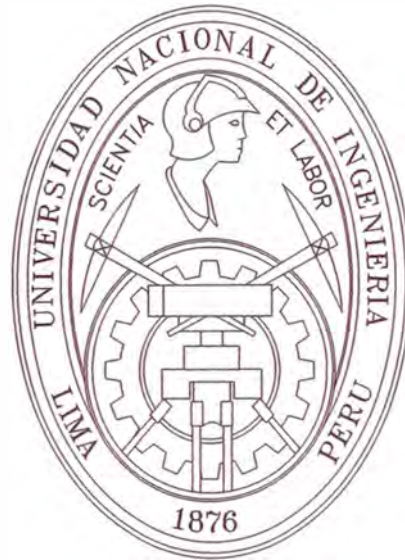


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“MONTAJE DE UN TANQUE CILINDRICO VERTICAL  
DE ACERO SOLDADO PARA ALMACENAMIENTO  
DE GASÓLEO PESADO DE 90 000 BARRILES”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

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

**VICTOR ANDRES SEGOVIA CANALES**

**PROMOCIÓN 2006-I**

**LIMA-PERÚ**

**2009**

# AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas que me  
brindaron su apoyo  
incondicionalmente. A ellos mi más  
sincero agradecimiento.

# PRÓLOGO

El presente informe presenta de una manera clara y sencilla la secuencia de montaje de un tanque de almacenamiento para hidrocarburo (específicamente gasóleo pesado). También describe las pruebas de calidad realizadas en cada etapa del montaje del proyecto “Rehabilitación y montaje del Tanque 54”. Este proyecto se realizó entre los meses de marzo del 2007 hasta abril del 2008 en la planta de Petroperú – Operaciones Conchán ubicada en el sur de lima distrito de Lurín.

Para el desarrollo del informe se dividió en cuatro capítulos y son presentados de la siguiente manera:

En el Capítulo 1 se desarrolla una breve introducción al tema, presenta los tanques de almacenamiento como componente fundamental en toda refinería además de una justificación del proyecto Tanque 54, el alcance del proyecto, también los límites del informe.

El Capítulo 2 trata de conceptos y definiciones básicas; Códigos, Normas, Estándares los cuales son necesarios para el desarrollo de todo proyecto pues definen los requisitos de la calidad. En la actualidad todos los productos tienden a estandarizarse y los que no cumpla con los requisitos mínimos de calidad serán eliminados del mercado. Los proyectos de construcción no son la excepción por eso es de vital importancia el correcto conocimiento de la nomenclatura usada en el montaje de un tanque.

El Capítulo 3 trata acerca del montaje del tanque, la secuencia que se siguió para completar el proyecto; empezando por las obras civiles, las obras metalmecánicas, la instrumentación y los trabajos finales que son el pintado y la instalación de los accesorios.

El Capítulo 4 trata sobre las pruebas de calidad, que se realizan al tanque para garantizar su correcto funcionamiento, detectando así defectos en la soldadura y en el ensamble total. Estas pruebas se realizan luego de terminado cada etapa del montaje y son requisito para proseguir con el proyecto.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	ii
ÍNDICE GENERAL .....	iv
ABREVIATURAS .....	vii

## CAPITULO 1

### INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades .....	1
1.2. Antecedentes .....	3
1.3. Justificación .....	4
1.4. Objetivo .....	7
1.5. Alcance .....	7
1.6. Limitaciones .....	7

## CAPITULO 2

### MARCO TEÓRICO

2.1. Conceptos Básicos .....	8
2.2. Tipos de Tanque de almacenamiento.....	10
2.3. Códigos aplicables .....	11
2.4. Materiales a emplear .....	12
2.5. Soldadura de Tanques de almacenamiento .....	13
2.5.1. Tipo de juntas usadas en la soldadura .....	14
2.5.1.1. Juntas verticales en el cilindro	
2.5.1.2. Juntas horizontales en el cilindro	
2.5.1.3. Soldadura del Fondo del tanque	
2.5.1.4. Junta del cilindro contra el fondo del tanque	
2.5.1.5. Junta del techo y perfil de coronamiento	
2.6. Boquillas .....	19
2.6.1. Boquillas en las paredes del tanque .....	20
2.6.2. Boquillas en el techo .....	20

2.7.	Entrada de hombre y accesorios .....	21
2.7.1.	Entradas de hombre horizontales y verticales .....	21
2.7.2.	Venteos .....	22
2.7.3.	Drenes y sumideros .....	22
2.8.	Escaleras y plataformas .....	22
2.8.1.	Requerimientos para plataformas y pasillos .....	22
2.8.2.	Requerimientos para escaleras .....	23

### CAPITULO 3

#### **MONTAJE DEL TANQUE 54**

3.1.	Materiales equipos y mano de obra .....	27
3.1.1.	Para obra civil .....	27
3.1.2.	Para obra metalmecánica .....	28
3.1.3.	Para trabajos de instrumentación .....	28
3.1.4.	Equipos utilizados .....	29
3.1.5.	Mano de Obra .....	31
3.2.	Obra civil .....	32
3.2.1.	Cimentación del tanque .....	32
3.2.1.1.	Excavación	
3.2.1.2.	Encofrado	
3.2.1.3.	Vaceado de la sub-base	
3.2.1.4.	Acero de refuerzo	
3.2.1.5.	Concreto armado	
3.2.1.6.	Instalación de la capa de geomembrana	
3.2.1.7.	Instalación del sand oil	
3.2.1.8.	Impermeabilización del cubeto	
3.3.	Obra metalmecánica .....	44
3.3.1.	Prefabricados .....	44
3.3.2.	Instalación del fondo del tanque .....	47
3.3.3.	Montaje de los anillos del cilindro .....	52
3.3.4.	Montaje del techo .....	62
3.3.5.	Montaje de accesorios .....	64

3.4. Trabajos complementarios .....	65
3.4.1. Protección de la superficie del tanque .....	65
3.4.2. Instalación del sistema automático de nivel y temperatura ...	69

## CAPITULO 4

### PRUEBAS E INSPECCIONES

4.1. Inspección visual de la soldadura .....	74
4.1.1. Inspección del metal base .....	74
4.1.2. Inspección del proceso de soldadura .....	75
4.1.3. Inspección final .....	76
4.2. Prueba de vacío en la soldadura de fondo y techo .....	77
4.2.1. Inspección y reparación de defectos .....	78
4.3. Prueba de tintes penetrantes .....	79
4.3.1. Inspección y reparación de defectos .....	80
4.4. Prueba de radiografiado industrial .....	81
4.5. Prueba de diesel caliente .....	83
4.6. Prueba neumática de las planchas de refuerzo .....	84
4.7. Prueba hidrostática y de asentamiento .....	85

### CONCLUSIONES

### RECOMENDACIONES

### ANEXOS

### PLANOS

## ABREVIATURAS

Ac	Corriente alterna.
ANS	American National Standards Institute.
API	American Petroleum Institute
ASME	American Society of Mechanical Engineers.
AWS	American Welding Society.
cd	Corriente directa o continua.
CJP	Penetración Completa en la Unión.
cm	Centímetro.
END	Ensayo No Destructivo.
SCAW	Soldadura de arco con electrodo revestido.
GMAW	Soldadura de arco con Gas Protector.
GTAW	Soldadura de arco con electrodo de Tungsteno.
incl.	Inclusive.
kg	Kilogramo.
mm	Milímetro.
PAW	Soldadura de arco y Plasma.
psi	Lb/pulg <sup>2</sup> .
pulg	Pulgadas.
RT	Ensayo de Radiografía.
SAW	Soldadura de Arco Sumergido.
SMAW	Soldadura de arco con Electrodo Revestido.
UT	Ensayo de Ultrasonido.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN.

### 1.1 GENERALIDADES

En la industria petrolera, petroquímica y otras industrias son utilizados distintos tipos de recipientes para almacenar una gran variedad de productos como son: crudo y sus derivados, propano, gasóleo pesado, agua etc.

El almacenamiento constituye un elemento de sumo valor en la explotación de los servicios de hidrocarburos, actuando como un pulmón entre producción y transporte para absorber las variaciones de consumo. Además permite la sedimentación de agua y barros del crudo antes de despacharlo por oleoducto o a destilación, brindando así flexibilidad operativa a las refinerías.

Los tanques de almacenamiento así como toda construcción deben de cumplir con normas y especificaciones técnicas a fin de optimizar su eficiencia, seguridad y duración en servicio. El Estándar *API 650 – Welded Steel Tank for oil storage. (Tanques Soldados para almacenamiento de Hidrocarburos)*. EL Código *ASME Sección IX – Qualification standard for welding and brazing procedures, welders, brazers, and welding and brazing operators (Calificación de procedimientos de*

*soldadura, soldadura fuerte, soldadores y operadores de soldadura fuerte*) y los Estándares del *SSPC (Control de calidad en recubrimientos)*, los más aceptados para la fabricación e inspección de tanques soldados para almacenamiento de hidrocarburos y es función del inspector verificar su cumplimiento.

El presente trabajo “**Montaje de un tanque cilíndrico vertical de acero soldado para almacenamiento de gasóleo pesado de 90 mil barriles**”, es un resumen de mi experiencia como supervisor de control de calidad en la empresa HAUG S.A. estando a cargo de asegurar el cumplimiento de los códigos, estándares, especificaciones y criterios de inspección durante las principales etapas de la obra las cuales son: el montaje, el soldeo, las pruebas de inspección, la instalación de accesorios, preparación y protección superficial, de un tanque cilíndrico vertical de acero de techo cónico instalado sobre tierra con capacidad 90 000 Barriles y presión interna igual o similar a la atmosférica.

Este proyecto se realizó en las instalaciones de la empresa Petroperú, Refinería Conchán, en el kilómetro 26,5 de la carretera Panamericana Sur, distrito de Lurín, departamento de Lima. Siendo Haug S.A. la empresa que ejecutó el proyecto, el cual se desarrollo desde el 02 de Abril del 2007 hasta 11 de Marzo del 2008.

## 1.2 ANTECEDENTES

La planta cuenta con una unidad de destilación primaria la cual procesa un aproximado de 20 000 barriles de petróleo crudo por día. Refinando y produciendo derivados como gasolina primaria, solventes, kerosene y diesel 2. El crudo reducido de la unidad de destilación primaria es procesado en la unidad de destilación al vacío obteniéndose el gasóleo liviano, que forma parte del diesel 2, gasóleo pesado. Los fondos de esta unidad se utilizan para la preparación de petróleos industriales y los asfaltos para pavimentación como carga los fondos de esta unidad se utilizan petróleos industriales y asfaltos

La calidad de sus asfaltos hace que estos productos sean reconocidos internacionalmente. Además esta refinería se caracteriza por su gran flexibilidad operativa para procesar en sus unidades diversos tipos de petróleo.

Antes del proyecto Montaje del Tanque TK-54, la refinería Conchán contaba con más de 70 tanques con una capacidad total de almacenamiento de 250 000 Barriles de crudo y más de 840 000 Barriles de productos refinado disponiendo de una capacidad de almacenamiento de 300 000 Barriles para diesel 2.

El Gasóleo Pesado (GOP) hasta mayo del 2003, era utilizado exclusivamente para preparar Petróleo Industrial Número 6 (P. I. N° 6). Desde que se iniciaron los envíos de GOP hacia la Refinería Talara, fue necesario contar con un tanque destinado para éste servicio.

En ese entonces (mayo 2003) se utilizaban los tanques N° 2 (30 000 barriles) ó N° 7 (30 000 barriles), para almacenar el GOP, generándose los siguientes problemas operativos:

- 1.- Reducción de la capacidad de almacenamiento de crudo.
- 2.- Reducción de la capacidad de almacenamiento de Base Asfáltica.
- 3.- Reducción del almacenamiento de Petróleos Industriales.
- 4.- Paradas frecuentes en operaciones de cabotaje.

Lo cual no sólo significó disminuir la capacidad de almacenamiento de Crudo, Base Asfáltica y/o Petróleos Industriales, sino también la pérdida de flexibilidad operativa.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La transferencia de Gasóleo Pesado de Refinería Conchán para su posterior procesamiento en la Unidad de Craqueo Catalítico de Refinería Talara es muy ventajosa para la empresa, ha permitido obtener ganancias del orden de los tres millones de dólares anuales.

La comercialización de IFO 180 e IFO 380 han generado ganancias de aproximadamente US\$ 35 000 en lo que va desde enero 2003 hasta julio 2004 (19 meses). Este monto es adicional al caso en que estos productos se hubiesen comercializado como Petróleo Industrial 6. Una ventaja competitiva a futuro es disponer de capacidad de almacenamiento adicional para un producto en pleno crecimiento en el mercado de los combustibles marinos.

La Unidad de Movimiento de Productos efectuará la PREDISTRIBUCIÓN DE TANQUES que permitan disponer de cubetos compatibles con lo estipulado en el Reglamento de la Ley de Hidrocarburos. Se ha considerado que una vez montados los tanques, pasar el Tanque. 8 (30 000 barriles) y Tanque 5 (60 000 barriles) al servicio de IFO's y GOP respectivamente.

<u>INVERSION:</u>	<u>Miles de US\$</u>
Estudios, afirmado del terreno y muros C.I. Tanque IFO	33
Estudios, afirmado del terreno y muros C.I. Tanque GOP (frente al Tanque N°2)	60
Sistemas complementarios a los Tanques 340	340
Montaje del Tanque 54 y del Tanque 67	1 810
<b>TOTAL</b>	<b>2 243</b>

<b>INVERSIÓN</b>	<b>2 243</b>
<b>INGRESOS</b> (Ganancia anual estimada)	3 000
<b>EGRESOS</b> (Costo de Mantenimiento 4.0% de la inversión)	90
<b>DEPRECIACIÓN</b> (10% de la inversión)	224

**RENTABILIDAD DEL PROYECTO****(Miles de US\$)****Rehabilitación y Montaje de 02 tanques para el servicio de Gasóleo e Industrial Fuel Oil IFO**

AÑO	INVERSION	INGRESOS	EGRESOS	DEPREC LINEAL	UTILIDAD BRUTA	IMPUESTO 30%	FLUJO FONDOS
0	2 243						(2 243)
1		3 000	90	224	2 686	806	2 104
2		3 000	90	224	2 686	806	2 104
3		3 000	90	224	2 686	806	2 104
4		3 000	90	224	2 686	806	2 104
5		3 000	90	224	2 686	806	2 104
6		3 000	90	224	2 686	806	2 104
7		3 000	90	224	2 686	806	2 104
8		3 000	90	224	2 686	806	2 104
9		3 000	90	224	2,686	806	2 104
10		3 000	90	224	2,686	806	2 104

Valor Actual Neto: (VAN-0):      12%      9 647,8 Mil US \$

Tasa Interna de Retorno (TIR): 93,7%

IVA = 4,30

PAYOUT= 1,26 AÑOS

## 1.4 OBJETIVO

Describir de una manera práctica y sencilla el procedimiento del montaje de un tanque cilíndrico vertical de acero soldado para el almacenamiento de gasóleo pesado en la planta de Petroperú - Operaciones Conchán. Todo esto según los lineamientos del Código API 650 – *“Tanques soldados para el almacenamiento de hidrocarburos”*

## 1.5 ALCANCE

El presente informe trata acerca del montaje del Tanque vertical de acero soldado para almacenamiento de Gasóleo pesado en Petroperú Operaciones Conchán, comprendido por:

- Obras civiles.
- Obras metalmecánicas
- Inspección de Soldadura.
- Instalación de sistemas complementarios.
- Pruebas Finales al Tanque

El proyecto no incluye el estudio de suelos donde se cimentará el Tanque 54, este estudio está incluido en un proyecto anterior.

El proyecto no incluye las fabricaciones en Taller y demás trabajos previos al montaje del Tanque.

## 1.6 LIMITACIONES

El propósito del informe no es describir el proceso de destilación del petróleo, aunque hace mención en productos intermedios y algunos conceptos, estos se encuentran definidos en el Marco Teórico.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO.**

El presente capítulo trata sobre conceptos básicos acerca de los tanques de almacenamiento; así como también algunos criterios de selección de materiales y criterios de diseño, empleados en la elaboración del proyecto.

#### **2.1 CONCEPTOS BASICOS**

A continuación, los conceptos más empleados en el presente informe, con la finalidad de facilitar su comprensión:

*Boquilla.-* Orificio practicado en un tanque para la entrada y/o salida de un fluido o la instalación de un instrumento de medición, generalmente son bridadas o roscadas.

*Brida.-* Accesorio para acoplamiento de tuberías, que facilita el armado y desarmado de las mismas.

*Carga Hidrostática.-* La presión ejercida por un líquido en reposo.



*Carga Muerta.*- Fuerza debida al peso propio de los elementos a considerar.

*Carga Viva.*- La fuerza ejercida por cuerpos externos, tales como: nieve, lluvia, viento, personas y/o objetos en tránsito, etc.

*Código.*- Conjunto de mandatos dictados por una autoridad competente.

*Corrosión.*- Desgaste no deseado, originado por la reacción química entre el fluido contenido y/o procesado y el material de construcción del equipo en contacto con el mismo.

*Eficiencia de Juntas Soldadas.*- Valor numérico dado por el Código o Estándar correspondiente (Grado de Confiabilidad).

*Estándar.*- Sugerencias para la fabricación y diseño, originadas por la experiencia.

*Norma.*- Conjunto de reglas para el dimensionamiento y cálculo de accesorios.

*Presión Atmosférica.*- Es la producida por el peso del aire y su valor depende de la altura del sitio indicado sobre el nivel del mar.

*Presión de Diseño.*- Es la presión manométrica considerada para efectuar los cálculos.

*Presión de operación.*- Presión manométrica a la cual estará sometido el tanque en condiciones normales de trabajo.

*Presión de Prueba.*- Valor de la presión manométrica que sirva para realizar la prueba hidrostática o neumática.

*Recipiente.*- Depósito cerrado que aloja un fluido a una presión manométrica diferente a la atmosférica, ya sea positiva o negativa.

*Tanque.*- Depósito diseñado para almacenar o procesar fluidos, generalmente a presión atmosférica o presión internas relativamente bajas.

## **2.2 TIPOS DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

Los tanques de almacenamiento se usan como depósitos para contener una reserva suficiente de algún producto para su uso posterior y/o comercialización. Los tanques de almacenamiento, se clasifican en:

- Cilíndricos Horizontales.

Cilíndricos Verticales de Fondo Plano.

Los Tanques Cilíndricos Horizontales, generalmente son de volúmenes relativamente bajos, debido a que presentan problemas por fallas de corte y flexión. Por lo general, se usan para almacenar volúmenes pequeños.

Los tanques Cilíndricos verticales de fondo plano nos permiten almacenar grandes cantidades volumétricas con un costo bajo. Con la limitante que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas.

Estos tipos de tanques se clasifican en:

- De techo fijo.  
De techo flotante.
- Sin techo.

En este informe trata acerca de un tanque cilíndrico vertical de techo fijo cuyo techo es soportado por una estructura.

### **2.3 CODIGOS APLICABLES**

En muchos proyectos en el mundo, incluyendo el nuestro, el diseño y cálculo de tanques de almacenamiento, se basa en la publicación que realiza el American Petroleum Institute, al que esta institución designa como "STANDAR API 650 – *Welded Steel Tank for Oil Storage*", para tanques de almacenamiento a presión. Este estándar sólo cubre aquellos tanques en los cuales se almacenan fluidos líquidos y están contruidos de acero con el fondo uniformemente soportado por una cama de arena, grava, concreto, asfalto, etc, diseñados para soportar una presión de operación atmosférica o presiones internas que no excedan el peso del techo por unidad de área y una temperatura de operación no mayor de 93 °C (200 °F), y que no se usen para servicios de refrigeración.

## **2.4 MATERIALES A EMPLEAR**

Para el mejor diseño, cálculo y manufactura de tanques de almacenamiento es importante seleccionar el material adecuado dentro de la variedad de aceros que existen en el mercado, por lo que a continuación listamos los materiales usados en este proyecto.

### *2.4.1 MATERIALES USADOS EN EL PROYECTO SEGÚN EL ESTÁNDAR ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS).*

#### **A-36.- ACERO ESTRUCTURAL.**

En espesores de hasta 19 mm. (3/4 pulg.). Este material es aceptable y usado en planchas y perfiles, en el tanque así como en los elementos estructurales.

En el proyecto se usaron planchas con espesores de 6 mm hasta 19 mm, perfiles como ángulos de alas iguales y tubos de diámetro 1-1/4 pulgadas de diámetros.

#### **A- 53.- GRADOS B.**

Se usó para tubería en general.

#### **A-105.- ACERO FORJADO**

Usado en accesorios de acoplamiento de tuberías, como bridas uniones simples soldables.

#### **A-325.- GRADO B. Material de tornillos y tuercas para usos generales.**

#### **2.4.2 MATERIALES DE APORTE PARA SOLDADURA**

Para el soldeo de materiales con una resistencia a la tracción menor de 550 MPa (80 ksi), usó el proceso electrodo revestido con materiales de aporte cuya clasificación es AWS E-6011 y AWS E7018.

En el proyecto se usaron los electrodos E6010, E7018 para el soldeo del fondo, fondo con cilindro. El electrodo AWS E6010, AWS E6013 para el soldeo del techo y del fondo del tanque.

### **2.5 SOLDADURA EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

La soldadura de un tanque de almacenamiento deberá basarse en los lineamientos del Código A.S.M.E. sección IX, el cual establece que toda junta soldada deberá realizarse utilizando un procedimiento de soldadura de acuerdo a la clasificación de la junta y que, además, el operador deberá contar con un certificado que lo acredite como soldador calificado. Una vez realizada la soldadura o soldaduras, éstas se someterán a pruebas y ensayos como: ultrasonido, radiografiado, líquidos penetrantes, dureza, etc., donde la calidad de la soldadura es responsabilidad del fabricante.

Al efectuar el montaje se deberán preparar procedimientos específicos de soldadura para cada caso. Se calificaron e utilizaron 04 procedimientos de soldadura para 4 diferentes disposiciones, según las variables específicas. Estos procedimientos se encuentran en el Anexo A.

Los procedimientos de soldadura serán presentados para su aprobación y estudio antes de aplicar cualquier cordón de soldadura para cada caso en particular. Este procedimiento debe indicar la preparación de los elementos a soldar, así como la temperatura a la que se deberá precalentar los materiales a unir.

Todas las soldaduras deberán presentar penetración completa, eliminando la escoria dejada al aplicar un cordón de soldadura antes de aplicar sobre éste el siguiente cordón.

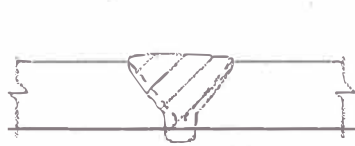
### **2.5.1 TIPOS DE JUNTAS USADAS PARA LA SOLDADURA**

#### **2.5.1.1 JUNTAS VERTICALES EN EL CILINDRO.**

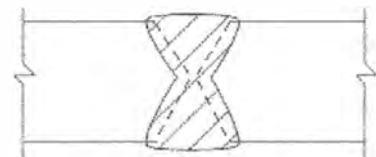
- a) Las juntas verticales deberán ser de penetración y fusión completa, lo cual se logró soldando la plancha por ambos lados, de tal forma que se obtuvo la misma calidad del metal depositado en el interior y el exterior de las partes soldadas para cumpliendo con los requerimientos del procedimiento de soldadura.
  
- b) Las juntas verticales no deberán ser colineales, pero deben ser paralelas entre sí en una distancia mínima horizontal entre costuras de  $5(t)$ , donde  $t$  es el espesor de la plancha.

### 2.5.1.2 JUNTAS HORIZONTALES EN EL CILINDRO.

- a) Las juntas horizontales, deberán presentar penetración y fusión completa, sin embargo como una alternativa pueden soldarse ángulos en la parte superior del cilindro mediante soldadura de filete, cumplimiento con el procedimiento de soldadura.
- b) A menos que otra cosa sea especificada, la junta a tope con o sin bisel entre las placas del cuerpo, deberán tener una línea de centros o fibra media común.



Junta a tope en V simple

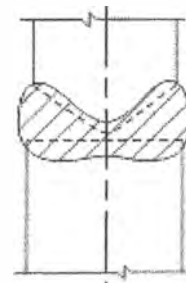


Junta a tope en V doble

Figura 2.1 Juntas verticales típicas del cilindro



Junta a tope con bisel simple  
penetración completa



Junta a tope con doble bisel  
penetración completa

Figura 2.2 Juntas horizontales típicas del cilindro

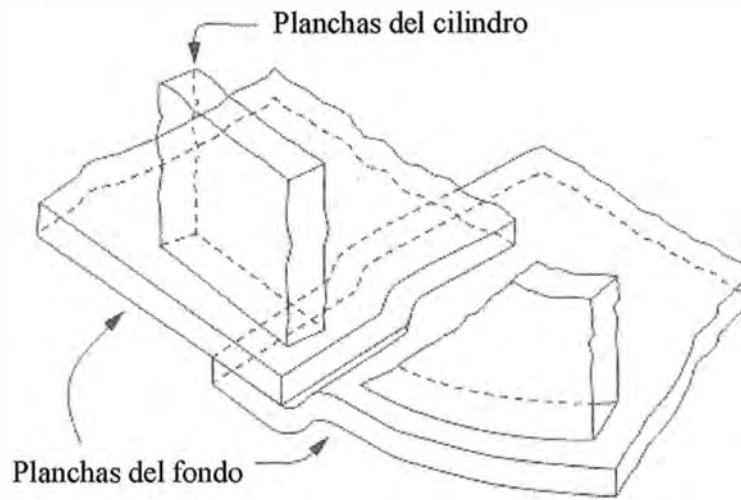
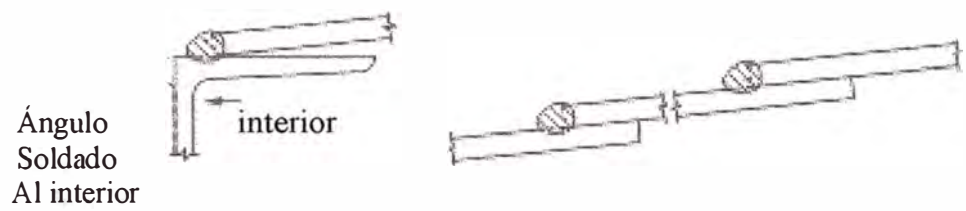
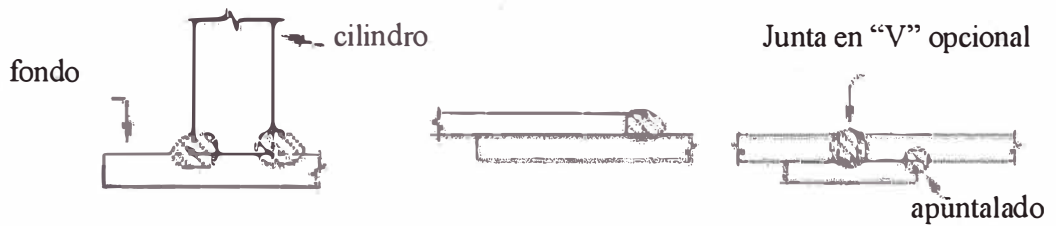


Figura 2.3 Método para preparar la junta traslapada de las planchas del fondo debajo del cilindro



Junta de las planchas del techo



Junta del cilindro con las planchas del fondo

Figura 2.4 Juntas típicas del techo y fondo



### 2.5.1.3 SOLDADURA DEL FONDO

Soldaduras a traslape.- Las planchas del fondo deberán ser rectangulares y estar escuadradas. El traslape tendrá un ancho de por lo menos, 32mm. (1-1/4 pulg.) para todas las juntas: la costura de dos o tres planchas, como máximo que estén soldadas, guardarán una distancia mínima de 300mm. ó un pie con respecto a cualquier otra junta y/o a la pared del tanque. Las placas del fondo serán soldadas con un filete continuo a lo largo de toda la unión. A menos que se use un anillo anular, las placas del fondo llevarán bayonetas para un mejor asiento de la plancha del cuerpo que son apoyadas sobre el fondo de acuerdo a la Figura 1.4.

### 2.5.1.4 JUNTA DEL CILINDRO-FONDO.

- a) Para espesores de placa del fondo 12.7mm. (1/2 pulg.) o menores la unión entre el fondo y el canto de las placas del cilindro tendrá que ser hecha con un filete continuo de soldadura que descansa de ambos lados de la placa del cuerpo (Ver Figura 1.4). El tamaño de cada cordón, sin tomar en cuenta la corrosión permisible, no será mayor que 12.7mm. (1/2") y no menor que el espesor nominal de la más delgada de las placas a unir, o menor que los valores indicados en la Tabla 2.1 de la página siguiente.

Tabla 2.1: Tamaño de la soldadura anular fondo-cilindro

Espesor nominal de la plancha del cilindro (mm)	Tamaño mínimo del filete (mm.)
5	5
> 5 - 20	6
> 20 - 32	8
> 32 - 45	10

- b) Para placas anulares de un espesor mayor de 12 mm. (1/2 pulg), la junta soldada deberá ser de una dimensión tal que la pierna del filete o la profundidad del bisel más la pierna del filete de una soldadura combinada sean del mismo espesor que la placa anular.

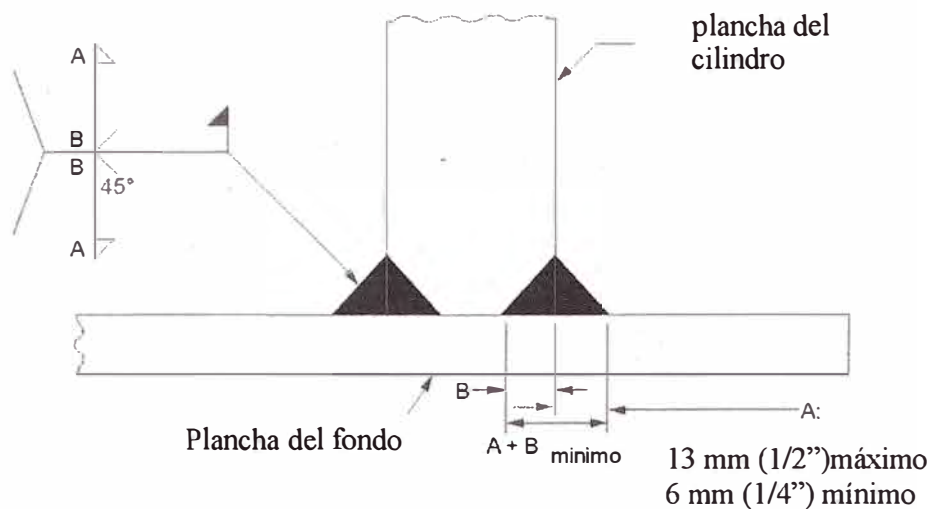


Figura 2.5 Detalle de la junta de doble filete para un espesor nominal mayor a 13 mm (1/2")

A=B para espesores de plancha mayores a 25 mm.

#### 2.5.1.5 JUNTA DEL TECHO Y PERFIL DE CORONAMIENTO

- a) Las placas del techo deberán soldarse a traslape por el lado superior con un filete continuo igual al espesor de las mismas (Ver Figura 1.5).
- b) Las placas del techo serán soldadas al perfil de coronamiento del tanque con un filete continuo por el lado superior únicamente y el tamaño del filete será igual al espesor más delgado (Ver Figura 1.5).
- c) Las secciones que conformen el perfil de coronamiento para techos autosoportados estarán unidas por cordones de soldadura que tengan penetración y fusión completa.

## 2.6 BOQUILLAS

Todos los tanques de almacenamiento deberán estar provistos de boquillas, las que a continuación se enlistan como las mínimas requeridas que deberán ser instaladas.

- 1.- Entrada (s) de producto (s).
- 2.- Salida (s) de producto (s).
- 3.- Drene (con o sin sumidero).
  - 4.- Venteo.
  - 5.- Entrada (s) de hombre.
  - 6.- Conexiones para indicador y/o control de nivel.
- 4.- Cople roscado para indicador de temperatura.

### **2.6.1 BOQUILLAS EN LAS PAREDES DEL TANQUE.**

Las boquillas bridadas y/o roscadas, podrán ser del tipo SLIP ON, WELDING NECK, LAP JOINT, cuando el usuario así lo solicite.

Todas las boquillas de 76mm (3 pulg.) de diámetro y mayores deberán contar con una placa de refuerzo (cuyas dimensiones están especificadas en el Standard API 650) con el fin de absorber la concentración de esfuerzos debidos a la perforación hecha al cilindro, el refuerzo además contará con un agujero de 6.3mm (1/4 pulg.) de diámetro roscado con cuerda NPT , con la finalidad de que por ellos salga la acumulación de gases al realizar la soldadura y para que, posteriormente, se realice una prueba de hermeticidad.

En el caso de que sean boquillas de 76 mm. (3 pulg.) de diámetro, (o menores), que tengan un servicio exclusivo de instrumentación o que no presenten carga debida a la línea, podrán colocarse en un ángulo no mayor de 15° con respecto al plano vertical y no llevarán una placa de refuerzo.

### **2.6.2 BOQUILLAS EN EL TECHO**

Las boquillas del techo pueden ser del tipo SLIP-ON Y WELDING NECK, las cuales están de acuerdo con los requerimientos de la clase 10.5 Kg/cm.2 (150) para bridas forjadas de acero al carbón de cara realzada en ANSI B16.5. Las bridas tipo anillo serán conforme a todas las dimensiones de las bridas SLIP-ON, excepto en la extensión del HUB, que puede ser omitido.

Las boquillas bridadas o roscadas con diámetro de 152 mm (6 pulg.) y menores no requieren placa de refuerzo, a menos que así lo solicite el usuario.

Se recomienda que todas las boquillas no sean mayores de 305 mm (12pulg.) de diámetro, excepto las entradas hombre.

## **2.7 ENTRADA DE HOMBRE Y ACCESORIOS**

### ***2.7.1 ENTRADAS DE HOMBRE HORIZONTALES Y VERTICALES***

Las boquillas de los tanques de almacenamiento contarán, por lo menos con una entrada hombre en el cuerpo o en el techo con la finalidad de poder realizar limpieza, revisiones o reparaciones en el interior del tanque.

Las entradas hombre contarán con una placa de refuerzo, la cual tendrá un agujero de 6.3 mm. de diámetro con rosca NPT para prueba neumática, quedando éstos sobre las líneas de centro verticales u horizontales y abiertos a la atmósfera.

### ***2.7.2 VENTEOS***

Los tanques de almacenamiento contarán con una boquilla exclusiva para venteo, la que tendrá que ser diseñada y calculada, con la finalidad de que dentro del tanque no se genere presión interna al ser llenado o vaciado, el cual debe colocarse de ser posible, en la parte más alta del tanque. Es opcional la instalación de una válvula de vacío en la parte superior del tanque.

### **2.7.3 DRENES Y SUMIDEROS**

Los tanques de almacenamiento también deberán contar con una boquilla por lo menos para el drenado de lodos, la cual podrá estar al ras del fondo, dirigidas a un sumidero o por debajo del tanque.

## **2.8 ESCALERAS Y PLATAFORMAS**

Las escaleras, plataformas y barandales tienen la finalidad de situar al personal que así lo requiera en una zona del tanque que necesite de constante mantenimiento o supervisión, generalmente sobre el techo donde se localizan diversas boquillas y la entrada hombre, además de brindar protección y seguridad al personal al subir y bajar del techo del tanque.

### **2.8.1 REQUERIMIENTOS PARA PLATAFORMAS Y PASILLOS (API 650)**

- a) Todos los componentes deberán ser metálicos.
- b) El ancho mínimo del piso será de 610mm. (24 pulg.).
- c) Todo el piso deberá ser de material antideslizante.
- d) La altura del barandal a partir del piso será de 1,067mm. (42 pulg.).
- e) La altura mínima del rodapié será de 76mm. (3 pulg.).
- f) El máximo espacio entre el suelo y la parte inferior del espesor de la placa del pasillo será de 6.35mm. (1/4 pulg.).

- g) La altura del barandal central será aproximadamente la mitad de la distancia desde lo alto del pasillo a la parte superior del barandal.
- h) La distancia máxima entre los postes del barandal deberá ser de 1168mm. (46 pulg.).
- i) La estructura completa tendrá que ser capaz de soportar una carga viva concentrada de 453 Kg. (1,000 lb), aplicada en cualquier dirección y en cualquier punto del barandal.
- j) Los pasamanos estarán en ambos lados de la plataforma, y estarán interrumpidos donde sea necesario para un acceso.
- k) Cualquier espacio mayor de 152mm. (6 pulg.) entre el tanque y la plataforma deberá tener piso.

### **2.8.2 REQUERIMIENTOS PARA ESCALERAS**

Todas las partes de la escalera serán metálicas.

El ancho mínimo de las escaleras será de 610mm. (24 pulg.).

El ángulo máximo entre las escaleras y una línea horizontal será de 50°.

El ancho mínimo de los peldaños será de 203mm. (8 pulg.). La elevación será uniforme a todo lo largo de la escalera.

Los peldaños deberán estar hechos de rejilla o material antiderrapante.

La parte superior de la reja deberá estar unida a los pasamanos de la plataforma sin margen y la altura, medida verticalmente desde el nivel del peldaño hasta el borde del mismo de 762 a 864 mm. (30 pulg. a 34 pulg.).

La distancia máxima entre los postes de la rejilla medidos a lo largo de la elevación de 2 438mm. (96 pulg.).

La estructura completa será capaz de soportar una carga viva concentrada de 453 Kg. (1 000 lb), y la estructura del pasamanos deberá ser capaz de soportar una carga de 90Kg. (200 lb), aplicada en cualquier dirección y punto del barandal.

Los pasamanos deberán estar colocados en ambos lados de las escaleras rectas; éstos serán colocados también en ambos lados de las escaleras circulares cuando el claro entre cuerpo-tanque y los largueros de la escalera excedan 203mm. (8 pulg.).

Las escaleras circunferenciales estarán completamente soportadas en el cuerpo del tanque y los finales de los largueros apoyados en el piso.



## **CAPÍTULO 3**

### **MONTAJE DEL TANQUE 54**

Las siguientes actividades son pasos a seguir en el montaje del tanque N°54 en Refinería Conchán - Petroperú. Cada uno de estos pasos representa un tema amplio e importante a tratar aún desde el punto específico del informe, pero haremos un análisis resumido de ellos, como sigue:

Características del tanque :

Tanque N° : 54.

Tipo : Superficial, cilíndrico, vertical y techo cónico.

Capacidad Nominal : 90 000 barriles.

Norma de construcción : API 650.

Producto almacenado : Gasóleo Pesado (GOP).

Diámetro interior : 35 m.

Altura total cilindro : 15 m.

El cilindro estará conformado por planchas nuevas y usadas de acero al carbono de calidad estructural ASTM A-36, de acuerdo a la siguiente distribución:

Tabla 3.1 Dimensiones de las planchas a usar

Anillo N°	Altura (mm)	Cantidad (Und.)	Espesor (mm)	Largo (mm)	Condición de planchas
Inferior 1	1800	19	19	6000	Nuevas
2	1500	19	16	6000	Nuevas
3	1500	19	16	6000	Nuevas
4	1500	19	12.5	6000	Nuevas
5	1500	19	12.5	6000	Nuevas
6	1500	19	9.5	6000	Nuevas
7	1300	28	9.5	4000	Usadas
8	1500	19	6.4	6000	Nuevas
9	1500	19	6.4	6000	Nuevas
Superior 10	1400	19	6.4	6000	Nuevas

El montaje del tanque involucra principalmente:

- Materiales, equipos y Mano de obra.
- Obra Civil
  - Cimentación
  - Impermeabilización del cubeto N°1).
- Obra Metalmecánica (Erección del tanque).
  - Instalación de los manholes y boquillas.
  - Montaje del sistema de refrigeración.
  - Montaje del Sistema de espuma y contra incendio.
- Protección de la superficie metálica. (Pintado del interior y exterior de tanque).
- Instalación del sistema de medición automática de nivel y temperatura.
- Pruebas, ensayos e inspecciones.

### **3.1 MATERIALES, EQUIPOS Y MANO DE OBRA**

#### **3.1.1 Para Obra Civil**

Son todos aquellos que intervienen en relleno de la sub-base, base y anillo de cimentación del tanque, muro contra incendio y están conformados por los siguientes elementos:

1. Material de relleno : De acuerdo a especificaciones.
2. Agua : Limpia libre de sales, aceites, ácidos y materiales orgánicos.
3. Sand-oil : De acuerdo a especificaciones.
4. Cemento : ASTM-C-150-56.
5. Arena : Limpia, de composición y granulometría especificada.
6. Piedra : Limpia, de composición y tamaño especificado.
7. Acero : Para la armadura de fierro corrugado según especificaciones.
8. Madera : Para encofrado, de tamaño y condiciones que garanticen buena ejecución de obra.
9. Geomembrana HDPE de 60 mil (1.5 mm espesor)
10. Geotextil PAVCO NT 7000T de 500 gr/cm<sup>2</sup>
11. Asfalto RC - 250

### 3.1.2 Para obra Metal-Mecánica

Son los materiales que se usan en la construcción del tanque y sus accesorios.

1. Planchas de acero : Acero estructural ASTM A36.
2. Perfiles laminados : Acero estructural ASTM A36.
3. Electrodo de soldadura : De acuerdo a la clasificación AWS-A5.1.
4. Tubería y conexiones : API Std.5L
5. Bridas : De acuerdo al estándar ANSI-B16.5
7. Pernos (espárragos) : ASTM-A307
8. Varios (empaques, filtros, aislamientos, discos de esmeril, etc.)
9. Pintura : Material suministrado por la empresa CPPQ.

### 3.1.3 Para los trabajos de instrumentación

Son los materiales y equipos necesarios en el sistema automático de nivel y temperatura.

1. Brida de Ø8", Clase 150 , WN RF material ASTM A-105 Gr. I
2. Tablero de distribución TD 3EEx ed IIC T4/T6.
3. Caja Bornera de campo JB2 (JUNCTION BOX JB2)
4. Sistema de control automático de temperatura Marca ENRAF modelo VITO – MTT 762.
5. Sistema de control automático de nivel Marca ENRAF modelo SmartRadar 970 .

### 3.1.4 Equipos utilizados

En el montaje de tanques, las máquinas, equipos, y herramientas a emplear son numerosos y diversificados, dependiendo su empleo en la modalidad de montaje y/o los procedimientos de soldadura.

Hacemos una relación de ellos y su aplicación.

- **Grupo Electrógeno:**

Para generar energía eléctrica para las máquinas soldadoras, herramientas portátiles, iluminación, se instaló 5 tableros eléctricos de equipos con llaves térmicas trifásicas y monofásicas. Para el montaje del tanque N°54 se utilizaron 2 grupos electrógenos de 90 KW cada uno, de marca MODASA.

- **Máquinas de Soldar:**

Máquinas Multiprocesos Trifásicas de 400 Amperios, marca MILLER modelo INVERTER cuyas principales características eléctricas son: 80V de voltaje en vacío, y 60% mínimo de ciclo de trabajo. El número de máquinas utilizado durante el montaje del tanque son 10 para soldar las paredes del cilindro y 2 máquinas de apoyo para el apuntalado del fondo.

- **Camión Grúa.**

De pluma extensible para el sistema de montaje con pluma (anillo sobre anillo).

Marca Chevrolet con motor Perkins petrolero, pluma marca HIAB 140 con una capacidad de 5 toneladas.

- **Gatas Hidráulicas:**

Se utilizaron 42 gatas de 20 TON cada uno; la erección se hace por el sistema de anillo bajo anillo armado y soldado (gateado). Estas gatas deben ser inspeccionadas, antes del izaje de cada anillo.

- **Equipo de Oxi-Corte con carro-transportable:**

Se utilizaron 03 equipos de corte por oxígeno, con propano como combustible, con sus respectivos accesorios para las labores de ajuste, corte, remociones, etc.

- **Amoladora Angular:**

Se utilizaron 15 Amoladoras de 7" y 10 amoladoras de 4 1/2" de marca BOSCH en número de 1 por cada soldador, para la limpieza de los pases de raíz, y desbastes finos, se inspeccionará su estado y funcionamiento y protección (deberán preverse amoladoras de repuesto).

- **Equipo de Prueba al Vacío:**

Consistente en una caja metálica de cierre hermético con una ventana de vidrio transparente, conexiones y manómetro indicador de vacío, para la prueba de las uniones soldadas del fondo y el techo.

- **Compresora**

01 Compresora a Diesel Atlas Copco modelo XATS 156 de 300 CFM a 110 psi.

01 Compresora a Diesel Atlas Copco modelo XATS 156 de 750 CFM a 120 psi.

- **Equipo de Arenado:**

04 Tolvas de 0.5 m<sup>3</sup> con manguera de 1 ¼” de diámetro y boquilla N°6.

04 Aspiradoras RIGID – Modelo RID-WD 1665 de 16 galones de 6.5 HP

02 Extractores de polvo.

03 Luminarias de 1000 watts.

- **Equipos para aplicación de pinturas:**

01 Equipo airless eléctrico Graco – Ultra Max II 495 con 2 boquillas.

01 Equipo airless eléctrico Graco – Ultra Max II 395.

01 Equipo airless a combustible marca Stinflo 1095.

01 Agitador eléctrico tipo Jiffy.

### 3.1.5 Mano de obra

En la construcción del tanque N° 54, intervinieron personal operativo de diferentes ramas de la técnica (sin mencionar el personal administrativo) tales como: 04 operarios, 09 soldadores, 04 caldereros, 03 armadores tuberos, 01 topógrafo, oficiales encofradores, oficiales fierros, electricistas, arenadores, 01 operadores de camión grúa, 02 choferes.

Los soldadores y los armadores (montajistas) en los que recae la tarea de armar y soldar la estructura del tanque dentro de las condiciones óptimas de seguridad y calidad. También se tendrá en cuenta al personal de apoyo (ayudantes) de los cuales los esmeriladores merecen mención especial.

## **3.2 OBRA CIVIL**

### **3.2.1 CIMENTACIÓN DEL TANQUE**

#### **3.2.1.1 EXCAVACION**

Se refiere a todas las excavaciones necesarias para cumplir con las dimensiones previstas en cimentación, indicados en los planos, debiendo preverse los espacios necesarios, para aflojar las formas de los encofrados.

El fondo de las excavaciones, deberá ser convenientemente apisonado y nivelado a lo que especifique los planos. Si se hubiera excavado por debajo de los niveles requeridos, se llenará estos espacios con el mismo tipo de material que corresponde al elemento estructural por hacerse.

Los espacios excavados y no ocupados por la estructura definitiva, serán rellenados hasta los niveles indicados en los detalles de la cimentación de cada plano.

El relleno se realizará sobre superficies niveladas compactadas con capas de 0.25 m de espesor como máximo. En cada capa se apasionará fuertemente y regará lo suficiente, hasta lograr que no se produzcan hundimientos, así sucesivamente hasta dejarlo bien consolidado.





Foto N° 3.1: Detalle de la excavación



Foto N° 3.2: Afirmado y compactado del terreno

### 3.2.1.2 ENCOFRADO

Los encofrados tendrán la forma y dimensiones de los elementos estructurales indicados en los planos. Deberán estar suficientemente unidas para evitar la pérdida de concreto.

Se arriostrarán en forma conveniente para mantenerlos en su posición y evitar que se deformen. Cuando se use yeso en las uniones de los encofrados se tendrá especial cuidado en evitar que toquen las armaduras.



Foto N° 3.3: Encofrado de sub-base de cimentación del tanque

### 3.2.1.3 VACEADO DE LA SUB-BASE

Comprende la cimentación, muro contra incendio de concreto armado, las escuadras de drenaje y la canaleta de drenaje de aguas pluviales.

**Materiales:**

A-Cemento PÓRTLAND TIPO V

B- Agregado Grueso

C- Piedra chancada de ½’’

D-Agua

El cemento y los agregados deberán almacenarse de modo que se evite el deterioro o mezcla con sustancias extrañas. Para la mezcla de concreto se emplearán mezcladoras de tipo apropiado, se mezclara hasta que los materiales que lo componen se distribuyan uniformemente en la masa del concreto.

El llenado deberá ser realizado en forma tal, que el concreto esté en todo momento plástico y fluya fácilmente por los espacios entre las barras.



Foto N° 3.4: Vacado de concreto Sub-base Tanque 54

#### .2.1.4 ACERO DE REFUERZO

Deben ser varillas de acero corrugado  $F_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ , de grado 60 y deberá satisfacer las especificaciones particulares de la ASTM, en su última edición.

Las barras de la armadura de acero se asegurarán en su posición de modo que no sean desplazados durante la colocación de concreto. Con este objetivo se pueden emplear dados de concreto o barras espaciadoras. El espaciamiento libre mínimo entre hileras será 2.5 cm.

Cuando hay varios empalmes en una misma zona, se observará el espaciamiento mínimo indicado anteriormente. La longitud de empalme de los elementos en tracción se ejecutará tal como se indica en los planos. La armadura deberá limpiarse de óxidos, yeso, grasas u otras sustancias antes de la colocación de concreto. Todas las barras deberán doblarse en frío.

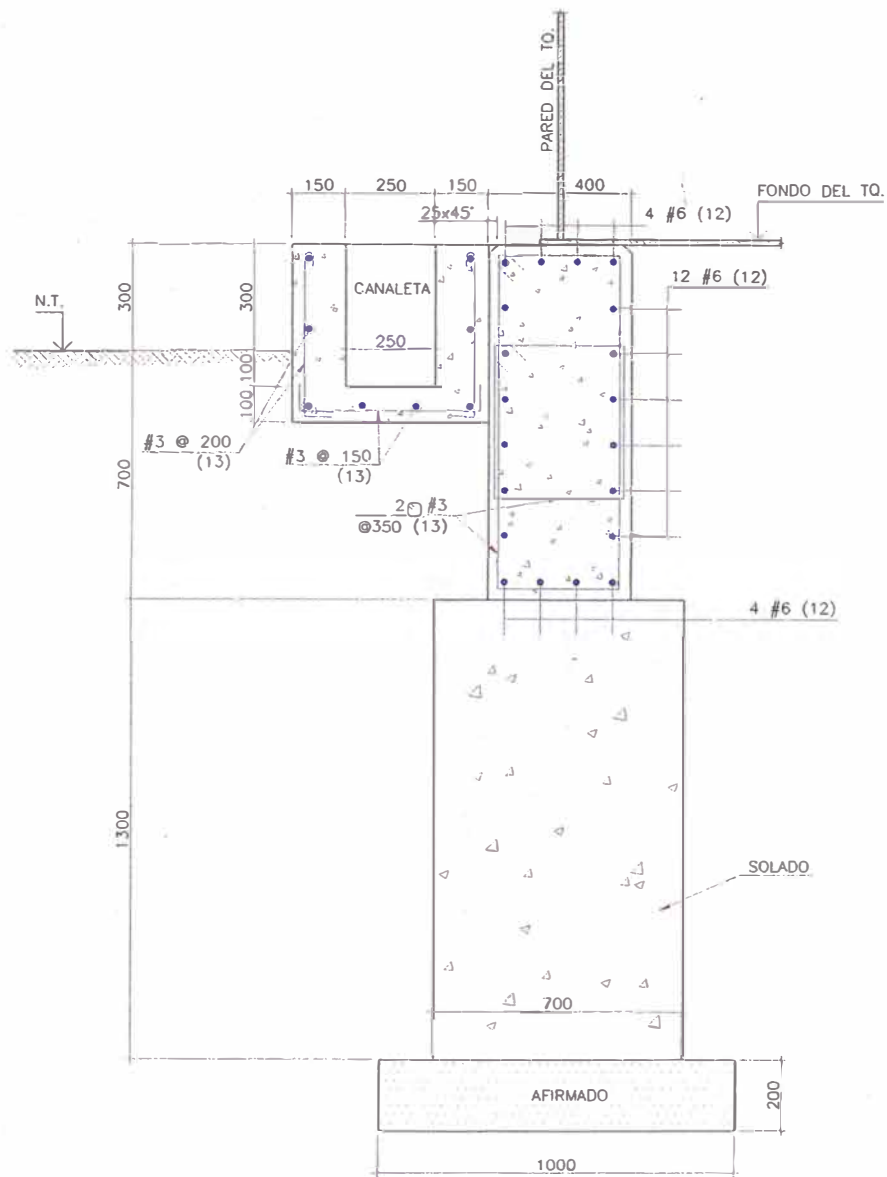


Figura N° 3.1: Detalle sección del anillo de cimentación



Foto N° 3.5 Instalación de la armadura de varillas de acero corrugado

### 3.2.1.5 CONCRETO ARMADO

Comprende la construcción de la cimentación, muro contra incendio de concreto armado, las escuadras de drenaje, canaleta de drenaje de aguas pluviales.

#### **Materiales:**

- E- Cemento PÓRTLAND TIPO V
- F- Agregado Grueso
- G- Piedra chancada de ½’’
- H- Agua

El cemento y los agregados deberán almacenarse de modo que se evite el deterioro o mezcla con sustancias extrañas. Para la mezcla de concreto se emplearán mezcladoras de tipo apropiado, se mezclara hasta que los materiales que lo componen se distribuyan uniformemente en la masa del concreto.

El llenado deberá ser realizado en forma tal, que el concreto esté en todo momento plástico y fluya fácilmente por los espacios entre las barras.



Foto N° 3.6: Vaceado de Concreto en sub-base Tanque N° 54

### 3.2.1.6 INSTALACION DE LA CAPA DE GEOMEMBRANA

Para la impermeabilización del tanque N° 54; se utilizo geomembrana de 1.5 mm, porque es la más eficaz y de buenos resultados, teniendo en cuenta que es un material que no permite la filtración en caso eventual de producirse un derrame.

Previamente colocó una capa de arena de 5 cm. Antes y después de la colocación de la geomembrana de polietileno de alta densidad se instalo geotextil de protección y finalmente se colocó una capa de afirmado compactado (10 cm) como se indica en los planos cuidando que el material anguloso de afirmado dañe la geomembrana.



Foto N° 3.7: Instalación de geromembrana en el Tanque N° 54



### 3.2.1.7 INSTALACION DEL SAND OIL

Después de la compactación del material de la base se colocará el sand oil, que es mezcla de aceite y arena para proteger la superficie inferior de las planchas del fondo y proporcionar una capa uniforme y elástica que permita distribuir la carga sobre las planchas del fondo del tanque.

El mezclado de arena con aceite se realizo en una máquina mezcladora de concreto. La proporción de arena y aceite requerida para obtener una consistencia satisfactoria se determino con mezclas de prueba. La mezcla se considero satisfactoria cuando al comprimir con un badilejo un plano vertical este se puede mantenerse estable al retirarse dicho badilejo.

El proceso de mezclado duro hasta que los granos de arena queden completamente cubiertos por el aceite, y cuando se observo que la mezcla presenta un color uniforme.

La mezcla "Sand Oil" se colocó sobre la base de cimentación del tanque, el mismo día de su preparación y se compacto cuidadosamente con un equipo de plancha vibradora dándosele la forma indicada en los planos mediante el uso de reglas de madera.

La base de "Sand Oil" se protegió de la humedad hasta antes de proceder a colocar las planchas del fondo del tanque

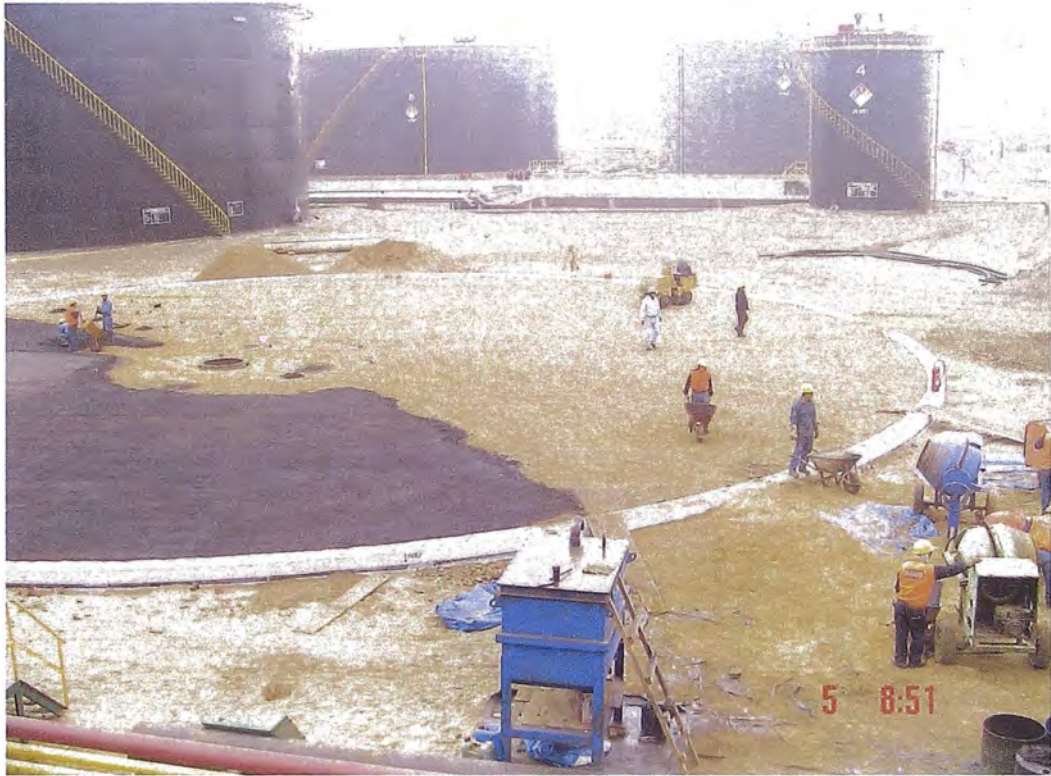


Foto N° 3.8: Instalación del Sand Oil

### 3.2.1.8 IMPERMEABILIZACIÓN DEL CUBETO

El cubeto se impermeabilizó mediante el uso de geomembranas (1.5 mm de espesor) instaladas sobre adecuadas capas de suelo, libres de elementos que pudiera dañarlas, sobre la Geomembrana se colocara una capa de material propio seleccionado, debidamente compactada (5 cm arena + 10 cm afirmado). La superficie tiene una pendiente de 1% hacia las cunetas construidas adyacentes a los muros, la cual facilitará evacuar posibles derrames de hidrocarburos.



Foto N° 3.9: Instalación del geomembrana en el interior del cubeto.



Foto N° 3.10: Aplicación de capa de 5cm de arena limosa

### 3.3 OBRA METALMECÁNICA

#### 3.3.1 PREFABRICADOS

##### a. Preparación de las Planchas:

- Enderezado:

Debe hacerse en frío mediante el uso de prensa y se martillará a temperatura de forja (rojo).

- Dimensiones:

Las tolerancias para las planchas del cilindro son: ancho y largo =  $\pm 1/16"$  (1.5 mm.); diagonales =  $\pm 1/4"$  (6.0 mm).

- Corte:

Con Cizalla: hasta  $3/8"$  para uniones a tope.

Con Cizalla: hasta  $5/8"$  para uniones traslapadas. Tolerancia de rectitud del corte:  $\pm 1/32"$  (0.8 mm.)

Corte con oxígeno se hará con guía, y de preferencia con equipo semi-automático de corte, excepto en los bordes circunferenciales del techo y fondo que se efectuaron con soplete manual.

### b. Preparación de juntas

Para las juntas de diferentes tipos de soldadura del tanque, bordes con bisel de  $30^\circ$  y talón de  $1/8"$  (3 mm.)(Fig. 01)

Los bordes serán oxycortados y desbastados hasta llegar a la medida nominal del bisel y deberán presentar finalmente una superficie uniforme y lisa, libre de estrías, socavados, escamas, escoria, rebabas, distorsiones, quemaduras, y dentro de las tolerancias dimensionales indicadas, y sólo cumplidas estas condiciones estarán aptas para el rolado.

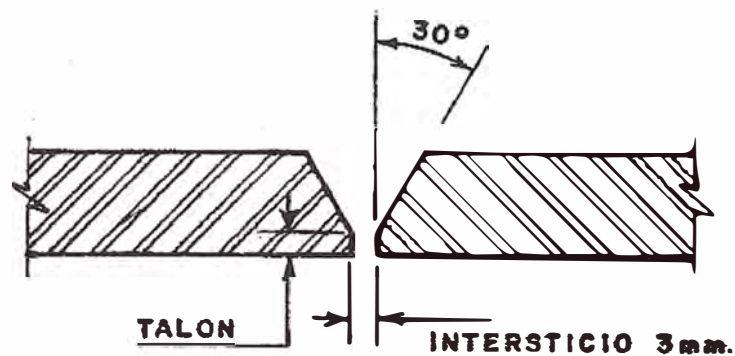


Figura 3.2: Esquema del diseño de junta para el soldeo del Tanque N 54

### c. Rolado de planchas de acero

Las planchas biseladas serán roladas en frío mediante el uso de rola motorizada, con el lado biselado en la parte convexa de la plancha.

De preferencia antes de alcanzar la curvatura final, se verificará que los bordes estén paralelos, y sin alabeo ni distorsión.

En el plano vertical las planchas no quedarán con curvatura que signifique una flecha mayor de  $1/4"$  para una cuerda de  $36"$ .

#### d. Apilado

Las planchas roladas deberán mantener su curvatura y paralelismo durante el tiempo previo al montaje, para lo cual al apilarlas, debe emplearse el sistema de calzos o colocarlas de canto sobre un soporte apropiado.

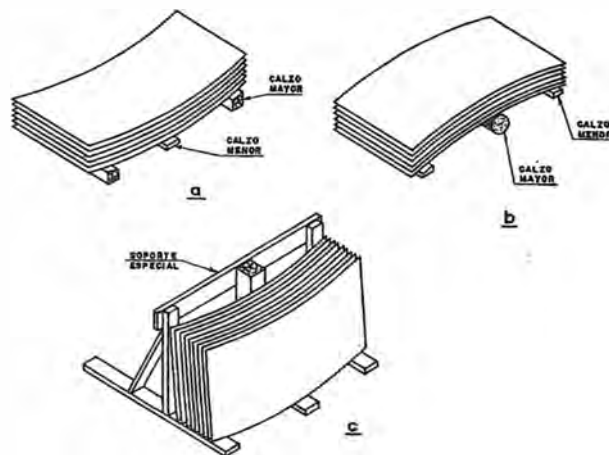


Figura N° 3.3: Esquema de la forma de correcta de apilar las planchas.



Foto N° 3.11: Apilado de planchas en planta Lurín

**e. Transporte**

El prefabricado, rolado arenado y pintado en capa base de las planchas se realizo en Planta Lurín HAUG.

Para la carga y descarga, se usaron ganchos mecánicos, y al descargar y apilar se emplearon los métodos propuestos anteriormente. Se cuidarán los bordes biselados de los golpes, y del contacto con el terreno húmedo o con materias grasosas.

**3.3.2 INSTALACIÓN DEL FONDO DEL TANQUE**

La presentación de las planchas del fondo, el orden y secuencia de la soldadura se indican en los planos, los que han sido establecidos de acuerdo a las técnicas para disipar el calor y minimizar la deformación de las planchas y los esfuerzos de las costuras soldadas que las unen.(Método Paso de Peregrino)

**a. Presentación y Apuntalado:**

Las planchas se colocarán de manera que queden traslapadas de bordes a 1" y se sujetarán con puntos de soldadura de 1" de long. (2.5 cms.) con penetración completa, con procedimiento de soldadura HAUG/WPS – 319.

El primer punto se coloca en el centro de la junta, y los siguientes a una distancia de 20-25 espesores (de la plancha) 6", en orden alterno, hacia los extremos.

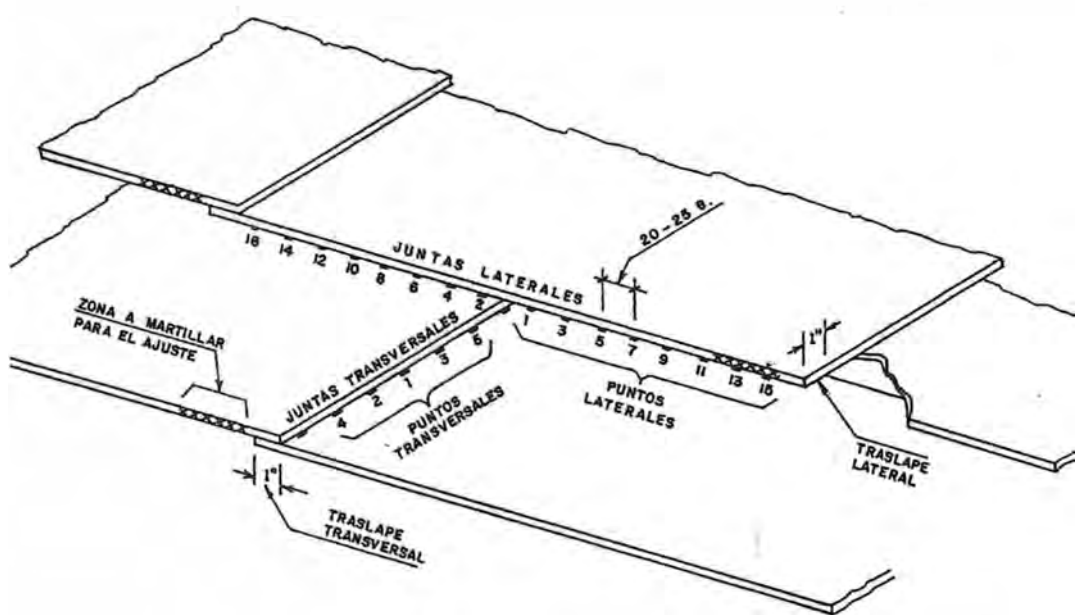


Figura N° 3.4: presentado y apuntalado de las planchas del fondo



Foto N° 3.12: Instalación de las planchas del fondo



Las juntas transversales se apuntalan primero y luego las juntas laterales adyacentes, hasta llegar al borde perimetral. Antes de colocar los puntos se presiona la junta de modo que no quede ninguna luz entre las superficies.

Sólo debe aplicarse golpes en frío (martillado) para este ajuste, en los lugares de la junta lateral adyacentes al traslape transversal (zonas marcadas en los bordes de la plancha).

El proceso de apuntalado se lleva hasta la zona del corte perimetral, donde se encuentra el eje del anillo base de concreto en el cual descansa el borde del primer anillo del cilindro, este corte se hace a 1-1/2" más afuera de la línea que marca el diámetro exterior del tanque.

Realizado este corte se procede a preparar la zona del borde recortado donde se encuentran los traslapes, fin de que la pared del tanque descansa sobre los dos bordes a ras.

Esto se realiza por forja, colocando una matriz debajo de la plancha inferior y calentándola al rojo en una zona de 2" de ancho y 3" de larga y golpeando sobre un aplanador, colocado sobre la plancha superior del traslape.

En los fondos con anillo perimetral el apuntalado se hace con la misma técnica en lo que respecta al área central, puesto que la corona o anillo perimetral se prepara para que sus juntas radiales sean soldadas a tope, cuando ya esté construido el cilindro y apoyado en la base. Las demás juntas se mantendrán casi libres a excepción de un tramo de 30cm que suelda de ante mano, donde quedará el cilindro.

**b. Soldeo:**

El orden y secuencia general de soldadura para todo el fondo será de modo tal que el avance sea desde el centro hacia afuera, usando el "paso de peregrino", para minimizar las distorsiones producto de la soldadura (Figura 04).

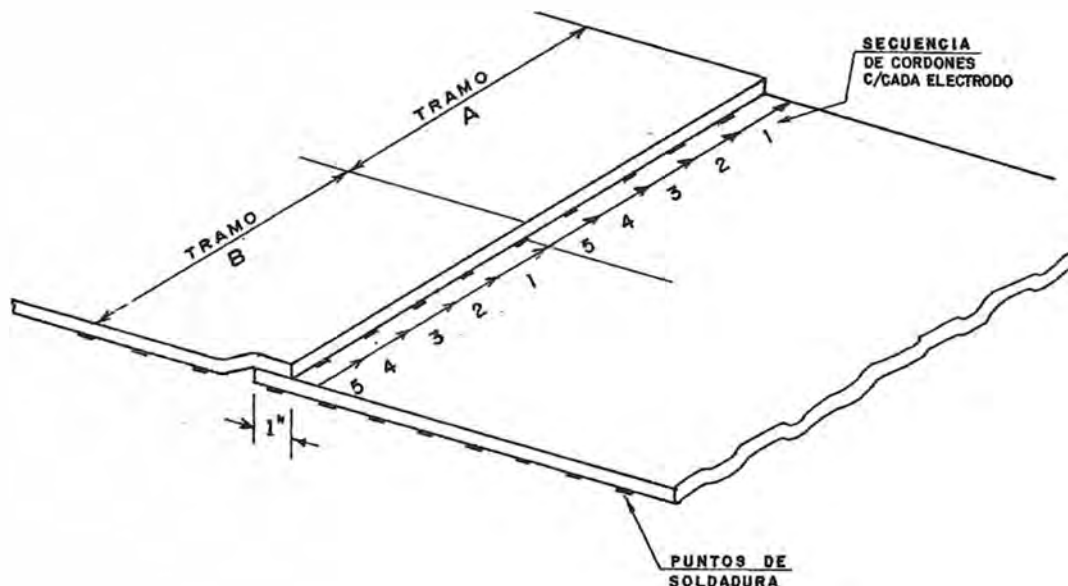


Figura N° 3.5: Método de soldadura "paso peregrino".

Primero se sueldan todas las juntas transversales, en sus tramos A y después los tramos B.

La soldadura de las juntas longitudinales se hace también con la técnica de "paso de peregrino", pero en forma continua del centro hacia los extremos de la línea a soldar, hasta llegar a 1.5m ó 2 m. del borde o hasta el empalme con el anillo perimetral.

#### b.1 Inspección Visual de la Soldadura:

(Desde la colocación de los puntos en el armado).

- a. En las juntas a solape las planchas deben estar en contacto. “bien pegadas”.
- b. La dimensión y ubicación de los puntos, de acuerdo a las indicaciones.
- c. Los electrodos de acuerdo al tipo y diámetro, amperaje y velocidad. de avance de acuerdo con el procedimiento de soldadura indicado.
- c. Finalmente, todas las soldaduras deberán ser limpiadas con escobilla circular de alambre de acero para hacer la inspección visual y posteriormente la prueba de vacío.

Otras pruebas e inspecciones de importancia serán tratadas en el siguiente capítulo.

### 3.3.3 MONTAJE DE LOS ANILLOS DEL CILINDRO

El montaje de los anillos del cilindro del tanque N° 54, se realizó por el sistema de Gateado o Sistema Anillo Bajo Anillo "ABA".

a. Descripción del Sistema:

La construcción del cilindro del tanque N° 54, se realizó armando y soldando cada uno de los anillos comenzando por el que se encuentra en la parte superior (décimo anillo), y elevándolo mediante gatas hasta dejar un espacio en la parte baja que permita el armado de un siguiente anillo y así sucesivamente hasta completar los 10 anillos.

El proceso integral del montaje se desarrolla en las siguientes etapas:

a.1 Instalación de las Estructuras Soportantes.

a.2 Armado de anillos

a.3 Soldadura.

a.4 Gateado.

Cada una de estas etapas implica la utilización de métodos de trabajo, personal especializado, equipos y herramientas en buen estado, elementos de apoyo. Además de procedimientos de trabajo que requieren inspección constante para su cumplimiento.

### a.1 Instalación de los Elementos Soportantes de la Estructura

#### Cimentación del Tanque:

Al encofrar el anillo base de concreto se puede dejar hacia afuera los extremos de dos varillas de fierro corrugado para cada columna a fin de soldar una escuadra para fijar y mantener la columna de gateado, en posición vertical.

#### Trazado del diámetro del Tanque:

Mediante un tramo fabricado al efecto, se traza sobre el fondo, el diámetro interior y exterior del cilindro en su anillo inferior.

No se permite el uso de cinta métrica para este trazado porque se pega al perfil del fondo que es cónico tomando la forma de él.

#### Ubicación y Montaje de las columnas:

La ubicación de las columnas para el gateado, se hace tomando en cuenta la posición de las conexiones del tanque, y las costuras verticales para que no coincidan con alguna de ellas.

Las columnas de gateado están arriostradas convenientemente para proporcionar seguridad a las fuerzas horizontales de viento o de sismo, al movimiento circunferencial y de torsión mediante los arriostren diagonales.

Estos últimos se desmontan cada vez que en el gateado se alcanza la altura tope, para dar lugar al montaje de un nuevo anillo.

Ubicación y Montaje de los Apoyos de Anillo "Burritos".

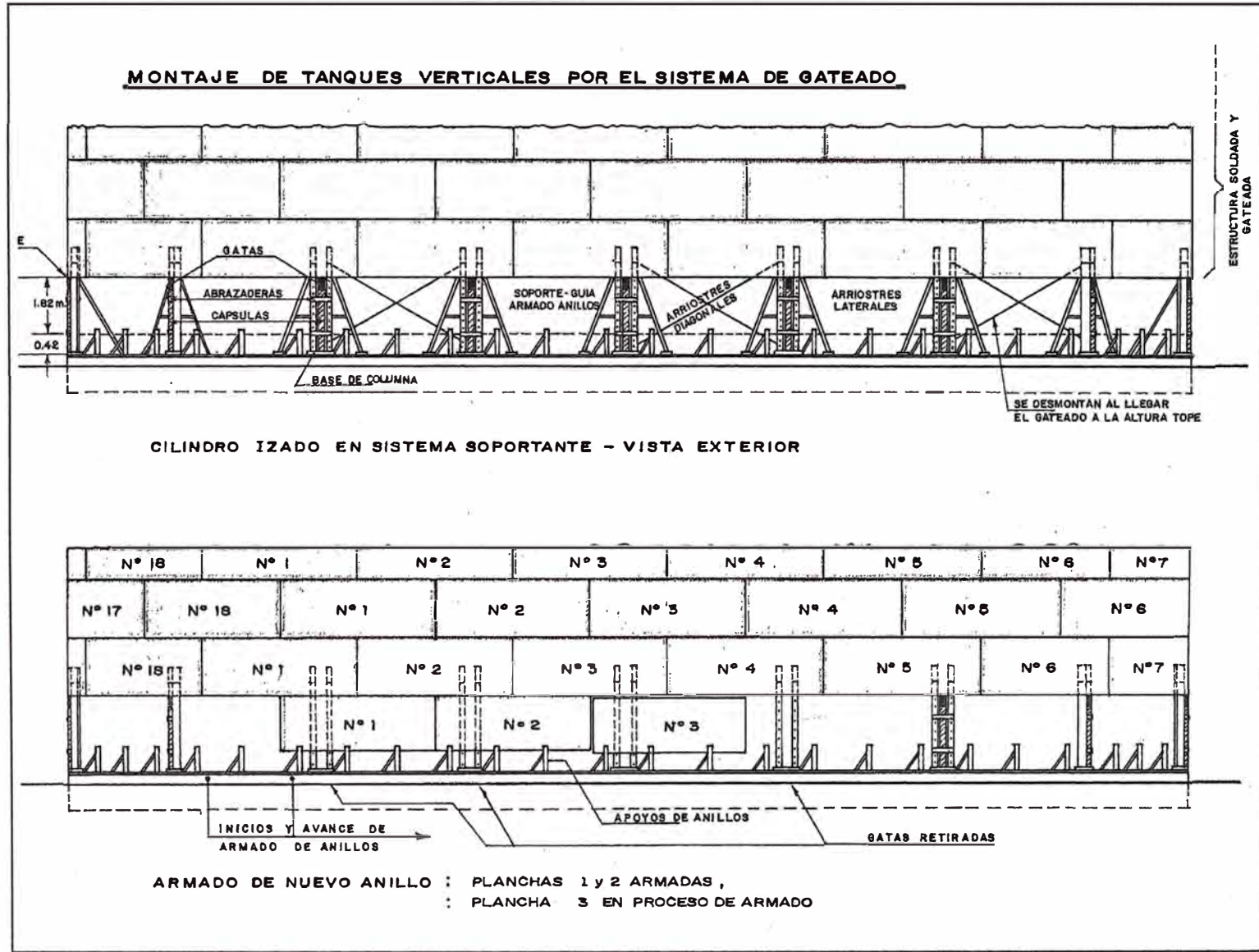
El espacio que hay entre columnas se divide de tal manera que ninguna costura vertical coincida con un soporte.

La distancia entre soportes no es necesariamente igual.



Foto N° 3.13: Sistema de montaje anillo bajo Anillo

Figura N° 3.6: Sistema de montaje Anillo bajo Anillo "gateado"



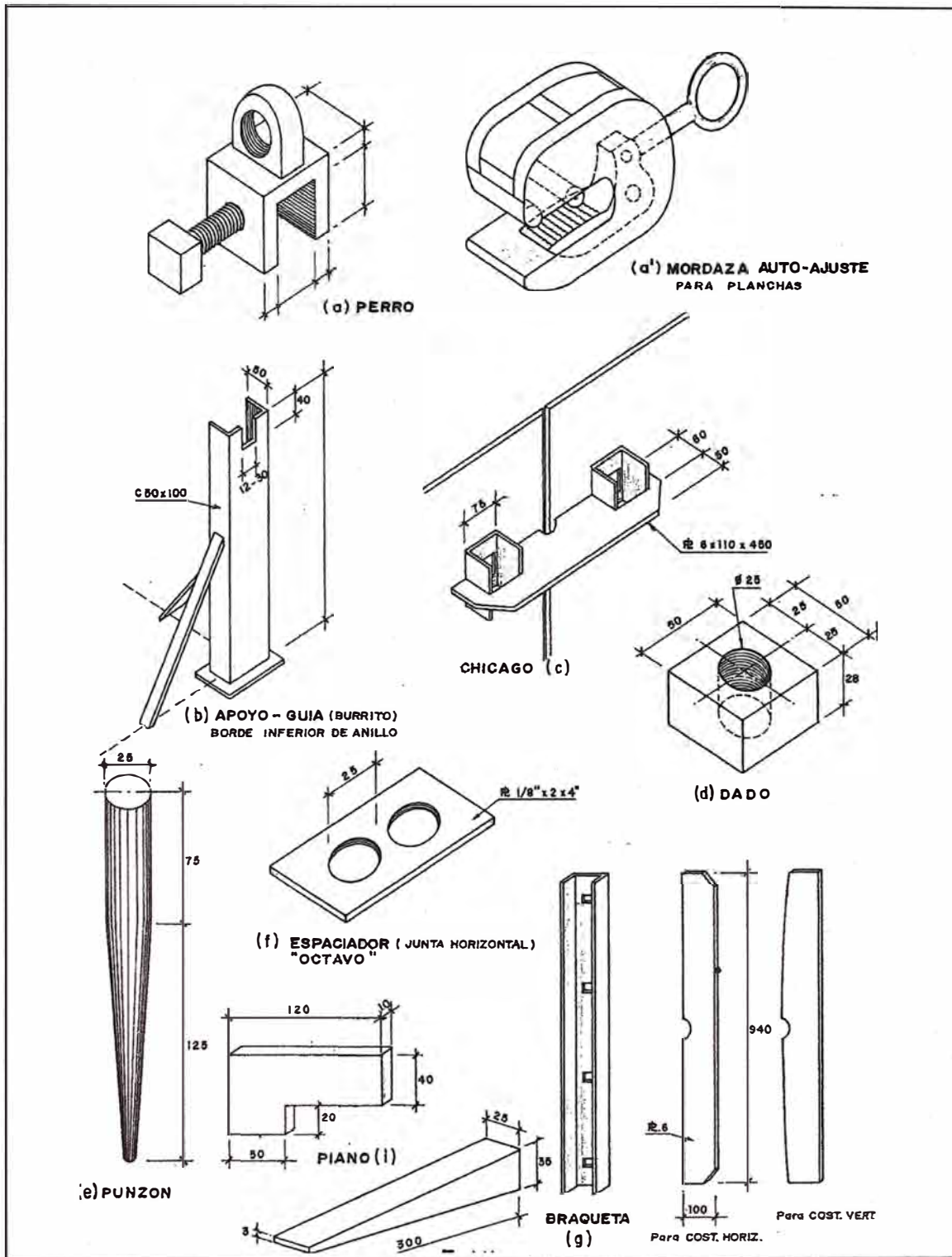


Figura N° 3.7: Sistema de montaje anillo bajo Anillo



## a.2 Armado de Anillos

Sobre los soportes de 46 cms. de altura en cuyo extremo superior hay una muesca de 4 cms. de profundidad y un ancho variable según el espesor de cada anillo de acero ; que se va a armar, se colocan las planchas mediante camión grúa HIAB y se van armando a medida que se retiran los arriostres diagonales y las gatas. Se emplea 2 grupos de armado partiendo de un punto avanzado en ambas direcciones.

El método utilizado para la sujeción-alineado para el armado de los anillos es con "chicagos" y cartelas.

La función de los "chicagos" o de las cartelas, mantener el alineamiento de las juntas verticales en el armado y durante los primeros pases de soldadura que se hacen por el lado exterior del cilindro, y luego se retiran para soldar por dentro.

En este método, aún estando sobre el suelo, se sueldan por el lado cóncavo de las planchas (interior del anillo) 4 dados cercanos a los bordes y a lo largo de cada uno de ellos.

En el método con cartelas, éstas se colocan después de presentar la plancha y ajustar la luz entre borde de la junta horizontal, el alineamiento de la junta se logra mediante el separador y dos punzones.

### a.3 Sistema de izaje anillo bajo anillo:

Terminada la soldadura de la unión horizontal, del último anillo montado, el izaje se realiza con el siguiente procedimiento y secuencia:

Se arma nuevamente los arriostres diagonales de las columnas.

Se nivela y revisa los arriostres de viento de las columnas.

- Se preparan los elementos calzadores y sujetadores.
- Se colocan las gatas en posición.

Se colocan los "candados" apuntaladas al último anillo montado, sin socavar los biseles.

- Se inicia el gateado, cuidando que sea lo más uniforme posible en cada columnas colocando un operadores en cada una de las 32 gatas de 20 ton. de capacidad. Marcadas con numeración par e impar.

Al levantar entre 5" a 6" que es la carrera del pistón de la gata, se quita presión en las gatas de numeración impar (16 gatas repartidas en toda la circunferencia del tanque), se retiran y contraen el pistón cada gata, luego se colocan en su lugar completando el espacio con suples cortos, proporcionándoles una presión suficiente para soportar el peso de los anillos, cambiando ahora la secuencia con las 16 gatas de numeración par, cambiando o combinando las cápsulas de base con los suples, y luego iniciar simultáneamente el gateada siguiente, sucesivamente.

- Al llegar a la máxima altura de gateado se procede a una nivelación general para alistar el armado del siguiente anillo.

Este proceso se repite hasta gatear el penúltimo anillo, que se levanta a una altura máxima que es igual al ancho de las planchas del primer anillo más la altura de los soportes "botellas". En cambio cuando se levanta el último anillo, sólo se izará a una altura igual al ancho de la plancha más 10 ó 80 mm. para permitir las maniobras de colocación y ajuste de las planchas del último anillo.

-Armado del último anillo (lro. del Tanque)

Se realiza una limpieza general en toda la periferia del fondo, retirando todos los soportes guías. Las gatas se retiran de las columnas a medida que se vaya armando las planchas.. El punto de partida. del armado es de ambos extremos de la zona donde quedará la plancha con la conexión de entrada de limpieza a ras.

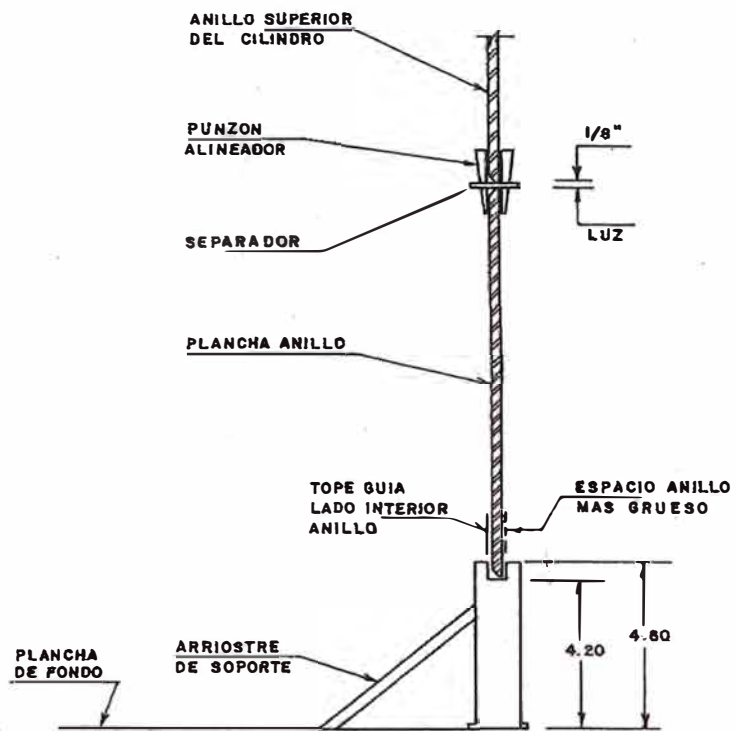


Figura N° 3.8: Esquema de alineado de la junta horizontal

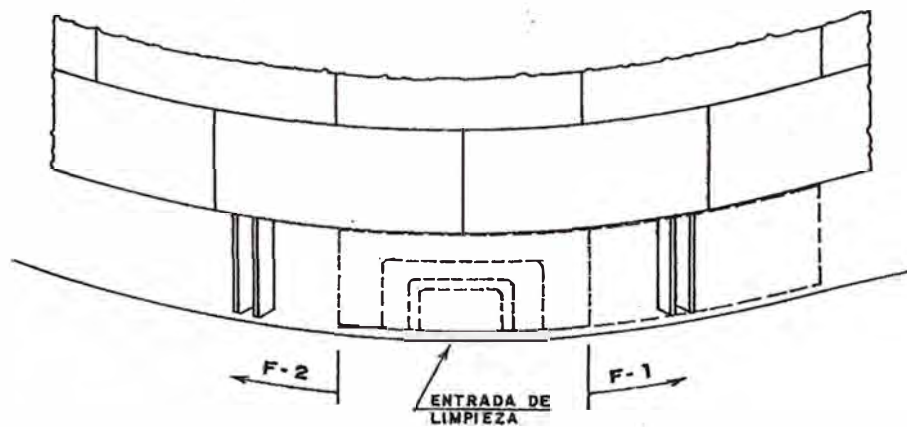


Figura N° 3.9: Sistema de montaje anillo bajo



Foto N° 3.14: Montaje del Anillo No. 10.

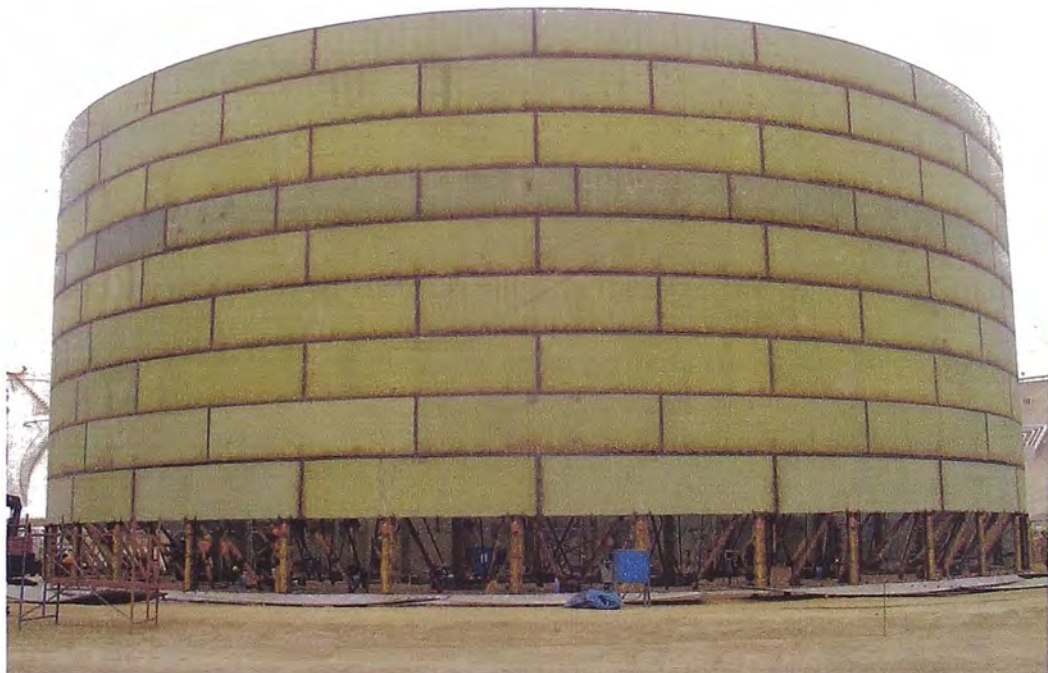


Foto N° 3.15: Montaje del Anillo No. 01

### 3.3.4 MONTAJE DEL TECHO

El Techo del tanque 54 presenta las siguientes características:

Techo cónico, fijo, soportado (con armaduras, vigas y viguetas con columnas).

El techo del tanque 54 se encuentra soportados por 19 columnas (fabricadas de Tubería SCH 40 12'' diámetro); 18 vigas cuerda (fabricadas de W 12"x30 libras/pie) y 130 viguetas (fabricadas de Canal U 8" x 11.5 libras/pie).

#### Montaje del Techo:

Paralelamente al armado del cilindro, se iniciaron las maniobras del montaje de las columnas en sus respectivas ubicaciones en el fondo, donde ya han sido probadas las soldaduras.

Las columnas se "amarran" con las vigas y estas, con las viguetas que conforman el armazón portante de la cubierta.

Las planchas con que se arma la cubierta no se sueldan a la armazón portante, sino entre ellas con soldadura de filete en junta de traslape, similar a las del fondo y solo se soldará la cubierta con el tanque en su periferia con el ángulo de borde del cilindro.

Se usará igualmente una secuencia y método similar que con el fondo para minimizar los efectos de deformación inherentes al proceso de soldadura.



Foto N° 3.16: Montaje de las columnas de soporte del techo



Foto N° 3.17: Montaje vigas y viguetas

### 3.3.5 MONTAJE DE ACCESORIOS

Para darle operatividad a un tanque, se le instalará una serie de accesorios y conexiones, en las cuales la inspección pondrá atención desde la ubicación hasta las pruebas de cada uno de ellos. Estas conexiones son por ejemplo: 03 Manholes de Cilindro (2 de 24'' y uno de 36''), 02 manhole de techo (2 de 24''). La conexión de drenaje, las cámaras de espuma(2 und), las conexiones de entrada de producto y de despacho, el accesorio de limpieza, tipo a ras, de medición, de líneas contra incendio, de venteo, soportes de sujeción de cables para andamiaje, escaleras, pasarelas y plataformas, sumideros, decantadores y tubería roscada y tubería para soldar en general.



### 3.4 TRABAJOS COMPLEMENTARIOS

#### 3.4.1 PROTECCION DE LA SUPERFICIE DEL TANQUE

##### a. Pintado del interior:

Sistema de pintado:

El sistema está especificado en el Estándar de Ingeniería SI3-22-43 de PETROPERÚ, la tabla siguiente resume el mismo:

Tabla 3.2: Preparación y protección de la superficie interior del Tanque 54.

Preparación de superficie	Limpieza con chorro abrasivo de grado al metal blanco según norma SPC-SP5
Sistema de pintura	Primera capa de Amercoat 90 HS(Ameron) 5 mil de espesor de película seca. Segunda capa de Amercoat 90 HS(Ameron) 5 mil de espesor película seca.
Espesor Total	10 mil de película seca.

Equipos usados:

- 01 Psicrómetro Sling modelo BACHARACH.
- 01 Termómetro de superficie magnético PTC de 0 a 150 °F(-17 a 65.5°C)
- 01 Medidor de película húmeda KTA – TATOR
- 01 Medidor de película seca Positector 6000 F2
- 01 Micrómetro MITUTOYO.
- 01 Espejo Stanley para zonas de difícil acceso.
- 01 Medidor de rugosidad tipo Press-o film ( X Coarse 1.5 a 405 mils)
- 01 Equipo de detección de discontinuidad Elcometer 269.

**b. Pintado del exterior:**

Sistema de pintado:

El sistema está especificado en el Estándar de Ingeniería SI3-22-09 de PETROPERÚ, la tabla siguiente resume el mismo:

Tabla 3.3: Preparación y protección de la superficie exterior del Tanque 54.

Preparación de superficie	Limpieza con chorro abrasivo de grado al metal blanco según norma SPC-SP5
Sistema de pintura	<p>Primera capa: Dimetcote 9 FT (Ameron) 2 mil de espesor de película seca..</p> <p>Segunda capa: Amerlock 400 (Ameron) 6 mil de espesor de película seca.</p> <p>Tercera capa: Amercoat 450 HS (Ameron) 2 mil de espesor de película seca..</p>
Espesor Total	10 mils de película seca.

Equipos usados:

- 01 Psicrómetro Sling modelo BACHARACH.
- 01 Termómetro de superficie magnético PTC de 0 a 150 °F(-17 a 65.5°C)
- 01 Medidor de película húmeda KTA – TATOR
- 01 Medidor de película seca Positector 6000 F2
- 01 Medidor de velocidad de viento Dwyer
- 01 Espejo Stanley para zonas de difícil acceso.
- 01 Lupa de 10 X.
- 01 Micrómetro MITUTOYO.
- 01 Medidor de rugosidad tipo Press-o film ( X Coarse 1.5 a 405 mils)



Foto N° 3.20: Pintado Segunda Capa Amerlock 400



Foto N° 3.21: Pintado Segunda Capa Amercoat 450 HS

### 3.4.2 INSTALACION DEL SISTEMA AUTOMATICO DE NIVEL Y TEMPERATURA

Para la comunicación de los instrumentos de campo a la PC, se utilizo cajas borneras (Junction Box) intermedias, el cual estará ubicado cerca del BE-08 existente. Esto es con la finalidad de agrupar los cables de transmisión de datos provenientes de varios tanques ubicados cercanos entre si y llevar un único cable, facilitando de esta manera la comunicación remota.

#### **a. Instalación del sistema automático de nivel**

Consiste en la instalación del sistema de medición automática de nivel del tipo radar que tiene un indicador de lectura al pie del cubeto, para su correcto funcionamiento contara con una boquilla de 8"Ø ubicada en el techo del Tanque.

En este proyecto se instalaron instrumentos de medición y transmisión, marca ENRAF:

- Medidor de nivel marca ENRAF tipo SmarRadar modelo 970 Ati, tipo Free Space RoD modelo UIAC970FZBF0830W, el cual tiene una precisión de +/- 0.4 mm, el tipo de Antena RoD es especial para la medición de nivel en tanques con productos a alta temperatura.

- Indicador local de nivel TSI modelo U\*\*A977SNF para medidores tipo radar, muestra en un mismo display los valores de nivel y temperatura los cuales son actualizados aproximadamente una vez por segundo.
- Cable Belden, 16 AWG, conductor de cobre estañado y blindado con polietileno.

#### **b. Instalación del sistema automático de temperatura**

Consiste en la instalación de facilidades para el sistema de medición automática de temperatura que permite medir temperatura e interfase en simultáneo. Posee una interfase para transmitir los valores medidos al medidor de nivel pudiendo ser visualizados en el indicador de lectura al pie del cubeto. Posee también un tubo de calma de 6" de diámetro.

En este proyecto se instalarán los instrumentos de medición de temperatura, el contratista suministrará el equipo de medición de temperatura marca ENRAF:

- Sensor de temperatura multipunto vito, modelo UAFN766B15501480, la cual consta de 16 termocuplas equidistantes en toda la longitud del sensor, teniendo como referencia un RTD ubicada en la parte inferior del sensor.

- Interfase VITO modelo UT\*\*762\*\*NF. Es la interfase entre el sensor de temperatura tipo VITO y el medidor de Nivel. Recibe la alimentación desde el Medidor de Nivel y Transmite los datos del Sensor.
- Cable Belden, 16 AWG, conductor de cobre estañado y blindado con polietileno.

El tubo de calma en la parte superior termina en una brida para la instalación del equipo. Dicho tubo atraviesa el pontón a través de una guía.

Parámetros de Campo del LT67		
Descripción	Parámetro	Valor y/o Unidad
Posición del Radar	PR	44'06"08
Altura máxima de llenado seguro	SF	40'04"00
Identificación del Tanque (TAG)	TI	TK54
Dirección del Transmisor	TA	54
Nivel de Alarma Alto-Alto	HH	40'04"00
Nivel de Alarma Alto	HA	38'00"00
Nivel de Alarma Bajo	LA	04'00"00
Nivel de Alarma Bajo-Bajo	LL	03'00"00
Unidad de Nivel	LD	Pies, Pulgadas y 1/6 de Pulgadas
Unidad de Temperatura	TD	°F



Foto N° 3.22: Construcción del Buzón eléctrico



Foto N° 3.23: Buzón eléctrico

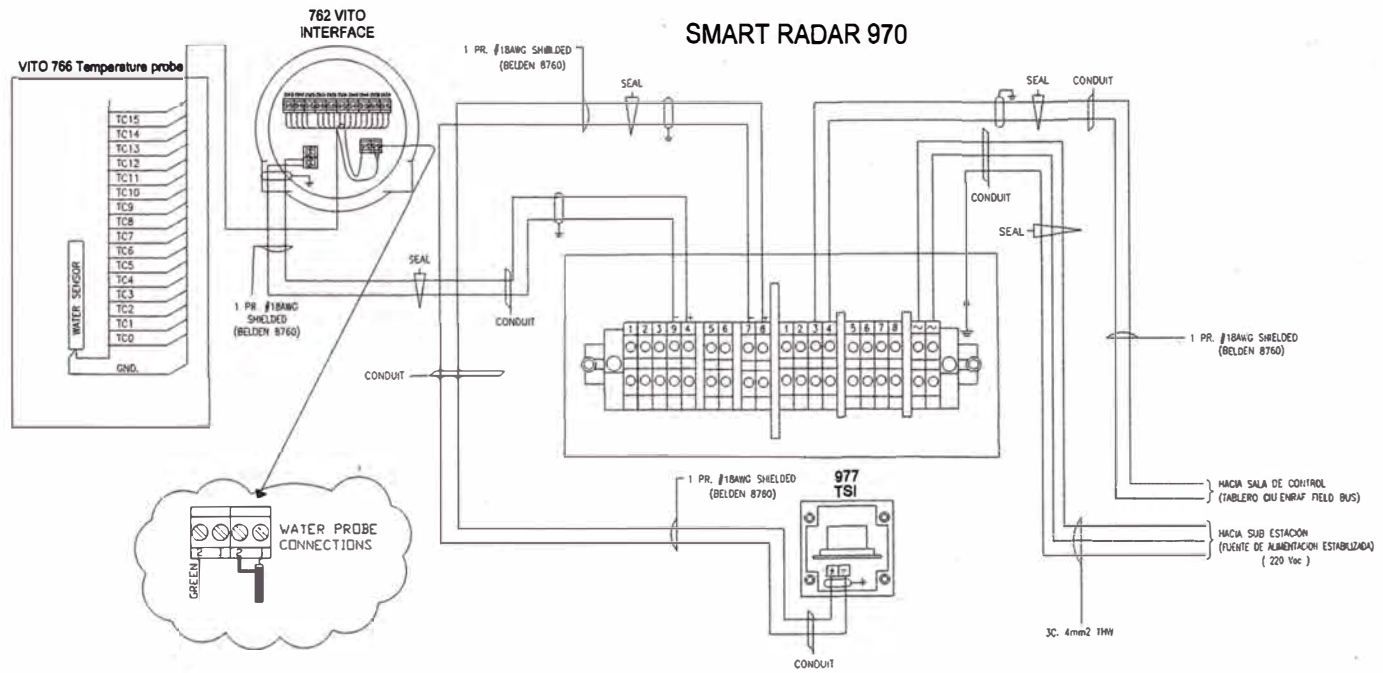


Figura N° 3.7: Diagrama de conexión eléctrica



## **CAPÍTULO 4**

### **PRUEBAS E INSPECCIONES**

Podemos citar las siguientes pruebas e inspecciones utilizadas para garantizar el correcto funcionamiento del Tanque de almacenamiento. El término soldadura se refiere método de unión de elementos de acero estructural mediante el proceso de soldadura por arco con electrodo revestido (SMAW).

#### **4.1 INSPECCIÓN VISUAL DE LA SOLDADURA**

Los aspectos que se tomaran en cuenta en la Inspección de Soldadura para el presente proyecto de se dispondrán de acuerdo a la siguiente forma:

##### **4.1.1 INSPECCIÓN DEL MATERIAL BASE**

Se Procederá a Realizar la verificación de las Planchas de acero en la planta u Obra en el momento de ser recepcionado el material donde deberá cumplir que el material Base debe ser Acero estructural ASTM A36. Dicha revisión se realizara de cómo se detalla a continuación:

- Se realiza una inspección dimensional, es decir se toma medidas al espesor ancho y largo de las planchas y se compara con el Standard ASTM A6.
- Revisión de los documentos de calidad de la compra de los tubos en donde se especifican las características mecánicas y de composición química.
- Por parte del cliente se realizó una medida de espesores del material que se utilizará en el tanque.

#### 4.1.2 INSPECCIÓN DEL PROCESO DE SOLDADURA

Se realizará la Inspección de soldadura Durante el proceso de la siguiente manera:

- a. Se llevará a cabo una charla con los armadores de la Obra y soldadores haciendo énfasis en la correcta preparación de la junta ( bisel, chaflán, separación de raíz) y en el cumplimiento cabal del procedimiento de soldadura (Anexo A). Utilizando adecuadamente el disco de corte, desbaste, verificando que utilicen las guardas de las amoladoras y equipo de seguridad respectivo.
- b. Antes de soldar se verificará la correcta preparación de la junta para la soldadura según lo indicado en el procedimiento de soldadura (de acuerdo a los planos de obra) y durante la soldadura se verifica el cumplimiento del procedimiento de soldadura.
- c. Para espesores de plancha mayores de 19mm procederemos a precalentar el acero con equipo de oxigas antes del soldeo para evitar tensiones residuales en el cordón de soldadura.

#### 4.1.3 INSPECCIÓN FINAL

- a. Se realizara una inspección visual cada cordón del cilindro, fondo, techo así como de las conexiones (manhole, boquillas de entrada y salida) en donde se señalaran los defectos de soldadura según el código API 650. Los indicaciones que no cumplan con este código serán reparados.
- b. Según el contrato del proyecto se realizarán los ensayos no destructivos: tintes penetrantes y radiografiado en los cordones de soldadura y se realizaran las respectivas reparaciones según sea el grado del defecto de soldadura.



Foto N° 4.1: Reparando un defecto en las planchas del fondo

## **4.2 PRUEBA DE VACÍO EN LA SOLDADURA DEL FONDO Y TECHO**

Concluida la soldadura de las planchas de fondo y de preferencia antes del techado total se probará el 100% de los cordones de soldadura transversales y longitudinales, aplicando vacío mediante una caja metálica provista de una ventana de vidrio transparente en la parte superior, y de una empaquetadura de jebe esponjoso (Sponge Rubber) en la parte inferior mas una solución jabonosa que nos dará las indicaciones. La caja no debe tener una longitud mayor de 24" por 6" de ancho, y deberá contar con sus conexiones, válvulas e instrumentos indicadores de vacío, el cual se puede conseguir en la caja, conectándola a:

- a. Un múltiple de admisión de un motor de explosión a Diesel.
- b. Una bomba de vacío.
- c. El valor del vacío no será menor de 2 lbs/pulg. 2 (Ref. API-650).
- d. El tiempo de observación de cada toma será de 20 a 40 segundos, para garantizar la hermeticidad del fondo del tanque

Terminada la prueba y antes de transcurrido 4 horas, deberán lavarse con agua limpia todas las planchas y costuras donde se haya aplicado la solución jabonosa.

Este procedimiento se repite para las costuras de las planchas del techo.



Foto N° 4.2: Prueba de vacío en la soldadura de las planchas del fondo

#### 4.2.1 INSPECCIÓN Y REPARACIÓN DE DEFECTOS

Las fisuras detectadas pueden ser reparadas amolando y aplicando otro cordón en el lugar del defecto. Toda reparación estará sujeta a la aprobación del Inspector de Petroperú.

Se revisará aparte de las uniones soldadas, las posibles desgarraduras o perforaciones por arranque de piezas apuntaladas o el corte de ellas con soplete.

Defectos considerables como grietas, inclusiones, deben repararse por remoción de toda la zona afectada, y aplicación de nueva soldadura.

### 4.3 PRUEBA DE TINTES PENETRANTES

Todos los cordones de soldadura en el tanque de almacenamiento deben ser herméticos, libres de porosidades, grietas, fisuras etc., que atraviesen las paredes del cilindro, fondo y techo del tanque. Para lo cual efectuará la inspección aplicando tintes penetrantes en el 100% de las costuras de cilindro, techo y fondo.



Foto N° 4.3: Prueba de tintes penetrantes en la soldadura del cilindro

#### 4.3.1 INSPECCIÓN Y REPARACIÓN DE DEFECTOS

Antes del último pase (resane) se realiza un canal mediante amolado de la junta, retirando parte del pase de raíz en la parte interna del tanque. Los resaltes, rebabas, se retiran con escobilla eléctrica, hasta conseguir una superficie libre de suciedad donde pueda observarse cualquier defecto en la soldadura.

Se debe seguir el siguiente procedimiento cuando el cordón esté a una temperatura por debajo de los 40°C.

- a. Limpieza de la superficie con el Removedor N° 1.
- b. Después del secado del removedor aplicar el penetrante N° 2 y dejar actuar al penetrante por un lapso de 10 a 15 minutos, luego con un trapo limpio humedecido con removedor N° 1 limpiar la superficie de la costura.
- c. Aplicar el revelador N° 3, previamente se agita el frasco para homogenizar los constituyentes químicos, desde una distancia de 30 cm. sin recargar demasiado.

El producto aplicado, por efecto capilaridad, absorbe el tinte penetrante que estuviera oculto en los defectos y éstos aparecerán en la superficie en forma de pequeños puntos rojos que tienden a ampliarse a medida que el poro es más profundo. Si el tamaño de las indicaciones es mayor que 1/8", se procede a reparar la zona antes de soldar con el siguiente pase. Al término de la reparación se volverá a probar dicha zona, esta prueba, llevada con el procedimiento correcto asegura la hermeticidad del recipiente.

#### **4.4 PRUEBA DE RADIOGRAFIADO INDUSTRIAL**

Se realizará inspección radiográfica de acuerdo con el código API 650 en las soldaduras horizontales y verticales del cilindro, en las costuras a tope de las conexiones. La inspección radiográfica no es necesaria para lo siguiente: placa de techo, las soldaduras de la placa del fondo, las soldaduras de unión del ángulo superior de refuerzo con el techo, o bien con el cilindro, las soldaduras de unión del cilindro con la placa de fondo, soldaduras en boquillas, ni accesorios.

Para costuras verticales de planchas de 10 mm o menos de espesor, se toma una radiografía en cualquier punto de los primeros 3 metros por cada soldador.

Luego se toma una radiografía adicional por cada 30m o fracción del mismo tipo y espesor de junta.

Para espesores mayores a 10 mm pero menor o igual a 25 mm, se tomarán radiografías igual número que antes, pero además todas las juntas horizontales con verticales deberán ser radiografiadas, tomando como mínimo 75 mm de costura vertical y 50 mm de costura horizontal a cada lado de la intersección.

En el primer anillo, se deben tomar dos radiografías por cada vertical, una de las radiografías deberá estar tan cerca del fondo como sea posible.

En las juntas horizontales se debe tomar una radiografía en los primeros 3 m de soldadura del mismo espesor. Después se tomará una radiografía por cada 60 m adicionales o fracción de junta horizontal del mismo tipo y espesor.



En adición a las indicaciones del estándar API 650 se consideraron 1 placa por cada junta vertical para los espesores de 10mm y mayores, una placa en cada intersección de las juntas verticales y horizontales para espesores mayores de 10 mm, y una placa adicional en cada junta vertical en el primer anillo, haciendo un total de 300 placas que completan la inspección del Tanque.

Las indicaciones catalogadas como defectos son inaceptables y deberán de repararse.

Los límites de aceptación son los siguientes:

- Cualquier grieta, zona de fusión ó penetración incompleta
- Cualquier indicación alargada en la radiografía cuya medida sea mayor a 6 mm.



Foto N° 4.4: Toma de placas radiográficas.

#### 4.5 PRUEBA DE DIESEL CALIENTE

Luego del terminado el cordón externo que une el cilindro con el fondo se efectúa la prueba de diesel caliente, con el objetivo de detectar fugas en este cordón

Se calienta diesel hasta una temperatura aproximada de 30 °C - 40 °C con el objeto de reducirle la viscosidad, luego se vierte el líquido de por la parte interna del tanque (antes de ser soldada esta parte), y en la parte exterior se vierte una capa de cal para facilitar la detección de una posible fuga. Se deja asentar el líquido por un lapso de 8 horas, transcurrido ese tiempo se realiza una inspección al cordón exterior para detectar posibles fugas. Toda fuga de líquido debe de secarse, y reparar. Luego se repite el ensayo hasta que eliminar todas los defectos.



Foto N° 4.5: Ensayo de diesel caliente

#### 4.6 PRUEBA NEUMATICA A LAS PLANCHAS DE REFUERZO

Después del montaje del tanque pero antes que el tanque sea llenado con el líquido de la prueba hidrostática, las planchas de reforzamiento deben de ser probadas aplicando una presión de 15 psi , entre el cilindro y la plancha de refuerzo, usando los agujeros roscados de  $\text{Ø}1/4''$  pulgada tallados en cada plancha de refuerzo para el ingreso de aire comprimido.

Con ayuda de una mezcla jabonosa, detergente y agua, se detectan las fugas y demás defectos abiertos a la superficie. Este procedimiento se repite hasta cubrir todas la longitud de la soldadura interna y externa a la plancha de refuerzo.

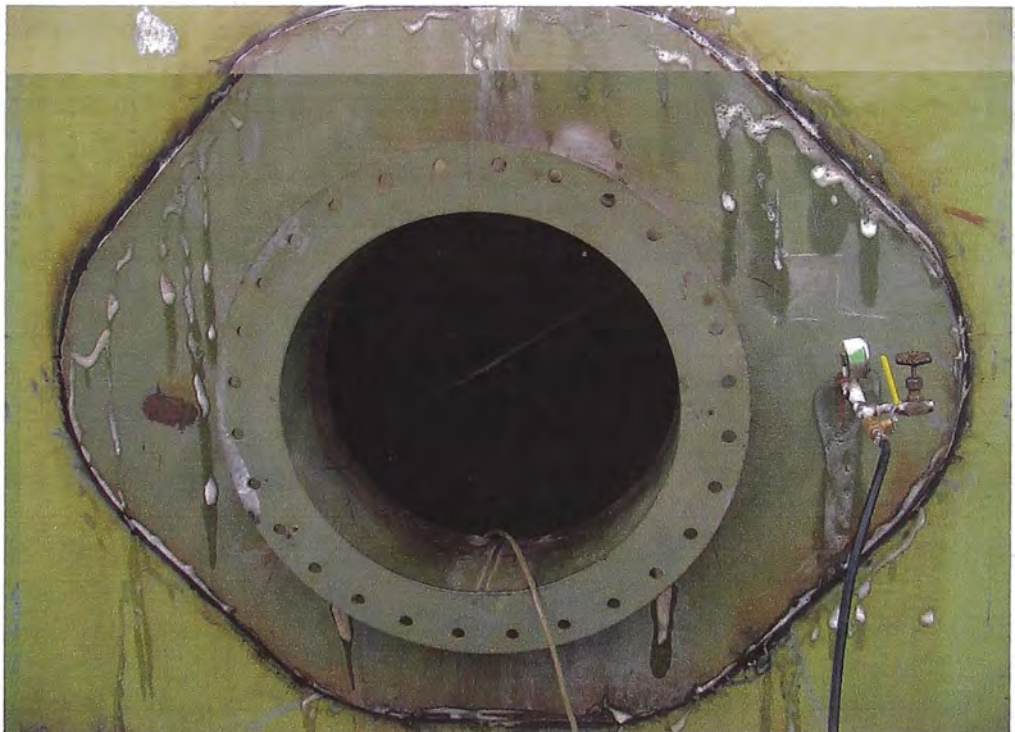


Foto N° 4.6: Prueba Neumática de las planchas de refuerzo de los manholes

## **4.7 PRUEBA HIDROSTÁTICA Y DE ASENTAMIENTO**

Esta prueba permite comprobar:

La estanqueidad del tanque bajo carga.

- El comportamiento de la cimentación durante el llenado parcial y total y además somete a toda la estructura a un alivio de tensiones.

### Procedimiento de la Prueba Hidrostática:

Para efecto de obtener en la Prueba Hidrostática los controles de asentamientos totales y diferenciales, durante su ejecución ésta se efectuará en tres etapas.

Antes de iniciar el llenado, se marca en la base de concreto o en el ala de la plancha del fondo que sobresale del cilindro, puntos equidistantes de registros de asentamientos de cimentación, siendo 12 en número de registros equidistantes.

Estos puntos corresponden a la cota de inicio "0" con relación a un B.M. referencial de asentamiento "Cero".

Se inicia el llenado del tanque con agua a un régimen no mayor al indicado en la tabla de velocidades de llenado, hasta una altura máxima de 5.00 m.; durante esta etapa de llenado se medirán los asentamientos en cada uno de los puntos marcados, cada 2 horas. En estas condiciones se dejará el tanque durante 24 horas de estabilización, midiendo los asentamientos cada 2 horas.

Se continuará la prueba con las siguientes etapas, previa verificación de los asentamientos tal como se detalla más adelante y de acuerdo a:

Tabla N° 4.1: Secuencia del llenado del tanque 54 para la prueba hidrostática.

<u>Altura de Llenado</u>	<u>Período de Estabilización</u>
2° Etapa - 8.50 m.	5 días (2 días).
3° Etapa -13.50 m.	5 días (2 días).

Sólo mediante autorización escrita del Inspector de PETROPERU S.A., se podrá reducir los períodos de estabilización a los mínimos indicados de cada uno a los resultados obtenidos del registro de asentamientos.

La altura total del llenado será de 5 cm. por encima del ala horizontal del ángulo superior (tanques de techos herméticos). El nivel del líquido, terminado el llenado, deberá mantenerse sin descender durante todo el proceso hasta el inicio del vaciado.

Los asentamientos obtenidos serán anotados en un registro, y luego ploteados en una gráfica 2, en donde se comparan los asentamientos (eje vertical) vs. tiempo (eje horizontal). La curva obtenida muestra el comportamiento de la cimentación bajo la carga aplicada. Un comportamiento normal se manifestará mediante una curva de tendencia horizontal, aunque no es de alarmar que durante los 5 primeros registros, se observe un desarrollo de la curva de cierta inclinación respecto al eje horizontal (30° aprox.).

Un comportamiento anormal de la cimentación se manifestará a través de una curva de tendencia uniformemente inclinada a ángulos mayores que el indicado, aunque no será motivo de alarma si los asentamientos que ocurren en los demás puntos siguen la misma tendencia. En esta caso, está ocurriendo un asentamiento total de la cimentación y los esfuerzos que se originan en el tanque son nulos.

Si se observan asentamientos diferenciales mayores a los establecidos en la tabla de asentamientos que se indica, se detendrá el llenado del tanque, esperando la estabilización de los asentamientos. En este caso, se deberá tomar controles de asentamiento cada hora hasta que la curva inicie una tendencia asintótica con la horizontal, el llenado podrá ser reiniciado con la aprobación del inspector, cuando un asentamiento sea del orden del 20% del inmediato anterior en el mismo período, en esta etapa el terreno está llegando al 80% de consolidación.

d. El vaciado del tanque,

Verificada su estanqueidad, el normal asentamiento de su cimentación, y la apertura de los Manholes y ventilaciones del techo, se hará igualmente en 3 etapas, con 1/2 día de estabilización entre ellas.

## **CONCLUSIONES.**

1. La calidad de las uniones soldadas se debe controlar mediante un conjunto de actividades encaminadas a asegurar un determinado grado de fiabilidad de un conjunto soldado, durante las diferentes fases del proceso productivo.
2. Una vez realizado el soldeo se hace indispensable inspeccionar las uniones soldadas y una de las mejores formas de hacerlo es a través de los ensayos no destructivos. Los ensayos no destructivos son un ejercicio detallado y complejo que ayuda a conocer la fiabilidad de una unión soldada y por tanto su calidad.
3. Es necesaria la capacitación en técnicas de ensayos no destructivos de manera que se asegure un trabajo realizado de acuerdo a los procedimientos establecidos
4. Es responsabilidad de los supervisores asegurarse que todo el trabajo se lleve a cabo de acuerdo con las especificaciones del cliente y las recomendaciones de los fabricantes. Las especificaciones forman parte del acuerdo legal entre el cliente y el contratista y constituye el documento principal.

## **RECOMENDACIONES.**

1. Se recomienda capacitación constante en el control de calidad de la soldadura específicamente en la inspección visual a todo el personal metalmecánico encargado del proyecto, soldadores como operarios pues ellos son los primeros en detectar los defectos en la soldadura.
2. La capacitación incluye la técnica de tintes penetrantes, conceptos de seguridad en radiografía industrial, los cuales son necesarios para cumplir los procedimientos establecidos.
3. Todos los trabajos, avances y modificaciones al contrato deberán ser aprobados por el supervisor del cliente de esa manera se evita doble trabajo, atrasos y condiciones sub-estándar de calidad.



## **BIBLIOGRAFÍA.**

**1. STANDARD API 650 – Welded Steel Tanks for Oil Storage**

Autor: API, American Petroleum Institute.

Año: 2005.

**2. INSPECCION DE MONTAJE Y SOLDADURA DE TANQUES E  
INSTALACIONES CONEXAS**

Petroperú – Departamento de Construcciones

Autor: Garces Vega Marco A.

Año: 1985.

**3. BASES PARA EL PROCESO DE CONTRATACION DEL SERVICIO  
DE REHABILITACIÓN Y MONTAJE DEL TANQUE N° 54 PARA EL  
ALMACENAMIENTO DE GASÓLEO PESADO EN OPERACIONES  
CONCHÁN”**

Autor: Petroperú – Operaciones Conchán.

Año: 2007.

**4. PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO E INSTRUCTIVOS**

Autor: HAUG – Control de Calidad.

Año: 2002-2007.

## **ANEXOS:**

A. ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA.

B. REGISTRO DE CALIFICACIÓN DEL SOLDADOR.

C. INSTRUCTIVO: INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA

D. COSTOS DEL PROYECTO MONTAJE DEL TANQUE 54

**A. ESPECIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA.**



# ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

(De acuerdo a ASME Sección IX)

HAUG / WPS

HOJA: 1 de 2

EMISION: 02/01/07

REVISION: 2

## QW-482 - ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

Nombre de la compañía: HAUG S.A. Por: Ing. Miguel E. Marina Sánchez  
 Especificación de Procedimiento No. HAUG / WPS - 275 Fecha: 08-08-2006 PQR de soporte: HAUG / PQR - 064  
 Revisión No. 1 Fecha: 11-06-2007  
 Proceso(s) de soldadura: SMAW Tipo: Manual

### JUNTA (QW-402)

Diseño de junta: A tope  
 Respaldo: (Si)  (No)  ---  
 Material de respaldo: (Tipo): Metal de soldadura  
 Metal  Refractario  
 No metálico  Otro

Esquema, dibujo de fabricación, símbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes a ser soldadas. Donde sea aplicable, la apertura de raíz y los detalles de la soldadura debe ser especificada.



### METAL BASE (QW-403)

Nº P: 1 Grupo Nº: 1 al Nº P: 1 Grupo Nº: 1

O  
 Especificación de tipo y grado: ASTM A36  
 Hasta la especificación de tipo y grado: ASTM A36

O  
 Análisis químico y propiedades mecánicas: ---  
 Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas: ---

### Rango de espesores

Metal base: Ranura: Desde 7.9 mm hasta 19.05 mm Filete: ---  
 Diam. Tubo Ranura: --- Filete: ---  
 Otro ---

### METAL DE APORTE (QW-404)

Especificación Nº (SFA)	<u>SFA-5.1</u>		
AWS No (Clase)	<u>E6010</u>		
Nº F	<u>3</u>		
Nº A	<u>1</u>		
Tamaño del electrodo	<u>3.25 y 4.00 mm</u>		
Metal depositado			
Rango de espesores			
Ranura	<u>Hasta 19.05 mm</u>		
Filete	<u>---</u>	<u>---</u>	
Fundente (clase)	<u>---</u>	<u>---</u>	
Fundente nombre comercial	<u>---</u>	<u>---</u>	
Inserto consumible	<u>---</u>	<u>---</u>	



**ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**  
(De acuerdo a ASME Sección IX)

HAUG / WPS

HOJA:	2 de 2
EMISION:	02/01/07
REVISION:	2

<b>POSICIONES (QW-405)</b>			<b>TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO</b>							
Posicion(es) de ranura <u>Horizontal</u>			Rango de temperatura: ---							
Progresión: Asc: --- Desc: ---			Tiempo: ---							
Posición de filete ---			<b>GAS (QW-408)</b>							
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b>			Composición Porcentual							
Temp. Pre calentamiento	Min:	---	Protección	Gas(es)	Mezcla	Flujo				
Temp. Interpase	Máx:	---		---	---	---				
Mantenimiento pre calentamiento:		---		Arrastre	---	---	---			
		---		Respaldo	---	---	---			
<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409)</b>										
Corriente AC o DC <u>DC</u>			Polaridad <u>E (+)</u>							
Rango de amperaje <u>Ver tabla</u>			Rango de voltaje <u>Ver tabla</u>							
Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno ---			(Tungsteno puro, 2% toriado, etc)							
Modo de transferencia en GMAW ---			(Arco spray, corto circuito, etc)							
Velocidad de alimentación de alambre ---										
<b>TÉCNICA</b>										
Pase ancho o angosto			<u>Pase 1: angosto; resto pases: ancho</u>							
Orificio o tamaño de protección gaseosa ---										
Limpieza inicial y entrepasadas (escobillado, esmerilado, etc)			<u>Escobillado y/o esmerilado</u>							
Método de resane de raíz			<u>Por esmerilado</u>							
Oscilación			<u>Como sea requerida</u>							
Distancia de boquilla a pieza de trabajo ---										
Pase múltiple o simple			<u>Múltiple</u>							
Electrodo simple o múltiple ---										
Velocidad de avance (rango)			<u>Ver tabla</u>							
Martilleo ---										
Otro ---										
Capas	Pases	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Otros	
			Clase	Diam	Polaridad	Amperaje (A)				
Raiz	1	SMAW	E6010	3.25 mm	DC E(+)	80 - 120	18 - 22	8 - 12	---	
Relleno	1 - n	SMAW	E6010	4.00 mm	DC E(+)	100 - 180	18 - 22	8 - 12	---	
Acabado	1 - 3	SMAW	E6010	4.00 mm	DC E(+)	100 - 180	18 - 22	8 - 12	---	
Resane	1	SMAW	E6010	4.00 mm	DC E(+)	100 - 180	18 - 22	8 - 12	---	



ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

(De acuerdo a ASME Sección IX)

HAUG / WPS

HOJA: 1 de 2

EMISION: 02/01/07

REVISION: 2

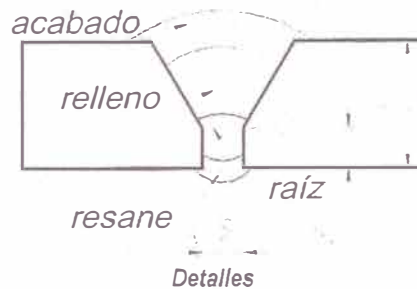
QW-482 - ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)

Nombre de la compañía: HAUG S.A. Por: Ing. Miguel E. Marina Sánchez  
 Especificación de Procedimiento No. HAUG / WPS - 276 Fecha: 08-08-2006 PQR de soporte: HAUG / PQR - 064  
 Revisión No. 1 Fecha: 11-06-2007  
 Proceso(s) de soldadura: SMAW Tipo: Manual

JUNTA (QW-402)

Diseño de junta: A tope  
 Respaldo: (Si) X (No) ---  
 Material de respaldo: (Tipo): Metal de soldadura  
 Metal  Refractario  
 No metálico  Otro

Esquema, dibujo de fabricación, símbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes a ser soldadas. Donde sea aplicable, la apertura de raíz y los detalles de la soldadura debe ser especificada.



METAL BASE (QW-403)

Nº P: 1 Grupo Nº: 1 al Nº P: 1 Grupo Nº: 1  
  
 Especificación de tipo y grado: ASTM A36  
 Hasta la especificación de tipo y grado: ASTM A36  
  
 Análisis químico y propiedades mecánicas: ---  
 Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas: ---

Rango de espesores

Metal base: Ranura: Desde 7.9 mm hasta 12.70 mm Filete: ---  
 Dirham. Tubo Ranura: --- Filete: ---  
 Otro ---

METAL DE APORTE (QW-404)

Especificación Nº (SFA)	<u>SFA-5.1</u>		
AWS No (Clase)	<u>E6010</u>		
Nº F	<u>3</u>		
Nº A	<u>1</u>		
Tamaño del electrodo	<u>3.25 y 4.00 mm</u>		
Metal depositado			
Rango de espesores			
Ranura	<u>Hasta 12.70 mm</u>		
Filete	<u>---</u>	<u>---</u>	
Fundente (clase)	<u>---</u>	<u>---</u>	
Fundente nombre comercial	<u>---</u>	<u>---</u>	
Inserto consumible	<u>---</u>	<u>---</u>	



**ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**

*(De acuerdo a ASME Sección IX)*

**HAUG / WPS**

HOJA:	2 de 2
EMISION:	02/01/07
REVISION:	2

<b>POSICIONES (QW-405)</b>			<b>TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO</b>						
Posición(es) de ranura <u>Vertical</u>			Rango de temperatura: <u>---</u>						
Progresión: Asc: <u>Ver tabla</u> Desc: <u>Ver tabla</u>			Tiempo: <u>---</u>						
Posición de filete <u>---</u>			<b>GAS (QW-408)</b>						
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b>			Composición Porcentual						
Temp. Precaentamiento	Min:	<u>---</u>	Gas(es)	Mezcla	Flujo				
Temp. Interpase	Máx:	<u>---</u>	Protección	<u>---</u>	<u>---</u>				
Mantenimiento precalentamiento:		<u>---</u>	Arrastre	<u>---</u>	<u>---</u>				
			Respaldo	<u>---</u>	<u>---</u>				
<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409)</b>									
Corriente AC o DC <u>DC</u>			Polaridad <u>E (+)</u>						
Rango de amperaje <u>Ver tabla</u>			Rango de voltaje <u>Ver tabla</u>						
Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno <u>---</u>									
(Tungsteno puro, 2% toriado, etc)									
Modo de transferencia en GMAW <u>---</u>									
(Arco spray, corto circuito, etc)									
Velocidad de alimentación de alambre <u>---</u>									
<b>TÉCNICA</b>									
Pase ancho o angosto <u>Pase 1: angosto; resto pases: ancho</u>									
Orificio o tamaño de protección gaseosa <u>---</u>									
Limpieza inicial y entrepasadas (escobillado, esmerilado, etc) <u>Escobillado y/o esmerilado</u>									
Método de resane de raiz <u>Por esmerilado</u>									
Oscilación <u>Como sea requerida</u>									
Distancia de boquilla a pieza de trabajo <u>---</u>									
Pase múltiple o simple <u>Múltiple</u>									
Electrodo simple o múltiple <u>---</u>									
Velocidad de avance (rango) <u>Ver tabla</u>									
Martilleo <u>---</u>									
Otro <u>---</u>									
Capas	Pases	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Otros (Progresión)
			Clase	Diam	Polaridad	Amperaje (A)			
Raiz	1	SMAW	E6010	3.25 mm	DC E(+)	80 - 100	18 - 22	8 - 12	Ascendente
Relleno	1 - n	SMAW	E6010	4.00 mm	DC E(+)	100 - 130	27 - 32	14 - 16	Descendente
Acabado	1 - n	SMAW	E6010	4.00 mm	DC E(+)	100 - 130	27 - 32	14 - 16	Descendente
Resane	1	SMAW	E6010	4.00 mm	DC E(+)	100 - 130	27 - 32	14 - 16	Descendente



**ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**  
(De acuerdo a ASME Sección IX)

**HAUG / WPS**

HOJA:	1 de 2
EMISION:	02/01/07
REVISION:	2

**QW-482 - ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**

Nombre de la compañía: HAUG S.A. Por: Ing. Miguel E. Marina Sánchez  
 Especificación de Procedimiento No. HAUG / WPS - 277 Fecha: 08-08-2006 PQR de soporte: HAUG / PQR - 064  
 Revisión No. 1 Fecha: 11-06-2007  
 Proceso(s) de soldadura: SMAW Tipo: Manual

**JUNTA (QW-402)**

Diseño de junta: A tope  
 Respaldo: (Si)  (No)   
 Material de respaldo: (Tipo): Metal de soldadura  
 Metal  Refractario  
 No metálico  Otro

Esquema, dibujo de fabricación, símbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes a ser soldadas. Donde sea aplicable, la apertura de raíz y los detalles de la soldadura debe ser especificada.



**METAL BASE (QW-403)**

Nº P: 1 Grupo Nº: 1 al Nº P: 1 Grupo Nº: 1  
  
 Especificación de tipo y grado: ASTM A36  
 Hasta la especificación de tipo y grado: ASTM A36  
  
 Análisis químico y propiedades mecánicas: ---  
 Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas: ---

**Rango de espesores**

Metal base: Ranura: Desde 15.87 mm hasta 19.05 mm Filete: ---  
 Dirham. Tubo Ranura: --- Filete: ---  
 Otro ---

**METAL DE APORTE (QW-404)**

Especificación Nº (SFA)	<u>SFA-5.1</u>
AWS No (Clase)	<u>E6010</u>
Nº F	<u>3</u>
Nº A	<u>1</u>
Tamaño del electrodo	<u>3.25 y 4.00 mm</u>
<b>Metal depositado</b>	
Rango de espesores	
Ranura	<u>Hasta 19.05 mm</u>
Filete	<u>---</u>
Fundente (clase)	<u>---</u>
Fundente nombre comercial	<u>---</u>
Inserto consumible	<u>---</u>





**ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**  
(De acuerdo a ASME Sección IX)

HAUG / WPS

HOJA:	2 de 2
EMISION:	02/01/07
REVISION:	2

<b>POSICIONES (QW-405)</b>	<b>TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO</b>		
Posición(es) de ranura <b>Vertical</b>	Rango de temperatura: ---		
Progresión: Asc: <b>Ver tabla</b> Desc: <b>Ver tabla</b>	Tiempo: ---		
Posición de filete ---	<b>GAS (QW-408)</b>		
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b>	Composición Porcentual		
Temp. Precaentamiento Min: ---	Gas(es)	Mezcla	Flujo
Temp. Interpase Máx: ---	---	---	---
Mantenimiento precalentamiento: ---	---	---	---
	Protección	---	---
	Arrastre	---	---
	Respaldo	---	---

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409)</b>			
Corriente AC o DC <b>DC</b>	Polaridad <b>E (+)</b>		
Rango de amperaje <b>Ver tabla</b>	Rango de voltaje <b>Ver tabla</b>		
Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno ---	(Tungsteno puro, 2% toriado, etc)		
Modo de transferencia en GMAW ---	(Arco spray, corto circuito, etc)		
Velocidad de alimentación de alambre ---			

<b>TÉCNICA</b>	
Pase ancho o angosto	<b>Pase 1: angosto; resto pases: ancho</b>
Orificio o tamaño de protección gaseosa	---
Limpieza inicial y entrepasadas (escobillado, esmerilado, etc)	<b>Escobillado y/o esmerilado</b>
Método de resane de raíz	<b>Por esmerilado</b>
Oscilación	<b>Como sea requerida</b>
Distancia de boquilla a pieza de trabajo	---
Pase múltiple o simple	<b>Múltiple</b>
Electrodo simple o múltiple	---
Velocidad de avance (rango)	<b>Ver tabla</b>
Martilleo	---
Otro	---

Capas	Pases	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Otros (Progresión)
			Clase	Diam	Polaridad	Amperaje (A)			
Raíz	1	SMAW	E6010	3.25 mm	DC E(+)	80 - 100	18 - 22	8 - 12	Ascendente
Relleno	1 - n	SMAW	E6010	4.00 mm	DC E(+)	100 - 130	27 - 32	14 - 16	Descendente
Acabado	1	SMAW	E6010	4.00 mm	DC E(+)	100 - 130	27 - 32	14 - 16	Descendente
Acabado	1	SMAW	E6010	3.25 mm	DC E(+)	80 - 100	22 - 25	15 - 17	Descendente
Resane	1	SMAW	E6010	4.00 mm	DC E(+)	100 - 130	27 - 32	14 - 16	Descendente



**ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**

*(De acuerdo a ASME Sección IX)*

**HAUG / WPS**

HOJA:	1 de 2
EMISION:	02/01/07
REVISION:	2

**QW-482 - ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**

Nombre de la compañía: HAUG S.A. Por: Ing. Miguel E. Marina Sánchez  
 Especificación de Procedimiento No. HAUG / WPS - 318 Fecha: 25 / May / 07 PQR de soporte: PQR - 064 + PQR - 065  
 Revisión No. 0 Fecha: 25 / May / 07  
 Proceso(s) de soldadura: SMAW Tipo: Manual

**JUNTA (QW-402)**

Diseño de junta: Traslapada con soldadura en filete

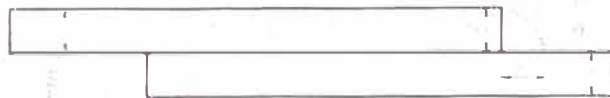
Respaldo: (Si) --- (No) X

Material de respaldo: (Tipo): ---

- Metal  Refractario  
 No metálico  Otro

Esquema, dibujo de fabricación, simbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes a ser soldadas. Donde sea aplicable, la apertura de raiz y los detalles de la soldadura debe ser especificada.

**Detalles**



**METAL BASE (QW-403)**

Nº P: 1 Grupo Nº: 1 al Nº P: 1 Grupo Nº: 1

O

Especificación de tipo y grado: ASTM A36

Hasta la especificación de tipo y grado: ASTM A36

O

Análisis químico y propiedades mecánicas: ---

Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas: ---

**Rango de espesores**

Metal base: Ranura: --- Filete: 5.0 mm

Diam. Tubo Ranura: --- Filete: ---

Otro Cateto : c = 5.0 mm min.

**METAL DE APORTE (QW-404)**

Especificación Nº (SFA)	<u>SFA-5.1</u>	<u>SFA-5.1</u>	
AWS No (Clase)	<u>E6010</u>	<u>E6012</u>	
Nº F	<u>2</u>	<u>2</u>	
Nº A	<u>1</u>	<u>1</u>	
Tamaño del electrodo	<u>3.2 mm</u>	<u>4.0 mm</u>	
Metal depositado			
Rango de espesores			
Ranura	<u>---</u>	<u>---</u>	
Filete	<u>Hasta 3.0 mm</u>	<u>Hasta 2.0 mm</u>	
Fundente (clase)	<u>---</u>	<u>---</u>	
Fundente nombre comercial	<u>---</u>	<u>---</u>	
Inserto consumible	<u>---</u>	<u>---</u>	



**ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**

*(De acuerdo a ASME Sección IX)*

**HAUG / WPS**

HOJA:	2 de 2
EMISION:	02/01/07
REVISION:	2

<b>POSICIONES (QW-405)</b>				<b>TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO</b>				
Posición(es) de ranura: ---				Rango de temperatura: ---				
Progresión: Asc: --- Desc: ---				Tiempo: ---				
Posición de filete: <b>Horizontal</b>				<b>GAS (QW-408)</b>				
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b>				Composición Porcentual				
Temp. Pre calentamiento	Mín:	---		Gas(es)	Mezcla	Flujo		
Temp. Interpase	Máx:	---		Protección	---	---		
Mantenimiento pre calentamiento:	---			Arrastre	---	---		
				Respaldo	---	---		
<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409)</b>								
Corriente AC o DC: <b>DC</b>				Polaridad: <b>Ver tabla</b>				
Rango de amperaje: <b>Ver tabla</b>				Rango de voltaje: <b>Ver tabla</b>				
Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno: --- (Tungsteno puro, 2% toriado, etc)								
Modo de transferencia en GMAW: --- (Arco spray, corto circuito, etc)								
Velocidad de alimentación de alambre: ---								
<b>TÉCNICA</b>								
Pase ancho o angosto: <b>Pase 1: angosto; resto pases: ancho</b>								
Orificio o tamaño de protección gaseosa: ---								
Limpieza inicial y entrepasadas (escobillado, esmerilado, etc): <b>Escobillado y/o esmerilado</b>								
Método de resane de raíz: ---								
Oscilación: <b>Como sea requerida</b>								
Distancia de boquilla a pieza de trabajo: ---								
Pase múltiple o simple: <b>Como sea requerido hasta obtener la medida mínima del cateto</b>								
Electrodo simple o múltiple: ---								
Velocidad de avance (rango): <b>Ver tabla</b>								
Martilleo: ---								
Otro: ---								
Pase Nº	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Otros
		Clase	Diam	Polaridad	Amperaje (A)			
1	SMAW	E6010	3.2 mm	DC E(+)	80 - 110	26 - 30	8 - 13	---
2 - n	SMAW	E6012	4.0 mm	DC E(-)	110 - 160	20 - 24	11 - 15	---

**ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)***(De acuerdo a ASME Sección IX - 2004)*

HAUG / WPS

HOJA: 1 de 2

EMISION: 02/01/07

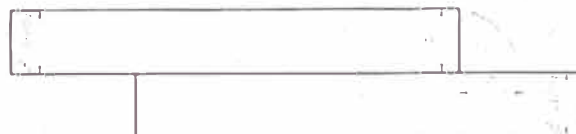
REVISION: 2

**QW-482 - ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**

Nombre de la compañía: HAUG S.A. Por: Ing. Miguel E. Marina Sánchez  
 Especificación de Procedimiento No. HAUG / WPS - 319 Fecha: 25 / May / 07 PQR de soporte: PQR - 064 + PQR - 065  
 Revisión No. 0 Fecha: 25 / May / 07  
 Proceso(s) de soldadura: SMAW Tipo: Manual

**JUNTA (QW-402)**Diseño de junta: Traslapada con soldadura en fileteRespaldo: (Si) --- (No) XMaterial de respaldo: (Tipo): --- Metal  Refractario No metálico  Otro

Esquema, dibujo de fabricación, símbolos de soldadura o descripción escrita debe mostrar el arreglo general de las partes a ser soldadas. Donde sea aplicable, la apertura de raíz y los detalles de la soldadura debe ser especificada.


**Detalles****METAL BASE (QW-403)**Nº P: 1 Grupo Nº: 1 al Nº P: 1 Grupo Nº: 1

O

Especificación de tipo y grado: ASTM A36Hasta la especificación de tipo y grado: ASTM A36

O

Análisis químico y propiedades mecánicas: ---Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas: ---**Rango de espesores**Metal base: Ranura: --- Filete: 8.0 mmDiam. Tubo Ranura: --- Filete: ---Otro Cateto : c = 8.0 mm min.**METAL DE APORTE (QW-404)**Especificación Nº (SFA) SFA-5.1 SFA-5.1AWS No (Clase) E6010 E6012Nº F 2 2Nº A 1 1Tamaño del electrodo 3.2 mm 5.0 mm**Metal depositado****Rango de espesores**Ranura --- ---Filete Hasta 4.0 mm Hasta 4.0 mmFundente (clase) --- ---Fundente nombre comercial --- ---Inserto consumible --- ---

	<b>ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)</b> <i>(De acuerdo a ASME Sección IX - 2004)</i>	<b>HAUG / WPS</b>	
		HOJA:	2 de 2
		EMISION:	02/01/07
		REVISION:	2

<b>POSICIONES (QW-405)</b> Posicion(es) de ranura: --- Progresión: Asc: --- Desc: --- Posición de filete: <b>Horizontal</b>	<b>TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO</b> Rango de temperatura: --- Tiempo: ---																
<b>PRECALENTAMIENTO (QW-406)</b> Temp. Pre calentamiento Min: --- Temp. Interpase Máx: --- Mantenimiento pre calentamiento: ---	<b>GAS (QW-408)</b> Composición Porcentual <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">Gas(es)</th> <th style="text-align: center;">Mezcla</th> <th style="text-align: center;">Flujo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Protección</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td>Arrastre</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> <tr> <td>Respaldo</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> <td style="text-align: center;">---</td> </tr> </tbody> </table>		Gas(es)	Mezcla	Flujo	Protección	---	---	---	Arrastre	---	---	---	Respaldo	---	---	---
	Gas(es)	Mezcla	Flujo														
Protección	---	---	---														
Arrastre	---	---	---														
Respaldo	---	---	---														

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS (QW-409)</b>			
Corriente AC o DC: <b>DC</b>	Polaridad: <b>Ver tabla</b>		
Rango de amperaje: <b>Ver tabla</b>	Rango de voltaje: <b>Ver tabla</b>		
Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno: ---	(Tungsteno puro, 2% toriado, etc)		
Modo de transferencia en GMAW: ---	(Arco spray, corto circuito, etc)		
Velocidad de alimentación de alambre: ---			

<b>TÉCNICA</b>	
Pase ancho o angosto: ---	<b>Pase 1: angosto; resto pases: ancho</b>
Orificio o tamaño de protección gaseosa: ---	
Limpieza inicial y entrepasadas (escobillado, esmerilado, etc): ---	<b>Escobillado y/o esmerilado</b>
Método de resane de raíz: ---	
Oscilación: ---	<b>Como sea requerida</b>
Distancia de boquilla a pieza de trabajo: ---	
Pase múltiple o simple: ---	<b>Como sea requerido hasta obtener la medida mínima del cateto</b>
Electrodo simple o múltiple: ---	
Velocidad de avance (rango): ---	<b>Ver tabla</b>
Martilleo: ---	
Otro: ---	

Pase N°	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Otros
		Clase	Diam	Polaridad	Amperaje (A)			
1	SMAW	E6010	3.2 mm	DC E(+)	80 - 110	26 - 30	7 - 12	---
2 - n	SMAW	E6012	5.0 mm	DC E(-)	140 - 220	20 - 24	6 - 11	---

**B. REGISTRO DE CALIFICACIÓN DEL SOLDADOR.**



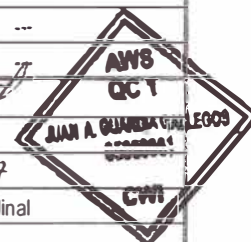
# REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR

De acuerdo al código ASME - Sección IX

HAUG / WPQR

HOJA:	1 de 1
EMISION:	02/01/07
REVISION:	2

REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQR)					
Nombre del Soldador: <b>Ahuanari Tamani; Juan</b>		No. Estampa: <b>HFC-155</b>	WPQR No.: <b>155-2</b>	DNI: <b>10163644</b>	
Identificación de WPS seguido por el soldador: <b>WPS - 263 Rev. 0</b>		Evaluado en: <input checked="" type="checkbox"/> Probeta <input type="checkbox"/> Soldadura Producción			
Especificación de metal base: <b>ASTM A36</b>			Espesor: <b>3/8"</b>		
Variables de soldadura		Valor Usado en la Calificación		Rango Calificado	
Proceso de Soldadura:		<b>SMAW</b>		<b>SMAW</b>	
Tipo usado (manual, semiautomático):		<b>Manual</b>		---	
Respaldo (metal, soldadura):		<b>Con respaldo</b>		<b>Con respaldo</b>	
( X ) Plancha ( ) Tubería (ingrese diámetro, si es tubería):		<b>3/8"</b>		---	
Metal Base No. P o S a No. P o S		<b>P No. 1 a P No. 1</b>		<b>P No. 1 a P No. 1</b>	
Especificación metal aporte (SFA)		<b>5.1</b>		---	
Clasificación metal aporte		<b>E7018 (raíz, relleno y acabado)</b>		---	
Metal de aporte No. F:		<b>F4 con respaldo</b>		<b>F1, F2, F3, F4 con respaldo</b>	
Inserto Consumible: (GTAW o PAW):		---		---	
Tipo de aporte (GTAW o PAW):		---		---	
Espesor depositado por cada proceso:		<b>3/8" de F4</b>		<b>Hasta 3/4" de F4</b>	
Posición calificada:		<b>2G</b>		<b>De Ranura y Filete: Plana y Horizontal</b>	
Progresión vertical (ascendente/descendente):		---		---	
Tipo de gas combustible (OFW):		---		---	
Gas Inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW):		---		---	
Modo de Transferencia (GMAW):		---		---	
Corriente Tipo/Polaridad (GTAW):		---		---	
RESULTADOS					
Resultado de inspección Visual:		<b>Acceptable</b>			
Resultados de Prueba de Doble:		<b>Acceptable 2003/03/27</b>			
( ) Lado		( X ) Cara y Raíz Transversal		( ) Cara y Raíz Longitudinal	
( ) Tubería, Resistencia a la corrosión			( ) Plancha, resistencia a la corrosión		
( ) Tubería, Prueba de ataque químico			( ) Plancha, Prueba de ataque químico		
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
<b>Cara</b>	<b>Aceptado</b>	<b>Raíz</b>	<b>Aceptado</b>	---	---
---	---	---	---	---	---
Resultado de examen radiográfico alternativo: ---					
Soldadura de filete: Prueba de fractura: ---		Longitud y porcentaje de Defectos: ---			
Macro ataque: ---		Tamaño de filete: ---		Concavidad/Convexidad: ---	
Otras Pruebas: ---					
Película o muestras evaluadas por: ---			Compañía: <b>EXSA S.A.</b>		
Pruebas Mecánicas conducidas por: <b>Luis Chiara Loayza</b>			Prueba de Laboratorio No: ---		
Soldadura supervisada por: <b>CWI Juan Guardia G.</b>					
Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código ASME Sección IX-2004.					
CUALQUIER CONSULTA SOBRE LA AUTENTICIDAD DE ESTE DOCUMENTO DEBE SER HECHA AL TELEFONO 224-3768 INDICANDO EL NUMERO CORRELATIVO <b>839-07</b>					
Organización: <b>HAUG S.A.</b>			Por: <b>Ing. Miguel E. Marina Sánchez</b>		





# REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR

De acuerdo al código ASME - Sección IX

HAUG / WPQR

HOJA:	1 de 1
EMISION:	02/01/07
REVISION:	2

## REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQR)

Nombre del Soldador:	<b>Ahuanari Tamani: Juan</b>	No. Estampa:	<b>HFC-155</b>	WPQR No.:	<b>155-1</b>	DNI:	<b>10163644</b>
Identificación de WPS seguido por el soldador:	<b>WPS - 253 Rev. 0</b>	Evaluado en:	<input checked="" type="checkbox"/> Probeta	<input type="checkbox"/> Soldadura Producción			
Especificación de metal base:	<b>ASTM A36</b>	Espesor:	<b>3/8"</b>				

Variables de soldadura	Valor Usado en la Calificación	Rango Calificado
Proceso de Soldadura:	<b>SMAW</b>	<b>SMAW</b>
Tipo usado (manual, semiautomático):	<b>Manual</b>	---
Respaldo (metal, soldadura):	<b>Con respaldo</b>	<b>Con respaldo</b>
( X ) Plancha ( ) Tubería (ingrese diámetro, si es tubería):	<b>3/8"</b>	---
Metal Base No. P o S a No. P o S	<b>P No. 1 a P No. 1</b>	<b>P No. 1 a P No. 1</b>
Especificación metal aporte (SFA)	<b>5.1</b>	---
Clasificación metal aporte	<b>E7018 (raíz, relleno y acabado)</b>	---
Metal de aporte No. F:	<b>F4 con respaldo</b>	<b>F1, F2, F3, F4 con respaldo</b>
Inserto Consumible: (GTAW o PAW):	---	---
Tipo de aporte (GTAW o PAW):	---	---
Espesor depositado por cada proceso:	<b>3/8" de F4</b>	<b>Hasta 3/4" de F4</b>
Posición calificada:	<b>3G</b>	<b>De Ranura: Plana y Vertical De Filete: Plana, Horizontal y Vertical</b>
Progresión vertical (ascendente/descendente):	<b>Ascendente</b>	<b>Ascendente</b>
Tipo de gas combustible (OFW):	---	---
Gas Inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW):	---	---
Modo de Transferencia (GMAW):	---	---
Corriente Tipo/Polaridad (GTAW):	---	---

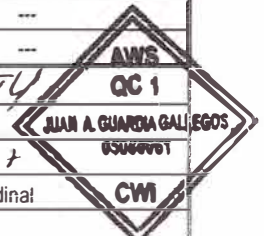
### RESULTADOS

Resultado de Inspección Visual:	<b>Aceptable</b>				
Resultados de Prueba de Doble:	<b>Aceptable</b>				
( ) Lado	( X ) Cara y Raíz Transversal	( ) Cara y Raíz Longitudinal			
( ) Tubería, Resistencia a la corrosión	( ) Plancha, resistencia a la corrosión				
( ) Tubería, Prueba de ataque químico	( ) Plancha, Prueba de ataque químico				
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
<b>Cara</b>	<b>Aceptado</b>	<b>Raíz</b>	<b>Aceptado</b>	---	---
---	---	---	---	---	---

Resultado de examen radiográfico alternativo:	---				
Soldadura de filete: Prueba de fractura:	---	Longitud y porcentaje de Defectos:	---		
Macro ataque:	---	Tamaño de filete:	---	Concavidad/Convexidad:	---
Otras Pruebas:	---				
Película o muestras evaluadas por:	---	Compañía:	<b>EXSA S.A.</b>		
Pruebas Mecánicas conducidas por:	<b>Luis Chiara Loayza</b>	Prueba de Laboratorio No:	---		
Soldadura supervisada por:	<b>CWI Juan Guardia Gallegos</b>				

Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código ASME Sección IX-2004.	
CUALQUIER CONSULTA SOBRE ORGANIZACIÓN:	<b>HAUG S.A.</b>
Fecha:	<b>12 Marzo 07</b>
Por:	<b>Ing. Miguel E. Marina Sánchez</b>

DOCUMENTO DEBE SER HECHO  
AL TELEFONO 224-3768  
INDICANDO EL NUMERO CORRELATIVO **833-07**







# REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADOR

De acuerdo al código ASME - Sección IX

HAUG / WPQR

HOJA: 1 de 1

EMISION: 02/01/07

REVISION: 2

## REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADOR (WPQR)

Nombre del Soldador: **Arango José Rocky** No. Estampa: **HFC-098** WPQR No.: **098-1** DNI: **41127655**

Identificación de WPS seguido por el soldador: **WPS - 263 Rev. 0** Evaluado en:  Probeta  Soldadura Producción

Especificación de metal base: **ASTM A36** Espesor: **3/8"**

Variables de soldadura	Valor Usado en la Calificación	Rango Calificado
Proceso de Soldadura:	<b>SMAW</b>	<b>SMAW</b>
Tipo usado (manual, semiautomático):	<b>Manual</b>	---
Respaldo (metal, soldadura):	<b>Con respaldo</b>	<b>Con respaldo</b>
( X ) Plancha ( ) Tubería (ingrese diámetro, si es tubería):	<b>3/8"</b>	---
Meta: Base No. P o S a No. P o S	<b>P No. 1 a P No. 1</b>	<b>P No. 1 a P No. 1</b>
Especificación metal aporte (SFA):	<b>5.1</b>	---
Clasificación metal aporte:	<b>E7018 (raíz, relleno y acabado)</b>	---
Metal de aporte No. F:	<b>F4 con respaldo</b>	<b>F1, F2, F3, F4 con respaldo</b>
Inserto Consumible (GTAW o PAW):	---	---
Tipo de aporte (GTAW o PAW):	---	---
Espesor depositado por cada proceso:	<b>3/8" de F4</b>	<b>Hasta 3/4" de F4</b>
Posición calificada:	<b>2G</b>	<b>De Ranura y Filete: Plana y Horizontal</b>
Progresión vertical (ascendente/descendente):	---	---
Tipo de gas combustible (OFW):	---	---
Gas Inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW):	---	---
Modo de Transferencia (GMAW):	---	---
Corriente Tipo/Polaridad (GTAW):	---	---

### RESULTADOS

Resultado de Inspección Visual: **Aceptable**

Resultados de Prueba de Doblez: **Aceptable**

( ) Lado ( X ) Cara y Raíz Transversa ( ) Cara y Raíz Longitudinal

( ) Tubería, Resistencia a la corrosión ( ) Plancha, resistencia a la corrosión

( ) Tubería, Prueba de ataque químico ( ) Plancha, Prueba de ataque químico

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
<b>Cara</b>	<b>Aceptado</b>	<b>Raíz</b>	<b>Aceptado</b>	---	---
---	---	---	---	---	---

Resultado de examen radiográfico alternativo: ---

Soldadura de filete: Prueba de fractura: --- Longitud y porcentaje de Defectos: ---

Macro ataque: --- Tamaño de filete: --- Concavidad/Convexidad: ---

Otras Pruebas: ---

Película o muestras evaluadas por: --- Compañía: **EXSA S.A.**

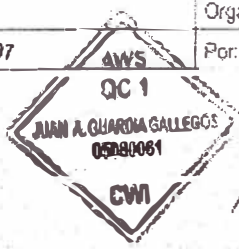
Pruebas Mecánicas conducidas por: **Ing. Luis Chiara Loayza** Prueba de Laboratorio No: ---

Soldadura supervisada por: **CWI Juan Guardia Gallegos**

Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código ASME SECCIÓN IX-2009.

Organización: **HAUG S.A.**

Fecha: **18 - Junio - 07** Por: **Ing. Miguel E. Marina Sánchez**



Handwritten signature and date: 22/06/07



# REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR

De acuerdo al código ASME - Sección IX

HAUG / WPQR

HOJA:	1 de 1
EMISION:	02/01/07
REVISION:	2

## REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQR)

Nombre del Soldador:	<b>Arango José, Rocky</b>	No. Estampa:	<b>HFC-098</b>	WPQR No.:	<b>098-3</b>	DNI:	<b>41127655</b>
Identificación de WPS seguido por el soldador:	<b>WPS - 253 Rev. 0</b>	Evaluado en:	<input checked="" type="checkbox"/> Probeta	<input type="checkbox"/> Soldadura Producción			
Especificación de metal base:	<b>ASTM A36</b>	Espesor:	<b>3/8"</b>				
<b>Variables de soldadura</b>	<b>Valor Usado en la Calificación</b>		<b>Rango Calificado</b>				
Proceso de Soldadura:	<b>SMAW</b>		<b>SMAW</b>				
Tipo usado (manual, semiautomático):	<b>Manual</b>		---				
Respaldo (metal, soldadura):	<b>Con respaldo</b>		<b>Con respaldo</b>				
( X ) Plancha ( ) Tubería (ingrese diámetro, si es tubería):	<b>3/8"</b>		---				
Metal Base No. P o S a No. P o S	<b>P No. 1 a P No. 1</b>		<b>P No. 1 a P No. 1</b>				
Especificación metal aporte (SFA)	<b>5.1</b>		---				
Clasificación metal aporte	<b>E7018 (raíz, relleno y acabado)</b>		---				
Metal de aporte No. F:	<b>F4 con respaldo</b>		<b>F1, F2, F3, F4 con respaldo</b>				
Inserto Consumible: (GTAW o PAW):	---		---				
Tipo de aporte (GTAW o PAW):	---		---				
Espesor depositado por cada proceso:	<b>3/8" de F4</b>		<b>Hasta 3/4" de F4</b>				
Posición calificada:	<b>3G</b>		<b>De Ranura: Plana y Vertical De Filete: Plana, Horizontal y Vertical</b>				
Progresión vertical (ascendente/descendente):	<b>Ascendente</b>		<b>Ascendente</b>				
Tipo de gas combustible (OFW):	---		---				
Gas inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW):	---		---				
Modo de Transferencia (GMAW):	---		---				
Corriente Tipo/Polaridad (GTAW):	---		---				
<b>RESULTADOS</b>							
Resultado de Inspección Visual:	<b>Acceptable</b>						
Resultados de Prueba de Doble:	<b>Acceptable</b>						
( ) Lado	( X ) Cara y Raíz Transversal			( ) Cara y Raíz Longitudinal			
( ) Tubería, Resistencia a la corrosión	( ) Plancha, resistencia a la corrosión						
( ) Tubería, Prueba de ataque químico	( ) Plancha, Prueba de ataque químico						
Tipo	Resultado	Tipo	Resultado	Tipo	Resultado		
<b>Cara</b>	<b>Aceptado</b>	<b>Raíz</b>	<b>Aceptado</b>	---	---		
---	---	---	---	---	---		
Resultado de examen radiográfico alternativo:	---						
Soldadura de filete:	Prueba de fractura:	---	Longitud y porcentaje de Defectos:	---			
Macro ataque:	---	Tamaño de filete:	---	Concavidad/Convexidad:	---		
Otras Pruebas:	---						
Película o muestras evaluadas por:	---			Compañía:	<b>EXSA S.A.</b>		
Pruebas Mecánicas conducidas por:	<b>Ing. Luis Chiara Loayza</b>			Prueba de Laboratorio No.:	---		
Soldadura supervisada por:	<b>CWI Juan Guardia Gallegos</b>						
Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código ASME Sección IX-2004.							
Fecha:	<b>18 - Junio - 07</b>			Organización:	<b>HAUG S.A.</b>		
				Por:	<b>Ing. Miguel E. Marina Sánchez</b>		



*[Handwritten Signature]*  
2007/06/22



# FORMATO DE CALIFICACION DE SOLDADORES Y OPERADORES ASME SECCION IX - QW-301.

Página: 1 de 1  
Diseño: 01-02-05  
Reg.: QUA010/04  
Rev.: 01

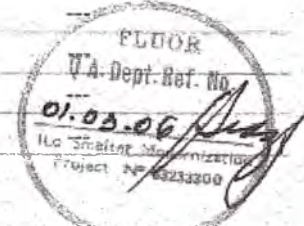
Nombre Soldador: Pedro Jauregui Jáuriga DNI: 10200948 Estampa N° HFC-067 Certificado N° 060-L-05

### Descripción de la Prueba

Identificación de WPS desarrollado: HAUG / WPS - 211  Cupón de Ensayo  Soldadura de Producción  
Especificación de Metal Base: ASTM A 36 Espesor: 16.0 mm

### Condiciones de Ensayo y Límites de Calificación

Variables de Soldadura (QW-350)	Valores Actuales	Rango Calificado						
Proceso de Soldadura	SMAW	SMAW						
Tipo usado (manual, semi-automático)	Manual	Manual						
Respaldo (metal, metal soldado, soldado ambos lados, etc.)	Con respaldo	Solo con respaldo						
( X ) Plancha ( ) Tuberia (ingresar diámetro si es tubería)	16.0 mm	---						
Metal Base (Número P ó S a Número P ó S)	P N°1	P N°1						
Especificación (es) de metal de aporte o electrodo (SFA) (solo información)	SFA-5.1	---						
Clasificación (es) de metal de aporte o electrodo (solo información)	E 7018	---						
Metal de aporte número (s) F	F4	F N°1, F N°2, F N°3, F N°4 (con respaldo)						
Inserto consumible (GTAW ó PAW)	---	---						
Tipo de aporte (sólido/metal o fundente en el núcleo/polvo) (GTAW ó PAW)	---	---						
Espesor de depósito para cada proceso de soldadura	16.0 mm	5.0 mm a 32.0 mm						
Posición Calificada	2G	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">Plancha y Tubería &gt; 610mm D.E.</th> <th style="text-align: center;">Tubería &lt;= 610mm D.E. (&gt; 72mm D.E.)</th> <th style="text-align: center;">Filete</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">F, H</td> <td style="text-align: center;">F, H</td> <td style="text-align: center;">F, H</td> </tr> </table>	Plancha y Tubería > 610mm D.E.	Tubería <= 610mm D.E. (> 72mm D.E.)	Filete	F, H	F, H	F, H
Plancha y Tubería > 610mm D.E.	Tubería <= 610mm D.E. (> 72mm D.E.)	Filete						
F, H	F, H	F, H						
Progresión Vertical (Ascendente / Descendente)	---	---						
Tipo de gas combustible (OFW)	---	---						
Gas inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW)	---	---						
Modo de transferencia (spray/globular o pulsado a corto circuito-GMAW)	---	---						
GTAW Tipo de corriente/polaridad (AC, DCEP, DCEN)	---	---						



### Resultado de Ensayo de Dobleces Guiado

Resultado de Examen Visual de soldadura completa (QW-302.1): **APROBADO**

Ensayo de Dobleces:  Transversal cara y raíz (QW-462.3 (a)),  Longitudinal de cara y raíz (QW-462.3 (b)),  Líneo (QW-462.2);  
 Dobleces de especimen de tubería, resistencia a la corrosión (QW-462.5 (c));  Dobleces de especimen de plancha, resistencia a la corrosión (QW-462.5 (d));  
 Macro Prueba para fusión (QW-462.5 (h));  Macro Prueba para fusión (QW-462.5 (e))

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado

**Wilson Vásquez Tello**  
Level II SNT-TC-1A  
N° 01-RT-001/05

Resultados de la examinación alternativa radiográfica (QW-191): Reporte RT N° 03 (30-11-2005) **APROBADO**

Soldadura de Filete - Prueba de Rótura (QW-180): --- Longitud y Porcentaje de defectos: ---

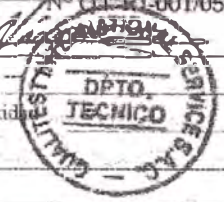
Macroataque (QW-184) --- Tamaño de Filete: --- Conarvidad / Convesidad: ---

Otras pruebas: ---

Películas o probetas evaluadas por: Wilson Vásquez Tello Compañía: QUALITEST S.A.C

Prueba Mecánica supervisada por: --- Ensayo de laboratorio N°: ---

Soldadura supervisada por: Ing. Juan Carlos Vértiz



Certificamos que lo establecido en este registro es correcto y que las probetas de ensayo fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo con los requisitos de la Sección IX del Código ASME.

Fecha: 30 / 11 / 2005 Organización: HAUG S.A.  
 Autorizado por: Ing. Harley Orrego





**QUALITEST**  
INTERNATIONAL SERVICE S.A.C.

**FORMATO DE CALIFICACION  
DE SOLDADORES Y OPERADORES  
ASME SECCION IX - QW-301.**

Página: 1 de 1  
Diseño: 01-02-05  
Reg.: QUA010/04  
Rev.: 01

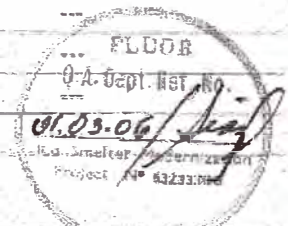
Nombre Soldador: Pedro Jáuregui Jáuriga DNI: 10200948 Estampa N°: HFC-067 Certificado N°: 058-L-05

**Descripción de la Prueba**

Identificación de WPS desarrollado: HAUG / WPS - 210  Cupón de Ensayo  Soldadura de Producción  
Especificación de Metal Base: ASTM A 36 Espesor: 16.0 mm

**Condiciones de Ensayo y Límites de Calificación**

Variables de Soldadura (QW-350)	Valores Actuales		Rango Calificado	
	SMAW		SMAW	
Proceso de Soldadura	Manual		Manual	
Tipo usado (manual, semi-automático)	Manual		Manual	
Respaldo (metal, metal soldado, soldado ambos lados, etc.)	Con respaldo		Solo con respaldo	
( X ) Plancha ( ) Tuberia (ingresar diámetro si es tuberia)	16.0 mm		---	
Metal Base (Número P ó S a Número P ó S)	P N°1		P N°1	
Especificación (es) de metal de aporte o electrodo (SFA) (sólo información)	SFA-5.1		---	
Clasificación (es) de metal de aporte o electrodo (sólo información)	E 7018		---	
Metal de aporte número (s) F	F4		F N°1, F N°2, F N°3, F N°4 (con respaldo)	
Inserto consumible (GTAW ó PAW)	---		---	
Tipo de aporte (sólido/metal o fundente en el núcleo/polvo) (GTAW ó PAW)	---		---	
Espesor de depósito para cada proceso de soldadura	16.0 mm		5.0 mm a 32.0 mm	
Posición Calificada	3G		Plancha y Tuberia <= 610mm D.E.	Filete
			F, V	F, H, V
Progresión Vertical (Ascendente / Descendente)	Ascendente		Ascendente	
Tipo de gas combustible (OFW)	---		---	
Gas inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW)	---		---	
Modo de transferencia (spray/globular o pulsado a corto circuito-GMAW)	---		---	
GTAW Tipo de corriente/polaridad (AC, DCEP, DCEN)	---		---	



**Resultado de Ensayo de DobleZ Guiado**

Resultado de Examen Visual de soldadura completa (QW-302.4): **APROBADO**  
 Ensayo de DobleZ:  Transversal cara y raíz (QW-462.3 (a));  Longitudinal de cara y raíz (QW-462.3 (b));  Lado (QW-462.3 (c))  
 DobleZ de espécimen de tuberia, resistencia a la corrosión (QW-462.5 (e));  DobleZ de espécimen de plancha, resistencia a la corrosión (QW-462.5 (d));  
 Macro Prueba para fusión (QW-462.5 (b));  Macro Prueba para fusión (QW-462.5 (a))

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
			<b>Wilson Vásquez Tello</b>
			Level II SNT-TC-1A
			Nº Q.I. RT-001/05

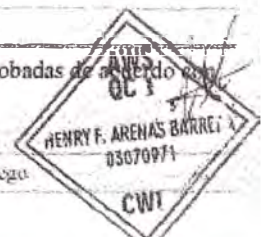
Resultados de la examinación alternativa radiografía (QW-191): **Reporte RT N° 018 (22-11-2005) APROBADO**

Soldadura de Filete - Prueba de Rotura (QW-180): --- Longitud y Porcentaje de defectos: ---  
 Macrotaque (QW-184): --- Tamaño de Filete: --- Concavidad / Convexidad: ---  
 Otras pruebas: ---  
 Películas o próbetas evaluadas por: Wilson Vásquez Tello Compañía: QUALITEST S.A.C  
 Prueba Mecánica supervisada por: --- Ensayo de laboratorio N°: ---  
 Soldadura supervisada por: Ing. Juan Carlos Vertiz



Certificamos que lo establecido en este registro es correcto y que las probetas de ensayo fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo con los requisitos de la Sección IX del Código ASME.

Fecha: 22 / 11 / 2005 Organización: HAUG S.A.  
 Autorizado por: Ing. Harley Orrego





# REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR

De acuerdo al código ASME - Sección IX

HAUG / WPQR

HOJA: 1 de 1

EMISION: 18/07/02

REVISION: 1

## REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQR)

Nombre del Soldador: **López Carrillo; Franco** No. Estampa: **HFC-039** WPQR No.: **039-2** DNI: **09711991**

Identificación de WPS seguido por el soldador: **WPS - 263 Rev. 0** Evaluado en:  Probeta  Soldadura Producción

Especificación de metal base: **ASTM A36** Espesor: **3/8"**

Variables de soldadura	Valor Usado en la Calificación	Rango Calificado
Proceso de Soldadura:	<b>SMAW</b>	<b>SMAW</b>
Tipo usado (manual, semiautomático):	<b>Manual</b>	--
Respaldo (metal, soldadura):	<b>Con respaldo</b>	<b>Con respaldo</b>
( X ) Plancha ( ) Tubería (ingrese diámetro, si es tubería):	<b>3/8"</b>	--
Metal Base No. P o S a No. P o S	<b>P No. 1 a P No. 1</b>	<b>P No. 1 a P No. 1</b>
Especificación metal aporte (SFA)	<b>5.1</b>	--
Clasificación metal aporte	<b>E7018 (raíz, relleno y acabado)</b>	--
Metal de aporte No. F:	<b>F4 con respaldo</b>	<b>F1, F2, F3, F4 con respaldo</b>
Inserto Consumible: (GTAW o PAW):	--	--
Tipo de aporte (GTAW o PAW):	--	--
Espesor depositado por cada proceso:	<b>Hasta 3/8" de F4</b>	<b>Hasta 3/4" de F4</b>
Posición calificada:	<b>2G</b>	<b>Plana y Horizontal</b>
Progresión vertical (ascendente/descendente):	--	--
Tipo de gas combustible (OFW):	--	--
Gas Inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW):	--	--
Modo de Transferencia (GMAW):	--	--
Corriente Tipo/Polaridad (GTAW):	--	--

### RESULTADOS

Resultado de Inspección Visual: **Acceptable**

Resultados de Prueba de DobleZ: **Acceptable** 2006/08/23

( X ) Lado ( ) Cara y Raíz Transversal ( ) Cara y Raíz Longitudinal

( ) Tubería, Resistencia a la corrosión ( ) Plancha, resistencia a la corrosión

( ) Tubería, Prueba de ataque químico ( ) Plancha, Prueba de ataque químico

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
<b>Lado 1</b>	<b>Acceptado</b>	<b>Lado 2</b>	<b>Acceptado</b>	--	--
--	--	--	--	--	--

Resultado de examen radiográfico alternativo: --

Soldadura de filete: Prueba de fractura: -- Longitud y porcentaje de Defectos: --

Macro ataque: -- Tamaño de filete: -- Concavidad/Convexidad: --

Otras Pruebas: --

Película o muestras evaluadas por: -- Compañía: --

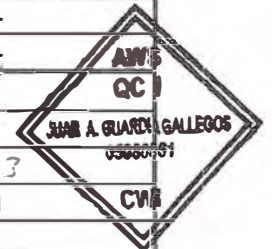
Pruebas Mecánicas conducidas por: **CWI Juan Guardia Gallegos** Prueba de Laboratorio No: --

Soldadura supervisada por: **CWI Juan Guardia Gallegos**

Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código ASME Sección IX-2004.

Organización: **HAUG S.A.**

Fecha: **22 - Agosto - 06** Por: **Miguel Marina Sánchez**





# REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR

De acuerdo al código ASME - Sección IX

HAUG / WPQR

HOJA: 1 de 1

EMISION: 18/07/02

REVISION: 1

## REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQR)

Nombre del Soldador: **López Carrillo; Franco Nero** No. Estampa: **HFC-039** WPQR No.: **039-3** DNI: **09711991**

Identificación de WPS seguido por el soldador: **WPS - 210 Rev. 0** Evaluado en:  Probeta  Soldadura Producción

Especificación de metal base: **ASTM A36** Espesor: **5/8"**

Variables de soldadura	Valor Usado en la Calificación	Rango Calificado
Proceso de Soldadura:	<b>SMAW</b>	<b>SMAW</b>
Tipo usado (manual, semiautomático):	<b>Manual</b>	---
Respaldo (metal, soldadura):	<b>Con respaldo</b>	<b>Con respaldo</b>
( X ) Plancha ( ) Tubería (ingrese diámetro, si es tubería):	<b>5/8"</b>	---
Metal Base No. P o S a No. P o S	<b>P No. 1 a P No. 1</b>	<b>P No. 1 a P No. 1</b>
Especificación metal aporte (SFA)	<b>5.1</b>	---
Clasificación metal aporte	<b>E7018 (raiz, relleno y acabado)</b>	---
Metal de aporte No. F:	<b>F4 con respaldo</b>	<b>F1, F2, F3, F4 con respaldo</b>
Inserto Consumible: (GTAW o PAW):	---	---
Tipo de aporte (GTAW o PAW):	---	---
Espesor depositado por cada proceso:	<b>Hasta 5/8" de F4</b>	<b>Hasta 1 1/4" de F4</b>
Posición calificada:	<b>3G</b>	<b>De Ranura: Plana y Vertical De Filete: Plana, Horizontal y Vertical</b>
Progresión vertical (ascendente/descendente):	<b>Ascendente</b>	<b>Ascendente</b>
Tipo de gas combustible (OFW):	---	---
Gas Inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW):	---	---
Modo de Transferencia (GMAW):	---	---
Corriente Tipo/Polaridad (GTAW):	---	---

### RESULTADOS

Resultado de Inspección Visual: **Acceptable**

Resultados de Prueba de Doble: **Acceptable 2023/02/13**

( X ) Lado ( ) Cara y Raiz Transversal ( ) Cara y Raiz Longitudinal

( ) Tubería, Resistencia a la corrosión ( ) Plancha, resistencia a la corrosión

( ) Tubería, Prueba de ataque químico ( ) Plancha, Prueba de ataque químico

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
<b>Lado 1</b>	<b>Aceptado</b>	<b>Lado 2</b>	<b>Aceptado</b>	---	---
---	---	---	---	---	---

Resultado de examen radiográfico alternativo: ---

Soldadura de filete: Prueba de fractura: --- Longitud y porcentaje de Defectos: ---

Macro ataque: --- Tamaño de filete: --- Concavidad/Convexidad: ---

Otras Pruebas: ---

Película o muestras evaluadas por: --- Compañía: **EXSA**

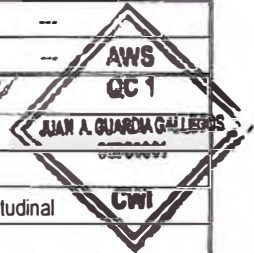
Pruebas Mecánicas conducidas por: **Luis Chlara Loayza** Prueba de Laboratorio No: ---

Soldadura supervisada por: **CWI Juan Guardia G.**

Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código ASME Sección IX-2004.

Organización: **HAUG S.A.**

Fecha: **06 - Febrero - 07** Por: **Ing. Miguel E. Marina Sánchez**





# REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR

De acuerdo al código ASME - Sección IX

HAUG / WPQR

HOJA: 1 de 1

EMISION: 02/01/07

REVISION: 2

## REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQR)

Nombre del Soldador: **Ostos Huertas, Martín Luis** No. Estampar: **HFC-071** WPQR No.: **071-4** ONI: **42564013**

Identificación de WPS seguido por el soldador: **WPS - 263 Rev. 0** Evaluado en:  Probeta  Soldadura Producción

Especificación de metal base: **ASTM A36** Espesor: **3/8"**

Variables de soldadura	Valor Usado en la Calificación	Rango Calificado
Proceso de Soldadura:	<b>SMAW</b>	<b>SMAW</b>
Tipo usado (manual, semiautomático):	<b>Manual</b>	---
Respaldo (metal, soldadura):	<b>Con respaldo</b>	<b>Con respaldo</b>
( X ) Plancha ( ) Tubería (ingrese diámetro, si es tubería):	<b>3/8"</b>	---
Metal Base No. P o S a No. P o S	<b>P No. 1 a P No. 1</b>	<b>P No. 1 a P No. 1</b>
Especificación metal aporte (SFA)	<b>5.1</b>	---
Clasificación metal aporte	<b>E7018 (raiz, relleno y acabado)</b>	---
Metal de aporte No. F:	<b>F4 con respaldo</b>	<b>F1, F2, F3, F4 con respaldo</b>
Inserto Consumible: (GTAW o PAW):	---	---
Tipo de aporte (GTAW o PAW):	---	---
Espesor depositado por cada proceso:	<b>3/8" de F4</b>	<b>Hasta 3/4" de F4</b>
	---	---
Posición calificada:	<b>2G</b>	<b>De Ranura y Filete: Plana y Horizontal</b>
Progresión vertical (ascendente/descendente):	---	---
Tipo de gas combustible (OFW):	---	---
Gas Inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW):	---	---
Modo de Transferencia (GMAW):	---	---
Corriente Tipo/Polaridad (GTAW):	---	---

### RESULTADOS

Resultado de Inspección Visual: **Aceptable**

Resultados de Prueba de Doblez: **Aceptable**

( ) Lado ( X ) Cara y Raiz Transversal ( ) Cara y Raiz Longitudinal

( ) Tubería, Resistencia a la corrosión ( ) Plancha, resistencia a la corrosión

( ) Tubería, Prueba de ataque químico ( ) Plancha, Prueba de ataque químico

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
<b>Cara</b>	<b>Aceptado</b>	<b>Raiz</b>	<b>Aceptado</b>	---	---
---	---	---	---	---	---

Resultado de examen radiográfico alternativo: ---

Soldadura de filete: Prueba de tracción: --- Longitud y porcentaje de Defectos: ---

Macro al aque: --- Tamaño de filete: --- Concavidad/Convexidad: ---

Otras Pruebas: ---

Película o muestras evaluadas por: --- Compañía: **EXSA S.A.**

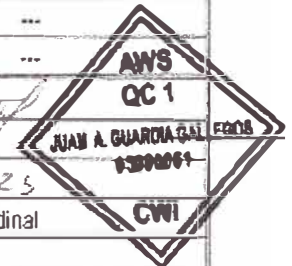
Pruebas Mecánicas conducidas por: **Luis Chiara Loayza** Prueba de Laboratorio No: ---

Soldadura supervisada por: **CWI Juan Guardia Gallegos**

Nosotras certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código ASME Sección IX-2004.

Organización: **HAUG S.A.**

Fecha: **21 - Abril - 07** Por: **Ing. Miguel E. Marina Sánchez**





# REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR

De acuerdo al código ASME - Sección IX

HAUG / WPQR

HOJA: 1 de 1

EMISION: 02/01/07

REVISION: 2

## REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQR)

Nombre del Soldador: **Ostos Huertas, Martin Luis** No. Estampa: **HFC-071** WPQR No.: **071-3** DNI: **42564013**

Identificación de WPS seguido por el soldador: **WPS - 253 Rev. 0** Evaluado en:  Probeta  Soldadura Producción

Especificación de metal base: **ASTM A36** Espesor: **3/8"**

VARIABLES DE SOLDADURA	Valor Usado en la Calificación	Rango Calificado
Proceso de Soldadura:	<b>SMAW</b>	<b>SMAW</b>
Tipo usado (manual, semiautomático):	<b>Manual</b>	---
Respaldo (metal, soldadura):	<b>Con respaldo</b>	<b>Con respaldo</b>
( X ) Plancha ( ) Tubería (ingrese diámetro, si es tubería):	<b>3/8"</b>	---
Metal Base No. P o S a No. P o S	<b>P No. 1 a P No. 1</b>	<b>P No. 1 a P No. 1</b>
Especificación metal aporte (SFA)	<b>5.1</b>	---
Clasificación metal aporte	<b>E7018 (raíz, relleno y acabado)</b>	---
Metal de aporte No. F:	<b>F4 con respaldo</b>	<b>F1, F2, F3, F4 con respaldo</b>
Inserto Consumible: (GTAW o PAW):	---	---
Tipo de aporte (GTAW o PAW):	---	---
Espesor depositado por cada proceso:	<b>3/8" de F4</b>	<b>Hasta 3/4" de F4</b>
	---	---
Posición calificada:	<b>3G</b>	<b>De Ranura: Plana y Vertical De Filete: Plana, Horizontal y Vertical</b>
Progresión vertical (ascendente/descendente):	<b>Ascendente</b>	<b>Ascendente</b>
Tipo de gas combustible (OFW):	---	---
Gas Inerte de respaldo (GTAW, PAW, GMAW):	---	---
Modo de Transferencia (GMAW):	---	---
Corriente Tipo/Polaridad (GTAW):	---	---

### RESULTADOS

Resultado de Inspección Visual: **Acceptable**

Resultados de Prueba de Doblez: **Acceptable** 2004/04/25

( ) Lado ( X ) Cara y Raíz Transversal ( ) Cara y Raíz Longitudinal

( ) Tubería, Resistencia a la corrosión ( ) Plancha, resistencia a la corrosión

( ) Tubería, Prueba de ataque químico ( ) Plancha, Prueba de ataque químico

Tipo	Resultado	Tipo	Resultado	Tipo	Resultado
<b>Cara</b>	<b>Acceptado</b>	<b>Raíz</b>	<b>Acceptado</b>	---	---
---	---	---	---	---	---

Resultado de examen radiográfico alternativo: ---

Soldadura de filete: Prueba de fractura: --- Longitud y porcentaje de Defectos: ---

Macro ataque: --- Tamaño de filete: --- Concavidad/Convexidad: ---

Otras Pruebas: ---

Película o muestras evaluadas por: --- Compañía: **EXSA S.A.**

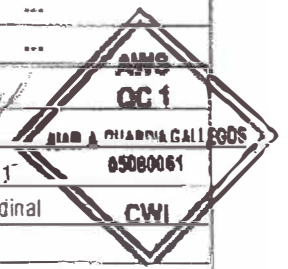
Pruebas Mecánicas conducidas por: **Luis Chiara Loayza** Prueba de Laboratorio No: ---

Soldadura supervisada por: **CWI Juan Guardia Gallegos**

Nosotros certificamos que las datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y probadas de acuerdo a los requerimientos del Código ASME Sección IX-2004.

Organización: **HAUG S.A.**

Fecha: **21 - Abril - 07** Por: **Ing. Miguel E. Marina Sánchez**





## C. INSTRUCTIVO: INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA



**CONTROL DE CALIDAD**  
**INSTRUCTIVO: INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA**

IC7-01-16

Página: 1 de 4

Rev. 01/ 06-12-2002

## 1. OBJETIVO

Determinar una secuencia de actividades aplicables a la ejecución de la inspección visual de soldadura para asegurar la calidad de juntas soldadas de estructuras metálicas y tanques.

## 2. ALCANCE

Aplicable a la inspección de uniones soldadas de tanques, espesadores, clarificadores y estructuras metálicas.

## 3. REFERENCIAS

Estándar: AWS D1.1, ASME IX, API 650 sección 6 & 7.

## 4. RESPONSABILIDADES

- Inspector de Calidad: Responsable por el monitoreo permanente de la inspección, emisión del registro de la inspección e informar/ reportar el hallazgo de algún defecto para que se tomen, sin demora injustificada, las acciones correctivas necesarias.
- Supervisor de Soldadura: Responsable de controlar los parámetros de los procedimientos de soldadura y establecer coordinación con el inspector de calidad para la ejecución de la inspección visual de soldadura. Así mismo, es responsable de ejecutar las acciones correctivas necesarias que reporte el Inspector de Calidad.

## 5. DESARROLLO

- El inspector de calidad coordinará con el supervisor de soldadura, entregando los instructivos de soldadura aplicables y la lista de soldadores calificados. Así mismo, dispondrá del equipo necesario para la ejecución de la inspección: bridge cam, pinza amperimétrica.

### 5.1 Actividades Preliminares:

- Revisión de la documentación aplicable
- Chequear procedimientos de soldadura
- Chequear calificaciones de los soldadores
- Desarrollar un plan de inspecciones (Planes de Puntos de Inspección del proyecto)
- Chequear condición del equipo de soldeo
- Verificar la identificación del metal base y material de aporte
- Chequear la calidad y condición del metal base y material de aporte
- Chequear la preparación de la junta
- Chequear el alineamiento de la junta
- Chequear la limpieza de la junta



**CONTROL DE CALIDAD**  
**INSTRUCTIVO: INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA**

**IC7-01-16**

Página: 2 de 4

Rev. 01/ 06-12-2002

- Chequear el precalentamiento, cuando sea requerido

**5.2 Actividades durante el Proceso de Soldadura**

- Chequear las variables de soldadura
- Chequear la calidad de los pases de soldadura
- Chequear la limpieza entre pases
- Chequear la colocación y secuencia de los pases de soldadura
- Chequear la superficie de la soldadura de respaldo

**5.3 Actividades después del Proceso de Soldadura**

- Chequear la apariencia de la soldadura
- Chequear el tamaño de la soldadura
- Chequear la longitud de la soldadura
- Chequear la dimensión del conjunto de partes soldadas.
- Monitorear el tratamiento térmico de post soldadura cuando sea requerido
- Elaborar los registros de calidad

**(Ver tabla: Criterios de Aceptación para Inspección Visual de Soldadura)**



**CONTROL DE CALIDAD**  
**INSTRUCTIVO: INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA**

**IC7-01-16**

Página: 3 de 4

Rev. 01/ 06-12-2002

**CRITERIOS DE ACEPTACION PARA INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA**  
**SEGÚN AWS D1.1**

Item	Discontinuidad	Conexiones no tubulares (Carga Estática)	Conexiones no Tubulares (Carga cíclica)	Conexiones Tubulares (Todas las Cargas)												
01	<b>Prohibición de Grietas</b> Inaceptable. Debe ser removido y resoldado	X	X	X												
02	<b>Fusión soldadura/metal base</b> Debe existir fusión completa entre capas de la soldadura y entre la soldadura y el metal base. No se tolera falta de penetración.	X	X	X												
03	<b>Cráter en función transversal</b> Todos los cráter deben ser rellenados completamente en la sección transversal de la soldadura	X	X	X												
04	<b>Perfil de Soldadura (+)</b> Para $W \leq 5/16"$ (8mm); $c = 1/16"$ (2mm) Para $W > 5/16"$ (8mm) to $W < 1"$ (25mm); $c = 1/16"$ (3mm) Para $W \geq 1"$ (25mm); $c = 3/16"$ (5mm)	X	X	X												
05	<b>Momento de inspección</b> LA inspección visual de soldadura en todos los aceros puede empezar inmediatamente después que la soldadura haya terminado de enfriarse hasta la temperatura ambiente. El criterio de aceptación para aceros ASTM A514 y ASTM A517, debe basarse en la inspección visual ejecutada en no menos de 48 horas luego de completar la soldadura.	X	X	X												
06	<b>Discontinuidades</b> El tamaño de soldadura en filete en una soldadura continua podría ser menor que el tamaño nominal especificado (L) sin corregir mediante las siguientes cantidades (U) <table style="margin-left: auto; margin-right: auto; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;">L,</td> <td style="text-align: center;">U,</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>Tamaño soldadura nom. Especificado</u></td> <td style="text-align: center;"><u>Decremento</u></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><u>permitido</u></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\leq 3/16"</math> (5mm)</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 1/16"</math> (2mm)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>1/4"</math> (6mm)</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 3/32"</math> (2.5mm)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\geq 5/16"</math> (8mm)</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 1/8"</math> (3mm)</td> </tr> </table> En todos los casos, la porción de discontinuidad no debe de exceder el 10% de la longitud soldada.	L,	U,	<u>Tamaño soldadura nom. Especificado</u>	<u>Decremento</u>	<u>permitido</u>		$\leq 3/16"$ (5mm)	$\leq 1/16"$ (2mm)	$1/4"$ (6mm)	$\leq 3/32"$ (2.5mm)	$\geq 5/16"$ (8mm)	$\leq 1/8"$ (3mm)	X	X	X
L,	U,															
<u>Tamaño soldadura nom. Especificado</u>	<u>Decremento</u>															
<u>permitido</u>																
$\leq 3/16"$ (5mm)	$\leq 1/16"$ (2mm)															
$1/4"$ (6mm)	$\leq 3/32"$ (2.5mm)															
$\geq 5/16"$ (8mm)	$\leq 1/8"$ (3mm)															
07	<b>Socavación</b> A) Para materiales menos de 1" (25mm) espesor, la socavación no debe de exceder 1/32" (1mm), excepto para un máximo de 1/16" (2mm) está permitido para una longitud de 2" (50mm) en 12" (300mm) de longitud total. Para material igual o más grande que 1" (25mm) de espesor, la socavación no debe de exceder 1/16" (2mm) para cualquier longitud de soldadura.	X														
	B) En miembros principales, las socavaciones no deben ser más de 0.01" (0.25mm) de profundidad cuando la soldadura es transversal a los esfuerzos de tensión bajo cualquier condición de carga. La socavación no debe ser más de 1/32" (1mm) de profundidad para los otros casos.		X	X												



**CONTROL DE CALIDAD**  
**INSTRUCTIVO: INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA**

IC7-01-16

Página: 4 de 4

Rev. 01/ 06-12-2002

Item	Discontinuidad	Conexiones no tubulares (Carga Estática)	Conexiones no Tubulares (Carga cíclica)	Conexiones Tubulares (Todas las Cargas)
08	<b>Porosidad</b> A) Para la soldadura de penetración completa en una junta a tope transversal a la dirección de los esfuerzos de tensión no deberán tener porosidad visible. Para las soldaduras a tope y en filete, la suma de los poros de 1/32" (1mm) o más grande en diámetro no debe exceder de 3/8" (10mm) en cualquier pulgada lineal de soldadura y no debe exceder de 3/4" (20mm) en 12" (300mm) de longitud soldada.	X		
	B) La frecuencia de porosidad en soldaduras en filete no deberá exceder en cada 4" (100mm) de longitud soldada y el diámetro no deberá de exceder de 3/32" (2.5mm). Excepción: Para soldaduras conectando atiesadores a almas de estructuras, la suma de los diámetros de los poros no debe de exceder de 3/8" (10mm) en pulgada lineal de soldadura y no debe exceder de 3/4" (20mm) en 12" (300mm) de longitud soldada.		X	X
	C) Para juntas a tope de penetración completa transversales a la dirección de los esfuerzos de tensión no deberán tener aguda porosidad visible. Para las otras soldaduras, la frecuencia de porosidad aguda no deberá de exceder en 4" (100 mm) de longitud y el máximo diámetro no deberá exceder de 3/32" (2.5mm)		X	X

(+) W= Ancho de cara de soldadura  
c= convexidad

**CRITERIOS DE ACEPTACION PARA INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA  
SEGÚN API 650 – Sección 6.5**

1. No debe haber grietas.
2. Para juntas a tope verticales de soldadura, la máxima socavación aceptable es 0.4 mm (1/64") de el metal base. Para juntas a tope horizontales, la socavación no debe exceder 0.8 mm (1/32"mm) de profundidad. Para soldaduras de nozzles y manholes la socavación no debe exceder de 0.4 mm (1/64").
3. La frecuencia de porosidad superficial en la soldadura no debe de exceder uno por cada 4" de longitud soldada, y el diámetro de cada poro no debe de exceder de 2.5 mm (1/32").

#### D. COSTOS DEL PROYECTO MONTAJE DEL TANQUE 54

## ANEXO D

### RESUMEN DEL COSTO DEL PROYECTO POR PARTIDAS

Partida	Descripción de la Partida	Cant.	Und	P.Unitario	P.Parcial
<b>1.0.0</b>	<b>TRABAJOS PROVISIONALES</b>				
001	OFICINA	1,00	GLB	US\$ 2 500,00	US\$ 2 500,00
002	ALMACEN	1,00	GLB	US\$ 2 500,00	US\$ 2 500,00
<b>2.0.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
003	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO DE TERRENO	1,40	ha	US\$ 191,10	US\$ 267,54
004	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS, HERRAMIENTAS, MAT. E INSUMOS	524,00	TON	US\$ 18,00	US\$ 9 432,00
005	CONTROL TOPOGRAFICO: VERIFICACION DEL TRAZO Y NIVEL	13 601,47	M2	US\$ 0,25	US\$ 3 400,37
006	CONTROL TOPOGRAFICO DURANTE LA IMPERMEABILIZACION	13 601,47	M2	US\$ 0,25	US\$ 3 400,37
<b>3.0.0</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
007	CORTE Y RELLENO COMPENSADO A MAQUINA (NIVEL -0.15 m)	1 721,15	M3	US\$ 1,28	US\$ 2 203,07
008	EXCAVACION MANUAL EN TALUD DE MURO DE TIERRA	243,38	M3	US\$ 6,85	US\$ 1 667,15
009	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE CORTE	1 825,38	M3	US\$ 2,35	US\$ 4 289,64
010	REFINE, RIEGO Y COMPACTACION A NIVEL - 0.15 m	11 474,33	M2	US\$ 0,73	US\$ 8 376,26
011	COLOCACION Y COMPACTACION MATERIAL ARENA LIMOSA e=5 cm	573,72	M3	US\$ 11,34	US\$ 6 505,98
012	COLOCACION DE MATERIAL AFIRMADO COMPACTADO e=10 cm	2 294,87	M3	US\$ 12,35	US\$ 28 341,64
<b>4.0.0</b>	<b>CIMENTACION</b>				
013	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS HASTA 3.50 MT. DE PROFUNDIDAD	926,00	M3	US\$ 6,85	US\$ 6 343,10
014	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO CLASIFICADO	45,00	M3	US\$ 12,65	US\$ 569,25
015	ELIMINACION MATERIAL DIST 1.8 KM CARGIO MAQUINA	1 203,80	M3	US\$ 2,35	US\$ 2 828,93
016	CIMIENTO CORRIDO 1:10 + 30% PG	106,00	M3	US\$ 62,01	US\$ 6 573,06
017	ANILLO DE CONCRETO f'c = 210 KG/CM2	44,00	M3	US\$ 97,33	US\$ 4 282,52
018	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	280,00	M2	US\$ 14,33	US\$ 4 012,40
019	ACERO fy = 4200 KG/CM2	3 152,00	KG	US\$ 1,24	US\$ 3 908,48
020	SUB BASE CON MATERIAL DE PRESTAMO, CAPAS 0.30M, SIN ACARREO	766,00	M3	US\$ 9,50	US\$ 7 277,00
021	BASE CON MATERIAL GRANULAR PRESTAMO (AFIRMADO) SIN ACARREO	160,00	M3	US\$ 19,35	US\$ 3 096,00
022	PREPARACION E INSTALACION DE SAND OIL e=0.1m	962,00	M2	US\$ 17,24	US\$ 16 584,88
023	SUMINISTRO E INSTALACION GEOMEMBRANA 1.5mm	1 075,00	M2	US\$ 4,59	US\$ 4 934,25
024	SUMINISTRO E INSTALACION GEOTEXTIL 500 GR/M2	2 642,00	M2	US\$ 1,83	US\$ 4 834,86
025	SUMINISTRO E INSTALACION TUB 4" HDPE SDR11	115,00	ML	US\$ 8,95	US\$ 1 029,25

5.0.0	<b>SISTEMA DE DRENAJE</b>					
5.1.0	<u>CANALETA DE DRENAJE</u>				US\$	4 948,83
5.2.0	<u>COLECTOR FUGAS FONDO DE TANQUE</u>				US\$	614,59
5.3.0	<u>TUBERIA ACERO</u>				US\$	640,30
5.4.0	<u>BUZON DE DRENAJE B1 (4 unid)</u>				US\$	1 503,19
6.0.0	<b>MONTAJE DE TANQUE VERTICAL</b>					
6.1.0	<u>CONSTRUCCION DEL TANQUE SOLDADO</u>					
050	REVISION, LIMPIEZA, CUADRADO, BISELADO Y CORTE DE PLANCHAS	331 564,00	KG	US\$	0,04	US\$ 13 262,56
051	PRESENTACION ARMADO Y SOLDADO DE PLANCHAS DE FONDO	70 000,00	KG	US\$	0,33	US\$ 23 100,00
052	ROLADO DE PLANCHAS Y PERFILES	152 000,00	KG	US\$	0,10	US\$ 15 200,00
053	ARMADO Y SOLDADO DE CILINDRO	151 066,00	KG	US\$	0,80	US\$ 120 852,80
054	ARMADO Y SOLDADO DE COLUMNAS Y VIGAS	60 800,00	KG	US\$	2,12	US\$ 128 896,00
055	ARMADO Y SOLDADO DE ESTRUCTURA DE TECHO	8 503,00	KG	US\$	2,30	US\$ 19 556,90
056	PRESENTACION ARMADO Y SOLDADO DE PLANCHAS DE TECHO	42 000,00	KG	US\$	0,38	US\$ 15 960,00
6.2.0	<u>ARENADO METAL BLANCO DE SUPERFICIES</u>					
057	ARENADO DE ESTRUCTURAS	60,80	M2	US\$	4,50	US\$ 273,60
058	ARENADO EXTERIOR PLANCHAS DE TECHO Y CILINDRO	2 800,00	M2	US\$	4,20	US\$ 11 760,00
059	ARENADO INTERIOR PLANCHAS DE FONDO, TECHO Y CILINDRO	2 574,00	M2	US\$	5,30	US\$ 13 642,20
6.3.0	<u>PINTURA DE SUPERFICIES</u>					
6.3.1	<u>PINTURA DE ESTRUCTURAS</u>					
060	PINTADO DE ESTRUCTURAS METALICAS	60,80	M2	US\$	9,20	US\$ 559,36
6.3.2	<u>PINTADO EXTERIOR DE TECHO Y CILINDRO</u>					
061	PINTADO EXTERIOR DE TECHO Y CILINDRO, ZINC INORGANICO POLIURETANO	2 880,00	M2	US\$	9,20	US\$ 26 496,00
6.3.3	<u>PINTADO INTERIOR DE TECHO Y CILINDRO</u>					
062	APLICACIÓN DE PINTURA EPOXY FENOLICO 10 MILS	2 574,00	M2	US\$	6,66	US\$ 17 142,84
6.3.4	<u>ROTULADO, NUMERACION DEL TANQUE - ROMBO</u>					
063	ROTULADO, NUMERACION DEL TANQUE - ROMBO	4,00	EA	US\$	300,00	US\$ 1 200,00
7.0.0	<b>ACCESORIOS DEL TANQUE</b>					
7.1.0	<u>TRABAJOS METALMECANICA</u>				US\$	20 468,80
7.2.0	<u>ESCALERA ESPIRAL</u>				US\$	8 723,68
7.3.0	<u>ESCALERA PARA ACCESO A VALVULAS</u>				US\$	4 997,44
8.0.0	<b>SISTEMA DE TUBERIAS</b>					
8.1.0	<u>SOPORTES METÁLICOS</u>				US\$	5 099,37
8.2.0	<u>DADOS DE CONCRETO PARA SOPORTES METÁLICOS</u>				US\$	475,84
8.3.0	<u>SISTEMA DESCARGA</u>				US\$	5 854,39
8.4.0	<u>SISTEMA DE RECEPCION</u>				US\$	1 727,76
8.5.0	<u>SISTEMA DE RECEPCION DE STANDBY</u>				US\$	443,71
8.6.0	<u>SISTEMA DE DRENAJE</u>				US\$	1 342,70
8.7.0	<u>SISTEMA DE SLOP</u>				US\$	639,70
8.8.0	<u>SISTEMA DE REBOSE</u>				US\$	840,33
8.9.0	<u>SISTEMA DESALADORA</u>				US\$	1 693,12



9.0.0	SISTEMA DE TUBERIAS CONTRA INCENDIO					
9.1.0	SISTEMA DE AGUA				US\$	5 847,97
9.2.0	SISTEMA DE ESPUMA	-			US\$	3 830,12
10.0.0	IMPERMEABILIZACION DEL CUBETO				US\$	82 345,32
11.0.0	REPOSICIÓN DE ASFALTO EN MURO DE TIERRA					
214	IMPRIMACION ASFALTICA EN MURO DE TIERRA	216,34	ML	US\$	1,78	US\$ 385,09
215	COBERTURA ASFALTICA =30 mm	216,34	ML	US\$	3,87	US\$ 837,24
12.0.0	SISTEMA AUTOMATICOS DE MEDICION DE NIVEL Y TEMPERATURA					
12.1.0	TRABAJOS DE INSTRUMENTACION					
216	INSTALACION DE SISTEMA AUTOMATICO DE NIVEL	1,00	UNID	US\$	186,32	US\$ 186,32
217	INSTALACION DE SISTEMA AUTOMATICO DE TEMPERATURA	1,00	UNID	US\$	164,14	US\$ 164,14
218	FABRICACION DE TUBO DE CALMA PARA SISTEMA AUTOMATICO DE MEDICION DE NIVEL DE 6"Ø SCH 80	424,35	KG	US\$	4,50	US\$ 1 909,58
219	INSTALACION DE MEDIDORES DE NIVEL, INTERFACE, TEMPERATURA E INDICADOR DE PIE DE TANQUE (TSI)	1,00	UND	US\$	840,00	US\$ 840,00
220	INSTALACION DE SELLOS Y CONECTORES A PRUEBA DE EXPLOSION Y CONDUITS DE CONEXIÓN ENTRE LOS INSTRUMENTOS DEL TANQUE	1,00	GLB	US\$	1 260,00	US\$ 1 260,00
221	TENDIDO DE CABLE DE COMUNICACIÓN REMOTA	600,00	ML	US\$	17,60	US\$ 10 560,00
222	INSTALACION DE CAJA BORNERA (JUNCTION BOX)	1,00	UND	US\$	51,50	US\$ 51,50
223	PRUEBAS DE OPERACIÓN	1,00	GLB	US\$	880,00	US\$ 880,00
12.2.0	TRABAJOS ELECTRICOS					
224	SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA	1,00	GLB	US\$	262,50	US\$ 262,50
225	TENDIDO DE CABLES ELECTRICOS	600,00	ML	US\$	3,76	US\$ 2 256,00
226	INSTALACION DEL TABLERO DE DISTRIBUCION TD3	1,00	UND	US\$	45,36	US\$ 45,36
227	SELLOS Y ACCESORIOS ELECTRICOS A PRUEBA DE EXPLOSION	20,00	UND	US\$	19,98	US\$ 399,60
228	PROTECCION A TIERRA	1,00	GLB	US\$	98,47	US\$ 98,47
12.3.0	TRABAJOS CIVILES					
12.3.1	BUZONES ELECTRICOS, POZO A TIERRA Y SEÑAL (9 UND)					US\$ 9 256,72
13.0.0	CANASTILLA PARA MANTENIMIENTO DE CAMARAS					
236	FABRICACION DE CANASTILLA METALICA	300,00	KG	US\$	1,12	US\$ 336,00
237	ARENADO AL METAL BLANCO DE CARPINTERIA METALICA	30	M2	US\$	4,50	US\$ 135,00
238	PINTADO ESTRUCTURAS METALICAS, ZINC INORGANICO POLIURETANO	30	M2	US\$	9,20	US\$ 276,00
14.0.0	MATERIALES SUMINISTRADOS POR EL CONTRATISTA					US\$ 104 940,69
15.0.0	PRUEBAS EN TANQUES Y TUBERIAS					
318	PRUEBA DE VACIO DE FONDO DE TANQUE	962,00	M2	US\$	0,35	US\$ 336,70
319	PRUEBA DE VACIO TECHO TANQUES	1 058,00	M3	US\$	0,38	US\$ 402,04
320	PRUEBAS RADIOGRÁFICAS DE SOLDADURAS	300,00	PL	US\$	19,19	US\$ 5 757,00
321	PRUEBA DE LIQUIDO PENETRANTE	650,00	ML	US\$	3,33	US\$ 2 164,50

322	PRUEBA DIESEL CALIENTE EN FONDO DEL TANQUE	110,00	ML	US\$ 0,44	US\$ 48,40
323	PRUEBA HIDROSTATICA TKS DE 90 MB	1,00	TQ	US\$ 1 200,00	US\$ 1 200,00
324	PRUEBA SISTEMA CONTRA INCENDIO TECHO	1,00	TQ	US\$ 459,00	US\$ 459,00
325	PRUEBA HIDRAULICA TUBERÍAS	350,00	ML	US\$ 1,72	US\$ 602,00
326	LEVANTAMIENTO DE PLANOS ASK BUILT CONFORME A OBRA	21,00	UNID	US\$ 90,00	US\$ 1 890,00
327	ESTUDIO DE VERTICALIDAD, REDONDEZ Y CUBICACION DEL TANQUE	1,00	TQ	US\$ 2 630,00	US\$ 2 630,00
328	CONFIGURACION DEL SISTEMA DE INSTRUMENTACION	1,00	GLB	US\$ 3 000,00	US\$ 3 000,00

<b>COSTO DIRECTO (Excepto Partida 14.0.0)</b>		<b>US\$ 747 726,58</b>
GASTOS GENERALES FIJOS	0,400%	US\$ 2 990,91
GASTOS GENERALES VARIABLES	15,500%	US\$ 115 897,62
UTILIDAD	8,500%	US\$ 63 556,76
SUMINISTRO MATERIALES (Partida 14.0.0)		US\$ 104 940,69
<b>SUB TOTAL</b>		<b>US\$ 1 035 112,56</b>
IGV	19,000%	US\$ 196 671,39
<b>MONTO TOTAL</b>		<b>US\$ 1 231 783,95</b>