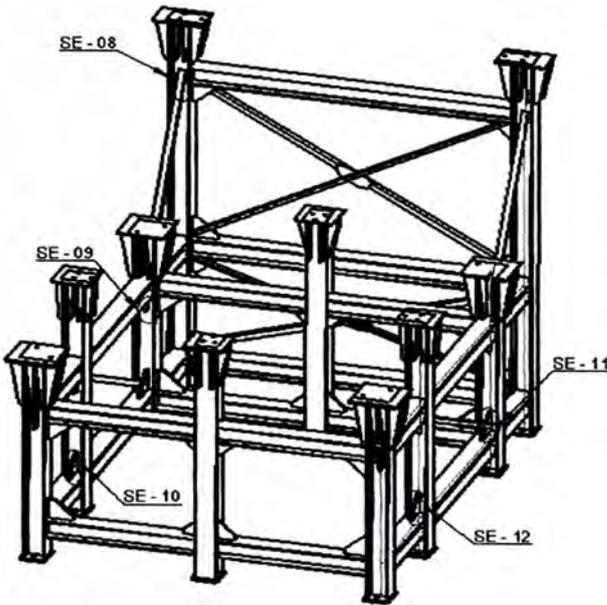
También se muestra un cordón de soldadura de otra polea que a la prueba de tintes penetrantes no presentó discontinuidades.



Fig. 4. 38: Cordón de soldadura sin inconvenientes.
Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DE SOLDADURA	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/09/2012 APROBADO POR: _____			
CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA PIEZA O CONJUNTO: SOPORTE DE ESPESADOR DE LÁMINAS CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12 CÓDIGO DE PLANO:					
ESQUEMA					
VIGAS, COLUMNAS Y CARTELAS					
PUNTOS DE CONTROL					
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	SOLDADOR	WPS	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
Viga, columna y cartela	SE - 01		GMAW		
Viga, columna y cartela	SE - 02		GMAW		
Viga, columna y cartela	SE - 03		GMAW		
Viga, columna y cartela	SE - 04		GMAW		
Viga, columna y cartela	SE - 05		GMAW		
Viga, columna y cartela	SE - 06		GMAW		
Viga, columna y cartela	SE - 07		GMAW		
OBSERVACIONES					
<hr/> <hr/> <hr/>					
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD: _____ FECHA:	JEFE DE PLANTA: _____ FECHA:	JEFE DE PROYECTO: _____ FECHA:			

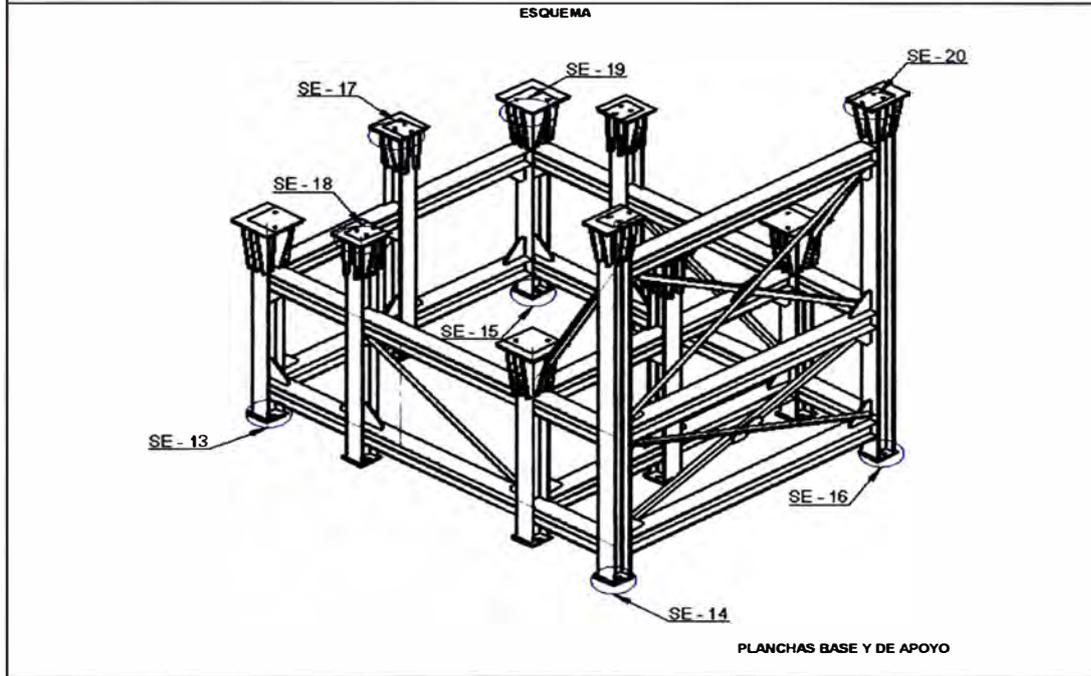
Formato 4. 15: Estructura Soporte. Control de Soldadura.
 Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DE SOLDADURA	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____			
CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA PIEZA O CONJUNTO: SOPORTE DE ESPESADOR DE LÁMINAS CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12 CÓDIGO DE PLANO:					
ESQUEMA					
					
VIGAS, COLUMNAS Y CARTELAS					
PUNTOS DE CONTROL					
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	SOLDADOR	WPS	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
Viga, columna y cartela	SE - 08		GMAW		
Viga, columna y cartela	SE - 09		GMAW		
Viga, columna y cartela	SE - 10		GMAW		
Viga, columna y cartela	SE - 11		GMAW		
Viga, columna y cartela	SE - 12		GMAW		
OBSERVACIONES					
_____ _____ _____					
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:		JEFE DE PLANTA:		JEFE DE PROYECTO:	
	FECHA:		FECHA:		FECHA:

Formato 4. 16: Estructura Soporte. Control de Soldadura.
 Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DE SOLDADURA	VERSIÓN: 001	FECHA: 30/08/2012
	REVISADO POR: _____	APROBADO POR: _____

CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA
PIEZA O CONJUNTO: SOPORTE DE ESPESADOR DE LÁMINAS
CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12
CÓDIGO DE PLANO:



PUNTOS DE CONTROL

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	SOLDADOR	WPS	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
PLANCHA BASE Y COLUMNA	SE - 13		GMAW		
PLANCHA BASE Y COLUMNA	SE - 14		GMAW		
PLANCHA BASE Y COLUMNA	SE - 15		GMAW		
PLANCHA BASE Y COLUMNA	SE - 16		GMAW		
PLANCHA DE APOYO Y COLUMNA	SE - 17		GMAW		
PLANCHA DE APOYO Y COLUMNA	SE - 18		GMAW		
PLANCHA DE APOYO Y COLUMNA	SE - 19		GMAW		
PLANCHA DE APOYO Y COLUMNA	SE - 20		GMAW		

OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:	_____	JEFE DE PLANTA:	_____	JEFE DE PROYECTO:	_____
	FECHA: _____		FECHA: _____		FECHA: _____

Formato 4. 17: Estructura Soporte. Control de Soldadura.
Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DE SOLDADURA	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____			
CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA PIEZA O CONJUNTO: CUERPO INFERIOR CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12 CÓDIGO DE PLANO:					
ESQUEMA					
ELEVACIÓN					
PUNTOS DE CONTROL					
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	SOLDADOR	WPS	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
Ángulo de ensamble y plancha lateral	CI - 01		GMAW		
Ángulo de ensamble y plancha lateral	CI - 02		GMAW		
Ángulo de ensamble y plancha lateral	CI - 03		GMAW		
Plancha lateral y Cono	CI - 04		GMAW		
Plancha lateral y Cono	CI - 05		GMAW		
Plancha lateral y Cono	CI - 06		GMAW		
Cartela de apoyo y Cono	CI - 07		GMAW		
Cartela de apoyo y Cono	CI - 08		GMAW		
Unión de segmentos de cono	CI - 09		GMAW		
Unión de segmentos de cono	CI - 10		GMAW		
Cartela de apoyo de refuerzo y Cono	CI - 11		GMAW		
Cartela de apoyo de refuerzo y Cono	CI - 12		GMAW		
Cartela de apoyo de refuerzo y Cono	CI - 13		GMAW		
Cartela de apoyo de refuerzo y Cono	CI - 14		GMAW		
OBSERVACIONES					
_____ _____ _____					
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:		JEFE DE PLANTA:		JEFE DE PROYECTO:	
FECHA:		FECHA:		FECHA:	

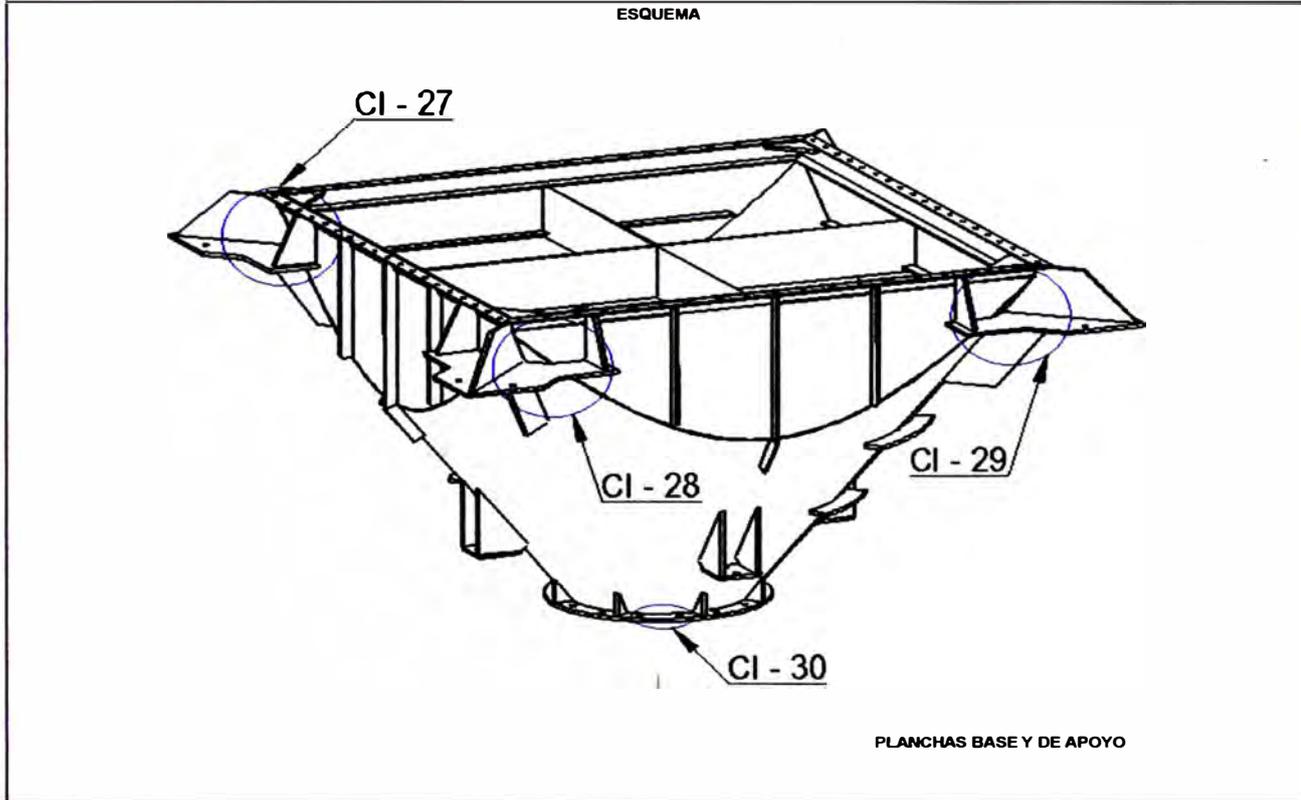
Formato 4. 18: Cuerpo Inferior. Control de Soldadura.
 Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DE SOLDADURA	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____			
CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA PIEZA O CONJUNTO: CUERPO INFERIOR CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12 CÓDIGO DE PLANO:					
ESQUEMA					
PLANTA					
PUNTOS DE CONTROL					
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	SOLDADOR	WPS	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
Ángulo de ensamble y plancha lateral	CI - 15		GMAW		
Ángulo de ensamble y plancha lateral	CI - 16		GMAW		
Ángulo de ensamble y plancha lateral	CI - 17		GMAW		
Ángulo de ensamble y plancha lateral	CI - 18		GMAW		
Ángulo de ensamble y plancha lateral	CI - 19		GMAW		
Ángulo de ensamble y plancha lateral	CI - 20		GMAW		
Ángulo de ensamble y plancha lateral	CI - 21		GMAW		
Ángulo de ensamble y plancha lateral	CI - 22		GMAW		
Unión de espiguetos de cono	CI - 23		GMAW		
Unión de espiguetos de cono	CI - 24		GMAW		
Unión de espiguetos de cono	CI - 25		GMAW		
Unión de espiguetos de cono	CI - 26		GMAW		
OBSERVACIONES					
<hr/> <hr/> <hr/>					
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:		JEFE DE PLANTA:		JEFE DE PROYECTO:	
FECHA:		FECHA:		FECHA:	

Formato 4. 19: Cuerpo Inferior. Control de Soldadura.
 Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DE SOLDADURA	VERSIÓN: 001	FECHA: 30/08/2012
	REVISADO POR: _____	APROBADO POR: _____

CLIENTE:	PLANTA CONCENTRADORA
PIEZA O CONJUNTO:	CUERPO INFERIOR
CÓDIGO DE PROYECTO:	FIM-001-12
CÓDIGO DE PLANO:	



PUNTOS DE CONTROL

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	SOLDADOR	WPS	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
CARTELA DE APOYO - PL's LAT. Y CONO	CI - 27		GMAW		
CARTELA DE APOYO - PL's LAT. Y CONO	CI - 28		GMAW		
CARTELA DE APOYO - PL's LAT. Y CONO	CI - 29		GMAW		
BRIDA INFERIOR Y CONO	CI - 30		GMAW		

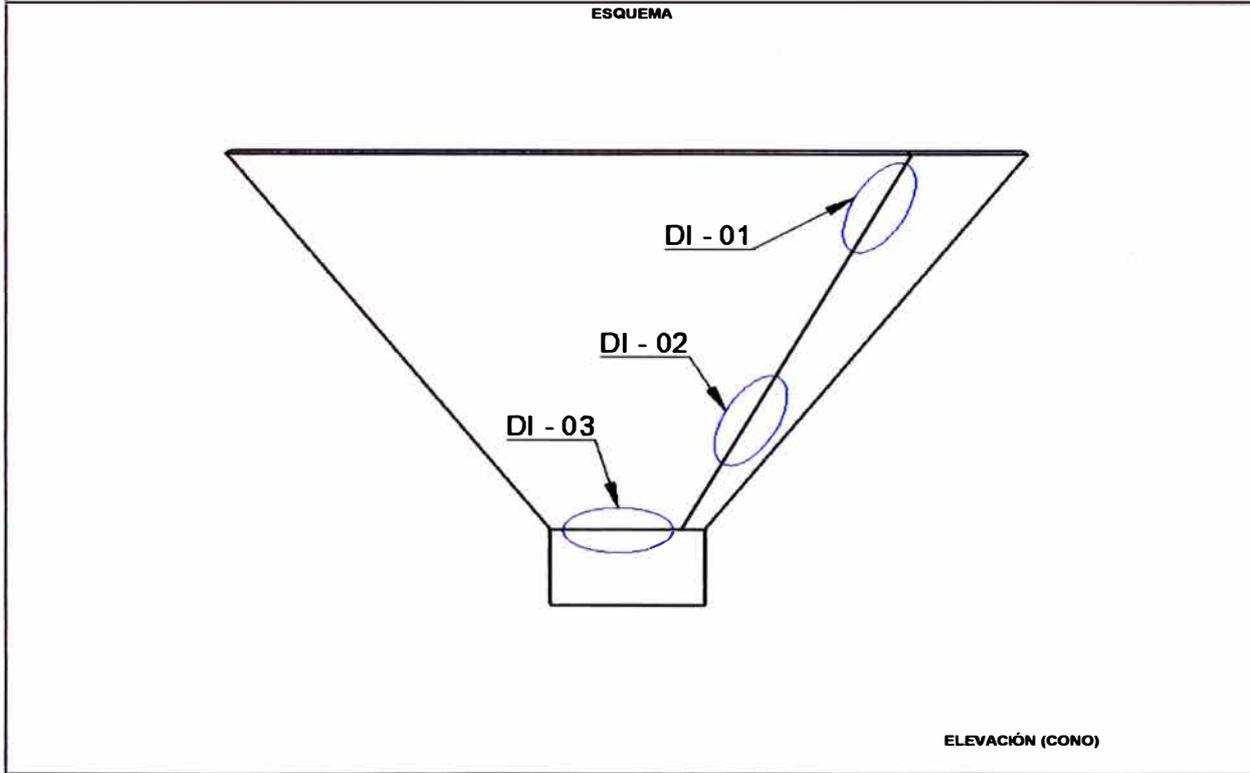
OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:	_____	JEFE DE PLANTA:	_____	JEFE DE PROYECTO:	_____
	FECHA:		_____		FECHA:

Formato 4. 20: Cuerpo Inferior. Control de Soldadura.
Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DE SOLDADURA	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____
-----------------------------	-------------------------------------	--

CLIENTE: PIEZA O CONJUNTO: CÓDIGO DE PROYECTO: CÓDIGO DE PLANO:	PLANTA CONCENTRADORA DESCARGA DE PULPA FIM-001-12
--	---



PUNTOS DE CONTROL					
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	SOLDADOR	WPS	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
Unión de segmentos de cono	DI - 01		GMAW		
Unión de segmentos de cono	DI - 02		GMAW		
Cono y Niple de descarga	DI - 03		GMAW		

OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:		JEFE DE PLANTA:		JEFE DE PROYECTO:	
	FECHA:		FECHA:		FECHA:

Formato 4. 21: Descarga de Pulpa. Control de Soldadura.
 Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DE SOLDADURA	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____			
CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA PIEZA O CONJUNTO: DESCARGA DE PULPA CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12 CÓDIGO DE PLANO:					
ESQUEMA					
PLANTA					
PUNTOS DE CONTROL					
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	SOLDADOR	WPS	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
Brida de ensamble y Cono	DI - 04		GMAW		
Brida de ensamble y Cono	DI - 05		GMAW		
Brida de ensamble y Cono	DI - 06		GMAW		
Brida de ensamble y Cono	DI - 07		GMAW		
Cono y Niple de descarga	DI - 08		GMAW		
OBSERVACIONES					
_____ _____ _____					
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD: _____ FECHA:		JEFE DE PLANTA: _____ FECHA:		JEFE DE PROYECTO: _____ FECHA:	

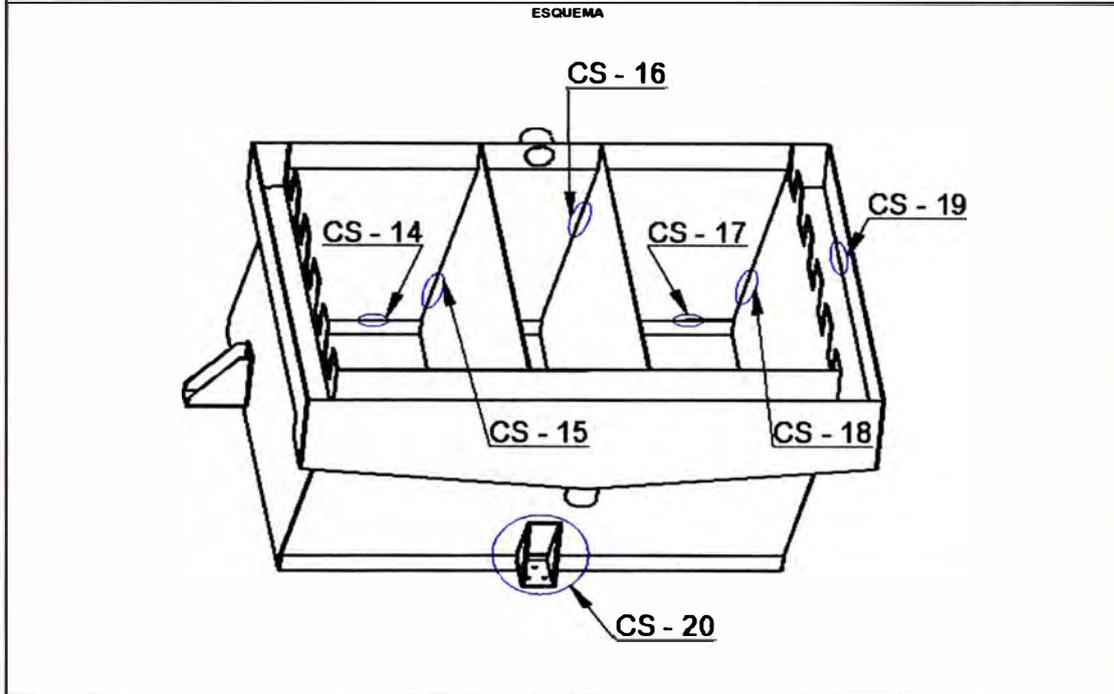
Formato 4. 22: Descarga de Pulpa. Control de Soldadura.
 Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DE SOLDADURA	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/05/2012 APROBADO POR: _____			
CLIENTE: PIEZA O CONJUNTO: CÓDIGO DE PROYECTO: CÓDIGO DE PLANO:	PLANTA CONCENTRADORA CUERPO SUPERIOR FM-001-12				
ESQUEMA					
PUNTOS DE CONTROL					
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	SOLDADOR	WPS	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
Planchas laterales	CS - 01		GMAW		
Planchas laterales	CS - 02		GMAW		
Planchas laterales	CS - 03		GMAW		
Planchas laterales	CS - 04		GMAW		
Planchas laterales	CS - 05		GMAW		
Planchas laterales	CS - 06		GMAW		
Planchas laterales	CS - 07		GMAW		
Planchas laterales y Plancha separadora interior	CS - 08		GMAW		
Planchas laterales de cajón de reboso	CS - 09		GMAW		
Planchas laterales de cajón de reboso	CS - 10		GMAW		
Cartelas de apoyo	CS - 11		GMAW		
Cartelas de apoyo	CS - 12		GMAW		
Cartelas de apoyo	CS - 13		GMAW		
OBSERVACIONES					
_____ _____ _____					
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD: _____ FECHA: _____	JEFE DE PLANTA: _____ FECHA: _____	JEFE DE PROYECTO: _____ FECHA: _____			

Formato 4. 23: Cuerpo Superior. Control de Soldadura.
 Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DE SOLDADURA	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____
-----------------------------	-------------------------------------	--

CLIENTE: PIEZA O CONJUNTO: CÓDIGO DE PROYECTO: CÓDIGO DE PLANO:	PLANTA CONCENTRADORA CUERPO SUPERIOR FIM-001-12
--	---



PUNTOS DE CONTROL

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	SOLDADOR	WPS	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
Planchas laterales	CS - 14		GMAW		
Plancha lateral y Plancha de separación interna	CS - 15		GMAW		
Plancha lateral y Plancha de separación interna	CS - 16		GMAW		
Plancha lateral	CS - 17		GMAW		
Planchas laterales	CS - 18		GMAW		
Planchas de rebose	CS - 19		GMAW		
Cartelas de apoyo	CS - 20		GMAW		

OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD: _____ FECHA:	JEFE DE PLANTA: _____ FECHA:	JEFE DE PROYECTO: _____ FECHA:	
--	------------------------------------	--------------------------------------	--

Formato 4. 24: Cuerpo Superior. Control de Soldadura.
Fuente: Elaboración propia.

4.4.7. Pintado de estructuras.

4.4.7.1. Recubrimiento.

La pintura es un material que al momento de ser aplicados sobre una superficie metálica la protege, embellece o impide que elementos extraños entren en contacto con la misma.

El recubrimiento a emplear será la pintura epóxica, que cuenta con las siguientes características: Es un recubrimiento epóxico poliamida de dos componentes con características de alta protección tanto en interior como en exterior. Posee alta resistencia a atmósferas húmedas, corrosivas, excelente acabado y alta adherencia sobre superficies internas y externas de hierro, y acero expuesto a condiciones atmosféricas en ambientes de alta agresividad

El recubrimiento empleado para este equipo consta de una capa de pintura base anticorrosiva epóxica y otra de pintura epóxica de acabado, lo que se indica enseguida:

- **Pintura anticorrosiva epóxica:** Como norma general se aplicará a todo el material en el taller, limitando el trabajo de pintura de acabado en campo, así como la reparación de superficies dañadas por el transporte y faenas de montaje.
- **Esmalte epóxico de acabado:** Una vez concluida la faena de pintura anticorrosiva, se deberá aplicar el esmalte epóxico de primera calidad.

4.4.7.2. Preparación de superficie.

Una cuidadosa preparación de las superficies antes de la aplicación de pintado, permitirá obtener una mejor protección, que se traducirá en una reducción de costos de mantenimiento.

Para ello se deberán esmerilar sin debilitar los cordones de soldadura, aristas y cantos vivos de las estructuras metálicas, a fin de minimizar puntos críticos para la pintura aplicada. Los cordones de soldadura discontinuos deben ser rellenados.

La superficie metálica deberá ser sometida a una limpieza que se adecuará a la norma SSPC-SP 5 (Steel Structures Painting Council) y NACE 1 (National Association Of Corrosion Engineers), que son las principales organizaciones Internacionales que han normado los grados de preparación.

El grado de preparación elegido para habilitar la superficie metálica del equipo es SSPC-SP-5 NACE-1, que indica utilizar algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, para eliminar toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante. Una superficie tratada con este método, presenta un uniforme color gris claro, ligeramente rugoso, que proporciona un excelente anclaje a los recubrimientos. La pintura primaria debe ser aplicada antes de que el medio ambiente ataque a la superficie preparada.

4.4.7.3. Aplicación.

Dada la importancia de la aplicación, en un sistema de pintado, es importante mencionar que aun el más sofisticado recubrimiento

protector tendrá un desempeño malo si no es aplicado en forma apropiada.

Las siguientes condiciones pueden afectar la aplicación de un recubrimiento:

Temperatura

El rango de temperatura óptima para la aplicación de recubrimiento oscila entre 15°C y 32°C. No debe aplicarse la pintura, si existe la posibilidad de que la temperatura baje al punto de congelación, antes de que ésta haya secado

Humedad.

La adherencia de la mayoría de las pinturas, excepto las de base acuosa, resulta seriamente dañada si la superficie por recubrir es contaminada con agua. En general debe evitarse pintar cuando la humedad relativa sea mayor de 85%.

Viento.

Operaciones de pintura, sobre todo las aplicaciones por medio de aspersión, se hace más difícil cuando aumenta la velocidad del viento. Además de la gran cantidad de pintura desperdiciada cuando hay viento fuerte, la apariencia de la superficie pintada generalmente no alcanza la conformidad deseada, porque las partículas atomizadas secan antes de tocar la superficie

Precipitación (lluvia).

Ninguna aplicación de recubrimientos debe ser hecha en presencia de precipitación o cuando ésta es inminente. La precipitación puede:

- Causar mala adherencia
- Erosionar la pintura fresca
- Depositar contaminantes químicos
- Causar manchas en la pintura
- Alterar las propiedades de la película

Antes de aplicar el recubrimiento, es conveniente leer detenidamente las instrucciones de aplicación e información técnica que se encuentran en las etiquetas de los recipientes de las pinturas. Las esquinas y los bordes son lugares de difícil acceso a la pintura y en donde generalmente comienzan los problemas, por lo que es conveniente aplicar con énfasis en estos lugares durante la aplicación. Se recomienda verificar los aspersores, cada vez que se aplique una capa de pintura y de este modo asegurar la funcionalidad del sistema protector

Actualmente existen varios métodos para aplicar recubrimientos, tales como: brocha, rodillo, equipo de aspersion con aire y equipo por aspersion sin aire. Cada una de estos métodos tiene una razón de ser; sus ventajas y desventajas así como sus limitaciones

En la lista continua se muestra una tabla comparativa de los rendimientos, que de acuerdo a la experiencia y en condiciones óptimas

tendría cada uno de estos métodos, con el fin de que el usuario pueda elegir el que más se adapte a sus requerimientos

Tabla 4. 3: Rendimiento por método empleado.

Método.	Rendimiento diario (m²)
Brocha.	90
Rodillo.	185 – 370.
Aspersión con aire.	370 – 740.
Aspersión sin aire.	740 - 1100

Fuente: Manual de Soldadura. Indura

Se empleará el método de Aspersión de aire, por ser el más utilizado por su versatilidad en la aplicación de un gran número de recubrimientos. Aunque no es tan eficiente como el método de aspersión sin aire, con una adecuada combinación de presiones y boquillas, pueden ser aplicados productos de alto peso específico y de diferentes viscosidades. Entre las principales consideraciones al efectuar aplicaciones por este método, se encuentra la distancia entre la pistola y la superficie, la cual debe oscilar entre 15 y 20 centímetros. La pintura debe ser aplicada a la mínima presión capaz de atomizarla de una manera uniforme. La pistola debe mantenerse siempre perpendicular a la superficie por pintar.

El rendimiento de la pintura es de 1 galón por cada 19m² de superficie, y con un espesor de capa de 4mils. La pérdida de material por aspersión con aire es de 25 a 35%

4.4.7.4. Inspección.

El propósito de la inspección durante y después de la preparación de la superficie y aplicación de recubrimientos es el de asegurar el cumplimiento de las especificaciones de trabajo y los requerimientos de aplicación de los recubrimientos

Son cuatro los aspectos más importantes a inspeccionar, y éstos son: maniobra, preparación de la superficie, aplicación e inspección.

Maniobra.

Ésta debe ser la adecuada para el trabajo, evitando que el material a pintar sea colocado sobre superficies inestables. El equipo de seguridad utilizado durante la maniobra debe ir encaminado a proteger a los operarios que ejecutaron el trabajo de pintura. El área de trabajo debe ser acordonada con el fin de evitar que personas de áreas adyacentes sean lesionadas

Preparación de superficie.

La inspección de la preparación de superficie consiste en un análisis visual, tanto del grado de limpieza como del perfil de anclaje desarrollado en la superficie por el método utilizado. Al hacer la inspección, generalmente son utilizadas placas estandarizadas de la NACE o de la SSPC, las cuales sirven de testigos comparativos para cada grado de limpieza de superficie. Cuando se trata de limpieza con chorro de arena, resulta muy útil medir el perfil de anclaje, mediante un

micrómetro especialmente diseñado para este fin. El perfil de anclaje debe estar entre 1 y 2 milésimas de pulgada de profundidad.

Aplicación.

Durante la aplicación de los recubrimientos, es importante asegurarse que la preparación del producto se haga de acuerdo a las especificaciones del mismo. El espesor de película puede medirse inmediatamente después de su aplicación, mediante el medidor de película húmeda. Para conocer el espesor de película seca, debe multiplicarse la lectura del medidor de película húmeda por el porcentaje de sólidos en volumen y por el porcentaje de dilución

Inspección Sistema Total.

Además de las inspecciones efectuadas durante la ejecución de la maniobra, preparación de superficie y aplicación, es conveniente hacer una inspección final a todo el sistema aplicado. Esta inspección debe comprender la medición del espesor de película seca y comprobarlo con el valor especificado; que el color del acabado sea el que se diseñó; que franjas y estensilados hayan sido colocados adecuadamente; el proceso de pintado haya sido terminado en su totalidad y que, el orden y limpieza en el área sea aprobado por el supervisor de seguridad. También es muy usual practicar pruebas destructivas de adherencia en algunos puntos escogidos al azar sobre todo cuando se tienen sospechas de contaminación entre capas de pintura

4.4.8. Montaje del Espesador de Láminas.

Como última fase de la fabricación se tiene al ensamble de los componentes del equipo, lo que en este caso se debe ejecutar en la ubicación final del espesador, es decir, en la misma planta concentradora.

El montaje del equipo, lo que implica el ensamble de los componentes, se indica enseguida:

- 1°. Soporte de espesador, que como ya se ha mostrado es una base sólida fabricada principalmente de vigas
- 2°. Cuerpo inferior del espesador.
- 3°. Soportes de refuerzo del cuerpo inferior.
- 4°. Cono de descarga de pulpa.
- 5°. Cuerpo superior del espesador.
- 6°. Montaje del conjunto de láminas.

El torque empleado a los pernos utilizados, está de acuerdo al diámetro y material de aquello, lo que se observa en el cuadro de torques, y que se mencionan en los formatos de control de torque que se han elaborado. Posteriormente podrán ser verificados por el supervisor designado por el cliente.

El cuadro de torque y los formatos se presentan en las siguientes páginas.

Tabla 4. 4: Tabla de ajuste de pernos.

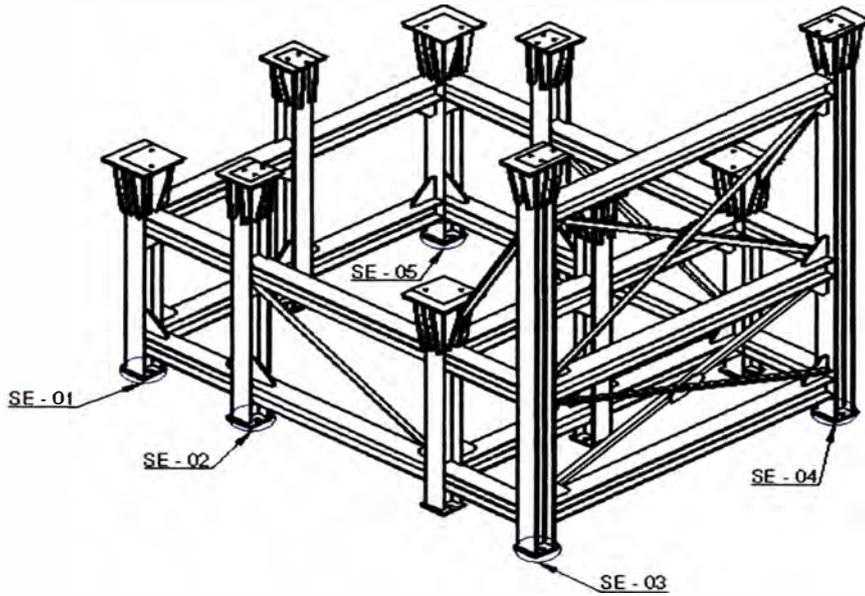
TORQUE REFERENCIAL en N-m			
Sin lubricación; 1 Nm=0.738 libras pie			
Rosca	Llave	8.8	10.9
M 14	22	138	194
M 16	24	210	299
M 18	27	289	411
M 20	30	411	578
M 22	32	559	784
M 24	36	711	1,000
M 27	41	1,049	1,481
M 30	46	1,422	2,010
M 33	50	1,932	2,716
M 36	55	2,481	3,491
M 39	60	3,226	4,531
M 42	65	3,991	5,609
M 45	70	4,992	7,012
M 48	75	6,021	8,473
M 52	80	7,747	10,885
M 56	85	9,650	13,582
M 60	90	11,964	16,867
M 64	95	14,416	20,300
M 68	100	17,615	24,771
M 72	105	21,081	29,645
M 76	110	24,973	35,118
M 80	115	29,314	41,222
M 96	130	45,525	59,801
M 100	145	59,200	83,250
Equivale a		Grado 5	Grado 8

Fuente: Supervisión Volcan 2008

CONTROL DE TORQUE	VERSIÓN: 001	FECHA: 30/08/2012
	REVISADO POR: _____	APROBADO POR: _____

CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA
PIEZA O CONJUNTO: SOPORTE DE ESPESADOR DE LÁMINAS
CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12
CÓDIGO DE PLANO:

ESQUEMA



PLANCHAS BASE

PUNTOS DE CONTROL

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	Ø PERNO	MATERIAL	TORQUE REQUERIDO	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
PLANCHA BASE DE COLUMNA	SE - 01	1-1/2"	ASTM A325	3226 Nm		
PLANCHA BASE DE COLUMNA	SE - 02	1-1/2"	ASTM A325	3226 Nm		
PLANCHA BASE DE COLUMNA	SE - 03	1-1/2"	ASTM A325	3226 Nm		
PLANCHA BASE DE COLUMNA	SE - 04	1-1/2"	ASTM A325	3226 Nm		
PLANCHA BASE DE COLUMNA	SE - 05	1-1/2"	ASTM A325	3226 Nm		

OBSERVACIONES

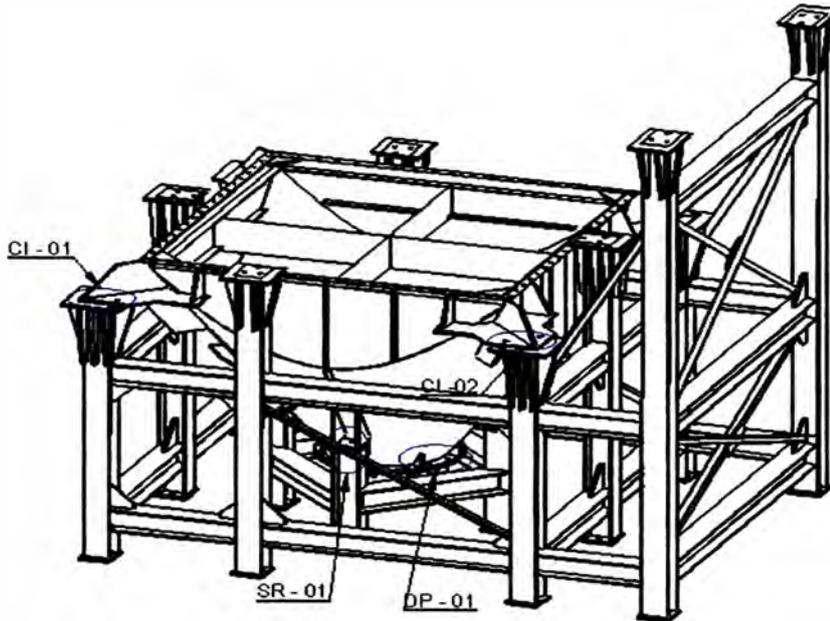
JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:		JEFE DE PLANTA:		JEFE DE PROYECTO:	
FECHA:		FECHA:		FECHA:	

Formato 4. 25: Estructura Soporte. Control de Torque.
Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DE TORQUE	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____
--------------------------	-------------------------------------	--

CLIENTE: PIEZA O CONJUNTO: CÓDIGO DE PROYECTO: CÓDIGO DE PLANO:	PLANTA CONCENTRADORA CUERPO INFERIOR, DESCARGA DE PULPA Y APOYOS FIM-001-12
--	---

ESQUEMA



CUERPO INFERIOR Y APOYOS

PUNTOS DE CONTROL

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	Ø PERNO	MATERIAL	TORQUE REQUERIDO	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
Apoyo Superior y Columna	CI - 01	1"	ASTM A325	711 Nm		
Apoyo Superior y Columna	CI - 02	1"	ASTM A325	711 Nm		
Soporte Refuerzo y Viga	SR - 01	1"	ASTM A325	711 Nm		
Cuerpo Inferior y Descarga de Pulpa	DP - 01	1"	ASTM A325	711 Nm		

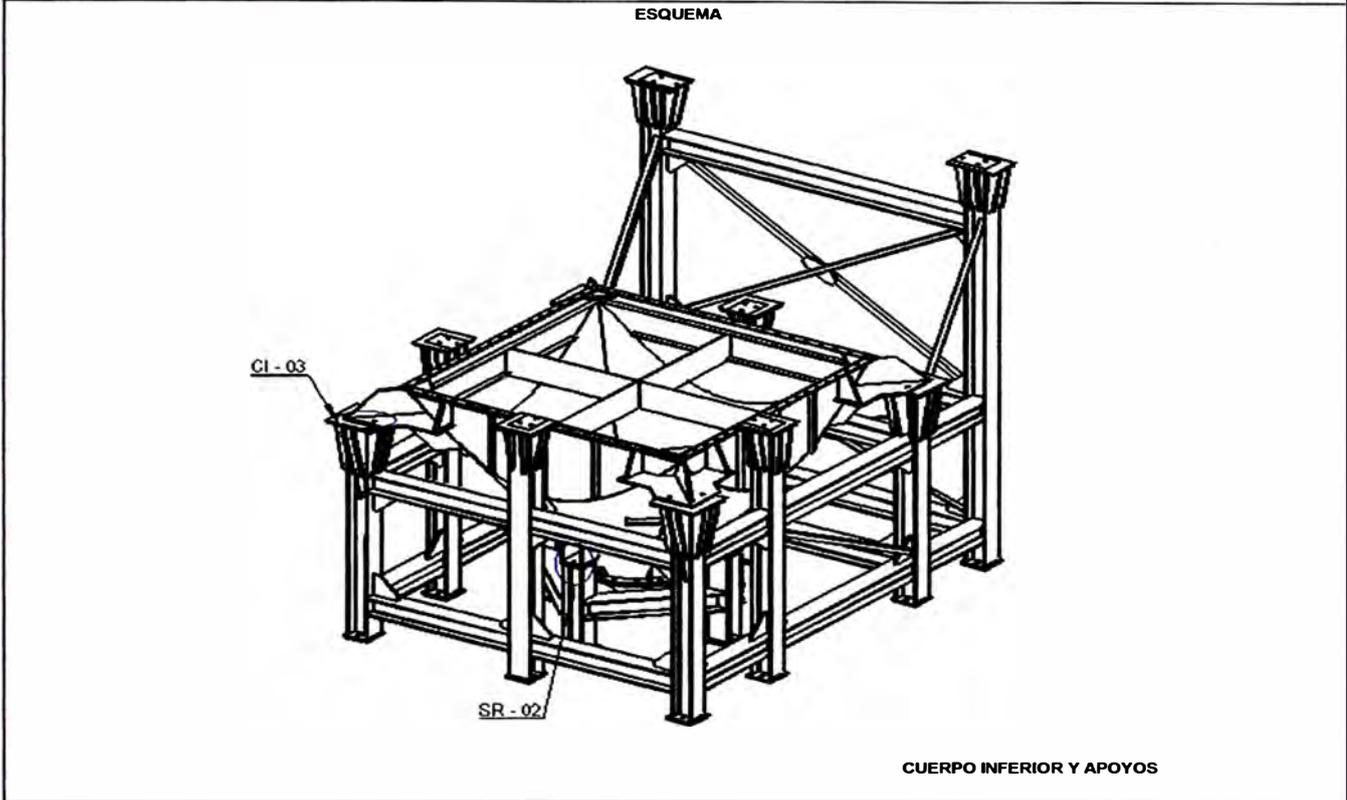
OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD: FECHA: _____		JEFE DE PLANTA: FECHA: _____		JEFE DE PROYECTO: FECHA: _____	
--	--	--	--	--	--

Formato 4. 26: Cuerpo Inferior, descarga de Pulpa. Control de Torque.
 Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DE TORQUE	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____
--------------------------	-------------------------------------	--

CLIENTE: PIEZA O CONJUNTO: CÓDIGO DE PROYECTO: CÓDIGO DE PLANO:	PLANTA CONCENTRADORA CUERPO INFERIOR, DESCARGA DE PULPA Y APOYOS FIM-001-12
--	---



PUNTOS DE CONTROL

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	Ø PERNO	MATERIAL	TORQUE REQUERIDO	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
Apoyo Superior y Columna	CI - 03	1"	ASTM A325	711 Nm		
Soporte Refuerzo y Viga	SR - 02	1"	ASTM A325	711 Nm		

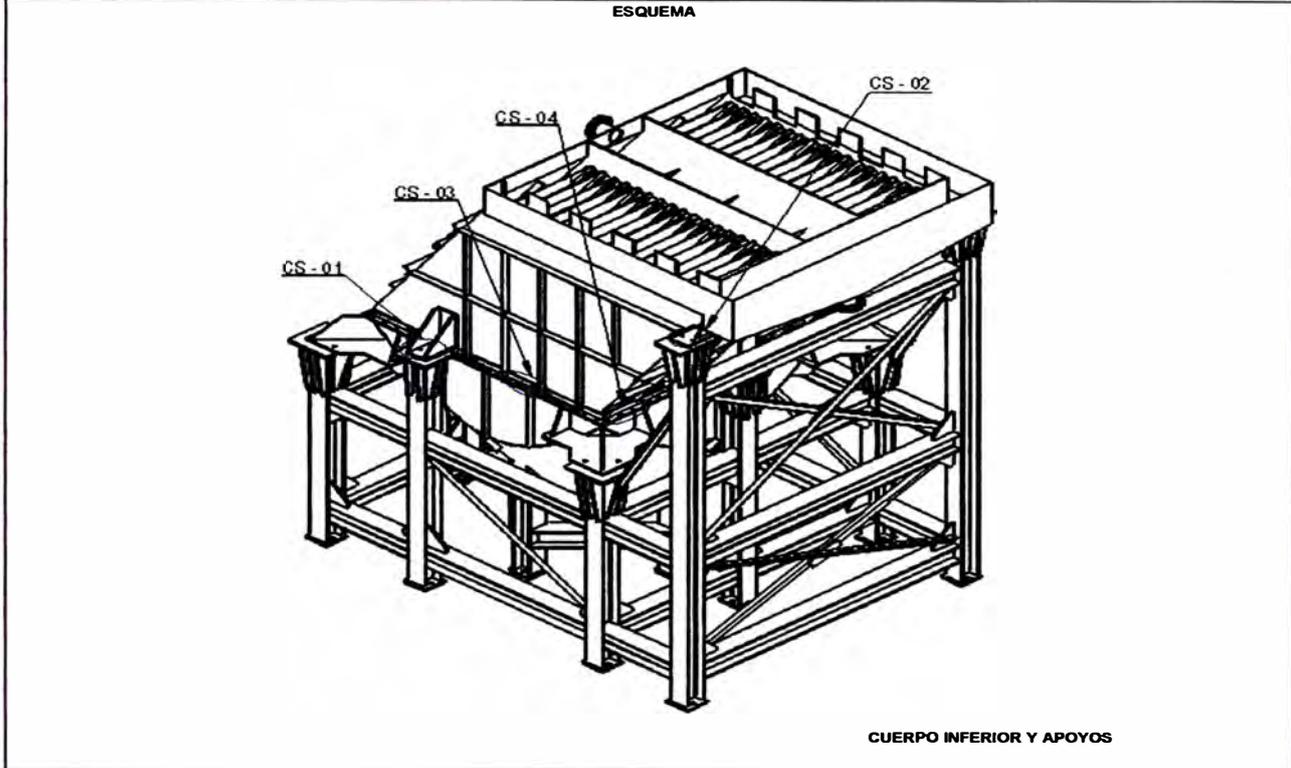
OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD: FECHA: _____	JEFE DE PLANTA: FECHA: _____	JEFE DE PROYECTO: FECHA: _____	
--	--	--	--

Formato 4. 27: Cuerpo Inferior, descarga de Pulpa. Control de Torque.
 Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DE TORQUE	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____
--------------------------	-------------------------------------	--

CLIENTE: PLANTA CONCENTRADORA
PIEZA O CONJUNTO: CUERPO SUPERIOR
CÓDIGO DE PROYECTO: FIM-001-12
CÓDIGO DE PLANO:



PUNTOS DE CONTROL

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	Ø PERNO	MATERIAL	TORQUE REQUERIDO	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
Apoyo y Columna	CS - 01	1"	ASTM A325	711 Nm		
Apoyo y Columna	CS - 02	1"	ASTM A325	711 Nm		
Union a Cuerpo Inferior	CS - 03	3/4"	ASTM A325	411 Nm		
Union a Cuerpo Inferior	CS - 04	3/4"	ASTM A325	411 Nm		

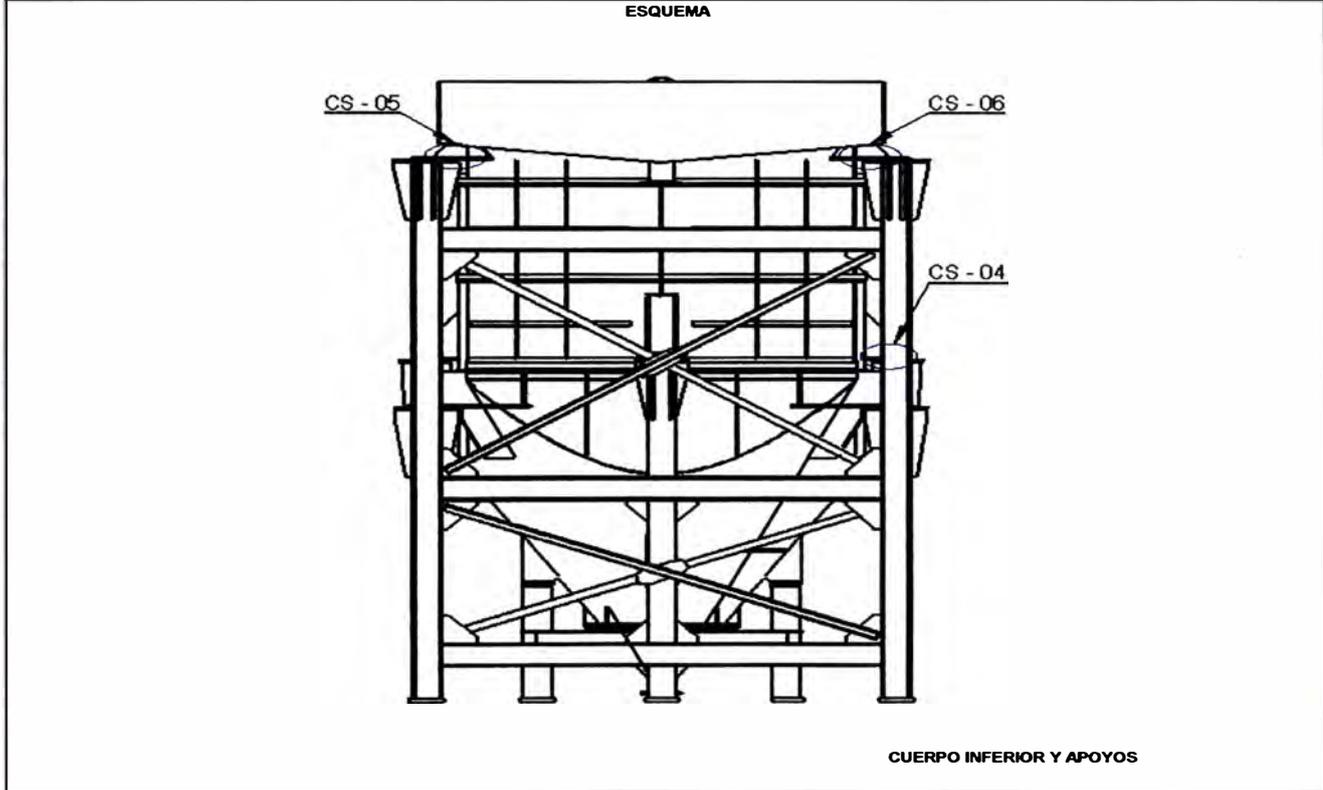
OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:		JEFE DE PLANTA:		JEFE DE PROYECTO:	
FECHA:		FECHA:		FECHA:	

Formato 4. 28: Cuerpo Superior. Control de Torque.
Fuente: Elaboración propia.

CONTROL DE TORQUE	VERSIÓN: 001 REVISADO POR: _____	FECHA: 30/08/2012 APROBADO POR: _____
--------------------------	-------------------------------------	--

CLIENTE: PIEZA O CONJUNTO: CÓDIGO DE PROYECTO: CÓDIGO DE PLANO:	PLANTA CONCENTRADORA CUERPO SUPERIOR FIM-001-12
--	---



PUNTOS DE CONTROL						
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO	Ø PERNO	MATERIAL	TORQUE REQUERIDO	RESULTADO	MEDIDA CORRECTIVA
Apoyo y Columna	CS - 01	1"	ASTM A325	711 Nm		
Apoyo y Columna	CS - 02	1"	ASTM A325	711 Nm		
Apoyo y Columna	CS - 03	1"	ASTM A325	711 Nm		

OBSERVACIONES

JEFE DE CONTROL DE CALIDAD:		JEFE DE PLANTA:		JEFE DE PROYECTO:	
	FECHA:		FECHA:		FECHA:

**Formato 4. 29: Cuerpo Superior. Control de Torque.
Fuente: Elaboración propia.**

4.4.9. Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional.

El Reglamento de Seguridad Ocupacional y otras medidas complementarias en Minería DS-055-2010-EM, fue publicado el 21 de agosto de 2010, y tiene como objetivo prevenir la ocurrencia de incidentes y enfermedades ocupacionales, y es la base que se ha tomado para inculcar esta cultura de prevención a todos los participantes de los trabajos a realizar.

Puesto que la operación de montaje se llevará a cabo en una unidad minera, los colaboradores (personal obrero, administrativos) deberán estar capacitados para poder llevar a cabo esta tarea, promoviendo una cultura de seguridad antes, durante y después, durante todas las jornadas de trabajo.

Para lograr este objetivo, los supervisores deberán de dictar una charla de seguridad de 5 a 10 minutos al inicio de cada día, con el fin de concientizar a los trabajadores que constantemente se exponen a peligros, que ponen en riesgo la integridad de cada uno de ellos.

También es responsabilidad de los obreros acatar los reglamentos, señales y otras indicaciones para comenzar y terminar las labores sin que se produzcan incidentes.

Se debe indicar que este proceso de incorporar la cultura de seguridad en cada uno de los colaboradores es un proceso, proceso que se inicia desde la voluntad de aprendizaje del mismo, pasando por la aplicación de esta cultura durante la fabricación del equipo, que generalmente se ejecuta en el taller del contratista, y finalizando en el montaje en situ, donde se pone de manifiesto ante el cliente la preparación del personal en el tema de la seguridad.

CAPÍTULO V: COSTO DEL TANQUE ESPESADOR.

5.1. RESUMEN DE COSTOS.

Con los planos de arreglo generales se puede iniciar el metrado de materiales, lo que se traduce en el tipo y cantidad de material, consumibles, horas empleadas de máquinas-herramientas, horas-hombre y otros gastos relacionados para ejecutar la fabricación y montaje del equipo.

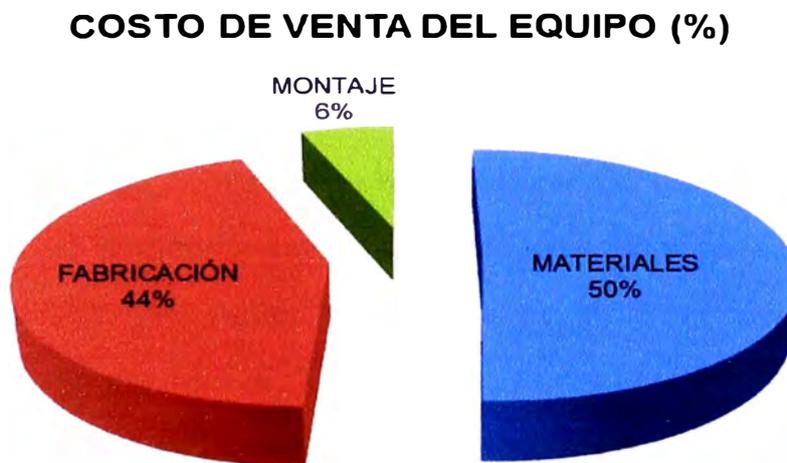


Fig. 5. 1: Costo del equipo representado en porcentajes.

Fuente: Elaboración propia.

En los cuadros se muestra un resumen del costo de materiales, fabricación y montaje, indicando ratios promedios, que pueden variar ligeramente de acuerdo a la dificultad de fabricación y material empleado.

Tabla 5. 1: Costo de Venta del Equipo.

ESPEADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'			
COSTO DE VENTA DEL EQUIPO.			
COMPONENTES.	MATERIALES	FABRICACIÓN	MONTAJE
SOPORTE DE ESPEADOR	\$ 7,187.93	\$ 7,826.33	\$ 501.94
CUERPO INFERIOR 9' x 9' x 7' y CONO DE DESCARGA Ø3'	\$ 6,545.35	\$ 6,733.68	\$ 231.09
SOPORTES DE REFUERZO	\$ 1,045.95	\$ 481.91	\$ 59.43
CUERPO PRINCIPAL 9' x 9' x 8'	\$ 11,296.90	\$ 8,213.11	\$ 523.59
ACCESORIOS DE CARGA Y DESCARGA	\$ 130.88	\$ 111.57	\$ 72.04
LÁMINAS	\$ 2,675.73	\$ 1,589.78	\$ 1,844.17
COSTO PARCIAL:	\$ 28,882.73 1.32 \$/kg	\$ 24,956.38 1.14 \$/kg	\$ 3,232.26 0.15 \$/kg
COSTO TOTAL:			\$ 57,071.37
Costo Unitario Total (C.U.T.):			2.61 \$/kg

Fuente: Elaboración propia.

Es de hacer notar que el traslado del equipo desde el taller de fabricación al lugar de montaje no es considerado en la evaluación, así como la puesta al pie de obra del mismo y la asistencia de una grúa en el montaje, pues en la práctica todo este proceso y equipo es ejecutado y proporcionado por el mismo cliente.

Los dos cuadros finales, muestran la valorización del trabajo ejecutado en dos partes, indicando el penúltimo cuadro el costo que significa la adquisición de materiales y fabricación del equipo, e indicando en el último cuadro el costo del proceso de montaje del mismo. Esto se puede traducir en el envío de dos cotizaciones al cliente, mostrando el costo de fabricación (que incluye materiales, consumibles y otros) y montaje por separado.

Cuadro 5. 1: Soporte de Espesador de Láminas. Resumen de costo.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPEADOR DE LAMINAS 9' x 9' x 17'							RESUMEN
SOPORTE DE ESPESADOR							
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Peso Total (kg)	Costo Unitario (C.U.):	Tiempo de Habilitado	Tiempo de Ensamble de Partes	Tiempo de Montaje	Precio Total (\$)
1	MATERIALES	5,619.33	1.11 \$/kg				\$ 6,250.38
2	FABRICACION	5,619.33	1.21 \$/kg	7.20 días	22.98 días		\$ 6,805.50
3	MONTAJE	5,619.33	0.08 \$/kg			0.96 días	\$ 436.47
	TOTAL DE GASTOS DIRECTOS:						\$ 13,492.34
				Costo Unitario Directo Total (C.U.D.T.):			2.40 \$/kg
				Tiempo Total:			32.00 días
				Supervisión:			394.89 \$
				MO Neta Operador:			924.58 \$
				MO Neta Oficial:			1,389.74 \$
				Supervisor H-H:			62.00 H-H
				Operador H-H:			254.00 H-H
				Oficial H-H:			463.00 H-H
				C.U. Supervisión / H-H:			6.37 \$/H-H
				C.U. MO Neta Operador / H-H:			3.64 \$/H-H
				C.U. MO Neta Oficial / H-H:			3.00 \$/H-H
	Gastos Generales:	10.00%					\$ 1,349.23
	Utilidad:	5.00%					\$ 674.62
	TOTAL:						\$ 15,516.19
	Costo Unitario Total (C.U.T.):						2.76 \$/kg

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 2: Cuerpo Inferior y Cono de descarga. Resumen de costo.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17' CUERPO INFERIOR 9' x 9' x 7' y CONO DE DESCARGA Ø3' x 2'							
							RESUMEN
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Peso Total (kg)	Costo Unitario (C.U.):	Tiempo de Habilitado	Tiempo de Ensamble de Partes	Tiempo de Montaje	Precio Total (\$)
1	MATERIALES	5,017.93	1.13 \$/kg				\$ 5,691.61
2	FABRICACIÓN	5,017.93	1.17 \$/kg	4.88 días	18.01 días		\$ 5,855.37
3	MONTAJE	5,017.93	0.04 \$/kg	194.69		0.65 días	\$ 200.95
	TOTAL DE GASTOS DIRECTOS:						\$ 11,747.92
				Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):			2.34 \$/kg
				Tiempo Total:			24.00 días
				Supervisión:			292.98 \$
				MO Neta Operador:			698.89 \$
				MO Neta Oficial:			1,056.56 \$
				Supervisor H-H:			46.00 H-H
				Operador H-H:			192.00 H-H
				Oficial H-H:			352.00 H-H
				C.U. Supervisión / H-H:			6.37 \$/H-H
				C.U. MO Neta Operador / H-H:			3.64 \$/H-H
				C.U. MO Neta Oficial / H-H:			3.00 \$/H-H
	Gastos Generales:	10.00%					\$ 1,174.79
	Utilidad:	5.00%					\$ 587.40
	TOTAL:						\$ 13,510.11
	Costo Unitario Total (C.U.T.):						2.69 \$/kg

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 3: Soporte de refuerzo. Resumen de costo.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPEADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							RESUMEN
SOPORTES DE REFUERZO							
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Peso Total (kg)	Costo Unitario (C.U.):	Tiempo de Fabricación		Tiempo de Montaje	Precio Total (\$)
1	MATERIALES	809.10	1.12 \$/kg				\$ 909.52
2	FABRICACIÓN	809.10	0.52 \$/kg	2.41 días			\$ 419.05
3	MONTAJE	809.10	0.06 \$/kg			0.21 días	\$ 51.68
	TOTAL DE GASTOS DIRECTOS:						\$ 1,380.26
				Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):			1.71 \$/kg
				Tiempo Total:			3.00 días
				Supervisión:			38.21 \$
				MO Neta Operador:			83.72 \$
				MO Neta Oficial:			72.04 \$
				Supervisor H-H:			6.00 H-H
				Operador H-H:			23.00 H-H
				Oficial H-H:			24.00 H-H
				C.U. Supervisión / H-H:			6.37 \$/H-H
				C.U. MO Neta Operador / H-H:			3.64 \$/H-H
				C.U. MO Neta Oficial / H-H:			3.00 \$/H-H
	Gastos Generales:	10.00%					\$ 138.03
	Utilidad:	5.00%					\$ 69.01
	TOTAL:						\$ 1,587.30
	Costo Unitario Total (C.U.T.):						1.96 \$/kg

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 4: Cuerpo principal. Resumen de costo.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							RESUMEN
CUERPO PRINCIPAL 9' x 9' x 8'							
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Peso Total (kg)	Costo Unitario (C.U.):	Tiempo de Habilitado	Tiempo de Ensamble de Partes	Tiempo de Montaje	Precio Total (\$)
1	MATERIALES	8,358.35	1.18 \$/kg				\$ 9,823.39
2	FABRICACIÓN	8,358.35	0.85 \$/kg	7.72 días	30.24 días		\$ 7,141.84
3	MONTAJE	8,358.35	0.05 \$/kg			1.50 días	\$ 455.30
	TOTAL DE GASTOS DIRECTOS:						\$-17,420.52
				Costo Unitario Directo (C.U.D.):			2.08 \$/kg
				Tiempo Total:			40.00 días
				Supervisión:			515.90 \$
				MO Neta Operador:			1,183.02 \$
				MO Neta Oficial:			1,779.95 \$
				Supervisor H-H:			81.00 H-H
				Operador H-H:			325.00 H-H
				Oficial H-H:			593.00 H-H
				Máq.-Herram:			1,252.00 \$
				C.U. Supervisión / H-H:			6.37 \$/H-H
				C.U. MO Neta Operador / H-H:			3.64 \$/H-H
				C.U. MO Neta Oficial / H-H:			3.00 \$/H-H
	Gastos Generales:	10.00%					\$ 1,742.05
	Utilidad:	5.00%					\$ 871.03
	TOTAL:						\$ 20,023.60
	Costo Unitario Total (C.U.T.):						2.40 \$/kg

Cuadro 5. 5: Accesorios de Carga y Descarga. Resumen de costo.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPEADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							
ACCESORIOS DE CARGA Y DESCARGA							RESUMEN
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Peso Total (kg)	Costo Unitario (C.U.):	Tiempo de Habilitado		Tiempo de instalación	Precio Total (\$)
1	MATERIALES	41.34	2.75 \$/kg				\$ 113.81
2	FABRICACIÓN	41.34	2.35 \$/kg	0.46			\$ 97.02
3	MONTAJE	41.34	1.52 \$/kg			0.21	\$ 62.65
	TOTAL DE GASTOS DIRECTOS:						\$ 273.47
							Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.): 6.61 \$/kg
							Tiempo Total: 0.70 días
							Supervisión: 12.74 \$
							MO Neta Operador: 25.48 \$
							MO Neta Oficial: 21.01 \$
							Supervisor H-H: 2.00 H-H
							Operador H-H: 7.00 H-H
							Oficial H-H: 7.00 H-H
							C.U. Supervisión / H-H: 6.37 \$/H-H
							C.U. MO Neta Operador / H-H: 3.64 \$/H-H
							C.U. MO Neta Oficial / H-H: 3.00 \$/H-H
	Gastos Generales:	10.00%					\$ 27.35
	Utilidad:	5.00%					\$ 13.67
	TOTAL:						\$ 314.49
	Costo Unitario Total (C.U.T.):						7.61 \$/kg

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 6: Láminas de Sedimentación. Resumen de costo.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPEADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							
LÁMINAS							
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Peso Total (kg)	Costo Unitario (C.U.):	Tiempo de Habilitado		Tiempo de Montaje	Precio Total (\$)
1	MATERIALES	2,038.40	1.14 \$/kg				\$ 2,326.72
2	FABRICACIÓN	2,038.40	0.68 \$/kg	2.56 días			\$ 1,382.42
3	MONTAJE	2,038.40	0.79 \$/kg			8.15 días	\$ 1,603.62
	TOTAL DE GASTOS DIRECTOS:						\$ 5,312.76
				Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):			2.61 \$/kg
				Tiempo Total:			11.00 días
				Supervisión:			159.23 \$
				MO Neta Operador:			433.17 \$
				MO Neta Oficial:			660.35 \$
				Supervisor H-H:			25.00 H-H
				Operador H-H:			119.00 H-H
				Oficial H-H:			220.00 H-H
				Máq.-Herram:			302.19 \$
				C.U. Supervisión / H-H:			6.37 \$/H-H
				C.U. MO Neta Operador / H-H:			3.64 \$/H-H
				C.U. MO Neta Oficial / H-H:			3.00 \$/H-H
	Gastos Generales:	10.00%					\$ 531.28
	Utilidad:	5.00%					\$ 265.64
	TOTAL:						\$ 6,109.68
	Costo Unitario Total (C.U.T.):						3.00 \$/kg

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 7: Espesador de Láminas. Resumen de costo.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPEADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							
Total - Detalle						RESUMEN	
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Peso Total (kg)	Costo Unitario (C.U.):	Tiempo de Habilitado		Tiempo de Montaje	Precio Total (\$)
1	MATERIALES	21,884.45	1.15 \$/kg				\$ 25,115.41
2	FABRICACIÓN	21,884.45	0.99 \$/kg				\$ 21,701.20
3	MONTAJE	21,884.45	0.13 \$/kg				\$ 2,810.66
							\$ 49,627.28
				Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):			2.27 \$/kg
				Tiempo Total:			
				Supervisión:			1,413.95 \$
				MO Neta Operador:			3,348.87 \$
				MO Neta Oficial:			4,979.66 \$
				Supervisor H-H:			222.00 H-H
				Operador H-H:			920.00 H-H
				Oficial H-H:			1,659.00 H-H
				C.U. Supervisión / H-H:			6.37 \$/H-H
				C.U. MO Neta Operador / H-H:			3.64 \$/H-H
				C.U. MO Neta Oficial / H-H:			3.00 \$/H-H
	Gastos Generales:	10.00%					\$ 4,962.73
	Utilidad:	5.00%					\$ 2,481.36
	TOTAL:						\$ 57,071.37
	Costo Unitario Total (C.U.T.):						2.61 \$/kg

Fuente: Elaboración propia.

Formato 5. 1: Valorización de fabricación del espesador de láminas.

N° DE VALORIZACIÓN:
N° ORDEN DE TRABAJO:
CENTRO DE COSTOS:
ORDEN DE INVERSIÓN:
FECHA DE ENTREGA:

VALORIZACION
 NOMBRE DEL PROYECTO : FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'
 FECHA:

PRESUPUESTO CONTRACTUAL						Valorización Anterior			Valorización Actual			Valorización Acumulada			Saldo a Ejecutar y Valorizar			
Partidas	Descripción	Metrado	Unid	Costo unitario \$	Sub total \$													
						Metr.	Monto Valorización \$	% Avance	Metr.	Monto Valorización \$	% Avance	Metr.	Monto Valorización \$	% Avance	Metr.	Monto Valorización \$	% Faltante	
							0.00			25,115.41			25,115.41			0.00		
1	MATERIALES	21884.45	kg	1.15	25115.41		0.00			25,115.41			25,115.41			0.00		
	SOPORTE DE ESPESADOR	5619.33	kg	1.11	6250.38	0.00	0.00	0%	5619.33	6,250.38	100%	5619.33	6,250.38	100%	0.00	0.00	0%	
	CUERPO INFERIOR 9' x 9' x 7' y CONO DE DESCARGA Ø3' x 2'	5017.93	kg	1.13	5691.61	0.00	0.00	0%	5017.93	5,691.61	100%	5017.93	5,691.61	100%	0.00	0.00	0%	
	SOPORTES DE REFUERZO	809.10	kg	1.12	909.52	0.00	0.00	0%	809.10	909.52	100%	809.10	909.52	100%	0.00	0.00	0%	
	CUERPO PRINCIPAL 9' x 9' x 8'	8358.35	kg	1.18	9823.39	0.00	0.00	0%	8358.35	9,823.39	100%	8358.35	9,823.39	100%	0.00	0.00	0%	
	ACCESORIOS DE CARGA Y DESCARGA	41.34	kg	2.75	113.81	0.00	0.00	0%	41.34	113.81	100%	41.34	113.81	100%	0.00	0.00	0%	
	LAMINAS	2038.40	kg	1.14	2326.72	0.00	0.00	0%	2038.40	2,326.72	100%	2038.40	2,326.72	100%	0.00	0.00	0%	
		21884.45	kg	0.99	21701.20		0.00			21,701.20			21,701.20			0.00		
2	FABRICACION	21884.45	kg	0.99	21701.20		0.00			21,701.20			21,701.20			0.00		
	SOPORTE DE ESPESADOR	5619.33	kg	1.21	6805.50	0.00	0.00	0%	5619.33	6,805.50	100%	5619.33	6,805.50	100%	0.00	0.00	0%	
	CUERPO INFERIOR 9' x 9' x 7' y CONO DE DESCARGA Ø3' x 2'	5017.93	kg	1.17	5855.37	0.00	0.00	0%	5017.93	5,855.37	100%	5017.93	5,855.37	100%	0.00	0.00	0%	
	SOPORTES DE REFUERZO	809.10	kg	0.52	419.05	0.00	0.00	0%	809.10	419.05	100%	809.10	419.05	100%	0.00	0.00	0%	
	CUERPO PRINCIPAL 9' x 9' x 8'	8358.35	kg	0.85	7141.84	0.00	0.00	0%	8358.35	7,141.84	100%	8358.35	7,141.84	100%	0.00	0.00	0%	
	ACCESORIOS DE CARGA Y DESCARGA	41.34	kg	2.35	97.02	0.00	0.00	0%	41.34	97.02	100%	41.34	97.02	100%	0.00	0.00	0%	
	LAMINAS	2038.40	kg	0.68	1382.42	0.00	0.00	0%	2038.40	1,382.42	100%	2038.40	1,382.42	100%	0.00	0.00	0%	
		21884.45	kg	0.13	2810.66		0.00			0.00			0.00			2,810.66		
3	MONTAJE	21884.45	kg	0.13	2810.66		0.00			0.00			0.00			2,810.66		
	SOPORTE DE ESPESADOR	5,619.33	kg	0.08	436.47	0.00	0.00	0%	0.00	0.00	0%	0.00	0.00	0%	5,619.33	436.47	100%	
	CUERPO INFERIOR 9' x 9' x 7' y CONO DE DESCARGA Ø3' x 2'	5,017.93	kg	0.04	200.95	0.00	0.00	0%	0.00	0.00	0%	0.00	0.00	0%	5,017.93	200.95	100%	
	SOPORTES DE REFUERZO	809.10	kg	0.06	51.68	0.00	0.00	0%	0.00	0.00	0%	0.00	0.00	0%	809.10	51.68	100%	
	CUERPO PRINCIPAL 9' x 9' x 8'	8,358.35	kg	0.05	455.30	0.00	0.00	0%	0.00	0.00	0%	0.00	0.00	0%	8,358.35	455.30	100%	
	ACCESORIOS DE CARGA Y DESCARGA	41.34	kg	1.52	62.65	0.00	0.00	0%	0.00	0.00	0%	0.00	0.00	0%	41.34	62.65	100%	
	LAMINAS	2,038.40	kg	0.79	1603.62	0.00	0.00	0%	0.00	0.00	0%	0.00	0.00	0%	2,038.40	1,603.62	100%	

COSTO DIRECTO (TOTAL DE LA OBRA)	\$ 49,627.28
Gastos Generales 10%:	\$ 4,962.73
Utilidades 5%:	\$ 2,481.36
Total sin IGV:	\$ 57,071.37
% de avance físico:	100.00%

RESUMEN	Monto Valorizado	% Avance
Valorización 1	\$ 0.00	0.00%
Valorización 2	\$ 53,839.11	66.67%
Valoriz. acumulada	\$ 53,839.11	66.67%

0.00		46,816.61		46,816.61		2,810.66
0.00		4,681.66		4,681.66		281.07
0.00		2,340.83		2,340.83		140.53
0.00		53,839.11		53,839.11		3,232.26
	0.00%		66.67%		66.67%	33.33%

Formato 5. 2: Valorización de fabricación del espesador de láminas.

Nº DE VALORIZACIÓN:
 Nº ORDEN DE TRABAJO:
 CENTRO DE COSTOS:
 ORDEN DE INVERSIÓN:
 FECHA DE ENTREGA:

VALORIZACION
 NOMBRE DEL PROYECTO : FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'
 FECHA:

PRESUPUESTO CONTRACTUAL						Valorización Anterior			Valorización Actual			Valorización Acumulada			Saldo a Ejecutar y Valorizar		
Partidas	Descripción	Metrado	Unid	sto unitari	Sub total \$	Metr.	Monto Valorización \$	% Avance	Metr.	Monto Valorización \$	% Avance	Metr.	Monto Valorización \$	% Avance	Metr.	Monto Valorización \$	% Faltante
							25115.41			0.00			25,115.41			0.00	
1	MATERIALES	21884.45	kg	1.15	25115.41		25115.41			0.00			25,115.41			0.00	0%
	SOPORTE DE ESPESADOR	5619.33	kg	1.11	6250.38	5,619.33	6,250.38	100%	0.00	0.00	0%	5619.33	6,250.38	100%	0.00	0.00	0%
	CUERPO INFERIOR 9' x 9' x 7' y CONO DE DESCARGA Ø3' x 2'	5017.93	kg	1.13	5691.61	5,017.93	5,691.61	100%	0.00	0.00	0%	5017.93	5,691.61	100%	0.00	0.00	0%
	SOPORTES DE REFUERZO	809.10	kg	1.12	909.52	809.10	909.52	100%	0.00	0.00	0%	809.10	909.52	100%	0.00	0.00	0%
	CUERPO PRINCIPAL 9' x 9' x 8'	8358.35	kg	1.18	9823.39	8,358.35	9,823.39	100%	0.00	0.00	0%	8358.35	9,823.39	100%	0.00	0.00	0%
	ACCESORIOS DE CARGA Y DESCARGA	41.34	kg	2.75	113.81	41.34	113.81	100%	0.00	0.00	0%	41.34	113.81	100%	0.00	0.00	0%
	LÁMINAS	2038.40	kg	1.14	2326.72	2,038.40	2,326.72	100%	0.00	0.00	0%	2038.40	2,326.72	100%	0.00	0.00	0%
		21884.45	kg	0.99	21701.20		21701.20			0.00			21,701.20			0.00	0%
2	FABRICACIÓN	21884.45	kg	0.99	21701.20		21701.20			0.00			21,701.20			0.00	0%
	SOPORTE DE ESPESADOR	5619.33	kg	1.21	6805.50	5,619.33	6,805.50	100%	0.00	0.00	0%	5619.33	6,805.50	100%	0.00	0.00	0%
	CUERPO INFERIOR 9' x 9' x 7' y CONO DE DESCARGA Ø3' x 2'	5017.93	kg	1.17	5855.37	5,017.93	5,855.37	100%	0.00	0.00	0%	5017.93	5,855.37	100%	0.00	0.00	0%
	SOPORTES DE REFUERZO	809.10	kg	0.52	419.05	809.10	419.05	100%	0.00	0.00	0%	809.10	419.05	100%	0.00	0.00	0%
	CUERPO PRINCIPAL 9' x 9' x 8'	8358.35	kg	0.85	7141.84	8,358.35	7,141.84	100%	0.00	0.00	0%	8358.35	7,141.84	100%	0.00	0.00	0%
	ACCESORIOS DE CARGA Y DESCARGA	41.34	kg	2.35	97.02	41.34	97.02	100%	0.00	0.00	0%	41.34	97.02	100%	0.00	0.00	0%
	LÁMINAS	2038.40	kg	0.68	1382.42	2,038.40	1,382.42	100%	0.00	0.00	0%	2038.40	1,382.42	100%	0.00	0.00	0%
		21884.45	kg	0.13	2810.66		0.00			2,810.66			2,810.66			0.00	0%
3	MONTAJE	21884.45	kg	0.13	2810.66		0.00			2,810.66			2,810.66			0.00	0%
	SOPORTE DE ESPESADOR	5,619.33	kg	0.08	436.47	0.00	0.00	0%	5619.33	436.47	100%	5619.33	436.47	100%	0.00	0.00	0%
	CUERPO INFERIOR 9' x 9' x 7' y CONO DE DESCARGA Ø3' x 2'	5,017.93	kg	0.04	200.95	0.00	0.00	0%	5017.93	200.95	100%	5017.93	200.95	100%	0.00	0.00	0%
	SOPORTES DE REFUERZO	809.10	kg	0.06	51.68	0.00	0.00	0%	809.10	51.68	100%	809.10	51.68	100%	0.00	0.00	0%
	CUERPO PRINCIPAL 9' x 9' x 8'	8,358.35	kg	0.05	455.30	0.00	0.00	0%	8358.35	455.30	100%	8358.35	455.30	100%	0.00	0.00	0%
	ACCESORIOS DE CARGA Y DESCARGA	41.34	kg	1.52	62.65	0.00	0.00	0%	41.34	62.65	100%	41.34	62.65	100%	0.00	0.00	0%
	LÁMINAS	2,038.40	kg	0.79	1603.62	0.00	0.00	0%	2038.40	1,603.62	100%	2038.40	1,603.62	100%	0.00	0.00	0%

COSTO DIRECTO (TOTAL DE LA OBRA)	\$ 49,627.28
Gastos Generales 10%:	\$ 4,962.73
Utilidades 5%:	\$ 2,481.36
Total sin IGV:	\$ 57,071.37
% de avance físico:	100.00%

46,816.61		2,810.66		49,627.28		0.00
4,681.66		281.07		4,962.73		0.00
2,340.83		140.53		2,481.36		0.00
53,839.11		3,232.26		57,071.37		0.00
	66.67%		33.33%		100.00%	0.00%

RESUMEN	Monto Valorizado	% Avance
Valorización 1	\$ 53,839.11	66.67%
Valorización 2	\$ 3,232.26	33.33%
Valoriz. acumulada	\$ 57,071.37	100.00%

5.2. COSTOS DE MATERIALES.

En los cuadros se detallan los materiales necesarios para la fabricación del tanque espesador.

El último cuadro muestra un resumen total del material necesario.

Cuadro 5. 8: Soporte de Espesador de Láminas. Detalle de costo de materiales.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							
SOPORTE DE ESPESADOR						MATERIALES	
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	MATERIAL						\$ 6,250.38
	W 8" x 31# x 20'	12.00 pz	281.18	311.23	3374.16	3734.76	
	Pl. 25,0mm x 1500mm x 3000mm	2 pz	877.50	971.28	1755	1942.56	
	Pl. 19,0mm x 1500mm x 3000mm	0.5 pz	666.90	738.17	333.45	369.09	
	Ángulo 2-1/2" x 2-1/2" x 5/16" x 6m	4.00 pz	39.18	50.99	156.72	203.98	
				Peso Total:	5619.33 Kg		
	TOTAL GASTOS DIRECTOS						\$ 6,250.38

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

1.11 S/kg

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 9: Cuerpo inferior y Cono de descarga. Detalle de costo de materiales.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17' CUERPO INFERIOR 9' x 9' x 7' y CONO DE DESCARGA Ø3' x 2'							MATERIALES
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	MATERIAL						\$ 5,691.61
	Pl. 10,0mm x 1500mm x 3000mm	9.00 pz	351.00	388.51	3159	3496.60	
	Pl. 19,0mm x 1500mm x 3000mm	2 pz	666.90	738.17	1333.8	1476.34	
	Pl. 6,0mm x 1500mm x 3000mm	1 pz	210.60	233.11	210.6	233.11	
	Pt. 2-1/2" x 1/2" x 6m	5 pz	37.19	41.16	185.95	205.82	
	Anqulo 3" x 3" x 3/8" x 6m	2.00 pz	64.29	83.67	128.578	167.35	
	Pernos hex. ASTM 325 Ø1-1/4"x3-1/2" NC-5	8.00 pz		3.30		26.40	
	Pernos hex. ASTM 325 Ø1"x3-1/2" NC-5	8.00 pz		3.10		24.80	
	Tuerca Hex. Ø1-1/4"	8.00 pz		1.70		13.60	
	Tuerca Hex. Ø1"	8.00 pz		0.76		6.08	
	Arandela Plana Ø1-1/4"	16.00 pz		1.34		21.44	
	Arandela Plana Ø1"	16.00 pz		0.44		6.99	
	Arandela de Presión Ø1-1/4"	8.00 pz		0.90		7.20	
	Arandela de Presión Ø1"	8.00 pz		0.73		5.88	
				Peso Total:	5017.93 Kg		
	TOTAL GASTOS DIRECTOS						\$ 5,691.61

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

1.13 \$/kg

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 10: Soporte de refuerzo. Detalle de costo de materiales.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17' SOPORTES DE REFUERZO							
							MATERIALES
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	MATERIAL						\$ 909.52
	W 8" x 31# x 20'	2.00 pz	281.00	311.03	562	622.06	
	Pl. 25.0mm x 1200mm x 2400mm	0.25 pz	561.60	621.62	140.4	155.40	
	Pl. 19.0mm x 1200mm x 2400mm	0.25 pz	426.80	472.41	106.7	118.10	
	Pernos hex. ASTM 325 Ø1"x3-1/2" NC-5	8.00 pz		1.10		8.80	
	Tuerca Hex. Ø1"	8.00 pz		0.26		2.08	
	Arandela Plana Ø1"	16.00 pz		0.13		2.08	
	Arandela de Presión Ø1"	8.00 pz		0.12		0.99	
				Peso Total:	809.10 Kg		
	TOTAL GASTOS DIRECTOS						\$ 909.52

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

1.12 \$/kg

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 11: Cuerpo Principal. Detalle de costo de materiales.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							MATERIALES
CUERPO PRINCIPAL 9' x 9' x 8'							
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	MATERIAL						\$ 9,823.39
	Pl. 10,0mm x 1500mm x 3000mm	16.00 pz	351.00	388.51	5616	6216.18	
	Pl. 19,0mm x 1200mm x 2400mm	1 pz	426.80	472.41	426.8	472.41	
	Pl. 6,0mm x 1200mm x 2400mm	11 pz	134.80	149.21	1482.8	1641.27	
	Pl. 5,0mm x 1200mm x 2400mm	1 pz	112.30	124.30	112.3	124.30	
	Angulo 3" x 3" x 3/8" x 6m	6 pz	64.29	83.68	385.74	502.05	
	Pt. 2-1/2" x 1/2" x 6m	9 pz	37.19	41.16	334.71	370.48	
	Pernos hex. ASTM 325 Ø1"x3-1/2" NC-5	18 pz		3.10		55.80	
	Pernos hex. ASTM 325 Ø3/4" x 2" NC-5	76 pz		2.90		220.40	
	Tuerca Hex. Ø1"	18 pz		0.76		13.68	
	Tuerca Hex. Ø3/4"	76 pz		1.14		86.43	
	Arandela Plana Ø1"	36 pz		0.44		15.84	
	Arandela Plana Ø3/4"	152 pz		0.42		63.60	
	Arandela de Presión Ø1"	18 pz		0.73		13.14	
	Arandela de Presión Ø3/4"	76 pz		0.37		27.80	
				Peso Total:	8358.35 Kg		
	TOTAL GASTOS DIRECTOS						\$ 9,823.39

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

1.18 \$/kg

Cuadro 5. 12: Accesorios de carga y descarga. Detalle de costo de materiales.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPEADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							MATERIALES
ACCESORIOS DE CARGA Y DESCARGA							
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	MATERIAL						\$ 113.81
	Tub. SCH 40 Ø6" x 0.55m	1.00 pz	15.54	42.11	15.54	42.11	
	Brida Slip On Ø6"	3.00 pz	8.60	23.90	25.80	71.70	
				Peso Total:	41.34 Kg		
	TOTAL GASTOS DIRECTOS						\$ 113.81

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

2.75 \$/kg

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 13: Láminas de sedimentación. Detalle de costo de materiales.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17' LÁMINAS							
							MATERIALES
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	MATERIAL						\$ 2,326.72
	Pl. 2mm x 4' x 8'	34.00 pz	45.22	47.64	1537.48	1619.64	
	Anqulo 2" x 2" x 1/8"	34.00 pz	14.73	14.62	500.922	497.10	
	Pernos hex. ASTM 325 Ø3/8"x1" NC-5	136.00 pz		0.90		122.40	
	Tuerca Hex. Ø3/8"	136.00 pz		0.26		35.36	
	Arandela Plana Ø3/8"	272.00 pz		0.13		35.36	
	Arandela de Presión Ø3/8"	136.00 pz		0.12		16.86	
				Peso Total:	2038.40 Kg		
	TOTAL GASTOS DIRECTOS						\$ 2,326.72

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

1.14 \$/kg

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 14: Espesador de Láminas. Detalle de costo de materiales.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPEADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							
Total - Detalle						MATERIALES	
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	MATERIAL						\$ 25,115.41
	Total W 8" x 31# x 20'	14.00 pz	562.18	622.26	3936.16	4356.82	
	Total Pl. 25,0mm x 1500mm x 3000mm	2.00 pz	877.50	971.28	1755	1942.56	
	Total Pl. 25,0mm x 1200mm x 2400mm	0.25 pz	561.60	621.62	140.4	155.40	
	Total Pl. 19,0mm x 1500mm x 3000mm	2.50 pz	1333.80	1476.34	1667.25	1845.43	
	Total Pl. 19,0mm x 1200mm x 2400mm	1.25 pz	853.60	944.82	533.5	590.52	
	Total Pl. 10,0mm x 1500mm x 3000mm	25.00 pz	702.00	777.02	8775	9712.79	
	Total Pl. 6,0mm x 1500mm x 3000mm	1.00 pz	210.60	233.11	210.6	233.11	
	Total Pl. 6,0mm x 1200mm x 2400mm	11.00 pz	134.80	149.21	1482.8	1641.27	
	Total Pl. 5,0mm x 1200mm x 2400mm	1.00 pz	112.30	124.30	112.3	124.30	
	Total Pl. 2mm x 4' x 8'	34.00 pz	45.22	47.64	1537.48	1619.64	
	Total Angulo 3" x 3" x 3/8" x 6m	8.00 pz	128.58	167.35	514.318	669.40	
	Total Angulo 2-1/2" x 2-1/2" x 5/16" x 6m	4.00 pz	39.18	50.99	156.72	203.98	
	Total Angulo 2" x 2" x 1/8"	34.00 pz	14.73	14.62	500.922	497.10	
	Total Pt. 2-1/2" x 1/2" x 6m	14.00 pz	74.38	82.33	520.66	576.30	
	Total Tub. SCH 40 Ø6" x 0.55m	1.00 pz	15.54	42.11	15.543	42.11	
	Total Brida Slip On Ø6"	3.00 pz	8.60	23.90	25.8	71.70	
	Total Pernos hex. ASTM 325 Ø1-1/4"x3-1/2"	8.00 pz	0.00	3.30	0	26.40	
	Total Pernos hex. ASTM 325 Ø1"x3-1/2" NC	34.00 pz	0.00	7.30	0	89.40	
	Total Pernos hex. ASTM 325 Ø3/4" x 2" NC	76.00 pz	0.00	2.90	0	220.40	
	Total Pernos hex. ASTM 325 Ø3/8"x1" NC-5	136.00 pz	0.00	0.90	0	122.40	
	Total Tuerca Hex. Ø1-1/4"	8.00 pz	0.00	1.70	0	13.60	
	Total Tuerca Hex. Ø1"	34.00 pz	0.00	1.78	0	21.84	
	Total Tuerca Hex. Ø3/4"	76.00 pz	0.00	1.14	0	86.43	
	Total Tuerca Hex. Ø3/8"	136.00 pz	0.00	0.26	0	35.36	
	Total Arandela Plana Ø1-1/4"	16.00 pz	0.00	1.34	0	21.44	
	Total Arandela Plana Ø1"	68.00 pz	0.00	1.01	0	24.91	
	Total Arandela Plana Ø3/4"	152.00 pz	0.00	0.42	0	63.60	
	Total Arandela Plana Ø3/8"	272.00 pz	0.00	0.13	0	35.36	
	Total Arandela de Presión Ø1-1/4"	8.00 pz	0.00	0.90	0	7.20	
	Total Arandela de Presión Ø1"	34.00 pz	0.00	1.59	0	20.01	
	Total Arandela de Presión Ø3/4"	76.00 pz	0.00	0.37	0	27.80	
	Total Arandela de Presión Ø3/8"	136.00 pz	0.00	0.12	0	16.86	
	Total general			Peso Total:	21884.45 Kg		
	TOTAL GASTOS DIRECTOS						\$ 25,115.41

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

1.15 \$/kg

5.3. COSTO DE FABRICACIÓN.

Se continúa con el detalle de la fabricación de cada uno de los componentes del tanque espesador de láminas, y de igual forma se muestra un cuadro final resumiendo el costo de fabricación total.

Cuadro 5. 15: Soporte de Espesador de Láminas. Detalle de costo de fabricación.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							
SOPORTE DE ESPESADOR							FABRICACIÓN
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	INGENIERIA						\$ 133.59
	Global					133.59	
2	MATERIAL						
	W 8" x 31# x 20'	12 pz	281.18		3374.16		
	Pl. 25,0mm x 1500mm x 3000mm	2 pz	877.50		1755.00		
	Pl. 19,0mm x 1500mm x 3000mm	0.5 pz	666.90		333.45		
	Angulo 2-1/2" x 2-1/2" x 5/16" x 6m	4 pz	39.18		156.72		
				Peso Total:	5619.33 Kg		
3	CONSUMIBLES						\$ 455.52
	Oxigeno	11 m3		3.89		42.82	
	Acetileno	5 kq		8.47		42.36	
	Soldadura Supercito AWS 7018 Ø5/32"	35 kq		5.84		204.39	
	Soldadura Cellocord AWS 7018 Ø5/32"	35 kq		4.67		163.51	
	Trapo industrial	2.5 kq		0.97		2.43	
4	PINTURA						\$ 633.80
	Area total:	118.04 m2					
	Acondicionador de metal	15.49 ql		10.51		162.86	
	Base Anticorrosiva CPP	6.89 ql		30.17		207.76	
	Pintura Acabado CPP	7.23 ql		30.17		218.15	
	Thiner Acrílico	7.23 ql		6.23		45.04	
5	MAQUINAS HERRAMIENTAS						\$ 753.19
	Máq. De Soldar 440 v (Alquiler)	134.00 H-H		3.596		481.93	
	Equipo Oxicorte (Alquiler)	16.00 H-H		2.414		38.62	
	Amoladora (Alquiler)	81.00 H-H		1.822		147.61	
	Disco de Desbaste Ø7" x 1/4"	8.00 pz		5.295		42.36	
	Teclé 1 Tn	0.00 H-H - unid		2.414		0.00	
	Taladro	8.00 H-H		2.414		19.31	
	Soplete	20.00 H-H		1.168		23.36	

Cuadro 5. 15: Soporte de Espesador de Láminas. Detalle de costo de fabricación.

6 MANO DE OBRA				\$ 2.520.06
Supervisión al:	20.00%			
Supervisión	50.00 H-H	6.37 \$/H-H		\$ 318.46
Operarios	242.00 H-H	3.64 \$/H-H		\$ 880.90
Oficial	440.00 H-H	3.00 \$/H-H		\$ 1,320.71
7 DIVERSOS				\$ 2.309.35
Herramientas 5% MO				126.00
EPP's	92.00 día-per	0.64 \$/día-per		59.10
Rolado	0 kq	0.66 \$/kq		0.00
Plegado	0 kq	0.66 \$/kq		0.00
Montacarga 2tn	4.00 H-H	58.40 \$/H-H		233.59
Grúa de 5tn	13.00 H-H	116.79 \$/H-H		1,518.32
Transporte de materiales	0.00 viaje	35.04 \$/viaje		0.00
Alquiler de Andamios	267.00 días-curp	1.02 \$/día-cuerpo		272.34
Varios				100.00
TOTAL GASTOS DIRECTOS:				\$ 6.805.50

PERSONAL:

Habilitado: 2 Personas
 Ensamble de partes: 3 Personas

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

1.21 \$/kg

TIEMPO:

Habilitado: 7.20 días
 Ensamble de partes: 22.98 días

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 16: Cuerpo inferior y Cono de descarga. Detalle de costo de fabricación.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17' CUERPO INFERIOR 9' x 9' x 7' y CONO DE DESCARGA Ø3' x 2'							FABRICACIÓN
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	INGENIERIA						\$ 133.59
	Global					133.59	
2	MATERIAL						
	Pl. 10,0mm x 1500mm x 3000mm	9 pz	351.00		3159.00		
	Pl. 19,0mm x 1500mm x 3000mm	2 pz	666.90		1333.80		
	Pl. 6,0mm x 1500mm x 3000mm	1 pz	210.60		210.60		
	Pt. 2-1/2" x 1/2" x 6m	5 pz	37.19		185.95		
	Ángulo 3" x 3" x 3/8" x 6m	2 pz	64.29		128.58		
	Pernos hex. ASTM 325 Ø1-1/4"x3-1/2" NC-5	8 pz					
	Pernos hex. ASTM 325 Ø1"x3-1/2" NC-5	8 pz					
	Tuerca Hex. Ø1-1/4"	8 pz					
	Tuerca Hex. Ø1"	8 pz					
	Arandela Plana Ø1-1/4"	16 pz					
	Arandela Plana Ø1"	16 pz					
	Arandela de Presión Ø1-1/4"	8 pz					
	Arandela de Presión Ø1"	8 pz					
				Peso Total:	5017.93 Kg		
3	CONSUMIBLES						\$ 357.93
	Oxígeno	5 m3		3.89		19.47	
	Acetileno	2.5 kg		8.47		21.18	
	Soldadura Supercito AWS 7018 Ø5/32"	30 kg		5.84		175.19	
	Soldadura Cellocord AWS 7018 Ø5/32"	30 kg		4.67		140.15	
	Trapo industrial	2 kg		0.97		1.95	
4	PINTURA						\$ 620.08
	Area total:	115.49 m2					
	Acondicionador de metal	15.16 ql		10.51		159.33	
	Base Anticorrosiva CPP	6.74 ql		30.17		203.26	
	Pintura Acabado CPP	7.07 ql		30.17		213.42	
	Thiner Acrílico	7.07 ql		6.23		44.06	

Cuadro 5. 16: Cuerpo inferior y Cono de descarga. Detalle de costo de fabricación.

5 MAQUINAS HERRAMIENTAS				\$ 717.35
Máq. De Soldar 440 v (Alquiler)	92.00 H-H	3.596	330.88	
Equipo Oxicorte (Alquiler)	14.00 H-H	2.414	33.79	
Amoladora (Alquiler)	73.00 H-H	1.822	133.03	
Disco de Desbaste Ø7" x 1/4"	12.00 pz	5.295	63.54	
Teclé 1 Tn	51.00 H-H - unid	2.414	123.10	
Taladro	4.00 H-H	2.414	9.65	
Soplete	20.00 H-H	1.168	23.36	
6 MANO DE OBRA				\$ 1,920.34
Supervisión al:	20.00%			
Supervisión	38.00 H-H	6.37 \$/H-H	\$ 242.03	
Operarios	184.00 H-H	3.64 \$/H-H	\$ 669.77	
Oficial	336.00 H-H	3.00 \$/H-H	\$ 1,008.54	
7 DIVERSOS				\$ 2,106.08
Herramientas 5% MO			96.02	
EPP's	70.00 día-per	0.64 \$/día-per	44.97	
Rolado	1612 kg	0.66 \$/kg	1,068.76	
Plegado	0 kg	0.66 \$/kg	0.00	
Montacarga 2tn	2.00 H-H	58.40 \$/H-H	116.79	
Grúa de 5tn	5.00 H-H	116.79 \$/H-H	583.97	
Transporte de materiales	2.00 viaje	35.04 \$/viaje	70.08	
Alquiler de Andamios	25.00 días-curp	1.02 \$/día-cuerpo	25.50	
Varios			100.00	
TOTAL GASTOS DIRECTOS:				\$ 5,855.37

PERSONAL:

Habilitado: 2 Personas
 Ensamble de partes: 3 Personas

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

1.17 \$/kg

Habilitado: 4.88 días
 Ensamble de partes: 18.01 días

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 17: Soporte de refuerzo. Detalle de costo de fabricación.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPESADOR DE LAMINAS 9' x 9' x 17'							FABRICACIÓN
SOPORTES DE REFUERZO							
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	INGENIERIA						\$ 0.00
	Global					0.00	
2	MATERIAL						
	W 8" x 31# x 20'	2 pz	281.00		562.00		
	Pl. 25.0mm x 1200mm x 2400mm	0.25 pz	561.60		140.40		
	Pl. 19.0mm x 1200mm x 2400mm	0.25 pz	426.80		106.70		
	Pernos hex. ASTM 325 Ø1"x3-1/2" NC-5	8 pz					
	Tuerca Hex. Ø1"	8 pz					
	Arandela Plana Ø1"	16 pz					
				Peso Total:	809.10 Kg		
3	CONSUMIBLES						\$ 60.75
	Oxigeno	1 m3		3.89		3.89	
	Acetileno	0.45 kq		8.47		3.81	
	Soldadura Supercito AWS 7018 Ø5/32"	5 kq		5.84		29.20	
	Soldadura Cellocord AWS 7018 Ø5/32"	5 kq		4.67		23.36	
	Trapo industrial	0.5 kq		0.97		0.49	
4	PINTURA						\$ 95.46
	Area total:	17.78 m2					
	Acondicionador de metal	2.33 ql		10.51		24.53	
	Base Anticorrosiva CPP	1.04 ql		30.17		31.29	
	Pintura Acabado CPP	1.09 ql		30.17		32.86	
	Thiner Acrílico	1.09 ql		6.23		6.78	

Cuadro 5. 17: Soporte de refuerzo. Detalle de costo de fabricación.

5 MAQUINAS HERRAMIENTAS				\$ 72.92
Máq. De Soldar 440 v (Alquiler)	9.00 H-H	3.596	32.37	
Equipo Oxicorte (Alquiler)	2.00 H-H	2.414	4.83	
Amoladora (Alquiler)	7.00 H-H	1.822	12.76	
Disco de Desbaste Ø7" x 1/4"	3.00 pz	5.295	15.88	
Teclé 1 Tn	0.00 H-H - unid	2.414	0.00	
Taladro	1.00 H-H	2.414	2.41	
Soplete	4.00 H-H	1.168	4.67	
6 MANO DE OBRA				\$ 167.68
Supervisión al:	20.00%			
Supervisión	5.00 H-H	6.37 \$/H-H	\$ 31.85	
Operarios	20.00 H-H	3.64 \$/H-H	\$ 72.80	
Oficial	21.00 H-H	3.00 \$/H-H	\$ 63.03	
7 DIVERSOS				\$ 22.24
Herramientas 5% MO			8.38	
EPP's	6.00 día-per	0.64 \$/día-per	3.85	
Rolado	0 kg	0.66 \$/kg	0.00	
Plegado	0 kg	0.66 \$/kg	0.00	
Montacarga 2tn	0.00 H-H	58.40 \$/H-H	0.00	
Grúa de 5tn	0.00 H-H	116.79 \$/H-H	0.00	
Transporte de materiales	0.00 viaje	35.04 \$/viaje	0.00	
Alquiler de Andamios	0.00 días-curp	1.02 \$/día-cuerpo	0.00	
Varios			10.00	
TOTAL GASTOS DIRECTOS:				\$ 419.05

PERSONAL:

Habilitado: 2 Personas

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

0.52 \$/kg

TIEMPO (8h diarias):

Habilitado: 2.41 días

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 18: Cuerpo principal. Detalle de costo de fabricación.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPEADOR DE LAMINAS 9' x 9' x 17'							
CUERPO PRINCIPAL 9' x 9' x 8' FABRICACIÓN							
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	INGENIERIA						\$ 133.59
	Global					133.59	
2	MATERIAL						
	Pl. 10.0mm x 1500mm x 3000mm	16 pz	351.00		5616.00		
	Pl. 19.0mm x 1200mm x 2400mm	1 pz	426.80		426.80		
	Pl. 6.0mm x 1200mm x 2400mm	11 pz	134.80		1482.80		
	Pl. 5.0mm x 1200mm x 2400mm	1 pz	112.30		112.30		
	Angulo 3" x 3" x 3/8" x 6m	6 pz	64.29		385.74		
	Pt. 2-1/2" x 1/2" x 6m	9 pz	37.19		334.71		
	Pernos hex. ASTM 325 Ø1"x3-1/2" NC-5	18 pz					
	Pernos hex. ASTM 325 Ø3/4" x 2" NC-5	76 pz					
	Tuerca Hex. Ø1"	18 pz					
	Tuerca Hex. Ø3/4"	76 pz					
	Arandela Plana Ø1"	36 pz					
	Arandela Plana Ø3/4"	152 pz					
	Arandela de Presión Ø1"	18 pz					
	Arandela de Presión Ø3/4"	76 pz					
				Peso Total:	8358.35 Kg		
3	CONSUMIBLES						\$ 687.08
	Oxigeno	16 m3		3.89		62.29	
	Acetileno	9 kg		8.47		76.24	
	Soldadura Supercito AWS 7018 Ø5/32"	52 kg		5.84		303.66	
	Soldadura Cellocord AWS 7018 Ø5/32"	52 kg		4.67		242.93	
	Trapo industrial	2 kg		0.97		1.95	
4	PINTURA						\$ 1,271.08
	Area total:	236.74 m2					
	Acondicionador de metal	31.07 ql		10.51		326.61	
	Base Anticorrosiva CPP	13.81 ql		30.17		416.66	
	Pintura Acabado CPP	14.50 ql		30.17		437.49	
	Thiner Acrilico	14.50 ql		6.23		90.32	

Cuadro 5. 18: Cuerpo principal. Detalle de costo de fabricación.

5 MAQUINAS HERRAMIENTAS				\$ 1,247.71
Máq. De Soldar 440 v (Alquiler)	151.00 H-H	3.596	543.07	
Equipo Oxicorte (Alquiler)	22.00 H-H	2.414	53.10	
Amoladora (Alquiler)	123.00 H-H	1.822	224.15	
Disco de Desbaste Ø7" x 1/4"	14.00 pz	5.295	74.13	
Tecla 1 Tn	124.00 H-H - unid	2.414	299.30	
Taladro	3.00 H-H	2.414	7.24	
Soplete	40.00 H-H	1.168	46.72	
6 MANO DE OBRA				\$ 3,177.64
Supervisión al:	20.00%			
Supervisión	62.00 H-H	6.37 \$/H-H	\$ 394.89	
Operarios	306.00 H-H	3.64 \$/H-H	\$ 1,113.86	
Oficial	556.00 H-H	3.00 \$/H-H	\$ 1,668.89	
7 DIVERSOS				\$ 624.74
Herramientas 5% MO			158.88	
EPP's	115.00 día-per	0.64 \$/día-per	73.87	
Rolado	0 kg	0.66 \$/kg	0.00	
Plegado	0 kg	0.66 \$/kg	0.00	
Montacarga 2tn	3.00 H-H	58.40 \$/H-H	175.19	
Grúa de 5tn	1.00 H-H	116.79 \$/H-H	116.79	
Transporte de materiales	0.00 viaje	35.04 \$/viaje	0.00	
Alquiler de Andamios	0.00 días-curp	1.02 \$/día-cuerpo	0.00	
Varios			100.00	
TOTAL GASTOS DIRECTOS:				\$ 7,141.84

PERSONAL:

Habilitado: 2 Personas
 Ensamble de partes: 3 Personas

Costo Unitario (C.U.):

0.85 \$/kg

TIEMPO (8h diarias):

Habilitado: 7.72 días
 Ensamble de partes: 30.24 días

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 19: Accesorios de carga y descarga. Detalle de costo de fabricación.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							
ACCESORIOS DE CARGA Y DESCARGA						FABRICACIÓN	
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	INGENIERIA						\$ 0.00
	Global					0.00	
2	MATERIAL						
	Tub. SCH 40 Ø6" x 0.55m	1 pz	15.54		15.54		
	Brida Slip On Ø6"	3 pz	8.60		25.80		
				Peso Total:	41.34 Kg		
3	CONSUMIBLES						\$ 6.87
	Oxígeno	0.2 m3		3.89		0.78	
	Acetileno	0.2 kg		8.47		1.69	
	Soldadura Supercito AWS 7018 Ø5/32"	0.4 kg		5.84		2.34	
	Soldadura Cellocord AWS 7018 Ø5/32"	0.4 kg		4.67		1.87	
	Trapo industrial	0.2 kg		0.97		0.19	
4	PINTURA						\$ 3.97
	Area total:	0.74 m2					
	Acondicionador de metal	0.10 ql		10.51		1.02	
	Base Anticorrosiva CPP	0.04 ql		30.17		1.30	
	Pintura Acabado CPP	0.05 ql		30.17		1.37	
	Thiner Acrílico	0.05 ql		6.23		0.28	
5	MAQUINAS HERRAMIENTAS						\$ 30.30
	Máq. De Soldar 440 v (Alquiler)	2.00 H-H		3.596		7.19	
	Equipo Oxicorte (Alquiler)	1.00 H-H		2.414		2.41	
	Amoladora (Alquiler)	2.00 H-H		1.822		3.64	
	Disco de Desbaste Ø7" x 1/4"	3.00 pz		5.295		15.88	
	Tecla 1 Tn	0.00 H-H - unid		2.414		0.00	
	Taladro	0.00 H-H		2.414		0.00	
	Soplete	1.00 H-H		1.168		1.17	

Cuadro 5. 19: Accesorios de carga y descarga. Detalle de costo de fabricación.

6 MANO DE OBRA				\$ 32.94
Supervisión al:	20.00%			
Supervisión	1.00 H-H	6.37 \$/H-H	6.37	
Operarios	4.00 H-H	3.64 \$/H-H	14.56	
Oficial	4.00 H-H	3.00 \$/H-H	12.01	
7 DIVERSOS				\$ 22.93
Herramientas 5% MO			1.65	
EPP's	2.00 día-per	0.64 \$/día-per	1.28	
Rolado	0 kg	0.66 \$/kg	0.00	
Plegado	0 kg	0.66 \$/kg	0.00	
Montacarga 2tn	0.00 H-H	58.40 \$/H-H	0.00	
Grúa de 5tn	0.00 H-H	116.79 \$/H-H	0.00	
Transporte de materiales	0.00 viaje	35.04 \$/viaje	0.00	
Alquiler de Andamios	0.00 días-curp	1.02 \$/día-cuerpo	0.00	
Varios			20.00	
TOTAL GASTOS DIRECTOS:				\$ 97.02

PERSONAL:

Fabricación: 2 Personas

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

2.35 \$/kg

TIEMPO (8h diarias):

Fabricación: 0.46 días

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 20: Láminas de Sedimentación. Detalle de costo de fabricación.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPEADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							
LÁMINAS							FABRICACIÓN
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	INGENIERIA						\$ 0.00
	Global					0.00	
2	MATERIAL						
	Pl. 2mm x 4' x 8'	34 pz	45.22		1537.48		
	Anqulo 2" x 2" x 1/8"	34 pz	14.73		500.92		
	Pernos hex. ASTM 325 Ø3/8"x1" NC-5	136 pz					
	Tuerca Hex. Ø3/8"	136 pz					
	Arandela Plana Ø3/8"	272 pz					
	Arandela de Presión Ø3/8"	136 pz					
				Peso Total:	2038.40 Kg		
3	CONSUMIBLES						\$ 0.10
	Oxigeno	0 m3		3.89		0.00	
	Acetileno	0 kq		8.47		0.00	
	Soldadura Supercito AWS 7018 Ø5/32"	0 kq		5.84		0.00	
	Soldadura Cellocord AWS 7018 Ø5/32"	0 kq		4.67		0.00	
	Trapo industrial	0.1 kq		0.97		0.10	
4	PINTURA						\$ 0.00
	Area total:	0.00 m2					
	Acondicionador de metal	0.00 gl		10.51		0.00	
	Base Anticorrosiva CPP	0.00 gl		30.17		0.00	
	Pintura Acabado CPP	0.00 gl		30.17		0.00	
	Thiner Acrílico	0.00 gl		6.23		0.00	

Cuadro 5. 20: Láminas de Sedimentación. Detalle de costo de fabricación.

5 MÁQUINAS HERRAMIENTAS				\$ 30.66
Máq. De Soldar 440 v (Alquiler)	0.00 H-H		3.596	0.00
Equipo Oxicorte (Alquiler)	2.00 H-H		2.414	4.83
Amoladora (Alquiler)	2.00 H-H		1.822	3.64
Disco de Desbaste Ø7" x 1/4"	1.00 pz		5.295	5.29
Teclé 1 Tn	0.00 H-H - unid		2.414	0.00
Taladro	7.00 H-H		2.414	16.90
Soplete	0.00 H-H		1.168	0.00
6 MANO DE OBRA				\$ 180.33
Supervisión al:	20.00%			
Supervisión	5.00 H-H		6.37 \$/H-H	31.85
Operarios	21.00 H-H		3.64 \$/H-H	76.44
Oficial	24.00 H-H		3.00 \$/H-H	72.04
7 DIVERSOS				\$ 1,171.34
Herramientas 5% MO				9.02
EPP's	7.00 dia-per		0.64 \$/dia-per	4.50
Rolado	0 kg		0.66 \$/kg	0.00
Plegado	1537.48 kg		0.66 \$/kg	1,019.35
Montacarga 2tn	1.00 H-H		58.40 \$/H-H	58.40
Grúa de 5tn	0.00 H-H		116.79 \$/H-H	0.00
Transporte de materiales	2.00 viaje		35.04 \$/viaje	70.08
Alquiler de Andamios	0.00 días-curp		1.02 \$/dia-cuerpo	0.00
Varios				10.00
TOTAL GASTOS DIRECTOS:				\$ 1,382.42

PERSONAL:

Habilitado: 2 Personas

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

0.68 \$/kg

TIEMPO (8h diarias):

Habilitado: 2.56 dias

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 21: Espesador de Láminas. Detalle de costo de fabricación.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							
Total - Detalle							FABRICACIÓN
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	INGENIERIA Global					400.76	\$ 400.76
2	MATERIAL Global	1.00 qlb	21884.45		21884.45		
				Peso Total:	21884.45 Kg		
3	CONSUMIBLES						\$ 1,568.24
	Oxigeno	33.2 m3		3.89		129.25	
	Acetileno	17.15 kg		8.47		145.29	
	Soldadura Supercito AWS 7018 Ø5/32"	122.4 kg		5.84		714.78	
	Soldadura Cellocord AWS 7018 Ø5/32"	122.4 kg		4.67		571.82	
	Trapo industrial	7.3 kg		0.97		7.10	
4	PINTURA						\$ 2 624.40
	Area total:	488.79 m2					
	Acondicionador de metal	64.15 ql		10.51		674.35	
	Base Anticorrosiva CPP	28.51 ql		30.17		860.28	
	Pintura Acabado CPP	29.94 ql		30.17		903.29	
	Thiner Acrílico	29.94 ql		6.23		186.49	
5	MÁQUINAS HERRAMIENTAS						\$ 2 852.13
	Máq. De Soldar 440 v (Alquiler)	388.00 H-H		3.596		1395.43	
	Equipo Oxicorte (Alquiler)	57.00 H-H		2.414		137.58	
	Amoladora (Alquiler)	288.00 H-H		1.822		524.84	
	Disco de Desbaste Ø7" x 1/4"	41.00 pz		5.295		217.08	
	Teclé 1 Tn	175.00 H-H - unid		2.414		422.40	
	Taladro	23.00 H-H		2.414		55.52	
	Soplete	85.00 H-H		1.168		99.27	

Cuadro 5. 21: Espesador de Láminas. Detalle de costo de fabricación.

6 MANO DE OBRA				\$ 7,998.99
Supervisión	161.00 H-H	6.37 \$/H-H	1025.43	
Operarios	777.00 H-H	3.64 \$/H-H	2828.34	
Oficial	1381.00 H-H	3.00 \$/H-H	4145.21	
7 DIVERSOS				\$ 6,256.67
Herramientas 5% MO			399.95	
EPP's	292.00 dia-per	0.64 \$/dia-per	187.57	
Rolado	1612 kq	0.66 \$/kq	1068.76	
Plegado	1537.48 kq	0.66 \$/kq	1019.35	
Montacarga 2tn	10.00 H-H	58.40 \$/H-H	583.97	
Grúa de 5tn	19.00 H-H	116.79 \$/H-H	2219.08	
Transporte de materiales	4.00 viaie	35.04 \$/viaie	140.15	
Alquiler de Andamios	292.00 días-curp	1.02 \$/día-cuerpo	297.84	
Varios			340.00	
				\$ 21,701.20

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

0.99 \$/kg

Fuente: Elaboración propia.

5.4. COSTO DE MONTAJE.

Finalmente, se presentan cuadros que indican el costo de montaje de los componentes por separado, y de igual forma a los costos anteriores, se tiene un cuadro final de resumen.

Cuadro 5. 22: Soporte de Espesador de Láminas. Detalle de costo de montaje.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPEADOR DE LAMINAS 9' x 9' x 17'							MONTAJE
SOPORTE DE ESPEADOR							
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	INGENIERIA						\$ 0.00
	Global					0.00	
2	MATERIAL						
	W 8" x 31# x 20'	12 pz	281.18		3374.16		
	Pl. 25.0mm x 1500mm x 3000mm	2 pz	877.50		1755.00		
	Pl. 19.0mm x 1500mm x 3000mm	0.5 pz	666.90		333.45		
	Ángulo 2-1/2" x 2-1/2" x 5/16" x 6m	4 pz	39.18		156.72		
				Peso Total:	5619.33 Kg		
3	CONSUMIBLES						\$ 16.80
	Oxigeno	1 m3		3.89		3.89	
	Acetileno	0.225 kg		8.47		1.91	
	Soldadura Supercito AWS 7018 Ø5/32"	1 kg		5.84		5.84	
	Soldadura Cellocord AWS 7018 Ø5/32"	1 kg		4.67		4.67	
	Trapo industrial	0.5 kg		0.97		0.49	
4	PINTURA						\$ 12.68
	Area total:	2.36 m2					
	Acondicionador de metal	0.31 gl		10.51		3.26	
	Base Anticorrosiva CPP	0.14 gl		30.17		4.16	
	Pintura Acabado CPP	0.14 gl		30.17		4.36	
	Thiner Acrílico	0.14 gl		6.23		0.90	
5	MAQUINAS HERRAMIENTAS						\$ 39.02
	Mâq. De Soldar 440 v (Alquiler)	2.00 H-H		3.596		7.19	
	Equipo Oxicorte (Alquiler)	2.00 H-H		2.414		4.83	
	Amoladora (Alquiler)	2.00 H-H		1.822		3.64	
	Disco de Desbaste Ø7" x 1/4"	1.00 pz		5.295		5.29	
	Teclé 1 Tn	7.00 H-H - unid		2.414		16.90	
	Soplete	1.00 H-H		1.168		1.17	

Cuadro 5. 22: Soporte de Espesador de Láminas. Detalle de costo de montaje.

6 MANO DE OBRA					\$ 189.15
Supervisión al:	100.00%				
Supervisión	12.00 H-H	6.37 \$/H-H	100.00%	\$ 76.43	
Operarios	12.00 H-H	3.64 \$/H-H		\$ 43.68	
Oficial	23.00 H-H	3.00 \$/H-H		\$ 69.04	
7 DIVERSOS					\$ 178.82
Herramientas 5% MO				9.46	
EPP's	4.00 día-per	0.64 \$/día-per		2.57	
Montacarga 2tn	0.00 H-H	58.40 \$/H-H		0.00	
Grúa de 5tn	1.00 H-H	116.79 \$/H-H		116.79	
Transporte de materiales	0.00 viaje	35.04 \$/viaje		0.00	
Alquiler de Andamios	0.00 días-curp	1.02 \$/día-cuerpo		0.00	
Varios				50.00	
TOTAL GASTOS DIRECTOS:					\$ 436.47

PERSONAL:

Montaje: 3 Personas

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

0.08 \$/kg

TIEMPO (12h diarias):

Montaje: 0.96 días

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 23: Cuerpo inferior y Cono de descarga. Detalle de costo de montaje.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPEADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							
CUERPO INFERIOR 9' x 9' x 7' y CONO DE DESCARGA Ø3' x 2'							
MONTAJE							
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	INGENIERIA						\$ 0.00
	Global					0.00	
2	MATERIAL						
	Pl. 10.0mm x 1500mm x 3000mm	9 pz	351.00		3159.00		
	Pl. 19.0mm x 1500mm x 3000mm	2 pz	666.90		1333.80		
	Pl. 6.0mm x 1500mm x 3000mm	1 pz	210.60		210.60		
	Pt. 2-1/2" x 1/2" x 6m	5 pz	37.19		185.95		
	Angulo 3" x 3" x 3/8" x 6m	2 pz	64.29		128.58		
	Pernos hex. ASTM 325 Ø1-1/4"x3-1/2" NC-	8 pz					
	Pernos hex. ASTM 325 Ø1"x3-1/2" NC-5	8 pz					
	Tuerca Hex. Ø1-1/4"	8 pz					
	Tuerca Hex. Ø1"	8 pz					
	Arandela Plana Ø1-1/4"	16 pz					
	Arandela Plana Ø1"	16 pz					
	Arandela de Presión Ø1-1/4"	8 pz					
	Arandela de Presión Ø1"	8 pz					
				Peso Total:	5017.93 Kg		
3	CONSUMIBLES						\$ 16.80
	Oxigeno	1 m3		3.89		3.89	
	Acetileno	0.225 kg		8.47		1.91	
	Soldadura Supercito AWS 7018 Ø5/32"	1 kg		5.84		5.84	
	Soldadura Cellocord AWS 7018 Ø5/32"	1 kg		4.67		4.67	
	Trapo industrial	0.5 kg		0.97		0.49	
4	PINTURA						\$ 12.40
	Area total:	2.31 m2					
	Acondicionador de metal	0.30 ql		10.51		3.19	
	Base Anticorrosiva CPP	0.13 ql		30.17		4.07	
	Pintura Acabado CPP	0.14 ql		30.17		4.27	
	Thiner Acrílico	0.14 ql		6.23		0.88	

Cuadro 5. 23: Cuerpo inferior y Cono de descarga. Detalle de costo de montaje.

5 MAQUINAS HERRAMIENTAS					\$ 14.30
Máq. De Soldar 440 v (Alquiler)	1.00 H-H	3.596		3.60	
Equipo Oxicorte (Alquiler)	1.00 H-H	2.414		2.41	
Amoladora (Alquiler)	1.00 H-H	1.822		1.82	
Disco de Desbaste Ø7" x 1/4"	1.00 pz	5.295		5.29	
Tecla 1 Tn	0.00 H-H - unid	2.414		0.00	
Soplete	1.00 H-H	1.168		1.17	
6 MANO DE OBRA					\$ 128.10
Supervisión al:	100.00%				
Supervisión	8.00 H-H	6.37 \$/H-H	100.00%	\$ 50.95	
Operarios	8.00 H-H	3.64 \$/H-H		\$ 29.12	
Oficial	16.00 H-H	3.00 \$/H-H		\$ 48.03	
7 DIVERSOS					\$ 29.35
Herramientas 5% MO				6.40	
EPP's	3.00 dia-per	0.64 \$/dia-per		1.93	
Montacarga 2tn	0.00 H-H	58.40 \$/H-H		0.00	
Grúa de 5tn	0.00 H-H	116.79 \$/H-H		0.00	
Transporte de materiales	0.00 viaje	35.04 \$/viaje		0.00	
Alquiler de Andamios	1.00 dias-curp	1.02 \$/dia-cuerpo		1.02	
Varios				20.00	
TOTAL GASTOS DIRECTOS:					\$ 200.95

PERSONAL:

Montaje: 3 Personas

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

0.04 \$/kg

TIEMPO (12h diarias):

Montaje: 0.65 días

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 24: Soporte de refuerzo. Detalle de costo de montaje.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							MONTAJE
SOPORTES DE REFUERZO							
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	INGENIERIA						\$ 0.00
	Global					0.00	
2	MATERIAL						
	W 8" x 31# x 20'	2 pz	281.00		562.00		
	Pl. 25,0mm x 1200mm x 2400mm	0.25 pz	561.60		140.40		
	Pl. 19,0mm x 1200mm x 2400mm	0.25 pz	426.80		106.70		
	Pernos hex. ASTM 325 Ø1"x3-1/2" NC-5	8 pz					
	Tuerca Hex. Ø1"	8 pz					
	Arandela Plana Ø1"	16 pz					
				Peso Total:	809.10 Kg		
3	CONSUMIBLES						\$ 2.72
	Oxigeno	0.2 m3		3.89		0.78	
	Acetileno	0.2 kq		8.47		1.69	
	Soldadura Supercito AWS 7018 Ø5/32"	0 kq		5.84		0.00	
	Soldadura Cellocord AWS 7018 Ø5/32"	0 kq		4.67		0.00	
	Trapo industrial	0.25 kq		0.97		0.24	
4	PINTURA						\$ 9.55
	Area total:	1.78 m2					
	Acondicionador de metal	0.23 gl		10.51		2.45	
	Base Anticorrosiva CPP	0.10 gl		30.17		3.13	
	Pintura Acabado CPP	0.11 gl		30.17		3.29	
	Thiner Acrilico	0.11 gl		6.23		0.68	

Cuadro 5. 24: Soporte de refuerzo. Detalle de costo de montaje.

5 MÁQUINAS HERRAMIENTAS				\$ 1.17
Máq. De Soldar 440 v (Alquiler)	0.00 H-H	3.596	0.00	
Equipo Oxicorte (Alquiler)	0.00 H-H	2.414	0.00	
Amoladora (Alquiler)	0.00 H-H	1.822	0.00	
Disco de Desbaste Ø7" x 1/4"	0.00 pz	5.295	0.00	
Teclé 1 Tn	0.00 H-H - unid	2.414	0.00	
Soplete	1.00 H-H	1.168	1.17	
6 MANO DE OBRA				\$ 26.29
Supervisión al:	20.00%			
Supervisión	1.00 H-H	6.37 \$/H-H	\$ 6.37	
Operarios	3.00 H-H	3.64 \$/H-H	\$ 10.92	
Oficial	3.00 H-H	3.00 \$/H-H	\$ 9.00	
7 DIVERSOS				\$ 11.96
Herramientas 5% MO			1.31	
EPP's	1.00 dia-per	0.64 \$/dia-per	0.64	
Montacarga 2tn	0.00 H-H	58.40 \$/H-H	0.00	
Grúa de 5tn	0.00 H-H	116.79 \$/H-H	0.00	
Transporte de materiales	0.00 viaje	35.04 \$/viaje	0.00	
Alquiler de Andamios	0.00 días-curp	1.02 \$/día-cuerpo	0.00	
Varios			10.00	
TOTAL GASTOS DIRECTOS:				\$ 51.68

PERSONAL:

Montaje 2 Personas

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

0.06 \$/kg

TIEMPO (12h diarias):

Montaje 0.21 días

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 25: Cuerpo principal. Detalle de costo de montaje.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							
CUERPO PRINCIPAL 9' x 9' x 8'							MONTAJE
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unlt. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	INGENIERIA						\$ 0.00
	Global					0.00	
2	MATERIAL						
	Pl. 10,0mm x 1500mm x 3000mm	16 pz	351.00		5616.00		
	Pl. 19,0mm x 1200mm x 2400mm	1 pz	426.80		426.80		
	Pl. 6,0mm x 1200mm x 2400mm	11 pz	134.80		1482.80		
	Pl. 5,0mm x 1200mm x 2400mm	1 pz	112.30		112.30		
	Ángulo 3" x 3" x 3/8" x 6m	6 pz	64.29		385.74		
	Pt. 2-1/2" x 1/2" x 6m	9 pz	37.19		334.71		
	Pernos hex. ASTM 325 Ø1" x 3-1/2" NC-5	18 pz					
	Pernos hex. ASTM 325 Ø3/4" x 2" NC-5	76 pz					
	Tuerca Hex. Ø1"	18 pz					
	Tuerca Hex. Ø3/4"	76 pz					
	Arandela Plana Ø1"	36 pz					
	Arandela Plana Ø3/4"	152 pz					
	Arandela de Presión Ø1"	18 pz					
	Arandela de Presión Ø3/4"	76 pz					
				Peso Total:	8358.35 Kg		
3	CONSUMIBLES						\$ 16.80
	Oxígeno	1 m3		3.89		3.89	
	Acetileno	0.225 kq		8.47		1.91	
	Soldadura Supercito AWS 7018 Ø5/32"	1 kq		5.84		5.84	
	Soldadura Cellocord AWS 7018 Ø5/32"	1 kq		4.67		4.67	
	Trapo industrial	0.5 kq		0.97		0.49	
4	PINTURA						\$ 25.42
	Area total:	4.73 m2					
	Acondicionador de metal	0.62 ql		10.51		6.53	
	Base Anticorrosiva CPP	0.28 ql		30.17		8.33	
	Pintura Acabado CPP	0.29 ql		30.17		8.75	
	Thiner Acrílico	0.29 ql		6.23		1.81	

Cuadro 5. 25: Cuerpo principal. Detalle de costo de montaje.

5 MÁQUINAS HERRAMIENTAS				\$ 13.13
Máq. De Soldar 440 v (Alquiler)	1.00 H-H		3.596	3.60
Equipo Oxicorte (Alquiler)	1.00 H-H		2.414	2.41
Amoladora (Alquiler)	1.00 H-H		1.822	1.82
Disco de Desbaste Ø7" x 1/4"	1.00 pz		5.295	5.29
Teclé 1 Tn	0.00 H-H - unid		2.414	0.00
Soplete	0.00 H-H		1.168	0.00
6 MANO DE OBRA				\$ 301.23
Supervisión al:	100.00%			
Supervisión	19.00 H-H		6.37 \$/H-H	\$ 121.01
Operarios	19.00 H-H		3.64 \$/H-H	\$ 69.16
Oficial	37.00 H-H		3.00 \$/H-H	\$ 111.06
7 DIVERSOS				\$ 98.72
Herramientas 5% MO				15.06
EPP's	7.00 día-per		0.64 \$/día-per	4.50
Montacarga 2tn	0.00 H-H		58.40 \$/H-H	0.00
Grúa de 5tn	0.00 H-H		116.79 \$/H-H	0.00
Transporte de materiales	0.00 viaje		35.04 \$/viaje	0.00
Alquiler de Andamios	58.00 días-curp		1.02 \$/día-cuerpo	59.16
Varios				20.00
TOTAL GASTOS DIRECTOS:				\$ 455.30

PERSONAL:

Montaje 3 Personas

Costo Unitario (C.U.):

0.05 \$/kg

TIEMPO (12h diarias):

Montaje 1.50 días

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 26: Accesorios de carga y descarga. Detalle de costo de montaje.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPEADOR DE LAMINAS 9' x 9' x 17'							
ACCESORIOS DE CARGA Y DESCARGA							
MONTAJE							
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	INGENIERIA						\$ 0.00
0	Global					0.00	
2	MATERIAL						
	Tub. SCH 40 Ø6" x 0.55m	1 pz	15.54		15.54		
	Brida Slip On Ø6"	3 pz	8.60		25.80		
				Peso Total:	41.34 Kg		
3	CONSUMIBLES						\$ 6.80
	Oxigeno	0.2 m3		3.89		0.78	
	Acetileno	0.2 kg		8.47		1.69	
	Soldadura Supercito AWS 7018 Ø5/32"	0.5 kg		5.84		2.92	
	Soldadura Cellocord AWS 7018 Ø5/32"	0.25 kg		4.67		1.17	
	Trapo industrial	0.25 kg		0.97		0.24	
4	PINTURA						\$ 0.40
	Area total:	0.07 m2					
	Acondicionador de metal	0.01 gl		10.51		0.10	
	Base Anticorrosiva CPP	0.00 gl		30.17		0.13	
	Pintura Acabado CPP	0.00 gl		30.17		0.14	
	Thiner Acrilico	0.00 gl		6.23		0.03	
5	MAQUINAS HERRAMIENTAS						\$ 7.19
	Máq. De Soldar 440 v (Alquiler)	2.00 H-H		3.596		7.19	
	Equipo Oxicorte (Alquiler)	0.00 H-H		2.414		0.00	
	Amoladora (Alquiler)	0.00 H-H		1.822		0.00	
	Disco de Desbaste Ø7" x 1/4"	0.00 pz		5.295		0.00	
	Teclé 1 Tn	0.00 H-H - unid		2.414		0.00	
	Soplete	0.00 H-H		1.168		0.00	

Cuadro 5. 26: Accesorios de carga y descarga. Detalle de costo de montaje.

6 MANO DE OBRA				\$ 26.29
Supervisión al:	20.00%			
Supervisión	1.00 H-H	6.37 \$/H-H	6.37	
Operarios	3.00 H-H	3.64 \$/H-H	10.92	
Oficial	3.00 H-H	3.00 \$/H-H	9.00	
7 DIVERSOS				\$ 21.96
Herramientas 5% MO			1.31	
EPP's	1.00 día-per	0.64 \$/día-per	0.64	
Montacarga 2tn	0.00 H-H	58.40 \$/H-H	0.00	
Grúa de 5tn	0.00 H-H	116.79 \$/H-H	0.00	
Transporte de materiales	0.00 viaje	35.04 \$/viaje	0.00	
Alquiler de Andamios	0.00 días-cuerpo	1.02 \$/día-cuerpo	0.00	
Varios			20.00	
TOTAL GASTOS DIRECTOS:				\$ 62.65

PERSONAL:

Montaje: 2 Personas

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

1.52 \$/kg

TIEMPO (12h diarias):

Montaje: 0.21 días

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 27: Láminas de Sedimentación. Detalle de costo de montaje.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPEADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							
LÁMINAS						MONTAJE	
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
=							
1	INGENIERIA						\$ 0.00
	Global					0.00	
2	MATERIAL						
	Pl. 2mm x 4' x 8'	34 pz	45.22		1537.48		
	Anchulo 2" x 2" x 1/8"	34 pz	14.73		500.92		
	Pernos hex. ASTM 325 Ø3/8"x1" NC-5	136 pz					
	Tuerca Hex. Ø3/8"	136 pz					
	Arandela Plana Ø3/8"	272 pz					
	Arandela de Presión Ø3/8"	136 pz					
				Peso Total:	2038.40 Kg		
3	CONSUMIBLES						\$ 160.63
	Oxígeno	0.2 m3		3.89		0.78	
	Acetileno	0.2 kq		8.47		1.69	
	Soldadura Supercito AWS 7018 Ø5/32"	15 kq		5.84		87.60	
	Soldadura Cellocord AWS 7018 Ø5/32"	15 kq		4.67		70.08	
	Trapo industrial	0.5 kq		0.97		0.49	
4	PINTURA						\$ 0.00
	Area total:	0.00 m2					
	Acondicionador de metal	0.00 ql		10.51		0.00	
	Base Anticorrosiva CPP	0.00 ql		30.17		0.00	
	Pintura Acabado CPP	0.00 ql		30.17		0.00	
	Thiner Acrílico	0.00 ql		6.23		0.00	
5	MÁQUINAS HERRAMIENTAS						\$ 277.36
	Máq. De Soldar 440 v (Alquiler)	68.00 H-H		3.596		244.56	
	Equipo Oxicorte (Alquiler)	0.00 H-H		2.414		0.00	
	Amoladora (Alquiler)	18.00 H-H		1.822		32.80	
	Disco de Desbaste Ø7" x 1/4"	0.00 pz		5.295		0.00	
	Tecla 1 Tn	0.00 H-H - unid		2.414		0.00	
	Soplete	0.00 H-H		1.168		0.00	

Cuadro 5. 27: Láminas de Sedimentación. Detalle de costo de montaje.

6 MANO DE OBRA				\$ 1,072.42
Supervisión al:	20.00%			
Supervisión	20.00 H-H	6.37 \$/H-H	127.38	
Operarios	98.00 H-H	3.64 \$/H-H	356.73	
Oficial	196.00 H-H	3.00 \$/H-H	588.31	
7 DIVERSOS				\$ 93.21
Herramientas 5% MO			53.62	
EPP's	27.00 día-per	0.64 \$/día-per	17.34	
Montacarga 2tn	0.00 H-H	58.40 \$/H-H	0.00	
Grúa de 5tn	0.00 H-H	116.79 \$/H-H	0.00	
Transporte de materiales	0.00 viaje	35.04 \$/viaje	0.00	
Alquiler de Andamios	12.00 días-curp	1.02 \$/día-cuerpo	12.24	
Varios			10.00	
TOTAL GASTOS DIRECTOS:				\$ 1,603.62

PERSONAL:			Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):	0.79 \$/kg
	Montaje	3 Personas		
TIEMPO (12h diarias):				
	Montaje	8.15 días		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 5. 28: Espesador de Láminas. . Detalle de costo de montaje.

INFORME DE SUFICIENCIA PLANTA CONCENTRADORA							
ESPESADOR DE LÁMINAS 9' x 9' x 17'							
Total - Detalle							MONTAJE
FIM-UNI Cot. 2012-07 N°01							
ITEM	ACTIVIDADES	Cantidad	Peso Unit. (kg)	Precio Unit. (\$.)	Peso Parcial (kg)	Precio Parcial (\$)	Precio Total (\$)
1	INGENIERIA Global					0.00	\$ 0.00
2	MATERIAL Global	1.00 glb	21884.45				
					21884.45		
				Peso Total:	21884.45 Kg		
3	CONSUMIBLES						\$ 220.54
	Oxigeno	3.6 m3		3.89		14.02	
	Acetileno	1.275 kg		8.47		10.80	
	Soldadura Supercito AWS 7018 Ø5/32"	18.5 kg		5.84		108.03	
	Soldadura Cellocord AWS 7018 Ø5/32"	18.25 kg		4.67		85.26	
	Trapo industrial	2.5 kg		0.97		2.43	
4	PINTURA						\$ 60.44
	Area total:	11.26 m2					
	Acondicionador de metal	1.48 gl		10.51		15.53	
	Base Anticorrosiva CPP	0.66 gl		30.17		19.81	
	Pintura Acabado CPP	0.69 gl		30.17		20.80	
	Thiner Acrilico	0.69 gl		6.23		4.29	
5	MÁQUINAS HERRAMIENTAS						\$ 352.17
	Máq. De Soldar 440 v (Alquiler)	74.00 H-H		3.596		266.14	
	Equipo Oxicorte (Alquiler)	4.00 H-H		2.414		9.65	
	Amoladora (Alquiler)	22.00 H-H		1.822		40.09	
	Disco de Desbaste Ø7" x 1/4"	3.00 pz		5.295		15.88	
	Teclé 1 Tn	7.00 H-H - unid		2.414		16.90	
	Soplete	3.00 H-H		1.168		3.50	

Cuadro 5. 28: Espesador de Láminas. . Detalle de costo de montaje.

6 MANO DE OBRA				\$ 1,743.50
Supervisión	61.00 H-H	6.37 \$/H-H	388.52	
Operarios	143.00 H-H	3.64 \$/H-H	520.53	
Oficial	278.00 H-H	3.00 \$/H-H	834.45	
7 DIVERSOS				\$ 434.01
Herramientas 5% MO			87.17	
EPP's	43.00 dia-per	0.64 \$/dia-per	27.62	
Montacarga 2tn	0.00 H-H	58.40 \$/H-H	0.00	
Grúa de 5tn	1.00 H-H	116.79 \$/H-H	116.79	
Transporte de materiales	0.00 viaje	35.04 \$/viaje	0.00	
Alquiler de Andamios	71.00 días-curp	1.02 \$/día-cuerpo	72.42	
Varios			130.00	
				\$ 2,810.66

Costo Unitario Directo Total (C.U.D. T.):

0.13 \$/kg

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES.

Al finalizar la elaboración del informe presentado, se tienen las siguientes conclusiones.

1. El espesador de concentrado de minerales de láminas, no requiere un equipo de arrastre de pulpa, teniendo como consecuencia un consumo nulo de energía eléctrica.
2. La superficie de sedimentación que se emplearía, se reduce en un 75%, comparado con la geometría de un tanque espesador tradicional para similar carga.
3. El diseño del tanque espesador de láminas, permite un fácil transporte desde el taller de fabricación hacia el lugar de operación.
4. La concepción del diseño del tanque espesador de láminas es tal que permite adecuar su instalación a diversos espacios, por su tamaño compacto y la susceptibilidad a cambios en las trayectorias de los flujos en la planta en donde operaría el equipo.

RECOMENDACIONES.

1. Emplee el tanque espesador de láminas para mezclas de densidad hasta 1.3 kg/cm³.
2. El tanque espesador de láminas diseñado, úsese en plantas de tratamiento de agua, pues en estas también se requiere separar sólidos de una mezcla.
3. El pintado exterior realizarlo cada 4 meses, pues durante la operación del mismo equipo o equipos adyacentes, se producen derrames de mezcla ensuciando lo exteriores de estos, los cuales son limpiados con agua, y que por gravedad llega a los sumideros de la sección para ser reingresados al proceso de beneficio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. American Institute of Steel Construction. Manual Steel Construction.
2. Fierro TRADI S.A Catálogo de productos.
3. Indura. Manual de Soldadura.
4. Metso Minerals. Edición 1, 2002. Manual Conceptos básicos en procesamiento de minerales.
5. Nordic Water. Multinacional pionera en tratamiento de aguas y aguas residuales. Disponible en www.nordicwater.com. (Visitado el 10-12-2012)
6. Oerlikon. Catálogo de Soldadura Automática y Semiautomática.
7. Polimeter S.A. Argentina (2001). Empleo de tintes penetrantes. Disponible en [www.randtplus.com/instrucc de uso.htm](http://www.randtplus.com/instrucc_de_uso.htm). (Visitado el 19-02-2010)
8. Productos y Servicio Mexiquense. distribución de pinturas y recubrimientos DuPont para mantenimiento industrial, aplicaciones arquitectónicas y repintado automotriz. Disponible en <http://www.psm-dupont.com.mx/index.html>. (Visitado el 02-10-2009)
9. Scribd. Biblioteca en línea. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/55085683/Capitulo-II-Planta-Concentradora-y-manejo-de-materiales>. (Visitado el 03-08-2012)
10. TEQUIMCO Técnica Química Comercial S.A. Disponible en <http://www.tequimco.com/dynamicdata/Pintura%20Epoxica.asp>. (Visitado el 21-05-2012)

APÉNDICE.

- Se añaden los cálculos referentes a la unión atornillada con empaquetadura entre el cuerpo inferior y cono de descarga de pulpa, así como entre la unión de los cuerpos superior e inferior.
- Esto se basa inicialmente en el cálculo de la fuerza de tracción en los pernos, empleando la fórmula que sigue:

$$F = F_i + K \cdot F_e.$$

Dónde:

F: Fuerza de tracción en el perno.

F_i: Fuerza de ajuste inicial.

K: Constante elástica de la unión.

F_e: Fuerza exterior aplicada a la unión.

- También se tiene el cálculo del torque a emplear.

$$T = 0.20 \cdot F_i \cdot d_b$$

Dónde:

T: Torque de ajuste.

d_b: Diámetro del perno.

**Unión atornillada con empaquetadura.
Sujección de Cono de descarga de pulpa.**

Datos de entrada:

Módulo de elasticidad del perno:	205.00 GPa
Módulo de elasticidad de las bridas:	200.00 GPa
Módulo de elasticidad de la empaquetadura:	34.40 GPa

Diámetro de pernos:	1 pulg.
Número de pernos:	8
Hilos por pulgada:	6 hilos/pulg
Sección transversal del perno:	506.7 mm ²
Area de esfuerzo:	906.6 mm ²
Longitud lisa:	22.0 mm
Longitud roscada:	34.0 mm
Longitud de 3 hilos:	12.7 mm
Esfuerzo de prueba del perno:	510.6 Mpa
Fuerza de prueba:	463 KN
Espesor de bridas (lado 1):	25.0 mm
Espesor de bridas (lado 2):	25.0 mm
Diámetro del agujero:	27.0 mm
Espesor de empaquetadura:	6.0 mm
Fuerza exterior en cada perno (Fe):	49 KN
Constante C:	2

Resultados:

Fuerza de tracción en el perno:

Fuerza de ajuste inicial (Fi):	60 KN
Carga exterior aplicada a la unión (Fe):	49 KN
Constante Elástica de la unión (K):	0.389
Fuerza de tracción (F) =	79 KN

Torque de ajuste:

Torque= 304 N-m

**Unión atornillada con empaquetadura.
Unión entre cuerpo superior e inferior.**

Datos de entrada:

Módulo de elasticidad del perno:	205.00 GPa
Módulo de elasticidad de las bridas:	200.00 GPa
Módulo de elasticidad de la empaquetadura:	34.40 GPa
Diámetro de pernos:	3/4 pulg.
Número de pernos:	76
Hilos por pulgada:	10 hilos/pulg
Sección transversal del perno:	285.0 mm ²
Area de esfuerzo:	215.8 mm ²
Longitud lisa:	12.8 mm
Longitud roscada:	38.3 mm
Longitud de 3 hilos:	7.6 mm
Esfuerzo de prueba del perno:	587.0 Mpa
Fuerza de prueba:	127 KN
Espesor de ángulo (lado 1):	8.0 mm
Espesor de ángulo (lado 2):	8.0 mm
Diámetro del agujero:	20.6 mm
Espesor de empaquetadura:	6.0 mm
Fuerza exterior:	50 KN
Constante C:	2

Resultados:

Fuerza de tracción en el perno:

Fuerza de ajuste inicial:	71 KN
Carga exterior aplicada a la unión:	50 KN
Constante Elástica de la unión (K):	0.289
Fuerza de tracción (F) =	86 KN

Torque de ajuste:

Torque= 271 N-m