

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**PROYECTO DE FABRICACIÓN Y MONTAJE DE 02 TANQUES  
DE 80,000 BBLs PARA ALMACENAMIENTO DE ÁCIDO  
SULFÚRICO**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO MECÁNICO**

**PRESENTADO POR:**

**PEDRO GERARDO MENDOZA VILLAGOMEZ**

**PROMOCIÓN**

**2001-I**

**LIMA – PERÚ  
2006**

**FABRICACION Y MONTAJE DE 02 TANQUES DE 80,000 BARRILES  
PARA ALMACENAMIENTO DE ACIDO SULFURICO**

**TABLA DE CONTENIDO**

PROLOGO	1
CAPITULO 1. INTRODUCCION	
1.1 Antecedentes	3
1.2 Objetivo	4
1.3 Alcance	
CAPITULO 2. ALCANCE DEL PROYECTO	
2.1 Información Del Proyecto	6
2.2 Declaración Del Alcance	7
2.2.1 Producto y Entregables Del Proyecto	8
2.2.2 Objetivos Del Proyecto	8
2.3 Plan de Manejo Del Alcance	11
2.4 Estructura de Descomposición del Trabajo	12
CAPITULO 3. FABRICACION	
3.1 Planificación	16
3.1.1 Lista De Actividades	16
3.1.2 Diagrama de Red	21

3.1.3 Recursos Necesarios	23
3.1.4 Estimación De Duración De Las Actividades	30
3.1.5 Cronograma	40
3.1.6 Curva S y Flujo De Mano De Obra	43
3.2 Inspección	46
3.2.1 Recepción de Materiales	46
3.2.2 Trazabilidad	47
3.2.3 Control Dimensional	47
3.2.4 Inspección Visual de Soldadura	48
3.2.5 Inspección por Ultrasonido	48
3.2.6 Preparación Superficial	48
3.2.7 Aplicación de Pintura	49
<b>CAPITULO 4. MONTAJE</b>	<b>51</b>
4.1 Planificación	51
4.1.1 Lista De Actividades	51
4.1.2 Diagrama de Red	58
4.1.3 Recursos Necesarios	60
4.1.4 Estimación De Duración De Las Actividades	77
4.1.5 Cronograma	92
4.1.6 Curva S y Flujo De Mano De Obra	94
4.2 Inspección	97
4.2.1 Inspección Visual de Soldadura	97

4.2.2 Placas Radiográficas	98
4.2.3 Control Dimensional	98
4.2.4 Prueba Neumática	100
4.2.5 Prueba de Vacío	101
4.2.6 Inspección por Tintes Penetrantes Unión Casco Fondo	102
4.2.7 Aplicación de Pintura	102
CAPITULO 5. COSTOS DEL PROYECTO	105
5.1 Estimación De Costo	105
5.2 Curva de Línea Base Del Costo	123
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	125
BIBLIOGRFIA	128
ANEXOS	129
A. Data Sheet	130
B. Memoria de Cálculo	132
C. Planos	157
D. Fotos	178
E. Norma API 650	182
F. Estándar NACE RP0294	183
G. Especificaciones Técnicas de Pintura	216



## PROLOGO

El presente Informe de Suficiencia se basa en la experiencia alcanzada en el planificación y ejecución de proyectos de fabricación y montaje metalmecánicos la cual es aplicada a un proyecto de fabricación y montaje de 02 tanques de ácido sulfúrico de 36.6 m de diámetro y 12.2 m de altura para la empresa Southern Peru Copper Corporation en su fundición de cobre de la ciudad de Ilo, departamento de Moquegua, Perú. En este proyecto tuve la oportunidad de ejercer como Ingeniero Residente.

El objetivo que persigue este informe es desarrollar la planificación del proyecto mencionado de tal manera que la forma en la que se plantean las diferentes etapas del proceso de planificación pueda servir como una plantilla útil para la planificación de cualquier otro proyecto de fabricación y montaje metalmecánico buscando en la ejecución de los proyectos la optimización de los resultados de calidad, plazo y costo.

El presente informe se divide en cinco capítulos descritos a continuación:

Capítulo 1 – **INTRODUCCION** – Se plantean los antecedentes del proyecto indicando como surge su necesidad y como se llega a la ejecución del mismo. Asimismo se indican el objetivo del proyecto en sí y sus alcances.

Capítulo 2 – **ALCANCE DEL PROYECTO** – Se describen detalladamente los alcances del proyecto indicando la información del proyecto, declaración del alcance y finalmente la Estructura de Descomposición del Trabajo.

Capítulo 3 – **FABRICACION** – Se detalla el desarrollo de la planificación de la fabricación y las inspecciones a ser realizadas durante esta etapa.

Capítulo 4 – **MONTAJE** – Se detalla el desarrollo de la planificación del montaje y las inspecciones a ser realizadas durante esta etapa.

Capítulo 5 – **COSTOS DEL PROYECTO** – En base a información comercial se calcula el costo directo de la Fabricación y Montaje de los 02 tanques y se desarrolla la curva de línea base de costo que servirán como herramientas para el control de costos durante la ejecución.

## **CAPITULO 1**

### **INTRODUCCION**

#### **1.1 Antecedentes**

La empresa Southern Perú Copper Corporation inició el Proyecto de Modernización de su Fundición de Ilo a inicios del año 2004 siendo este un conjunto de modificaciones, nuevas construcciones y equipamiento de sus instalaciones hasta ese momento existentes con fines principalmente medioambientales buscando disminuir considerablemente la contaminación ambiental sufrida durante muchos años por la ciudad de Ilo. Otro objetivo también de este proyecto fue la ampliación de su capacidad de producción de ánodos de cobre.

Southern Perú contrató a la empresa FLUOR SUCURSAL DE CHILE como su agente para este proyecto estando a cargo ésta de la ingeniería, logística, supervisión, control de calidad, pruebas y puesta en marcha de todos los trabajos que formaban parte del proyecto de modernización.

Dentro de todos los sub-proyectos involucrados en el proyecto principal se requerían 02 tanques de almacenamiento de ácido sulfúrico de 98.5% de concentración de 36.6 m de diámetro y 12.2 m de altura (capacidad nominal: 80,000 Bbls) fabricados de acuerdo a la Norma de fabricación API 650 y NACE los cuales trabajarían con la nueva planta de ácido sulfúrico a ser instalada la cual tendrá como objetivo el tratamiento de gases de salida de la fundición de cobre.

Para la fabricación y montaje de los 02 tanques de almacenamiento de ácido sulfúrico Southern Perú Copper Corporation, a través de su agente FLUOR, invitó a varias empresas del sector metalmeccánico a presentar sus mejores ofertas siendo adjudicada finalmente la empresa HAUG S.A.

## **1.2 Objetivo**

El objetivo del proyecto es suministrar a la Fundición de Cobre de Southern Perú Copper Corporation de 02 tanques de 80,000 barriles cada uno para almacenar el ácido sulfúrico al 98.5% producido por la nueva planta de ácido que será instalada también como parte del Proyecto de Modernización de la Fundición de Ilo. Dicha planta tratará los gases resultantes del proceso de fundición de tal manera de disminuir el impacto ambiental de estos. El ácido sulfúrico almacenado será para las operaciones de la fundición y para exportación.

### **1.3 Alcance**

El alcance del proyecto es la fabricación y montaje de 02 Tanques de 80,000 Bbls para Almacenamiento de Acido Sulfúrico. El suministro de materiales (planchas, perfiles, tuberías, accesorios y pintura) estará a cargo del cliente. Asimismo es parte del proyecto la instalación, pruebas y puesta en marcha de un Sistema de Protección Anódica que también será suministro del cliente.

Las obras civiles (anillos de concreto) serán ejecutadas por otro contratista. En condición de contratista los alcances de los trabajos se suscriben a lo estipulado en las bases del contrato, especificaciones técnicas del cliente, consultas y respuestas durante la etapa de presupuesto y todo documento que el contrato estipule con su respectivo orden de prelación.

Los trabajos de fabricación se llevarán a cabo en la planta de HAUG S.A. en el Callao y los trabajos de montaje se llevarán a cabo en la Fundición de Cobre de Southern Perú Copper Corporation ubicada en Punta Tablón S/N, Distrito Pacocha, Provincia de Ilo, departamento de Moquegua, Perú.

## **CAPITULO 2**

### **ALCANCE DEL PROYECTO**

#### **2.1 Infomación del Proyecto**

Nombre: Proyecto de Fabricación y Montaje de 02 Tanques de 80,000 Bbls para Almacenamiento de Acido Sulfúrico

Cliente: Southern Perú Copper Corporation

Tipo de Contrato según prestación del Contratista: Ingeniería y Construcción (EC - Engineering and Construction)

Tipo de Contrato según retribución del Contratista: Suma Alzada

Lugar de ejecución: Fabricación – Talleres en el Callao, Lima, Perú y Montaje – Fundición de Southern Perú Copper Corporation – Punta Tablón

S/N, Distrito Pacocha, Provincia de Ilo, Departamento de Moquegua, Perú

## **2.2 Declaración del Alcance**

La declaración del alcance provee una base documentada para la toma de decisiones futuras durante la ejecución del proyecto y para confirmar o desarrollar un entendimiento común del alcance entre los involucrados.

El proyecto se enmarcará totalmente al CONTRATO entre el Cliente y el Contratista siendo de este modo importante tener pleno conocimiento de éste. En ese sentido se van a considerar las siguientes condiciones contractuales:

- 1 Los materiales a ser instalados permanentemente en el montaje serán suministrados por el cliente a pie de obra ya sea en talleres o en obra. Estos materiales son: planchas metálicas ASTM A36, perfiles metálicos ASTM A36, tuberías ASTM A53, accesorios de tuberías y pintura.
- 2 Se instalará un sistema de Protección Anódica suministrado por el cliente el cual tendrá como función la protección del ácido sulfúrico de contaminación y los tanques de corrosión
- 3 Todos los cordones de soldadura verticales y horizontales del casco serán inspeccionados mediante placas radiográficas.
- 4 Las obras civiles de las bases del tanque serán construidas por otro contratista

### **2.2.1 Producto y Entregables del Proyecto**

El resultado del Proyecto serán 02 tanques de ácido sulfúrico 98.5% de concentración de 36.6 m de diámetro y 12.2 m de altura con una capacidad nominal de 80,000 barriles fabricados de acuerdo a la Normas de fabricación API 650 y NACE.

Los tanques serán pintados solo exteriormente con un sistema de pintado de 03 capas:

1era capa: 5 - 6 mils e.p.s. epóxico-poliamida

2da capa: 10 - 12 mils e.p.s. epóxico de altos sólidos

3era capa: 5 - 6 mils e.p.s. poliuretano alifático

Además contarán con un sistema de Protección Anódica para proteger el ácido sulfúrico de contaminación y las paredes y fondo del tanque de corrosión por el interior.

Los entregables del proyecto serán los siguientes:

- 1 02 Tanques montados y totalmente pintados exteriormente
- 2 Sistema de Protección Anódica instalado
- 3 Dossier de Calidad con todos los protocolos de pruebas realizados durante la fabricación y montaje

### **2.2.2 Objetivos del Proyecto**

Los objetivos a lo que se hacen referencia en esta parte del informe



se refieren a criterios cuantificables que se definen al inicio del proyecto que deberán cumplirse para que el proyecto sea considerado como exitoso.

Los objetivos principales del proyecto serán COSTO, CRONOGRAMA, CALIDAD y SEGURIDAD.

El objetivo de COSTO, medido como utilidad, se deberá entender como el principal para la empresa contratista teniendo en cuenta que viene a ser el logro último como empresa: generar utilidades para los propietarios. Este objetivo debe ser cuantificado desde la elaboración del presupuesto y tomado como meta para la planificación del proyecto y como punto de partida en la ejecución del proyecto pues como práctica general se debe buscar superar la rentabilidad estimada para poder considerar a un proyecto como exitoso.

Para el caso tratado se va a considerar como objetivo de COSTO el siguiente:

**OBJETIVO DE COSTO - > UTILIDAD  $\geq$  15%**

El objetivo de CRONOGRAMA, será entendido como la entrega del producto del proyecto en el plazo contractual. Así mismo como se trató con el objetivo de COSTO, se debe buscar superar durante la ejecución del proyecto lo estimado inicialmente, teniendo en cuenta que el plazo esta estrechamente relacionado con el costo del

proyecto. Para el caso tratado el plazo contractual será definido después de realizar la planificación la cual es el objetivo de este documento. El cronograma resultante será entregado al cliente para su evaluación de modo que lo pueda incluir dentro de su cronograma general del proyecto total y concuerde con la entrega del resto de sistemas que interactuarán con los tanques a cargo de otros contratistas.

Para el proyecto tratado en este documento se va a considerar lo siguiente:

**OBJETIVO DE CRONOGRAMA - > TIEMPO EXCEDIDO DE PLAZO  
CONTRACTUAL: 0 DIAS**

El objetivo de CALIDAD, para el caso tratado, no es fácil de cuantificar pues el Control y Aseguramiento de Calidad se debe realizar desde el inicio de la ejecución del proyecto. Se va a tomar como medida cuantificable de Calidad durante la ejecución del proyecto la cantidad de No Conformidades de Calidad emitidas por la supervisión.

**OBJETIVO DE CALIDAD - > CANTIDAD DE NO CONFORMIDADES  
DE CALIDAD: 0**

El objetivo de SEGURIDAD será cuantificado en base a la cantidad de accidentes con tiempo perdido durante la ejecución del proyecto.

Cabe resaltar que el tema de seguridad desde hace ya varios años viene a ser de vital importancia para los proyectos de construcción sobre todo los relacionados con la actividad minera como es el caso tratado.

**OBJETIVO DE SEGURIDAD - > CANTIDAD DE ACCIDENTES  
CON TIEMPO PERDIDO: 0**

### **2.3 Plan de Manejo del Alcance**

Esta declaración describe como se maneja el alcance y como se integrarán los cambios del alcance en el proyecto.

Para el proyecto tratado el alcance será manejado básicamente de acuerdo a las condiciones del CONTRATO.

Todo cambio del alcance que pudiera ocurrir o ser requerido por el cliente durante la ejecución del proyecto será manejado en el marco del CONTRATO.

Se estima que el alcance será estable al estar definido sus parámetros desde el principio del proyecto. Sin embargo los cambios que pudiesen ocurrir al alcance serán clasificados del siguiente modo:

1. Cambios de ingeniería – Cambios solicitados por el cliente referentes a modificaciones que él desee realizar a las

especificaciones, normas aplicables, materiales, etc. de las establecidas al inicio del proyecto. Se solicitará un reconocimiento por mayores costos si es necesario.

2. Cambios surgidos en campo durante la ejecución – Cambios que se pudieran presentar por condiciones en obra no consideradas durante la elaboración del presupuesto y que necesariamente vengán a formar parte de del proyecto. Se deberá evaluar si estas condiciones no fueron consideradas por error y/u omisión del equipo presupuestador, en cuyo caso se deberá buscar la forma de que el cliente reconozca un adicional o, en último caso, asumir el costo, o si no fueron consideradas debido a que la información suministrada por el cliente fue insuficiente en cuyo caso se solicitará un reconocimiento por el costo adicional en el que se incurra.

3. Trabajos adicionales – Todo trabajo no considerado inicialmente en el proyecto y que el cliente desee se realice durante la ejecución de éste. En todos estos trabajos se solicitará un costo adicional.

#### **2.4 Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT)**

La **Estructura de Descomposición del Trabajo (EDT)** es una agrupación de los componentes del proyecto orientada a los entregables, que organiza y

define el alcance total del proyecto de tal modo que el trabajo que no está en la **EDT** está fuera del alcance del proyecto. Tal como sucede con la **Declaración del Alcance** (Sección 2.2) la **EDT** se puede usar para desarrollar o confirmar un entendimiento común del alcance del proyecto. Cada nivel descendiente representa una descripción cada vez más detallada de los entregables del proyecto. A cada ítem en la **EDT** se le asignará un código de identificación.

La subdivisión de los principales entregables del proyecto realizada para elaborar la **EDT** tiene los siguientes objetivos:

- 1 Mejorar la exactitud de estimados de costo, duración y recursos
- 2 Definir una línea base para la medida y control de la performance
- 3 Facilitar asignaciones claras de responsabilidades

Teniendo identificados los principales entregables del proyecto (Sección 2.2.1) se descompone éste de la siguiente manera:

**1. FABRICACION** – Los ítems corresponden a los trabajos de montaje de los 02 tanques. Estos trabajos tendrán como responsable al Jefe de Planta.

### **FABRICACION**

F1. Fabricación de Tanque 1

F1.1. Mecánica

F1.2. Pintura

F2. Fabricación de Tanque 2

F2.1. Mecánica

F2.2. Pintura

**2. MONTAJE** – Los ítems corresponden a los trabajos de montaje de los 02 tanques. Estos trabajos tendrán como responsable al Ingeniero Residente.

### **MONTAJE**

M1. Montaje de Tanque 1

M1.1. Mecánica

M1.2. Ensayos No Destructivos

M1.3. Pintura

M2. Montaje de Tanque 2

M2.1. Mecánica

M2.2. Ensayos No Destructivos

M2.3. Pintura

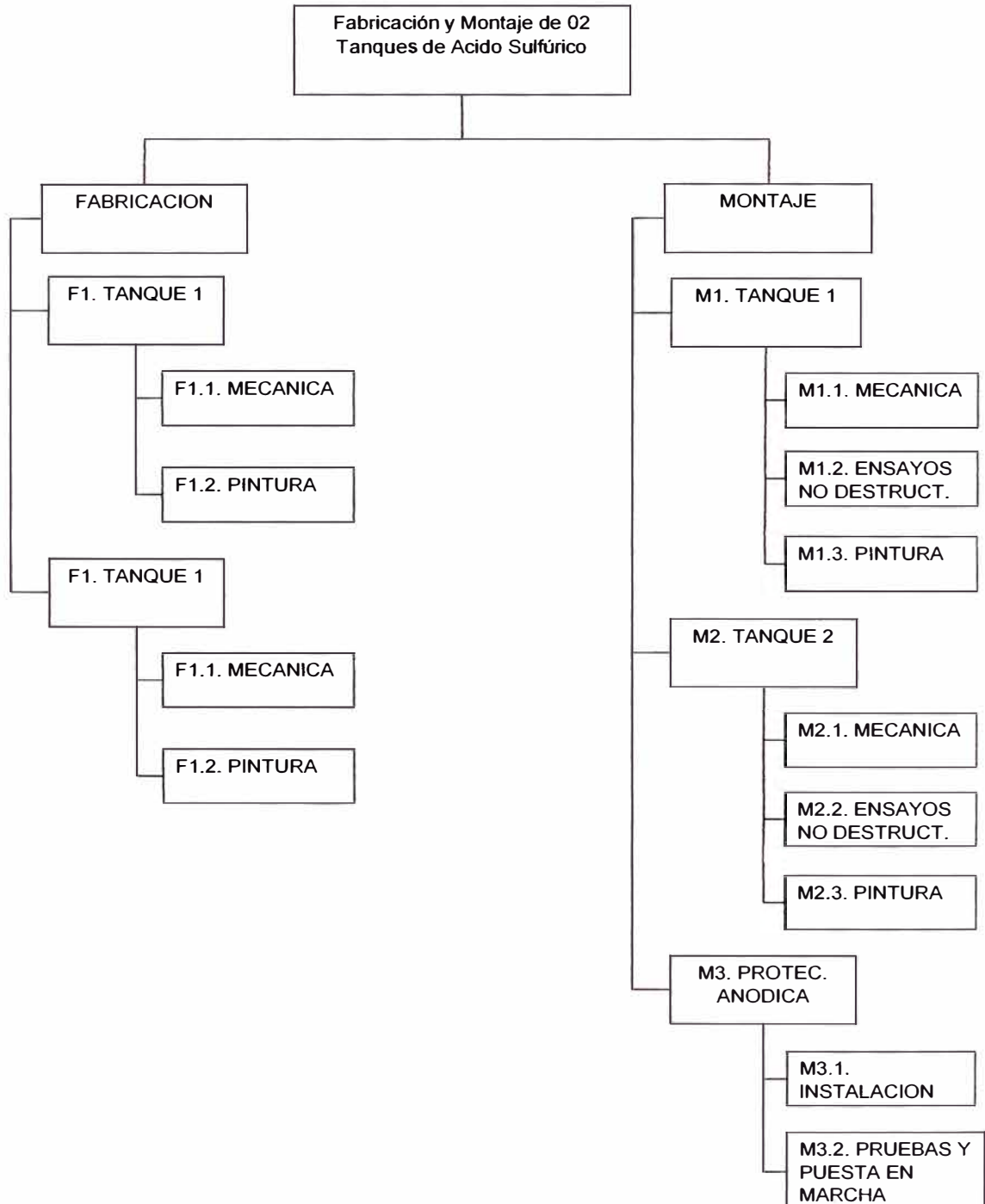
M3. Protección Anódica

M3.1 Instalación

M3.2 Pruebas y Puesta en Marcha

La **Estructura de Descomposición del Trabajo** se presenta a continuación en forma de un diagrama de cuadros.

## ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICION DEL TRABAJO



## **CAPITULO 3**

### **FABRICACION**

#### **3.1 Planificación**

##### **3.1.1 Lista De Actividades De Fabricación**

La **Lista de Actividades de Fabricación** incluye todas las actividades que se ejecutarán en la fase de **FABRICACION**. Se organiza como una extensión a la **Estructura de Descomposición del Trabajo** para ayudar a asegurar a que esté completa y que no incluya actividades no requeridas como parte del alcance del proyecto.

#### **F1. TANQUE 1**

**F1.1 MECANICA** – Esta actividad consiste en realizar toda la fabricación del tanque (componentes metálicos sin protección superficial) ordenado según sus componentes principales.



**F1.1.1 Fabricación de fondo** – Consiste en tender planchas metálicas (1/2"x2.4mx6.0m) sobre un área plana adecuada dando la forma del fondo según los planos con ayuda de un montacargas de 6.0 Tn, Se irán apuntalando las planchas unas a otras mientras se van tendiendo. Luego se cortará con equipo oxicorte el borde de todo el tendido de planchas dando la forma de la circunferencia del fondo.

Se codificarán y marcarán todas las planchas de tal modo que se puedan armar en el montaje en la misma distribución empleada en la fabricación. Se elaborará un plano con los códigos.

Finalmente se cortarán los puntos de soldadura y se apilarán las planchas para su posterior transporte.

**F1.1.2 Fabricación de casco** – Todas las planchas metálicas (diversos espesores según diseño y todas de 2.40 m de alto) serán cuadradas (cortadas con equipo oxicorte) y biseladas (según plano) de modo de obtener una forma rectangular que cumpla con las dimensiones de ancho, largo y ambas diagonales. Luego serán roladas al radio del tanque (18.30 m) empleando una rola hidráulica y con el apoyo de un montacargas de 6.0 Tn.

También se fabricarán estructuras metálicas para transportar

las planchas roladas sobre camión plataforma con el contorno del radio del tanque de modo que no sufran deformaciones durante el transporte a obra. Estas estructuras son llamadas comúnmente “camas”.

**F1.1.3 Fabricación de canal de rigidez** – El canal de rigidez será fabricado a partir de planchas cortando con equipo oxicorte platinas para las alas y alma del canal. No se emplearán ángulos laminados debido a la no disponibilidad en el mercado nacional de elementos de las dimensiones necesarias y adicionalmente debido a que tampoco se dispone localmente de rolas con la capacidad necesaria para rolar correctamente los ángulos.

Luego del habilitado del material las partes serán soldadas dando forma al canal en los tramos de longitud resultantes del corte de las planchas.

**F1.1.4 Fabricación de techo** – El techo se fabricará de la misma manera que el fondo.

**F1.1.5 Fabricación de estructura de soporte de techo** – Corresponde a la fabricación de las vigas radiales, columnas, templadores y todos los componentes interiores que sostendrán el techo. Serán fabricados de acuerdo a los

métodos de fabricación de estructuras metálicas. Se contarán con el apoyo de un montacargas de 6.0 Tn.

#### **F1.1.6 Fabricación de barandas, plataformas y accesorios –**

Se refiere a la fabricación la escalera helicoidal exterior, baranda perimetral de techo, pasarela de techo y plataformas. Serán fabricados de acuerdo a los métodos de fabricación de estructuras metálicas. Se contarán con el apoyo de un montacargas de 6.0 Tn.

**F1.1.7 Fabricación de boquillas**      Corresponde a la fabricación de todas las boquillas del cilindro y techo del tanque.

#### **F1.2 PINTURA - Preparación superficial y aplicación de pintura**

**base** – Esta actividad consiste en realizar la preparación superficial (granallado) y aplicación de pintura (1era capa) de todos los componentes del tanque después de la fabricación. Se tendrá en cuenta que según las especificaciones técnicas del cliente solo se pintará el tanque exteriormente. Se considerará también dejar libre de pintura pero protegido de la corrosión las partes de los elementos que serán soldados durante el montaje.

## F2. TANQUE 2

Las actividades serán las mismas que para el Tanque 1.

A continuación de muestra la **Lista de Actividades de Fabricación**.

<b>CODIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>FAB</b>	<b>FABRICACION</b>
<b>F1</b>	<b>TANQUE 1</b>
<b>F1.1</b>	<b>MECANICA</b>
F1.1.1	Fabricación de fondo
F1.1.2	Fabricación de casco
F1.1.3	Fabricación de canal de rigidez
F1.1.4	Fabricación de techo
F1.1.5	Fabricación de estructura de soporte de techo
F1.1.6	Fabricación de barandas, plataformas y accesorios
F1.1.7	Fabricación de boquillas
<b>F1.2</b>	<b>PINTURA</b>
<b>F2</b>	<b>TANQUE 2</b>
<b>F2.1</b>	<b>MECANICA</b>
F2.1.1	Fabricación de fondo
F2.1.2	Fabricación de casco
F2.1.3	Fabricación de canal de rigidez
F2.1.4	Fabricación de techo
F2.1.5	Fabricación de estructura de soporte de techo
F2.1.6	Fabricación de barandas, plataformas y accesorios
F2.1.7	Fabricación de boquillas
<b>F2.2</b>	<b>PINTURA</b>

**Tabla 3.1 – Lista de Actividades de Fabricación**

### **3.1.2 Diagrama De Red De Fabricación**

El **Diagrama de Red de Fabricación**, el cual es una indicación visual esquemática de las actividades del proyecto y las relaciones lógicas (dependencias) entre ellas, es el resultado de la determinación de la secuencia de las actividades. Las actividades deben ser secuenciadas con precisión para apoyar al posterior desarrollo de un cronograma factible y realista.

La secuencia se realiza en base al conocimiento del proceso constructivo de los tanques y a la consideración que se están trabajando con 02 tanques similares a la vez.

Antes de elaborar el **Diagrama de Red de Fabricación** se definen ciertos hitos contractuales que son de importancia para el desarrollo de los trabajos

#### **HITOS CONTRACTUALES**

##### **HITO 1: Entrega de material por parte del Cliente**

El **Diagrama de Red de Fabricación** se presenta a continuación.

## DIAGRAMA DE RED DE FABRICACION

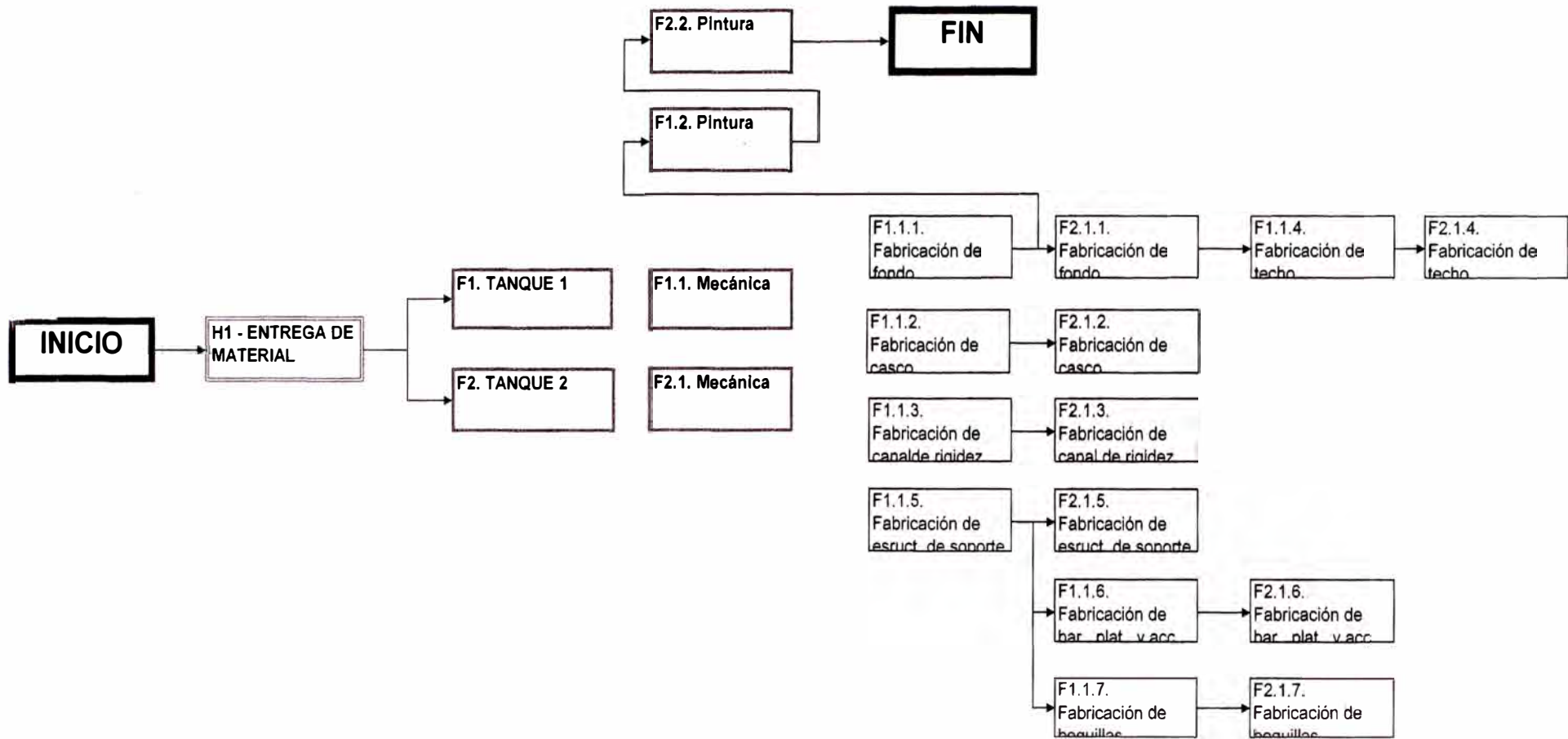


Gráfico 3.1

### **3.1.3 Recursos Necesarios para la Fabricación**

Los **Recursos Necesarios para la Fabricación** son una descripción de los recursos físicos (personas, equipo y materiales) y en qué cantidades se deberían usar para ejecutar las actividades de la fase de **FABRICACION** para cada elemento en el nivel más bajo de la **Estructura de Descomposición del Trabajo**.

A continuación se detallan los **Recursos Necesarios para la Fabricación** en los cuadros siguientes.

## RECURSOS NECESARIOS PARA LA FABRICACION

Tabla 3.2

### F1. TANQUE 1

#### F1.1. MECANICA

##### F1.1.1. Fabricación de fondo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opc	Operario calderero
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
<b>EQUIPO</b>			
2	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
3	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
20	Kg	sol	Soldadura
10	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
25	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

##### F1.1.2. Fabricación de casco

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opr	Operario rolador
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
<b>EQUIPO</b>			
1	und	rh	Rola hidráulica
1	und	eo	Equipo de oxicorte
2	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
100	und	disc	Disco abrasivo
32	bot	ox	Oxigeno
8	bot	acet	Acetileno
130	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

##### F1.1.3. Fabricación de canal de rigidez

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opr	Operario calderero
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
3	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
<b>EQUIPO</b>			
4	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
4	und	ean	Esmeril angular
0.25	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
250	Kg	sol	Soldadura
20	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
50	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles



F1.1.4. Fabricación de techo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opc	Operario calderero
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
EQUIPO			
2	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
3	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
20	Kg	sol	Soldadura
10	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
25	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

F1.1.5. Fabricación de estructura de soporte de techo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opc	Operario calderero
3	und	ofc	Oficial calderero
4	und	ayc	Ayudante calderero
3	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
EQUIPO			
5	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
3	und	eo	Equipo de oxicorte
7	und	ean	Esmeril angular
0.25	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
150	Kg	sol	Soldadura
50	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
65	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

F1.1.6. Fabricación de barandas, plataformas y accesorios

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opc	Operario calderero
2	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
EQUIPO			
4	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
2	und	eo	Equipo de oxicorte
5	und	ean	Esmeril angular
0.25	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
80	Kg	sol	Soldadura
50	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
55	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

F1.1.7. Fabricación de boquillas

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opc	Operario calderero
2	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
EQUIPO			
3	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
4	und	ean	Esmeril angular
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
80	Kg	sol	Soldadura
25	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
1	Glb	cons	Consumibles

F1.2. PINTURA

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opa	Operario arenador
1	und	opp	Operario pintor
1	und	ofa	Oficial arenador
1	und	aya	Ayudante arenador
1	und	ayp	Ayudante pintor
EQUIPO			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	egr	Equipo de granallado
1	und	eair	Equipo airless 45:1
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
2.5	Tn	gra	Granalla
1260	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

F2. TANQUE 2

F2.1. MECANICA

F2.1.1. Fabricación de fondo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opc	Operario calderero
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
EQUIPO			
2	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
3	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
20	Kg	sol	Soldadura
10	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
25	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

F2.1.2. Fabricación de casco

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opr	Operario rolador
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
EQUIPO			
1	und	rh	Rola hidráulica
1	und	eo	Equipo de oxicorte
2	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
100	und	disc	Disco abrasivo
32	bot	ox	Oxigeno
8	bot	acet	Acetileno
130	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

F2.1.3. Fabricación de canal de rigidez

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opr	Operario calderero
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
3	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
EQUIPO			
4	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
4	und	ean	Esmeril angular
0.25	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
250	Kg	sol	Soldadura
20	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
50	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

F2.1.4. Fabricación de techo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opc	Operario calderero
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
EQUIPO			
2	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
3	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
20	Kg	sol	Soldadura
10	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
25	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

F2.1.5. Fabricación de estructura de soporte de techo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opc	Operario calderero
3	und	ofc	Oficial calderero
4	und	ayc	Ayudante calderero
3	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
EQUIPO			
5	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
3	und	eo	Equipo de oxicorte
7	und	ean	Esmeril angular
0.25	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
150	Kg	sol	Soldadura
50	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
65	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

F2.1.6. Fabricación de barandas, plataformas y accesorios

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opc	Operario calderero
2	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
EQUIPO			
4	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
2	und	eo	Equipo de oxicorte
5	und	ean	Esmeril angular
0.25	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
80	Kg	sol	Soldadura
50	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
55	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

F2.1.7. Fabricación de boquillas

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opc	Operario calderero
2	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
EQUIPO			
3	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
4	und	ean	Esmeril angular
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
80	Kg	sol	Soldadura
25	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
1	Glb	cons	Consumibles

### 3.1.2 PINTURA

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opa	Operario arenador
1	und	opp	Operario pintor
1	und	ofa	Oficial arenador
1	und	aya	Ayudante arenador
1	und	ayp	Ayudante pintor
EQUIPO			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	egr	Equipo de granallado
1	und	eair	Equipo airless 45:1
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
2.5	Tn	gra	Granalla
1260	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

### **3.1.4 Estimación De La Duración De Las Actividades De Fabricación**

La estimación de la duración de la actividad es el proceso de tomar información referente al alcance del proyecto y sus recursos para luego desarrollar duraciones como datos de entradas al cronograma.

Las estimaciones de duración de las actividades son evaluaciones cuantitativas del número probable de períodos de trabajo que se requerirían para completar una actividad.

Se van a tener las siguientes consideraciones para estimar las duraciones de las actividades:

- 1 Jornada de trabajo diaria: 10 horas
- 2 Trabajo en un solo turno

A continuación se va a desarrollar la **Estimación de Duración de las Actividades de Fabricación** describiendo el cálculo de las estimaciones para cada actividad teniendo como herramientas la información de la **Lista de Actividades de Fabricación**, el **Recursos Necesarios para la Fabricación**, el método de trabajo, la experiencia previa y todos los criterios y supuestos aplicables.

#### **F1. TANQUE 1**

##### **F1.1. MECANICA**

###### **F1.1.1. Fabricación de Fondo**

Se estima que el tendido y apuntalado de todas las planchas

del fondo se puede realizar 02 días y se pueden trazar y cortar en 03 días más.

Entonces se tiene:

### **DURACION F1.1.1: 05 días hábiles**

#### **F1.1.2. Fabricación de Casco**

Para la fabricación del casco se realiza en 02 etapas:

1. Cuadrado y biselado de planchas de planchas
2. Rolado de planchas

Para el cuadrado se considera un rendimiento de 04 planchas por día y para ahorrar tiempo se planifica trabajar directamente después con la rola una vez cuadradas las planchas. Para el rolado también se considera un rendimiento de 04 planchas por día. En la práctica cuanto más gruesas sean las planchas más tiempo va a tomar el rolado pero se considerará el rendimiento indicado como promedio.

Se consideran el uso de planchas de 2.40 m de ancho x 6.00m de largo para el casco para disminuir la cantidad de planchas y reducir el trabajo de soldadura en el montaje.

La cantidad de planchas por anillo es la siguiente:

$$\# \text{ planchas por anillo} = \text{Diámetro} \times \pi / \text{Longitud de plancha}$$

Entonces se tiene:

$$\# \text{ planchas por anillo} = 36.60\text{m} \times \pi / 6.00\text{m} = 19.16 \text{ planchas}$$

Se consideran 20 planchas por anillo pues la fracción de plancha (0.16 planchas) que va a ser el cierre del tanque se obtiene de rolar una plancha más pequeña. Esta se considerará para fines de estimación de duración como una plancha completa.

Por otro lado, la cantidad de anillos se obtiene de la siguiente manera:

$$\# \text{ anillos} = \text{Altura} / \text{Ancho de plancha}$$

Entonces se tiene:

$$\# \text{ anillos} = 12.20\text{m} / 2.40\text{m} = 5.08 \text{ anillos}$$

Se consideran 05 anillos pues la fracción de anillo (0.08 anillos) va a ser completada por el canal de rigidez.



Finalmente, la cantidad de planchas por tanque se obtiene de la siguiente forma:

$$\# \text{planchas de tanque} = \# \text{ planchas por anillo} \times \# \text{ anillos}$$

Entonces se tiene:

$$\# \text{planchas de tanque} = 20 \times 05 = 100 \text{ planchas}$$

Teniendo en cuenta el rendimiento de rolado de 04 planchas por día se obtiene lo siguiente:

$$\text{Duración de Rolado} = 100 \text{ planchas} / 04 \text{ planchas/día} = 25 \text{ días}$$

A este resultado hay que sumarle el primer día de cuadrado y biselado.

Entonces se tiene:

**DURACION F1.1.2: 26 días hábiles**

### **F1.1.3. Fabricación de Canal de Rigidez**

El canal de rigidez va a fabricar de planchas y no de perfiles

laminados. Esto es debido a que en el mercado local no se consiguen canales de la capacidad requerida por el diseño y además que el trabajo de rolado de un perfil de esa magnitud sería muy complicado obligando a hacer reparaciones después del rolado. Básicamente los trabajos serán de corte, armado y soldadura por lo cual se considerará el rendimiento de fabricación de estructuras semi livianas en planta de 10 Kg/HH. Para calcular la duración de esta actividad y como datos para otros cálculos posteriores es necesario saber el peso de los componentes del tanque lo cual se detalla en la siguiente tabla.

<b>DESCRIPCION</b>	<b>PESO (Tons)</b>
Fondo	110.0
Casco	230.0
Canal de Rigidez	14.0
Techo	110.0
Estructura de soporte de techo	70.0
Barandas, plataformas y accesorios	15.0
Boquillas	10.0
<b>PESO TOTAL 01 TANQUE</b>	<b>559.0 Tons</b>
<b>PESO TOTAL 02 TANQUES</b>	<b>1,118.0 Tons</b>

**Tabla 3.3 – Peso de los Componentes del Tanque**

Duración “Fabricación de Canal de Rigidez” = 14,000 Kg / 10

Kg/HH / 10 H/día / 07 personas = 20 días

### **DURACION F1.1.3: 20 días hábiles**

#### **F1.1.4. Fabricación de Techo**

Se deben tener las mismas consideraciones que para el fondo. Si bien el techo en su desarrollo va a ser de mayor tamaño que el fondo por la pendiente que debe tener sería una buena estimación considerar la duración de su fabricación igual que la del techo. Entonces se tiene:

### **DURACION F1.1.4: 05 días hábiles**

#### **F1.1.5. Fabricación de Estructura de Soporte de Techo**

Se considera el rendimiento de fabricación de estructuras pesadas en planta de 25 Kg/HH obteniéndose lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Duración "Fabricación de Estructura de Soporte de Techo"} &= \\ 70,000 \text{ Kg} / 25 \text{ Kg/HH} / 10 \text{ H/día} / 11 \text{ personas} &= 25.45 \text{ días} \end{aligned}$$

Entonces se tiene:

### **DURACION F1.1.5: 26 días hábiles**

#### **F1.1.6. Fabricación de Barandas, Plataformas y Accesorios**

Se considera el rendimiento de fabricación de estructuras semi

livianas en planta de 10 Kg/HH obteniéndose lo siguiente:

Duración "Fabricación de Barandas, Plataformas y Accesorios"  
= 15,000 Kg / 10 Kg/HH / 10 H/día / 07 personas = 21.43 días

Entonces se tiene:

**DURACION F1.1.6: 22 días hábiles**

#### **F1.1.7. Fabricación de Boquillas**

Las boquillas están formadas casi totalmente por tuberías y accesorios de tuberías. Pero se va a considerar el rendimiento de su fabricación como el de estructuras semi livianas, es decir 10 Kg/HH, debido a que no se cuenta con un rendimiento de boquillas para tanques y al no ser su peso muy representativo con respecto al total del tanque. Entonces se obtiene lo siguiente:

Duración "Fabricación de Boquillas" = 10,000 Kg / 10 Kg/HH /  
10 H/día / 07 personas = 14.29 días

Entonces se tiene:

**DURACION F1.1.7: 15 días hábiles**

## **F1.2. PINTURA**

### **Preparación Superficial y Aplicación de Pintura Base**

Se debe tener en cuenta que se trata de un proceso en 02 etapas:

1. Preparación Superficial (para este proyecto granallado)
2. Aplicación de Pintura Base (Pintura Epóxica-poliamida)

Básicamente durante una jornada de trabajo en la primera mitad del día o más se granallan las superficies y en el resto del día se pintan. Podría darse el caso que se granallen la pintura y se dejen para pintar el día siguiente considerando el uso de una cámara de granallado y pintado pero para fines de la estimación de la duración de esta actividad no se va a considerar esa situación. También se podrían tener en cuenta los factores climáticos que pueden ser desfavorables para la aplicación de la pintura pero, como ya se mencionó, se va a emplear una cámara de granallado y pintado que reduce al mínimo este riesgo siendo despreciable para la estimación de la duración de la actividad.

Entonces se considera el granallado en las primeras 05 horas del día y el pintado en las 05 horas restantes. Hasta este

momento se puede concluir que el rendimiento lo define en sí el granallado. Se considera un rendimiento de 10.0 m<sup>2</sup>/HH arenador por 01 boquilla de granallado.

Antes de realizar el cálculo del tiempo se estima el área total a pintar. Como primera consideración se tiene que los tanques solo serán pintados exteriormente. Entonces, con las dimensiones del tanque se obtiene la siguiente tabla de estimados:

<b>DESCRIPCION</b>	<b>Area (m<sup>2</sup>)</b>
Casco	1,400.0
Techo	1,055.0
Barandas, plataformas y accesorios	300.0
<b>AREA TOTAL 01 TANQUE</b>	<b>1,755.0 m<sup>2</sup></b>
<b>AREA TOTAL 02 TANQUES</b>	<b>3,510.0 m<sup>2</sup></b>

**Tabla 3.4 – Area de los Componentes del Tanque**

Otra consideración que se debe tener es el tiempo empleado por manipuleo de las piezas a ser granalladas y pintadas. Se estima 01 día adicional de manipuleo por cada día de trabajo.

Y por último se consideran el uso de 02 boquillas de granallado.

Entonces se tiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Días de granallado} &= 1,755.0 \text{ m}^2 / 10.0 \text{ m}^2/\text{HH}/\text{boquilla} / 02 \\ &\text{boquillas} / 05 \text{ horas/día} = 17.55 \text{ días} \end{aligned}$$

Entonces:

$$\begin{aligned} \text{Días de granallado y pintado (incluye manipuleo)} &= 2 \times 17.55 = \\ &35.1 \text{ días} \end{aligned}$$

Finalmente se tiene:

**DURACION F1.2: 36 días hábiles**

## **F2. TANQUE 2**

Como los 02 tanques son iguales las duraciones de las actividades serán las mismas para todas las etapas.

Finalmente se resume en el siguiente cuadro la **Estimación de Duración de las Actividades de Fabricación.**

<b>CODIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DURACION (en días hábiles)</b>
<b>FAB</b>	<b>FABRICACION</b>	
<b>F1</b>	<b>TANQUE 1</b>	
<b>F1.1</b>	<b>MECANICA</b>	
F1.1.1	Fabricación de fondo	5
F1.1.2	Fabricación de casco	26
F1.1.3	Fabricación de canal de rigidez	20
F1.1.4	Fabricación de techo	5
F1.1.5	Fabricación de estructura de soporte de techo	26
F1.1.6	Fabricación de barandas, plataformas y accesorios	22
F1.1.7	Fabricación de boquillas	15
<b>F1.2</b>	<b>PINTURA</b>	36
<b>F2</b>	<b>TANQUE 2</b>	
<b>F2.1</b>	<b>MECANICA</b>	
F2.1.1	Fabricación de fondo	5
F2.1.2	Fabricación de casco	26
F2.1.3	Fabricación de canal de rigidez	20
F2.1.4	Fabricación de techo	5
F2.1.5	Fabricación de estructura de soporte de techo	26
F2.1.6	Fabricación de barandas, plataformas y accesorios	22
F2.1.7	Fabricación de boquillas	15
<b>F2.2</b>	<b>PINTURA</b>	36

**Tabla 3.5 – Duración de las Actividades de Fabricación**

### **3.1.5 Cronograma de Fabricación**

En el desarrollo del cronograma se determinan las fechas de inicio y término para las actividades del proyecto.

Para poder realizarlo se emplean como datos de entrada lo siguiente:

a) **Diagrama de Red de Fabricación**

b) **Estimación de la Duración de las Actividades de Fabricación**












- c) **Recursos Necesarios para la Fabricación** y su disponibilidad en el tiempo
- d) Calendarios de recursos y del proyecto
- e) Restricciones de Hitos – En este caso para el Hito 1 se le va a asignar la fecha de 10/11/2005 según las condiciones contractuales.
- f) Conocimiento del proceso constructivo y de las condiciones de las áreas de trabajo

A continuación se presenta el **Cronograma de Fabricación**.

Id	EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	octubre		noviembre			diciembre			enero		febrero		marzo		abril		mayo							
					8/0	15/0	22/1	9/1	6/1	13/1	10/1	6/1	13/1	10/1	7/1	14/1	11/1	8/1	15/1	11/0	18/0	15/0	22/0	19/0	15/0	22/0	19/0	16/0
1	FAB	FABRICACION DE 02 TANQUES DE ACIDO SULFURICO	84 días	jue 10/11/05	FABRICACION DE 02 TANQUES DE ACIDO SULFURICO																							
2	H1	ENTREGA DE MATERIAL	0 días	jue 10/11/05	ENTREGA DE MATERIAL																							
3	F1	TANQUE 1	48 días	jue 10/11/05	TANQUE 1																							
4	F1.1	MECANICA	42 días	jue 10/11/05	MECANICA																							
5	F1.1.1	Fabricación de Fondo	5 días	jue 10/11/05	Fabricación de Fondo																							
6	F1.1.2	Fabricación de Casco	26 días	jue 10/11/05	Fabricación de Casco																							
7	F1.1.3	Fabricación de Canal de Rigidez	20 días	jue 10/11/05	Fabricación de Canal de Rigidez																							
8	F1.1.4	Fabricación de Techo	5 días	mié 16/11/05	Fabricación de Techo																							
9	F1.1.5	Fabricación de Estructura de Soporte de Techo	26 días	jue 10/11/05	Fabricación de Estructura de Soporte de Techo																							
10	F1.1.6	Fabricación de Barandas, Plat. y Acc.	22 días	sáb 03/12/05	Fabricación de Barandas, Plat. y Acc.																							
11	F1.1.7	Fabricación de Boquillas	15 días	sáb 03/12/05	Fabricación de Boquillas																							
12	F1.2	PINTURA - Preparación Superficial y Aplicación de Pintura	36 días	jue 24/11/05	PINTURA - Preparación Superficial y Aplicación de Pintura																							
13	F2	TANQUE 2	74 días	mar 22/11/05	TANQUE 2																							
14	F2.1	MECANICA	54 días	mar 22/11/05	MECANICA																							
15	F2.1.1	Fabricación de Fondo	5 días	mar 22/11/05	Fabricación de Fondo																							
16	F2.1.2	Fabricación de Casco	26 días	sáb 10/12/05	Fabricación de Casco																							
17	F2.1.3	Fabricación de Canal de Rigidez	20 días	sáb 03/12/05	Fabricación de Canal de Rigidez																							
18	F2.1.4	Fabricación de Techo	5 días	lun 28/11/05	Fabricación de Techo																							
19	F2.1.5	Fabricación de Estructura de Soporte de Techo	26 días	sáb 10/12/05	Fabricación de Estructura de Soporte de Techo																							
20	F2.1.6	Fabricación de Barandas, Plat. y Acc.	22 días	jue 29/12/05	Fabricación de Barandas, Plat. y Acc.																							
21	F2.1.7	Fabricación de Boquillas	15 días	mié 21/12/05	Fabricación de Boquillas																							
22	F2.2	PINTURA - Preparación Superficial y Aplicación de Pintura	38 días	jue 05/01/06	PINTURA - Preparación Superficial y Aplicación de Pintura																							

Proyecto: Cronograma de Fabrica  
 Fecha: mar 10/10/06

Tarea  Progreso  Resumen  Tareas externas  Fecha límite 

División  Hito  Resumen del proyecto  Hito externo 

Página 1

### **3.1.6 Curva S y Flujo De Mano De Obra de Fabricación**

La Curva S o Curva de Progreso muestra el avance porcentual programado de la **FABRICACION** con respecto al tiempo. Este avance porcentual se calcula en base a las Horas Hombre directas empleadas totales y distribuidas en el tiempo de acuerdo al **Cronograma de Fabricación**.

También se muestra el avance porcentual de las actividades principales consideradas como las partidas a ser valorizadas durante la ejecución del proyecto.

El gráfico de Flujo de Mano de Obra de Fabricación muestra la cantidad de personal requerido para la ejecución de los trabajos con respecto al tiempo. Esta gráfica es de ayuda para programar la contratación de personal según sea la necesidad.

A continuación se muestra la Curva S y el gráfico de Flujo de Mano de Obra de Fabricación.

**ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT  
CURVA DE PROGRESO**

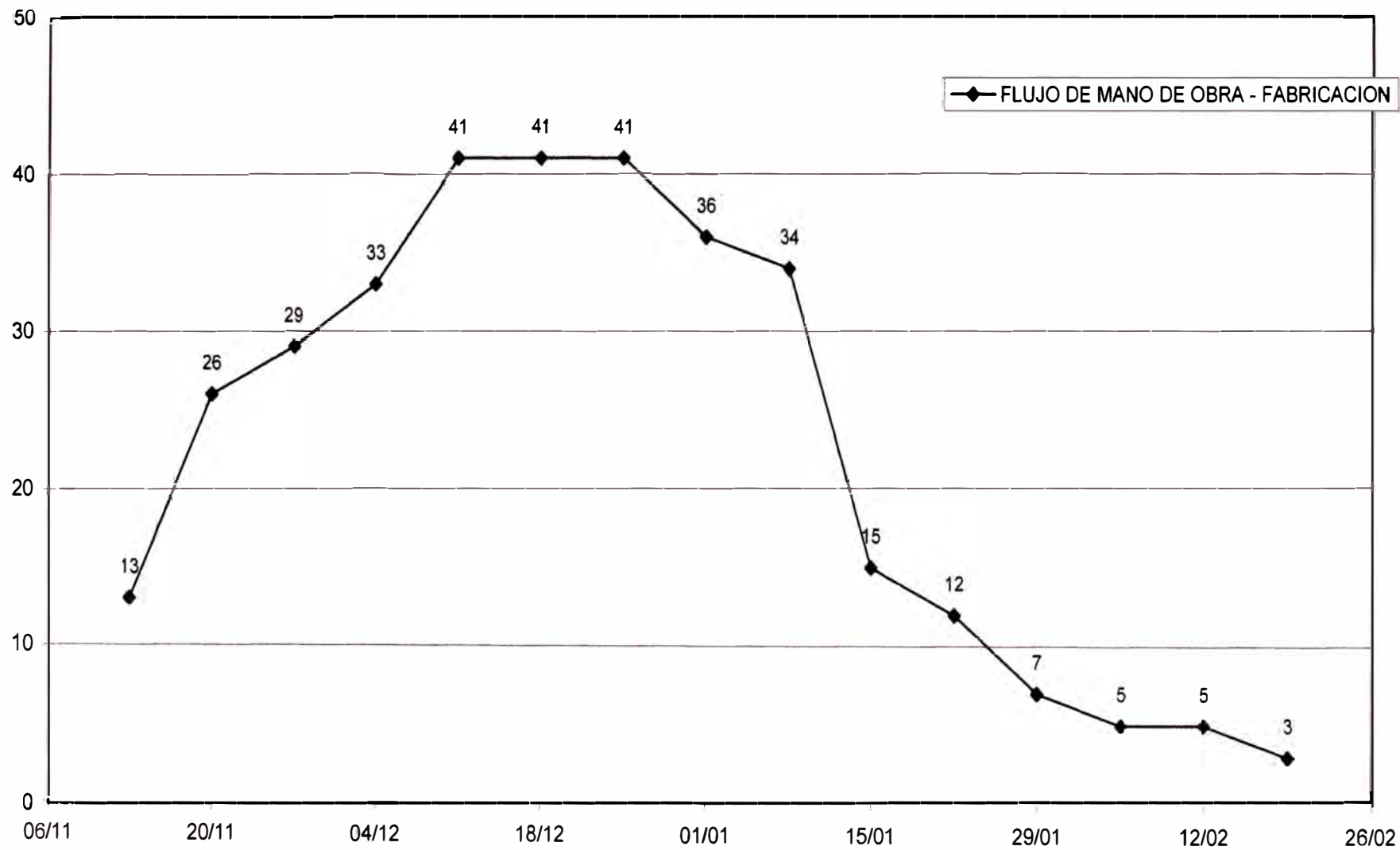
**Contrato No:**  
**Contractista:** HAUG S.A.  
**Descripción:** FABRICACION DE 02 TANQUES DE ACIDO SULFURICO  
**Inicio:** 10-Nov-05  
**Fin:** 18-Feb-08

ITEM			Horas Contractuales	Peso	SEMANAS																
No.	Código	Descripción			Fecha de Cierre	13-Nov	20-Nov	27-Nov	04-Dic	11-Dic	18-Dic	25-Dic	01-Ene	08-Ene	15-Ene	22-Ene	29-Ene	05-Feb	12-Feb	19-Feb	
			Semana No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
<b>FABRICACION DE 02 TANQUES DE ACIDO SULFURICO</b>																					
1	F1	TANQUE 1																			
2	F1.1	MECANICA	8,290	41.1%	8.8%	27.8%	44.1%	80.7%	80.2%	90.4%	97.3%	100.0%									
3	F1.2	PINTURA - Preparación Superficial y Aplicación	1,800	8.9%			7.8%	24.4%	41.1%	57.8%	74.4%	91.1%	100.0%								
4	F2	TANQUE 2																			
5	F2.1	MECANICA	8,290	41.1%			2.3%	5.5%	12.0%	27.9%	47.1%	66.4%	86.7%	93.9%	99.0%	100.0%					
6	F2.2	PINTURA - Preparación Superficial y Aplicación	1,800	8.9%									7.8%	24.4%	41.1%	57.8%	74.4%	91.1%	100.0%		
			<b>20,180</b>	<b>100%</b>																	
<b>HORAS HOMBRE DIRECTAS</b>																					
Periodo						728	1,580	1,700	1,940	2,480	2,480	2,480	2,124	1,984	900	720	384	300	300	160	
Acumulado						728	2,288	3,988	5,928	8,388	10,848	13,308	15,432	17,416	18,316	19,038	19,420	19,720	20,020	20,180	
<b>% COMPLETADO</b>																					
% Completado						3.6%	11.3%	19.8%	29.4%	41.6%	53.8%	65.9%	78.5%	86.3%	90.8%	94.3%	96.2%	97.7%	99.2%	100.0%	

- ◆ - Progreso Acumulado Programado

# FLUJO DE MANO DE OBRA - FABRICACION

Gráfico 3.3



## **3.2 Inspección**

Antes de realizar las inspecciones descritas a continuación se desarrollarán procedimientos que deberán ser aprobados por el agente del cliente. Todos los resultados de las pruebas e inspecciones serán registradas en formatos adecuados y aprobados que formarán parte del Dossier de Calidad de **FABRICACION**.

### **3.2.1 Recepción de Materiales**

A pesar de que los materiales han sido suministrados por el cliente se lleva un registro de su recepción e inspección en los almacenes de la Planta.

Al ser recibidos los materiales se realizan los siguientes controles:

**1. Certificados de Calidad** – En los cuales debe apreciarse como mínimo según sea aplicable:

Número de colada

Dimensiones de los elementos

Norma a la cual se rige el elemento.

Resultados de pruebas de propiedades químicas y mecánicas.

**2. Verificación Dimensional** – Se verifican las dimensiones y espesores de las planchas, perfiles y tubos de modo que cumplan con lo requerido para la fabricación (pedido de materiales) y con las especificaciones propias de cada elemento.

**3. Inspección Visual de Superficie** – Se inspecciona visualmente la superficie de los elementos buscando muestras de corrosión.

### **3.2.2 Trazabilidad**

Se establecerá un sistema de control de materiales de tal manera que en la fabricación y montaje se pueda ubicar en los componentes del tanque que pieza de material específica (número de colada) se empleó bajo la premisa de demostrar el uso de materiales aprobados.

### **3.2.3 Control Dimensional**

Durante el habilitado y armado se inspeccionan los elementos para verificar que las dimensiones cumplan con las indicadas en los planos.

Cabe especial consideración el control dimensional de las planchas del casco de los tanques. Es muy importante asegurar que las dimensiones de todas las planchas antes de ser roladas sean constantes y que se cumpla con la cuadratura (medición de diagonales de planchas).

Así también se verifica el radio de rolado de las planchas durante este proceso empleando una plantilla metálica de plancha delgada (1/16" o menos) de una longitud de 90 cm.

Para los elementos del tanque que van a ser soldados en Planta la aceptación del control dimensional libera al componente para los trabajos de soldadura.

### **3.2.4 Inspección Visual de Soldadura**

Después de soldados los componentes se inspeccionan los cordones de soldadura de acuerdo a lo especificado en la Norma API 650 en su sección 6.5 para los elementos propios del tanque y para los que cumplirán funciones estructurales tales como plataformas, barandas y otros se considerará lo indicado en la Norma AWS D1.1 en su sección 6.

### **3.2.5 Inspección por Ultrasonido**

Para el caso de las columnas y las vigas radiales las juntas de penetración completa, realizadas para unir piezas de modo de cumplir con la longitud requerida por los planos, van a se inspeccionadas por Ultrasonido según la Norma AWS D1.1 en su sección 6 parte F. Esta inspección será realizada por una empresa sub-contratista especializada en ensayos no destructivos y por personal capacitado y autorizado para realizarla (inspector ASNT SNT-TC-1A Nivel II o III).

### **3.2.6 Preparación Superficial**

Después de fabricados y/o habilitados los componentes del tanque se procederá a la limpieza de las superficies metálicas por chorro abrasivo empleando como abrasivo granalla de acero (granallado). El objetivo de esta actividad es alcanzar una superficie metálica libre de contaminantes visibles (grasa, aceite, combustible, oxido),



contaminantes no visibles (sales). Además, las zonas al metal desnudo deben de tener una rugosidad de 2.0 – 2.5 mils la cual será medida empleando una cinta replica y un micrometro.

Se verificará además que el aire comprimido se encuentre libre de contaminantes de acuerdo a la Norma ASTM 4285.

El acabado según especificación técnica del cliente será según NACE-2 (SSPC-SP-10) Limpieza cercano a metal blanco el cual requiere que al menos el 95% de la superficie este libre de la escama de laminación, óxido, grasa, polvo, pintura antigua y todo material extraño y el 5% restante puede presentar ligeras manchas, vetas y decoloraciones.

La verificación del cumplimiento se realiza mediante el empleo de elementos de comparación tales como cartilla NACE o plantilla metálica de comparación.

### **3.2.7 Aplicación de Pintura**

Se verificarán que las condiciones de aplicación sean favorables empleando un sigrómetro y termómetro de superficie. Las condiciones adecuadas se dan cuando la temperatura de la superficie se encuentra 3°C sobre la temperatura del punto de rocío y la humedad relativa sea inferior a 85%. Todos estos controles será registrados en los formatos respectivos previo a la aplicación de pintura.

Se aplicara la pintura verificando que no se presenten defectos de aplicación tales como descolgamiento, piel de naranja, etc.

Según las especificaciones técnicas del cliente la 1era capa de pintura será un epóxico-poliamida el cual será el producto Amercoat 370 de la marca Ameron y se deberá aplicar a un espesor de película seca de 5 a 6 mils. Durante la aplicación de la pintura se controlará el espesor de película húmeda con el uso de placas de medición (galletas) con valores aceptables de 8 a 9 mils.

Una vez seca al tacto duro la pintura se empleará un equipo de medición de película seca para inspeccionar los espesores utilizando el criterio de aceptación de la Norma SSPC-PA2 y serán registrados en formatos adecuados. En caso haya zonas de bajo espesor se procederá a la rectificación respectiva.

## **CAPITULO 4**

### **MONTAJE**

#### **4.1 Planificación**

##### **4.1.1 Lista De Actividades De Montaje**

A continuación se detallan las actividades definidas para el **MONTAJE**.

#### **M1. TANQUE 1**

**M1.1. MECANICA** – Esta actividad consiste en realizar el montaje de todos los componentes del tanque. Debe tenerse en cuenta que el método de montaje de los anillos del tanque será de “gateo” según el cual se inicia el montaje con el anillo superior y luego de soldado se eleva mediante el uso de gatas para montar el siguiente anillo y así sucesivamente hasta terminar con el anillo inferior.

Antes de realizar las labores de montaje se elaborarán y calificarán

procedimientos de soldadura adecuados según la Sección IX de la Norma ASME. Asimismo todos los soldadores que intervendrán en el montaje serán calificados también según la Sección IX de la Norma ASME.

**M1.1.1 Montaje de fondo** – Se tenderán las planchas del fondo sobre la base del tanque con la misma distribución que se empleó en la fabricación con ayuda del plano de códigos elaborado. Para esta maniobra se usará una grúa telescópica de 30 Tn y grampas estructurales para izaje vertical de planchas. La maniobra y movilización de planchas también será realizada con el apoyo de un camión grúa de 6 Tn.

Mientras se van tendiendo las planchas se irán apuntalando unas a otras. Luego se iniciará el proceso de soldadura con una secuencia adecuada de al modo de evitar las deformaciones de las planchas por el aporte de calor.

**M1.1.2 Montaje de casco** – Se realizará utilizando el método del “gateo” el cual consiste en iniciar el montaje con de las planchas del 5to anillo soldando las costuras verticales para luego, con la ayuda de gatas colocada en columnas que son parte del “equipo de izaje de planchas”, elevar el anillo completamente para luego colocar las planchas del 4to anillo. Se soldará primero las costuras verticales del 4to anillo y luego

la costura horizontal entre el 4to y 5to anillo. Luego se izará el 4to anillo, con el uso de las gatas, y se procederá de la misma forma que el 5to y así sucesivamente hasta completar los 5 anillos.

Para colocar las planchas en su posición se soldarán 02 orejas en cada plancha. A la soldadura se le inspeccionará con tintes penetrantes. Se fabricará un yugo de tal manera que al izar la plancha con fajas y grilletes converse su forma rolada. Las maniobras se realizarán con una grúa telescópica de 30 Tn. y un camión grúa de 6 Tn.

**M1.1.3 Montaje de canal de rigidez** – Después de soldar las costuras verticales del 5to anillo y antes de colocar las planchas del 4to anillo se colocará los tramos del canal de rigidez previamente fabricados sobre el 5to anillo. Para esta maniobra se empleará una grúa telescópica de 30 Tn. y un camión grúa de 6 Tn.

Se soldarán primero las costuras de unión de los tramos de canal de rigidez y luego las costura horizontal entre el 5to anillo y el canal de rigidez.

**M1.1.4 Montaje de estructura de soporte de techo** – Según los planos se trazarán en el fondo la ubicación de las 16 columnas y se colocarán sus bases en posición. Antes del

montaje del 1er anillo del casco se colocarán las 16 columnas en el interior del tanque sobre el fondo y se procederá primero con el montaje (verticalmente) sobre su base de la columna central. Será arriostrada con cables de acero.

Luego se continuará con el montaje de las 05 columnas intermedias y se montarán las 05 vigas que las amarran (pentágono). A continuación se colocarán en posición las vigas entre la columna central y el pentágono intermedio.

Después colocarán en posición las 10 columnas finales y se montarán las 10 vigas que las amarran (decágono). Seguidamente se montarán las vigas entre el pentágono y el decágono) y luego los templadores entre éstas.

Finalmente se montarán las vigas y templadores entre el decágono y el casco del tanque.

Todas estas maniobras se realizarán principalmente con una grúa telescópica de 30 Tn. y con el apoyo de un camión grúa de 6 Tn.

**M1.1.5 Montaje de techo** – Las planchas de techo se irán colocando en la parte superior del tanque empleando una grúa telescópica de 30 Tn y grampas estructurales para izaje vertical de planchas. Debido a que la grúa no tiene la capacidad de colocar todas las planchas en su posición final (según plano de códigos elaborado durante la fabricación) se moverán as

planchas manualmente con el apoyo de equipo y herramientas para maniobra.

Mientras se van tendiendo las planchas se irán apuntalando unas a otras. Luego se iniciará el proceso de soldadura con una secuencia adecuada de al modo de evitar las deformaciones de las planchas por el aporte de calor.

**M1.1.6 Montaje de barandas, plataformas y accesorios** – Se montarán en posición, según planos, la escalera helicoidal exterior, baranda perimetral de techo, pasarela de techo y plataformas. Se emplearán para estas maniobras una grúa telescópica de 30 Tn. y un camión grúa de 6 Tn.

**M1.1.7 Montaje de boquillas** – Se colocarán en posición y se soldarán todas las conexiones del casco y techo.

**M1.2. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS** – Este ítem considera realizar todos los ensayos no destructivos considerados en la Norma API 650, según sea aplicable, y en las condiciones contractuales. Estos serán los siguientes:

M1.2.1 Placas radiográficas

M1.2.2 Prueba de vacío al fondo

M1.2.3 Prueba de tintes penetrantes a la unión casco fondo

#### M1.2.4 Prueba neumática a conexiones

**M1.3. PINTURA** – Esta actividad consiste en realizar la reparación de la superficie dañada por los trabajos de montaje y aplicar la segunda y tercera capa de pintura.

#### **M2. TANQUE 2**

Las actividades serán las mismas que para el Tanque 1.

#### **M3. PROTECCION ANODICA**

**M3.1. INSTALACION** – Realizar la instalación de todos los componentes del sistema de protección anódica

**M3.2. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA** – Realizar todas las pruebas de tal modo que el sistema quede operativo y finalmente poner en marcha el sistema

A continuación de muestra la **Lista de Actividades de Montaje**.



<b>CODIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>
<b>MON</b>	<b>MONTAJE</b>
<b>M1</b>	<b>TANQUE 1</b>
<b>M1.1</b>	<b>MECANICA</b>
M1.1.1	Montaje de fondo
M1.1.2	Montaje de casco
M1.1.2.1	Montaje de 5º anillo
M1.1.2.2	Montaje de 4º anillo
M1.1.2.3	Montaje de 3º anillo
M1.1.2.4	Montaje de 2º anillo
M1.1.2.5	Montaje de 1º anillo
M1.1.3	Montaje de canal de rigidez
M1.1.4	Montaje de estructura de soporte de techo
M1.1.5	Montaje de techo
M1.1.6	Montaje de barandas, plataformas y accesorios
M1.1.7	Montaje de boquillas
<b>M1.2</b>	<b>ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS</b>
M1.2.1	Placas radiográficas
M1.2.2	Prueba de vacío al fondo
M1.2.3	Prueba de tintes penetrantes a la unión casco fondo
M1.2.4	Prueba neumática a conexiones
<b>M1.3</b>	<b>PINTURA</b>
M1.3.1	Resane de pintura base maltratada
M1.3.2	Aplicación de 2da capa
M1.3.3	Aplicación de 3ra capa
<b>M2</b>	<b>TANQUE 2</b>
<b>M2.1</b>	<b>MECANICA</b>
M2.1.1	Montaje de fondo
M2.1.2	Montaje de casco
M2.1.2.1	Montaje de 5º anillo
M2.1.2.2	Montaje de 4º anillo
M2.1.2.3	Montaje de 3º anillo
M2.1.2.4	Montaje de 2º anillo
M2.1.2.5	Montaje de 1º anillo
M2.1.3	Montaje de canal de rigidez
M2.1.4	Montaje de estructura de soporte de techo
M2.1.5	Montaje de techo
M2.1.6	Montaje de barandas, plataformas y accesorios
M2.1.7	Montaje de boquillas
<b>M2.2</b>	<b>ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS</b>
M2.2.1	Placas radiográficas
M2.2.2	Prueba de vacío al fondo

M2.2.3	Prueba de tintes penetrantes a la unión casco fondo
M2.2.4	Prueba neumática a conexiones
<b>M2.3</b>	<b>PINTURA</b>
M2.3.1	Resane de pintura base maltratada
M2.3.2	Aplicación de 2da capa
M2.3.3	Aplicación de 3ra capa
<b>M3</b>	<b>PROTECCION ANODICA</b>
<b>M3.1</b>	<b>INSTALACION</b>
<b>M3.2</b>	<b>PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA</b>

**Tabla 4.1 – Lista de Actividades de Montaje**

#### **4.1.2 Diagrama De Red De Montaje**

##### **HITOS CONTRACTUALES**

**H1 – Entrega de base de Tanque 1 (por otros)**

**H2 – Entrega de base de Tanque 2 (por otros)**

**H3 – Entrega de Sistema de Protección Anódica por parte del Cliente**

El **Diagrama de Red de Montaje** se presenta a continuación.

### DIAGRAMA DE RED DE MONTAJE

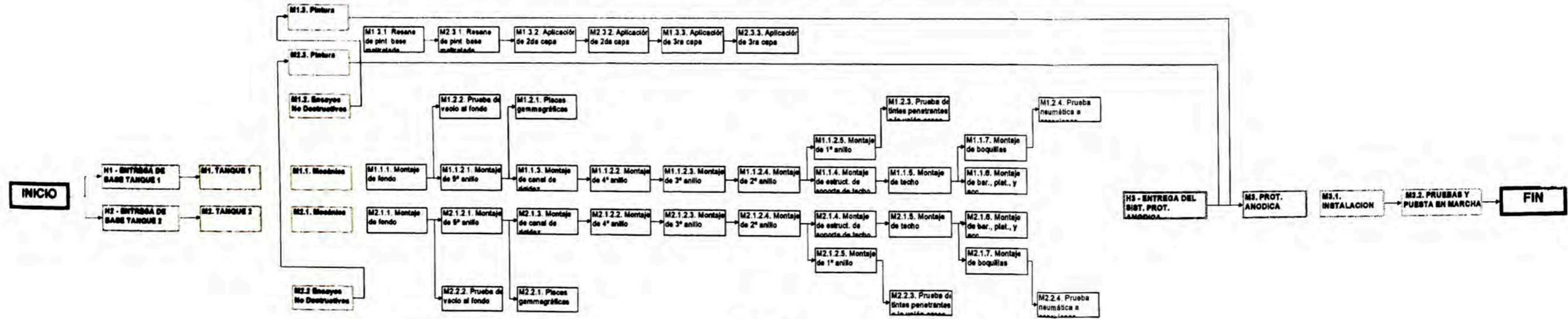


Gráfico 4.1

#### **4.1.3 Recursos Necesarios para el Montaje**

A continuación se detallan los **Recursos Necesarios para el Montaje** en los cuadros siguientes.

## RECURSOS NECESARIOS PARA EL MONTAJE

Tabla 4.2

### M1. TANQUE 1

#### M1.1. MECANICA

##### M1.1.1. Montaje de fondo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
6	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
6	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
7	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
7	und	ean	Esmeril angular
0.1	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
0.4	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
400	Kg	sol	Soldadura
100	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
731	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

##### M1.1.2. Montaje de casco

###### M1.1.2.1. Montaje de 5º anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
250	Kg	sol	Soldadura
60	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
525	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M1.1.2.2. Montaje de 4° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
350	Kg	sol	Soldadura
80	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxígeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
630	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M1.1.2.3. Montaje de 3° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
450	Kg	sol	Soldadura
100	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxígeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
840	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles



M1.1.2.4. Montaje de 2° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
550	Kg	sol	Soldadura
125	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
945	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M1.1.2.5. Montaje de 1° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
650	Kg	sol	Soldadura
150	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
1155	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M1.1.3. Montaje de canal de rigidez

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
9	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
9	und	sol234	Soldador SMAW 2G, 3G y 4G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
80	Kg	sol	Soldadura
20	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
315	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M1.1.4. Montaje de estructura de soporte de techo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
2	und	sol234	Soldador SMAW 2G, 3G y 4G
4	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
6	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
6	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	gt40	Grúa telescópica de 40 ton
0.25	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
15	cpo	and	Andamio
0.3	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
150	Kg	sol	Soldadura
40	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
637.5	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles



M1.1.5. Montaje de techo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
6	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
6	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
7	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
7	und	ean	Esmeril angular
0.1	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
15	cpo	and	Andamio
0.4	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
400	Kg	sol	Soldadura
100	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
860	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M1.1.6. Montaje de barandas, plataformas y accesorios

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
2	und	sol234	Soldador SMAW 2G, 3G y 4G
4	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
6	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
6	und	ean	Esmeril angular
0.1	und	gt40	Grúa telescópica de 40 ton
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
15	cpo	and	Andamio
0.3	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
200	Kg	sol	Soldadura
50	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
429	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M1.1.7. Montaje de boquillas

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
2	und	sol6	Soldador SMAW 6G
2	und	aysol	Ayudante soldador
EQUIPO			
4	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
4	und	ean	Esmeril angular
0.1	und	gt40	Grúa telescópica de 40 ton
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
15	cpo	and	Andamio
0.2	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
200	Kg	sol	Soldadura
50	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
299	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M1.2. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

M1.2.1. Placas gammagráficas

**SUBCONTRATO**

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
SUBCONTRATO			
2258	und		Placa radiográfica
PERSONAL			
1	und	ay	Ayudante
EQUIPO			
2	cpo	and	Andamio

M1.2.2. Prueba de vacío al fondo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	tend	Técnico END
2	und	ay	Ayudante
EQUIPO			
1	und	cv	Cámara de vacío
1	und	bv	Bomba de vacío 10 psi
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
1	Glb	cons	Consumibles

M1.2.3. Prueba de tintes penetrantes a la unión casco fondo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	tend	Técnico END
2	und	ay	Ayudante
EQUIPO			
2	und	ean	Esmeril angular
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
15	und	tl	Limpiador
5	und	tp	Tinte penetrante
15	und	tr	Revelador
1	Glb	cons	Consumibles

M1.2.4. Prueba neumática a conexiones

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	tend	Técnico END
2	und	ay	Ayudante
EQUIPO			
1	und	com30	Compresora 30 psi
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
1	Glb	cons	Consumibles

M1.3. PINTURA

M1.3.1. Resane de pintura base maltratada

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
2	und	opp	Operario pintor
2	und	ofp	Oficial pintor
6	und	ayp	Ayudante pintor
EQUIPO			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	eair	Equipo airless 45:1
2	und	egr	Equipo de granallado
20	cpo	and	Andamio
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
15	m3	are	Arena
280	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M1.3.2. Aplicación de 2da capa

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
2	und	opp	Operario pintor
2	und	ofp	Oficial pintor
6	und	ayp	Ayudante pintor
EQUIPO			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	eair	Equipo airless 45:1
20	cpo	and	Andamio
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
280	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M1.3.3. Aplicación de 3ra capa

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
2	und	opp	Operario pintor
2	und	ofp	Oficial pintor
6	und	ayp	Ayudante pintor
EQUIPO			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	eair	Equipo airless 45:1
20	cpo	and	Andamio
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
280	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M2. TANQUE 2

M2.1 MECANICA

M2.1.1. Montaje de fondo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
6	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
6	und	aysol	Ayudante soldador
EQUIPO			
7	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
7	und	ean	Esmeril angular
0.1	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
0.4	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
400	Kg	sol	Soldadura
100	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
731	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M2.1.2. Montaje de casco

M2.1.2.1. Montaje de 5° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
EQUIPO			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
250	Kg	sol	Soldadura
60	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
525	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M2.1.2.2. Montaje de 4° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
EQUIPO			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
350	Kg	sol	Soldadura
80	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
630	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M2.1.2.3. Montaje de 3° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
450	Kg	sol	Soldadura
100	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
840	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M2.1.2.4. Montaje de 2° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
550	Kg	sol	Soldadura
125	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
945	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M2.1.2.5. Montaje de 1º anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
650	Kg	sol	Soldadura
150	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
1155	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M2.1.3. Montaje de canal de rigidez

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
9	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
9	und	sol234	Soldador SMAW 2G, 3G y 4G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
80	Kg	sol	Soldadura
20	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
315	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles



M2.1.4. Montaje de estructura de soporte de techo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
2	und	sol234	Soldador SMAW 2G, 3G y 4G
4	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
6	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
6	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	gt40	Grúa telescópica de 40 ton
0.25	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
15	cpo	and	Andamio
0.3	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
150	Kg	sol	Soldadura
40	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
637.5	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M2.1.5. Montaje de techo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
6	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
6	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
7	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
7	und	ean	Esmeril angular
0.1	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
15	cpo	and	Andamio
0.4	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
400	Kg	sol	Soldadura
100	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
860	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles



M2.1.6. Montaje de barandas, plataformas y accesorios

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
2	und	sol234	Soldador SMAW 2G, 3G y 4G
4	und	aysol	Ayudante soldador
EQUIPO			
6	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
6	und	ean	Esmeril angular
0.1	und	gt40	Grúa telescópica de 40 ton
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
15	cpo	and	Andamio
0.3	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
200	Kg	sol	Soldadura
50	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
429	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M2.1.7. Montaje de boquillas

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
2	und	sol6	Soldador SMAW 6G
2	und	aysol	Ayudante soldador
EQUIPO			
4	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
4	und	ean	Esmeril angular
0.1	und	gt40	Grúa telescópica de 40 ton
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
15	cpo	and	Andamio
0.2	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
200	Kg	sol	Soldadura
50	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
299	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M2.2 ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

M2.2.1. Placas gammagráficas

SUBCONTRATO

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
SUBCONTRATO			
2258	und		Placa radiográfica
PERSONAL			
1	und	ay	Ayudante
EQUIPO			
2	cpo	and	Andamio

M2.2.2. Prueba de vacio al fondo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	tend	Técnico END
2	und	ay	Ayudante
EQUIPO			
1	und	cv	Cámara de vacio
1	und	bv	Bomba de vacio 10 psi
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
1	Glb	cons	Consumibles

M2.2.3. Prueba de tintes penetrantes a la unión casco fondo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	tend	Técnico END
2	und	ay	Ayudante
EQUIPO			
2	und	ean	Esmeril angular
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
15	und	tl	Limpiador
5	und	tp	Tinte penetrante
15	und	tr	Revelador
1	Glb	cons	Consumibles

M2.2.4. Prueba neumatica a conexiones

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	tend	Técnico END
2	und	ay	Ayudante
EQUIPO			
1	und	com30	Compresora 30 psi
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
1	Glb	cons	Consumibles

M2.3 PINTURA

M2.3.1. Resane de pintura base maltratada

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
2	und	opp	Operario pintor
2	und	ofp	Oficial pintor
6	und	ayp	Ayudante pintor
EQUIPO			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	eair	Equipo airless 45:1
2	und	egr	Equipo de granallado
20	cpo	and	Andamio
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
15	m3	are	Arena
280	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M2.3.2. Aplicación de 2da capa

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
2	und	opp	Operario pintor
2	und	ofp	Oficial pintor
6	und	ayp	Ayudante pintor
EQUIPO			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	eair	Equipo airless 45:1
20	cpo	and	Andamio
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
280	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

M2.3.3. Aplicación de 3ra capa

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
2	und	opp	Operario pintor
2	und	ofp	Oficial pintor
6	und	ayp	Ayudante pintor
EQUIPO			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	eair	Equipo airless 45:1
20	cpo	and	Andamio
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
280	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

**M3. PROTECCION ANODICA**

**M3.1. INSTALACION**

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
PERSONAL			
1	und	ope	Operario electricista/instrumentista
1	und	ofe	Oficial electricista/instrumentista
4	und	aye	Ayudante electricista
EQUIPO			
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
1	Glb	cons	Consumibles

**M3.2. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA**

<b>Cant.</b>	<b>Und.</b>	<b>Cod.</b>	<b>Descripción</b>
PERSONAL			
1	und	ofe	Oficial electricista/instrumentista
2	und	aye	Ayudante electricista
EQUIPO			
1	Glb	hv	Herramientas varias
MATERIAL			
1	Glb	cons	Consumibles

#### **4.1.4 Estimación De La Duración De Las Actividades De Montaje**

### **M1. TANQUE 1**

#### **M1.1. MECANICA**

##### **M1.1.1 Montaje de Fondo**

Se tiene en cuenta que básicamente se divide en 02 etapas principales:

1. Tendido de planchas y armado
2. Soldeo

Se estima una duración de 03 días para la primera etapa.

Los trabajos correspondientes a la segunda etapa se realizan durante todo el proceso de montaje del tanque debido a que se debe tener mucho cuidado con las deformaciones causadas por el calor de la soldadura. Tanto así que los últimos trabajos de soldeo se realizan después de asentado el casco sobre el fondo.

Para fines de la estimación de la duración del montaje del fondo se va a considerar una actividad única de trabajo constante. Las planchas del fondo serán de 1/2" de espesor. A su vez, con la dimensión de 36.60m de diámetro del tanque y considerando el uso de planchas de 2.40m de ancho x 6.00m de largo, se puede estimar la longitud total de soldadura del

fondo de 600m.

Considerando un rendimiento promedio de soldadura de 4.5 m/HH soldador (incluye trabajo de esmerilado) por pase en posición plana y que para planchas de 1/2" de espesor se necesitarán 06 pases con un electrodo 5/32" se tiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Duración de Soldeo de Planchas de Fondo} &= 600\text{m} \times 06 \text{ pases} \\ &/ 4.5 \text{ m/HH} / 10 \text{ HH/día} / 06 \text{ soldadores} = 13.3 \text{ días} \end{aligned}$$

Finalmente adicionando el tiempo de la primera etapa se tiene:

### **DURACION M1.1.1: 17 días hábiles**

#### **M1.1.2. Montaje de Casco**

Se emplea la siguiente tabla de pesos de anillo del casco para la estimación de la duración del montaje.

<b>DESCRIPCION</b>	<b>PESO (Tons)</b>
1º Anillo – PI 1 1/4"	67.0
2º Anillo – PI 1"	55.0
3º Anillo – PI 3/4"	45.0
4º Anillo – PI 5/8"	35.0
5º Anillo – PI 1/2"	28.0
<b>PESO TOTAL CASCO</b>	<b>230.0 Tons</b>

**Tabla 4.3 – Pesos de Anillos del Casco del Tanque**

Se considera un rendimiento de montaje de 15.0 Kg/HH y se obtiene la siguiente fórmula:

Duración "Anillo" =  $\text{Peso Anillo (Kgs)} / 15 \text{ Kg/HH} / 10 \text{ H/día} / \#$   
 personas asignadas según **RECURSOS NECESARIOS PARA EL MONTAJE**

Con esta información se calcula la duración para cada anillo.

#### **M1.1.2.1. Montaje de 5º Anillo**

**DURACION M1.1.2.1: 05 días hábiles**

**M1.1.2.2. Montaje de 4º Anillo**

**DURACION M1.1.2.2: 06 días hábiles**

**M1.1.2.3. Montaje de 3º Anillo**

**DURACION M1.1.2.3: 08 días hábiles**

**M1.1.2.4. Montaje de 2º Anillo**

**DURACION M1.1.2.4: 09 días hábiles**

**M1.1.2.5. Montaje de 1º Anillo**

**DURACION M1.1.2.5: 11 días hábiles**

**M1.1.3. Montaje de Canal de Rigidez**

Se considera el mismo criterio que para el casco.

Entonces se tiene:

**DURACION M1.1.3: 03 días hábiles**

**M1.1.4. Montaje de Estructura de Soporte de Techo**

Se considera un rendimiento de montaje de estructuras



pesadas de 40 Kg/HH obteniéndose lo siguiente:

$$\text{Duración "Montaje de Estructura de Soporte de Techo"} = \\ 70,000 \text{ Kg} / 40 \text{ Kg/HH} / 10 \text{ H/día} / 12 \text{ personas} = 14.58 \text{ días}$$

Entonces se tiene:

#### **DURACION M1.1.4: 15 días hábiles**

#### **M1.1.5. Montaje de Techo**

La actividad es similar al montaje de techo siendo diferente la longitud de soldadura debido a la pendiente que el techo debe tener y que se van a tender las planchas a cierta altura lo cual va a tomar más tiempo. Se estiman 03 días adicionales para tendido de planchas de techo y como despreciable la diferencia de longitud de soldadura.

Entonces de tiene:

#### **DURACION M1.1.5: 20 días hábiles**

#### **M1.1.6. Montaje de Barandas, Plataformas y Accesorios**

Se considera un rendimiento de montaje de estructuras semi livianas de 10 Kg/HH obteniéndose lo siguiente:

Duración "Montaje de Barandas, Plataformas y Accesorios" =  
 $15,000 \text{ Kg} / 10 \text{ Kg/HH} / 10 \text{ H/día} / 12 \text{ personas} = 12.50 \text{ días}$

Entonces se tiene:

**DURACION M1.1.6: 13 días hábiles**

#### **M1.1.7. Montaje de Boquillas**

En forma similar al criterio utilizado para la estimación de la duración de la fabricación de boquillas se va a considerar un rendimiento de montaje de estructuras semi livianas. De este modo se obtiene lo siguiente:

Duración "Montaje de Boquillas" =  $10,000 \text{ Kg} / 10 \text{ Kg/HH} /$   
 $10\text{H/día} / 8 \text{ personas} = 12.50 \text{ días}$

Entonces se tiene:

**DURACION M1.1.7: 13 días hábiles**

## M1.2. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

### M1.2.1. Placas Radiográficas

Según condiciones contractuales se van a tomar placas radiográficas al 100% de las costuras del casco. Entonces en primer lugar se tiene que tener la longitud total de cordones de soldadura. Teniendo en cuenta las dimensiones del tanque y la cantidad de anillos y planchas por anillo se obtiene la siguiente tabla:

DESCRIPCION	LONGITUD DE COSTURAS (m)
vertical 1° Anillo	45.6
Horizontal entre 1° Anillo y 2° Anillo	115.0
Vertical 2° Anillo	45.6
Horizontal entre 2° Anillo y 3° Anillo	115.0
Vertical 3° Anillo	45.6
Horizontal entre 3° Anillo y 4° Anillo	115.0
Vertical 4° Anillo	45.6
Horizontal entre 4° Anillo y 5° Anillo	115.0
Vertical 5° Anillo	45.6
<b>LONGITUD TOTAL DE CORDON DE SOLDADURA 01 TANQUE</b>	<b>688.0 m</b>

**Tabla 4.4 – Longitud de Cordones de Soldadura del Casco**

Cada placa será de 14 pulgadas de longitud lo cual resulta en una longitud de 12 pulgadas (0.305m) de longitud de cordón de soldadura radiografiado obteniendo así la siguiente cantidad de placas:

$$\text{Cantidad de Placas} = 688 \text{ m} / 0.305\text{m} = 2,257.22 \text{ placas}$$

Se redondea la cantidad de placas a 2,258.

Los trabajos se planifican a ser realizados todas las noches por las siguientes razones: 1. para no interferir con los trabajos de montaje ya que por seguridad (exposición a radiación) no debe haber personal en las inmediaciones de la toma de placas y 2. debido a la gran cantidad de placas a tomar.

Se estima un rendimiento del sub-contratista de ensayos no destructivos de 50 placas por noche utilizando una fuente de una actividad media.

Entonces se tiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Duración "Placas radiográficas"} &= 2,258 \text{ placas} / 50 \text{ placas/día} \\ &= 45.16 \text{ días} \end{aligned}$$

Entonces se tiene:

**DURACION M1.2.1: 46 días hábiles**

**M1.2.2. Prueba de Vacío al Fondo**

Se tiene en cuenta la longitud de cordones de soldadura del fondo de 600m y que según la norma API 650 se usará una cámara de vacío de 0.75m de longitud. De esto se obtiene lo siguiente:

$$\text{Cantidad de Pruebas} = 600\text{m} / 0.75\text{m/prueba} = 800 \text{ pruebas}$$

Se estima un tiempo por prueba de 5 minutos. Entonces se obtiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Duración "Prueba de vacío al fondo"} &= 800 \text{ pruebas} \times 5 \\ &\text{minutos/prueba} \times 1 \text{ hora}/60 \text{ minutos} / 10\text{H/día} = 6.67 \text{ días} \end{aligned}$$

Entonces se tiene:

**DURACION M1.2.2: 07 días hábiles**

### **M1.2.3. Prueba de Tintes Penetrantes a la Unión Casco Fondo**

Considerando la longitud del cordón como la longitud de la circunferencia del tanque se tiene que se va a hacer prueba de tintes penetrantes a 115.0 m de cordón de soldadura. La prueba solo se realiza por el lado interior del tanque.

Se estima un tiempo de prueba por metro de 06 minutos incluido el tiempo de espera para la penetración del tinte.

Entonces se obtiene lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Duración "Prueba de tintes penetrantes a la unión casco fondo"} \\ = 115.0\text{m} \times 6 \text{ minutos/metro} \times 1 \text{ hora}/60 \text{ minutos} / 10\text{H/día} = \\ 1.15 \text{ días} \end{aligned}$$

Entonces se tiene:

**DURACION M1.2.3: 02 días hábiles**

### **M1.2.4. Prueba Neumática a Conexiones**

De la ingeniería se puede observar que el diseño requiere 04 boquillas en el primer anillo a las cuales se les van a realizar la prueba neumática. Se estima un tiempo de ejecución de prueba por boquilla de medio día. Entonces se tiene:

**DURACION M1.2.4: 02 días hábiles****M1.3. PINTURA****M1.3.1. Resane de Pintura Base Maltratada**

Se estima el 20% de área del tanque maltratada por trabajos de soldadura y manipuleo. De la Tabla 3.4 se obtiene que el área a ser resanada será de 351.0 m<sup>2</sup>

Se va a estimar un rendimiento menor de arenado debido a que la limpieza superficial que se realiza es en zonas puntuales. También se considera que el trabajo va a requerir el armado y desarmado de andamios para poder alcanzar las áreas maltratadas siendo esto muy diferente a las condiciones de taller.

Se estima entonces un rendimiento de arenado de 5.0m<sup>2</sup>/HH arenador.

Entonces se tiene:

$$\text{Duración "Resane de Pintura Maltratada"} = 351.0 \text{ m}^2 / 5.0$$

$$\text{m}^2/\text{HH}/\text{boquilla} / 02 \text{ boquillas} / 05 \text{ horas/día} = 7.02 \text{ días}$$

Entonces se tiene:

**DURACION M1.3.1: 08 días hábiles**

### **M1.3.2. Aplicación de 2da Capa**

Para la aplicación de la segunda capa de pintura (Pintura Epóxica de altos sólidos) se estima un rendimiento de aplicación de pintura de 12.0m<sup>2</sup>/HH pintor. Entonces se tiene lo siguiente:

$$\text{Duración "Aplicación de 2da Capa"} = 1,755.0 \text{ m}^2 / 12.0 \text{ m}^2/\text{HH} \\ \text{pintor} / 02 \text{ pintores} / 10 \text{ horas/día} = 7.31 \text{ días}$$

Entonces se tiene:

**DURACION M1.3.2: 08 días hábiles**

### **M1.3.3. Aplicación de 3ra Capa**

La estimación de la duración de la aplicación de la tercera capa de pintura (Pintura Poliuretano Alifático) es similar a la actividad anterior:

Entonces se tiene:

**DURACION M1.3.3: 08 días hábiles**



## **M2. TANQUE 2**

Como los 02 tanques son iguales las duraciones de las actividades serán las mismas para todas las etapas.

## **M3. PROTECCION ANODICA**

### **M3.1. INSTALACION**

La instalación del sistema de Protección Anódica no es una actividad de la que sea especialista el ejecutante del proyecto. Toda la ingeniería va a ser desarrollada por el proveedor del sistema (vendedor) y en base a esa es que se va a realizar el montaje con los materiales suministrados por el cliente. Al no poseer mucha información al respecto se estima una duración tentativa considerando el personal asignado y la magnitud del trabajo según la ingeniería.

Entonces se tiene:

**DURACION M3.1: 18 días hábiles**

### **M3.2. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA**

Las prueba y puesta en marcha es una actividad que consta en dar personal de apoyo al proveedor del sistema (vendedor) para realizar

pruebas de funcionamiento de los componentes y finalmente poner en operación el sistema. En base a esto no se puede realizar un estimado de duración exacto sino más bien un estimado tentativo.

Entonces se tiene:

### **DURACION M3.2: 12 días hábiles**

Finalmente se resume en el siguiente cuadro la **Estimación de Duración de las Actividades de Montaje.**

<b>CODIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DURACION (días hábiles)</b>
<b>MON</b>	<b>MONTAJE</b>	
<b>M1</b>	<b>TANQUE 1</b>	
<b>M1.1</b>	<b>MECANICA</b>	
M1.1.1	Montaje de fondo	17
M1.1.2	Montaje de casco	
M1.1.2.1	Montaje de 5º anillo	5
M1.1.2.2	Montaje de 4º anillo	6
M1.1.2.3	Montaje de 3º anillo	8
M1.1.2.4	Montaje de 2º anillo	9
M1.1.2.5	Montaje de 1º anillo	11
M1.1.3	Montaje de canal de rigidez	3
M1.1.4	Montaje de estructura de soporte de techo	15
M1.1.5	Montaje de techo	20
M1.1.6	Montaje de barandas, plataformas y accesorios	13
M1.1.7	Montaje de boquillas	13
<b>M1.2</b>	<b>ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS</b>	
M1.2.1	Placas radiográficas	46
M1.2.2	Prueba de vacío al fondo	7
M1.2.3	Prueba de tintes penetrantes a la unión casco fondo	2

M1.2.4	Prueba neumática a conexiones	2
<b>M1.3</b>	<b>PINTURA</b>	
M1.3.1	Resane de pintura base maltratada	8
M1.3.2	Aplicación de 2da capa	8
M1.3.3	Aplicación de 3ra capa	8
<b>M2</b>	<b>TANQUE 2</b>	
<b>M2.1</b>	<b>MECANICA</b>	
M2.1.1	Montaje de fondo	17
M2.1.2	Montaje de casco	
M2.1.2.1	Montaje de 5° anillo	5
M2.1.2.2	Montaje de 4° anillo	6
M2.1.2.3	Montaje de 3° anillo	8
M2.1.2.4	Montaje de 2° anillo	9
M2.1.2.5	Montaje de 1° anillo	11
M2.1.3	Montaje de canal de rigidez	3
M2.1.4	Montaje de estructura de soporte de techo	15
M2.1.5	Montaje de techo	20
M2.1.6	Montaje de barandas, plataformas y accesorios	13
M2.1.7	Montaje de boquillas	13
<b>M2.2</b>	<b>ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS</b>	
M2.2.1	Placas radiográficas	46
M2.2.2	Prueba de vacío al fondo	7
M2.2.3	Prueba de tintes penetrantes a la unión casco fondo	2
M2.2.4	Prueba neumática a conexiones	2
<b>M2.3</b>	<b>PINTURA</b>	
M2.3.1	Resane de pintura base maltratada	8
M2.3.2	Aplicación de 2da capa	8
M2.3.3	Aplicación de 3ra capa	8
<b>M3</b>	<b>PROTECCION ANODICA</b>	
<b>M3.1</b>	<b>INSTALACION</b>	18
<b>M3.2</b>	<b>PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA</b>	12

**Tabla 4.5 – Duración de las Actividades de Montaje**

#### **4.1.5 Cronograma de Montaje**

Restricciones de Hitos

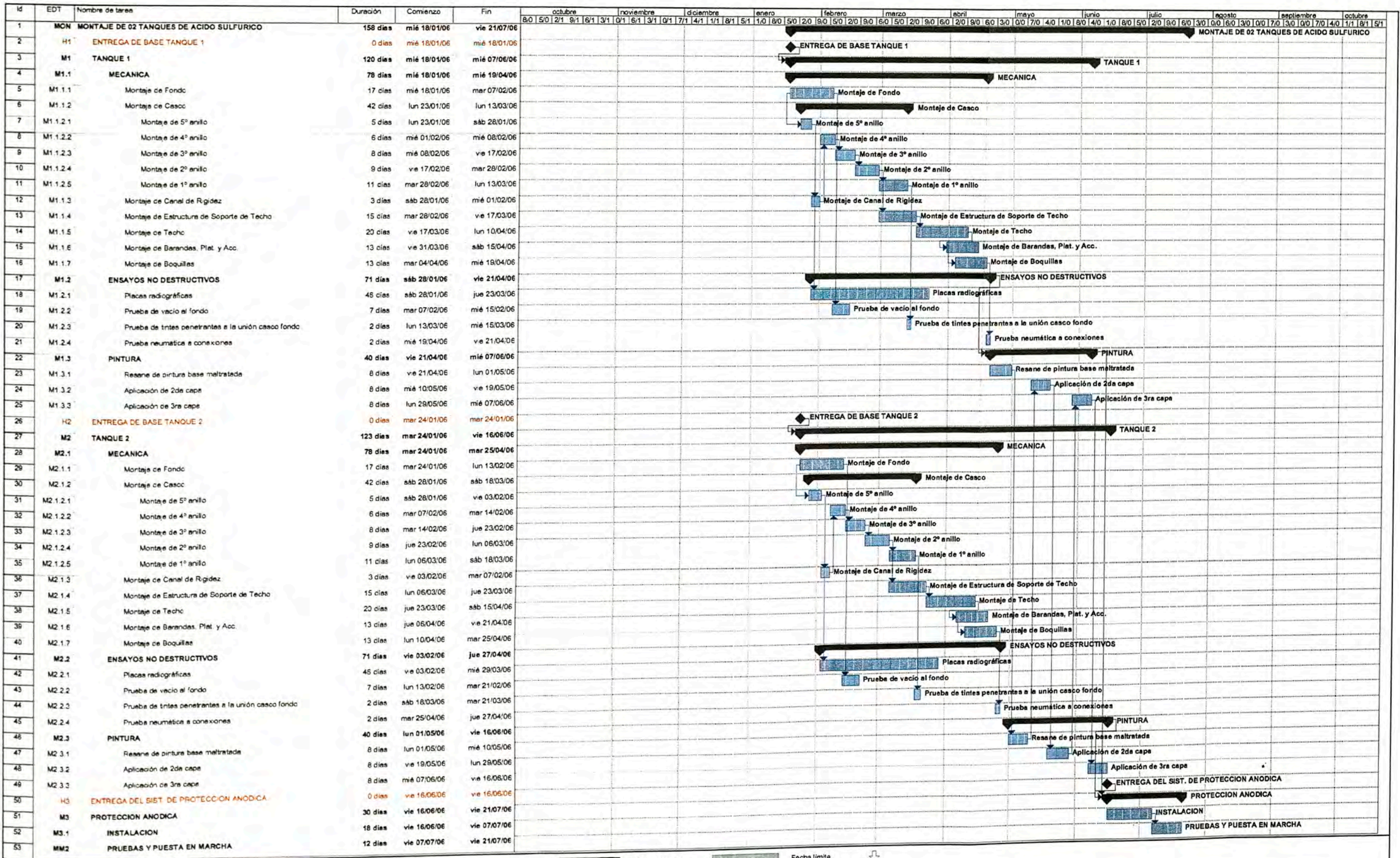
H1 – Entrega de base de Tanque 1 (por otros) – 18/01/06 definido por el Cliente

H2 – Entrega de base de Tanque 2 (por otros) – 24/01/06 definido por el Cliente

H3 – Entrega de Sistema de Protección Anódica por parte del Cliente  
– A más tardar después de terminado el pintado de los tanques en obra

A continuación se presenta el Cronograma de Montaje.





Proyecto: Fabricación y Montaje de Tanques de Acido Sulfúrico  
 Fecha: dom 28/11/06

Tarea: [Barra azul con puntos] Progreso  
 División: [Barra negra] Resumen  
 Hito: [Barra negra con triángulo] Resumen del proyecto  
 Tareas externas: [Barra azul con triángulo] Tareas externas  
 Hito externo: [Barra azul con triángulo] Hito externo  
 Fecha límite: [Barra roja con triángulo] Fecha límite

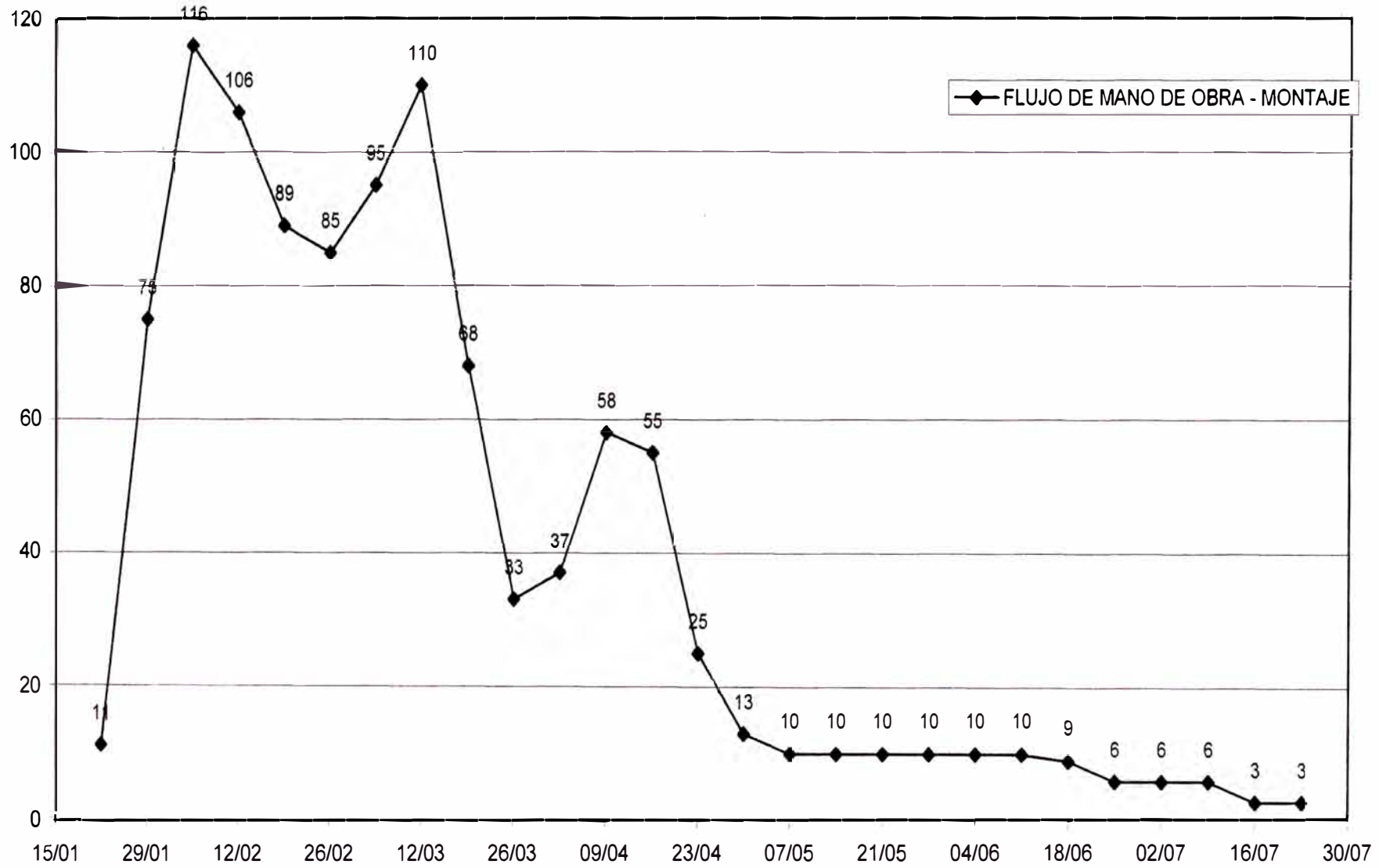


#### **4.1.6 Curva S y Flujo De Mano De Obra de Montaje**

A continuación se muestra la Curva S y el gráfico de Flujo de Mano de Obra de Montaje.



FLUJO DE MANO DE OBRA - MONTAJE  
Gráfico 4.3





## 4.2 Inspección

Al igual que con la **FABRICACION** se realizarán las pruebas e inspecciones de acuerdo a procedimientos aprobados y los resultados serán registrados en formatos que formarán parte del Dossier de Calidad de **MONTAJE**.

### 4.2.1 Inspección Visual de Soldadura

Todos los cordones de soldadura serán inspeccionados visualmente.

Los cordones serán aceptados de acuerdo con las siguientes condiciones:

- a. Que no presenten grietas o golpes de arco en o adyacente a ellos.
- b. La socavación no podrá exceder de 0.4 mm (1/64") para costuras verticales y 0.8 mm (1/32") para costuras horizontales. Para los cordones de soldadura de las boquillas y entradas de hombre la socavación no podrá exceder de 0.4 mm (1/64").
- c. La sobremonta de las soldaduras de las juntas a tope en cada lado de la plancha no deberán exceder los siguientes valores

Espesor de plancha en mm (pulg.)	Espesor máximo de sobremonta en mm (pulg.)	
	Juntas Verticales	Juntas Horizontales
≤13 (1/2")	2.5 (3/32")	3 (1/8")
>13 (1/2") a 25 (1")	3 (1/8")	5 (3/16")
> 25 (1")	5 (3/16")	6 (1/4")

- d. La frecuencia de porosidad en la soldadura no excederá un grupo

(cluster) de poros en 100 mm de longitud y el diámetro de cada grupo no excederá en 2.5 mm.

Todas las mediciones serán realizadas usando un gauge de soldadura adecuado.

#### **4.2.2 Placas Radiográficas**

Tal como se indicó anteriormente por condiciones contractuales se van a tomar placas radiográficas al 100% de las costuras verticales y horizontales del cilindro. Estos trabajos serán encargados a una empresa sub-contratista especializada en ensayos no destructivos.

La inspección radiográfica será ejecutada de acuerdo a la Sección V, Artículo 2 de la Norma ASME.

El personal que ejecute las inspecciones deberá estar calificada y certificada como nivel II o II según la ASNT SNT-TC-1A.

Los cordones de soldadura examinados serán evaluados según los estándares del párrafo UW-51 (b) de la Sección VIII de la Norma ASME.

Toda soldadura que no sea aceptable será reparada y examinada nuevamente.

#### **4.2.3 Control Dimensional**

##### **a. Verticalidad**

Empleando una plomada y/o nivel óptico se verificará la verticalidad del tanque verificando que la desviación entre la parte superior y el

fondo del tanque no exceda en 1/200 de la altura total del tanque. Específicamente para la altura de 12.2 m el límite máximo será de 61 mm.

El mismo criterio se aplicará para inspeccionar la verticalidad de las columnas del tanque.

### **b. Redondez**

La redondez del tanque se inspeccionará en cada anillo en forma indirecta a través de la longitud de circunferencia del exterior del cilindro.

Antes de soldar la última costura vertical de cada anillo se calculará la longitud de circunferencia exterior utilizando como diámetro el nominal del tanque y sumándole dos veces el espesor de cada anillo. Se tendrán entonces los siguientes valores:

Longitud de Circunferencia	
Exterior (m)	
1	36.664
2	36.651
3	36.638
4	36.632
5	36.625

Entonces se medirá en la parte superior en inferior del anillo (a 100

mm del borde) y se trazará en la plancha de cierre para luego cortarla y soldar la última costura vertical.

### **c. Desviaciones Locales**

**c.1 Peaking.** Desviación en la junta de soldadura vertical que no deberá exceder de 13 mm. Esta medida se realizará empleando una plantilla horizontal fabricada con el radio nominal del tanque (36.6 m) de 900 mm de longitud. La medida se realizará por el interior del tanque y se medirá en cada cordón de modo de inspeccionar toda su longitud.

**c.2 Banding.** Desviación en la junta de soldadura horizontal que no deberá exceder de 13 mm. Esta medida se realizará empleando una plantilla vertical recta de 900 mm de longitud. La medida se realizará por el interior del tanque y se medirá el cordón de modo de inspeccionar toda su longitud.

#### **4.2.4 Prueba Neumática**

Las planchas de refuerzo de las boquillas serán inspeccionadas, después de la soldadura, mediante prueba neumática aplicando una presión manométrica de 100 kPa (15 psi) entre el casco del tanque y la plancha de refuerzo empleando el orificio de 1/4" NPT realizado en la plancha de acuerdo a los detalles de fabricación indicados en la Norma API 650 en su sección 3.

Mientras se aplica la presión se aplicará una solución jabonosa a los

cordones de soldadura de las juntas plancha de refuerzo – casco y plancha de refuerzo – boquilla en el interior y exterior del tanque con el objetivo de detectar burbujeo lo que indicaría una discontinuidad en la soldadura.

La prueba neumática solo se realizará a 04 boquillas en el primer anillo: N1 – ingreso 24”, N3 – drenaje 4”, N14 – ingreso 18” y MH1 – entrada de hombre 36”.

#### **4.2.5 Prueba de Vacío**

La prueba de vacío al fondo se realizará empleando una caja de vacío de 150 mm de ancho por 750 mm de largo con una superficie transparente en su parte superior que permita la visibilidad del área inspeccionada. La caja de vacío tendrá tres conexiones 1/4" NPT: 01 para la bomba de vacío, 01 para a válvula de alivio y 01 para un vacuometro.

Se empleará para la prueba un vacuometro calibrado de 70 kPa (10 psi).

Se asegurará que la parte en contacto de la caja con el fondo del tanque este sellada con el uso combinado del borde de jebes de la caja y empleando esponjas.

Mediante una bomba de vacío se aplicaría un vacío dentro de la caja de 21kPa (3 psi) a 35 kPa (5 psi) y mediante la aplicación de una solución jabonosa sobre los cordones de soldadura se inspeccionarán en búsqueda de burbujeo que indicaría una discontinuidad en la

soldadura.

El vacío se mantendrá como mínimo 5 segundos sobre el área inspeccionada.

#### **4.2.6 Inspección por Tintes Penetrantes unión Casco Fondo**

El pase raíz de la junta de soldadura Casco-Fondo en lado interior del tanque será inspeccionada por tintes penetrantes en toda su longitud.

El método de inspección será de acuerdo con la Sección V artículo 6 de la Norma ASME.

Toda discontinuidad será reparada inmediatamente e inspeccionada nuevamente hasta asegurarse que toda la soldadura este libre de discontinuidades para luego proceder con los siguientes pases de soldadura.

#### **4.2.7 Aplicación de Pintura**

Luego de realizar toda la fabricación metalmecánica y le ejecución de todos los ensayos no destructivos se procederá al resane de las partes de la superficie maltratadas por los trabajos de soldadura y manipuelo. Primero se limpiarán las superficies puntualmente con chorro abrasivo con arena (arenado con arena de río) y luego se aplicará pintura base como resane a los mismos espesores aplicados en taller durante la fabricación.

Antes de la aplicación de pintura de todas las capas se verificarán que las condiciones de aplicación sean favorables empleando un

sicrómetro y termómetro de superficie. Las condiciones adecuadas se dan cuando la temperatura de la superficie se encuentra 3°C sobre la temperatura del punto de rocío y la humedad relativa sea inferior a 85%.

Después de pasado el tiempo de repintado mínimo indicado en las especificaciones técnicas de la pintura base (Amercoat 370) se aplicará la 2da capa de pintura que según las especificaciones técnicas del cliente será un epóxico de altos sólidos (Amerlock 400 GFK de la marca Ameron) a un espesor de película seca de 10 a 12 mils. Durante la aplicación de la pintura se controlará el espesor de película húmeda con el uso de placas de medición (galletas) con valores aceptables de 12 a 14 mils.

Una vez seca al tacto duro la pintura se empleará un equipo de medición de película seca para inspeccionar los espesores utilizando el criterio de aceptación de la Norma SSPC-PA2 y serán registrados en formatos adecuados. En caso haya zonas de bajo espesor se procederá a la rectificación respectiva.

Luego de transcurrido el tiempo mínimo de repintado de la 2da capa de pintura se aplicará un poliuretano alifático (Amershield de la marca Ameron) como capa final de pintura. Se controlarán los espesores en húmedo que estén dentro del rango de 7 a 8 mils y al secar al tacto duro se verificarán los espesores de película seca entre el rango de 5 a 6 mils.

Se verificarán que las condiciones de aplicación sean favorables

empleando un sicrómetro y termómetro de superficie. Las condiciones adecuadas se dan cuando la temperatura de la superficie se encuentra 3°C sobre la temperatura del punto de rocío y la humedad relativa sea inferior a 85%.

Se aplicara la pintura verificando que no se presenten defectos de aplicación tales como descolgamiento, piel de naranja, etc.

Según las especificaciones técnicas del cliente la 1era capa de pintura será un epóxico-poliamida el cual será el producto Amercoat 370 de la marca Ameron y se deberá aplicar a un espesor de película seca de 5 a 6 mils. Durante la aplicación de la pintura se controlará el espesor de película húmeda con el uso de placas de medición (galletas) con valores aceptables de 8 a 9 mils.

Después de secada a pintura al tacto duro se empleará un equipo de medición de película seca para inspeccionar lo espesores utilizando el criterio de aceptación de la Norma SSPC-PA2.



## **CAPITULO 5**

### **COSTOS DEL PROYECTO**

#### **4.1 Estimación de Costo**

La estimación de costo involucra desarrollar una estimación de los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto, es decir se realizar una tasación del probable resultado cuantitativo.

A continuación se muestra la asignación de costos a todas las actividades descritas en las **Listas de Actividades** de **FABRICACION** y **MONTAJE**.

## DATOS PARA LA ESTIMACION DE COSTO

Tabla 5.1

### PERSONAL

Item	Código	Descripción	Unidad	Costo Unitario
1	ay	Ayudante	HH	\$2.43
2	aya	Ayudante arenador	HH	\$2.43
3	ayc	Ayudante armador	HH	\$2.43
4	ayc	Ayudante calderero	HH	\$2.43
5	aye	Ayudante electricista	HH	\$2.43
6	ayp	Ayudante pintor	HH	\$2.43
7	aysol	Ayudante soldador	HH	\$2.43
8	ofa	Oficial arenador	HH	\$2.76
9	ofc	Oficial armador	HH	\$2.76
10	ofc	Oficial calderero	HH	\$2.76
11	ofe	Oficial electricista/instrumentista	HH	\$2.76
12	ofp	Oficial pintor	HH	\$2.76
13	opa	Operario arenador	HH	\$3.29
14	opar	Operario armador	HH	\$3.29
15	opc	Operario calderero	HH	\$3.29
16	ope	Operario electricista/instrumentista	HH	\$3.29
17	opp	Operario pintor	HH	\$3.29
18	opr	Operario rolador	HH	\$3.29
19	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G	HH	\$3.29
20	sol234	Soldador SMAW 2G, 3G y 4G	HH	\$3.29
21	sol6	Soldador SMAW 6G	HH	\$3.29
22	tend	Técnico END	HH	\$3.29

### EQUIPO

Item	Código	Descripción	Unidad	Costo Unitario
1	and	Andamio	HM	\$0.10
2	bv	Bomba de vacío 10 psi	HM	\$0.20
3	cv	Cámara de vacío	HM	\$0.10
4	cg6	Camión grúa 6 Tn	HM	\$7.04
5	com30	Compresora 30 psi	HM	\$0.20
6	com750	Compresora 750 cfm	HM	\$5.00
7	eair	Equipo airless 45:1	HM	\$0.93
8	egr	Equipo de granallado	HM	\$0.30
9	eizpl	Equipo de izaje de planchas	HM	\$2.67
10	eo	Equipo de oxicorte	HM	\$0.15
11	ean	Esmeril angular	HM	\$0.24
12	gh20	Gata hidráulica 20 Ton	HM	\$0.10
13	gt40	Grúa telescópica de 40 tn	HM	\$39.00
14	ge300	Grupo electrogeno 300 KW	HM	\$35.00
15	hv	Herramientas varias	Glb	5% M.O.
16	ms400	Maquina de soldar 400 A	HM	\$0.45
17	mc6	Montacarga 6 Tn	HM	\$6.03
18	rh	Rola hidráulica	HM	\$4.33

### MATERIAL

Item	Código	Descripción	Unidad	Costo Unitario
1	acet	Acetileno	bot	\$250.00
2	are	Arena	m3	\$3.10
3	cons	Consumibles	Glb	5% Eq.
4	D2	Diesel 2	Gln	\$3.00
5	disc	Disco abrasivo	und	\$2.06
6	gra	Granalla	Tn	\$970.00
7	tl	Limpiador	und	\$10.00
8	ox	Oxigeno	bot	\$7.70
9	tr	Revelador	und	\$10.00
10	sol	Soldadura	Kg	\$1.86
11	tp	Tinte penetrante	und	\$10.00

**DESARROLLO DE ESTIMACION DE COSTO**

Tabla 5.2

**FABRICACION**

**F1. TANQUE 1**

**F1.1. MECANICA**

F1.1.1. Fabricación de fondo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opc	Operario calderero
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
<b>EQUIPO</b>			
2	und	ms400	Máquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxidante
3	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
20	Kg	sol	Soldadura
10	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxígeno
2	bot	acet	Acetileno
25	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

**DURACION:** 5 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$645.50</b>
50		\$3.29	\$164.50	
50		\$2.76	\$138.00	
100		\$2.43	\$243.00	
				<b>\$265.62</b>
	100	\$0.45	\$45.00	
	50	\$0.15	\$7.50	
	150	\$0.24	\$36.00	
	25	\$6.03	\$150.75	
		3% M.O.	\$16.37	
				<b>\$702.07</b>
		\$1.86	\$37.20	
		\$2.06	\$20.60	
		\$7.70	\$81.80	
		\$250.00	\$500.00	
		\$3.00	\$75.00	
		3% Eq.	\$7.87	
<b>Costo Actividad</b>				<b>F1.1.1</b>
				<b>\$1,503.18</b>

F1.1.2. Fabricación de casco

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opr	Operario rolador
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
<b>EQUIPO</b>			
1	und	rh	Rola hidráulica
1	und	eo	Equipo de oxidante
2	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
100	und	disc	Disco abrasivo
32	bot	ox	Oxígeno
8	bot	acet	Acetileno
130	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

**DURACION:** 25 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$2,836.60</b>
280		\$3.29	\$920.40	
280		\$2.76	\$772.80	
520		\$2.43	\$1,263.60	
				<b>\$2,158.60</b>
	280	\$4.33	\$1,212.80	
	280	\$0.15	\$39.00	
	520	\$0.24	\$124.80	
	130	\$6.03	\$783.90	
		3% M.O.	\$85.10	
				<b>\$2,907.16</b>
		\$2.06	\$206.00	
		\$7.70	\$246.40	
		\$260.00	\$2,000.00	
		\$3.00	\$390.00	
		3% Eq.	\$84.78	
<b>Costo Actividad</b>				<b>F1.1.2</b>
				<b>\$7,902.36</b>

F1.1.3. Fabricación de canal de rigidez

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opr	Operario calderero
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
3	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
<b>EQUIPO</b>			
4	und	ms400	Máquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxidante
4	und	ean	Esmeril angular
0.25	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
250	Kg	sol	Soldadura
20	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxígeno
2	bot	acet	Acetileno
50	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

**DURACION:** 20 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$4,156.00</b>
200		\$3.29	\$658.00	
200		\$2.76	\$552.00	
400		\$2.43	\$972.00	
600		\$3.29	\$1,974.00	
				<b>\$883.50</b>
	800	\$0.45	\$360.00	
	200	\$0.15	\$30.00	
	800	\$0.24	\$192.00	
	50	\$6.03	\$301.50	
		3% M.O.	\$124.68	
				<b>\$1,244.31</b>
		\$1.86	\$465.00	
		\$2.06	\$41.20	
		\$7.70	\$81.80	
		\$250.00	\$500.00	
		\$3.00	\$150.00	
		3% Eq.	\$28.51	
<b>Costo Actividad</b>				<b>F1.1.3</b>
				<b>\$6,283.81</b>

F1.1.4. Fabricación de techo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opc	Operario calderero
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
<b>EQUIPO</b>			
2	und	ms400	Máquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxidante
3	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
20	Kg	sol	Soldadura
10	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxígeno
2	bot	acet	Acetileno
25	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

**DURACION:** 5 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$645.50</b>
50		\$3.29	\$164.50	
50		\$2.76	\$138.00	
100		\$2.43	\$243.00	
				<b>\$265.62</b>
	100	\$0.45	\$45.00	
	50	\$0.15	\$7.50	
	150	\$0.24	\$36.00	
	25	\$6.03	\$150.75	
		3% M.O.	\$16.37	
				<b>\$702.07</b>
		\$1.86	\$37.20	
		\$2.06	\$20.60	
		\$7.70	\$81.80	
		\$250.00	\$500.00	
		\$3.00	\$75.00	
		3% Eq.	\$7.87	
<b>Costo Actividad</b>				<b>F1.1.4</b>
				<b>\$1,503.18</b>



F1.1.5. Fabricación de estructura de soporte de techo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opc	Operario calderero
3	und	ofc	Oficial calderero
4	und	ayc	Ayudante calderero
3	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
<b>EQUIPO</b>			
5	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
3	und	eo	Equipo de oxicorte
7	und	ean	Esmeril angular
0.25	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
150	Kg	sol	Soldadura
50	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
65	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 26 dias

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$8,101.60
260		\$3.29	\$855.40	
780		\$2.76	\$2,152.80	
1040		\$2.43	\$2,527.20	
780		\$3.29	\$2,566.20	
				\$1,773.80
	1300	\$0.45	\$585.00	
	780	\$0.15	\$117.00	
	1820	\$0.24	\$436.80	
	65	\$6.03	\$391.95	
		3% M.O.	\$243.05	
				\$1,191.81
		\$1.86	\$279.00	
		\$2.06	\$103.00	
		\$7.70	\$61.60	
		\$250.00	\$500.00	
		\$3.00	\$195.00	
		3% Eq.	\$53.21	
Costo Actividad				F1.1.5 \$11,067.21

F1.1.6. Fabricación de barandas, plataformas y accesorios

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opc	Operario calderero
2	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
<b>EQUIPO</b>			
4	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
2	und	eo	Equipo de oxicorte
5	und	ean	Esmeril angular
0.25	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
80	Kg	sol	Soldadura
50	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
55	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 22 dias

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$4,455.00
220		\$3.29	\$723.80	
440		\$2.76	\$1,214.40	
440		\$2.43	\$1,069.20	
440		\$3.29	\$1,447.60	
				\$1,191.30
	880	\$0.45	\$396.00	
	440	\$0.15	\$66.00	
	1100	\$0.24	\$264.00	
	55	\$6.03	\$331.65	
		3% M.O.	\$133.65	
				\$1,014.14
		\$1.86	\$148.80	
		\$2.06	\$103.00	
		\$7.70	\$61.60	
		\$250.00	\$500.00	
		\$3.00	\$165.00	
		3% Eq.	\$35.74	
Costo Actividad				F1.1.6 \$6,660.44

F1.1.7. Fabricación de boquillas

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opc	Operario calderero
2	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
<b>EQUIPO</b>			
3	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
4	und	ean	Esmeril angular
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
80	Kg	sol	Soldadura
25	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 15 dias

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$3,037.50
150		\$3.29	\$493.50	
300		\$2.76	\$828.00	
300		\$2.43	\$729.00	
300		\$3.29	\$987.00	
				\$460.13
	450	\$0.45	\$202.50	
	150	\$0.15	\$22.50	
	600	\$0.24	\$144.00	
		3% M.O.	\$91.13	
				\$775.70
		\$1.86	\$148.80	
		\$2.06	\$51.50	
		\$7.70	\$61.60	
		\$250.00	\$500.00	
		\$3.00	\$13.80	
		3% Eq.	\$13.80	
Costo Actividad				F1.1.7 \$4,273.33

F1.2. PINTURA

Preparación superficial y aplicación de pintura base

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opa	Operario arenador
1	und	opp	Operario pintor
1	und	ofa	Oficial arenador
1	und	aya	Ayudante arenador
1	und	ayp	Ayudante pintor
<b>EQUIPO</b>			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	egr	Equipo de granallado
1	und	eair	Equipo airless 45:1
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
2.5	Tn	gra	Granalla
1260	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 36 dias

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$5,112.00
360		\$3.29	\$1,184.40	
360		\$3.29	\$1,184.40	
360		\$2.76	\$993.60	
360		\$2.43	\$874.80	
360		\$2.43	\$874.80	
				\$3,589.56
	360	\$5.00	\$1,800.00	
	720	\$0.30	\$216.00	
	360	\$0.93	\$334.80	
	180	\$6.03	\$1,085.40	
		3% M.O.	\$153.36	
				\$6,312.69
		\$970.00	\$2,425.00	
		\$3.00	\$3,780.00	
		3% Eq.	\$107.69	
Costo Actividad				F1.2 \$15,014.25

**F2. TANQUE 2**

**F2.1. MECANICA**

**F2.1.1. Fabricación de fondo**

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opc	Operario calderero
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
<b>EQUIPO</b>			
2	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
3	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hvv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
20	Kg	sol	Soldadura
10	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
25	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

**DURACION:** 5 dias

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total	
<b>\$545.50</b>					
50		\$3.29	\$164.50		
50		\$2.76	\$138.00		
100		\$2.43	\$243.00		
<b>\$255.62</b>					
	100	\$0.45	\$45.00		
	50	\$0.15	\$7.50		
	150	\$0.24	\$36.00		
	25	\$6.03	\$150.75		
		3% M.O.	\$16.37		
<b>\$702.07</b>					
		\$1.86	\$37.20		
		\$2.06	\$20.60		
		\$7.70	\$61.60		
		\$250.00	\$500.00		
		\$3.00	\$75.00		
		3% Eq.	\$7.67		
<b>Costo Actividad</b>				<b>F2.1.1</b>	<b>\$1,503.18</b>

**F2.1.2. Fabricación de casco**

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opr	Operario rolador
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
<b>EQUIPO</b>			
1	und	rh	Rola hidráulica
1	und	eo	Equipo de oxicorte
2	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hvv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
100	und	disc	Disco abrasivo
32	bot	ox	Oxigeno
8	bot	acet	Acetileno
130	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

**DURACION:** 26 dias

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total	
<b>\$2,836.60</b>					
260		\$3.29	\$855.40		
260		\$2.76	\$717.60		
520		\$2.43	\$1,263.60		
<b>\$2,158.60</b>					
	260	\$4.33	\$1,125.80		
	260	\$0.15	\$39.00		
	520	\$0.24	\$124.80		
	130	\$6.03	\$783.90		
		3% M.O.	\$85.10		
<b>\$2,907.16</b>					
		\$2.06	\$206.00		
		\$7.70	\$246.40		
		\$250.00	\$2,000.00		
		\$3.00	\$390.00		
		3% Eq.	\$64.76		
<b>Costo Actividad</b>				<b>F2.1.2</b>	<b>\$7,902.36</b>

**F2.1.3. Fabricación de canal de rigidez**

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opr	Operario calderero
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
3	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
<b>EQUIPO</b>			
4	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
4	und	ean	Esmeril angular
0.25	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hvv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
250	Kg	sol	Soldadura
20	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
50	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

**DURACION:** 20 dias

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total	
<b>\$4,156.00</b>					
200		\$3.29	\$658.00		
200		\$2.76	\$552.00		
400		\$2.43	\$972.00		
600		\$3.29	\$1,974.00		
<b>\$883.50</b>					
	800	\$0.45	\$360.00		
	200	\$0.15	\$30.00		
	800	\$0.24	\$192.00		
	50	\$6.03	\$301.50		
		3% M.O.	\$124.68		
<b>\$1,244.31</b>					
		\$1.86	\$465.00		
		\$2.06	\$41.20		
		\$7.70	\$61.60		
		\$250.00	\$500.00		
		\$3.00	\$150.00		
		3% Eq.	\$26.51		
<b>Costo Actividad</b>				<b>F2.1.3</b>	<b>\$6,283.81</b>

**F2.1.4. Fabricación de techo**

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opc	Operario calderero
1	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
<b>EQUIPO</b>			
2	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
3	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Glb	hvv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
20	Kg	sol	Soldadura
10	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
25	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

**DURACION:** 5 dias

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total	
<b>\$545.50</b>					
50		\$3.29	\$164.50		
50		\$2.76	\$138.00		
100		\$2.43	\$243.00		
<b>\$255.62</b>					
	100	\$0.45	\$45.00		
	50	\$0.15	\$7.50		
	150	\$0.24	\$36.00		
	25	\$6.03	\$150.75		
		3% M.O.	\$16.37		
<b>\$702.07</b>					
		\$1.86	\$37.20		
		\$2.06	\$20.60		
		\$7.70	\$61.60		
		\$250.00	\$500.00		
		\$3.00	\$75.00		
		3% Eq.	\$7.67		
<b>Costo Actividad</b>				<b>F2.1.4</b>	<b>\$1,503.18</b>



F2.1.5. Fabricación de estructura de soporte de techo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opc	Operario calderero
3	und	ofc	Oficial calderero
4	und	ayc	Ayudante calderero
3	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
<b>EQUIPO</b>			
5	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
3	und	eo	Equipo de oxicoarte
7	und	ean	Esmeril angular
0.25	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
150	Kg	sol	Soldadura
50	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
65	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 26 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$8,101.60
260		\$3.29	\$855.40	
780		\$2.76	\$2,152.80	
1040		\$2.43	\$2,527.20	
780		\$3.29	\$2,566.20	
				\$1,773.80
	1300	\$0.45	\$585.00	
	780	\$0.15	\$117.00	
	1820	\$0.24	\$436.80	
	65	\$6.03	\$391.95	
		3% M.O.	\$243.05	
				\$1,191.81
		\$1.86	\$279.00	
		\$2.06	\$103.00	
		\$7.70	\$61.60	
		\$250.00	\$500.00	
		\$3.00	\$195.00	
		3% Eq.	\$53.21	
Costo Actividad F2.1.5				\$11,067.21

F2.1.6. Fabricación de barandas, plataformas y accesorios

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opc	Operario calderero
2	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
<b>EQUIPO</b>			
4	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
2	und	eo	Equipo de oxicoarte
5	und	ean	Esmeril angular
0.25	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
80	Kg	sol	Soldadura
50	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
55	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 22 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$4,455.00
220		\$3.29	\$723.80	
440		\$2.76	\$1,214.40	
440		\$2.43	\$1,069.20	
440		\$3.29	\$1,447.60	
				\$1,191.30
	880	\$0.45	\$396.00	
	440	\$0.15	\$66.00	
	1100	\$0.24	\$264.00	
	55	\$6.03	\$331.65	
		3% M.O.	\$133.65	
				\$1,014.14
		\$1.86	\$148.80	
		\$2.06	\$103.00	
		\$7.70	\$61.60	
		\$250.00	\$500.00	
		\$3.00	\$165.00	
		3% Eq.	\$35.74	
Costo Actividad F2.1.6				\$6,660.44

F2.1.7. Fabricación de boquillas

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opc	Operario calderero
2	und	ofc	Oficial calderero
2	und	ayc	Ayudante calderero
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
<b>EQUIPO</b>			
3	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicoarte
4	und	ean	Esmeril angular
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
80	Kg	sol	Soldadura
25	und	disc	Disco abrasivo
8	bot	ox	Oxigeno
2	bot	acet	Acetileno
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 15 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$3,037.50
150		\$3.29	\$493.50	
300		\$2.76	\$828.00	
300		\$2.43	\$729.00	
300		\$3.29	\$987.00	
				\$460.13
	450	\$0.45	\$202.50	
	150	\$0.15	\$22.50	
	600	\$0.24	\$144.00	
		3% M.O.	\$91.13	
				\$775.70
		\$1.86	\$148.80	
		\$2.06	\$51.50	
		\$7.70	\$61.60	
		\$250.00	\$500.00	
		\$3.00	\$138.00	
		3% Eq.	\$13.80	
Costo Actividad F2.1.7				\$4,273.33

F2.2. PINTURA

Preparación superficial y aplicación de pintura base

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opa	Operario arenador
1	und	opp	Operario pintor
1	und	ofa	Oficial arenador
1	und	aya	Ayudante arenador
1	und	ayp	Ayudante pintor
<b>EQUIPO</b>			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	egr	Equipo de granallado
1	und	eaif	Equipo airless 45:1
0.5	und	mc6	Montacarga 6 Tn
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
2.5	Tn	gra	Granalla
1260	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 36 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$5,112.00
360		\$3.29	\$1,184.40	
360		\$3.29	\$1,184.40	
360		\$2.76	\$993.60	
360		\$2.43	\$874.80	
360		\$2.43	\$874.80	
				\$3,589.56
	360	\$5.00	\$1,800.00	
	720	\$0.30	\$216.00	
	360	\$0.93	\$334.80	
	180	\$6.03	\$1,085.40	
		3% M.O.	\$153.36	
				\$6,312.69
		\$970.00	\$2,425.00	
		\$3.00	\$3,780.00	
		3% Eq.	\$107.69	
Costo Actividad F2.2				\$15,014.25

**MONTAJE**

**M1. TANQUE 1**

**M1.1. MECANICA**

**M1.1.1. Montaje de fondo**

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
6	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
6	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
7	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
7	und	ean	Esmeril angular
0.1	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
0.4	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
400	Kg	sol	Soldadura
100	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
731	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

**DURACION:** 17 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$7,689.10</b>
170		\$3.29	\$559.30	
170		\$2.76	\$469.20	
340		\$2.43	\$826.20	
1020		\$3.29	\$3,355.80	
1020		\$2.43	\$2,478.60	
				<b>\$4,239.95</b>
	1190	\$0.45	\$535.50	
	170	\$0.15	\$25.50	
	1190	\$0.24	\$285.60	
	17	\$39.00	\$663.00	
	17	\$7.04	\$119.68	
	68	\$35.00	\$2,380.00	
		3% M.O.	\$230.67	
				<b>\$3,340.40</b>
		\$1.86	\$744.00	
		\$2.06	\$206.00	
		\$7.70	\$7.70	
		\$250.00	\$62.50	
		\$3.00	\$2,193.00	
		3% Eq.	\$127.20	
				<b>\$15,269.45</b>

Costo Actividad M1.1.1 \$15,269.45

**M1.1.2. Montaje de casco**

**M1.1.2.1. Montaje de 5° anillo**

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
250	Kg	sol	Soldadura
60	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	ll	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
525	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

**DURACION:** 5 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$5,831.50</b>
50		\$3.29	\$164.50	
100		\$2.76	\$276.00	
100		\$2.43	\$243.00	
900		\$3.29	\$2,961.00	
900		\$2.43	\$2,187.00	
				<b>\$3,227.65</b>
	1000	\$0.45	\$450.00	
	50	\$0.15	\$7.50	
	1000	\$0.24	\$240.00	
	10	\$39.00	\$390.00	
	5	\$7.04	\$35.20	
	1800	\$0.10	\$180.00	
	50	\$35.00	\$1,750.00	
		3% M.O.	\$174.95	
				<b>\$2,890.63</b>
		\$1.86	\$465.00	
		\$2.06	\$123.60	
		\$7.70	\$7.70	
		\$250.00	\$62.50	
		\$10.00	\$240.00	
		\$10.00	\$80.00	
		\$10.00	\$240.00	
		\$3.00	\$1,575.00	
		3% Eq.	\$96.83	
				<b>\$11,949.77</b>

Costo Actividad M1.1.2.1 \$11,949.77

**M1.1.2.2. Montaje de 4° anillo**

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	qh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpt	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
350	Kg	sol	Soldadura
80	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	ll	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
630	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

**DURACION:** 6 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$6,997.80</b>
60		\$3.29	\$197.40	
120		\$2.76	\$331.20	
120		\$2.43	\$291.60	
1080		\$3.29	\$3,553.20	
1080		\$2.43	\$2,624.40	
				<b>\$9,856.37</b>
	1200	\$0.45	\$540.00	
	60	\$0.15	\$9.00	
	1200	\$0.24	\$288.00	
	2160	\$0.10	\$216.00	
	2160	\$2.67	\$5,767.20	
	12	\$39.00	\$468.00	
	6	\$7.04	\$42.24	
	2160	\$0.10	\$216.00	
	60	\$35.00	\$2,100.00	
		3% M.O.	\$209.93	
				<b>\$3,631.69</b>
		\$1.86	\$651.00	
		\$2.06	\$164.80	
		\$7.70	\$7.70	
		\$250.00	\$62.50	
		\$10.00	\$240.00	
		\$10.00	\$80.00	
		\$10.00	\$240.00	
		\$3.00	\$1,890.00	
		3% Eq.	\$295.69	
				<b>\$20,485.87</b>

Costo Actividad M1.1.2.2 \$20,485.87



M1.1.2.3. Montaje de 3° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	qe300	Grupo eléctrico 300 KW
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
450	Kg	sol	Soldadura
100	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxígeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	li	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
840	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 8 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$9,330.40
80		\$3.29	\$263.20	
160		\$2.76	\$441.60	
160		\$2.43	\$388.80	
1440		\$3.29	\$4,737.60	
1440		\$2.43	\$3,499.20	
				\$13,141.83
	1600	\$0.45	\$720.00	
	80	\$0.15	\$12.00	
	1600	\$0.24	\$384.00	
	2880	\$0.10	\$288.00	
	2880	\$2.67	\$7,689.60	
	16	\$39.00	\$624.00	
	8	\$7.04	\$56.32	
	2880	\$0.10	\$288.00	
	80	\$35.00	\$2,800.00	
		3% M.O.	\$279.91	
				\$4,587.45
				\$1.86
				\$2.06
				\$7.70
				\$250.00
				\$10.00
				\$10.00
				\$10.00
				\$3.00
				\$394.25
				Costo Actividad
				M1.1.2.3 \$27,059.99

M1.12.4. Montaje de 2° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	qe300	Grupo eléctrico 300 KW
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
550	Kg	sol	Soldadura
125	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxígeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	li	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
945	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 9 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$10,496.70
90		\$3.29	\$296.10	
180		\$2.76	\$496.80	
180		\$2.43	\$437.40	
1620		\$3.29	\$5,329.80	
1620		\$2.43	\$3,936.60	
				\$14,784.56
	1800	\$0.45	\$810.00	
	90	\$0.15	\$13.50	
	1800	\$0.24	\$432.00	
	3240	\$0.10	\$324.00	
	3240	\$2.67	\$8,650.80	
	18	\$39.00	\$702.00	
	9	\$7.04	\$63.36	
	3240	\$0.10	\$324.00	
	90	\$35.00	\$3,150.00	
		3% M.O.	\$314.90	
				\$5,189.24
				\$1.86
				\$2.06
				\$7.70
				\$250.00
				\$10.00
				\$10.00
				\$10.00
				\$3.00
				\$443.54
				Costo Actividad
				M1.1.2.4 \$30,470.50

M1.1.2.5. Montaje de 1° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	qe300	Grupo eléctrico 300 KW
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
650	Kg	sol	Soldadura
150	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxígeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	li	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
1155	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 11 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$12,829.30
110		\$3.29	\$361.90	
220		\$2.76	\$607.20	
220		\$2.43	\$534.60	
1980		\$3.29	\$6,514.20	
1980		\$2.43	\$4,811.40	
				\$18,070.02
	2200	\$0.45	\$990.00	
	110	\$0.15	\$16.50	
	2200	\$0.24	\$528.00	
	3960	\$0.10	\$396.00	
	3960	\$2.67	\$10,573.20	
	22	\$39.00	\$858.00	
	11	\$7.04	\$77.44	
	3960	\$0.10	\$396.00	
	110	\$35.00	\$3,850.00	
		3% M.O.	\$384.88	
				\$6,155.30
				\$1.86
				\$2.06
				\$7.70
				\$250.00
				\$10.00
				\$10.00
				\$10.00
				\$3.00
				\$542.10
				Costo Actividad
				M1.1.2.5 \$37,054.62



M1.1.3. Montaje de canal de rigidez

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
9	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
9	und	sol234	Soldador SMAW 2G, 3G y 4G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
0.2	und	qt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
80	Kg	sol	Soldadura
20	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
315	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

DURACION: 3 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$3,498.90
30		\$3.29	\$98.70	
60		\$2.76	\$165.60	
60		\$2.43	\$145.80	
270		\$3.29	\$888.30	
270		\$3.29	\$888.30	
540		\$2.43	\$1,312.20	
				\$1,936.59
	600	\$0.45	\$270.00	
	30	\$0.15	\$4.50	
	600	\$0.24	\$144.00	
	6	\$39.00	\$234.00	
	3	\$7.04	\$21.12	
	1080	\$0.10	\$108.00	
	30	\$35.00	\$1,050.00	
		3% M.O.	\$104.97	
				\$1,263.30
		\$1.86	\$148.80	
		\$2.06	\$41.20	
		\$7.70	\$7.70	
		\$250.00	\$62.50	
		\$3.00	\$945.00	
		3% Eq.	\$58.10	
				\$6,698.78

Costo Actividad M1.1.3 \$6,698.78

M1.1.4. Montaje de estructura de soporte de techo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
2	und	sol234	Soldador SMAW 2G, 3G y 4G
4	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
6	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
6	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	qt40	Grúa telescópica de 40 ton
0.25	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
15	cpo	and	Andamio
0.3	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
150	Kg	sol	Soldadura
40	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
637.5	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

DURACION: 15 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$5,068.50
150		\$3.29	\$493.50	
150		\$2.76	\$414.00	
300		\$2.43	\$729.00	
300		\$3.29	\$987.00	
300		\$3.29	\$987.00	
600		\$2.43	\$1,458.00	
				\$5,784.56
	900	\$0.45	\$405.00	
	150	\$0.15	\$22.50	
	900	\$0.24	\$216.00	
	75	\$39.00	\$2,925.00	
	37.5	\$7.04	\$264.00	
	2250	\$0.10	\$225.00	
	45	\$35.00	\$1,575.00	
		3% M.O.	\$152.06	
				\$2,517.64
		\$1.86	\$279.00	
		\$2.06	\$82.40	
		\$7.70	\$7.70	
		\$250.00	\$62.50	
		\$3.00	\$1,912.50	
		3% Eq.	\$173.54	
				\$13,370.69

Costo Actividad M1.1.4 \$13,370.69

M1.1.5. Montaje de techo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
6	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
6	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
7	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
7	und	ean	Esmeril angular
0.1	und	qt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
15	cpo	and	Andamio
0.4	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
400	Kg	sol	Soldadura
100	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
860	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

DURACION: 20 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$9,046.00
200		\$3.29	\$658.00	
200		\$2.76	\$552.00	
400		\$2.43	\$972.00	
1200		\$3.29	\$3,948.00	
1200		\$2.43	\$2,916.00	
				\$5,288.18
	1400	\$0.45	\$630.00	
	200	\$0.15	\$30.00	
	1400	\$0.24	\$336.00	
	20	\$39.00	\$780.00	
	20	\$7.04	\$140.80	
	3000	\$0.10	\$300.00	
	80	\$35.00	\$2,800.00	
		3% M.O.	\$271.38	
				\$3,758.85
		\$1.86	\$744.00	
		\$2.06	\$206.00	
		\$7.70	\$7.70	
		\$250.00	\$62.50	
		\$3.00	\$2,580.00	
		3% Eq.	\$158.65	
				\$18,093.03

Costo Actividad M1.1.5 \$18,093.03

M1.1.6. Montaje de barandas, plataformas y accesorios

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
2	und	sol234	Soldador SMAW 2G, 3G y 4G
4	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
6	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
6	und	ean	Esmeril angular
0.1	und	qt40	Grúa telescópica de 40 ton
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
15	cpo	and	Andamio
0.3	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
200	Kg	sol	Soldadura
50	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
429	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

DURACION: 13 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$4,392.70
130		\$3.29	\$427.70	
130		\$2.76	\$358.80	
260		\$2.43	\$631.80	
260		\$3.29	\$855.40	
260		\$3.29	\$855.40	
520		\$2.43	\$1,263.60	
				\$2,848.00
	780	\$0.45	\$351.00	
	130	\$0.15	\$19.50	
	780	\$0.24	\$187.20	
	13	\$39.00	\$507.00	
	13	\$7.04	\$91.52	
	1950	\$0.10	\$195.00	
	39	\$35.00	\$1,365.00	
		3% M.O.	\$131.78	
				\$1,917.64
		\$1.86	\$372.00	
		\$2.06	\$103.00	
		\$7.70	\$7.70	
		\$250.00	\$62.50	
		\$3.00	\$1,287.00	
		3% Eq.	\$85.44	
				\$9,158.34

Costo Actividad M1.1.6 \$9,158.34

M1.1.7. Montaje de boquillas

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
2	und	sol6	Soldador SMAW 6G
2	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
4	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxlicorte
4	und	ean	Esmeril angular
0.1	und	gt40	Grúa telescópica de 40 ton
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
15	cpo	and	Andamio
0.2	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
200	Kg	sol	Soldadura
50	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxígeno
0.25	bot	acet	Acetileno
299	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 13 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$2,905.50
130		\$3.29	\$427.70	
130		\$2.76	\$358.80	
260		\$2.43	\$631.80	
260		\$3.29	\$855.40	
260		\$2.43	\$631.80	
				\$2,168.99
	520	\$0.45	\$234.00	
	130	\$0.15	\$19.50	
	520	\$0.24	\$124.80	
	13	\$39.00	\$507.00	
	13	\$7.04	\$91.52	
	1950	\$0.10	\$195.00	
	26	\$35.00	\$910.00	
		3% M.O.	\$87.17	
				\$1,507.27
		\$1.86	\$372.00	
		\$2.06	\$103.00	
		\$7.70	\$7.70	
		\$250.00	\$62.50	
		\$3.00	\$897.00	
		3% Eq.	\$65.07	
Costo Actividad				\$6,581.75

M1.2. ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

M1.2.1. Placas gammagráficas

SUBCONTRATO

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>SUBCONTRATO</b>			
2258	und		Placa radiográfica
<b>PERSONAL</b>			
1	und	ay	Ayudante
<b>EQUIPO</b>			
2	cpo	and	Andamio

DURACION: 46 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$22,580.00
		\$10.00	\$22,580.00	
460		\$2.43	\$1,117.30	\$1,117.80
				\$92.00
	920	\$0.10	\$92.00	
Costo Actividad				\$23,789.80

M1.2.2. Prueba de vacío al fondo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	tend	Técnico END
2	und	ay	Ayudante
<b>EQUIPO</b>			
1	und	cv	Cámara de vacío
1	und	bv	Bomba de vacío 10 psi
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 7 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$570.50
70		\$3.29	\$230.30	
140		\$2.43	\$340.20	
				\$38.12
	70	\$0.10	\$7.00	
	70	\$0.20	\$14.00	
		3% M.O.	\$17.12	
				\$1.14
		3% Eq.	\$1.14	
Costo Actividad				\$609.76

M1.2.3. Prueba de tintes penetrantes a la unión casco fondo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	tend	Técnico END
2	und	ay	Ayudante
<b>EQUIPO</b>			
2	und	ean	Esmeril angular
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
15	und	tl	Limpiador
5	und	tp	Tinte penetrante
15	und	tr	Revelador
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 2 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$163.00
20		\$3.29	\$65.80	
40		\$2.43	\$97.20	
				\$14.49
	40	\$0.24	\$9.60	
		3% M.O.	4.89	
				\$350.43
		\$10.00	\$150.00	
		\$10.00	\$50.00	
		\$10.00	\$150.00	
		3% Eq.	\$0.43	
Costo Actividad				\$527.92

M1.2.4. Prueba neumática a conexiones

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	tend	Técnico END
2	und	ay	Ayudante
<b>EQUIPO</b>			
1	und	com30	Compresora 30 psi
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 2 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$163.00
20		\$3.29	\$65.80	
40		\$2.43	\$97.20	
				\$8.89
	20	\$0.20	\$4.00	
		3% M.O.	4.89	
				\$4.89
		3% Eq.	\$4.89	
Costo Actividad				\$176.78

M1.3 PINTURA

M1.3.1. Resane de pintura base maltratada

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
2	und	opp	Operario pintor
2	und	ofp	Oficial pintor
6	und	ayp	Ayudante pintor
<b>EQUIPO</b>			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	eair	Equipo airless 45:1
2	und	egr	Equipo de granallado
20	cpo	and	Andamio
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
15	m3	are	Arena
280	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 8 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$2,134.40
160		\$3.29	\$526.40	
160		\$2.76	\$441.60	
480		\$2.43	\$1,166.40	
				\$820.83
	80	\$5.00	\$400.00	
	160	\$0.93	\$148.80	
	160	\$0.30	\$48.00	
	1600	\$0.10	\$160.00	
		3% M.O.	\$64.03	
				\$911.12
		\$3.10	\$46.50	
		\$3.00	\$840.00	
		3% Eq.	\$24.62	
Costo Actividad				\$3,866.36



M1.3.2. Aplicación de 2da capa

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
2	und	opp	Operario pintor
2	und	ofp	Oficial pintor
6	und	ayp	Ayudante pintor
<b>EQUIPO</b>			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	eair	Equipo airless 45:1
20	cpo	and	Andamio
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
280	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

DURACION: 8 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$2,134.40
160		\$3.29	\$526.40	
160		\$2.76	\$441.60	
480		\$2.43	\$1,166.40	
				\$772.83
	80	\$5.00	\$400.00	
	160	\$0.93	\$148.80	
	1600	\$0.10	\$160.00	
		3% M.O.	\$64.03	
				\$904.03
		\$3.00	\$840.00	
		3% Eq.	\$64.03	
Costo Actividad				\$3,811.26

M1.3.3. Aplicación de 3ra capa

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
2	und	opp	Operario pintor
2	und	ofp	Oficial pintor
6	und	ayp	Ayudante pintor
<b>EQUIPO</b>			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	eair	Equipo airless 45:1
20	cpo	and	Andamio
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
280	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

DURACION: 8 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$2,134.40
160		\$3.29	\$526.40	
160		\$2.76	\$441.60	
480		\$2.43	\$1,166.40	
				\$772.83
	80	\$5.00	\$400.00	
	160	\$0.93	\$148.80	
	1600	\$0.10	\$160.00	
		3% M.O.	\$64.03	
				\$904.03
		\$3.00	\$840.00	
		3% Eq.	\$64.03	
Costo Actividad				\$3,811.26

M2. TANQUE 2

M2.1 MECANICA

M2.1.1. Montaje de fondo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
6	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
6	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
7	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
7	und	ean	Esmeril angular
0.1	und	qt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
0.4	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
400	Kg	sol	Soldadura
100	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno.
0.25	bot	acet	Acetileno
731	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

DURACION: 17 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$7,689.10
170		\$3.29	\$559.30	
170		\$2.76	\$469.20	
340		\$2.43	\$826.20	
1020		\$3.29	\$3,355.80	
1020		\$2.43	\$2,478.60	
				\$4,239.95
	1190	\$0.45	\$535.50	
	170	\$0.15	\$25.50	
	1190	\$0.24	\$285.60	
	17	\$39.00	\$663.00	
	17	\$7.04	\$119.68	
	68	\$35.00	\$2,380.00	
		3% M.O.	\$230.67	
				\$3,340.40
		\$1.86	\$744.00	
		\$2.06	\$206.00	
		\$7.70	\$7.70	
		\$250.00	\$62.50	
		\$3.00	\$2,193.00	
		3% Eq.	\$127.20	
Costo Actividad				\$15,269.45

M2.1.2. Montaje de casco

M2.1.2.1. Montaje de 5° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
0.2	und	qt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo electrógeno 300 KW
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
250	Kg	sol	Soldadura
60	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxigeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
525	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

DURACION: 5 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				\$5,831.50
50		\$3.29	\$164.50	
100		\$2.76	\$276.00	
100		\$2.43	\$243.00	
900		\$3.29	\$2,961.00	
900		\$2.43	\$2,187.00	
				\$3,227.65
	1000	\$0.45	\$450.00	
	50	\$0.15	\$7.50	
	1000	\$0.24	\$240.00	
	10	\$39.00	\$390.00	
	5	\$7.04	\$35.20	
	1800	\$0.10	\$180.00	
	50	\$35.00	\$1,750.00	
		3% M.O.	\$174.95	
				\$2,890.63
		\$1.86	\$465.00	
		\$2.06	\$123.60	
		\$7.70	\$7.70	
		\$250.00	\$62.50	
		\$10.00	\$240.00	
		\$10.00	\$80.00	
		\$10.00	\$240.00	
		\$3.00	\$1,575.00	
		3% Eq.	\$96.83	
Costo Actividad				\$11,949.77

M2.1.2.2. Montaje de 4° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo eléctrico 300 KW
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
350	Kg	sol	Soldadura
80	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxígeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
630	Gin	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 6 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$6,997.80</b>
60		\$3.29	\$197.40	
120		\$2.76	\$331.20	
120		\$2.43	\$291.60	
1080		\$3.29	\$3,553.20	
1080		\$2.43	\$2,624.40	
				<b>\$9,856.37</b>
	1200	\$0.45	\$540.00	
	60	\$0.15	\$9.00	
	1200	\$0.24	\$288.00	
	2160	\$0.10	\$216.00	
	2160	\$2.67	\$5,767.20	
	12	\$39.00	\$468.00	
	6	\$7.04	\$42.24	
	2160	\$0.10	\$216.00	
	60	\$35.00	\$2,100.00	
		3% M.O.	\$209.93	
				<b>\$3,631.69</b>
				<b>\$20,485.87</b>

Costo Actividad M2.1.2.2 \$20,485.87

M2.1.2.3. Montaje de 3° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo eléctrico 300 KW
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
450	Kg	sol	Soldadura
100	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxígeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
840	Gin	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 8 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$9,330.40</b>
80		\$3.29	\$263.20	
160		\$2.76	\$441.60	
160		\$2.43	\$388.80	
1440		\$3.29	\$4,737.60	
1440		\$2.43	\$3,499.20	
				<b>\$13,141.83</b>
	1600	\$0.45	\$720.00	
	80	\$0.15	\$12.00	
	1600	\$0.24	\$384.00	
	2880	\$0.10	\$288.00	
	2880	\$2.67	\$7,689.60	
	16	\$39.00	\$624.00	
	8	\$7.04	\$56.32	
	2880	\$0.10	\$288.00	
	80	\$35.00	\$2,800.00	
		3% M.O.	\$279.91	
				<b>\$4,587.45</b>
				<b>\$27,059.69</b>

Costo Actividad M2.1.2.3 \$27,059.69

M2.1.2.4. Montaje de 2° anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt40	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo eléctrico 300 KW
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
550	Kg	sol	Soldadura
125	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxígeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
945	Gin	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 9 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$10,496.70</b>
90		\$3.29	\$296.10	
180		\$2.76	\$496.80	
180		\$2.43	\$437.40	
1620		\$3.29	\$5,329.80	
1620		\$2.43	\$3,936.60	
				<b>\$14,784.56</b>
	1800	\$0.45	\$810.00	
	90	\$0.15	\$13.50	
	1800	\$0.24	\$432.00	
	3240	\$0.10	\$324.00	
	3240	\$2.67	\$8,650.80	
	18	\$39.00	\$702.00	
	9	\$7.04	\$63.36	
	3240	\$0.10	\$324.00	
	90	\$35.00	\$3,150.00	
		3% M.O.	\$314.90	
				<b>\$5,189.24</b>
				<b>\$30,470.50</b>

Costo Actividad M2.1.2.4 \$30,470.50



M2.1.2.5. Montaje de 1º anillo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
18	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
36	und	gh20	Gata hidráulica 20 Ton
36	jgo	eizpl	Equipo de izaje de planchas
0.2	und	gt140	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo eléctrico 300 KW
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
650	Kg	sol	Soldadura
150	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxígeno
0.25	bot	acet	Acetileno
24	und	tl	Limpiador
8	und	tp	Tinte penetrante
24	und	tr	Revelador
1155	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 11 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$12,829.30</b>
110		\$3.29	\$361.90	
220		\$2.76	\$607.20	
220		\$2.43	\$534.60	
1980		\$3.29	\$6,514.20	
1980		\$2.43	\$4,811.40	
				<b>\$18,070.02</b>
	2200	\$0.45	\$990.00	
	110	\$0.15	\$16.50	
	2200	\$0.24	\$528.00	
	3960	\$0.10	\$396.00	
	3960	\$2.67	\$10,573.20	
	22	\$39.00	\$858.00	
	11	\$7.04	\$77.44	
	3960	\$0.10	\$396.00	
	110	\$35.00	\$3,850.00	
		3% M.O.	\$384.88	
				<b>\$6,155.30</b>
				<b>\$37,054.62</b>

Costo Actividad M2.1.2.5 \$37,054.62

M2.1.3. Montaje de canal de rigidez

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
2	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
9	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
9	und	sol234	Soldador SMAW 2G, 3G y 4G
18	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
20	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
20	und	ean	Esmeril angular
0.2	und	gt140	Grúa telescópica de 40 tn
0.1	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
36	cpo	and	Andamio
1	und	ge300	Grupo eléctrico 300 KW
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
80	Kg	sol	Soldadura
20	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxígeno
0.25	bot	acet	Acetileno
315	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 3 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$3,498.90</b>
30		\$3.29	\$98.70	
60		\$2.76	\$165.60	
60		\$2.43	\$145.80	
270		\$3.29	\$888.30	
270		\$3.29	\$888.30	
540		\$2.43	\$1,312.20	
				<b>\$1,936.59</b>
	600	\$0.45	\$270.00	
	30	\$0.15	\$4.50	
	600	\$0.24	\$144.00	
	6	\$39.00	\$234.00	
	3	\$7.04	\$21.12	
	1080	\$0.10	\$108.00	
	30	\$35.00	\$1,050.00	
		3% M.O.	\$104.97	
				<b>\$1,263.30</b>
				<b>\$6,698.78</b>

Costo Actividad M2.1.3 \$6,698.78

M2.1.4. Montaje de estructura de soporte de techo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	opar	Operario armador
1	und	ofc	Oficial armador
2	und	ayc	Ayudante armador
2	und	sol23	Soldador SMAW 2G y 3G
2	und	sol234	Soldador SMAW 2G, 3G y 4G
4	und	aysol	Ayudante soldador
<b>EQUIPO</b>			
6	und	ms400	Maquina de soldar 400 A
1	und	eo	Equipo de oxicorte
6	und	ean	Esmeril angular
0.5	und	gt140	Grúa telescópica de 40 ton
0.25	und	cg6	Camión grúa 6 Tn
15	cpo	and	Andamio
0.3	und	ge300	Grupo eléctrico 300 KW
1	Gib	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
150	Kg	sol	Soldadura
40	und	disc	Disco abrasivo
1	bot	ox	Oxígeno
0.25	bot	acet	Acetileno
637.5	Gln	D2	Diesel 2
1	Gib	cons	Consumibles

DURACION: 15 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$5,068.50</b>
150		\$3.29	\$493.50	
150		\$2.76	\$414.00	
300		\$2.43	\$729.00	
300		\$3.29	\$987.00	
300		\$3.29	\$987.00	
600		\$2.43	\$1,458.00	
				<b>\$5,784.56</b>
	900	\$0.45	\$405.00	
	150	\$0.15	\$22.50	
	900	\$0.24	\$216.00	
	75	\$39.00	\$2,925.00	
	37.5	\$7.04	\$264.00	
	2250	\$0.10	\$225.00	
	45	\$35.00	\$1,575.00	
		3% M.O.	\$152.06	
				<b>\$2,517.64</b>
				<b>\$13,370.69</b>

Costo Actividad M2.1.4 \$13,370.69





M2.2.2. Prueba de vacío al fondo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	tend	Técnico END
2	und	ay	Ayudante
<b>EQUIPO</b>			
1	und	cv	Cámara de vacío
1	und	bv	Bomba de vacío 10 psi
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
1	Glb	cons	Consumibles

DURACION: 7 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
70		\$3.29	\$230.30	\$570.50
140		\$2.43	\$340.20	
				\$38.12
	70	\$0.10	\$7.00	
	70	\$0.20	\$14.00	
		3% M.O.	\$17.12	
				\$1.14
		3% Eq.	\$1.14	
Costo Actividad			M2.2.2	\$609.76

M2.2.3. Prueba de tintes penetrantes a la unión casco fondo

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	tend	Técnico END
2	und	ay	Ayudante
<b>EQUIPO</b>			
2	und	ean	Esmeril angular
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
15	und	tl	Limpiador
5	und	tp	Tinte penetrante
15	und	lr	Revelador
1	Glb	cons	Consumibles

DURACION: 2 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
20		\$3.29	\$65.80	\$163.00
40		\$2.43	\$97.20	
				\$14.49
	40	\$0.24	\$9.60	
		3% M.O.	4.89	
				\$350.43
		\$10.00	\$150.00	
		\$10.00	\$50.00	
		\$10.00	\$150.00	
		3% Eq.	\$0.43	
Costo Actividad			M2.2.3	\$527.92

M2.2.4. Prueba neumática a conexiones

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	tend	Técnico END
2	und	ay	Ayudante
<b>EQUIPO</b>			
1	und	com30	Compresora 30 psi
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
1	Glb	cons	Consumibles

DURACION: 2 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
20		\$3.29	\$65.80	\$163.00
40		\$2.43	\$97.20	
				\$8.89
	20	\$0.20	\$4.00	
		3% M.O.	4.89	
				\$4.89
		3% Eq.	\$4.89	
Costo Actividad			M2.2.4	\$176.78

M2.3 PINTURA

M2.3.1. Resane de pintura base maltratada

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
2	und	opp	Operario pintor
2	und	ofp	Oficial pintor
6	und	ayp	Ayudante pintor
<b>EQUIPO</b>			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	eair	Equipo airless 45:1
2	und	egr	Equipo de granallado
20	cpo	and	Andamio
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
15	m3	are	Arena
280	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

DURACION: 8 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
160		\$3.29	\$526.40	\$2,134.40
160		\$2.76	\$441.60	
480		\$2.43	\$1,166.40	
				\$820.83
	80	\$5.00	\$400.00	
	160	\$0.93	\$148.80	
	160	\$0.30	\$48.00	
	1600	\$0.10	\$160.00	
		3% M.O.	\$64.03	
				\$911.12
		\$3.10	\$46.50	
		\$3.00	\$840.00	
		3% Eq.	\$24.62	
Costo Actividad			M2.3.1	\$3,866.36

M2.3.2. Aplicación de 2da capa

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
2	und	opp	Operario pintor
2	und	ofp	Oficial pintor
6	und	ayp	Ayudante pintor
<b>EQUIPO</b>			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	eair	Equipo airless 45:1
20	cpo	and	Andamio
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
280	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

DURACION: 8 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
160		\$3.29	\$526.40	\$2,134.40
160		\$2.76	\$441.60	
480		\$2.43	\$1,166.40	
				\$772.83
	80	\$5.00	\$400.00	
	160	\$0.93	\$148.80	
	1600	\$0.10	\$160.00	
		3% M.O.	\$64.03	
				\$904.03
		\$3.00	\$840.00	
		3% Eq.	\$64.03	
Costo Actividad			M2.3.2	\$3,811.26

M2.3.3. Aplicación de 3ra capa

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
2	und	opp	Operario pintor
2	und	ofp	Oficial pintor
6	und	ayp	Ayudante pintor
<b>EQUIPO</b>			
1	und	com750	Compresora 750 cfm
2	und	eair	Equipo airless 45:1
20	cpo	and	Andamio
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
280	Gln	D2	Diesel 2
1	Glb	cons	Consumibles

DURACION: 8 días

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
160		\$3.29	\$526.40	\$2,134.40
160		\$2.76	\$441.60	
480		\$2.43	\$1,166.40	
				\$772.83
	80	\$5.00	\$400.00	
	160	\$0.93	\$148.80	
	1600	\$0.10	\$160.00	
		3% M.O.	\$64.03	
				\$904.03
		\$3.00	\$840.00	
		3% Eq.	\$64.03	
Costo Actividad			M2.3.3	\$3,811.26

**M3. PROTECCION ANODICA**

**M3.1. INSTALACION**

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	ope	Operario electricista/instrumentista
1	und	ofe	Oficial electricista/instrumentista
4	und	aye	Ayudante electricista
<b>EQUIPO</b>			
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
1	Glb	cons	Consumibles

**DURACION:** 18 dias

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$2,838.60</b>
180		\$3.29	\$592.20	
180		\$2.76	\$496.80	
720		\$2.43	\$1,749.60	
				<b>\$85.16</b>
		3% M.O.	\$85.16	
				<b>\$2.55</b>
		3% Eq.	\$2.55	
<b>Costo Actividad</b>			<b>M3.1</b>	<b>\$2,926.31</b>

**M3.2. PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA**

Cant.	Und.	Cod.	Descripción
<b>PERSONAL</b>			
1	und	ofe	Oficial electricista/instrumentista
2	und	aye	Ayudante electricista
<b>EQUIPO</b>			
1	Glb	hv	Herramientas varias
<b>MATERIAL</b>			
1	Glb	cons	Consumibles

**DURACION:** 12 dias

HH	HM	C. Unitario	C. Parcial	Sub-Total
				<b>\$914.40</b>
120		\$2.76	\$331.20	
240		\$2.43	\$583.20	
				<b>\$27.43</b>
		3% M.O.	\$27.43	
				<b>\$0.82</b>
		3% Eq.	\$0.82	
<b>Costo Actividad</b>			<b>M3.2</b>	<b>\$942.65</b>



**ESTIMACION DE COSTO**  
**Tabla 5.3**

<b>CODIGO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>COSTO</b>	<b>SUB TOTAL</b>
<b>FAB</b>	<b>FABRICACION</b>		<b>\$108,415.51</b>
<b>F1</b>	<b>TANQUE 1</b>		
F1.1	MECANICA		
F1.1.1	Fabricación de fondo	\$1,503.18	
F1.1.2	Fabricación de casco	\$7,902.36	
F1.1.3	Fabricación de canal de rigidez	\$6,283.81	
F1.1.4	Fabricación de techo	\$1,503.18	
F1.1.5	Fabricación de estructura de soporte de techo	\$11,067.21	
F1.1.6	Fabricación de barandas, plataformas y accesorios	\$6,660.44	
F1.1.7	Fabricación de boquillas	\$4,273.33	
F1.2	PINTURA	\$15,014.25	
<b>F2</b>	<b>TANQUE 2</b>		
F2.1	MECANICA		
F2.1.1	Fabricación de fondo	\$1,503.18	
F2.1.2	Fabricación de casco	\$7,902.36	
F2.1.3	Fabricación de canal de rigidez	\$6,283.81	
F2.1.4	Fabricación de techo	\$1,503.18	
F2.1.5	Fabricación de estructura de soporte de techo	\$11,067.21	
F2.1.6	Fabricación de barandas, plataformas y accesorios	\$6,660.44	
F2.1.7	Fabricación de boquillas	\$4,273.33	
F2.2	PINTURA	\$15,014.25	

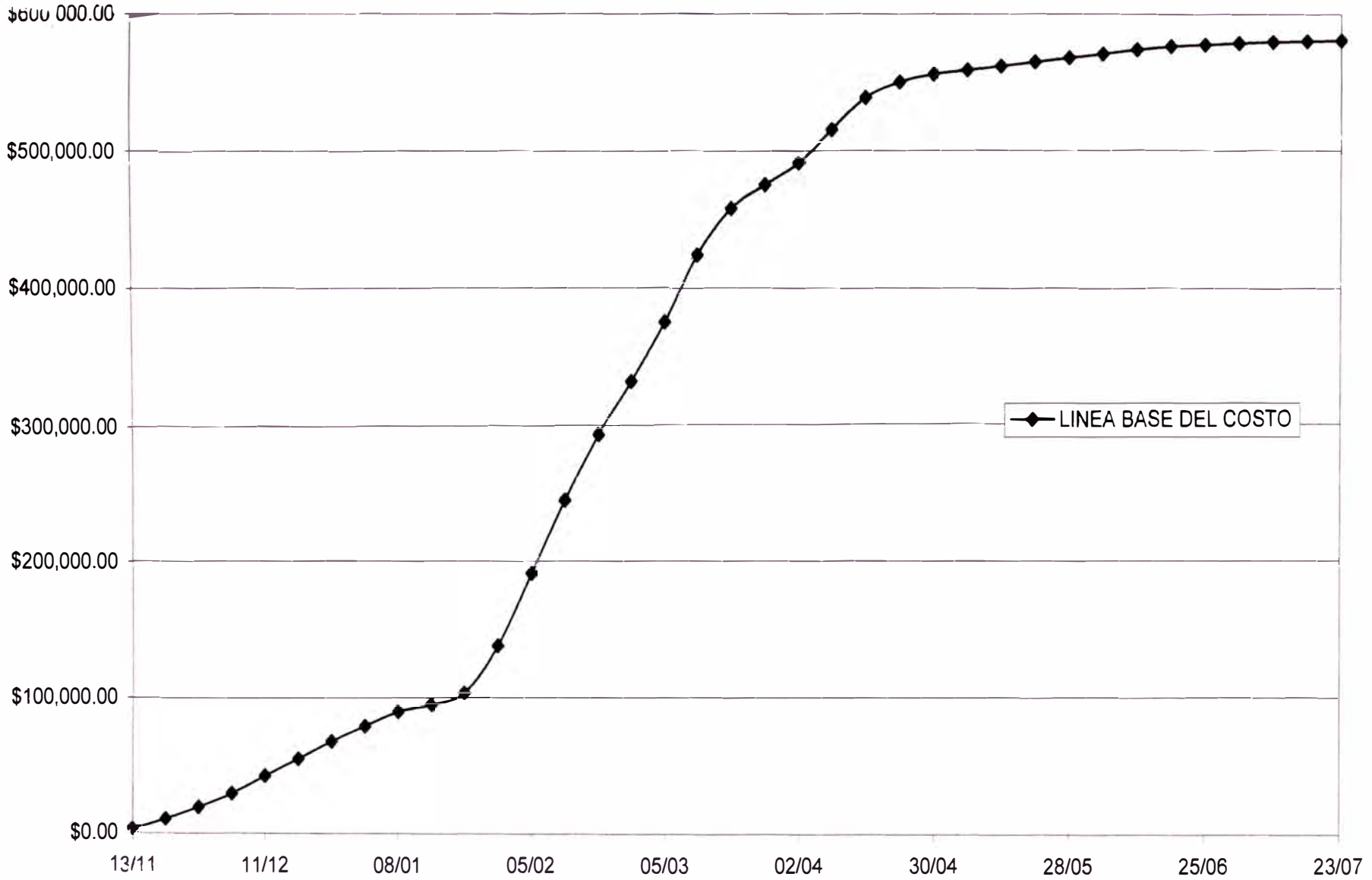
<b>MON</b>	<b>MONTAJE</b>		<b>\$469,440.25</b>
<b>M1</b>	<b>TANQUE 1</b>		
M1.1	MECANICA		
M1.1.1	Montaje de fondo	\$15,269.45	
M1.1.2	Montaje de casco		
M1.1.2.1	Montaje de 5° anillo	\$11,949.77	
M1.1.2.2	Montaje de 4° anillo	\$20,485.87	
M1.1.2.3	Montaje de 3° anillo	\$27,059.69	
M1.1.2.4	Montaje de 2° anillo	\$30,470.50	
M1.1.2.5	Montaje de 1° anillo	\$37,054.62	
M1.1.3	Montaje de canal de rigidez	\$6,698.78	
M1.1.4	Montaje de estructura de soporte de techo	\$13,370.69	
M1.1.5	Montaje de techo	\$18,093.03	
M1.1.6	Montaje de barandas, plataformas y accesorios	\$9,158.34	
M1.1.7	Montaje de boquillas	\$6,581.75	
M1.2	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS		
M1.2.1	Placas radiográficas	\$23,789.80	
M1.2.2	Prueba de vacío al fondo	\$609.76	
M1.2.3	Prueba de tintes penetrantes a la unión casco fondo	\$527.92	
M1.2.4	Prueba neumática a conexiones	\$176.78	
M1.3	PINTURA		
M1.3.1	Resane de pintura base maltratada	\$3,866.36	
M1.3.2	Aplicación de 2da capa	\$3,811.26	
M1.3.3	Aplicación de 3ra capa	\$3,811.26	
<b>M2</b>	<b>TANQUE 2</b>		
M2.1	MECANICA		
M2.1.1	Montaje de fondo	\$15,269.45	
M2.1.2	Montaje de casco		
M2.1.2.1	Montaje de 5° anillo	\$11,949.77	
M2.1.2.2	Montaje de 4° anillo	\$20,485.87	
M2.1.2.3	Montaje de 3° anillo	\$27,059.69	
M2.1.2.4	Montaje de 2° anillo	\$30,470.50	
M2.1.2.5	Montaje de 1° anillo	\$37,054.62	
M2.1.3	Montaje de canal de rigidez	\$6,698.78	
M2.1.4	Montaje de estructura de soporte de techo	\$13,370.69	
M2.1.5	Montaje de techo	\$18,093.03	
M2.1.6	Montaje de barandas, plataformas y accesorios	\$9,158.34	
M2.1.7	Montaje de boquillas	\$6,581.75	
M2.2	ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS		
M2.2.1	Placas radiográficas	\$23,789.80	
M2.2.2	Prueba de vacío al fondo	\$609.76	
M2.2.3	Prueba de tintes penetrantes a la unión casco fondo	\$527.92	
M2.2.4	Prueba neumática a conexiones	\$176.78	
M2.3	PINTURA		
M2.3.1	Resane de pintura base maltratada	\$3,866.36	
M2.3.2	Aplicación de 2da capa	\$3,811.26	
M2.3.3	Aplicación de 3ra capa	\$3,811.26	
<b>M3</b>	<b>PROTECCION ANODICA</b>		
M3.1	INSTALACION	\$2,926.31	
M3.2	PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	\$942.65	

**COSTO DIRECTO TOTAL ESTIMADO      \$577,855.76**

## **4.2 Curva de Línea Base Del Costo**

La Curva de Línea Base del Costo es un presupuesto distribuido en el tiempo que será usado para medir y monitorear la performance de costos del proyecto. Esto se desarrolla al sumar los costos calculados por período con ayuda de los **Cronogramas de FABRICACION y MONTAJE** y se presenta a continuación en forma de una curva S.

LINEA BASE DEL COSTO  
Gráfico 5.1



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. Los resultados de las placas radiográficas de las costuras del cilindro resultaron con una cantidad mínima de fallas debido al trabajo de inspección realizado por el área de Control de Calidad antes (elaboración de PQR y WPS e inspección de equipos) y durante la soldadura (tintes penetrates).
2. El sistema de gateo para montaje de tanques resulta muy ventajoso en lo que respecta a seguridad de los trabajadores debido que durante todo el trabajo se trabaja a una misma altura la cual no supera los 2.0 m siendo diferente a otros métodos que involucran trabajos a cada vez mayor altura mientras el montaje avanza. Así mismo no se requieren equipos de izaje (grúas) de mayor capacidad y alcance durante el avance del montaje sino una misma grúa para trabajos a una misma altura.

3. La aplicación de la pintura no mostró deficiencias debido al apoyo técnico constante de ingenieros especializados en recubrimientos industriales (representantes del proveedor) lo cual fue un refuerzo de ingeniería a la experiencia propia de los trabajadores encargados de los trabajos de pintura.
4. En una obra metalmeccánica ejecutada en provincias es necesario y primordial el apoyo y cumplimiento del área logística de la oficina principal para poder tener en obra a tiempo los recursos necesarios para el cumplimiento del programa y así evitar retrasos y sobrecostos.
5. Durante la ejecución de los trabajos la actualización de la planificación en base al desarrollo real del proyecto se vuelve imprescindible con el objetivo de programar lo restante de trabajo con información actualizada y real que permita el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

## RECOMENDACIONES

1. Para la facilitación del cumplimiento de los objetivos trazados al inicio de las obras de construcción metalmecánicas (costo, plazo y calidad) es necesario el compromiso de todas las áreas involucradas en el seguimiento de la planificación realizada al inicio de los trabajos.
2. Para el cumplimiento de los objetivos del proyecto se le debe dar el apoyo necesario al área de control de calidad en sus labores aun superando lo exigido por el cliente pues al tener un trabajo de calidad se evitan los retrabajos (correcciones) y por ende no se incurren en gastos no contemplados ni en retrasos.
3. El apoyo recibido durante la ejecución de los trabajos por parte de la Gerencia de Proyecto en el área de seguridad industrial colaboro grandemente al cumplimiento del objetivo de seguridad del proyecto.

## BIBLIOGRAFIA

Fundamentos de la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)

Project Management Institute

Tercera Edición - 2005

Norma API 650 - Welded Steel Tanks for Oil Storage

American Petroleum Institute

Décima Edición – 1998 con adendas del 200 y 2001

Estándar NACE RP0294 – Design, Fabrication, and Inspection of Tanks  
for the Storage of Concentrated Sulfuric Acid and Oleum at Ambient  
Temperatures

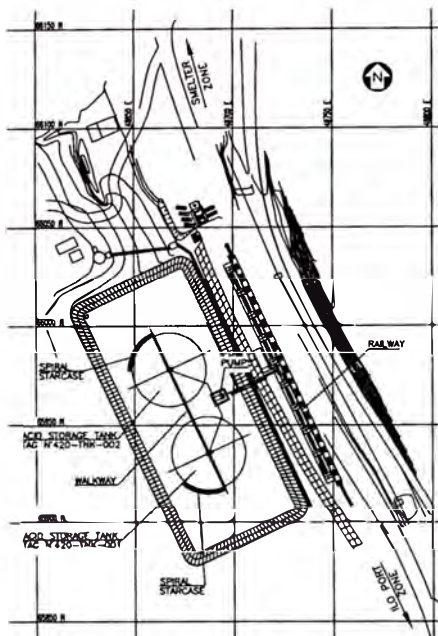
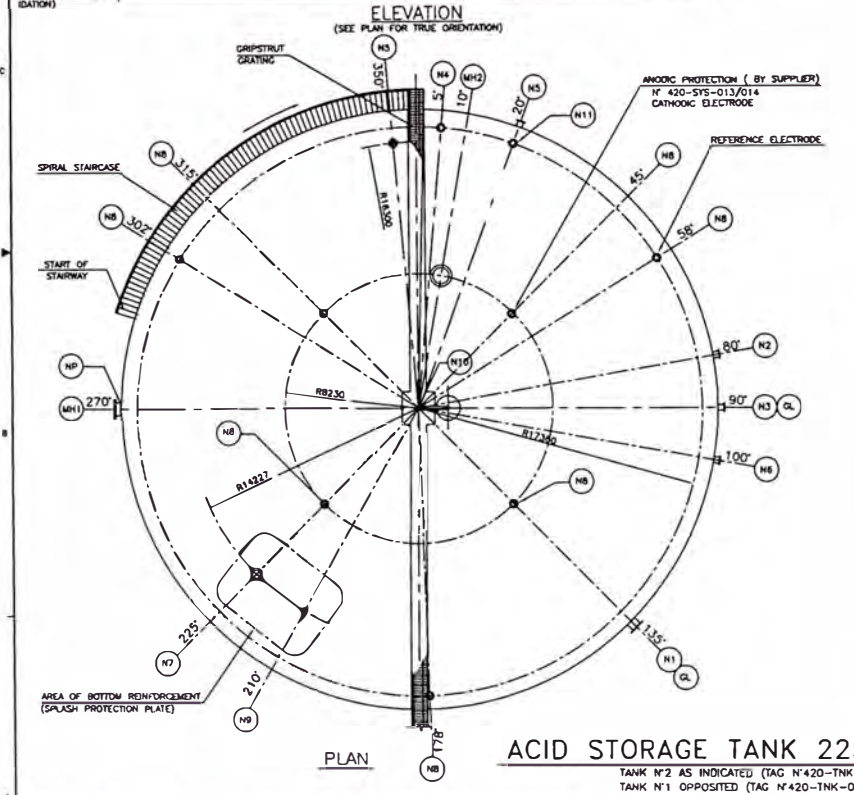
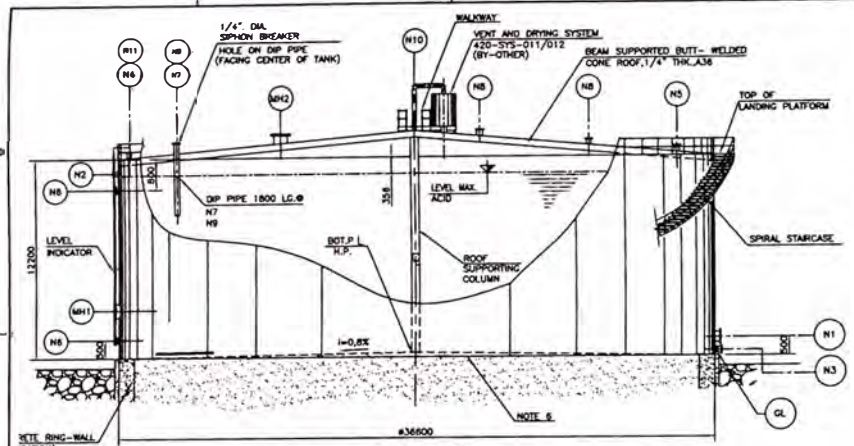
National Association of Corrosion Engineers

1994



# ANEXOS

## **A. DATA SHEET**



LOCATION PLAN

NOTES

- TANK WILL BE LOCATED OUTDOORS.
- TANK SHELL SHALL BE ANODICALLY PROTECTED TO MINIMIZE CORROSION.
- TWO (2) TANKS REQUIRED:
  - TANK N°1 : TAG N°420-TNK-001
  - TANK N°2 : TAG N°420-TNK-002
- LEVEL TRANSMITTER SHALL BE MICROWAVE OR RADAR TECHNOLOGY TYPE MOUNTED AT THE TANK ROOF, FLANGE 4" ANSI 150# RF
- LEVEL INDICATOR SHALL BE MAGNETIC LEVEL GAUGE TYPE MOUNTED AT THE SHELL WITH 2" 150# RF FLANGES (2)
- UNDERLAYMENT HOPE WILL BE SUPPLIED BY OTHERS
- NOZZLE SIZING, ELEVATION AND ORIENTATIONS (HOLD)
- VENDOR CONFIRMATION (HOLD)
- THIS DATA SHEET WORKS WITH THE TECHNICAL SPECIFICATION N°2333-420-55-TS-001

TANK SPECIFICATIONS

PROCESS DATA	OPERATING PRESSURE:	INTERNAL	ATM	PSIG	EXTERNAL	ATM	PSI
	DESIGN PRESSURE:	INTERNAL	VENDOR TO DEFINE	PSIG	EXTERNAL	ATM	PSI
	OPERATING TEMPERATURE	21 °C		DESIGN TEMPERATURE	43 °C		
	FEED RATE	M.Q.X. 107 m <sup>3</sup> /hr		VAPOR RELEASE	kg/hr		
	WORKING VOLUME	12337 m <sup>3</sup>		TOTAL VOLUME	12835 m <sup>3</sup>		
	FREEBOARD	0.47 m.		RETENTION TIME	mins.		
	SPECIFIC GRAVITY:	LIQUID	1.84	SLURRY	SOLIDS		
	FREEZING POINT	°C		TOTAL CYCLE TIME	mins		
	PRODUCT HANDLED	98.5% SULFURIC ACID					
	FLANGE RATING	150 LB		COUPLINGS	CLASS 3000		
CORROSION ALLOWANCE	6 MM MINIMUM		PSV SETTING	NO			
HYDRO TEST	NO		PSV SETTING	NO			
CONSTRUCTION DATA	MATERIALS	SHELL	CARBON STEEL	STRUCTURAL	CARBON STEEL		
		BOTTOM	CARBON STEEL	TOP ANGLE	CARBON STEEL		
		ROOF	CARBON STEEL	INTERNALS	CARBON STEEL		
		NOZZLE NECKS	CARBON STEEL	AGITATOR SUPPORTS	-		
		FLANGES	CARBON STEEL	UNINGS	-		
	MISCELLANEOUS	FORGINGS	CARBON STEEL	BAFFLES	-		
		GASKETS	GARLOCK 37719	INSULATION RINGS	-		
		BOLTS	A193 GR.B7	EXTERNAL CLIPS	CARBON STEEL		
		NUTS	A194 GR.2H	GROUNDING CLIPS	CARBON STEEL		
		CODE	NACE RP 0294-94		PLATFORM	CARBON STEEL	
RADIOGRAPHY	SPOT		HANORALS	CARBON STEEL			
JOINT EFFICIENCY	85%		STAIRWAY	CARBON STEEL			
INSULATED	NO		LADDER	CARBON STEEL			
AGITATOR	-		COIL	-			
EARTHQUAKE ZONE	4 UBC (3 RNC)		WIND DESIGN	120 km/hr			
SNOW LOAD	NONE		SEE SPECIFICATION N°2333-000-15-TS-003				
PAINTING	SEE SPECIFICATION N°2333-000-15-TS-003						

SCHEDULE OF CONNECTIONS

MARK	QTY.	SIZE	RATING	FACING	SERVICE	REMARKS
N1	1	24"	150LB	FF	OUTLET	
N2	1	10"	150LB	FF	OVERFLOW	
N3	1	4"	150LB	FF	DRAIN	
N4	1	3"	150LB	FF	LEVEL SWITCH	
N5	1	4"	150LB	FF	LEVEL TRANSMITTER	SEE NOTE N°4
N6	2	2"	150LB	RF	LEVEL INDICATOR	SEE NOTE N°5
N7	1	8"	150LB	FF	ACID INLET	W/8" DIP PIPE
N8	7	2"	150LB	FF	ANODIC PROTECTION INLET	
N9	1	4"	150LB	FF	ACID INLET	W/10" DIP PIPE
N10	1	12"	150LB	FF	VENT	
N11	1	8"	150LB	FF	LEVEL CONNECTION	W/BLIND FLG.
MH1	1	36"	-	-	SHELL MANHOLE W/DAVIT	
MH2	1	36"	-	-	ROOF MANHOLE W/LIFTING HANDLES	
NP	1	-	-	-	NAMEPLATE	
GL	2	-	-	-	GROUNDING LUGS	



ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT  
ACID STORAGE & RAIL CAR LOADING  
TANK DATA SHEET



NO.	DATE	REVISION DESCRIPTION	BY	CHK	APP	CLT.
A	04/2004	ISSUED FOR INTERNAL COORDINATION	L.C.	R.S.	J.M.	
B	05/2004	ISSUED FOR CLIENT APPROVAL	D.S.	R.S.	J.M.	
C	07/2004	ISSUED FOR QUOTATION	D.S.	R.S.	J.M.	H.W.

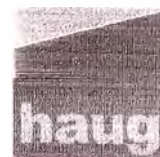
SYMBOL	NO.	REFERENCE (DIMENSIONS)
	420-25-001	ACID STORAGE & SHIP LOADING
	510-10-106	GROUNDING PLAN

GROUP	NO.	DATE
DESIGN	L. CAMPOS/D.S.	APRIL 2004
CHECK	J. MARCAS/D.S.	APRIL 2004
REVISED	R. SAZ	19-JUL-04
REVISED	R. SAZ	22-JUL-04
REVISED	R. SAZ	22-JUL-04
REVISED	R. SAZ	22-JUL-04
REVISED	R. SAZ	22-JUL-04
REVISED	R. SAZ	22-JUL-04
REVISED	R. SAZ	22-JUL-04

NO.	DATE	REVISION	BY	CHK	APP	CLT.
NONE						

2333-420-55-DS-001 0

## **B. MEMORIA DE CALCULO**



## CALCULATION NOTES

No. 2333-420-55-DS-001- MC1

## ACID STORAGE TANKS

No. 420-TNK-001/002

REV	FECHA	DESCRIPCION	POR	REV	APROB
0	12-08-05	Issued for Construction	RE	EP	AF
B	14-06-05	Issued for Approval	RE	EP	AF
A	21-05-05	Issued for Approval	RE	EP	AF

ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT



## ACID STORAGE TANKS

### CALCULATION NOTES

(Revision 0 – 12.08.2005)

#### 1. SCOPE

Design of Acid Storage Tanks according to:

- Data Sheet No. 2333-420-55-DS-001 Rev. 0.
- Technical Specification for General Site Conditions No. 2333-000-55-TS-001 Rev. 2.
- Civil/Structural/Architectural Design Criteria No. 2333-000-15-DC-001 Rev. 0.
- Design Criteria for mechanical No. 2333-000-55-DC-001 Rev. 0.
- Technical Specification for Structural Steel No. 2333-000-15-TS-002 Rev. 0.
- Technical Specification for Carbon Steel storage Tanks No. 2333-000-55-TS-002 Rev. 1.

#### 2. CODE

API Standard 650, Tenth Edition. November 1998

NACE International, Standard Recommended Practice, RP 0294-94

#### 3. MATERIALS

- Steel plates: ASTM A36
- Steel shapes: ASTM A 36
- Steel Pipe: API 5L Gr. B ó ASTM A53 Gr. B.

#### 4. TANK SPECIFICATIONS

- Diameter Tank 36,600 mm
- Shell Height 12,200 mm
- Freeboard 470 mm
- Design Pressure To be define



- Operating Temperature            21 °C
- Design Temperature            43 °C
- Working Volume                12,337 m<sup>3</sup>
- Total Volume                    12,835 m<sup>3</sup>
- Feed Rate                        max. 107 m<sup>3</sup>/hr
- Specific Gravity Liquid        1.84
- Product handled                98.5% Sulfuric Acid
- Corrosion allowance            6 mm. for Shell, bottom, Roof  
3 mm. for Structural Shapes
- Hydrostatic Test                No
- Radiography                    Spot – 100% first course and 85% other courses
- Joint Efficiency                 100%
- Insulated                        No
- Earthquake Zone                4 UBC (3 RNC)
- Snow Load                      None
- Wind Design                    120 Km/hr (33.5 m/s)

## 5. CALCULATION

Diameter     D= 36.6 m = 120'

Shell height Hs = 12.2 m= 40'

Height        H= 12.2 – 0. 470 m = 38.484' (Max. Liq. Level)

### 5.1. Shell Plates Thickness

$$td = 2.6 \cdot H \cdot D \cdot G / (Sd \cdot E) + c$$

$$tt = 2.6 \cdot (H-1) \cdot D / St$$

Where:        H = Height of liquid from the overflow that limits the tank filling (freeboard) to the bottom of the shell course being designed, in feet = 38.484 ft  
                  D = Nominal tank diameter, in feet = 120  
                  G = Specific gravity = 1.84





$S_d$  = Allowable design stress = 23200 psi

$S_t$  = Allowable stress for the hydrostatic test = 24900 psi

$c$  = Corrosion Allowance, mm = 6

$t_{\min} = 1/4''$  for D 50 to 120' (See API 650 3.6.1.1)

$t_{\min} = 5/16''$  for D 120 to 200' (See API 650 3.6.1.1)

According to the Calculations, we have the followings results:

And we considered Width of the plate 8 ft.

Course N°	H ft	Design thickness		Corrosion mm	Thickness total mm	Commercial Thickness (mm)
		inches	mm			
5	6.484	0.136	3.45	6.00	9.45	12.7 mm
4	14.484	0.334	8.48	6.00	14.48	16 mm
3	22.484	0.532	13.51	6.00	19.51	20 mm
2	30.484	0.730	18.54	6.00	24.55	25 mm
1	38.484	0.9275	23.55	6.00	29.55	30 mm

### 5.2. Thickness of supported cone roof(API 650)

We considered for Cone Roof Pitch = 1 in/ft

Theta =  $ATAN(pt/12) = ATAN(0.0833) = 4.763$  degrees.

We assume that the roof thickness is

Minimum Thickness =  $1/4''$

Corrosion tolerance = 6mm

Roof thickness =  $1/4'' + 6mm = 12.35mm$  (12.7 mm)

### 5.3. Roof design loads.

Without corrosion:

Dead load (weight plate 12.5mm) = 20.00 lb/ft<sup>2</sup>

Live load = 25.00 lb/ft<sup>2</sup>

Total Load (W d+l) = 45.00 lb/ft<sup>2</sup> (0.3125 lb/in<sup>2</sup>)





### Roof Corroded

Dead load (weight plate 1/4" ) =	10.00 lb/ft <sup>2</sup>
Live load=	<u>25.00 lb/ft<sup>2</sup></u>
Total Load (W d+l) =	35.00 lb/ft <sup>2</sup> (0.243 lb/in <sup>2</sup> )

### 5.4 Minimum # of Rafters

#### < FOR OUTER SHELL RING >

l max. Spaced rafters= 75.4 in. (6.28 ft) ( API 650 3.10.4.4)

$$N_{\min} = 2 \cdot \pi \cdot R / l = 2 \cdot \pi \cdot (60)(12) / 75.4 = 60.00 \text{ Rafters}$$

Actual # of Rafters = 60

#### < FOR GIRDER RING OUTER Radius=35 ft (10,668 mm) >

N° of Girders (N)=10

l max. Spaced rafters= 66 in. (5.5 ft) (API 650 3.10.4.4)

$$N_{\min} = 2 \cdot \pi \cdot R / l = 2 \cdot \pi \cdot (35)(12) / 66 = 40.00 \text{ Rafters}$$

Actual # of Rafters = 40

#### < FOR GIRDER RING OUTER Radius=17.5 ft (5,334 mm) >

N° of Girders (N) =5

l max. Spaced rafters= 66 in. (5.5 ft) (API 650 3.10.4.4)

$$N_{\min} = 2 \cdot \pi \cdot R / l = 2 \cdot \pi \cdot (17.5)(12) / 66 = 20.00 \text{ Rafters}$$

Actual # of Rafters = 20

### 5.5.- Minimum roof thickness based on actual rafter spacing

We assumed that the roof thickness between outer rafters is more critical than others.

#### a.- Verification by allowance stress

We calculated minimum roof thickness, following Roarks formulas:

Maximum Rafter Span = 7,897 mm (25.9 ft)



Average Rafter Spacing on Inner Girders = 1117 mm (3.665 ft)

Average Rafter Spacing on Shell = 1914 mm (6.28 ft)

Average Plate Width = (3.665 + 6.28)/2 = 4.97 ft

By Edges supported, uniform load

$$T_h = \text{SQRT}(\text{Beta})(p)(b)(b)/S_d.) \quad \text{Where:}$$

$T_h$  = minimum thickness roof, inches

$P = 0.3125$  Psi (total load with out corrosion)

$P = 0.243$  Psi (Total load corroded)

$b = 4.97$  ft. = 59.64 in (Average plate width)

$a = 25.9$  ft. = 310 in (Maximum rafter span)

$S_d = 23,200$  Psi (Allowed design stress)

$\text{Beta} = 0.75$  (from table of Roark's)

$T_h\text{-Cal} = 0.1895$  in = 4.80 mm < 6.4 mm (Without corrosion)

$T_h\text{-Cal} = 0.167$  in = 4.24 mm < 6.4 mm (Corroded)

b. - Verification by deflection

$P = 25$  lb/ft<sup>2</sup> = 0.1736 lb/in<sup>2</sup> (Only Live load)

$Y = 0.1422$  (factor from Roark's formula)

$E = 29,000$  Ksi (Modulus of elasticity of steel)

$T_h = 0.5$  in (Wo / corrosion)

$T_h = 0.25$  in (Corroded)

From Roaks, the deflection is:

$$D_f \text{ max. } = - Y(p)(b^4)/(E*th^3)$$

Calculating we have:

$D_f \text{ max} = -0.085$  in <  $l/360 = 310$  in /360 = 0.86 in (w / corrosion) OK

$D_f \text{ max} = -0.680$  in <  $l/360 = 310$  in /360 = 0.86 in (Corroded) OK



Then: Roof thickness 12.5 mm , including allowance corrosion is OK.

Material Steel ASTM A-36

## 5.6.- RAFTER DESIGN

< FOR OUTER SHELL RING >

Maximum Rafter Span = 25.9 ft=310 in=7897 mm

Average Rafter Spacing on Inner Girders = 3.665 ft

Average Rafter Spacing on Shell = 6.28 ft

Average Plate Width = (3.665 + 6.28)/2 = 4.97 ft

Dead load (Estimated) =40 lb/ft

Mmax = Maximum Bending Moment

$M_{max} = wl^2/8$

Where,  $w = (0.3125) (4.97)(12) + 40/12 = 22.00$  lbf/in (wo / corrosion)

$w = (0.243) (4.97) (12) + 40/12 = 17.82$  lbf/in (Corroded)

$l = (25.9) (12) = 310$  in. (Span)

$M_{max} = (22) (310)^2/8 = 264,275$  In-lbf (wo/corrosion)

$M_{max} = (17.82) (310)^2/8 = 214,063$  In-lbf (Corroded)

$Z_{req'd} = M_{max}/23,200 = 264,275. /23,200 = 11.39$  in<sup>3</sup> (w o/ corrosion)

$Z_{req'd} = M_{max}/23,200 = 214,063. /23,200 = 9.22$  in<sup>3</sup> (Corroded)

Assume: W 10" x 12 lb/ft :

$t_w = 3/16"$

$t_f = 3/16"$

$Z_x = 10.9$  in<sup>3</sup> >  $Z_{req} = 9.22$  in<sup>3</sup> (Corroded)

Adding allowance corrosion 3 mm, we need:

$t_w = 3/16" + 3mm = 5/16"$

$t_f = 3/16" + 3mm = 5/16"$



Using w 14" X 34 lb/ft actual Z=48.6 in<sup>3</sup> > 11.39 in<sup>3</sup> (wo/corrosion)  
 Span Depth Ratio: D/L=1/30=310/30=10.33 in < 14 in, is OK

Then: For Rafter of Outer Shell Ring (Radius=18,300 mm=60 ft) we use:  
 60 Rafters W 14 " x 30 lb/ft -Steel ASTM A-36

< SPAN TO GIRDER RING outer Radius=10,668 mm=35.5 ft >

Maximum Rafter Span = 19.41 ft=233 in =5917 mm  
 Average Rafter Spacing on Inner Girders = 2.75 ft  
 Average Rafter Spacing on Outer Girders = 5.5 ft  
 Average Plate Width = (2.75 + 5.5)/2 = 4.125 ft  
 Dead load (Estimated) =40 lb/ft

Mmax = Maximum Bending Moment

$$M_{max} = w l^2 / 8$$

Where, w = (0.3125) (4.125)(12) + 40/12 = 18.80 lbf/in (W / corrosion)

$$w = (0.243) (4.125) (12) + 40/12 = 15.36 \text{ lbf/in (Corroded)}$$

$$l = (19.41) (12) = 233 \text{ in. (Span)}$$

$$M_{max} = (18.80) (233)^2 / 8 = 127,579. \text{ In-lbf (Wo/corrosion)}$$

$$M_{max} = (15.36) (233)^2 / 8 = 104,031. \text{ In-lbf (Corroded)}$$

$$Z_{req'd} = M_{max} / 23,200 = 127,579. / 23,200 = 5.5 \text{ in}^3 \text{ (w / corrosion)}$$

$$Z_{req'd} = M_{max} / 23,200 = 104,031. / 23,200 = 4.5 \text{ in}^3 \text{ (Corroded)}$$

Assume: C 7" x 9.8 lb/ft :

$$t_w = 3/16"$$

$$t_f = 3/8"$$

$$Z_x = 6.08 \text{ in}^3 > Z_{req} = 4.5 \text{ in}^3 \text{ (Corroded)}$$

Adding allowance corrosion, we need:

$$t_w = 3/16" + 3\text{mm} = 5/16"$$

$$t_f = 3/8" + 3\text{mm} = 1/2"$$



Using C 12" X 20.7 lb/ft actual  $Z=21.5 \text{ in}^3 > 5.5 \text{ in}^3$  (w/corrosion)

Span Depth Ratio:  $D/L=1/30=233/30=7.76 \text{ in} < 12 \text{ in}$  , is OK

Then: For Rafter of Outer Shell Ring (Radius=10,668 mm=35.5 ft) we use:

40 Rafters C 12 " x 20.7 lb/ft – Steel ASTM A-36

< SPAN TO GIRDER RING outer Radius=5,334 mm=17.5 ft >

Maximum Rafter Span = 14.55 ft=174.6 in =4435 mm

Average Rafter Spacing on Inner Girders = 0.0 ft

Average Rafter Spacing on Outer Girders = 5.475 ft

Average Plate Width =  $(0 + 5.472)/2$  = 2.74 ft

Dead load (Estimated) =40 lb/ft

$M_{max}$  = Maximum Bending Moment

$M_{max} = wl^2/8$

Where,  $w = (0.3125) (2.74)(12) + 40/12 = 13.61 \text{ lbf/in}$  (W / corrosion)

$w = (0.243) (2.74) (12) + 40/12 = 11.32 \text{ lbf/in}$  (Corroded)

$l = (14.55) (12) = 174.6 \text{ in}$ . (Span)

$M_{max} = (13.61) (174.6)^2/8 = 51,863. \text{ In-lbf}$  (W/corrosion)

$M_{max} = (11.32) (174.6)^2/8 = 43,136. \text{ In-lbf}$  (Corroded)

$Z_{req'd} = M_{max}/23,200 = 51,863. /23,200 = 2.24 \text{ in}^3$  (w / corrosion)

$Z_{req'd} = M_{max}/23,200 = 43,136. /23,200 = 1.86 \text{ in}^3$  (Corroded)

Assume: C 7" x 9.8 lb/ft :

$t_w=3/16"$

$t_f=3/8"$

$Z_x= 6.08 \text{ in}^3 > Z_{req} = 1.86 \text{ in}^3$  (Corroded)

Adding allowance corrosion we need:



$$tw=3/16" + 3mm = 5/16"$$

$$tf =3/8" + 3mm = 1/2"$$

Using C 12" X 20.7 lb/ft actual  $Z=21.5 \text{ in}^3 > 2.24 \text{ in}^3$  (w/corrosion)

Span Depth Ratio:  $D/L=1/30=174.6/30=5.82 \text{ in} < 12 \text{ in}$  , is OK

Then: For Rafter of Outer Shell Ring (Radius=5,334 mm=17.5 ft) we use:

20 Rafters C 12 " x 20.7 lb/ft – Steel ASTM A-36

### 5.7.- GIRDER DESIGN

< AT GIRDER RING Outer Radius = 35.0 ft=420 in=10,668 mm >

Number of Girders = 10

Girder Length = 21.63 ft =259.6 in=6,593 mm

a.- Without corrosion

$W_i$  = Load due to inner rafters & roof

$$= (18.80)(19.41/2)(12)(4) = 8,757.8 \text{ lbf}$$

$W_o$  = Load due to outer rafters & roof

$$= (22)(25.83/2)(12)(6) = 20,457 \text{ lbf}$$

$W_1$  = Total roof + rafter load

$$= (8,757.8+ 20,457)/(21.63*12) = 112.55 \text{ lbf/in}$$

$w$  = Total load including weight of girder

$$= 112.55 + (50/12) = 116.72 \text{ lbf/in}$$

$M_{max}$  = Maximum Bending Moment

$$M_{max} = wL^2/8$$

$$M_{max} = (116.72)(259.6)^2/8 = 983,252. \text{ in-lbf}$$

$$z \text{ req'd} = M_{max}/S_d = 983,252./23,200 = 42.38 \text{ in}^3 \text{ (Without corrosion)}$$

b.- Corroded



$$W_i = \text{Load due to inner rafters \& roof} \\ = (15.36)(19.41/2)(12)(4) = 7,155 \text{ lbf}$$

$$W_o = \text{Load due to outer rafters \& roof} \\ = (17.82)(25.83/2)(12)(6) = 16,570 \text{ lbf}$$

$$W_1 = \text{Total roof + rafter load} \\ = (7,155 + 16,570)/(21.63 \times 12) = 91.40 \text{ lbf/in}$$

$$w = \text{Total load including weight of girder} \\ = 91.40 + (50/12) = 95.57 \text{ lbf/in}$$

$M_{max}$  = Maximum Bending Moment

$$M_{max} = wl^2/8$$

$$M_{max} = (95.57)(259.6)^2/8 = 805,084. \text{ in-lbf}$$

$$Z_{req} \text{ 'd} = M_{max}/S_d = 805,084. /23,200 = 34.70 \text{ in}^3 \quad (\text{Corroded})$$

Assume: WF 16" x 31 lb/ft:

$$t_w = 1/4" \quad .$$

$$t_f = 7/16"$$

$$Z_x = 47.2 \text{ in}^3 > Z_{req} = 34.4 \text{ in}^3 \quad (\text{Corroded})$$

Adding allowance corrosion we need:

$$T_w = 1/4" + 3\text{mm} = 3/8"$$

$$t_f = 7/16" + 3\text{mm} = 9/16"$$

Using WF 16" x 45 lb/ft actual  $Z = 72.7 \text{ in}^3 > 42.1 \text{ in}^3$  (w/corrosion)

Span Depth Ratio:  $D/L = 1/30 = 259.6/30 = 8.65 \text{ in} < 16.1/8" \text{ in}$ , is OK

Then: For Girder Ring Outer (Radius=10,668 mm=35 ft) we use:

10 Girders WF 16" x 45 lb/ft – Steel ASTM A-36

< AT GIRDER RING Outer Radius = 17.5 ft=210 in=5,334 mm >





Number of Girders = 5

Girder Length = 20.6 ft = 246.85 in = 6,270 mm

a.- Without corrosion

$W_i$  = Load due to inner rafters & roof

$$= (13.61)(14.55/2)(12)(4) = 4,753 \text{ lbf}$$

$W_o$  = Load due to outer rafters & roof

$$= (18.80)(19.41/2)(12)(8) = 17,516 \text{ lbf}$$

$W_1$  = Total roof + rafter load

$$= (4,753 + 17,516)/(20.6 \times 12) = 90 \text{ lbf/in}$$

$w$  = Total load including weight of girder

$$= 90 + (50/12) = 94.17 \text{ lbf/in}$$

$M_{\max}$  = Maximum Bending Moment

$$M_{\max} = wl^2/8$$

$$M_{\max} = (94.17)(246.85)^2/8 = 717,280. \text{ in-lbf}$$

$$z \text{ req'd} = M_{\max}/S_d = 717,280./23,200 = 30.91 \text{ in}^3 \quad (\text{With out corrosion})$$

b. - Corroded

$W_i$  = Load due to inner rafters & roof

$$= (11.32)(14.55/2)(12)(4) = 3,953 \text{ lbf}$$

$W_o$  = Load due to outer rafters & roof

$$= (15.36)(19.41/2)(12)(8) = 14,311 \text{ lbf}$$

$W_1$  = Total roof + rafter load

$$= (3,953 + 14,311)/(20.6 \times 12) = 73.88 \text{ lbf/in}$$

$w$  = Total load including weight of girder

$$= 73.88 + (50/12) = 78.05 \text{ lbf/in}$$

$M_{\max}$  = Maximum Bending Moment

$$M_{\max} = wl^2/8$$

$$M_{\max} = (78.05) (246.85)^2/8 = 594,496. \text{ in-lbf}$$



$$z \text{ req'd} = M_{\max}/S_d = 594,496./23,200 = 25.62 \text{ in}^3 \quad (\text{Corroded})$$

Assume: WF 14" x 22 lb/ft:

$$t_w = 1/4" \quad .$$

$$t_f = 5/16"$$

$$Z_x = 29 \text{ in}^3 > Z_{\text{req}} = 25.35 \text{ in}^3 \quad (\text{Corroded})$$

Adding allowance corrosion we need:

$$t_w = 1/4" + 3\text{mm} = 3/8"$$

$$t_f = 5/16" + 3\text{mm} = 7/16"$$

Using WF 16" x 45 lb/ft actual  $Z = 72.7 \text{ in}^3 > 30.63 \text{ in}^3$  (wo/corrosion)

Span Depth Ratio:  $D/L = 1/30 = 246.85/30 = 8.22 \text{ in} < 16.1/8" \text{ in}$ , is OK

Then: For Girder Ring Outer (Radius=5,334 mm=17.5 ft) we use:

5 Girders WF 16" x 45 lb/ft – Steel ASTM A-36

## 5.8. - COLUMN DESIGN

< AT GIRDER RING Outer Radius = 35 ft >

Number of Columns = 10

$l$  = Column Length

$$= 461.10 \text{ in} = 38.43 \text{ ft} = 11,712 \text{ mm (as computed)}$$

$r$  = Radius of gyration

if  $l/r$  must be less than 180, then

$$r \text{ req'd} = l/180 = 461.1/180 = 2.56 \text{ in.}$$

Actual  $r = 3.63 \text{ in.}$  using Steel Pipe 10" diam.-Sch80

$$\text{OD} = 10.75" \quad , \quad \text{ID} = 9.75" \quad , \quad \text{Thickness} = 0.50"$$

Corroded 6 mm, we must have:



OD=10.25" , ID=9.75" , Thickness=0.25" , then:  
New  $r=3.53$  in.  $> r_{req} = 2.56$  in. (Corroded)

a. - Without Corrosion

$$P = \text{Total roof load supported by each column} \\ = (116.72)(21.63/2)(12) = 15,127 \text{ lbf}$$

Fa = Allowable Compressive Stress

Per AISC table 3-36,

$$R = K L/r = 127 \quad \text{we have: } Fa=9.26 \text{ Ksi}$$

$$F = \text{actual induced stress for the column} \\ = P/A = [15,127 + (461.1/12)(54.74)] / 16.1 \\ = 1,070 \text{ Psi} < Fa=9,260 \text{ Psi, is OK}$$

b. - Corroded

$$P = \text{Total roof load supported by each column} \\ = (95.78)(21.63/2)(12) = 12,430 \text{ lbf}$$

Fa = Allowable Compressive Stress

Per AISC table 3-36,

$$R = K L/r = 73.5 \quad \text{we have: } Fa=16.06 \text{ Ksi}$$

$$F = \text{actual induced stress for the column} \\ = P/A = [12,430 + (461.1/12)(26.65)] / 7.854 \\ = 1,583 \text{ Psi} < Fa=16,060 \text{ Psi, is OK}$$

Then we use for Column Steel Pipe 10" - Sch-80 ASTM A-53 Gr B



< AT GIRDER RING Outer Radius = 17.5 ft >

Number of Columns = 5

$l$  = Column Length

= 480 in = 40 ft = 12,192 mm (as computed)

$r$  = Radius of gyration

if  $l/r$  must be less than 180, then

$r$  req'd =  $l/180 = 480/180 = 2.66$  in.

Actual  $r = 3.63$  in. using Steel Pipe 10" diam.-Sch80

OD=10.75" , ID=9.75" , Thickness=0.50"

Corroded 6 mm, we must have:

OD=10.25" , ID=9.75" , Thickness=0.25" , then:

New  $r=3.53$  in.  $> r$  req' d=2.56 in. (Corroded)

a.- Without Corrosion

$P$  = Total roof load supported by each column

=  $(94.17)(20.60/2)(12) = 11,640$  lbf

$F_a$  = Allowable Compressive Stress

Per AISC table 3-36,

$R = K L/r = 132.2$  we have:  $F_a=8.60$  Ksi

$F$  = actual induced stress for the column

=  $P/A = [11,640 + (480/12)(54.74)] / 16.1$

= 860 Psi  $< F_a=8,600$  Psi, is OK

b. - Corroded



$$P = \text{Total roof load supported by each column} \\ = (78.05)(20.60/2)(12) = 9,647 \text{ lbf}$$

Fa = Allowable Compressive Stress

Per AISC table 3-36,

$$R = K L/r = 136 \quad \text{we have: } Fa = 8.07 \text{ Ksi}$$

$$F = \text{actual induced stress for the column} \\ = P/A = [9,647 + (480/12)(26.65)] / 7.854 \\ = 1,364 \text{ Psi} < Fa = 8,070 \text{ Psi, is OK}$$

Then we use for Column Steel Pipe 10" - Sch-80 ASTM A-53 Gr B

< CENTRAL COLUMN Outer Radius = 0 ft >

Number of Columns = 1

l = Column Length

$$= 510.55 \text{ in} = 42.55 \text{ ft} = 12,968 \text{ mm (as computed)}$$

r = Radius of gyration

if l/r must be less than 180, then

$$r \text{ req'd} = l/180 = 510.55/180 = 2.83 \text{ in.}$$

Actual r = 3.63 in. using Steel Pipe 10" diam.-Sch80

$$OD = 10.75" \quad , \quad ID = 9.75" \quad , \quad \text{Thickness} = 0.50"$$

Corroded 6 mm, we must have:

$$OD = 10.25" \quad , \quad ID = 9.75" \quad , \quad \text{Thickness} = 0.25" \quad , \quad \text{then:}$$

$$\text{New } r = 3.53 \text{ in.} > r \text{ req'd} = 2.56 \text{ in. (Corroded)}$$

a. - Without Corrosion



$$p = \text{Load due to inner rafters \& roof}$$
$$= (13.61)(14.55/2)(12)(20) = 23,763 \text{ lbf}$$

Fa = Allowable Compressive Stress

Per AISC table 3-36,

$$R = K L/r = 140.6 \quad \text{we have: } Fa = 7.55 \text{ Ksi}$$

F = actual induced stress for the column

$$= P/A = [23,763 + (510.55/12)(54.74)] / 16.1$$
$$= 1,621 \text{ Psi} < Fa = 7,550 \text{ Psi, is OK}$$

b. - Corroded

p = Load due to inner rafters & roof

$$= (11.32)(14.55/2)(12)(20) = 19,765 \text{ lbf}$$

Fa = Allowable Compressive Stress

Per AISC table 3-36,

$$R = K L/r = 144.6 \quad \text{we have: } Fa = 7.16 \text{ Ksi}$$

F = actual induced stress for the column

$$= P/A = [19,765 + (510.55/12)(26.65)] / 7.854$$
$$= 2,661 \text{ Psi} < Fa = 7.16 \text{ Psi, is OK}$$

Then we use for Central Column Steel Pipe 10" - Sch-80 ASTM A-53 Gr B

5.9. - Bottom Plates Thickness



The minimum thickness is  $t = \frac{1}{4}"$  , that shall be added the thickness for corrosion.

Then, the bottom thickness is  $t = \frac{1}{4}" + 6\text{mm} = 12.35\text{mm}$  (Use  $t = 12.5\text{mm}$ ).

#### 5.10.- Overtuning Stability by Wind Load

WIND MOMENT (Per API-650 SECTION 3.11)

$V_s = 75.5 \text{ mph} = 120 \text{ Km/hr}$  (Wind Velocity)

$v_f = 0.57$  (Velocity Factor)

$A_p = 300 \text{ ft}^2$  (Projected Area of Roof)

$X_w = 1.67 \text{ ft}$  (Moment Arm of Wind on Roof)

$M_{\text{roof}}$  (Moment Due to Wind Force on Roof)

$$= (v_f)(15)(A_p)(H + X_w)$$

$$= (0.57)(15)(300)(40 + 1.67) = 106,883 \text{ ft-lbf}$$

$X_s$  (Moment Arm of Wind Force on Shell)

$$= H/2 = (40)/2 = 20 \text{ ft}$$

$A_s$  (Projected Area of Shell)

$$= H(\text{OD} + \text{thickness})$$

$$= (40)(120 + 0.16) = 4,808 \text{ ft}^2$$

$M_{\text{shell}}$  (Moment Due to Wind Force on Shell)

$$= (v_f)(18)(A_s)(X_s)$$

$$= (0.57)(18)(4,808)(20) = 986,662 \text{ ft-lbf}$$

$M_w$  (Wind moment)

$$= M_{\text{roof}} + M_{\text{shell}} = 106,883 + 986,662$$

$$= 1,093,545 \text{ ft-lbf}$$

$W$  (Net weight)





(Force due to corroded weight of shell and  
Shell-supported roof plates

$$\begin{aligned} &= W_{\text{shell corroded}} + W_{\text{roof corroded}} \\ &= 353,888 + 38,453 \\ &= 392,341 \text{ lbf} \end{aligned}$$

RESISTANCE TO OVERTURNING (per API-650 3.11.2)

$$(2/3)(W \cdot OD/2) = (2/3) (392,341) \cdot 120/2 = 15,693,640 \text{ ft-lbf}$$

No anchorage needed to resist overturning since

$$M_w \leq (2/3) (W \cdot OD/2)$$

Then the tank is stable.

5.11. - SEISMIC MOMENT (API-650 APPENDIX E & API-620 APPENDIX L)

$M_s$  (Seismic Moment)

$$M_s = Z \cdot I \cdot (C_1 \cdot W_s \cdot X_s + C_1 \cdot W_r \cdot H_t + C_1 \cdot W_1 \cdot X_1 + C_2 \cdot W_2 \cdot X_2)$$

$Z = 0.4$  Zone coefficient for zone 4 (from Table E-2)

$I = 1$  Importance Factor

$S = 1.2$  Site amplification factor (from Table E-3)

$C_1 = 0.6$  = Lateral earthquake force coefficient

$K = 0.64$  (factor for  $D/H = 3.12$  from figure E-4)

$T$  = Natural Period of First Sloshing Mode

$$= k \cdot \text{SQRT}(OD) = 0.64 \cdot \text{SQRT}(120) = 7.01$$

$C_2$  = Lateral Earthquake Force Coefficient

$$= 3.375(S)/T^2 = 3.375(1.2)/(7.01)^2 = 0.0824$$

From Figures E-2 & E-3



$X1\_H = X1/H$  chart factor

$X2\_H = X2/H$  chart factor

$W1\_Wt = W1/Wt$  chart factor

$W2\_Wt = W2/Wt$  chart factor

$Wt =$  Weight of tank contents @ Max. Liquid Level

$$X1 = (X1\_H)*H = (0.375)*38.484 = 14.431$$

$$X2 = (X2\_H)*H = (0.560)*38.484 = 21.550$$

$$W1 = (W1\_Wt)*Wt = (0.370)*50,254,576 = 18,594,193$$

$$W2 = (W2\_Wt)*Wt = (0.560)*50,254,576 = 28,142,562$$

$Ws = W\_shell$  (New Condition)

$$= 497,389 = 352,776$$

$Wr = W\_roof$  (New Condition)

$$= 324,744 = 164,877$$

$$C1*Ws*Xs = 0.6*(497,389)(20) = 5,968,668$$

$$C1*Wr*Ht = 0.6*(324,744)(41.67) = 8,119,249$$

$$C1*W1*X1 = 0.6*(18,594,193)(14.430) = 160,999,680$$

$$C2*W2*X2 = (0.0824)(28,142,562)(21.55) = 49,973,310$$

$$Ms = Z*1*(C1*Ws*Xs + C1*Wr*Ht + C1*W1*X1 + C2*W2*X2)$$

$$= (0.4)(1)(5,968,668 + 8,119,249 + 160,999,680 + 49,973,310)$$

$$= 90,024,363 \text{ ft-lbf}$$

$W\_shell =$  Weight of Shell (New Condition)

$W\_roof2 =$  Weight of Roof Plates Supported By Shell (New)

$$wt = (W\_shell + W\_roof2)/(PI*OD) \quad (\text{New Condition})$$

$$= (497,389 + 75,102)/(PI*120)$$

$$= 1,518. \text{ lbf/ft}$$

**RESISTANCE TO OVERTURNING (per Section E.4.1, E.4.2, Assuming no anchors)**



$$\begin{aligned}wl &= 7.9*(tb1)*SQRT(Sy*G*H) \\ &= 7.9*(0.25)*SQRT(36,000*1.84*38.484) \\ &= 3,153 \text{ lbf/ft}\end{aligned}$$

Where:  $tb1 = t - CA = 0.25$  in. (for Bottom Plate- Corroded)

$$\begin{aligned}1.25*G*H*OD &= 1.25(1.84)(38.484)(120) \\ &= 10,621 \text{ lbf/ft}\end{aligned}$$

As  $wl < 1.25*G*H*OD$  is OK

#### UNANCHORED TANKS (Section E.5.1)

$$Ms/[OD^2(wt+wl)] = 90,024,363/[(120^2)(1,518. + 3,153)] = 1.338 < 1.5$$

The Tank is structurally stable

$$\begin{aligned}b &= wt + 1.273(Ms)/OD^2 = \text{max longitudinal compressive force} \\ &= 1518. + 1.273(90,024,363)/(120)^2 = 9,476 \text{ lbf/ft}\end{aligned}$$

#### MAXIMUM ALLOWABLE SHELL COMPRESSION (Section E.5.3)

$$\begin{aligned}b/(12t) &= \text{Max Longitudinal Compressive Stress} \\ &= 9,476/(12*(30/12 - 0)) = 316 \text{ PSI}\end{aligned}$$

$$G*H*OD^2/t^2 = (1.84)(38.484)(120^2)/(1.181 - 0)^2 = 731,073$$

$$Fa = 10^6*t/OD = (10^6)(1.181 - 0)/120 = 9,842 \text{ PSI}$$

$$t = 0.625 - 0 = 0.625 \text{ in. (OK since } b/(12t) \leq Fa)$$

#### ANCHORED TANKS (Section E.5.2)

$$\begin{aligned}b &= wt + 1.273(Ms)/OD^2 = \text{Max Longitudinal Compressive Force} \\ &= 1518. + 1.273(90,024,363)/(120)^2 = 9,476 \text{ lbf/ft}\end{aligned}$$



### MAXIMUM ALLOWABLE SHELL COMPRESSION (Section E.5.3)

$b/(12t)$  = Max Longitudinal Compressive Stress

$$= 9,476/(12*(1.181 - 0)) = 932 \text{ PSI}$$

$$G*H*OD^2/t^2 = (1.84)(38.484)(120^2)/(1.181 - 0)^2 = 719,153$$

$$F_a = 10^6*t/OD = (10^6)(1.181 - 0)/120 = 9,842 \text{ PSI}$$

$$t = 1.181 - 0 = 1.181 \text{ in. (OK since } b/(12t) < F_a)$$

### 5.12 ANCHORAGE OF TANKS (Section E.6.1)

From API 650 (E.6.2.2). The spacing between anchors shall not exceed 10 feet

$$N = 120 \times 3.1416/10 = 38 \quad \text{Number of Anchors}$$

$$D = 122.50 \text{ ft} \quad \text{Diameter of Anchor Circle}$$

Net Uplift = Uplift due to Corroded weight of shell and Corroded roof weight

$$= 353,888 + 213,339 = 567,227 \text{ lbf}$$

MAR = minimum anchorage resistance due to seismic moment

$$= 1.273(M_s)/OD^2 + \text{Net\_Uplift}/\text{Circumference}$$

$$= 1.273(90,024,363)/120^2 + -567,227/(PI*120)$$

$$= 6,454 \text{ lbf/ft circumference}$$

btseis = anchor tension req'd to resist seismic moment

$$= \text{MAR}*D*PI/(N)$$

$$= (6,454)(120.5)(PI)/(38) = 64,295 \text{ lbf}$$

### 5.12 ANCHOR BOLT DESIGN

Bolt Material: AISI 1045

$$S_y = 45,000 \text{ PSI}$$



$$S_d = 0.8 * 45,000 = 40,000 \text{ PSI}$$

$$\begin{aligned} \text{Bolt Root Area Req'd} &= bt_{seis}/S_d \\ &= 64,295/40,000 = 1.60 \text{ in}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Bolt Root Area Req'd} = 1.60 \text{ in}^2$$

Exclusive of Corrosion,

Nominal Bolt Diameter Req'd = 1.1/2" (Area based on nominal diameter=1.767 in<sup>2</sup>). (from ANSI B1.1) minimum

We are using Ø 2 inches

### 5.13.- STIFFENING RINGS (API-650)

$$v_s = \text{Wind Velocity} = 74.6 \text{ mph}(120\text{km/hr})$$

$$v_f = \text{Velocity Factor} = (v_s/100)^2 = (74.6/100)^2 = 0.556$$

$$\begin{aligned} Z &= \text{Required Top Comp Ring Section Modulus (per API-650 3.9.6.1)} \\ &= 0.0001 * D^2 * H^2 \end{aligned}$$

$$Z = 0.0001 * (120)^2 * 40 * 0.556 = 32 \text{ in}^3$$

For Structural Roof and OD > 60 ft,

Minimum Required Angle is 3 x 3 x 3/8 in.

Using 2L 8" x 8" x 1/2" , for TOP WIND GIRDER

$$\text{Actual } Z = 77.50 \text{ in}^3 > Z \text{ req.} = 32 \text{ in}^3$$

Intermediate Wind Girders: (per API-650 Section 3.9.7)

H<sub>u</sub> = Maximum Height of Unstiffened Shell

$$= \{600,000 * t * \text{SQRT} [t/OD]^3\} / V_e$$

$$= \{600,000 * 0.25 * \text{SQRT}[0.25/120]^3\} / 0.556$$

$$= 25.65 \text{ ft}$$

$$\begin{aligned} W_{tr} &= \text{Transposed Width of each Shell Course} \\ &= \text{Width} * [t_{\text{top\_course}} / t_{\text{course}}]^{2.5} \end{aligned}$$

Transforming Courses (1) to (5)

Without corrosion, condition

$$W_{tr}(1) = 8 * [0.25 / 1.1811]^{2.5} = 0.165 \text{ ft}$$

$$W_{tr}(2) = 8 * [0.25 / 0.984]^{2.5} = 0.260 \text{ ft}$$

$$W_{tr}(3) = 8 * [0.25 / 0.787]^{2.5} = 0.455 \text{ ft}$$

$$W_{tr}(4) = 8 * [0.25 / 0.63]^{2.5} = 0.793 \text{ ft}$$

$$W_{tr}(5) = 8 * [0.25 / 0.492]^{2.5} = 1.472 \text{ ft}$$

H<sub>tr</sub> (Height of the Transformed Shell)

$$= \text{SUM}\{W_{tr}\} = 3.145 \text{ ft} < H_u = 25.65 \text{ ft}$$

Then No required intermediate wind girder, on new condition

Corroded condition

$$W_{tr}(1) = 8 * [0.25 / 0.944]^{2.5} = 0.288 \text{ ft}$$

$$W_{tr}(2) = 8 * [0.25 / 0.748]^{2.5} = 0.517 \text{ ft}$$

$$W_{tr}(3) = 8 * [0.25 / 0.551]^{2.5} = 1.109 \text{ ft}$$

$$W_{tr}(4) = 8 * [0.25 / 0.393]^{2.5} = 2.57 \text{ ft}$$

$$W_{tr}(5) = 8 * [0.25 / 0.25]^{2.5} = 8 \text{ ft}$$

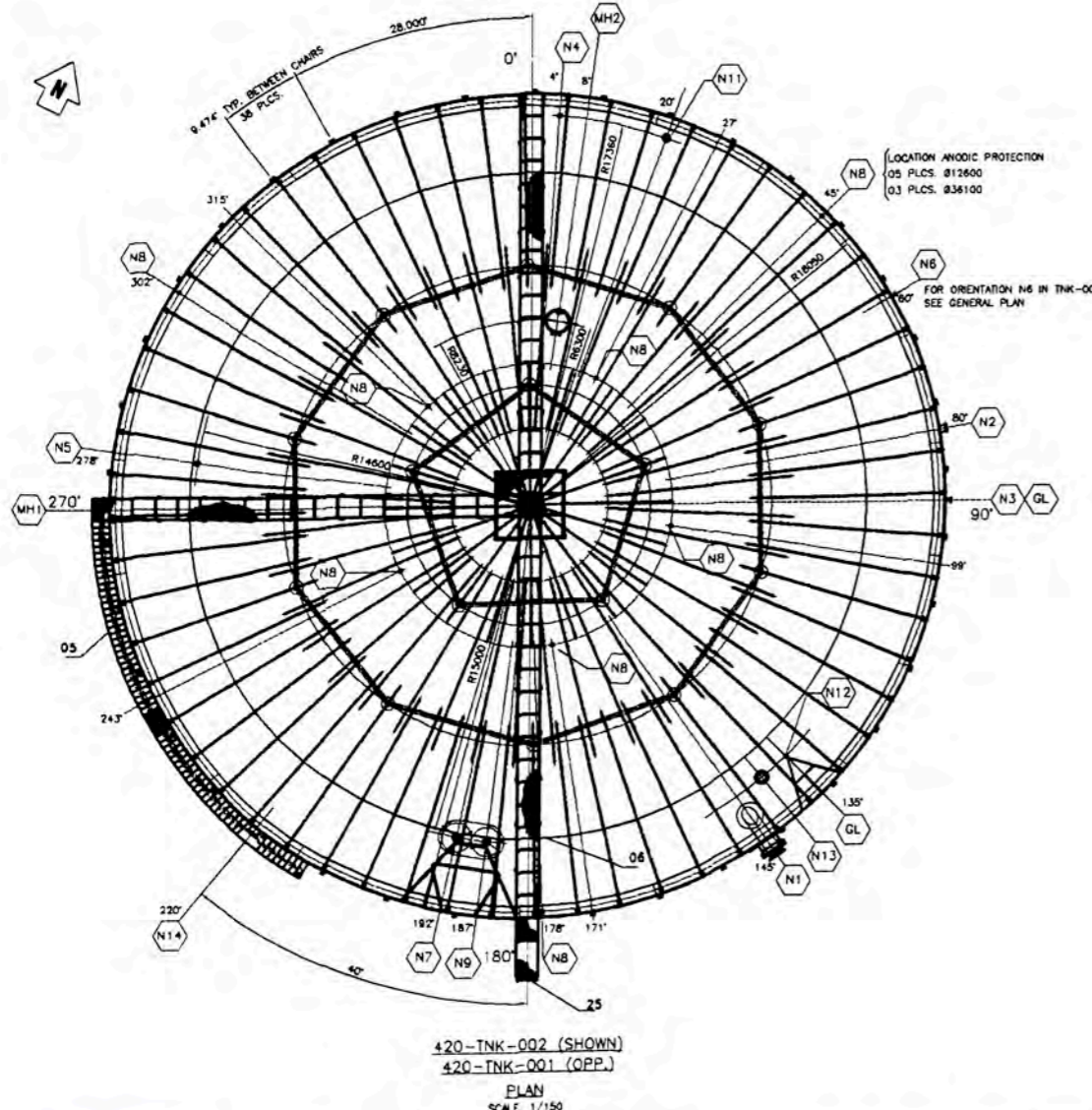
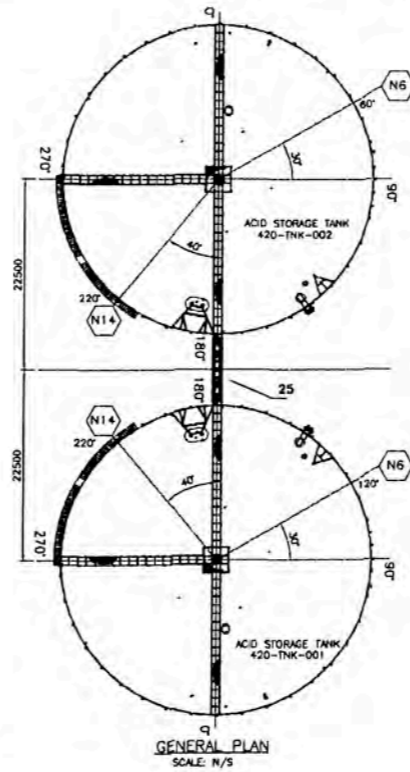
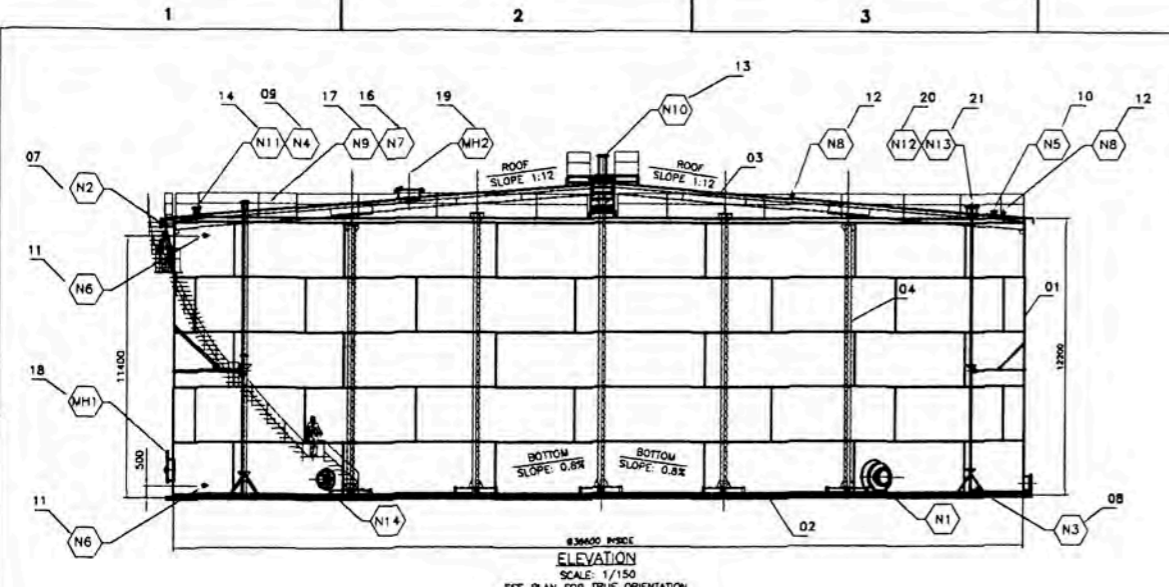
H<sub>tr</sub> (Height of the Transformed Shell)

$$= \text{SUM}\{W_{tr}\} = 12.48 \text{ ft} < H_u = 25.65 \text{ ft}$$

Then No required intermediate wind girder, on corroded condition

## **C. PLANOS**

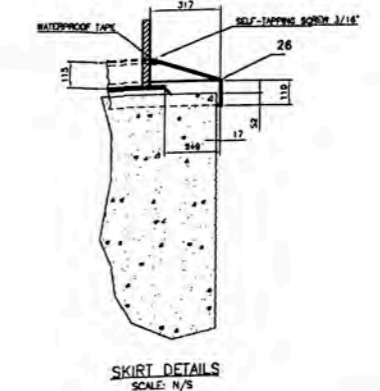
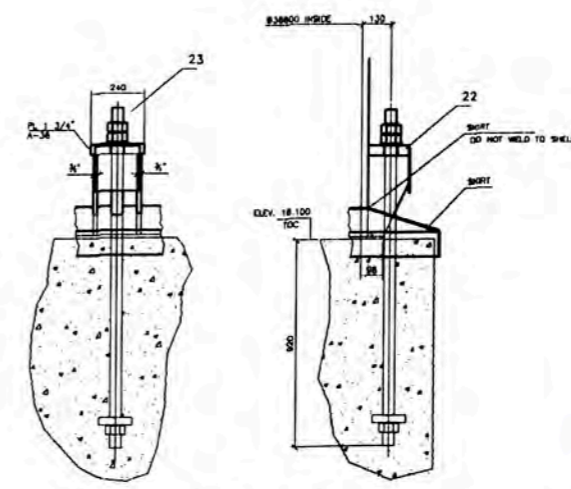




**NOZZLE CHART**

MARK	Ø	SERVICE
N1	24	OUTLET
N2	10	OVERFLOW
N3	4	DRAIN
N4	3	LEVEL SWITCH
N5	4	LEVEL TRANSMITTER
N6	2	LEVEL INDICATOR
N7	8	ACID INLET
N8	2	ANODIC PROTECTION INLET
N9	8	ACID INLET
N10	12	VENT
N11	8	LEVEL CONNECTION
N12	2	INLET
N13	18	RECIRCULATION
N14	01	ACID OUTLET
MH1	38	SHELL MANHOLE W/OAHT
MH2	38	ROOF MANHOLE W/LIFT HAND

SEE D1-06, 07, 08, 09, 10 & 13 FOR DETAILS



**PACKING LIST**

ITEM	MARK	QTY	DESCRIPTION	LN (Kg)	PN (Kg)	REMARKS
420-TNK-001	01	1	ACID STORAGE TANK	420000	420000	
420-TNK-002	01	1	ACID STORAGE TANK	420000	420000	
01	01-01-01-01-01	01	SHELL	34180.43	34180.43	D1-01
02	01-01-01-01-01	01	ROOF	13071.33	13071.33	D1-02
03	01-01-01-01-01	01	ROOF SUPPORTING STRUCTURE	7744.89	7744.89	D1-03
04	01-01-01-01-01	01	CHROMIUM PLATE	1821.84	1821.84	D1-04
05	01-01-01-01-01	01	PLATFORM	8318.37	8318.37	D1-05
06	01-01-01-01-01	01	NR-OVERFLOW 81"	89.38	89.38	D1-06
07	01-01-01-01-01	01	NR-OVERFLOW 81"	26.10	26.10	D1-07
08	01-01-01-01-01	01	NR-OVERFLOW 81"	7.08	7.08	D1-08
09	01-01-01-01-01	01	NR-OVERFLOW 81"	8.83	8.83	D1-09
10	01-01-01-01-01	01	NR-OVERFLOW 81"	7.83	7.83	D1-10
11	01-01-01-01-01	01	NR-OVERFLOW 81"	2.84	2.84	D1-11
12	01-01-01-01-01	01	NR-OVERFLOW 81"	183.84	183.84	D1-12
13	01-01-01-01-01	01	NR-OVERFLOW 81"	11.18	11.18	D1-13
14	01-01-01-01-01	01	NR-OVERFLOW 81"	2280.84	2280.84	D1-14
15/12	01-01-01-01-01	01	NR & NR - ACID INLET 81"	8821.47	8821.47	D1-15
16	01-01-01-01-01	01	NR - ACID INLET 81"	248.85	248.85	D1-16
17	01-01-01-01-01	01	NR - ACID INLET 81"	153.85	153.85	D1-17
18	01-01-01-01-01	01	NR - ACID INLET 81"	272.19	272.19	D1-18
19	01-01-01-01-01	01	NR - ACID INLET 81"	5.44	5.44	D1-19
20	01-01-01-01-01	01	NR - ACID INLET 81"	1822.81	1822.81	D1-20
21	01-01-01-01-01	01	NR - ACID INLET 81"	1180.21	1180.21	D1-21
22	01-01-01-01-01	01	NR - ACID INLET 81"			D1-22
23	01-01-01-01-01	01	NR - ACID INLET 81"			D1-23
24	01-01-01-01-01	01	NR - ACID INLET 81"			D1-24
25	01-01-01-01-01	01	NR - ACID INLET 81"			D1-25
26	01-01-01-01-01	01	NR - ACID INLET 81"			D1-26
27	01-01-01-01-01	01	NR - ACID INLET 81"			D1-27
						TOTAL WEIGHT

**DATA SHEET**

DESIGNED BY: [ ]  
OPERATION PRESSURE: [ ]  
DESIGN TEMPERATURE: [ ]  
WORKING VOLUME: [ ]  
TOTAL VOLUME: [ ]  
PRODUCT: [ ]  
CORROSION ALLOWANCE: [ ]  
ROOF: SUPPORTED CONCRETE ROOF  
MATERIAL: [ ]  
THICKNESS: [ ]  
FLANGES: [ ]  
PIPE NOZZLES: [ ]  
WELD: [ ]  
SURFACE PREPARATION: [ ]  
PAINTING: [ ]  
OUTSIDE: [ ]  
COLOR: [ ]  
DIMENSIONS: [ ]  
INTERVALS: [ ]  
INSULATION: [ ]  
WIND DESIGN: [ ]  
EARTHQUAKE ZONE: [ ]

1 - ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS AND ELEVATIONS IN METERS U.N.O.  
2 - CONCRETE WORKS AND ANCHOR BOLTS INSTALLATION BY CLIENT  
3 - ANODIC PROTECTION ACID STORAGE TANKS ACCORDING DRAWING N° 0-4413-01, REV. 2 OF CORROSION SERVICE CO. LIMITED.

REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK.	APR.	P.M.	REFERENCE DRAWING	CODIGO
1	26-01-06	INDICATED MODIFIED	A.G.S.	R.E.C.	G.M.	A.F.		
0	26-12-05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	A.G.S.	R.E.C.	G.M.	A.F.		
D	01-12-05	ISSUED FOR APPROVAL	A.G.S.	R.E.C.	G.M.	A.F.		
C	13-08-05	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.		
B	16-06-05	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.		
A	20-05-05	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.	ACID STORAGE & RAIL CAR LOADING, TANK DATA SHEET	2333-420-55-05-001 (0)

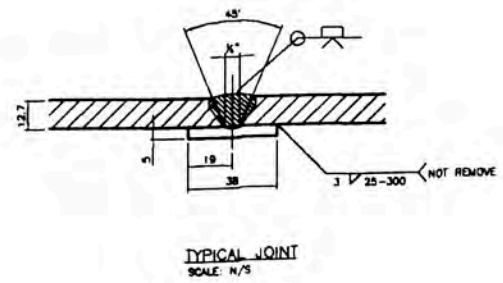
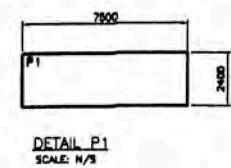
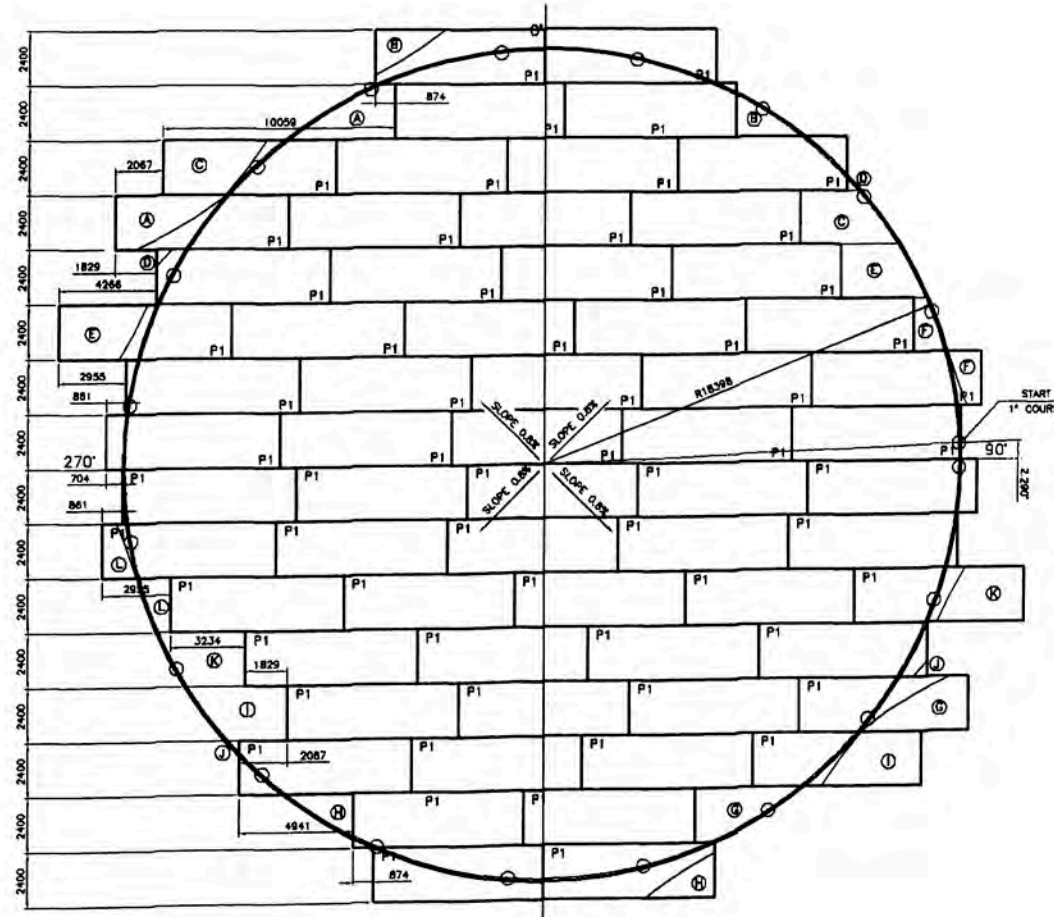
**FLUOR**  
**SOUTHERN PERU**  
SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION

PROJECT: P735 CONTRACT No. 532333-00-KO08  
**HAUG S.A.**  
INGENIERIA - FABRICACION - MONTAJE  
ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT  
ACID STORAGE & RAIL CAR LOADING  
ACID STORAGE TANKS N°420-TNK-001/002  
GENERAL ARRANGEMENT  
DRAWING: 2333-420-55-DS-001-E1 REV: 1





PACKING LIST						
ITEM	MARK	QTY.	DESCRIPTION	UN (kg)	PI (kg)	REMARKS
01	13-08-05-08-01-021-01	01	BOYER	11201.5	1201.52	
	P1	02	PL. 12.7mm x 7000	A-36	1822.6	1201.52
					1201.52	PARTIAL WEIGHT



BOTTOM PLATES  
SCALE: N/3

NOTE:  
1.- ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS AND ELEVATIONS IN METERS U.N.O.

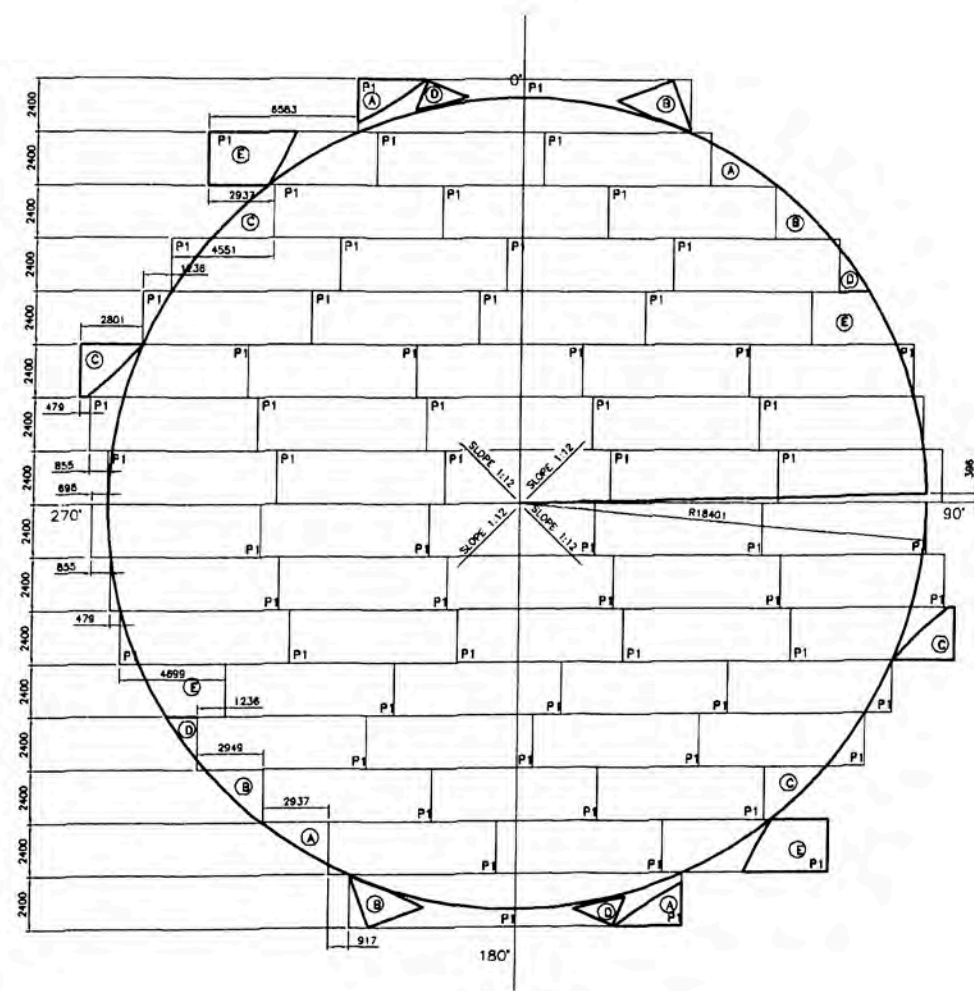
REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK.	APR.	P.M.	REFERENCE DRAWING	CODIGO
D	13-08-05	ISSUED FOR CONSTRUCTION		O.S.	E.P.	F.C.	A.F.	
B	16-06-05	ISSUED FOR APPROVAL		O.S.	E.P.	F.C.	A.F.	
A	20-05-05	ISSUED FOR APPROVAL		O.S.	E.P.	F.C.	A.F.	

**FLUOR**  
SOUTHERN PERU  
SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION

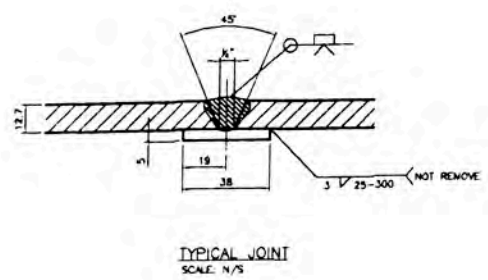
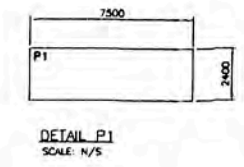
PROJECT: P735 CONTRACT No. 532333-00-K008  
**HAUG S.A.**  
INGENIERIA - FABRICACION - MONTAJE  
ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT  
ACID STORAGE & RAIL CAR LOADING  
ACID STORAGE TANKS N°420-TNK-001/002  
SHOP DRAWING  
DRAWING: 2333-420-55-DS-001-D1-02 REV: 0



PACKING LIST						
ITEM	MARK	QTY	DESCRIPTION	USE (M)	PRE (M)	REMARKS
01	333-420-55-DS-001-01-01	01	PROOF	11/20/11	1/20/11	
	P1	02	PL. 12.10x4.30 x 7.00	A-36	10/22/11	1/20/11
					1/20/11	PARTIAL WEIGHT



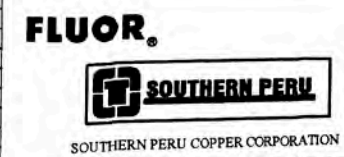
ROOF PLATES  
SCALE: N/5



Copyright 2011 S.A. S. All rights reserved. This drawing is the property of S.A. S. and is not to be distributed or used without the written permission of S.A. S.

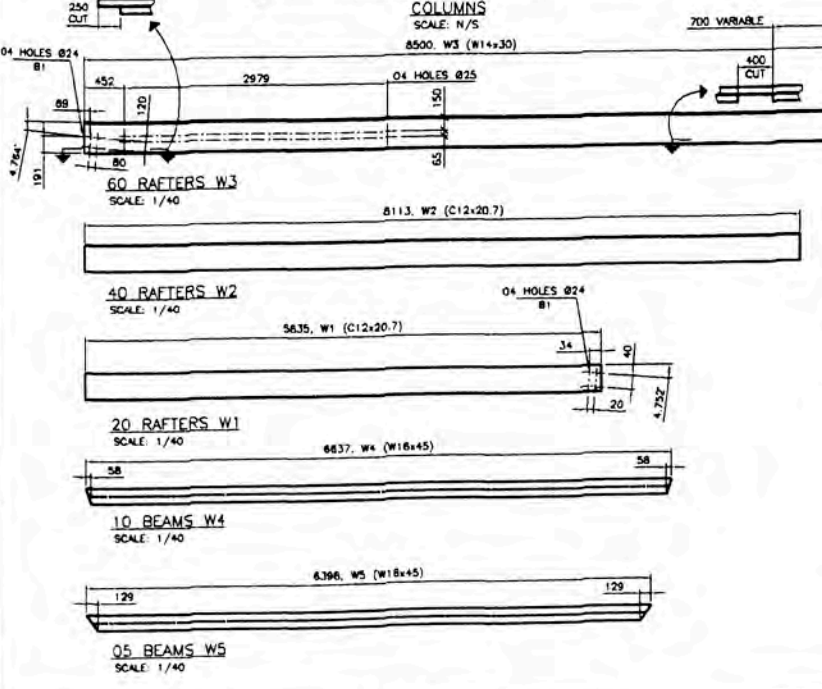
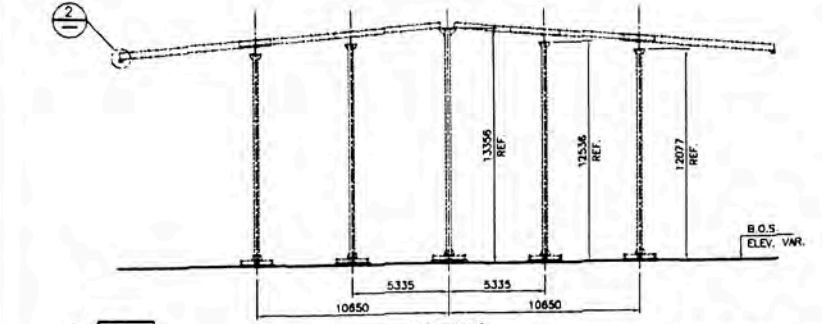
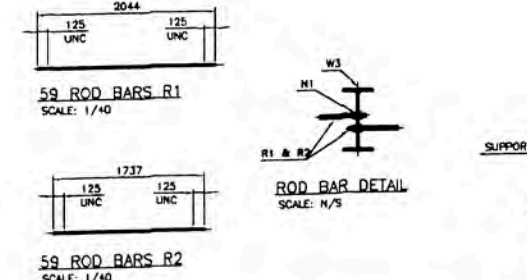
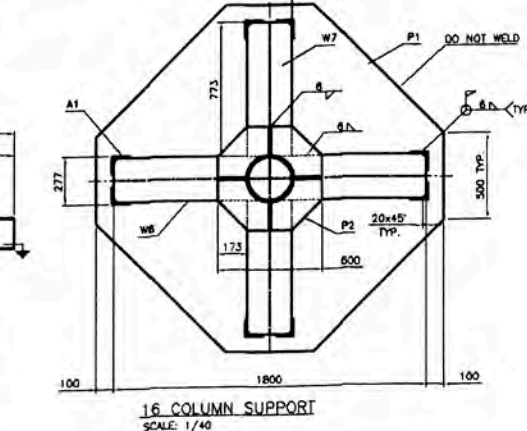
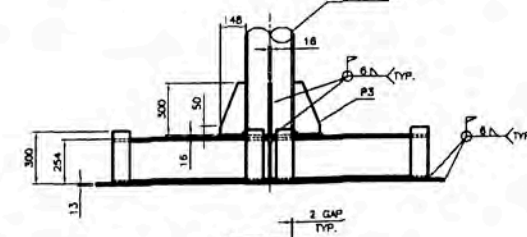
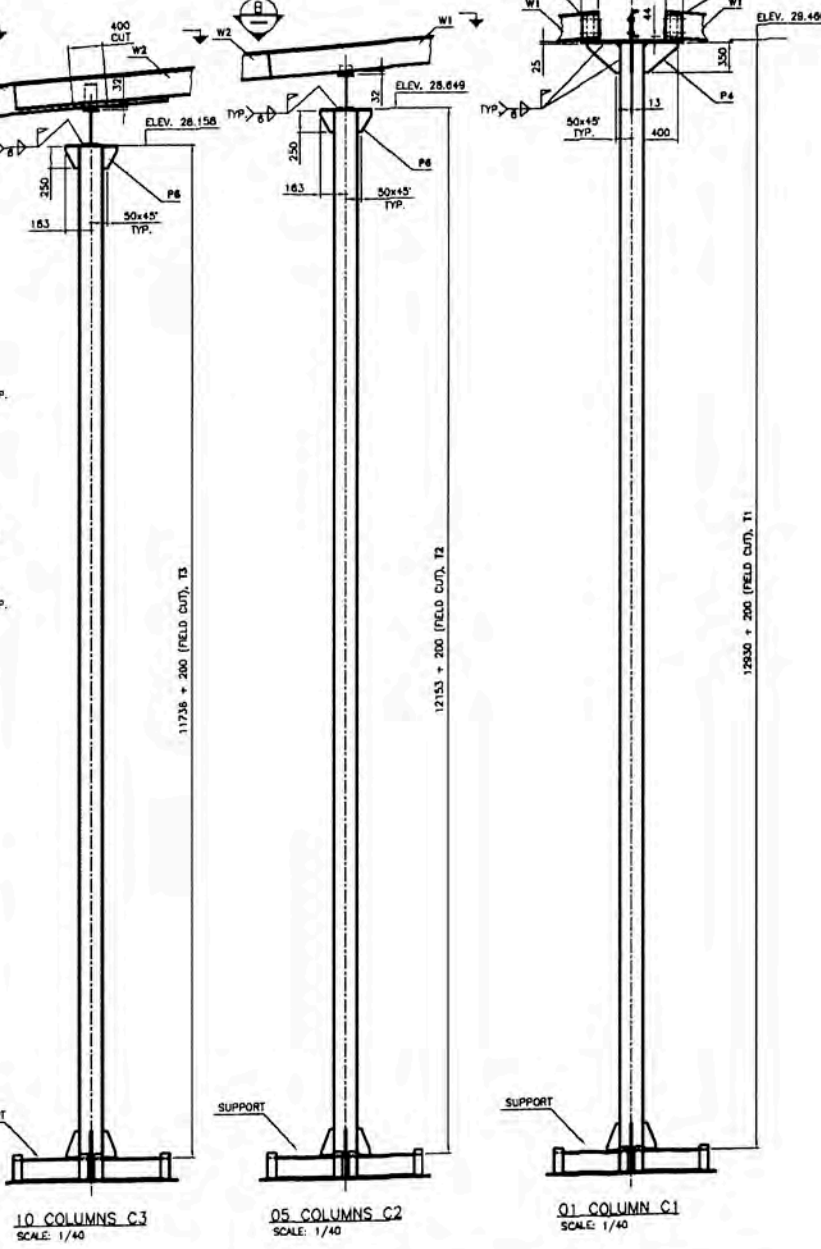
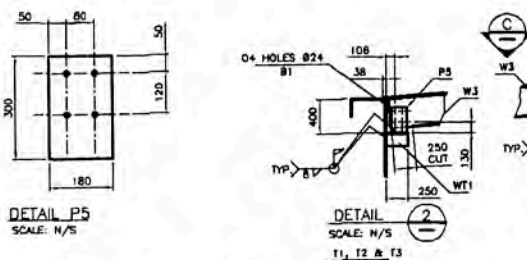
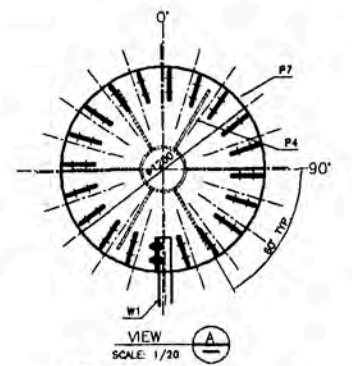
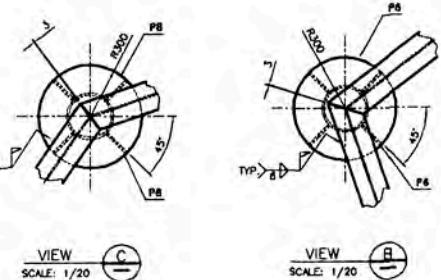
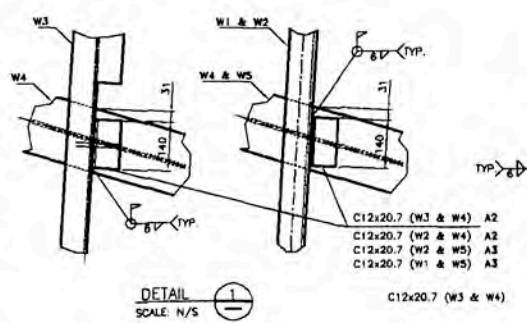
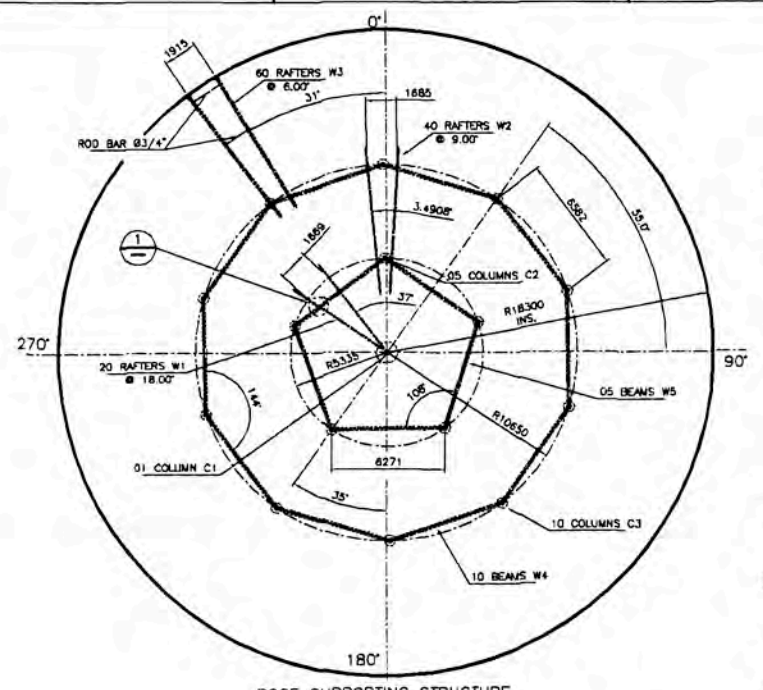
NOTES  
1.- ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS AND ELEVATIONS IN METERS U.N.C.  
2.- CONCRETE WORKS AND ANCHOR BOLTS INSTALLATION BY CLIENT.

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK	APR.	P.M.	REFERENCE DRAWING	COFIGO	SPECIALISTS	NAME	SING/DATE
O	13-08-05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.			DESIGN	FLUOR	
B	16-06-05	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.			DRAWN	O.S.	
A	20-05-05	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.			CHECKED	E.P.	
									APPROVE	F.C.	
									PROJ.MANAG.	A.F.	



PROJECT: P735	CONTRACT No. 532333-00-K008
<b>HAUG S.A.</b> INGENIERIA - FABRICACION - MONTAJE	
ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT ACID STORAGE & RAIL CAR LOADING	
ACID STORAGE TANKS N°420-TNK-001/002 SHOP DRAWING	
DRAWING : 2333-420-55-DS-001-01-03 REV: 0	





PACKING LIST						
ITEM	MARK	QTY.	DESCRIPTION	UN (kg)	PI (kg)	REMARKS
04	333-40-00-00-01-01-04					
	W1	30	C12x20.7	8636	A-38	180.0
	W2	40	C12x20.7	8113	A-38	360.2
	W3	80	W16x20	8800	A-38	280.0
	W4	10	W16x19	6637	A-38	140.0
	W5	08	W16x19	6396	A-38	136.0
	W6	18	W16x19	1800	A-38	121.4
	W7	32	W16x19	773	A-38	58.4
	W8	60	W16x20	380	A-38	7.6
	A1	128	L 4 x 4 x 3/8	300	A-38	4.4
	A2	100	C12x20.7	140	A-38	4.3
	A3	80	C12x20.7	140	A-38	4.3
	T1	01	PPE 810' 80400 x 13130	A-83 B	1070.8	1070.83
	T2	08	PPE 810' 80400 x 13130	A-83 B	1007.8	8037.7
	T3	10	PPE 810' 80400 x 13130	A-83 B	973.8	9736.3
	P1	18	PL 12.7mm 800 x 1800	A-38	38.8	480.80
	P2	18	PL 12.7mm 800 x 1800	A-38	38.8	480.80
	P3	81	PL 12.7mm 148 x 300	A-38	38.8	1843.30
	P4	08	PL 12.7mm 300 x 400	A-38	38.8	172.80
	P5	80	PL 12.7mm 180 x 300	A-38	38.8	3104.00
	P6	80	PL 12.7mm 180 x 300	A-38	38.8	1798.00
	P7	01	PL 25.0mm 900 x 1800	A-38	38.8	38.80
	P8	18	PL 12.7mm 800 x 1800	A-38	38.8	439.00
	B1	80	ROD 818	x 2044	A-38	4.8
	B2	80	ROD 818	x 1737	A-38	3.8
	B3	230	HEX BOLT 87/8" 1/2"	A182-87	0.2	8.10
	B4	480	HEX BOLT 87/8" 1/2"	A182-80	0.2	94.00
						7248.28
						PARTIAL WEIGHT

NOTES  
1 - ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS AND ELEVATIONS IN METERS U.N.O.  
2 - CONCRETE WORKS AND ANCHOR BOLTS INSTALLATION BY CLIENT

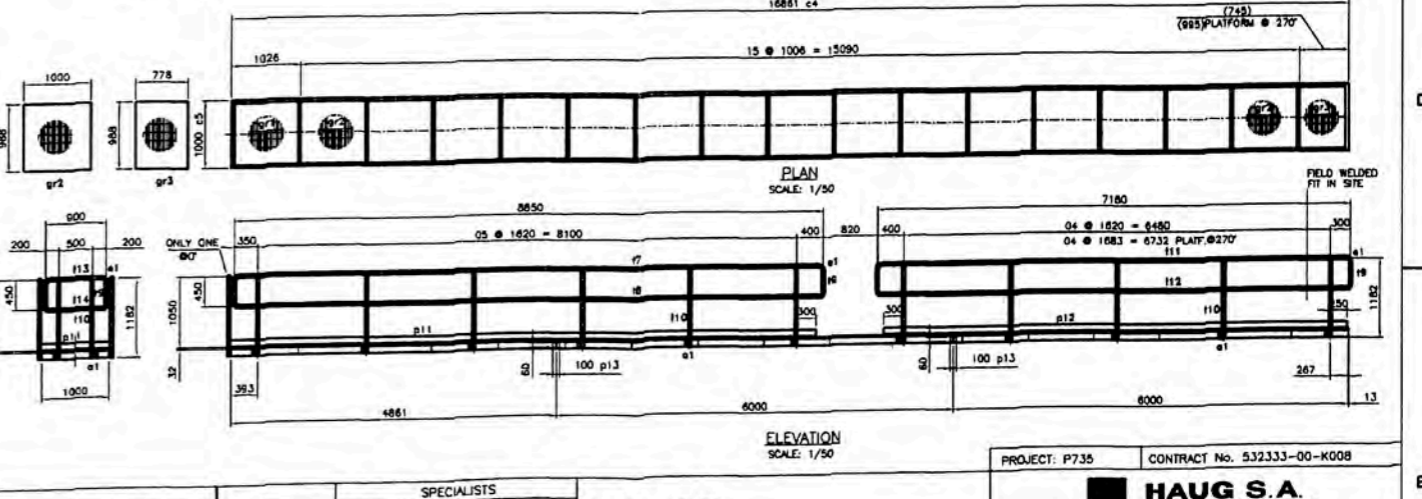
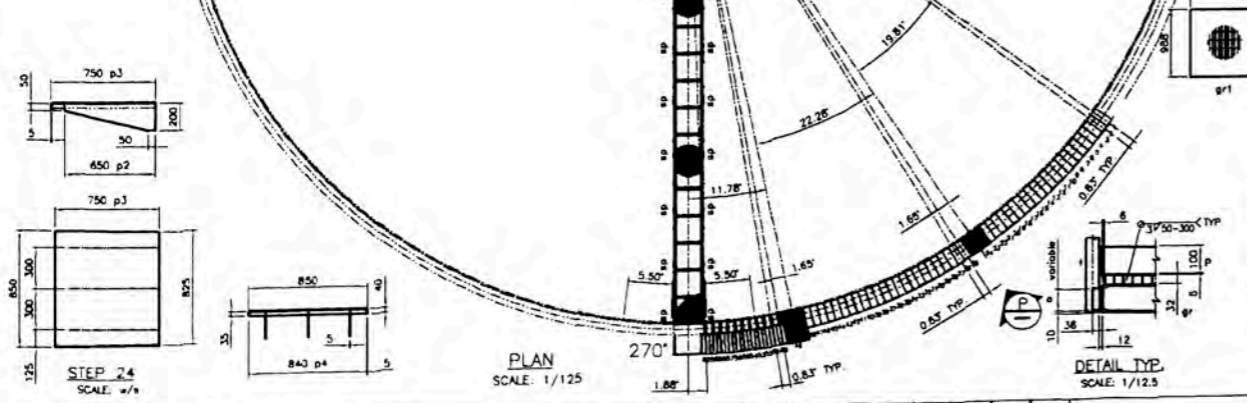
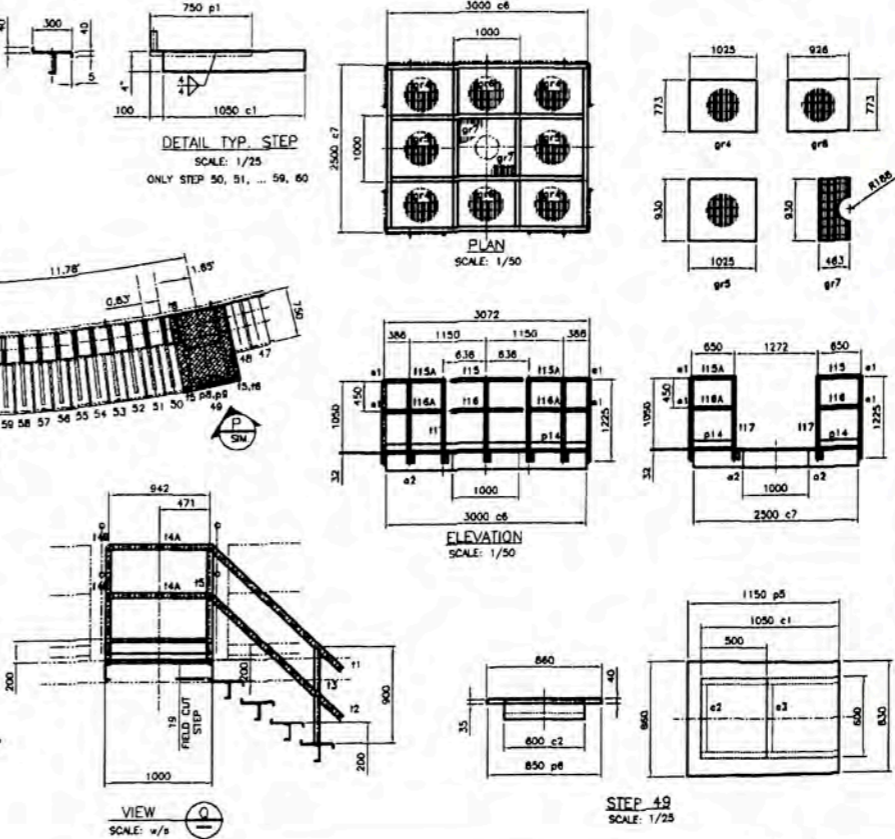
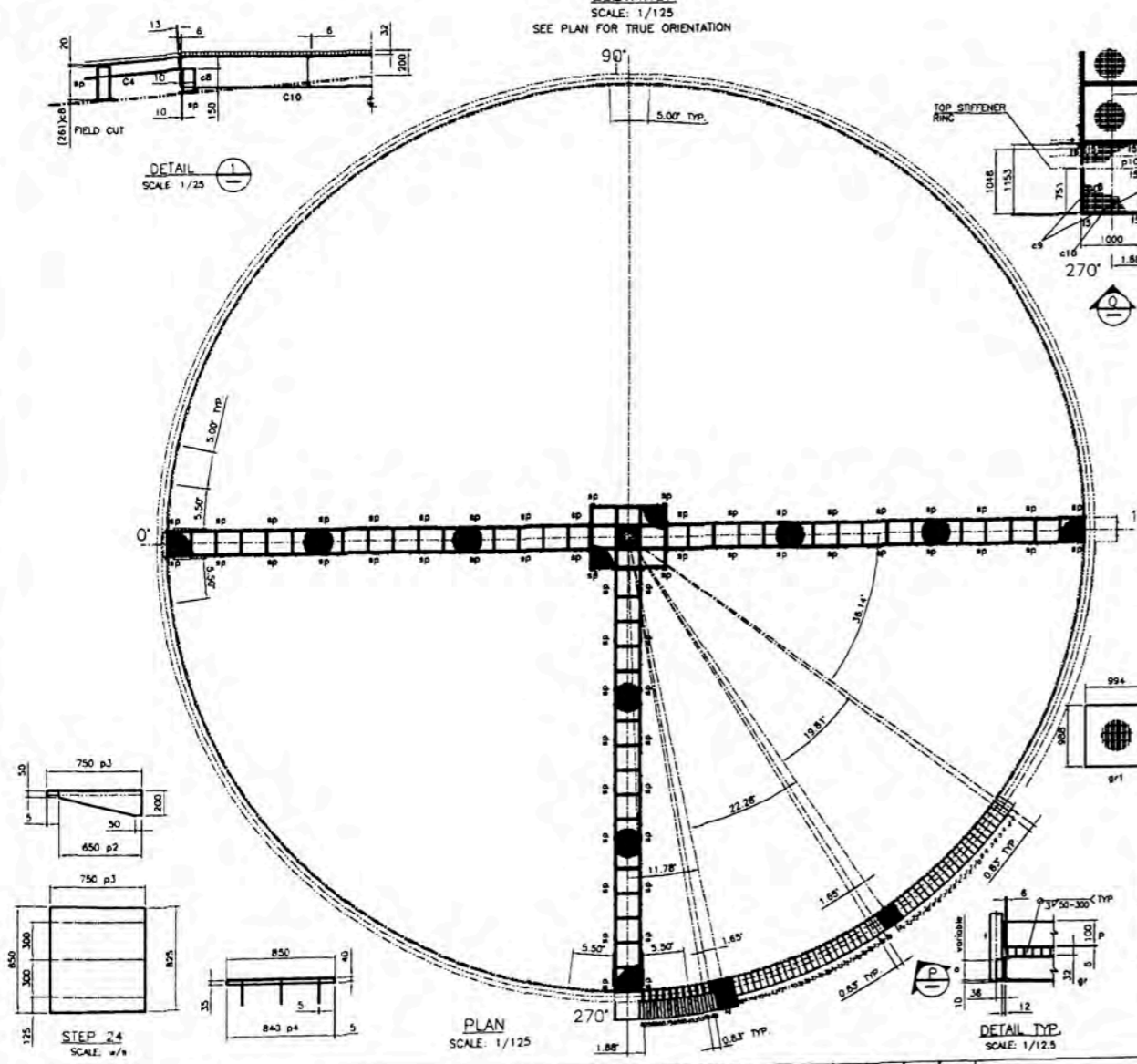
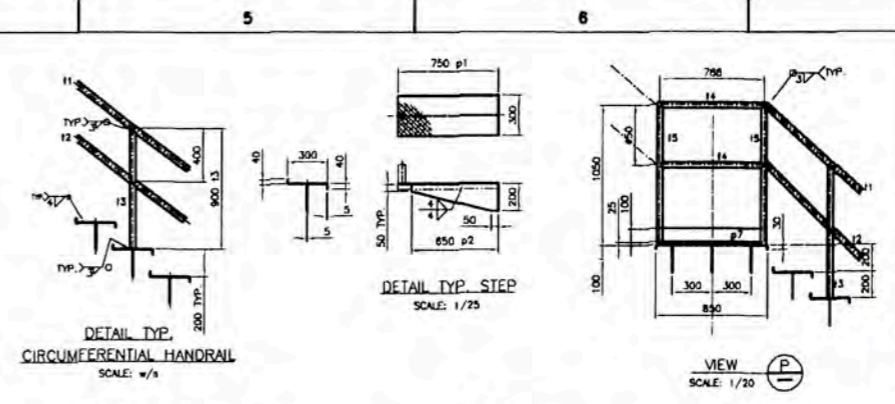
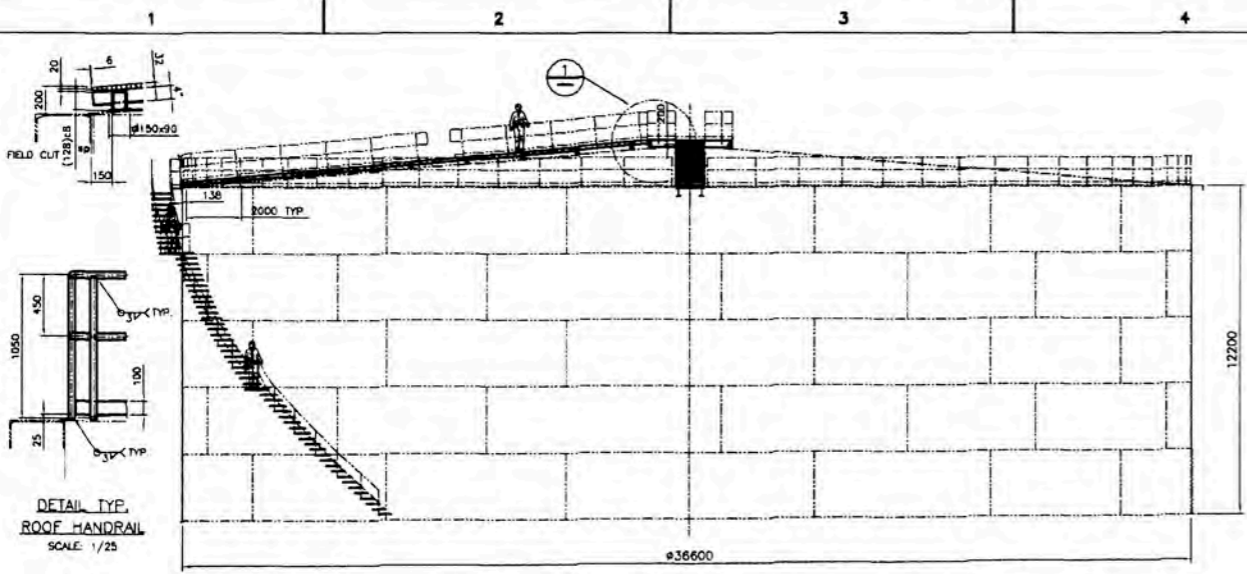
REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK	APR	P.M.
0	13-08-05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.
B	16-06-05	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.
A	20-05-05	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.

SPECIALISTS		
DESIGN	NAME	SING/DATE
DESIGN	FLUOR	
DRAWN	O.S.	
CHECKED	E.P.	
APPROVE	F.C.	
PROJ.MANAG.	A.F.	



PROJECT: P735 CONTRACT No. 532333-00-K008  
**HAUG S.A.**  
 INGENIERIA - FABRICACION - MONTAJE  
 ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT  
 ACID STORAGE & RAIL CAR LOADING  
 ACID STORAGE TANKS N°420-TNK-001/002  
 SHOP DRAWING  
 DRAWING: 2333-420-55-DS-001-D1-04 REV: 0





ITEM	MARK	QTY	DESCRIPTION	UNITS	PRICE [S/]	TOTAL	REMARKS
01	CONCRETO	1801.4	CONCRETO	M <sup>3</sup>	181.00	326053.40	
02	PL. 5 x 200 x 750	104	PL. 5 x 200 x 750	CM	814.00	84616.00	CHECKED
03	PL. 5 x 200 x 800	5	PL. 5 x 200 x 800	CM	386.12	1930.60	
04	PL. 5 x 200 x 910	426	PL. 5 x 200 x 910	CM	368.36	156880.56	CHECKED
05	PL. 5 x 20 x 800	426	PL. 5 x 20 x 800	CM	1.14	485.46	
06	PL. 5 x 200 x 1100	426	PL. 5 x 200 x 1100	CM	41.8	17800.80	CHECKED
07	PL. 5 x 20 x 800	426	PL. 5 x 20 x 800	CM	1.17	498.70	
08	PL. 5 x 100 x 700	426	PL. 5 x 100 x 700	CM	3.7	1576.20	
09	PL. 5 x 100 x 1500	426	PL. 5 x 100 x 1500	CM	8.7	3700.20	
10	PL. 5 x 100 x 400	426	PL. 5 x 100 x 400	CM	1.8	766.80	
11	PL. 5 x 100 x 300	426	PL. 5 x 100 x 300	CM	1.8	766.80	
12	C 8x8x1000	426	C 8x8x1000	CM	18.8	8005.80	
13	C 8x8x800	426	C 8x8x800	CM	7.3	3085.80	
14	C 8x8x600	426	C 8x8x600	CM	4.8	2016.00	
15	PPE DA 1 1/2"x30000	483	PPE DA 1 1/2"x30000	CM	130.7	63081.00	
16	PPE DA 1 1/2"x3000	483	PPE DA 1 1/2"x3000	CM	130.7	63081.00	
17	PPE DA 1 1/2"x900	483	PPE DA 1 1/2"x900	CM	3.8	1833.60	
18	PPE DA 1 1/2"x450	483	PPE DA 1 1/2"x450	CM	3.5	1690.50	
19	PPE DA 1 1/2"x45	483	PPE DA 1 1/2"x45	CM	3.8	1833.60	
20	PPE DA 1 1/2"x1016	483	PPE DA 1 1/2"x1016	CM	4.5	2158.50	
21	PPE DA 1 1/2"x180	483	PPE DA 1 1/2"x180	CM	4.3	2085.90	
22	PPE DA 1 1/2"x90	483	PPE DA 1 1/2"x90	CM	1.8	829.80	
23	GRATING 25-400x111	426	GRATING 25-400x111	M <sup>2</sup>	80.0	34080.00	
24	C 8x8x751	426	C 8x8x751	CM	8.3	3549.00	
25	C 8x8x1500	426	C 8x8x1500	CM	18.3	7723.80	
26	PLATFORM	6318.3	PLATFORM	M <sup>2</sup>	818.23	517000.09	
27	C 10x10x1711	426	C 10x10x1711	CM	127.7	54420.00	
28	C 10x10x1000	426	C 10x10x1000	CM	8.0	3240.00	
29	PL. 5 x 100 x 1800	426	PL. 5 x 100 x 1800	CM	87.8	36081.00	
30	PL. 5 x 100 x 7130	426	PL. 5 x 100 x 7130	CM	28.0	11688.00	
31	PL. 5 x 80 x 100	426	PL. 5 x 80 x 100	CM	0.3	126.00	
32	PPE DA 1 1/2"x900	483	PPE DA 1 1/2"x900	CM	3.8	1833.60	
33	PPE DA 1 1/2"x450	483	PPE DA 1 1/2"x450	CM	3.5	1690.50	
34	PPE DA 1 1/2"x45	483	PPE DA 1 1/2"x45	CM	3.8	1833.60	
35	PPE DA 1 1/2"x1016	483	PPE DA 1 1/2"x1016	CM	4.5	2158.50	
36	PPE DA 1 1/2"x180	483	PPE DA 1 1/2"x180	CM	4.3	2085.90	
37	PPE DA 1 1/2"x90	483	PPE DA 1 1/2"x90	CM	1.8	829.80	
38	GRATING 25-400x111	426	GRATING 25-400x111	M <sup>2</sup>	80.0	34080.00	
39	GRATING 25-400x100	426	GRATING 25-400x100	M <sup>2</sup>	44.8	18000.00	
40	GRATING 25-400x700	426	GRATING 25-400x700	M <sup>2</sup>	21.8	8763.00	
41	C 10x10x3000	426	C 10x10x3000	CM	88.1	3718.00	
42	C 10x10x1000	426	C 10x10x1000	CM	87.8	3578.00	
43	PL. 5 x 100 x 4371	426	PL. 5 x 100 x 4371	CM	20.8	8418.00	
44	PPE DA 1 1/2"x1278	483	PPE DA 1 1/2"x1278	CM	17.7	8571.00	
45	PPE DA 1 1/2"x816	483	PPE DA 1 1/2"x816	CM	18.8	9084.00	
46	PPE DA 1 1/2"x1278	483	PPE DA 1 1/2"x1278	CM	17.7	8571.00	
47	PPE DA 1 1/2"x1278	483	PPE DA 1 1/2"x1278	CM	18.8	9084.00	
48	PPE DA 1 1/2"x1278	483	PPE DA 1 1/2"x1278	CM	3.0	1455.00	
49	PPE DA 1 1/2"x1278	483	PPE DA 1 1/2"x1278	CM	0.4	193.20	
50	GRATING 25-773x109	426	GRATING 25-773x109	M <sup>2</sup>	28.7	11241.00	
51	GRATING 25-430x109	426	GRATING 25-430x109	M <sup>2</sup>	44.8	17424.00	
52	GRATING 25-773x91	426	GRATING 25-773x91	M <sup>2</sup>	21.2	8141.00	
53	GRATING 25-430x91	426	GRATING 25-430x91	M <sup>2</sup>	15.1	5676.00	
54	C 10x10x800	426	C 10x10x800	CM	81.1	3217.00	
55	PL. 5 x 80 x 180	426	PL. 5 x 80 x 180	CM	0.8	315.00	
56						7984.71	FABRICAR

Copyright HAUG S.A. 2005. Todos los derechos reservados. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

NOTES:

- ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS AND ELEVATIONS IN METERS U.N.O.
- CONCRETE WORKS AND ANCHOR BOLTS INSTALLATION BY CLIENT

REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK.	APR.	P.M.
0	13-08-05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.
1	18-06-05	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.
2	21-05-05	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.

DESIGN	FLUOR
DRAWN	O.S.
CHECKED	E.P.
APPROVE	F.C.
PROJ.MANAG.	A.F.

SPECIALISTS

NAME	SING./DATE
FLUOR	
O.S.	
E.P.	
F.C.	
A.F.	

REFERENCE DRAWING

NO.	DESCRIPTION
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

**FLUOR**

**SOUTHERN PERU**

SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION

PROJECT: P735 CONTRACT No. 532333-00-K008

**HAUG S.A.**  
INGENIERIA - FABRICACION - MONTAJE

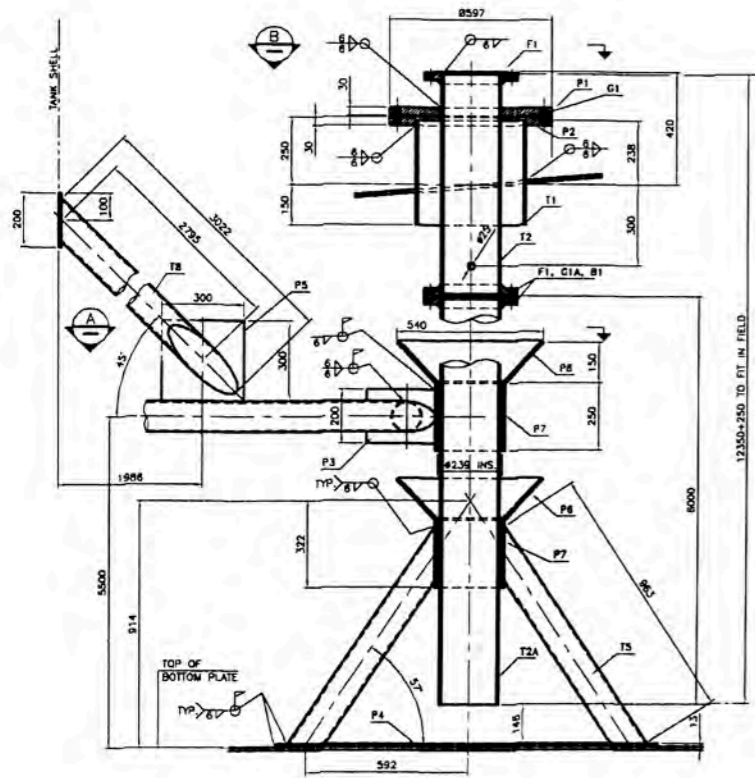
ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT  
ACID STORAGE & RAIL CAR LOADING  
ACID STORAGE TANKS N°420-TNK-001/002  
SHOP DRAWING

DRAWING: 2333-420-55-DS-001-D1-05 REV: 0

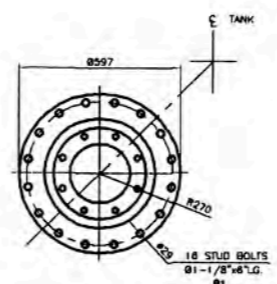




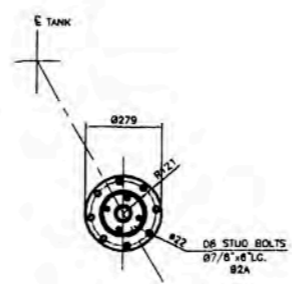




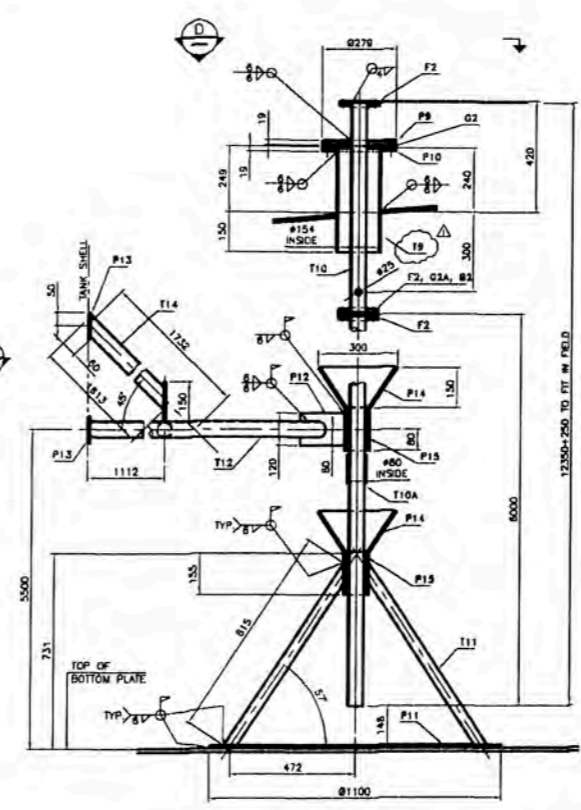
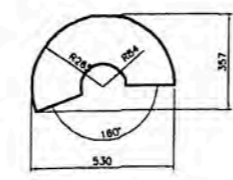
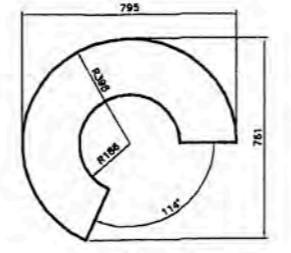
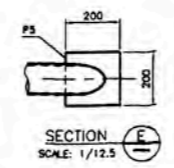
N7 & N9 - Ø8" - ACID INLETS  
SCALE: 1/12.5



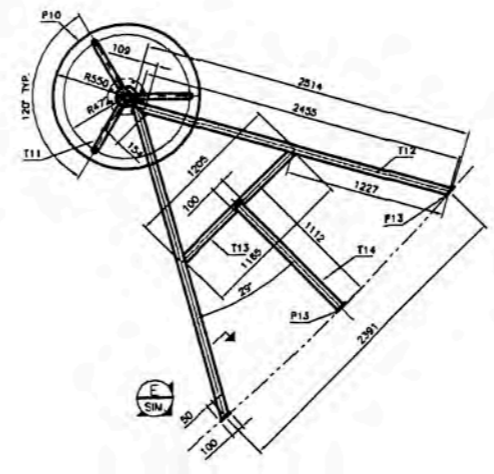
VIEW B  
SCALE: 1/12.5



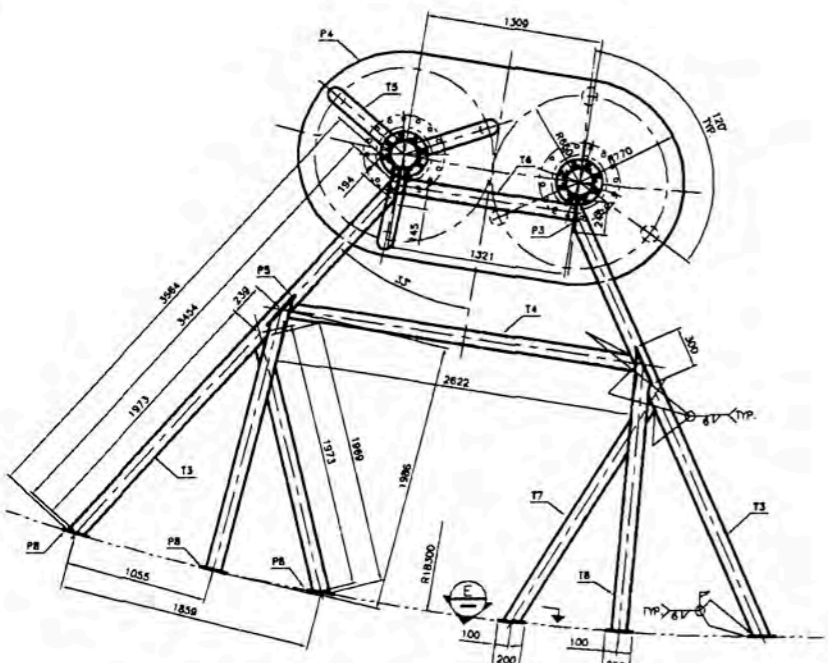
VIEW D  
SCALE: 1/12.5



N12 Ø2" - ACID INLET  
SCALE: 1/12.5



SECTION C  
SCALE: 1/25



SECTION A  
SCALE: 1/25

PACKING LIST						
ITEM	MARK	QTY.	DESCRIPTION	UN (kg)	PW (kg)	REMARKS
18/17	430-85-05-001-001-16/17	01	N7 & N9 - ACID INLETS Ø8"	2881.5	2821.47	
	F1	08	FLANGE Ø8 50 150F RF	A/R 304	12.7	78.27
	T1	02	PIPE Ø18 STD x 200	A-53 B	38.4	73.23
	T2	02	PIPE Ø8 STD x 6576	A/R 304	278.7	556.48
	T2A	02	PIPE Ø8 STD x 6000	A/R 304	258.3	510.47
	T3	02	PIPE Ø4 SCH80 x 3584	A-53 B	79.5	166.10
	T4	01	PIPE Ø4 SCH80 x 2622	A-53 B	58.5	58.53
	T5	08	PIPE Ø4 STD x 963	A/R 304	19.8	82.86
	T6	01	PIPE Ø4 SCH80 x 1321	A-53 B	28.5	28.46
	T7	02	PIPE Ø4 SCH80 x 1989	A-53 B	43.9	87.90
	T8	02	PIPE Ø4 SCH80 x 3022	A-53 B	87.5	134.90
	P1	02	PL. 30.0mm 597 x 597	A-38	83.9	167.87
	P2	02	PL. 30.0mm 597 x 597	A-38	83.9	167.87
	P3	02	PL. 12.7mm 200 x 248	A-38	4.9	9.89
	P4	01	PL. 12.7mm Ø819 x 1540	A/R 304	637.4	437.41
	P5	02	PL. 12.7mm 300 x 300	A-38	8.0	17.85
	P6	04	PL. 6.4mm 761 x 795	A/R 304	30.2	120.63
	P7	04	PL. 6.4mm 250 x 271	A/R 304	8.6	38.43
	P8	08	PL. 6.4mm 200 x 200	A-38	3.0	17.09
	B1	16	STUD. BOLT Ø3/4"x1-1/4"	A/R 304	0.2	47.00
	B1A	32	STUD. BOLT Ø1 1/2"x8"	A183-B7	1.5	49.24
	O1	02	GASKET PL. 567 x 567	BARLOCK 37719	2.8	5.00
	B1A	02	GASKET PL. 328 x 328	BARLOCK 37718	1.8	3.00
20	430-85-08-001-001-30	01	N12-ACID INLET Ø2"	238.4	238.28	
	F2	03	FLANGE Ø2 50 150F RF	A/R 304	5.1	18.24
	T9	01	PIPE Ø6 STD x 390	A-53 B	11.0	11.02
	T10	01	PIPE Ø2 STD x 8578	A/R 304	38.8	35.78
	T10A	01	PIPE Ø2 STD x 6000	A/R 304	33.6	32.85
	T11	03	PIPE Ø1-1/4 STD x 815	A/R 304	4.1	13.30
	T12	02	PIPE Ø2 STD x 2514	A-53 B	13.7	27.36
	T13	01	PIPE Ø2 STD x 1185	A-53 B	8.3	8.34
	T14	01	PIPE Ø2 STD x 1732	A-53 B	9.4	9.42
	P9	01	PL. 18.0mm 279 x 279	A-38	11.8	11.81
	P10	01	PL. 18.0mm 279 x 279	A-38	11.8	11.81
	P11	01	PL. 12.7mm 100 x 1100	A/R 304	120.8	120.63
	P12	01	PL. 12.7mm 154 x 130	A-38	1.8	1.84
	P13	03	PL. 12.7mm 100 x 100	A-38	1.0	2.99
	P14	02	PL. 6.4mm 357 x 530	A/R 304	8.4	18.86
	P15	02	PL. 6.4mm 185 x 271	A/R 304	2.1	9.19
	B2	04	STUD. BOLT Ø5/8"x3-1/4"	A/R 304	0.2	0.80
	B2A	08	STUD. BOLT Ø7/8"x8"	A183-B7	0.8	7.60
	O2	01	GASKET PL. 567 x 567	BARLOCK 37719	2.5	2.50
	O2A	01	GASKET PL. 378 x 279	BARLOCK 37718	1.5	1.50
				2187.83		PARTIAL WEIGHT

NOTES:  
1 - ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS AND ELEVATIONS IN METERS UNO

REV	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK.	APR.	P.M.	REFERENCE DRAWING	CODIGO
1	18-01-06	MODIFICATION DIAM PIPING POS. T9 AND MATERIAL F1,F2,B1&B2	ACS	REC	G.M.	A.F.		
0	13-06-05	ISSUED FOR CONSTRUCTION	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.		
B	16-06-05	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.		
A	20-05-05	ISSUED FOR APPROVAL	O.S.	E.P.	F.C.	A.F.		

**FLUOR**  
SPECIALISTS  
DESIGN: FLUOR  
DRAWN: O.S.  
CHECKED: E.P.  
APPROVE: F.C.  
PROJ.MANAG: A.F.

**SOUTHERN PERU**  
SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION

PROJECT: P735 CONTRACT No. 532333-00-K008

**HAUG S.A.**  
INGENIERIA - FABRICACION - MONTAJE

ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT  
ACID STORAGE & RAIL CAR LOADING  
ACID STORAGE TANKS N°420-TNK-001/002  
SHOP DRAWING

DRAWING: 2333-420-55-DS-001-01-07 REV: 1

Copyright 1988 S.A. 2005. Cualquier otro uso sin el consentimiento de la empresa titular de los derechos de autor quedara expresamente prohibido.

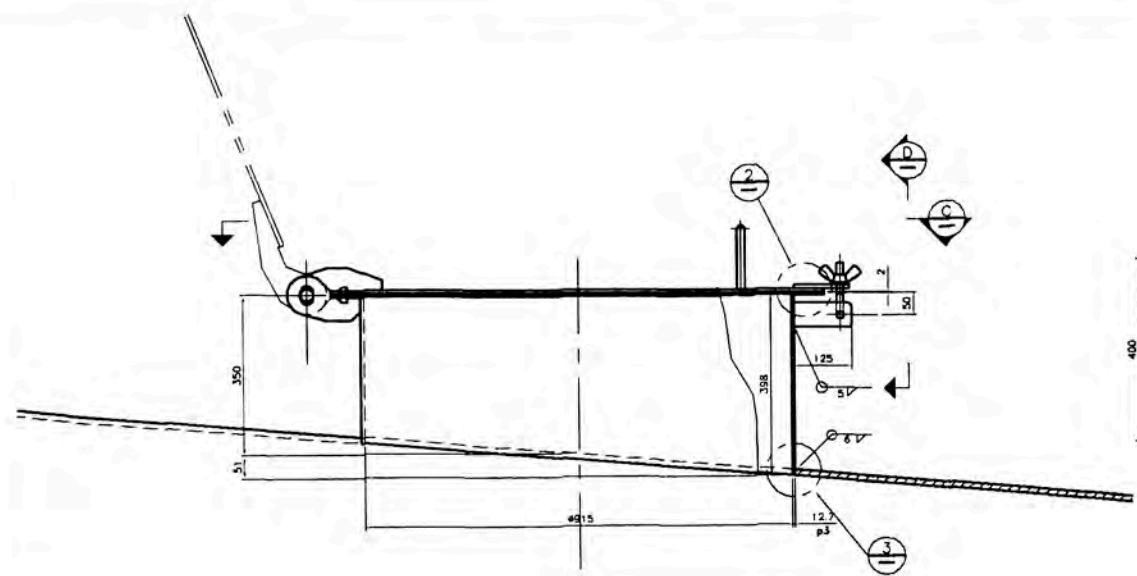




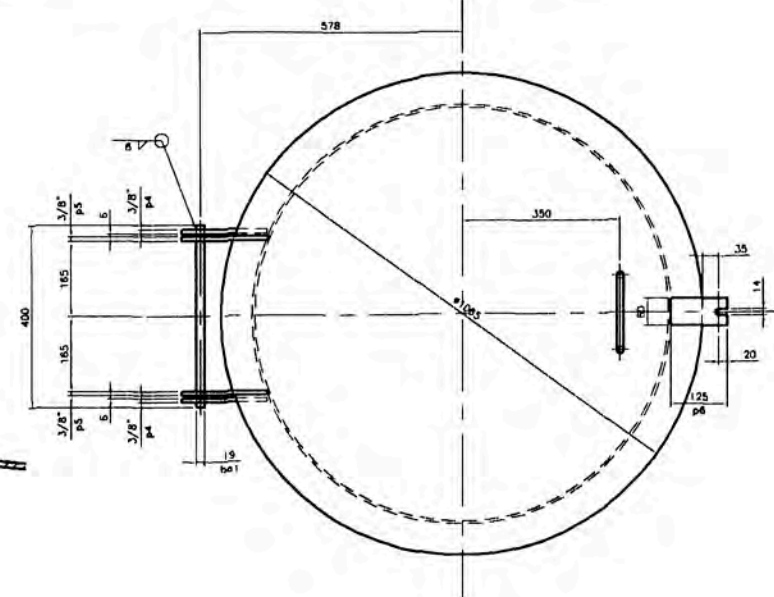




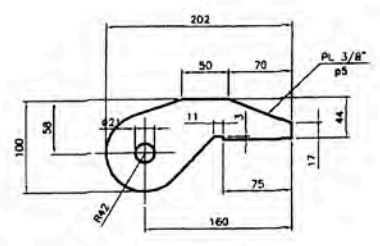
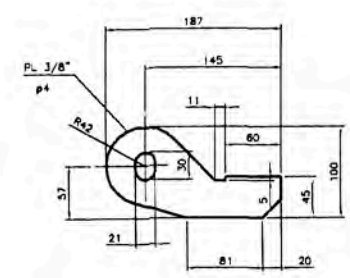
PACKING LIST						
ITEM	MARK	QTY.	DESCRIPTION	LW (kg)	PW (kg)	REMARKS
18	2333-420-55-05-001-MK1-10	01	MH2 - ROOF MANHOLE Ø915	304.3	304.33	
		p1	PL. 12.7mm(055 x 1055	A-36	113.1	113.08
		p2	PL. 12.7mm(055 x 1055	A-36	38.8	38.80
		p3	PL. 6mm x 398 x 2883	A-36	54.2	54.23
		p4	PL. 9.5mm 100 x 187	A-36	1.4	1.39
		p5	PL. 9.5mm 100 x 202	A-36	1.5	1.51
		p6	PL. 6mm x 80 x 125	A-36	0.4	0.35
		p7	PL. 6mm x 50 x 125	A-36	0.3	0.28
		ba1	ROD Ø20 x 400	A-36	1.0	2.0
		ba2	ROD Ø12 x 50	A-36	0.0	0.0
		ba3	ROD Ø12 x 115	A-36	0.1	0.1
		ba4	ROD Ø16 x 300	A-36	0.5	0.5
		g1	GASKET PL. 1055 x 1055	DAVLOCK	2.0	2.00
		n1	HEX. NUT Ø1/2"	A194-2H	0.1	0.10
					304.33	PARTIAL WEIGHT



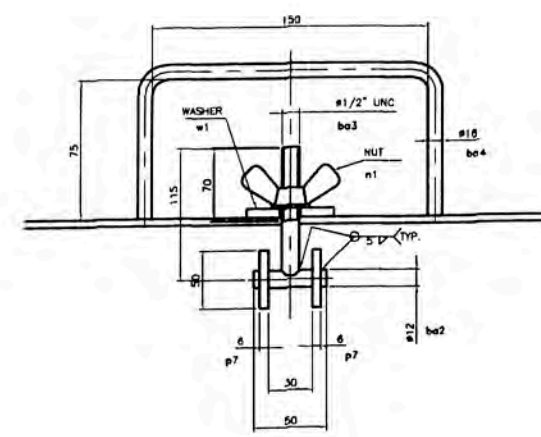
01 ROOF MANHOLE Ø915  
SCALE: 1/7.5



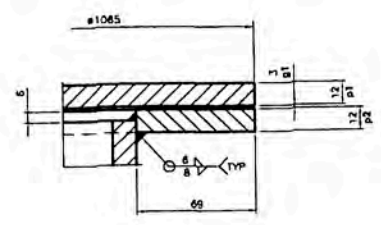
VIEW C  
SCALE: 1/7.5



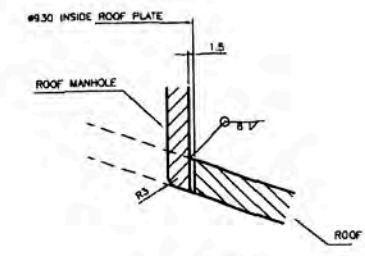
HINGES  
SCALE: w/s



VIEW D  
SCALE: w/s



DETAIL 2  
SCALE: w/s



DETAIL 3  
SCALE: w/s

NOTES:  
1.- ALL DIMENSIONS IN MILLIMETERS AND ELEVATIONS IN METERS U.N.O.

REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHK.	APR.	P.M.	REFERENCE DRAWING	CODIGO	SPECIALISTS	
									NAME	SING/DATE
									DESING	FLUOR
									DRAWN	O.S.
									CHECKED	E.P.
									APPROVE	F.C.
									PROJ.MANAG.	A.F.

**FLUOR**  
SOUTHERN PERU  
SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION

PROJECT: P735 CONTRACT No. 532333-00-K008  
**HAUG S.A.**  
INGENIERIA - FABRICACION - MONTAJE  
ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT  
ACID STORAGE & RAIL CAR LOADING  
ACID STORAGE TANKS N°420-TNK-001/002  
SHOP DRAWING  
DRAWING: 2333-420-55-DS-001-D1-10 REV: 0

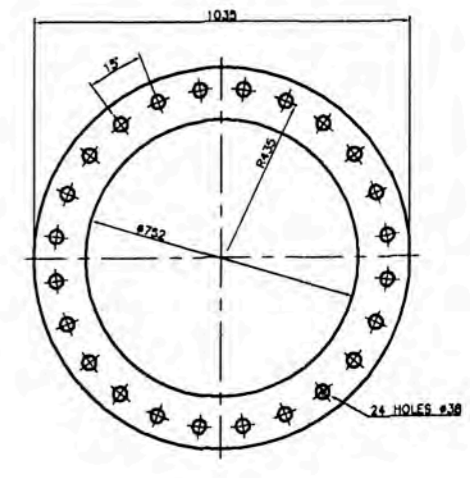
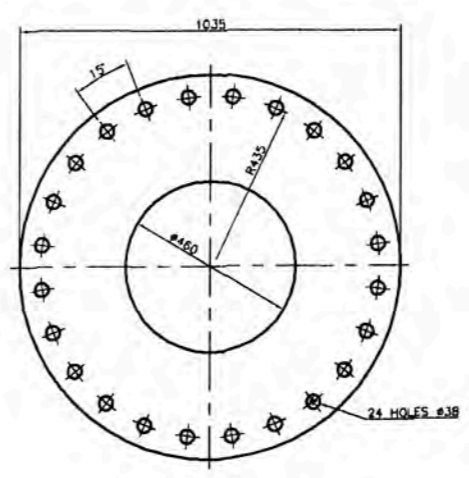
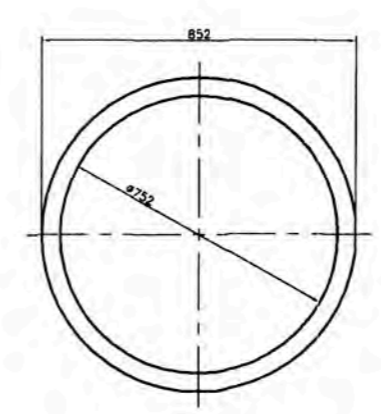
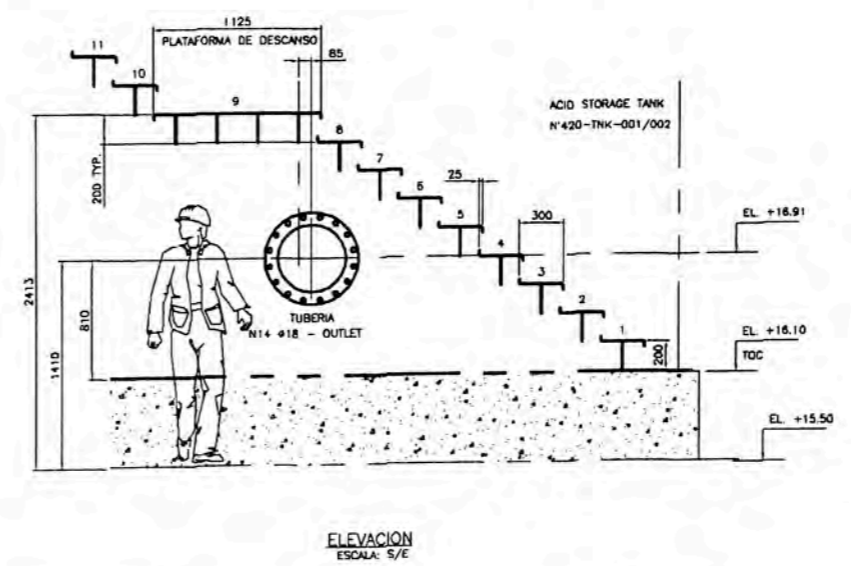
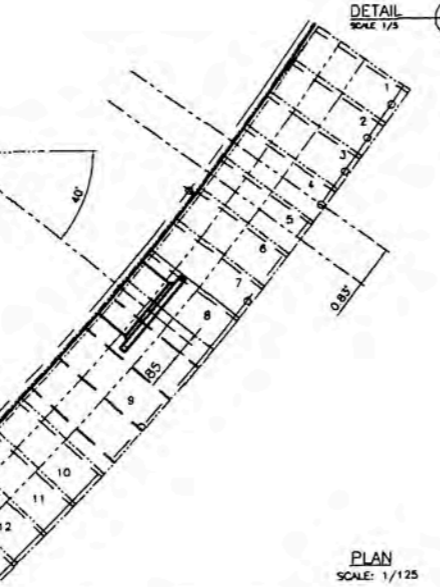
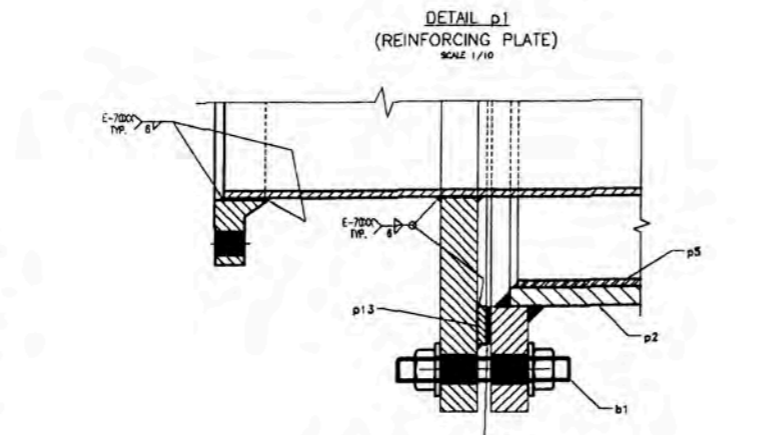
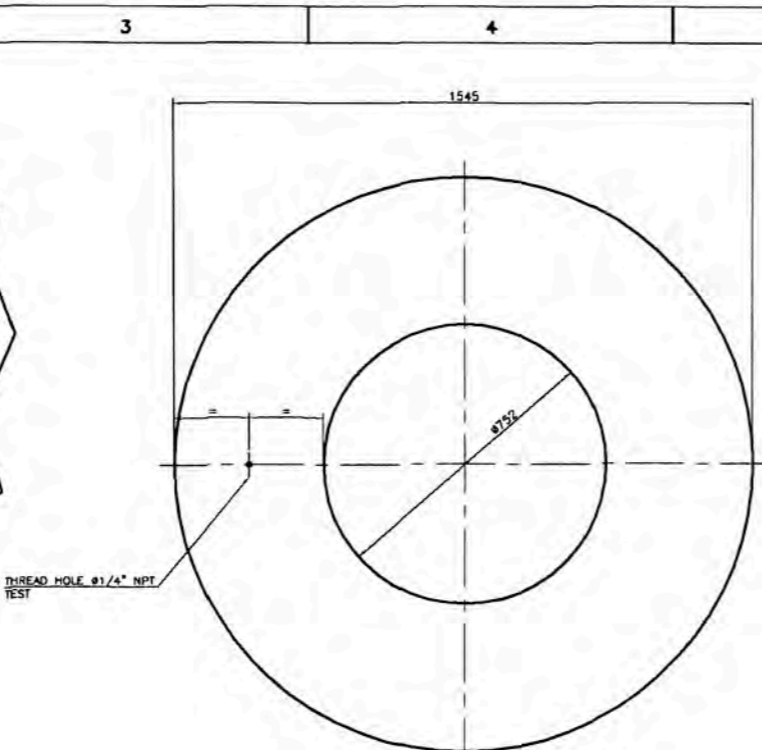
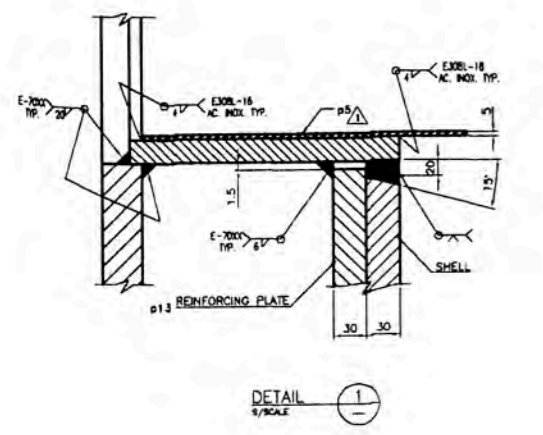
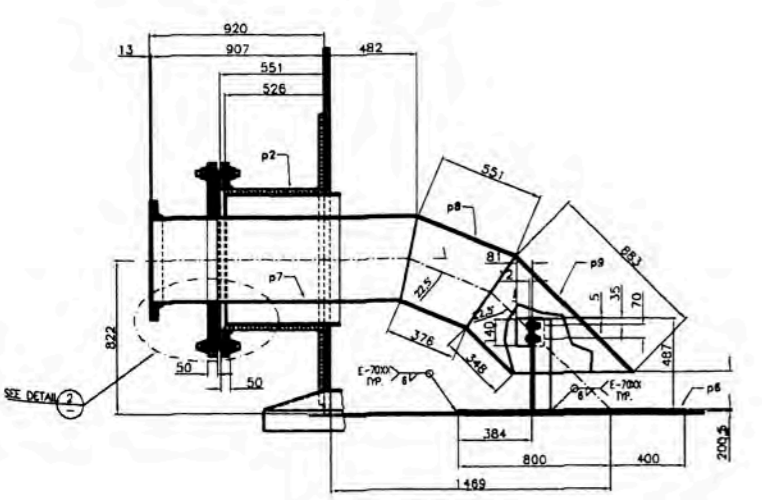
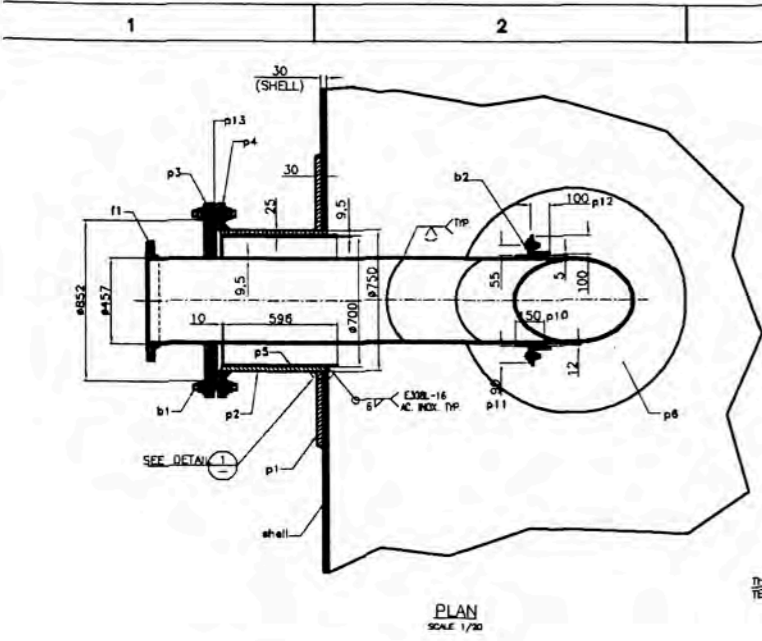
Copyright HAUG S.A. 2002. Cualquier reproducción o uso no autorizado sin el consentimiento escrito de HAUG S.A. quedan expresamente prohibidos.











BILL OF MATERIAL									
ITEM	MARK	QTY.	DESCRIPTION	MAT.	UW (kg)	PM (kg)	REMARKS		
27	420-55-DS-001-MR1-37	D1	N14-ACID OUTLET Ø18"		2180.3	2180.34			
		p1	PL. 30.0mm1545 x 1545	A-36	562.1	562.14			
		p2	PL. 23.0mm558 x 2278	A-36	246.8	246.56			
		p3	PL. 50.0mm1035 x 1035	A-36	420.5	420.46			
		p4	PL. 50.0mm1035 x 1035	A-36	420.5	420.46			
		p5	PL. 5.0mm 598 x 2185	NSI 304	50.7	50.74			
		p6	PL. 12.0mm1200 x 1200	NSI 304	135.6	135.65			
		p7	PL. 6.0mm 1388 x 1400	NSI 304	82.0	81.98			
		p8	PL. 6.0mm 551 x 1400	NSI 304	36.5	36.49			
		p9	PL. 6.0mm 683 x 1400	NSI 304	56.5	56.47			
		p10	PL. 9.5mm 150 x 150	NSI 304	1.7	3.36			
		p11	PL. 9.5mm x 90 x 140	NSI 304	0.9	1.88			
		p12	PL. 9.5mm 181 x 487	NSI 304	6.8	13.15	BENT PLATE		
		p13	PL. 12.0mm852 x 852	NSI 304	68.4	68.38			
		f1	Flange slip on Ø18"-150 LB.	NSI 304	12.7	12.7	Ø16.5		
		b1	STUD. BOLT Ø1-1/4"x2.30	A193-B7	1.8	42.72	W/NUT & PLAN WASHER		
		b3	HEX. BOLT Ø3/4"x2"	NSI 304	2.1	8.20	W/NUT & PLAN WASHER		
		g1	PL. 3 x 852 x 852	GASKET	5.0	5.00	GARLOCK 37719		
						2180.34	PARTIAL WEIGHT		

PRECISION GRADE	NOMINAL DIMENSION (mm)								
	From 30 To 120	From 120 To 315	From 315 To 1000	From 1000 To 2000	From 2000 To 4000	From 4000 To 8000	From 8000 To 12000	From 12000 To 16000	From 16000 To 20000
A	± 1	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 7	± 8
B	± 2	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 8	± 10	± 12
C	± 3	± 4	± 6	± 8	± 11	± 14	± 18	± 21	± 24
D	± 4	± 7	± 9	± 12	± 16	± 21	± 27	± 32	± 40

For dimensions lower than 30 mm, tolerance ± 1 mm.

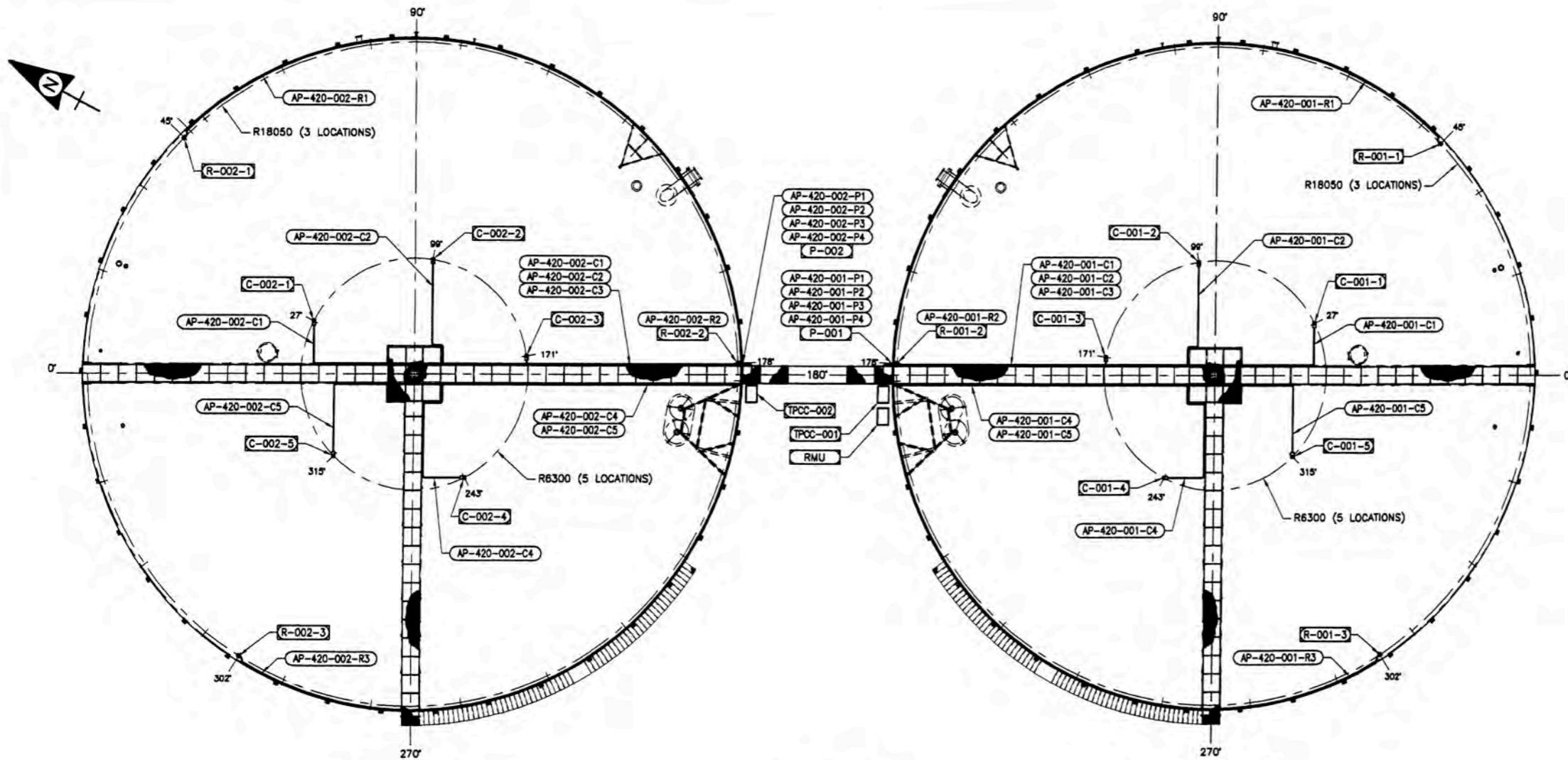
DIMENSIONS EXPRESSED IN MILLIMETERS AND ELEVATIONS IN METERS, UNLESS NOTED OTHERWISE.  
ALL JOINTS ARE FULL WELD OF 4 mm (U.N.G.)

REV	DESCRIPTION	BY	CHK	AP	MP	DATE	REFERENCE DRAWING	DRAWING N°	REV.	SCALE	INDICADA
1	MODIFICATION OF MATERIAL p5,p6,p13 & f1.	A.G.S.	R.E.C.	G.M.	A.F.	09/01/06					
0	ISSUED FOR CONSTRUCTION	A.G.S.	R.E.C.	G.M.	A.F.	15/12/05					
A	ISSUED FOR APPROVAL	A.G.S.	R.E.C.	G.M.	A.F.	24/11/05					

**FLUOR**  
SOUTHERN PERU  
SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION

REPLACE TO PLANE :  
PROJECT: P-743 CONTRACT N° 53233300-FA-0203-02PO  
**HAUG S.A.**  
INGENIERIA-FABRICACION-MONTAJE  
ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT  
ACID STORAGE & RAIL CAR LOADING  
ACID STORAGE TANKS N°420-TNK-001/002  
ADDITIONAL OUTLET ; SHOP DRAWING  
DRAWING: 2333-420-55-DS-001-D1-13 REV: 1

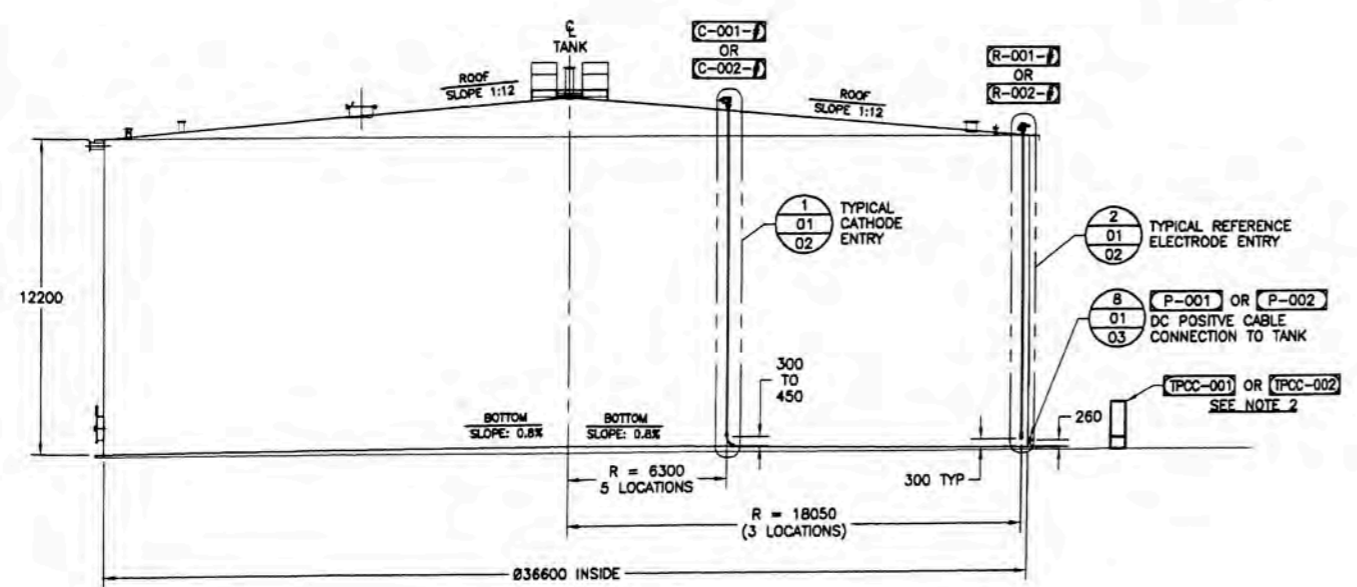




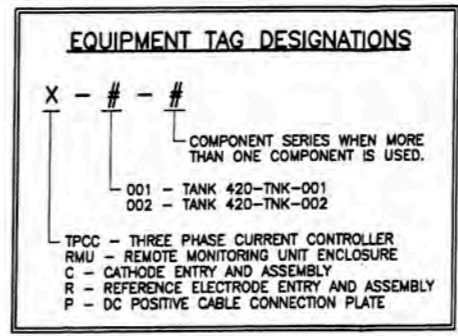
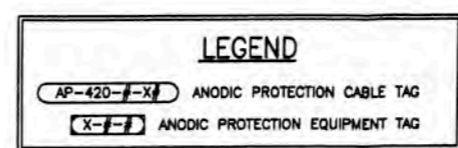
420-TNK-002

PLAN  
SCALE: 1/150

420-TNK-001



GENERAL ELEVATION  
SCALE: 1/150  
SEE PLAN FOR TRUE ORIENTATION



REFERENCE DRAWINGS

2333-420-55-DS-001-E1	TANKS - GENERAL ARRANGEMENT
2333-420-55-DS-001-D1-06	NOZZLES - SHOP DRAWING
D-4413-02	ANODIC PROTECTION ENTRY DETAILS
D-4413-03	ANODIC PROTECTION INSTALLATION DETAIL
D-4413-04	420-TNK-001 A.P. SYSTEM SCHEMATIC
D-4413-05	420-TNK-002 A.P. SYSTEM SCHEMATIC
D-4413-06	ANODIC PROTECTION SYSTEM B.O.M.

NOTES

- ORIENTATIONS (POSITION OF 0°) FOR THE TWO TANKS, CONFORMS WITH DESIGNATIONS PREVIOUSLY ISSUED ON TANKS GENERAL ARRANGEMENT, 'HAUG S.A.' DRAWING 2333-420-55-DS-001-E1.
- THREE PHASE CURRENT CONTROLLERS TPCC-001 AND TPCC-002 TO SHARE A COMMON REMOTE MONITORING UNIT (RMU). RMU ENCLOSURE TO BE LOCATED NEXT TO TPCC-001.
- CABLES SHOWN AS BEING ROUTED ALONG EXISTING WALKWAYS AND PERIMETER RAILS. FINAL CABLE ROUTING TO BE SITE DETERMINED BY OTHERS.
- FOR CABLE DESIGNATIONS REFER TO TANK SPECIFIC SYSTEM SCHEMATICS ON DRAWINGS D-4413-04 AND D-4413-05, TANKS 420-TNK-001 AND 420-TNK-002 RESPECTIVELY.
- ALL DIMENSIONS GIVEN IN MILLIMETERS UNLESS NOTED OTHERWISE.

FLUOR		
JOB No. 53233300	MRP K00B	TRANSM. No.
	V.P. 26	SUBMITAL 2

DETAIL SYMBOL EXPLANATION

- 1 DETAIL IDENTIFICATION NUMBER
- 01 SUFFIX OF DRAWING DETAIL TAKEN FROM
- 02 SUFFIX OF DRAWING DETAIL SHOWN ON

MARK	REVISION	DATE	DRAWN	CHK'D
B2	ISSUED FOR CONSTRUCTION	9 AUG 05	STEFF	W.S.
A1	REISSUED FOR APPROVAL	13 JULY 05	STEFF	R.S.
AD	PRELIMINARY; ISSUED FOR APPROVAL	4 JULY 05	STEFF	W.S.

**CORROSION SERVICE COMPANY LIMITED**  
Professional Engineers : Corrosion Specialists  
Toronto : Sarnia : Montreal : Halifax : Calgary  
Edmonton : Vancouver : Dubai (U.A.E.)

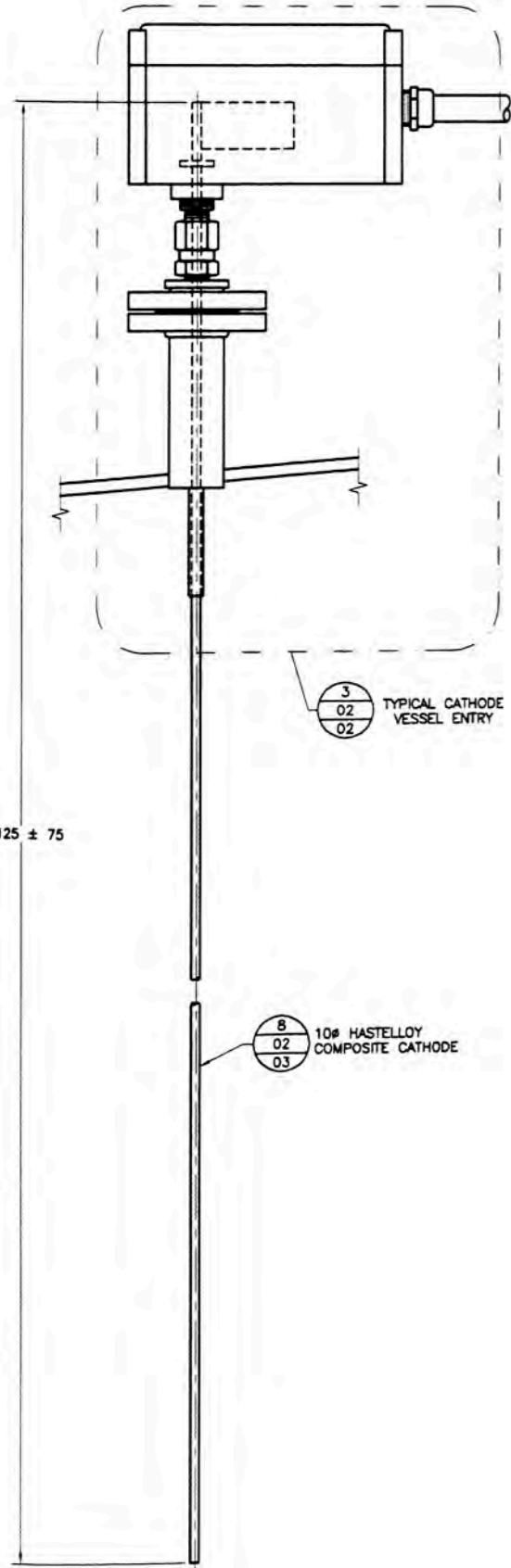
This print and the design herein are the property of CORROSION SERVICE COMPANY LIMITED and have been produced solely for the use of our client. The print and design shall not be used directly or indirectly in any way detrimental to our mutual interests.

SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION  
ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT

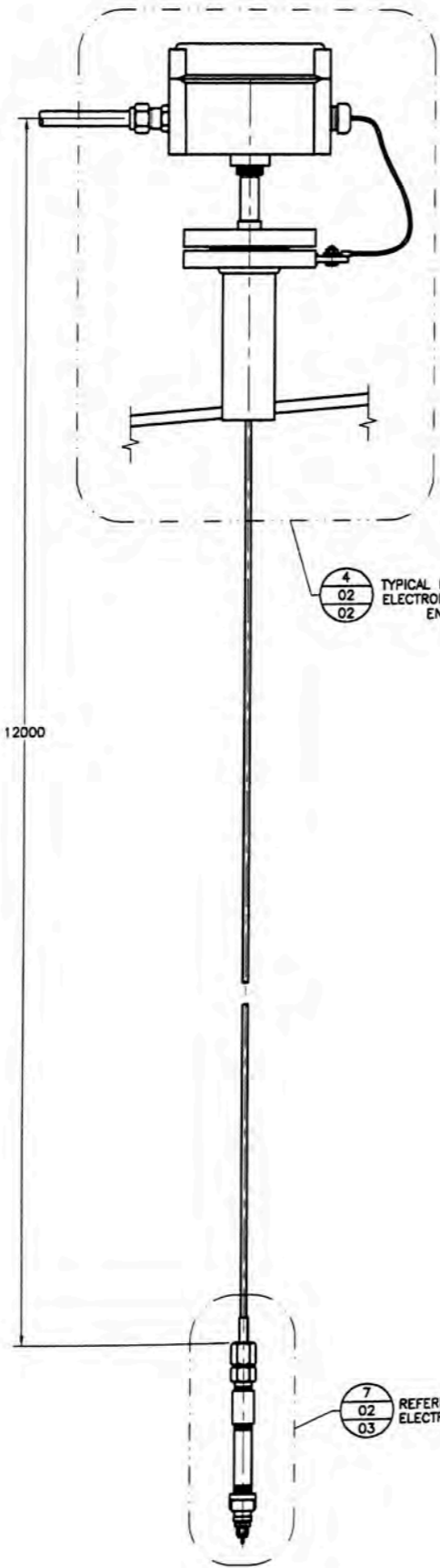
**Anotecion® system**  
ANODIC PROTECTION  
ACID STORAGE TANKS  
No. 420-TNK-001/002  
LAYOUT

CJ: PRO-05-9541-S-0	DATE: 24 JUNE 2005	SCALE: 1:150
DESIGNED: R. SCHWARZ	DRAWN: B. STEFFLER	CHECKED: W. SHIM
DWG. No. D-4413-01	STATUS B	REV. 2

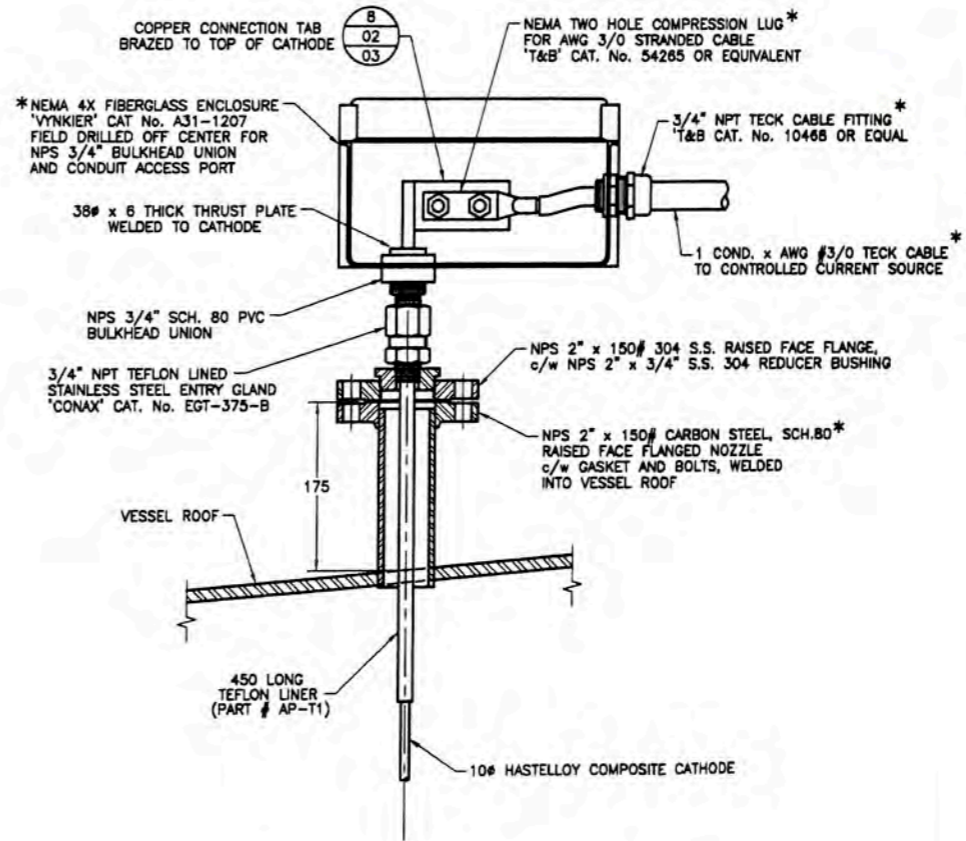




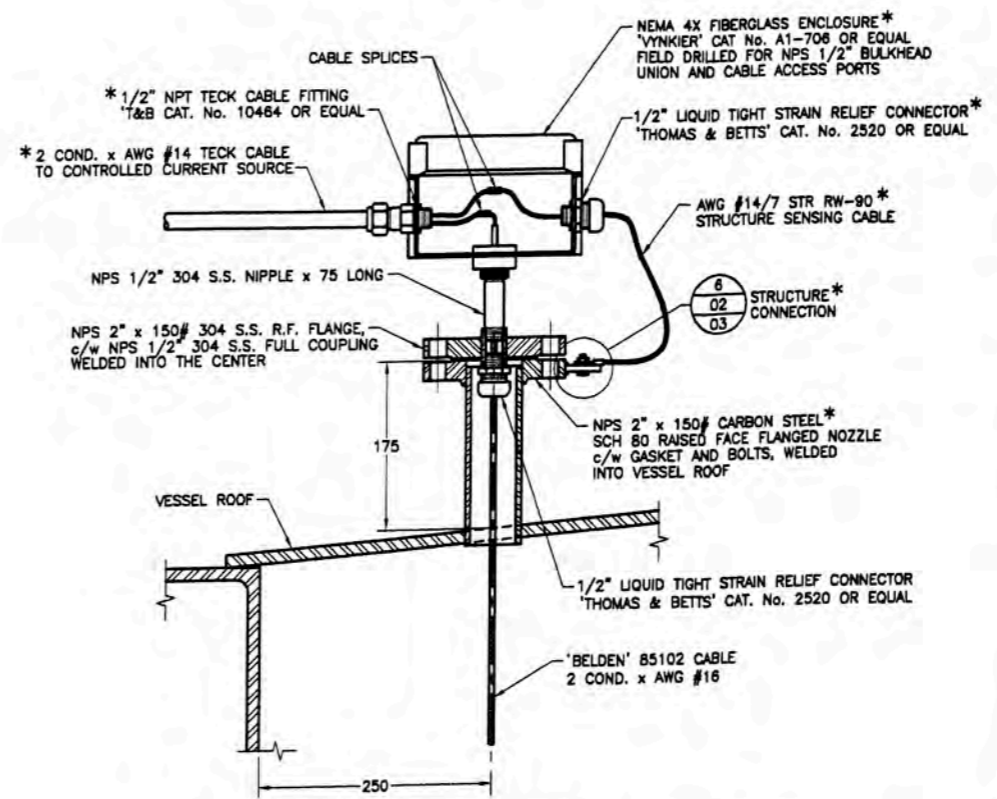
DETAIL 1/01/02 TYPICAL CATHODE ASSEMBLY  
1:4



DETAIL 2/01/02 TYPICAL REFERENCE ELECTRODE ASSEMBLY  
1:4



DETAIL 3/01/02 TYPICAL CATHODE VESSEL ENTRY  
1:4 \* INDICATES ITEMS SUPPLIED BY OTHERS



DETAIL 4/01/02 TYPICAL REFERENCE ELECTRODE VESSEL ENTRY  
1:4 \* INDICATES ITEMS SUPPLIED BY OTHERS

REFERENCE DRAWINGS

2333-420-55-DS-001-E1	TANKS - GENERAL ARRANGEMENT
2333-420-55-DS-001-D1-06	NOZZLES - SHOP DRAWING
D-4413-01	ANODIC PROTECTION LAYOUT
D-4413-03	ANODIC PROTECTION INSTALLATION DETAILS
D-4413-04	420-TNK-001 A.P. SYSTEM SCHEMATIC
D-4413-05	420-TNK-002 A.P. SYSTEM SCHEMATIC
D-4413-06	ANODIC PROTECTION SYSTEM B.O.M.

NOTES

1. ALL DIMENSIONS GIVEN IN MILLIMETRES UNLESS NOTED OTHERWISE.



DETAIL SYMBOL EXPLANATION

- 1:01:02 DETAIL IDENTIFICATION NUMBER
- 1:01:02 SUFFIX OF DRAWING DETAIL TAKEN FROM
- 1:02:02 SUFFIX OF DRAWING DETAIL SHOWN ON

B1	ISSUED FOR CONSTRUCTION	9 AUG 05	STEFF	W.S.
A0	PRELIMINARY; ISSUED FOR APPROVAL	24 JUNE 05	STEFF	W.S.
MARK	REVISION	DATE	DRAWN	CHK'D

**CORROSION SERVICE COMPANY LIMITED**

Professional Engineers : Corrosion Specialists  
 Toronto : Sarnia : Montreal : Halifax : Calgary  
 Edmonton : Vancouver : Dubai (U.A.E.)

This print and the design herein are the property of CORROSION SERVICE COMPANY LIMITED and have been produced solely for the use of our client. The print and design shall not be used directly or indirectly in any way detrimental to our mutual interests.

SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION  
 ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT

**Anotecion® system**  
 ANODIC PROTECTION  
 ACID STORAGE TANKS  
 No. 420-TNK-001/002  
 ENTRY DETAILS

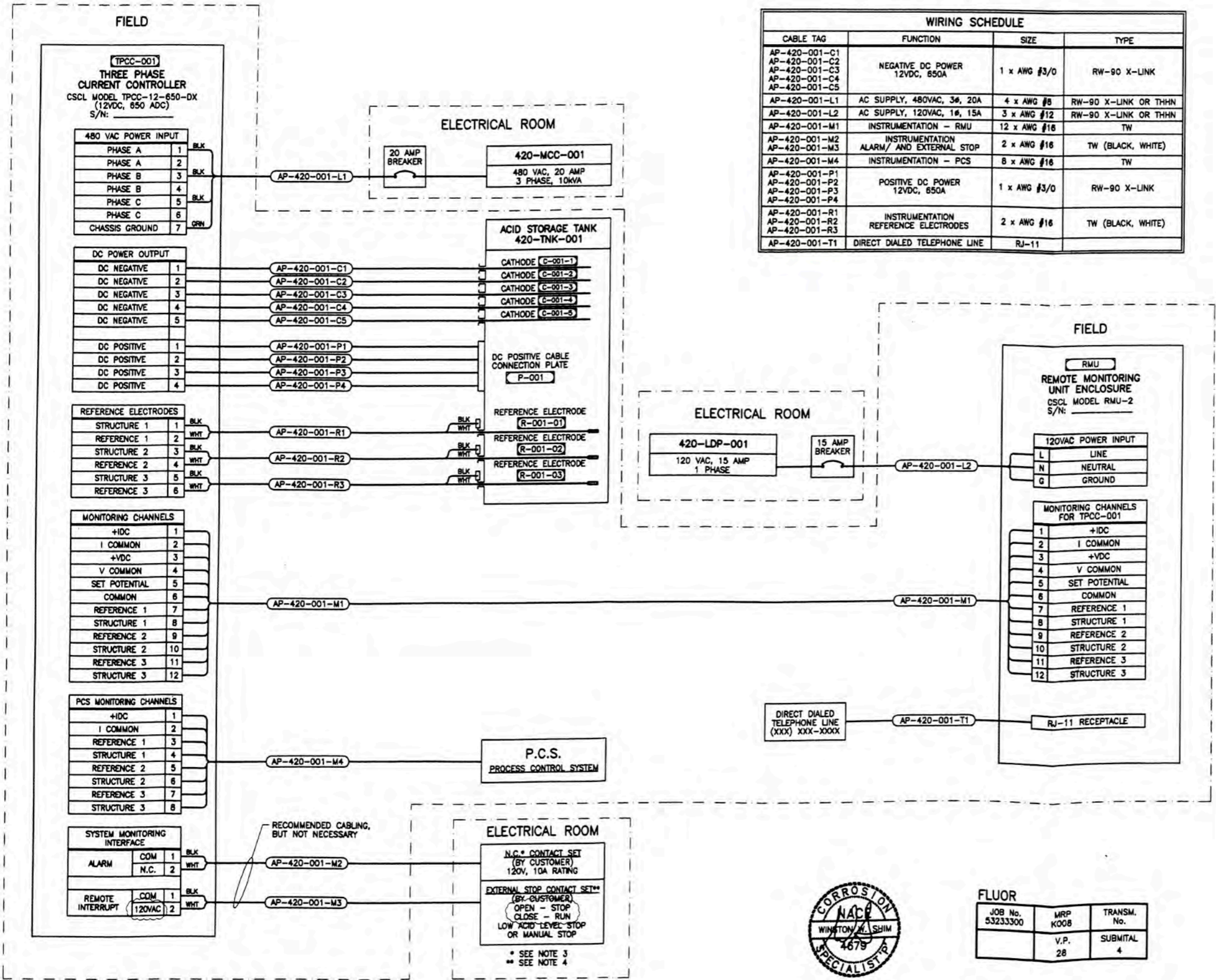
Cl: PRO-05-9541-5-0	DATE: 24 JUNE 2005	SCALE: 1:150
DESIGNED: R. SCHWARZ	DRAWN: B. STEFFLER	CHECKED: W. SHIM

OWG. No.	STATUS	REV.
D-4413-02	B	1









WIRING SCHEDULE			
CABLE TAG	FUNCTION	SIZE	TYPE
AP-420-001-C1 AP-420-001-C2 AP-420-001-C3 AP-420-001-C4 AP-420-001-C5	NEGATIVE DC POWER 12VDC, 650A	1 x AWG #3/0	RW-90 X-LINK
AP-420-001-L1 AP-420-001-L2	AC SUPPLY, 480VAC, 3φ, 20A AC SUPPLY, 120VAC, 1φ, 15A	4 x AWG #8 3 x AWG #12	RW-90 X-LINK OR THHN
AP-420-001-M1 AP-420-001-M2 AP-420-001-M3	INSTRUMENTATION - RMU INSTRUMENTATION ALARM/ AND EXTERNAL STOP	12 x AWG #18 2 x AWG #18	TW
AP-420-001-M4 AP-420-001-P1 AP-420-001-P2 AP-420-001-P3 AP-420-001-P4	INSTRUMENTATION - PCS POSITIVE DC POWER 12VDC, 650A	8 x AWG #18 1 x AWG #3/0	TW
AP-420-001-R1 AP-420-001-R2 AP-420-001-R3	INSTRUMENTATION REFERENCE ELECTRODES	2 x AWG #18	TW (BLACK, WHITE)
AP-420-001-T1	DIRECT DIALED TELEPHONE LINE	RJ-11	

REFERENCE DRAWINGS

2333-420-55-DS-001-E1	TANKS - GENERAL ARRANGEMENT
2333-420-55-DS-001-D1-08	NOZZLES - SHOP DRAWING
D-4413-01	ANODIC PROTECTION SYSTEM LAYOUT
D-4413-02	ANODIC PROTECTION ENTRY DETAILS
D-4413-03	ANODIC PROTECTION INSTALLATION DETAILS
D-4413-05	420-TNK-002 A.P. SYSTEM SCHEMATIC
D-4413-06	ANODIC PROTECTION SYSTEM B.O.M.

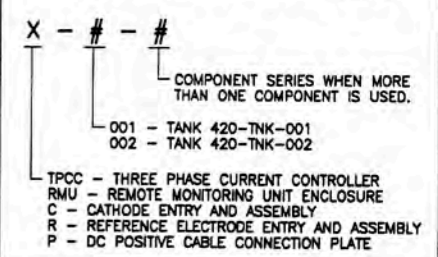
NOTES

1. ALL WIRING AND CONDUIT TO BE SUPPLIED BY CUSTOMER.
2. CABLE TYPES MAY BE REPLACED WITH APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD.
3. N.O. = NORMALLY OPEN, ENERGIZED STATE  
N.C. = NORMALLY CLOSED, ENERGIZED STATE
4. DO NOT SUPPLY CURRENT TO REMOTE INTERRUPT TERMINALS.

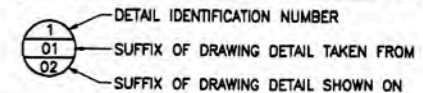
LEGEND

- AP-420-001-# ANODIC PROTECTION CABLE TAG
- X-#-# ANODIC PROTECTION EQUIPMENT TAG

EQUIPMENT TAG DESIGNATIONS



DETAIL SYMBOL EXPLANATION



B4	REISSUED FOR CONSTRUCTION	13 MAR 06	STEFF	W.S.
B3	REISSUED FOR CONSTRUCTION	14 NOV 05	STEFF	W.S.
B2	ISSUED FOR CONSTRUCTION	9 AUG 05	STEFF	W.S.
A1	REISSUED FOR APPROVAL	13 JULY 05	STEFF	W.S.
A0	PRELIMINARY; ISSUED FOR APPROVAL	4 JULY 05	STEFF	W.S.
MARK	REVISION	DATE	DRAWN	CHK'D

**CORROSION SERVICE COMPANY LIMITED**  
 Professional Engineers : Corrosion Specialists  
 Toronto : Sarnia : Montreal : Halifax : Calgary  
 Edmonton : Vancouver : Dubai (U.A.E.)

This print and the design herein are the property of CORROSION SERVICE COMPANY LIMITED and have been produced solely for the use of our client. The print and design shall not be used directly or indirectly in any way detrimental to our mutual interests.

SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION  
 ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT

**Anotection® system**  
 ANODIC PROTECTION  
 ACID STORAGE TANK  
 No. 420-TNK-001  
 SYSTEM SCHEMATIC



FLUOR		
JOB No. 53233300	MRP K008	TRANSM. No.
	V.P. 28	SUBMITAL 4

CJ: PRO-05-8541-S-0	DATE: 28 JUNE 2005	SCALE: NONE
DESIGNED: R. SCHWARZ	DRAWN: B. STEFFLER	CHECKED: W. SHIM

DWG. No.	STATUS	REV.
D-4413-04	B	4



REFERENCE DRAWINGS

2333-420-55-DS-001-E1	TANKS - GENERAL ARRANGEMENT
2333-420-55-DS-001-D1-06	NOZZLES - SHOP DRAWING
D-4413-01	ANODIC PROTECTION SYSTEM LAYOUT
D-4413-02	ANODIC PROTECTION ENTRY DETAILS
D-4413-03	ANODIC PROTECTION INSTALLATION DETAILS
D-4413-04	420-TNK-001 A.P. SYSTEM SCHEMATIC
D-4413-06	ANODIC PROTECTION SYSTEM B.O.M.

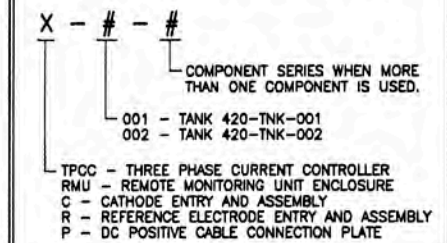
NOTES

- ALL WIRING AND CONDUIT TO BE SUPPLIED BY CUSTOMER.
- CABLE TYPES MAY BE REPLACED WITH APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD.
- N.O. = NORMALLY OPEN, ENERGIZED STATE  
N.C. = NORMALLY CLOSED, ENERGIZED STATE
- DO NOT SUPPLY CURRENT TO REMOTE INTERRUPT TERMINALS.
- EQUIPMENT AND CABLES SHARED WITH THREE PHASE CURRENT CONTROLLER TPCC-001 SHOWN AS DASHED LINES, REFER TO DRAWING D-4413-04.

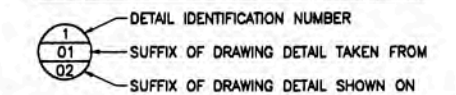
LEGEND

- AP-420-002-# ANODIC PROTECTION CABLE TAG
- X-#-# ANODIC PROTECTION EQUIPMENT TAG

EQUIPMENT TAG DESIGNATIONS



DETAIL SYMBOL EXPLANATION



B4	REISSUED FOR CONSTRUCTION	13 MAR 06	STEFF	W.S.
B3	REISSUED FOR CONSTRUCTION	14 NOV 05	STEFF	W.S.
B2	ISSUED FOR CONSTRUCTION	9 AUG 05	STEFF	W.S.
A1	REISSUED FOR APPROVAL	13 JULY 05	STEFF	W.S.
A0	PRELIMINARY; ISSUED FOR APPROVAL	4 JULY 05	STEFF	W.S.
MARK	REVISION	DATE	DRAWN	CHK'D



Professional Engineers : Corrosion Specialists  
Toronto : Sarnia : Montreal : Halifax : Calgary  
Edmonton : Vancouver : Dubai (U.A.E.)

This print and the design herein are the property of CORROSION SERVICE COMPANY LIMITED and have been produced solely for the use of our client. The print and design shall not be used directly or indirectly in any way detrimental to our mutual interests.

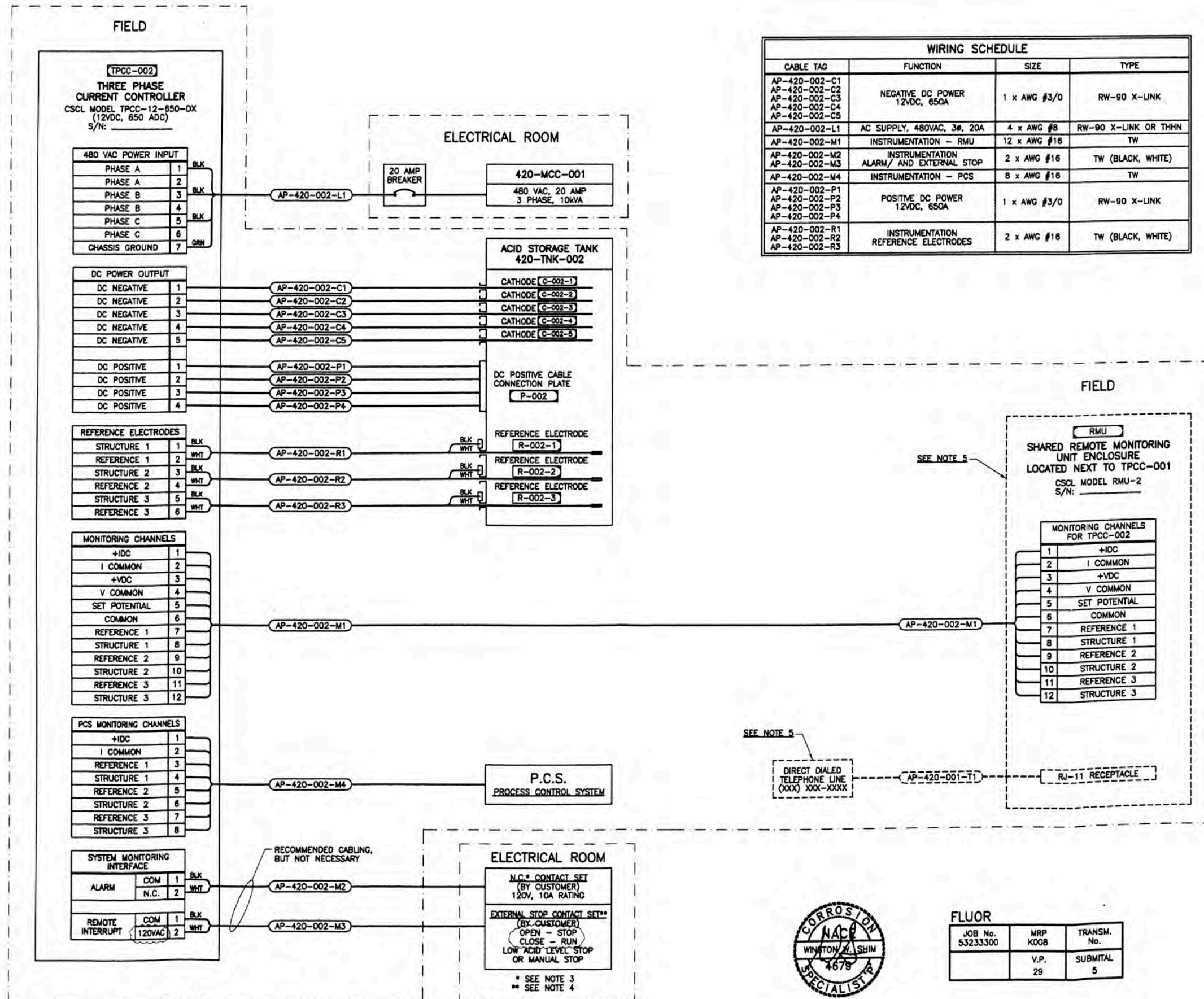
SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION  
ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT

**Anotection® system**  
ANODIC PROTECTION  
ACID STORAGE TANK  
No. 420-TNK-002  
SYSTEM SCHEMATIC

CJ: PRO-05-9541-S-0	DATE: 28 JUNE 2005	SCALE: NONE
DESIGNED: R. SCHWARZ	DRAWN: B. STEFFLER	CHECKED: W. SHIM

DWG. No.	STATUS	REV.
D-4413-05	B	4

CABLE TAG	FUNCTION	SIZE	TYPE
AP-420-002-C1 AP-420-002-C2 AP-420-002-C3 AP-420-002-C4 AP-420-002-C5	NEGATIVE DC POWER 12VDC, 650A	1 x AWG #3/0	RW-90 X-LINK
AP-420-002-L1	AC SUPPLY, 480VAC, 3#, 20A	4 x AWG #8	RW-90 X-LINK OR THHN
AP-420-002-M1	INSTRUMENTATION - RMU	12 x AWG #18	TW
AP-420-002-M2 AP-420-002-M3	INSTRUMENTATION ALARM/ AND EXTERNAL STOP	2 x AWG #16	TW (BLACK, WHITE)
AP-420-002-M4	INSTRUMENTATION - PCS	8 x AWG #18	TW
AP-420-002-P1 AP-420-002-P2 AP-420-002-P3 AP-420-002-P4	POSITIVE DC POWER 12VDC, 650A	1 x AWG #3/0	RW-90 X-LINK
AP-420-002-R1 AP-420-002-R2 AP-420-002-R3	INSTRUMENTATION REFERENCE ELECTRODES	2 x AWG #18	TW (BLACK, WHITE)



FLUOR		
JOB No. 53233300	MRP K008	TRANSM. No.
	V.P. 29	SUBMITAL 5

\* SEE NOTE 3  
\*\* SEE NOTE 4



**ANODIC PROTECTION SYSTEM BILL OF MATERIALS FOR ACID TANK 420-TNK-001**

ITEM	EQUIPMENT/CABLE TAG	QUANTITY	UNIT	DESCRIPTION	APPROXIMATE WEIGHT	APPROXIMATE DIMENSIONS	SUPPLIED BY
1	TPCC-001	1	ENCLOSURE	THREE PHASE CONTROLLED DC CURRENT SOURCE 'CORROSION SERVICE' MODEL TPCC-12-650-DX c/w DIGITAL DISPLAYS, RELAYS, BUFFERS AND DRIVERS	363 Kg (800 Lbs.)	1575 x 914 x 762mm (62" x 36" x 30")	CORROSION SERVICE
2	RMU	1	ENCLOSURE	REMOTE MONITORING UNIT c/w MODEN 'CORROSION SERVICE' MODEL RAU2	23 Kg (50 Lbs.)	457 x 457 x 203mm (18" x 18" x 8")	CORROSION SERVICE
3	C-001-1, C-001-2, C-001-3, C-001-4, C-001-5	5	ASSEMBLY	CATHODE ASSEMBLY c/w TEFELON LINER, CONAX ENTRY GLAND, BULK HEAD UNION, SPARK PREVENTOR, AND NPS 2" 304L S.S. FLANGE c/w REDUCER BUSHING	14 Kg (30 Lbs.)	CATHODE Ø10 x 1311.5 ± 75mm (3/8" x 51.6" ± 3")	CORROSION SERVICE
4	R-001-1, R-001-2, R-001-3	3	ASSEMBLY	PLATINUM REFERENCE ELECTRODE c/w 20 x AWG #16 CABLE STRAIN RELIEF CONNECTOR, NPT 1/2" AND NPS 2" 304L S.S. FLANGE c/w NPS 1/2" COUPLING	7 Kg (15 Lbs.)		CORROSION SERVICE
5		5	NOZZLE	NPS 2" x 150# C.S. FLANGED NOZZLE c/w GASKET AND HARDWARE (CATHODE ENTRY)	4.5 Kg (10 Lbs.)	NOZZLE PROJECTION 175mm (7")	HAUG
6		3	ASSEMBLY	NPS 2" x 150# C.S. FLANGED NOZZLE c/w GASKET, HARDWARE, AND STRUCTURE SENSING CONNECTION PLATE (REFERENCE ELECTRODE ENTRY)	4.5 Kg (10 Lbs.)	NOZZLE PROJECTION 175mm (7")	HAUG
7		5	ENCLOSURE	NEMA 4X FIBERGLASS ENCLOSURE 'VYNKIER' CAT. No. A31-1207 OR EQUIVALENT (CATHODE ENTRY ENCLOSURE)	2 Kg (4 Lbs.)	279 x 165 x 159mm (11" x 6.5" x 6.25")	HAUG
8		3	ENCLOSURE	NEMA 4X FIBERGLASS ENCLOSURE 'VYNKIER' CAT. No. A1-706 OR EQUIVALENT (REFERENCE ENTRY ENCLOSURE)	1 Kg (2.5 Lbs.)	165 x 127 x 121mm (6.5" x 5" x 4.75")	HAUG
9	P-001	1	PLATE	CARBON STEEL CONNECTION PLATE FOR DC POSITIVE CABLES	1 Kg (2 Lbs.)	127 x 127 x 13mm (5" x 5" x 1/2")	HAUG
10		4	CONNECTOR	COMPRESSION LUG FOR AWG #3/0 CABLE 'T&B' CAT. No. 54265 OR EQUIVALENT	-	-	HAUG
11		3	CONNECTOR	COMPRESSION LUG FOR AWG #14 CABLE 'PANDUIT' CAT. No. PN10-14R OR EQUIVALENT	-	-	HAUG
12		AS REQUIRED	-	'BURNDY' PENETROX-E OR EQUIVALENT CONDUCTIVE GREASE	-	-	HAUG
13		AS REQUIRED	-	RTV SILICONE SEALANT OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD	-	-	HAUG
14		2m (6'-6")	CABLE	AWG #14 TW STRUCTURE SENSING CABLE OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD	-	-	HAUG
15	AP-420-001-T1	AS REQUIRED	CABLE	RJ-11 TELEPHONE LINE (DIRECT DIALED)	-	-	HAUG
16	AP-420-001-C1, AP-420-001-C2, AP-420-001-C3, AP-420-001-C4, AP-420-001-C5, AP-420-001-P1, AP-420-001-P2, AP-420-001-P3, AP-420-001-P4	168m (550'-0")	CABLE	AWG #3/0 RW-90 X-LINK (DC POWER) OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD c/w CONDUIT, SUPPORTS AND FITTINGS	-	-	HAUG
17	AP-420-001-R1, AP-420-001-R2, AP-420-001-R3, AP-420-001-M2, AP-420-001-M3	AS REQUIRED	CABLE	2 CONDUCTOR x AWG #16 TW BLACK AND WHITE (INSTRUMENTATION) OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD c/w CONDUIT, SUPPORTS AND FITTINGS	-	-	HAUG
18	AP-420-001-M1	AS REQUIRED	CABLE	12 CONDUCTOR x AWG #16 TW (INSTRUMENTATION) OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD c/w CONDUIT, SUPPORTS AND FITTINGS	-	-	HAUG
19	AP-420-001-L1	AS REQUIRED	CABLE	4 CONDUCTOR x AWG #8 RW-90 X-LINK OR THIN (3Ø AC POWER SUPPLY) OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD c/w CONDUIT, SUPPORTS AND FITTINGS	-	-	HAUG
20	AP-420-001-L2	AS REQUIRED	CABLE	3 CONDUCTOR x AWG #12 RW-90 X-LINK OR THIN (1Ø AC POWER SUPPLY) OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD c/w CONDUIT, SUPPORTS AND FITTINGS	-	-	HAUG
21	AP-420-001-M4	AS REQUIRED	CABLE	8 CONDUCTOR x AWG #16 TW (INSTRUMENTATION) OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD c/w CONDUIT, SUPPORTS AND FITTINGS	-	-	HAUG

**ANODIC PROTECTION SYSTEM BILL OF MATERIALS FOR ACID TANK 420-TNK-002**

ITEM	EQUIPMENT/CABLE TAG	QUANTITY	UNIT	DESCRIPTION	APPROXIMATE WEIGHT	APPROXIMATE DIMENSIONS	SUPPLIED BY
1	TPCC-002	1	ENCLOSURE	THREE PHASE CONTROLLED DC CURRENT SOURCE 'CORROSION SERVICE' MODEL TPCC-12-650-DX c/w DIGITAL DISPLAYS, RELAYS, BUFFERS AND DRIVERS	363 Kg (800 Lbs.)	1575 x 914 x 762mm (62" x 36" x 30")	CORROSION SERVICE
2	C-002-1, C-002-2, C-002-3, C-002-4, C-002-5	5	ASSEMBLY	CATHODE ASSEMBLY c/w TEFELON LINER, CONAX ENTRY GLAND, BULK HEAD UNION, SPARK PREVENTOR, AND NPS 2" 304L S.S. FLANGE c/w REDUCER BUSHING	14 Kg (30 Lbs.)	CATHODE Ø10 x 1311.5 ± 75mm (3/8" x 51.6" ± 3")	CORROSION SERVICE
3	R-002-1, R-002-2, R-002-3	3	ASSEMBLY	PLATINUM REFERENCE ELECTRODE c/w 20 x AWG #16 CABLE STRAIN RELIEF CONNECTOR, NPT 1/2" AND NPS 2" 304L S.S. FLANGE c/w NPS 1/2" COUPLING	7 Kg (15 Lbs.)		CORROSION SERVICE
4		5	NOZZLE	NPS 2" x 150# C.S. FLANGED NOZZLE c/w GASKET AND HARDWARE (CATHODE ENTRY)	4.5 Kg (10 Lbs.)	NOZZLE PROJECTION 175mm (7")	HAUG
5		3	ASSEMBLY	NPS 2" x 150# C.S. FLANGED NOZZLE c/w GASKET, HARDWARE, AND STRUCTURE SENSING CONNECTION PLATE (REFERENCE ELECTRODE ENTRY)	4.5 Kg (10 Lbs.)	NOZZLE PROJECTION 175mm (7")	HAUG
6		5	ENCLOSURE	NEMA 4X FIBERGLASS ENCLOSURE 'VYNKIER' CAT. No. A31-1207 OR EQUIVALENT (CATHODE ENTRY ENCLOSURE)	2 Kg (4 Lbs.)	279 x 165 x 159mm (11" x 6.5" x 6.25")	HAUG
7		3	ENCLOSURE	NEMA 4X FIBERGLASS ENCLOSURE 'VYNKIER' CAT. No. A1-706 OR EQUIVALENT (REFERENCE ENTRY ENCLOSURE)	1 Kg (2.5 Lbs.)	165 x 127 x 121mm (6.5" x 5" x 4.75")	HAUG
8	P-002	1	PLATE	CARBON STEEL CONNECTION PLATE FOR DC POSITIVE CABLES	1 Kg (2 Lbs.)	127 x 127 x 13mm (5" x 5" x 1/2")	HAUG
9		4	CONNECTOR	COMPRESSION LUG FOR AWG #3/0 CABLE 'T&B' CAT. No. 54265 OR EQUIVALENT	-	-	HAUG
10		3	CONNECTOR	COMPRESSION LUG FOR AWG #14 CABLE 'PANDUIT' CAT. No. PN10-14R OR EQUIVALENT	-	-	HAUG
11		AS REQUIRED	-	'BURNDY' PENETROX-E OR EQUIVALENT CONDUCTIVE GREASE	-	-	HAUG
12		AS REQUIRED	-	RTV SILICONE SEALANT OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD	-	-	HAUG
13		2m (6'-6")	CABLE	AWG #14 TW STRUCTURE SENSING CABLE OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD	-	-	HAUG
14	AP-420-002-C1, AP-420-002-C2, AP-420-002-C3, AP-420-002-C4, AP-420-002-C5, AP-420-002-P1, AP-420-002-P2, AP-420-002-P3, AP-420-002-P4	168m (550'-0")	CABLE	AWG #3/0 RW-90 X-LINK (DC POWER) OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD c/w CONDUIT, SUPPORTS AND FITTINGS	-	-	HAUG
15	AP-420-002-R1, AP-420-002-R2, AP-420-002-R3, AP-420-002-M2, AP-420-002-M3	AS REQUIRED	CABLE	2 CONDUCTOR x AWG #16 TW BLACK AND WHITE (INSTRUMENTATION) OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD c/w CONDUIT, SUPPORTS AND FITTINGS	-	-	HAUG
16	AP-420-002-M1	AS REQUIRED	CABLE	12 CONDUCTOR x AWG #16 TW (INSTRUMENTATION) OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD c/w CONDUIT, SUPPORTS AND FITTINGS	-	-	HAUG
17	AP-420-002-L1	AS REQUIRED	CABLE	4 CONDUCTOR x AWG #8 RW-90 X-LINK OR THIN (3Ø AC POWER SUPPLY) OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD c/w CONDUIT, SUPPORTS AND FITTINGS	-	-	HAUG
18	AP-420-002-M4	AS REQUIRED	CABLE	8 CONDUCTOR x AWG #16 TW (INSTRUMENTATION) OR APPROPRIATE CUSTOMER STANDARD c/w CONDUIT, SUPPORTS AND FITTINGS	-	-	HAUG

**REFERENCE DRAWINGS**

2333-420-55-DS-001-E1	TANKS - GENERAL ARRANGEMENT
2333-420-55-DS-001-D1-08	NOZZLES - SHOP DRAWING
D-4413-01	420-TNK-001/002 A.P. SYSTEM LAYOUT
D-4413-02	ANODIC PROTECTION ENTRY DETAILS
D-4413-03	ANODIC PROTECTION INSTALLATION DETAILS
D-4413-04	420-TNK-001 A.P. SYSTEM SCHEMATIC
D-4413-05	420-TNK-002 A.P. SYSTEM SCHEMATIC

**NOTE**

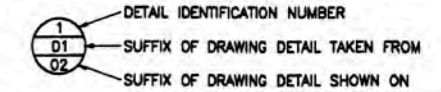
1. THE REMOTE MONITORING UNIT (RMU) IS SHARED BY BOTH OF THE ANODIC PROTECTION SYSTEMS.



**FLUOR**

JOB No. 53233300	MRP K008	TRANSM. No.
	V.P.	SUBMITAL 2

**DETAIL SYMBOL EXPLANATION**



B1	ISSUED FOR CONSTRUCTION	14 NOV 05	STEFF	W.S.
AD	PRELIMINARY; ISSUED FOR APPROVAL	10 AUG 05	STEFF	W.S.
MARK	REVISION	DATE	DRAWN	CHK'D



**Professional Engineers : Corrosion Specialists**  
Toronto : Sarnia : Montreal : Halifax : Calgary  
Edmonton : Vancouver : Dubai (U.A.E.)

This print and the design herein are the property of  
CORROSION SERVICE COMPANY LIMITED  
and have been produced solely for the use of our client.  
The print and design shall not be used directly or indirectly  
in any way detrimental to our mutual interests.

**SOUTHERN PERU COPPER CORPORATION**  
ILO SMELTER MODERNIZATION PROJECT

**Anotection® system**  
ANODIC PROTECTION  
ACID STORAGE TANKS  
No. 420-TNK-001/002  
BILLS OF MATERIALS

C.I: PRO-05-9541-S-0	DATE: 10 AUG. 2005	SCALE: NONE
DESIGNED: R. SCHWARZ	DRAWN: B. STEFFLER	CHECKED: W. SHIM

DWG. No.	STATUS	REV.
D-4413-06	B	1

## **D. FOTOS**











## **E. NORMA API 650**

## SECTION 4—FABRICATION

### 4.1 GENERAL

#### 4.1.1 Workmanship

- 4.1.1.1 All work of fabricating API Standard 650 tanks shall be done in accordance with this standard and with the permissible alternatives specified in the purchaser's inquiry or order. The workmanship and finish shall be first class in every respect and subject to the closest inspection by the manufacturer's inspector even if the purchaser has waived any part of the inspection.

4.1.1.2 When material requires straightening, the work shall be done by pressing or another noninjurious method prior to any layout or shaping. Heating or hammering is not permissible unless the material is maintained at forging temperature during straightening.

- 4.1.2 Finish of Plate Edges

The edges of plates may be sheared, machined, chipped, or machine gas cut. Shearing shall be limited to plates less than or equal to 10 mm ( $3/8$  in.) thick used for butt-welded joints and to plates less than or equal to 16 mm ( $5/8$  in.) thick used for lap-welded joints.

Note: With the purchaser's approval, the shearing limitation on plates used for butt-welded joints may be increased to a thickness less than or equal to 16 mm ( $5/8$  in.).

When edges of plates are gas cut, the resulting surfaces shall be uniform and smooth and shall be freed from scale and slag accumulations before welding. After cut or sheared edges are wire brushed, the fine film of rust adhering to the edges need not be removed before welding. Circumferential edges of roof and bottom plates may be manually gas cut.

#### 4.1.3 Shaping of Shell Plates

Shell plates shall be shaped to suit the curvature of the tank and the erection procedure according to the following schedule:

Nominal Plate Thickness mm (in.)	Nominal Tank Diameter m (ft)
≥ 16 ( $5/8$ )	All
From 13 ( $1/2$ ) to < 16 ( $5/8$ )	≤ 36 (120)
From 10 ( $3/8$ ) to < 13 ( $1/2$ )	≤ 18 (60)
From 5 ( $3/16$ ) to < 10 ( $3/8$ )	≤ 12 (40)

#### 4.1.4 Marking

All special plates that are cut to shape before shipment as well as roof-supporting structural members shall be marked as shown on the manufacturer's drawings.

#### 4.1.5 Shipping

Plates and tank material shall be loaded in a manner that ensures delivery without damage. Bolts, nuts, nipples, and other small parts shall be boxed or put in kegs or bags for shipment.

### 4.2 SHOP INSPECTION

- 4.2.1 The purchaser's inspector shall be permitted free entry to all parts of the manufacturer's plant that are concerned with the contract whenever any work under the contract is being performed. The manufacturer shall afford the purchaser's inspector, all reasonable facilities to assure the inspector that the material is being furnished in accordance with this standard. Also, the manufacturer shall furnish, samples or specimens of materials for the purpose of qualifying welders in accordance with 7.3. | 01

Unless otherwise specified, inspection shall be made at the place of manufacture prior to shipment. The manufacturer shall give the purchaser ample notice of when the mill will roll the plates and when fabrication will begin so that the purchaser's inspector may be present when required. The usual mill test of plates shall be deemed sufficient to prove the quality of the steel furnished (except as noted in 4.2.2). Mill test reports or certificates of compliance, as provided for in the material specification, shall be furnished to the purchaser only when the option is specified in the original purchase order that they be provided.

4.2.2 Mill and shop inspection shall not release the manufacturer from responsibility for replacing any defective material and for repairing any defective workmanship that may be discovered in the field.

4.2.3 Any material or workmanship that in any way fails to meet the requirements of this standard may be rejected by the purchaser's inspector, and the material involved shall not be used under the contract. Material that shows injurious defects subsequent to its acceptance at the mill, subsequent to its acceptance at the manufacturer's works, or during erection and testing of the tank will be rejected. The manufacturer will be notified of this in writing and will be required to furnish new material promptly and make the necessary replacements or suitable repairs.



## SECTION 6—METHODS OF INSPECTING JOINTS

Note: In this standard, the term inspector, as used in Sections V and VIII of the ASME Code, shall be interpreted to mean the purchaser's inspector.

### 6.1 RADIOGRAPHIC METHOD

For the purposes of this paragraph, plates shall be considered of the same thickness when the difference in their specified or design thickness does not exceed 3 mm ( $1/8$  in.).

#### 6.1.1 Application

Radiographic inspection is required for shell butt-welds (see 6.1.2.2 and 6.1.2.3), annular-plate butt-welds (see 6.1.2.9), and flush-type connections with butt-welds (see 3.7.8.11). Radiographic inspection is not required for the following: roof-plate welds, bottom-plate welds, welds joining the top angle to either the roof or shell, welds joining the shell plate to the bottom plate, welds in nozzle and manway necks made from plate, or appurtenance welds to the tank.

#### 6.1.2 Number and Location of Radiographs

**6.1.2.1** Except when omitted under the provisions of A.3.4, radiographs shall be taken as specified in 6.1.2 through 6.1.8.

**6.1.2.2** The following requirements apply to vertical joints:

a. For butt-welded joints in which the thinner shell plate is less than or equal to 10 mm ( $3/8$  in.) thick, one spot radiograph shall be taken in the first 3 m (10 ft) of completed vertical joint of each type and thickness welded by each welder or welding operator. The spot radiographs taken in the vertical joints of the lowest course may be used to meet the requirements of Note 3 in Figure 6-1 for individual joints. Thereafter, without regard to the number of welders or welding operators, one additional spot radiograph shall be taken in each additional 30 m (100 ft) (approximately) and any remaining major fraction of vertical joint of the same type and thickness. At least 25% of the selected spots shall be at junctions of vertical and horizontal joints, with a minimum of two such intersections per tank. In addition to the foregoing requirements, one random spot radiograph shall be taken in each vertical joint in the lowest course (see the top panel of Figure 6-1).

b. For butt-welded joints in which the thinner shell plate is greater than 10 mm ( $3/8$  in.) but less than or equal to 25 mm (1 in.) in thickness, spot radiographs shall be taken according to item a. In addition, all junctions of vertical and horizontal joints in plates in this thickness range shall be radiographed; each film shall clearly show not less than 75 mm (3 in.) of vertical weld and 50 mm (2 in.) of weld length on each side of the vertical intersection. In the lowest course, two spot radiographs shall be taken in each vertical joint: one of the radiographs shall be as close to the bottom as is practicable,

and the other shall be taken at random (see the center panel of Figure 6-1).

c. Vertical joints in which the shell plates are greater than 25 mm (1 in.) thick shall be fully radiographed. All junctions of vertical and horizontal joints in this thickness range shall be radiographed; each film shall clearly show not less than 75 mm (3 in.) of vertical weld and 50 mm (2 in.) of weld length on each side of the vertical intersection (see the bottom panel of Figure 6-1).

d. The butt-weld around the periphery of an insert manhole or nozzle shall be completely radiographed.

**6.1.2.3** One spot radiograph shall be taken in the first 3 m (10 ft) of completed horizontal butt joint of the same type and thickness (based on the thickness of the thinner plate at the joint) without regard to the number of welders or welding operators. Thereafter, one radiograph shall be taken in each additional 60 m (200 ft) (approximately) and any remaining major fraction of horizontal joint of the same type and thickness. These radiographs are in addition to the radiographs of junctions of vertical joints required by item c of 6.1.2.2 (see Figure 6-1).

**6.1.2.4** When two or more tanks are erected in the same location for the same purchaser, either concurrently or serially, the number of spot radiographs to be taken may be based on the aggregate length of welds of the same type and thickness in each group of tanks rather than the length in each individual tank.

**6.1.2.5** It should be recognized that the same welder or welding operator may not weld both sides of the same butt joint. If two welders or welding operators weld opposite sides of the same butt joint, it is permissible to inspect their work with one spot radiograph. If the spot radiograph is rejected, further spot radiographs shall be taken to determine whether one or both of the welders or welding operators are at fault.

**6.1.2.6** An equal number of spot radiographs shall be taken from the work of each welder or welding operator in proportion to the length of joints welded.

● **6.1.2.7** As welding progresses, radiographs shall be taken as soon as it is practicable. The locations where spot radiographs are to be taken may be determined by the purchaser's inspector.

**6.1.2.8** Each radiograph shall clearly show a minimum of 150 mm (6 in.) of weld length. The film shall be centered on the weld and shall be of sufficient width to permit adequate space for the location of identification marks and an image quality indicator (IQI) (penetrameter).

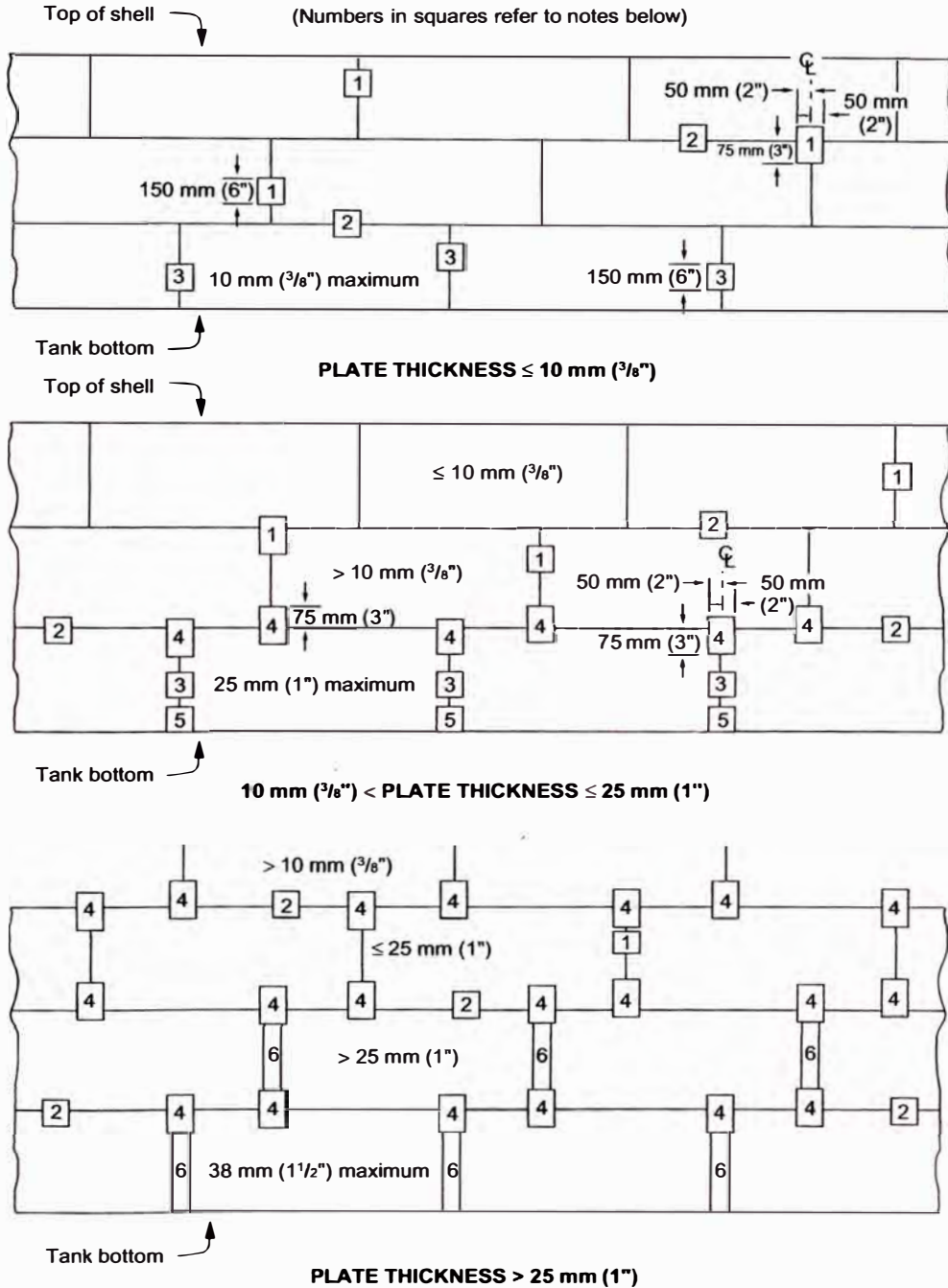
**6.1.2.9** When bottom annular plates are required by 3.5.1, or by M.4.1, the radial joints shall be radiographed as

00

98

00

01



Notes:

1. Vertical spot radiograph in accordance with 6.1.2.2, item a: one in the first 3 m (10 ft) and one in each 30 m (100 ft) thereafter, 25% of which shall be at intersections.
2. Horizontal spot radiograph in accordance with 6.1.2.3: one in the first 3 m (10 ft) and one in each 60 m (200 ft) thereafter.
3. Vertical spot radiograph in each vertical seam in the lowest course (see 6.1.2.2, item b). Spot radiographs that satisfy the requirements of Note 1 for the lowest course may be used to satisfy this requirement.
4. Spot radiographs of all intersections over 10 mm ( $\frac{3}{8}$  in.) (see 6.1.2.2, item b).
5. Spot radiograph of bottom of each vertical seam in lowest shell course over 10 mm ( $\frac{3}{8}$  in.) (see 6.1.2.2, item b).
6. Complete radiograph of each vertical seam over 25 mm (1 in.). The complete radiograph may include the spot radiographs of the intersections if the film has a minimum width of 100 mm (4 in.) (see 6.1.2.2, item c).

Figure 6-1—Radiographic Requirements for Tank Shells



follows: (a) For double-welded butt joints, one spot radiograph shall be taken on 10% of the radial joints; (b) For single-welded butt joints with permanent or removable backup bar, one spot radiograph shall be taken on 50% of the radial joints. Extra care must be exercised in the interpretation of radiographs of single-welded joints that have a permanent backup bar. In some cases, additional exposures taken at an angle may determine whether questionable indications are acceptable. The minimum radiographic length of each radial joint shall be 150 mm (6 in.). Locations of radiographs shall preferably be at the outer edge of the joint where the shell-plate and annular plate join.

### 6.1.3 Technique

**6.1.3.1** Except as modified in this section, the radiographic examination method employed shall be in accordance with Section V, Article 2, of the ASME Code.

**6.1.3.2** Personnel who perform and evaluate radiographic examinations according to this section shall be qualified and certified by the manufacturer as meeting the requirements of certification as generally outlined in Level II or Level III of ASNT SNT-TC-1A (including applicable supplements). Level I personnel may be used if they are given written acceptance/rejection procedures prepared by Level II or Level III personnel. These written procedures shall contain the applicable requirements of Section V, Article 2, of the ASME Code. In addition, all Level I personnel shall be under the direct supervision of Level II or Level III personnel.

**6.1.3.3** The requirements of T-285 in Section V, Article 2, of the ASME Code are to be used only as a guide. Final acceptance of radiographs shall be based on the ability to see the prescribed image quality indicator (penetrameter) and the specified hole or wire.

**6.1.3.4** The finished surface of the weld reinforcement at the location of the radiograph shall either be flush with the plate or have a reasonably uniform crown not to exceed the following values:

Plate Thickness mm (in.)	Maximum Thickness of Reinforcement mm (in.)
≤ 13 (1/2)	1.5 (1/16)
> 13 (1/2) to 25 (1)	2.5 (3/32)
> 25 (1)	3 (1/8)

### 6.1.4 Submission of Radiographs

Before any welds are repaired, the radiographs shall be submitted to the inspector with any information requested by the inspector regarding the radiographic technique used.

### 6.1.5 Radiographic Standards

Welds examined by radiography shall be judged as acceptable or unacceptable by the standards of Paragraph UW-51(b) in Section VIII of the ASME Code.

### 6.1.6 Determination of Limits of Defective Welding

When a section of weld is shown by a radiograph to be unacceptable under the provisions of 6.1.5 or the limits of the deficient welding are not defined by the radiograph, two spots adjacent to the section shall be examined by radiography; however, if the original radiograph shows at least 75 mm (3 in.) of acceptable weld between the defect and any one edge of the film, an additional radiograph need not be taken of the weld on that side of the defect. If the weld at either of the adjacent sections fails to comply with the requirements of 6.1.5, additional spots shall be examined until the limits of unacceptable welding are determined, or the erector may replace all of the welding performed by the welder or welding operator on that joint. If the welding is replaced, the inspector shall have the option of requiring that one radiograph be taken at any selected location on any other joint on which the same welder or welding operator has welded. If any of these additional spots fail to comply with the requirements of 6.1.5, the limits of unacceptable welding shall be determined as specified for the initial section.

### 6.1.7 Repair of Defective Welds

**6.1.7.1** Defects in welds shall be repaired by chipping or melting out the defects from one side or both sides of the joint, as required, and rewelding. Only the cutting out of defective joints that is necessary to correct the defects is required.

- **6.1.7.2** All repaired welds in joints shall be checked by repeating the original inspection procedure and by repeating one of the testing methods of 5.3, subject to the approval of the purchaser.

### 6.1.8 Record of Radiographic Examination

**6.1.8.1** The manufacturer shall prepare an as-built radiograph map showing the location of all radiographs taken along with the film identification marks.

- **6.1.8.2** After the structure is completed, the films shall be the property of the purchaser unless otherwise agreed upon by the purchaser and the manufacturer.

## 6.2 MAGNETIC PARTICLE EXAMINATION

**6.2.1** When magnetic particle examination is specified, the method of examination shall be in accordance with Section V, Article 7, of the ASME Code.

**6.2.2** Magnetic particle examination shall be performed in accordance with a written procedure that is certified by the manufacturer to be in compliance with the applicable requirements of Section V of the ASME Code.

**6.2.3** The manufacturer shall determine that each magnetic particle examiner meets the following requirements:

- a. Has vision (with correction, if necessary) to be able to read a Jaeger Type 2 standard chart at a distance of not less than 300 mm (12 in.) and is capable of distinguishing and differentiating contrast between the colors used. Examiners shall be checked annually to ensure that they meet these requirements.
- b. Is competent in the technique of the magnetic particle examination method, including performing the examination and interpreting and evaluating the results; however, where the examination method consists of more than one operation, the examiner need only be qualified for one or more of the operations.

**6.2.4** Acceptance standards and the removal and repair of defects shall be in accordance with Section VIII, Appendix 6, Paragraphs 6-3, 6-4, and 6-5, of the ASME Code.

### 6.3 ULTRASONIC EXAMINATION

**6.3.1** When ultrasonic examination is specified, the method of examination shall be in accordance with Section V, Article 5, of the ASME Code.

**6.3.2** Ultrasonic examination shall be performed in accordance with a written procedure that is certified by the manufacturer to be in compliance with the applicable requirements of Section V of the ASME Code.

**6.3.3** Examiners who perform ultrasonic examinations under this section shall be qualified and certified by the manufacturers as meeting the requirements of certification as generally outlined in Level II or Level III of ASNT SNT-TC-1A (including applicable supplements). Level I personnel may be used if they are given written acceptance/rejection criteria prepared by Level II or Level III personnel. In addition, all Level I personnel shall be under the direct supervision of Level II or Level III personnel.

**6.3.4** Acceptance standards shall be agreed upon by the purchaser and the manufacturer.

### 6.4 LIQUID PENETRANT EXAMINATION

**6.4.1** When liquid penetrant examination is specified, the method of examination shall be in accordance with Section V, Article 6, of the ASME Code.

**6.4.2** Liquid penetrant examination shall be performed in accordance with a written procedure that is certified by the manufacturer to be in compliance with the applicable requirements of Section V of the ASME Code.

**6.4.3** The manufacturer shall determine and certify that each liquid penetrant examiner meets the following requirements:

- a. Has vision (with correction, if necessary) to enable him to read a Jaeger Type 2 standard chart at a distance of not less than 300 mm (12 in.) and is capable of distinguishing and differentiating contrast between the colors used. Examiners shall be checked annually to ensure that they meet these requirements.
- b. Is competent in the technique of the liquid penetrant examination method for which he is certified, including making the examination and interpreting and evaluating the results; however, where the examination method consists of more than one operation, the examiner may be certified as being qualified for one or more of the operations.

**6.4.4** Acceptance standards and the removal and repair of defects shall be in accordance with Section VIII, Appendix 8, Paragraphs 8-3, 8-4, and 8-5, of the ASME Code.

### 6.5 VISUAL EXAMINATION

**6.5.1** A weld shall be acceptable by visual inspection if the inspection shows the following:

- a. There are no crater cracks, other surface cracks or arc strikes in or adjacent to the welded joints.
- b. Undercutting does not exceed the limits given in 5.2.1.4 for vertical and horizontal butt joints. For welds that attach nozzles, manholes, cleanout openings, and permanent attachments, undercutting shall not exceed 0.4 mm ( $1/64$  in.).
- c. The frequency of surface porosity in the weld does not exceed one cluster (one or more pores) in any 100 mm (4 in.) of length, and the diameter of each cluster does not exceed 2.5 mm ( $3/32$  in.).

**6.5.2** A weld that fails to meet the criteria given in 6.5.1 shall be reworked before hydrostatic testing as follows:

- a. Any defects shall be removed by mechanical means or thermal gouging processes. Arc strikes discovered in or adjacent to welded joints shall be repaired by grinding and rewelding as required. Arc strikes repaired by welding shall be ground flush with the plate.
- b. Rewelding is required if the resulting thickness is less than the minimum required for design or hydrostatic test conditions. All defects in areas thicker than the minimum shall be feathered to at least a 4:1 taper.
- c. The repair weld shall be visually examined for defects.

### 6.6 VACUUM TESTING

**6.6.1** Vacuum testing is performed using a testing box approximately 150 mm (6 in.) wide by 750 mm (30 in.) long with a clear window in the top, which provides proper visibility to view the area under inspection. During testing, illumination shall be adequate for proper evaluation and

interpretation of the test. The open bottom shall be sealed against the tank surface by a suitable gasket. Connections, valves, lighting and gauges, shall be provided as required. A soap film solution or commercial leak detection solution, applicable to the conditions, shall be used.

**6.6.2** Vacuum testing shall be performed in accordance with a written procedure prepared by the manufacturer of the tank. The procedure shall require:

- a. Performing a visual examination of the bottom and welds prior to performing the vacuum box test;
- b. Verifying the condition of the vacuum box and its gasket seals;
- c. Verifying that there is no quick bubble or spitting response to large leaks; and
- d. Applying the film solution to a dry area, such that the area is thoroughly wetted and a minimum generation of application bubbles occurs.

**6.6.3** A partial vacuum of 21 kPa (3 lbf/in.<sup>2</sup>/6 in. Hg) to 35 kPa (5 lbf/in.<sup>2</sup>/10 in. Hg) gauge shall be used for the test. If specified by the purchaser, a second partial vacuum test of 56 kPa (8 lbf/in.<sup>2</sup>/16 in. Hg) to 70 kPa (10 lbf/in.<sup>2</sup>/20 in. Hg) shall be performed for the detection of very small leaks.

**6.6.4** The manufacturer shall determine that each vacuum box operator meets the following requirements:

- a. Has vision (with correction, if necessary) to be able to read a Jaeger Type 2 standard chart at a distance of not less than 300 mm (12 in.). Operators shall be checked annually to ensure that they meet this requirement; and
- b. Is competent in the technique of the vacuum box testing, including performing the examination and interpreting and evaluating the results; however, where the examination method consists of more than one operation, the operator performing only a portion of the test need only be qualified for that portion the operator performs.

**6.6.5** The vacuum box test shall have at least 50 mm (2 in.) overlap of previously viewed surface on each application.

**6.6.6** The metal surface temperature limits shall be between 4°C (40°F) and 52°C (125°F), unless the film solution is proven to work at temperatures outside these limits, either by testing or manufacturer's recommendations.

**6.6.7** A minimum light intensity of 1000 Lux (100 fc) at the point of examination is required during the application of the examination and evaluation for leaks.

**6.6.8** The vacuum shall be maintained for the greater of either at least 5 seconds or the time required to view the area under test.

**6.6.9** The presence of a through-thickness leak indicated by continuous formation or growth of a bubble(s) or foam, produced by air passing through the thickness, is unacceptable. The presence of a large opening leak, indicated by a quick bursting bubble or spitting response at the initial setting of the vacuum box is unacceptable. Leaks shall be repaired and retested.

**6.6.10** A record or report of the test including a statement addressing temperature and light intensity shall be completed and furnished to the customer upon request.

- **6.6.11** As an alternate to vacuum box testing, a suitable tracer gas and compatible detector can be used to test the integrity of welded bottom joints for their entire length. Where tracer gas testing is employed as an alternate to vacuum box testing, it shall meet the following requirements:

- a. Tracer gas testing shall be performed in accordance with a written procedure which has been reviewed and approved by the purchaser and which shall address as a minimum: the type of equipment used, surface cleanliness, type of tracer gas, test pressure, soil permeability, soil moisture content, satisfactory verification of the extent of tracer gas permeation, and the method or technique to be used including scanning rate and probe standoff distance.
- b. The technique shall be capable of detecting leakage of  $1 \times 10^{-4}$  Pa m<sup>3</sup>/s ( $1 \times 10^{-3}$  std cm<sup>3</sup>/s) or smaller
- c. The test system parameters (detector, gas, and system pressure, i.e. level of pressure under bottom) shall be calibrated by placing the appropriate calibrated capillary leak, which will leak at a rate consistent with (b) above, in a temporary or permanent fitting in the tank bottom away from the tracer gas pressurizing point. Alternatively, by agreement between purchaser and manufacturer, the calibrated leak may be placed in a separate fitting pressurized in accordance with the system parameters.
- d. While testing for leaks in the welded bottom joints, system parameters shall be unchanged from those used during calibration.

## **F. ESTANDAR NACE RP0294**



CC

M. We Pratt  
B. Paul  
J. Andonwequi  
N. Dzoan  
D. Coates

## Standard Recommended Practice

# Design, Fabrication, and Inspection of Tanks for the Storage of Concentrated Sulfuric Acid and Oleum at Ambient Temperatures

NACE International issues this standard in conformance with the best current technology regarding the specific subject. This standard represents a consensus of those individual members who have reviewed this document, its scope, and provisions. It is intended to aid the manufacturer, the consumer, and the general public. Its acceptance does not in any respect preclude anyone, whether he has adopted the standard or not, from manufacturing, marketing, purchasing, or using products, processes, or procedures not in conformance with this standard. Nothing contained in this NACE International standard is to be construed as granting any right, by implication or otherwise, to manufacture, sell, or use in connection with any method, apparatus, or product covered by Letters Patent, or as indemnifying or protecting anyone against liability for infringement of Letters Patent. This standard represents minimum requirements and should in no way be interpreted as a restriction on the use of better procedures or materials. Neither is this standard intended to apply in all cases relating to the subject. Unpredictable circumstances may negate the usefulness of this standard in specific instances. NACE International assumes no responsibility for the interpretation or use of this standard by other parties and accepts responsibility for only those official NACE International interpretations issued by NACE International in accordance with its governing procedures and policies which preclude the issuance of interpretations by individual volunteers.

Users of this standard are responsible for reviewing appropriate health, safety, and regulatory documents and for determining their applicability in relation to this standard prior to its use. This NACE International standard may not necessarily address all safety problems and hazards associated with the use of materials, operators, and/or equipment detailed or referred to within this document.

**CAUTIONARY NOTICE:** NACE International standards are subject to periodic review, and may be revised or withdrawn at any time without prior notice. NACE International requires that action be taken to reaffirm, revise, or withdraw this standard no later than five years from the date of initial publication. The user is cautioned to obtain the latest edition. Purchasers of NACE International standards may receive current information on all standards and other NACE publications by contacting the NACE International Membership Services Department, P.O. Box 218340, Houston, Texas 77218-8340 (telephone +1 713/492-0535).

Reprinted with Typographical Corrections February 1995  
Approved August 1994  
NACE International  
P.O. Box 218340  
Houston, Texas 77218-8340  
+1 713/492 0535

Copyright ©1994, NACE International



---

## Foreword

Sulfuric acid is the largest-volume corrosive in use today and is generally considered to be the most important industrial chemical. Large storage tanks containing sulfuric acid or oleum are located in many areas.

Carbon steel corrodes moderately when in contact with concentrated sulfuric acid and oleum. If properly designed and adequately maintained, use of this material is an economical option for storage of the acids at moderate ambient temperatures. However, accelerated corrosion can occur in various forms, and several catastrophic failures have occurred in the last decade that have focused attention on the hazards associated with undetected corrosion.

Existing codes are not aimed specifically at design of sulfuric acid storage. Corrosion allowances and the design for corrosion control in these codes are left to the individual designer, owner, or operator of the tank. Large vertical sulfuric acid storage tanks are usually built to API 650,<sup>1</sup> and horizontal cylindrical tanks are built to ASME Section VIII, Division 1.<sup>2</sup> While these codes are sufficient for strength and toughness considerations, they do not address the peculiarities of corrosion by sulfuric acid and oleum service.

This recommended practice provides design and fabrication guidelines to minimize the potential for occurrence of undetected corrosion in concentrated sulfuric acid or oleum storage tanks. Inspection guidelines that aid in detecting and monitoring corrosion are presented, with the overall aim being to avert catastrophic failures.

This standard was prepared by NACE International Task Group T-5A-18, a component of Unit Committee T-5A on Corrosion in Chemical Processes, and is issued by NACE International under the auspices of Group Committee T-5 on Corrosion Problems in the Process Industries. T-5A-18 membership includes representatives of companies involved in the production, transportation, and use of large quantities of sulfuric acid.

This standard represents a consensus of those individual members who have reviewed this document, its scope, and provisions. Its acceptance does not in any respect preclude anyone, whether he has adopted the standard or not, from manufacturing, marketing, purchasing, or using products, processes, or procedures not in conformance with this standard. Nothing contained in this NACE International standard is to be construed as granting any right, by implication or otherwise, to manufacture, sell, or use in connection with any method, apparatus, or product covered by Letters Patent, or as indemnifying or protecting anyone against liability for infringement of Letters Patent. This standard represents minimum requirements and should in no way be interpreted as a restriction on the use of better procedures or materials.

---

**NACE International  
Standard  
Recommended Practice**

**Design, Fabrication, and Inspection of Tanks for the  
Storage of Concentrated Sulfuric Acid and  
Oleum at Ambient Temperatures**

**Contents**

1. General .....	1
2. Tank Design Criteria .....	1
3. Tank Design Details .....	3
4. Fabrication and Erection .....	4
5. Inspection and Maintenance .....	5
6. Safety and Environmental Concerns .....	7
References .....	8
Appendix A—Physical Properties of Concentrated Sulfuric Acid and Oleum .....	9
Appendix B—Metallic Materials .....	11
Appendix C—Illustrations of Recommended Design .....	13
Appendix D—Radiographic Acceptance Standard for Welded Equipment in Corrosive Service .....	20

---

## Section 1: General

### 1.1 Scope

This standard deals with the storage of sulfuric acids that can be handled in carbon steel equipment, i.e., sulfuric acid with concentrations above 70% and oleum up to 65% at temperatures up to 41°C (104°F). Typical industrial product concentrations are 93% and 98% sulfuric acid. Note: Storage tanks under 190 m<sup>3</sup> (50,000 gal U.S.) are outside the scope of this standard.

#### 1.1.1 Objective

1.2.1 This standard provides industry guidelines for suitable storage facilities for sulfuric acid and oleum at atmospheric pressure.

1.2.2 This standard is based on good engineering practice. The underlying philosophy is that major failures can be avoided and minor incidents reduced to a minimum by ensuring a high degree of storage tank integrity through good design and construction, followed by adequate and regular inspection and maintenance.

## Section 2: Tank Design Criteria

### 2.1 Scope

The design criteria in Sections 2 and 3 are aimed at new installations. Existing installations should be checked against the recommendations to determine compliance. In the case of significant noncompliance, improvement shall be considered.

#### 2.1.1 Design Pressure

The design pressure shall be determined by the maximum liquid level plus pressure drop through the vent system.

#### 2.1.2 Heating System

When freezing is a concern, a suitable heating system and other insulation are necessary (see Paragraph 3.9).

#### 2.1.3 Horizontal Tanks

Horizontal tanks shall be designed and fabricated in accordance with ASME Section VIII, Division 1, taking into account the design operating temperature and the specific weight of sulfuric acid (see Appendix A on Physical Properties of Concentrated Sulfuric Acid and Oleum). Regarding the recommended corrosion allowance, see Paragraph 2.7.

#### 2.1.4 Vertical Tanks

Vertical tanks shall be designed in accordance with API Standard 650 and as appropriate for the specific weight and the design operating temperature of sulfuric acid (see Appendix A). Regarding the recommended corrosion allowance, see Paragraph 2.7.

#### 2.1.5 Materials of Construction<sup>a,7</sup>

2.6.1 Carbon steel<sup>a,7</sup> is the most widely used construction material in the sulfuric acid concentration and temperature ranges covered by this standard; for restrictions see Paragraph 2.6.4. Only fully killed steel grades with sufficient impact notch toughness at the lowest design operating temperature shall be used for tank construction. Mechanical properties of selected materials, welds, and heat-

affected zones must comply with the appropriate reference codes (e.g., API 650) or standards in order to ensure adequate toughness in worst-case service conditions.

2.6.2 Carbon or low-alloy steel with specified maximum tensile strengths exceeding 620 MPa (90 ksi) should not be used because of the potential for hydrogen embrittlement. Hardness values of welds and heat-affected zones shall be kept below 22 Rockwell C hardness, approximately 250 Vickers (macro) hardness, or approximately 240 Brinell hardness.

2.6.3 Use of any components made of gray cast iron is not recommended in oleum service because this material may suffer cracking if exposed to oleum.

2.6.4 In sulfuric acid concentration ranges of 80 to 88% and 99.5 to 100.5%, the increased corrosion rate may limit the use of carbon steel. Therefore, use of corrosion-resistant alloys (solid or integrally bonded clad) should be considered (see Appendix B on Metallic Materials, Table B1). Stainless steel grades such as UNS 30400 and UNS 31600<sup>b</sup> have been used successfully in the upper range and are normally preferred for economic reasons. Low-carbon grades such as UNS 30403 and UNS 31603 offer increased resistance to intergranular corrosion, which is of importance only in weak sulfuric acids. In the lower concentration range, only nickel-based alloys (solid or integrally bonded clad) perform satisfactorily.

2.6.5 At sulfuric acid strengths below 70%, the corrosion of carbon steel increases significantly, accompanied by a rapid evolution of hydrogen. Because of this, all efforts must be made to prevent entry of water into the tank.

2.6.6 High-temperature baked phenolic linings are commonly used in carbon steel storage tanks when iron contamination is a concern for sulfuric acids in the concentration range 90 to 98%. Tank fabrication, surface finish, and design shall comply with NACE Standard RP0178.<sup>c</sup> Proper application and curing are of utmost importance in achieving the long service life normally experienced in acids up to 98%. At acid strengths above 98%, phenolic linings have a

<sup>a</sup> Designations are given according to the Unified Numbering System for Metals and Alloys (UNS), a joint activity of the American Society for Testing and Materials, Philadelphia, PA, and the Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA (see Appendix B, Table B2).



short service life. For additional information on baked phenolic linings, see NACE Publication TFC #2 and NACE Standard RP0188.<sup>9, 10</sup>

2.6.7 The use of nickel-based alloys or stainless steel (see Table B1) is recommended for valves, inlet and outlet pipes, vents, and wear plates.

2.6.8 The corrosion rate of carbon steel tanks containing sulfuric acid can be reduced by anodic protection. Use of this technique is typically restricted to acid concentrations in the range of 93 to 98% at ambient temperatures.

2.6.9 Filled PTFE (polytetrafluoroethylene) and 100% expanded PTFE are suitable gasket materials.

## 2 Corrosion Allowance

2.7.1 A minimum corrosion allowance for surfaces wetted by sulfuric acid shall be included for carbon steel construction (see Table B3). A corrosion allowance can be calculated using available corrosion rate information. However, because at a given temperature the corrosion rate depends on the amount of impurities in the acid and the flow conditions adjacent to the steel surface (acid movement in the tank), data found in the literature can only serve as a guideline.

2.7.2 If a phenolic lining is used for internal protection, the corrosion allowance can be reduced.

2.7.3 Corrosion test coupons installed in critical tank locations can provide valuable quantitative data on types of attack prevailing in the specific location.

### Corrosion Phenomena of Unlined Carbon Steel Tanks

The service life of sulfuric acid tanks may be reduced considerably by internal and external corrosion phenomena.

#### 2.8.1 Internal Corrosion

The corrosion resistance of carbon steel contacted by sulfuric acid results from the protective iron sulfate film formed during the initial contact period. Any service condition causing a deterioration of the protective film is likely to lead to accelerated corrosion. Examples of deteriorating conditions are high flow velocities, acid dilution, or excessive temperatures. The following types of phenomena are chiefly responsible for accelerated corrosion of carbon steel in sulfuric acid:

2.8.1.1 Dilute sulfuric acid causes rapid attack of carbon steel. Dilute acid can be formed by absorption of moisture from the outside air, entry of rainwater, or improper cleaning. Entry of moisture from the outside should be controlled by proper venting and by minimizing air movement caused by natural convection. Measures taken to dry the air entering the tank reduce the risk of sulfuric acid dilution.

2.8.1.2 Preferential weld attack is attributed to acid retained in roughened or undercut areas and subsequently diluted by contact with moist air. To remove such areas, the weld should be lightly ground; see also Paragraph 4.3.2.

2.8.1.3 Mill scale left on the surface promotes preferential corrosion. Mill scale should be removed from the surface to be exposed to the sulfuric acid before placing the tank in service.

2.8.1.4 Hydrogen grooving may occur in the tops of horizontal manholes and nozzles, in the top half of horizontal tanks, inwardly inclined walls, and inclined piping, or even in horizontal welds with excess buildup. Hydrogen bubbles form as a result of corrosion; as the bubbles rise, they remove the protective film, exposing fresh steel surface and thereby initiating high rates of localized corrosion. In areas of the tank that are susceptible to hydrogen grooving, materials with higher corrosion resistance than that of carbon steel should be used (see Appendix C on Illustrations of Recommended Design, Figures C1 and C2).

2.8.1.5 Inlet and outlet erosion-corrosion can lead to extensive attack. Measures to prevent this type of attack include appropriate design and suitable materials selection; see Paragraph 2.6 and Section 3 for details. If, for example, the roof inlet nozzle is located too close to the side wall, turbulence in the acid can result in hydrogen grooving, severe wall thinning, and overload failures.

#### 2.8.2 External Corrosion

For external corrosion of carbon steel tanks, consideration should be given to the following areas:

2.8.2.1 If the tank foundation and the area drainage are not properly designed and installed to prevent rain or ground water from wetting the underside of the tank floor, localized corrosive attack may occur.

2.8.2.2 With tanks supported on steel I-beams, rainwater may collect between the I-beam surface and the tank bottom, resulting in local crevice corrosion of the tank bottom.

2.8.2.3 Insulated tanks that do not have a suitable surface protection system may corrode under insulation due to ingress of moisture. Roof and shell attachments, insulation support rings, nozzles, manholes, and shell-to-bottom joints are highly susceptible to this type of attack because of water and scale retention.

## 2.9 External Coating

Uninsulated tanks in hot climates should be coated white to keep the metal temperature below 40°C (104°F).

## Section 3: Tank Design Details

### Support

3.1.1 Horizontal tanks (see Figure C3) shall be provided with steel saddles and concrete supports.

3.1.2 For vertical tanks (see Figure C4), two alternatives (Paragraphs 3.1.2.1 and 3.1.2.2) are recommended depending on tank size.

3.1.2.1 For tanks up to 13 m (40 ft) in diameter there are two options for tank support.

a) Tanks can be supported on a raised reinforced concrete slab foundation that is sloped and grooved to drain any water or leakage.

b) Tanks can be supported on steel I-beams for improved leak detection, and the beams are frequently set on concrete piers; however, see Paragraph 2.8.2.2.

3.1.2.2 For larger tanks, a concrete ring wall foundation with compacted granular fill and clean, washed sand topping is recommended.

3.1.2.3 For tanks on concrete foundations, a suitable skirt shall be provided to prevent water from running under the bottom plate (see Figure C1).

3.1.2.4 Caulking between tank bottom and foundation may interfere with drainage. Any such caulking must be carefully designed and applied to avoid external corrosion of the tank.

### Inlet

3.2.1 Tanks shall be fitted with a top inlet nozzle protruding at least 150 mm (6 in.) into the tank.

3.2.2 For vertical tanks, the roof inlet shall be close to the center (see Figure C4) to reduce side-wall attack (see Figure C5). A recommended alternative to a top inlet nozzle is a dip tube that is supported by guides attached to the shell (see Figure C4), located as far away as practical from the side wall, fitted to within approximately 0.6 m (2 ft) of the bottom (see Figure C1), and that contains a siphon break hole pointing toward the tank center (see Figure C5).

3.2.3 Velocity criteria<sup>3</sup> shall be considered when sizing the inlet.

### Outlet

3.3.1 Tanks may have a bottom or side outlet with an external valve.

3.3.2 The external outlet valve shall be fitted as close to the tank as practical. If it is necessary to provide an outlet elbow before the valve, it shall be of long radius type with extra-heavy wall. As a guideline, the wall thickness of the elbow should be a minimum of 3.0 mm (0.13 in.) thicker than the piping installed downstream from the outlet valve. For materials recommendations, see Paragraph 2.6.7.

3.3.3 For backup purposes, in the case of a bottom outlet, an internal plug valve that is operated remotely or from the tank top is recommended.

3.3.4 An emergency drain valve should be provided if alternative means of emptying are not available.

3.3.5 Velocity criteria<sup>3</sup> shall be considered when sizing the outlet.

### 3.4 Vents

3.4.1 The vent shall be located at the high point of the tank to prevent hydrogen build-up.

3.4.2 Vents shall be designed to minimize moisture ingress.

3.4.3 A nitrogen blanket with conservation venting for environmental protection and moisture ingress prevention may be considered.

3.4.4 In the case of tanks containing oleum, off-gases must be dealt with according to applicable regulations.

### 3.5 Manholes and Side Nozzles

3.5.1 Suitable access manholes shall be provided (see Figure C2 for vertical tanks).

3.5.2 In vertical tanks, manholes and side nozzles shall be flush with the shell.

3.5.3 For side nozzles, a 180° top or 360° resistant lining, weld overlay, or clad plate projecting 25 mm (1 in.) into the tank may be provided for protection against hydrogen grooving (see Figures C1 and C2).

### 3.6 Wear Plate

For vertical tanks, a wear plate of sufficient size and thickness shall be seal welded to the bottom of the tank directly beneath the inlet and outlet pipe (see Figure C1).

### 3.7 Roof of Vertical Tanks

3.7.1 The roof should be sloped and self-supporting. Roof support girders should be installed externally.

3.7.2 For large-diameter tanks, internal support columns are acceptable.

3.7.3 A tank designed with a shell-roof connection similar to Type III in Figure C7 can be used to ensure that a rupture initiates at the top connection if the tank is overpressurized.

### 3.8 Level Control

Tanks shall be fitted with a suitable level indicator and an overflow. Special care must be taken to prevent moisture ingress from the atmosphere.



### 3.9 Heating Systems

3.9.1 In areas where acid-freezing temperatures are possible (see Figure A1), a suitable heating system and proper insulation are important aspects of tank design.

3.9.2 Heating by circulation through an external heater is the preferred method.

3.9.3 External panel heating coils may be attached to the tank shell. For heat transfer, a conductive cement is applied

between the coils and the tank wall and a temperature control system is installed.

3.9.4 The temperature of carbon steel surfaces in contact with sulfuric acid shall be kept below 40°C (104°F).

3.9.5 When insulation is used, the tanks must be protected with a suitable coating system under the insulation.<sup>11</sup> The use of insulation materials suitable to prevent retention of moisture (e.g. of the pearlite-silicate type) should be considered.

## Section 4: Fabrication and Erection

### 4.1 Bottom Plate Thickness

Minimum thickness of the plate used for the vertical tank bottom fabrication shall be 13 mm (0.50 in.), taking into consideration Paragraphs 2.5 and 2.7.

#### 2. Verification Procedure

prior to fabrication, all components shall be verified against mill test certificates.

### 4.3 Surface Preparation

4.3.1 All areas to be welded shall be cleaned to NACE Standard RP0178.

4.3.2 Before the tank is placed in service, all mill scale, weld flux, and weld spatter must be removed from the internal surface by appropriate methods.

4.3.3 All clips for scaffolds, bulldogs, rigging, and all other construction and erection attachments must be removed prior to putting the tank in service. Surrounding areas must be ground smooth and inspected.

4.3.4 Care must be taken so that grinding does not reduce the parent metal to less than the minimum acceptable wall thickness.

### 4.4 Welding Requirements

4.4.1 Weld procedures and filler materials shall comply with reference codes and governing standards.

4.4.2 All butt welds shall be full-penetration with 100% fusion through the full thickness of metal. Where practical, double-welded butt joints shall be used.

4.4.3 With regard to surfaces to be coated or lined, see NACE Standard RP0178.

4.4.4 Lap welds should be confined to roof construction of vertical tanks; see also Paragraph 4.5.3. The minimum thickness of lap welds shall be the thickness of the thinnest plate joined. To avoid crevices, both sides of lap joints shall be seal welded.

### 4.5 Specific Components

4.5.1 All nozzle and manhole welds shall be full-penetration welds and welded from both sides.

4.5.2 Bottom welds of vertical tanks shall be butt welds. Lap welding shall not be used for bottom fabrication.

4.5.3 Roofs of vertical tanks may be butt or lap welded.

4.5.4 The shell-to-bottom joint shall be a full-penetration weld and welded from both sides with reinforcing fillets.

### 4.6 Internal Welds Below Liquid Level

4.6.1 All welds shall be full-penetration, except for components with low strength requirements such as slip-on flanges, nozzle liners, and reinforcement pads.

4.6.2 All full-penetration welds should have at least three layers of weld metal to reduce the risk of leakages. To avoid slag entrapment, welds should be thoroughly cleaned between passes; see also Paragraph 4.3.1.

### 4.7 Nondestructive Inspection

4.7.1 A certificated inspection shall be performed and test results shall be documented before placing the tank in service (see Section 5).

4.7.2 Techniques and documentation of inspection shall meet the requirements of the reference code or standard.

4.7.3 Results of inspections shall comply with requirements of the reference code or standard.

4.7.4 For reference, material thickness shall be tested especially in areas below and above inlets, outlets, nozzles, and manholes.

4.7.5 Magnetic-particle or dye-penetrant testing is recommended for all welds.

4.7.6 If the tank bottom is welded in an elevated condition, random radiographic testing is recommended. For acceptance standards, see guidelines in Appendix D (Radiographic Acceptance Standard for Welded Equipment in Corrosive Service).

4.7.7 It is recommended that 100% of all vertical seam welds of the bottom ring be tested by radiography. For vertical seams of all other rings, one random test shall be conducted. All horizontal-vertical weld intersections of the shell shall be radiographed. For acceptance standards, see guidelines in Appendix D.

4.7.8 Repairs of defects shall be carried out as necessary and the repair area reinspected.

4.7.9 Random hardness tests should be performed on major vessel seams on the I.D. and on nozzle welds; see also Paragraph 2.6.2.

## Section 5: Inspection and Maintenance

### 5.1 Scope and Inspection Frequency

5.1.1 This section provides guidelines to ensure that storage tanks containing concentrated sulfuric acid and oleum are maintained in a safe condition. These recommendations are general guidelines and are considered to be minimum requirements.

#### 5.1.2 General Inspection Procedures and Personnel Qualification

All tanks shall be subjected to three forms of regular inspection: a routine external visual examination (see Paragraph 5.4), an external in-service examination (see Paragraph 5.5), and an internal inspection (see Paragraph 5.6). External in-service examinations and internal inspections shall be supervised by a materials engineer or a senior technician experienced in sulfuric acid tank inspection. The inspection program should be guided by a detailed checklist prepared prior to the inspection.

5.1.3 An external in-service examination is recommended every two years and an internal inspection every five years.

5.1.4 The recommendations on inspection frequencies provided by API 653 should be considered, and deviations from the examination and inspection frequencies recommended in Paragraph 5.1.3 may be decided on the basis of operating conditions, experience, inspection results, fitness-for-service evaluations, and risk analysis.

5.1.5 Regardless of the inspection schedule, if any storage tank is likely to have suffered significant damage through improper operation or any other incident, it shall be taken out of service and subjected to a detailed inspection.

### 5.2 Records

Records for each sulfuric acid and oleum storage tank shall be kept and shall contain the following information:

#### 5.2.1 Tank description

- (a) Tank reference number
- (b) Tank size
- (c) Tank capacity
- (d) Year commissioned

#### 5.2.2 Tank design and construction details

- (a) Drawing
- (b) Materials specifications including linings, plates, and welds
- (c) Minimum required thickness values
- (d) Corrosion allowance

#### 5.2.3 Components

- (a) Valves
- (b) Piping
- (c) Flange details
- (d) Gaskets

#### 5.2.4 Tank contents

- (a) Acid strengths and temperature conditions for which the tank was designed
- (b) Actual acid strength and temperature conditions

#### 5.2.5 Civil engineering details, e.g., support, soil, etc.

#### 5.2.6 Heating and insulation details

#### 5.2.7 Venting system employed.

5.2.8 Modifications to the original design concept. For example, a change in contained fluid to one of higher specific gravity could result in lowering the maximum liquid level or reducing available corrosion allowance.

5.2.9 Frequency of inspections and the scheduled maintenance program laid down by the provisions of these recommended guidelines.

#### 5.2.10 Results of all inspections and maintenance work.

#### 5.2.11 Details of any incidents that have occurred.

5.2.12 Lined tank. The date the lining was applied, the generic or proprietary name of the lining material used, and the identification of the applicator should be recorded.



## 5.3 Tank Cleaning

5.3.1 The following procedures are suggested to prepare unlined carbon steel sulfuric acid tanks for internal inspection.

5.3.1.1 Empty tank of sulfuric acid.

5.3.1.2 Verify that vapor phase conditions are not explosive before doing any hot work.

5.3.1.3 Remove as much sludge as possible without introducing water (e.g., by using a vacuum truck).

5.3.1.4 Wash remaining sludge through bottom outlets or sludge manholes with copious quantities of inhibited water. To minimize corrosion and the buildup of a high concentration of hydrogen in the tank, dilute sulfuric acid must not be allowed to remain in the tank for any significant period. Cleaning contractors may be commissioned that have rotating-head cleaning equipment and specialize in this service.

5.3.1.5 When the sludge has been removed, charge the tank with soda ash, refit bottom manhole covers, and fill the tank with water, adding more alkali as necessary to maintain a pH greater than 7.0. Neutralizing the tank is not necessary if sufficient water is available so that the tank can be flushed clean and the side and roof washed completely.

5.3.1.6 Empty the tank and check for entry conditions (see Paragraph 8.5).

5.3.1.7 NOTE: Serious damage may occur if cleaning is carried out incorrectly.

5.3.2 The following modifications of the procedures outlined in Paragraph 5.3.1 are recommended when preparing for inspection of a sulfuric acid tank with a baked phenolic lining.

5.3.2.1 Great care must be taken to ensure that the tools used to clean the tank do not cause mechanical damage to the tank lining. Scraping or scouring tools must be used with caution.

5.3.2.2 Neutralizing rinses using alkaline chemicals should be carried out only with the prior approval of a materials expert or of the coating manufacturer.

5.3.3 Before working on the tank, ensure that the atmosphere in the tank is safe. Consult safety experts for detailed procedures and requirements. **Warning: Do not leave vessels or associated pipework, connections, etc., standing while they contain dilute sulfuric acid.**

## 5.4 Routine External Visual Examination

A regular external visual examination is required to check for external corrosion of the tank, support, foundation, or components. In most plants, this examination is carried out by operators in the plant area, but there may be storage facilities where special arrangements would be necessary because of lack of

on-site personnel. In such cases, a visual examination shall be scheduled at least once per week.

## 5.5 External In-Service Examination

5.5.1 External in-service examinations shall consist of ultrasonic thickness testing and visual examination emphasizing critical areas as specified in the following subsections. If the tank is insulated, the insulation shall be stripped in test areas. The inspector must ensure that the sulfuric acid temperature is below 40°C (104°F).

5.5.2 For vertical tanks, test as follows:

5.5.2.1 If the top inlet is less than 3 m (10 ft) away from the wall, perform the test on a 0.3 m (1 ft) grid to determine the corroded area (see Figure C5). For nozzles with a distance of more than 3 m (10 ft) from the wall, a larger grid may be used. A magnetic crawler can be used for measurements in the specified area.

5.5.2.2 Test the side wall around the tank circumference. A test spacing of about 1 m (3 ft) can serve as a guideline.

5.5.2.3 Test especially in areas below and above inlets, outlets, nozzles, and manholes.

5.5.2.4 All nozzle necks should be thoroughly checked.

5.5.2.5 Special attention should be given to any areas where corrosion has occurred due to fluid dilution.

5.5.3 For horizontal tanks, test as follows:

5.5.3.1 As a guideline, test the shell at 0.3 m (1 ft) intervals on a circumferential line running every 1.2 m (4 ft) along the tank. In general, the grid used for testing and the number of readings taken are a function of the results obtained. If measurements indicate unexpected results, such as increased attack, additional testing may be necessary.

5.5.3.2 All openings, inlets, and tank supports should be thoroughly tested.

5.5.4 For both horizontal and vertical tanks, inspection should include the following:

5.5.4.1 Welds or rivets.

5.5.4.2 General shell condition, including coating and insulation. Check for signs of wet insulation. It may be necessary to remove additional insulation to determine the extent of corrosion.

5.5.4.3 Acid inlet and outlet, overflow nozzle, manholes, and adjacent shell plates.

5.5.4.4 Pipework, gaskets, flange bolting, and venting system.

5.5.4.5 Ultrasonic testing of piping, especially in areas with a potential for hydrogen grooving.

5.5.4.6 Valves.

5.5.4.7 Heating systems.

5.5.4.8 If any of the above items of inspection show any defects such as uniform or local corrosion or cracks, remedial action should be taken without delay.

## 5.6 Internal Inspection

5.6.1 Most tank leaks are caused by localized effects on the acid-contacted surface, such as inadvertent dilution or excessive turbulence. Such areas are almost impossible to locate with certainty by external examination.

5.6.2 An internal inspection of unlined tanks should include the following:

5.6.2.1 Wall shadowing with flashlight to indicate local attack.

5.6.2.2 Ultrasonic thickness test survey of all critical areas of tank roof, walls, and floor, with particular attention to the shell-side area close to the acid inlet nozzles. On pier-supported tanks, the floor should be checked along the lines of support members. Thickness measurements may be made from the inside or

outside surfaces. Special attention should be given to external corrosion of the bottoms of vertical tanks.

5.6.2.3 A thorough visual inspection to include: 1) all welds exposed to sulfuric acid; 2) valves; 3) tank nozzle necks; 4) roof support beams; 5) area adjacent to any manhole; 6) level gauge assembly; 7) heating systems; 8) vent nozzles; 9) accessible gasket surfaces; and 10) any other areas where corrosion might occur due to sulfuric acid dilution.

5.6.2.4 All welds located below the maximum liquid level shall be cleaned for inspection. Welds shall be closely inspected visually for defects such as cracks, porosity, and excessive corrosion. The inspector may employ more sensitive nondestructive testing techniques such as penetrant or magnetic-particle testing in order to confirm results of the visual examination.

5.6.2.5 Radiographic examination of piping in critical areas to locate hydrogen grooving; see also Paragraph 5.5.4.5.

5.6.3 Repairs of defects shall be carried out as necessary and the repair area reinspected.

5.6.4 If the tank is lined with a high-temperature baked phenolic, completely inspect the phenolic lining and repair as required. See NACE Publication TPC #2 and NACE Standard RP0168 for details.

## Section 6: Safety and Environmental Concerns

6.1 Sulfuric acid storage tanks must conform to all applicable federal, state, and local regulations and requirements.

### 6.2 Containment Areas

The area around the storage tanks and pumps shall be arranged so that any spillage goes to an appropriate containment and neutralization system.

### 6.3 Protection from Collision Damage

Tanks and associated pumps, pipes, and connections located near roadways or in other situations where they may suffer impact damage from vehicles shall be protected by suitable barriers.

### 6.4 Diking

6.4.1 For environmental pollution control, individual diking capable of retaining 100% of the tank's capacity is strongly recommended for newly installed tanks. However, if a single dike is used for two or more tanks, each requiring containment the dike must be capable of retaining a minimum of 110% of the capacity of the largest tank. Requirements may vary according to specific applicable regulations. The dike shall be made of or lined with acid-resistant material and sloped to a sump.

6.4.2 Pumps shall be inside the dike area so that they may

be located as close to the tank as possible. Long suction lines must be avoided. If piping is allowed to penetrate the dike, uneven settlement or expansion may result in line cracking or fracture.

6.4.3 Safe access to, and escape routes from, the diked area must be provided.

6.4.4 Care shall be taken to pump out accumulated water in any diked area because any tank leakage or spillage results in the formation of weak acid that attacks tanks, pipes, and foundations and also results in hydrogen evolution.

### 6.5 Safety Requirements

6.5.1 NOTE: This section provides only general safety guidelines. For detailed requirements, consult safety experts.

6.5.2 Existing regulations and guidelines for tank entry must be followed.

6.5.3 Safety showers and eye-wash facilities shall be provided in such places and in sufficient numbers to allow easy access for anyone working in the vicinity of the storage tanks. An adequate water supply for washing must always be available. The water must be kept away from the bulk acid.



6.5.4 Suitable personal protective clothing must be worn when carrying out operations within the tank farm.

6.5.5 If a dike has been provided, the following additional precautions must be taken:

6.5.5.1 Appropriate clothing must be worn for entry into the restricted or contaminated area.

6.5.5.2 Breathing apparatus and a rescue harness must be readily available for use by anyone working in a contaminated area.

---

## References

- API Standard 650 (latest revision), "Welded Steel Tanks for Oil Storage" (Washington, DC: American Petroleum Institute).
- ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII (latest revision), "Rules for Construction of Pressure Vessels," Division 1 (New York, NY: American Society for Mechanical Engineers).
- NACE Standard RP0391 (latest revision), "Materials for the Handling and Storage of Concentrated (90 to 100%) Sulfuric Acid at Ambient Temperatures" (Houston, TX: NACE International).
- NACE Publication 5A151, "Materials of Construction for Handling Sulfuric Acid" (Houston, TX: NACE International, 1985).
- MTI/NACE Sulfuric Acid Materials Adviser ChemCor 1 (Houston, TX: NACE International; St. Louis, MO: Materials Technology Institute, 1989).
- D. Fyfe, et al., "Corrosion in Sulfuric Acid Storage Tanks," *Chemical Engineering Progress* 3 (1977).
- S.W. Dean, G. D. Grab, "Corrosion of Carbon Steel Tanks in Concentrated Sulfuric Acid Service," *Materials Performance* 25, 7 (1986): pp. 48-52.
- NACE Standard RP0178 (latest revision), "Fabrication Details, Surface Finish Requirements, and Proper Design Considerations for Tanks and Vessels to Be Lined for Immersion Service" (Houston, TX: NACE International).
- NACE Publication TPC #2, "Coatings and Linings for Immersion Service" (Houston, TX: NACE International, 1972).
- NACE Standard RP0188 (latest revision), "Discontinuity (Holiday) Testing of Protective Coatings" (Houston, TX: NACE International).
- NACE Publication 6H189, "A State-of-the-Art Report on Protective Coatings for Carbon Steel and Austenitic Stainless Steel Surfaces under Thermal Insulation and Cementitious Fireproofing" (Houston, TX: NACE International, 1989).
- M. Tivel, et al., "Carbon Steel Sulfuric Acid Storage Tank—Inspection Guidelines," (North York, Ontario, Canada: Marsulex Inc., 1986).
- API Standard 510 (latest revision), "Pressure Vessel Inspection Code" (Washington, DC: American Petroleum Institute).
- ANSI/NB-23 (latest revision), "National Board Inspection Code" (Columbus, Ohio: National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors).
- API Standard 653 (latest revision), "Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction" (Washington, DC: American Petroleum Institute).



Appendix A  
Physical Properties of Concentrated Sulfuric Acid and Oleum

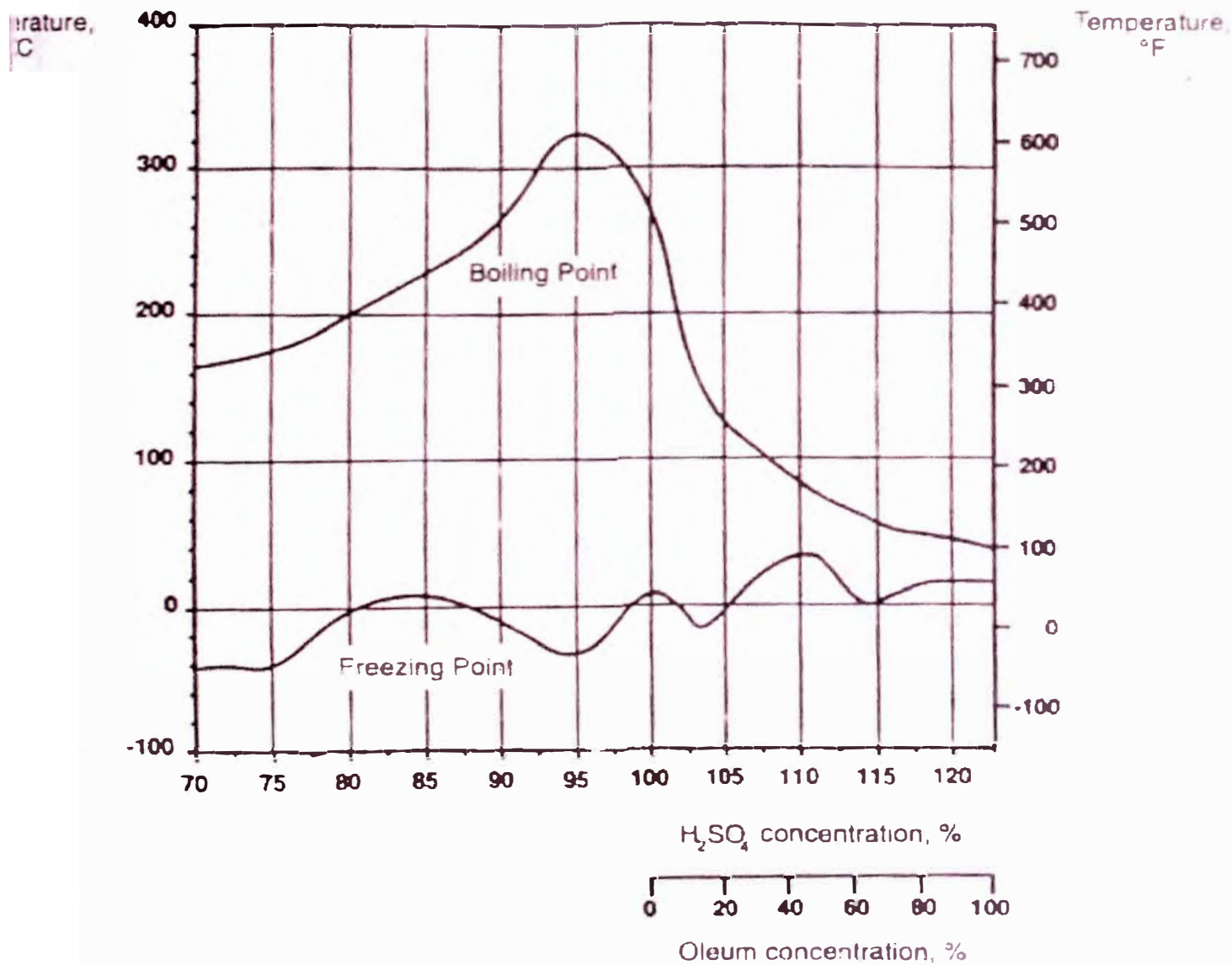


Figure A1  
Boiling and Freezing Point<sup>(1)</sup>

(1) Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, vol. 22, 3rd ed. (New York, NY: John Wiley & Sons, 1983), pp. 199-204.

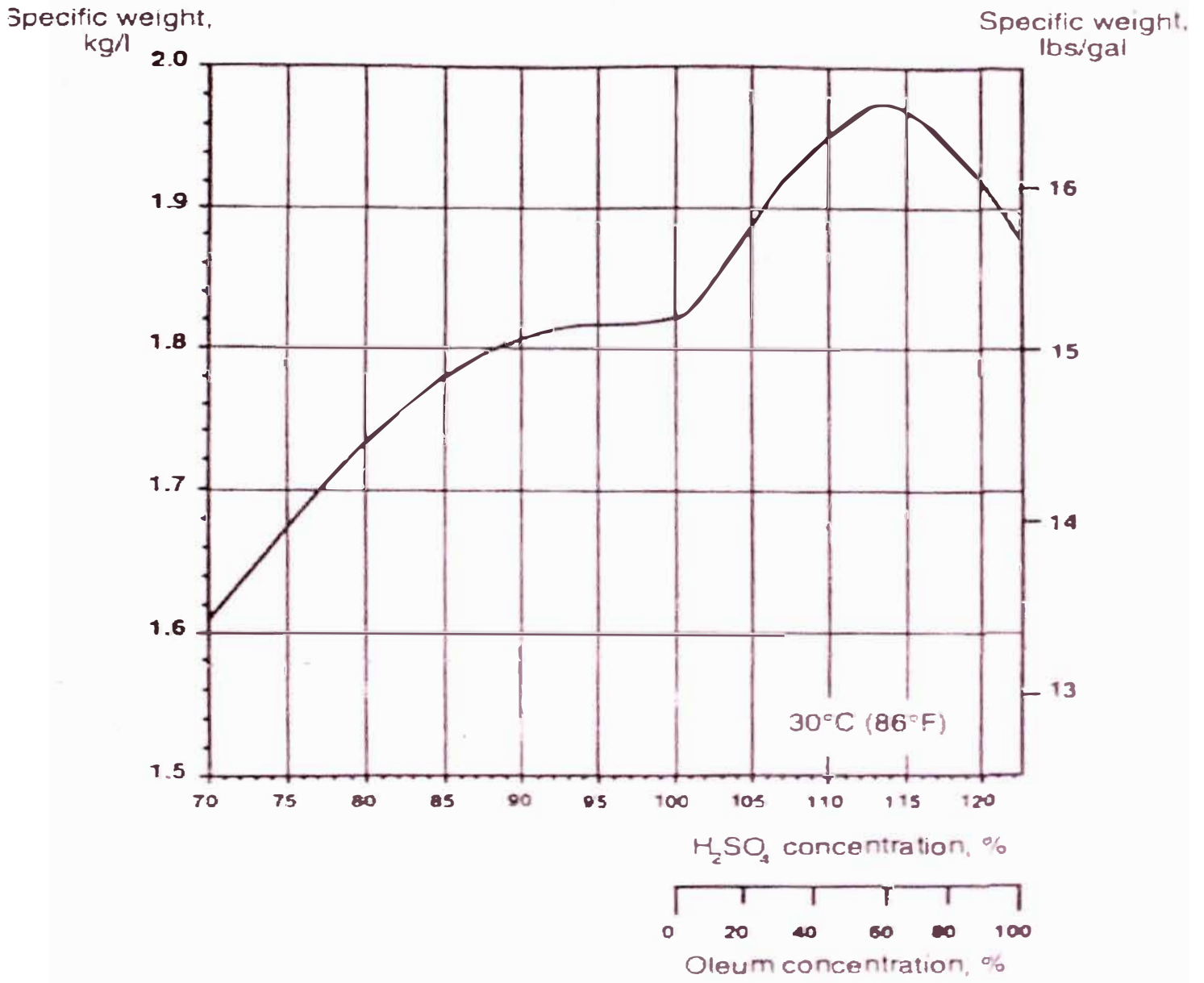


Figure A2  
Specific Weight<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Source: Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, vol. 22, 3rd ed. (New York, NY: John Wiley & Sons, 1983), pp. 195, 203.

**Appendix B  
Metallic Materials**

**Table B1  
Application Ranges of Selected Nickel Alloys and Stainless Steels for Sulfuric Acid Service<sup>1)</sup>  
(Alloy selection should be based on economic considerations)**

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (% concentration)	Material (UNS number)
70 to 100.5	S31254, <sup>(2)</sup> N10276, N08367, N08024, N08026, N08825, N08028, N08904, N06022, N06030, N06455, N08926, N06625, N06985, N08020, N09925, N06059
90 to 100.5	S31600, S31603
93 to 100.5	S30400, S30403

Because this table provides only a selection of applicable materials, it cannot be considered a complete listing. For nominal compositions and designations/grades, see Table B2.

<sup>1)</sup> Sulfuric acid temperature should not exceed 25°C (77°F).

**Table B2  
Nickel and Stainless Steel Alloy Compositions**

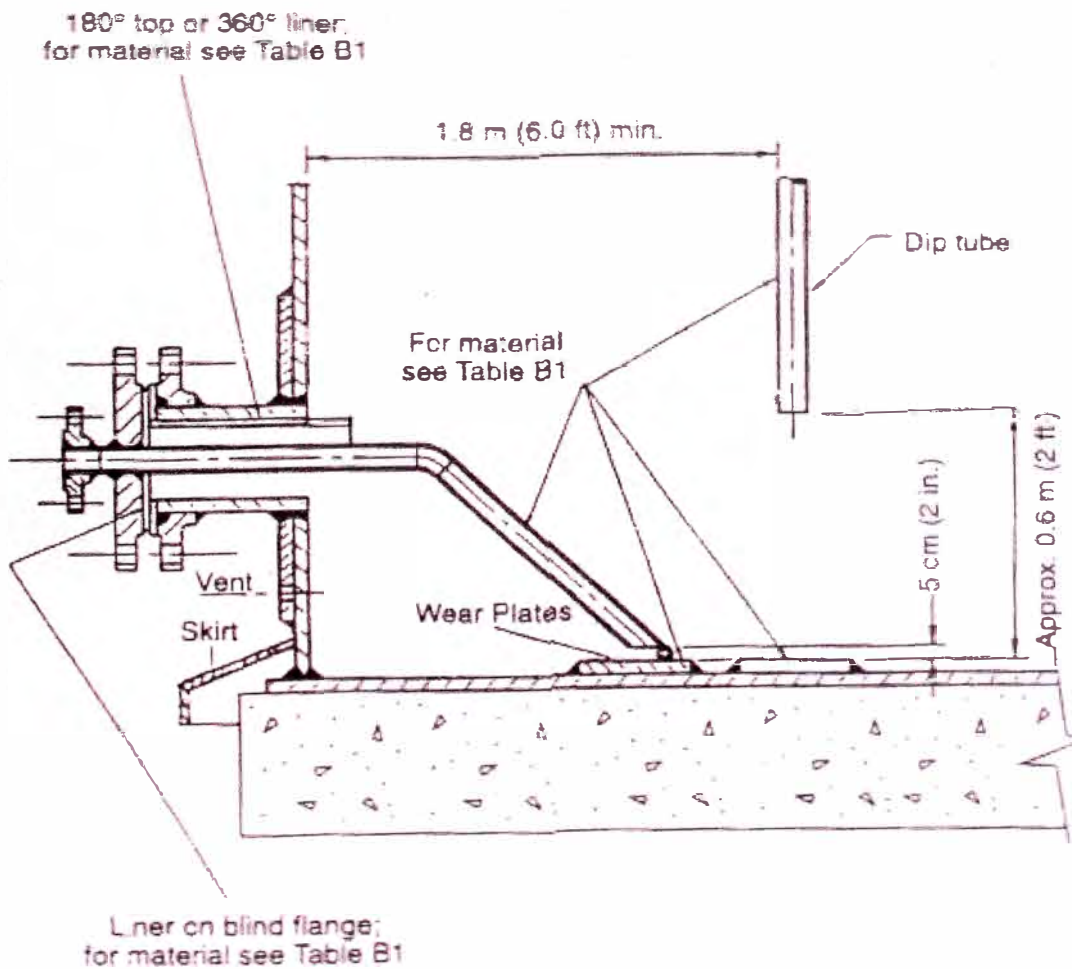
Material (UNS No.)	C	Cr	Cb+Ta	Cu	Fe	Mo	Ni	Other	Designation/Name
10276	0.02 max	14.5-16.5			4.0-7.0	15.0-17.0	rem	Co 2.5 max W 3.0-4.5	Alloy C 276
06825	0.05 max	19.5-23.5		1.5-3.0	rem	2.5-3.5	38.0-46.0	Al 0.2 max Ti 0.6-1.2	Alloy 825
108028	0.03 max	26.0-28.0		0.6-1.4	rem	3.0-4.0	29.5-32.5		Alloy 28
18904	0.020 max	19.0-23.0		1.0-2.0	rem	4.0-5.0	23.0-28.0		Alloy 904L
N05022	0.015 max	20.0-22.5			2.0-6.0	12.5-14.5	rem	Co 2.5 max W 2.5-3.5	Alloy C-22
N06030	0.03 max	28.0-31.5		1.0-2.4	13.0-17.0	4.0-6.0	rem	Co 0.30-1.50 W 1.5-4.0	Alloy G-30
N06455	0.015 max	14.0-18.0			3.0 max	14.0-17.0	rem	Co 2.0 max	Alloy C-4
N08926	0.020 max	19.0-21.0		0.50-1.50	rem	6.0-7.0	24.0-26.0	N 0.15-0.25	Alloy 1925 HMo
N06625	0.10 max	20.0-23.0	3.15-4.15		5.0 max	8.0-10.0	rem	Al 0.40 max Ti 0.40 max	Alloy 825
N06985	0.015 max	21.0-23.5	0.5 max	1.5-2.5	18.0-21.0	6.0-8.0	rem	Co 5.0 max W 1.5 max	Alloy G-3
06020	0.07 max	19.0-21.0	8xC-1.0	3.0-4.0	rem	2.0-3.0	32.0-38.0		Alloy 20 Cb-3 Alloy 20
08367	0.03 max	20.0-22.0		0.75 max	rem	6.0-7.0	23.5-25.5	N 0.18-0.25	Alloy AL-6XN
N08024	0.03 max	22.5-25.0		0.50-1.50	rem	3.5-5.0	35.0-40.0		Alloy 20 Mo-4
08026	0.03 max	22.0-26.0		2.0-4.0	rem	5.0-6.7	33.0-37.2		Alloy 20 Mo-6
S31254	0.02 max	19.5-20.5		0.50-1.00	rem	6.0-6.5	17.5-18.5	N 0.18-0.22	Alloy 254 SMO
N09925	0.03 max	19.5-23.5	0.50 max	1.50-3.00	22.0 min	2.50-3.50	38.0-46.0	Al 0.10-0.50 Ti 1.90-2.40	Alloy 925
N06059	0.010 max	22.0-24.0			1.5 max	15.0-16.5	rem	Al 0.1-0.4 Co 0.3 max	Alloy 59
S31500	0.08 max	18.0-18.0			rem	2.0-3.0	10.0-14.0		AISI 316
S31503	0.030 max	16.0-18.0			rem	2.0-3.0	10.0-14.0		AISI 316L
S30400	0.08 max	18.0-20.0			rem		8.0-10.5		AISI 304
S30403	0.03 max	18.0-20.0			rem		8.0-12.0		AISI 304L



**Table B3**  
Corrosion Allowance for Carbon Steel

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (% Concentration)	Corrosion Allowance (typical values)
70 to < 80	6.0 mm (0.25 in.)
80 to 88	see Paragraph 2.6.4—use limited
> 88 to 99.5	6.0 mm (0.25 in.)
> 99.5 to 100.5	see Paragraph 2.6.4—use limited
> 100.5	3.0 mm (0.13 in.)

**Appendix C**  
Illustrations of Recommended Design



**Figure C1**  
Vertical Tank-Side Outlet Area

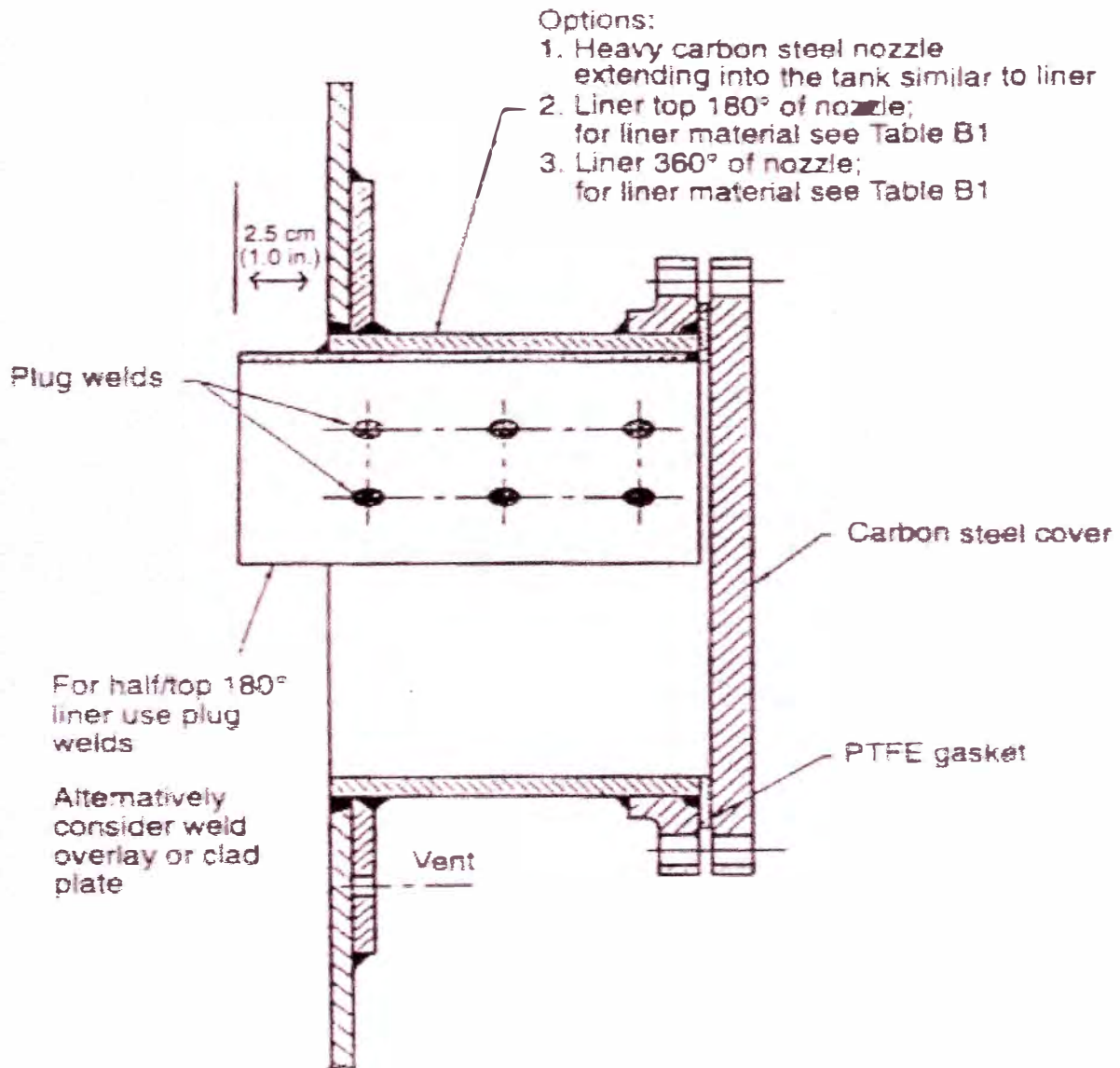
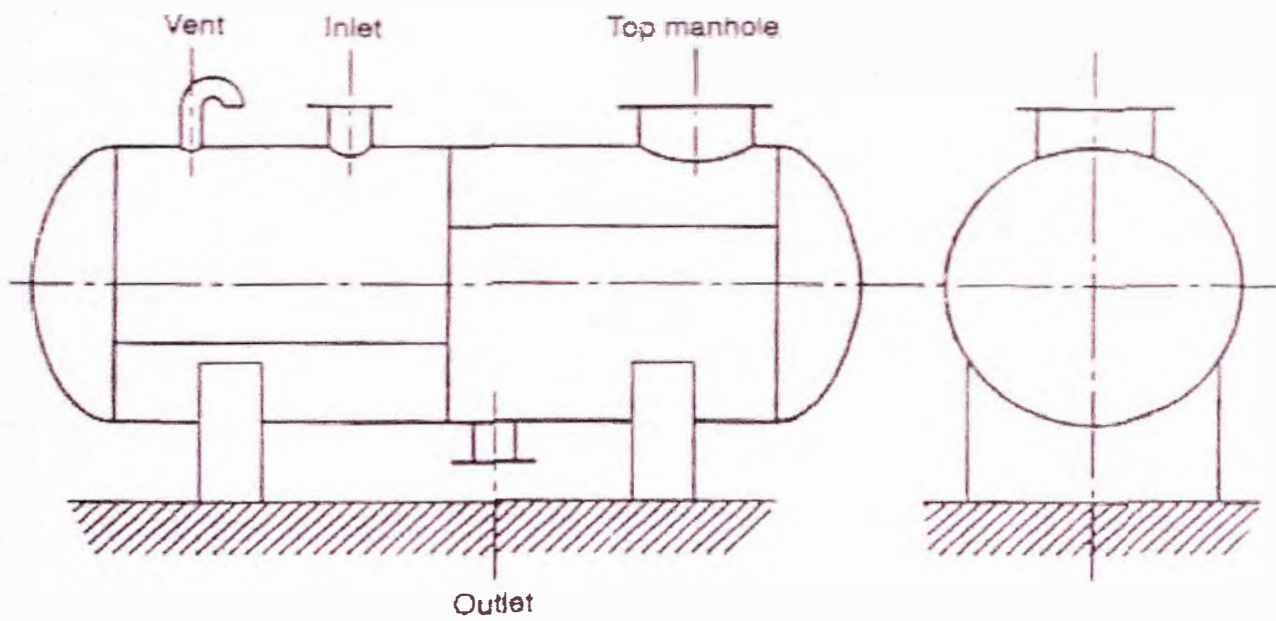


Figure C2  
Side Manhole



NOTE: Tanks may need reinforcing plates at saddles and nozzles.

Figure C3  
Horizontal Tank

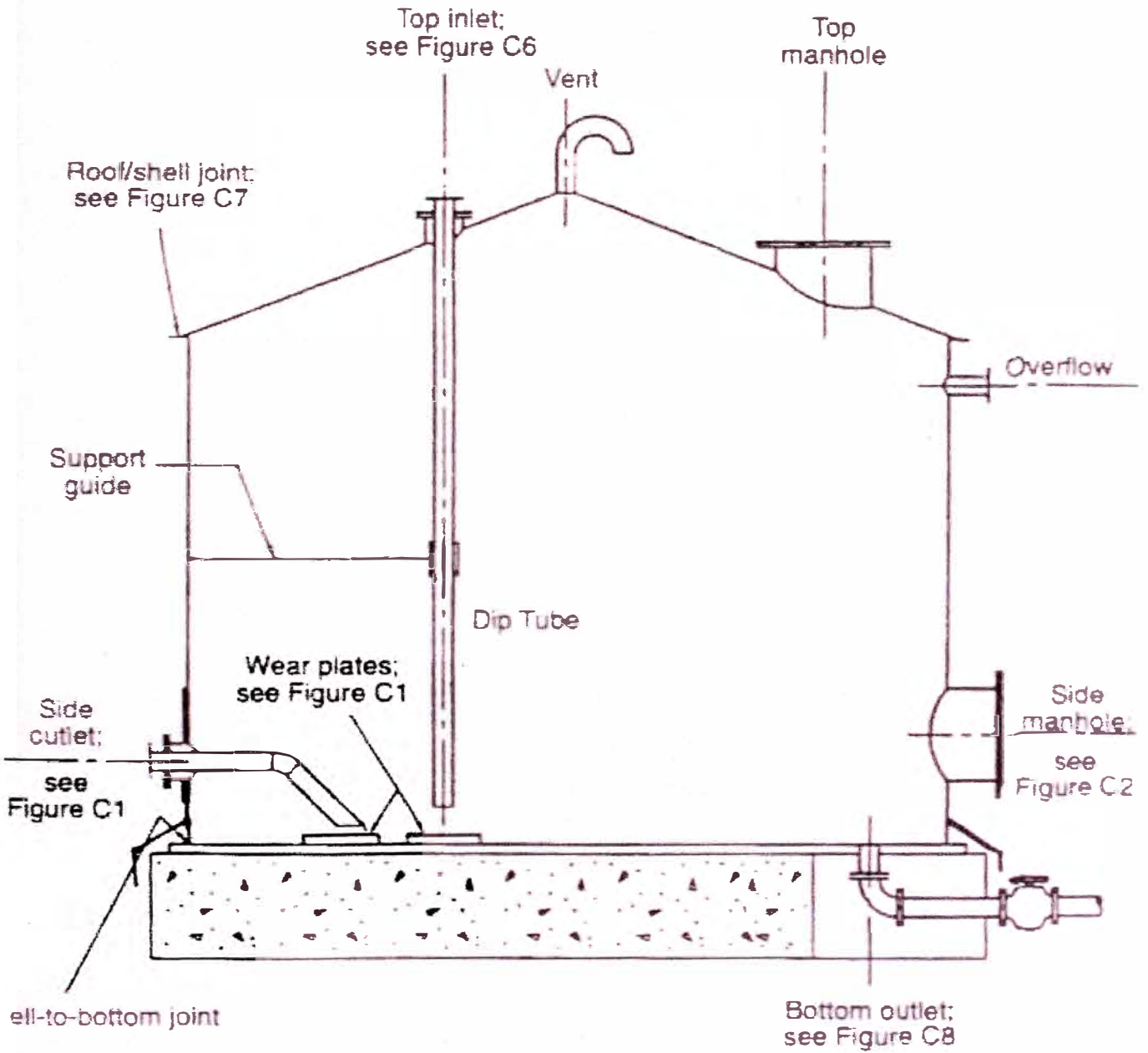
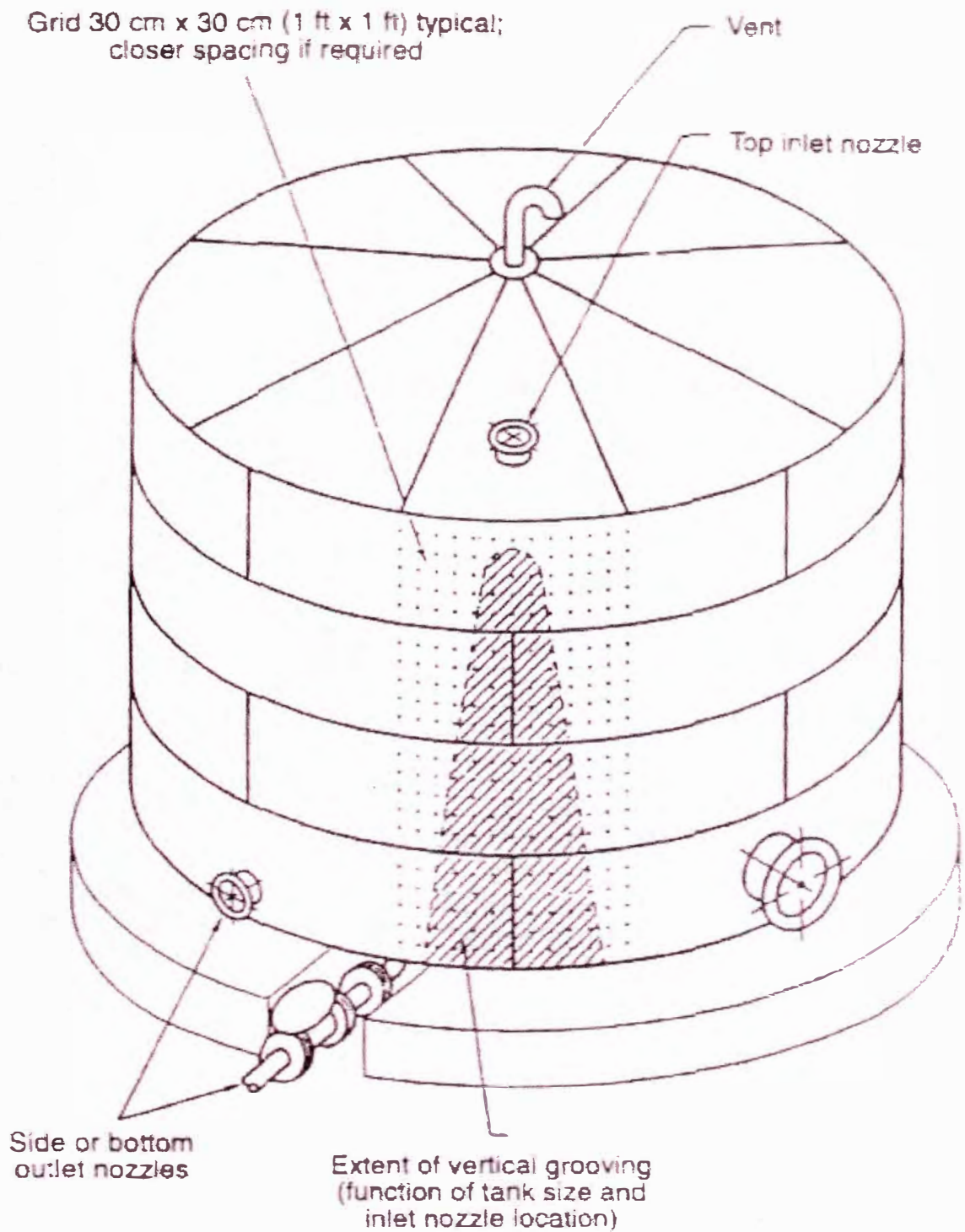


Figure C4  
Vertical Tank





**Figure C5**  
**Pattern of Side-Wall Attack Close to Top Inlet Nozzle**

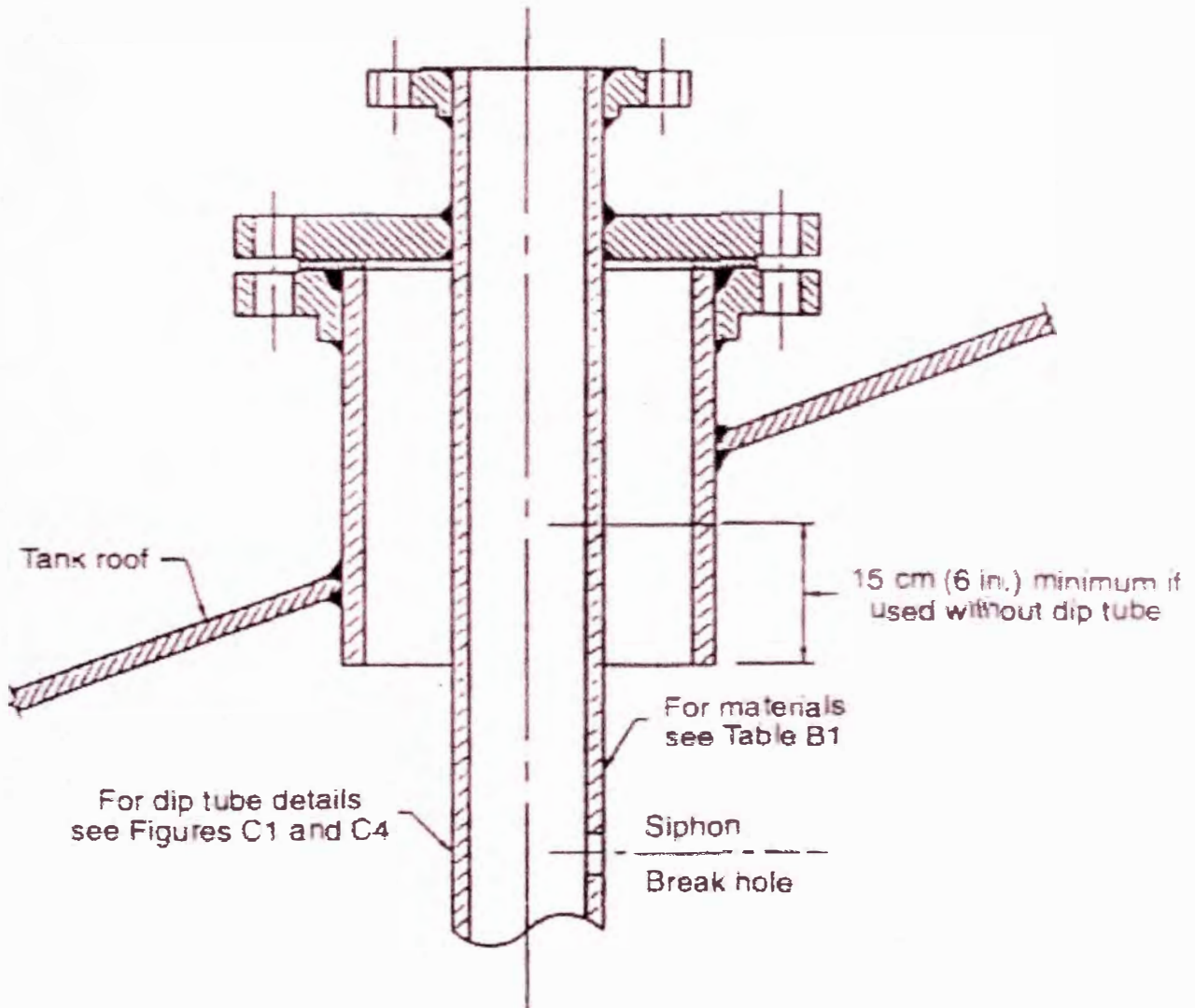


Figure C6  
Top Inlet Nozzle

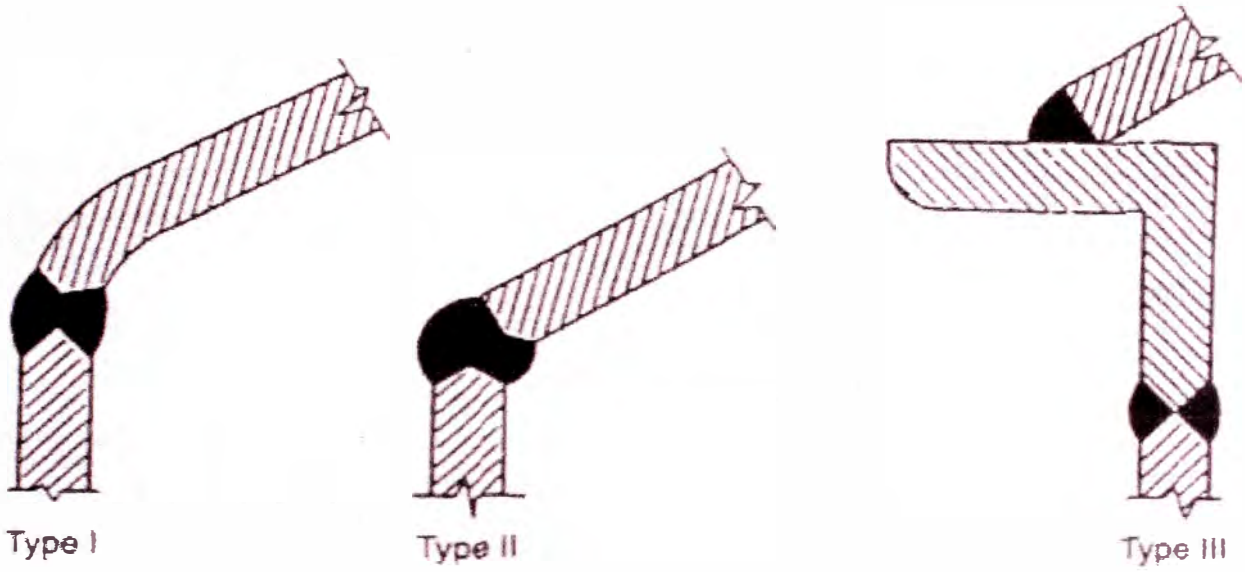


Figure C7  
Typical Roof-to-Shell Joints

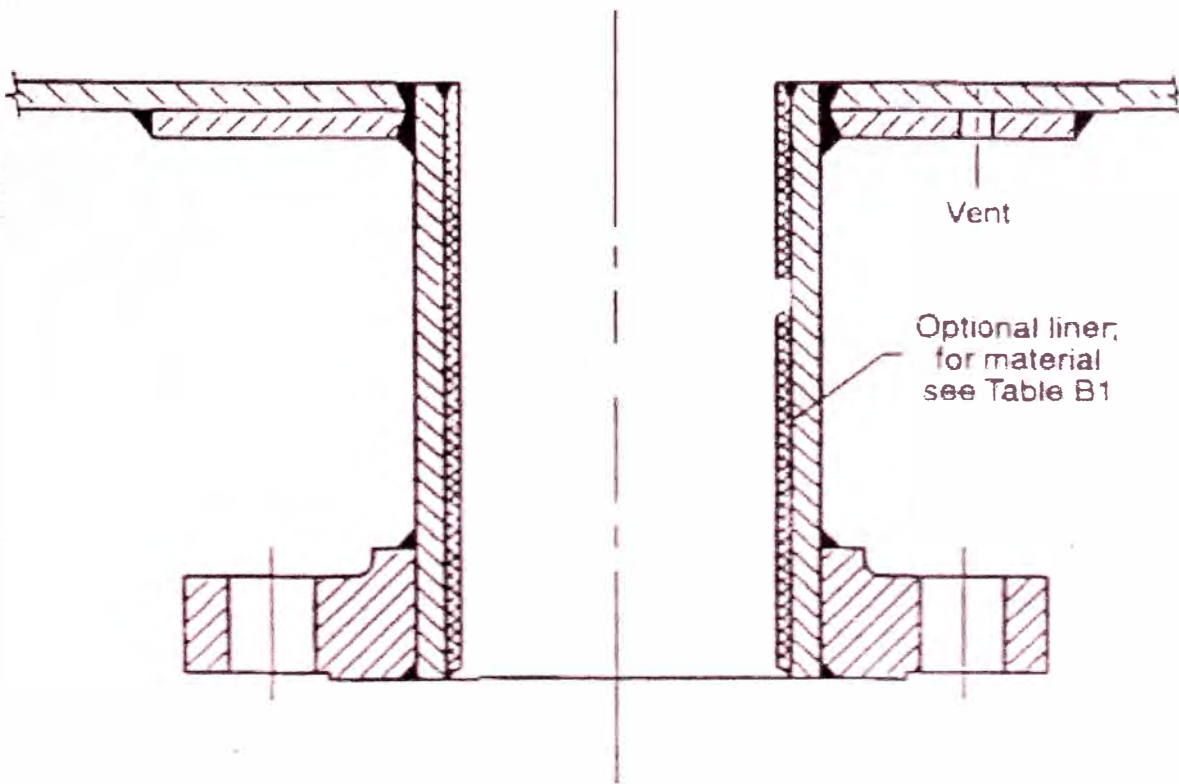


Figure C8  
Bottom Outlet Nozzle

---

## Appendix D Radiographic Acceptance Standard for Welded Equipment in Corrosive Service

### Section D1: Scope

This appendix provides recommended acceptance levels for radiographic inspection of butt welds in corrosive service where the materials of construction are carbon steel, stainless steel, and nickel alloys.

This appendix stipulates levels and sizes of defects that are more stringent than those allowed in applicable codes and standards<sup>(1)</sup> because the codes and standards are directed at noncorrosive environments only.

---

### Section D2: Terminology

**Rounded indications**—Indications with a maximum length of three times the width. These may be circular, elliptical, conical, or irregular in shape and may have tails. When evaluating the size of an indication, the tail shall be included. The indications may be from any source in the weld such as porosity, slag, or tungsten.

**Elongated Indications**—Indications with a length of more than three times the width.

**Aligned indications**—A sequence of four or more rounded indications shall be considered to be aligned when they touch a line drawn through the center of the two outer rounded indications.

**Relevant indications**—Only those indications on the radiograph with a maximum dimension greater than 0.3 mm (0.01 in.) shall be considered relevant.

---

### Section D3: Acceptance Criteria

Sections of welds that are shown by radiography to have any of the following types of imperfections shall be judged unacceptable:

D3.1 Any type of crack or zone of incomplete fusion or penetration regardless of its length.

D3.2 Any elongated slag inclusion regardless of its length. Slag inclusions in the form of rounded indications shall only be acceptable within the limitations of Paragraph D3.3.

D3.3 Rounded indications greater than of those shown in Table D1. The minimum distance between any two rounded indications shall be the greater of 6.0 mm (0.25 in.) or 1/3 thickness.

D3.4 Aligned rounded indications.

NOTE: Image density of the indications may vary and is not a criterion for acceptance or rejection.

---

<sup>(1)</sup> API Standard 650 (latest revision), "Welded Steel Tanks for Oil Storage" (Washington, DC: American Petroleum Institute); ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1 (latest revision) (New York, NY: ASME).



**Table D1**  
**Maximum Permissible Rounded Indications in Radiographs for 150 mm (6 in.) Length of Weld<sup>(1)</sup>**

PLATE THICKNESS		TOTAL AREA PERMITTED		SIZE (max.)			SIZE (max.)		
mm	In.	mm <sup>2</sup>	in. <sup>2</sup>	mm	In.	No.	mm	In.	No.
3.0	0.13	1.0	0.0015				0.5	0.020	5
4.7	0.19	1.6	0.0025	0.7	0.028	4	0.5	0.020	8
6.3	0.25	2	0.0031	0.7	0.028	5	0.5	0.020	10
13	0.50	4	0.0063	0.9	0.036	6	0.5	0.020	20
19	0.75	6	0.009	1.1	0.044	6	0.6	0.024	20
25	1.0	8	0.012	1.3	0.052	6	0.7	0.028	20
32	1.25	10	0.016	1.5	0.060	6	0.8	0.032	20

<sup>(1)</sup> The maximum permissible indications may be either the limits indicated under Fine and Medium in Figures D1 and D2 or an assortment of the two, such that the total permitted area figure is not exceeded. Examples of assorted indications are shown in Figures D1 and D2.

Plate thickness 3.0 mm (0.13 in.) to 13 mm (0.50 in.)  
Assorted Rounded Indications

Dimension mm (in.)		No. of Rounded Indications	
Medium	Fine	Medium	Fine
-	0.508 mm (0.020 in.)	-	5

3.0 mm (0.13 in.) thickness  
Total permitted area 1.0 mm<sup>2</sup>(0.0015 in.<sup>2</sup>)

0.711 mm (0.028 in.)	0.508 mm (0.020 in.)	1	6
----------------------	----------------------	---	---

4.7 mm (0.19 in.) thickness  
Total permitted area 1.6 mm<sup>2</sup>(0.0025 in.<sup>2</sup>)

0.711 mm (0.028 in.)	0.508 mm (0.020 in.)	2	7
----------------------	----------------------	---	---

6.3 mm (0.250 in.) thickness  
Total permitted area 2 mm<sup>2</sup>(0.0031 in.<sup>2</sup>)

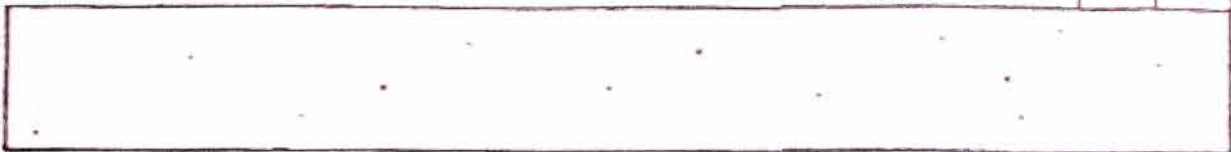
0.91 mm (0.036 in.)	0.508 mm (0.020 in.)	3	10
---------------------	----------------------	---	----

13 mm (0.50 in.) thickness  
Total permitted area 4 mm<sup>2</sup>(0.0063 in.<sup>2</sup>)

Figure D1  
Typical Number and Size of Indications Permitted in Any 150 mm (6 in.) Length of Weld  
Plate Thickness 3.0 mm (0.13 in.) to 13 mm (0.500 in.)


Plate thickness 19mm (0.75 in.) to 32 mm (1.25 in.)

Dimension mm (in.)		No. of Rounded Indications	
Medium	Fine	Medium	Fine
1.0 mm (0.044 in.)	0.609 mm (0.024 in.)	3	10



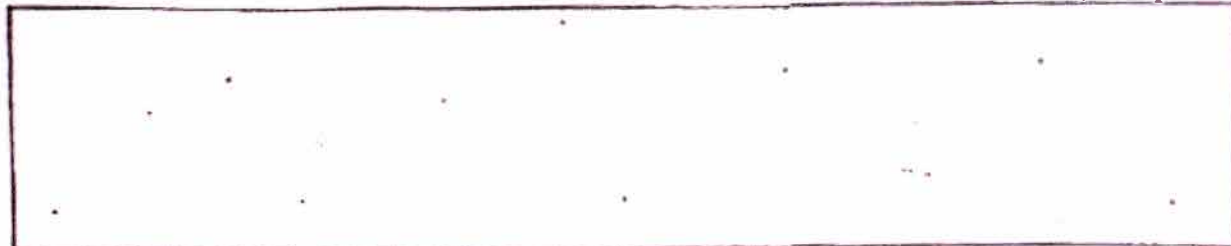
19 mm (0.75 in.) thickness  
 Total permitted area 6 mm<sup>2</sup>(0.009 in.<sup>2</sup>)

Dimension mm (in.)		No. of Rounded Indications	
Medium	Fine	Medium	Fine
1.3 mm (0.052 in.)	0.711 mm (0.028 in.)	3	10



25 mm (1.0 in.) thickness  
 Total permitted area 8 mm<sup>2</sup>(0.012 in.<sup>2</sup>)

Dimension mm (in.)		No. of Rounded Indications	
Medium	Fine	Medium	Fine
1.5 mm (0.060 in.)	0.812 mm (0.032 in.)	3	10



32 mm (1.25 in.) thickness  
 Total permitted area 10 mm<sup>2</sup>(0.016 in.<sup>2</sup>)

**Figure D2**  
 Typical Number and Size of Indications Permitted in Any 150 mm (6 in.) Length of Weld  
 Plate Thickness 19 mm (0.75 in.) to 32 mm (1.25 in.)

## **G. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE PINTURA**



# AMERCOAT 370

## PINTURA EPOXICA

### DESCRIPCION Y VENTAJAS

- ✓ Pintura de rápido secado y curado
- ✓ Se puede aplicar a temperatura muy bajas. El rango de temperatura de la superficie puede estar entre -7°C y 60°C
- ✓ Auto imprimante de alto espesor
- ✓ Sirve de base para una amplia gama de acabados
- ✓ Compatible con zinc inorgánico
- ✓ No contiene plomo en los pigmentos
- ✓ Puede usarse en inmersión en agua fresca o salada.
- ✓ Rápido secado ideal cuando se requieren cortos tiempos de manipuleo
- ✓ Resiste salpicaduras de álcalis, solventes, soluciones de sales neutras y alcalinas
- ✓ Calificación NSF para uso en contacto con agua potable

### USOS TÍPICOS

- ✓ En plantas químicas, refinerías, industria del papel, plataformas marinas, cascos de embarcaciones, tanques de lastre.
- ✓ Ideal para proteger estructuras que están expuestas a temperaturas bajas como minas, plantas concentradoras.
- ✓ Base de Anti-Incrustantes en Obra Viva de embarcaciones.

### DATOS FÍSICOS

Acabado	: Mate
Color	: Gris, Blanco, Rojo óxido
Componentes	: Dos
Relación de la mezcla (en volumen)	: 4 de resina (parte A) 1 de catalizador (parte B)
Curado	: Evaporación de solventes y reacción química.
Sólidos en volumen	: 66% ± 3%
Espesor película seca	: 4 – 6 mils (100 – 150 micrones)
Número de capas	: Una o dos
Rendimiento teórico	: 19.8 m <sup>2</sup> /gal a 5 mils seco

*El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.*

Diluyente	: Amercoat 65
Tiempo de vida útil	: 4 horas a 21°C
Resistencia a la temperatura (en seco)	
Continuo	: 93°C
Intermitente	: 121°C

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

### PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Acero nuevo

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

Acero con pintura antigua

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

Limpieza con agua a ultra alta presión, según norma SSPC-SP12

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

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

### MÉTODO DE APLICACIÓN

Equipo airless

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

Equipo convencional a presión

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

Brocha y rodillo

Resistentes a diluyentes epóxicos

### TIEMPOS SECADO a 21°C (ASTM D1640)

al tacto	10 – 25 minutos
al tacto duro	: 1h 20min – 3 horas
Repintado máximo	: 1 mes inmersión 6 meses no inmersión
Repintado mínimo	: 0.5 horas

Tiempo antes de servicio (horas)

	21°C	10°C	0°C	-7°C
No inmersión	12	24	96	120
inmersión	24	48	168	NR

NR No recomendado

### CONDICIONES DE APLICACIÓN

Temperatura	mínima	máxima
de la superficie	-7°C	49°C
del ambiente	4°C	49°C
Humedad relativa %		85

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

### PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

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

5. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/8 de galón del diluyente Amercoat 65 por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
6. Filtre la mezcla con una malla 30, y aplique adecuadamente.
7. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil.
8. Repintar dentro del “tiempo de repintado” recomendado.

### ***IMPRIMANTES RECOMENDADOS***

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

Dimetcote 9  
Dimetcote 9FT  
Amercoat 68HS  
Amercoat 71  
Productos similares de AMERON, JET o CPP.

### ***ACABADOS RECOMENDADOS***

Se pueden usar los siguientes productos:

Amercoat 370  
Amershield  
Amercoat 450HS  
Productos similares de AMERON, JET o CPP.

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

Peso por galón            6.4 + 0.4 Kg.  
Punto de inflamación  
Resina                    -4°C  
Catalizador            27°C

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

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

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

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

Ultima revisión: 12/05/06

# AMERLOCK 400 GFK

EPOXICO DE ALTO CONTENIDO DE SOLIDOS

## DESCRIPCION Y VENTAJAS

- ✓ Alto espesor, hasta 20 mils por capa
- ✓ Base y acabado a la vez, compatible sobre diferentes pinturas antiguas bien adheridas
- ✓ Puede ser repintado con diferentes capas de acabado
- ✓ Alta impermeabilidad por el aditivo GFK
- ✓ Resistencia continua a la temperatura hasta 218°C
- ✓ Bajo VOC y alto contenido de sólidos, lo cual reduce posibilidad de poros o solvente atrapado entre capas
- ✓ Aprobado por USDA (contacto incidental con alimentos) y NSF (contacto con agua potable)
- ✓ Cumple NFPA Clase A pintura retardadora de fuego
- ✓ Se aplica sobre superficies nuevas o antiguas de acero, galvanizado, concreto, madera y fibra de vidrio

## USOS TIPICOS

- ✓ Mantenimiento de estructuras metálicas o concreto en plantas químicas, mineras, pesqueras, de alimentos, petroquímicas.
- ✓ Exteriores de tanques de almacenamiento de combustible y en general.
- ✓ Protección de pisos y superficies de concreto en almacenes, plantas de alimentos, hangares, cámaras de frío.

## DATOS FISICOS

Acabado	Semi-mate
Color	Según cartilla (*)

(\*) El color blanco y los colores claros podrán mostrar amarillamiento en el tiempo. Los colores amarillo, rojo y naranja se decolorarán más rápido que otros debido al reemplazo de pigmentos.

Componentes	Tres
Relación de la mezcla: (en volumen)	1 de resina (parte A) 1 de catalizador (parte B) 1 de aditivo GFK
Curado	Evaporación de solventes y reacción química
Sólidos en volumen	83% ± 3%
Espesor película seca :	8-20 mils (200-500 micrones)
Número de capas:	1 o 2
Rendimiento teórico :	15.6 m <sup>2</sup> /galón a 8 mils seco
<i>El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.</i>	
Diluyente	Amercoat 65
Tiempo de vida útil :	2 ½ horas a 21°C
Resistencia a la temperatura (en seco)	
Continua	218°C
Intermitente	232°C

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

Alguna decoloración y oscurecimiento ocurrirá a temperaturas mayores a los 93°C, esto no afectará el desempeño de la pintura.

## PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Acero nuevo

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

Acero con pintura antigua

Limpieza manual mecánica según norma SSPC- SP2 o SSPC- SP3, o limpieza con agua a alta presión según norma SSPC-SP12

Concreto

Limpieza según norma ASTM D4259 (“arenado”) o D4260 (ataque ácido)

Galvanizado

Lavar con Unexol 101

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

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

## MÉTODO DE APLICACIÓN

Equipo airless

Similar a Graco Bulldog 45:1 boquilla 0,035” o mayor

Equipo convencional a presión

Similar a pistola Binks 7E2 con boquilla 64x191, o Binks 18D con boquilla 69Cx191

Rodillo

Resistentes a diluyentes epóxicos de pelo corto

## TIEMPOS SECADO a 21°C (ASTM D1640)

al tacto	3 - 5 horas
al tacto duro	18 - 22 horas
Repintado mínimo	16 horas
Repintado máximo	
Amerlock 400GFK	3 meses
A450HS / Amershield	1 mes

## CONDICIONES DE APLICACIÓN

Temperatura	mínima	máxima
de la superficie	4°C	50°C
del ambiente	4°C	50°C
Humedad relativa %		85

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

## PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1. Verifique que se disponga de todos los componentes, además del diluyente recomendado.
2. Homogenice la pintura, agitando por separado cada uno de sus componentes. Use un agitador neumático.
3. Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.
4. Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador.
5. Agregue el aditivo GFK y homogenice la mezcla.
6. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/8 de galón del diluyente Amercoat 65 por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
7. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil.
8. Repintar dentro del “tiempo de repintado” recomendado.

### ***IMPRIMANTES RECOMENDADOS***

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

Dimetcote 9  
Dimetcote 9FT  
Amercoat 68HS  
Amercoat 370

### ***ACABADOS RECOMENDADOS***

Amerlock 400GFK  
Amershield  
Amercoat 450HS

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

Peso por galón            6.2 +/- 0.4 Kg. Resina  
                                  5.7 +/- 0.2 Kg. Catalizador.  
                                  2.0 +/- 0.2 Kg. Aditivo GFK

Punto de inflamación :

Resina                      42°C  
Catalizador                17°C

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

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

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

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

Ultima revisión: 23/02/06



# AMERSHIELD

POLIURETANO ALIFÁTICO

## DESCRIPCIÓN Y VENTAJAS

- ✓ Pintura única de alto rendimiento aplicable a altos espesores
- ✓ Aplicación directa sobre el metal o concreto
- ✓ Sobresaliente resistencia a la abrasión e impacto
- ✓ Buena resistencia a químicos y manchas
- ✓ Recubrimiento fuerte y flexible
- ✓ Retención de color y brillo durante largos periodos de servicio
- ✓ Puede ser usado como pintura de mantenimiento, sobre pintura antigua con buena adhesión
- ✓ Aprobado por la USDA para ser usado en contacto incidental con alimentos, y la NFPA - Clase A como pintura retardadora de fuego

## USOS TÍPICOS

- Estructuras metálicas marinas o puentes.
- ✓ Tanques y tuberías
  - ✓ Plantas industriales de energía, tratamiento de agua residual, papel, alimentos, conservas
  - ✓ Pisos y paredes de concreto  
Exterior de carros y vagones de ferrocarril, camiones y equipo pesado
  - ✓ Cubiertas de plataformas marinas, embarcaciones (obra muerta y superestructura), barcas

## DATOS FÍSICOS

Acabado : Brillante  
Color : Según cartilla (\*)  
(\* Los colores amarillo, rojo y naranja se decolorarán más rápido que otros debido al reemplazo de pigmento.

Componentes : Dos  
Relación de la mezcla (en volumen) : 4 de resina (parte A) : 1 de catalizador (parte B)  
Curado : Evaporación de solventes y reacción química.  
Sólidos en volumen : 73% + 3%  
Espesor película seca : 5 mils (125 micrones)  
Número de capas : Una  
Rendimiento teórico : 21.7 m<sup>2</sup>/gal a 5 mils seco  
*El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.*

Diluyente : Amercoat 65  
Tiempo de vida útil : 2.5 horas a 21°C  
Resistencia a la Temperatura  
Seco y Continuo : 93°C  
Seco e Intermitente: 121°C

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

## PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Acero nuevo

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

Acero con pintura antigua

Limpieza manual mecánica según norma SSPC SP2 o SP3

Concreto

Sobre imprimante apropiado

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

## MÉTODO DE APLICACIÓN

Equipo airless

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

Equipo convencional a presión

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

## TIEMPOS SECADO a 21°C (ASTM D1640)

al tacto : 1 - 4 horas  
al tacto duro : 12 - 16 horas

Repintado máximo:	32°C	26°C	21°C	10°C
(horas)	12	24	168	168

Repintado mínimo:	32°C	26°C	21°C	10°C
(horas)	4	5.5	8	48

## CONDICIONES DE APLICACIÓN

Temperatura	mínima	máxima
de la superficie	4°C	49°C
del ambiente	4°C	49°C
Humedad relativa %	85	

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

## PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1. Verifique que se disponga de todos los componentes, además del diluyente recomendado.
2. Homogenice la pintura, agitando por separado cada uno de sus componentes. Use un agitador neumático.
3. Vierta la resina en un envase limpio y luego el catalizador.
4. Mezcle totalmente los dos componentes usando el agitador.
5. Para facilitar la aplicación agregue un máximo de 1/8 de galón del diluyente Amercoat 65 por galón de pintura preparada y agite la mezcla otra vez.
6. Filtre la mezcla con una malla 30, y aplique adecuadamente.
7. Aplique la pintura preparada antes de sobrepasar su tiempo de vida útil.
8. Repintar dentro del “tiempo de repintado” recomendado.

### ***IMPRIMANTES RECOMENDADOS***

Amerlock 400 AMERON  
Amercoat 385 AMERON  
Imprimante epóxico similar AMERON, JET, CPP.

### ***ACABADOS RECOMENDADOS***

No requiere

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

Peso por galón           4.7 ± 0.4 Kg.  
Punto de inflamación  
  Resina                   27°C  
  Catalizador           38°C

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

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

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

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

Ultima revisión: 19/01/06