

# **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

“Instalación de Techo Flotante Interno y Domo Geodésico de Aluminio para un Tanque de Gasolina para pesca Artesanal, para Evitar Pérdidas por Evaporación en la Estación de Almacenamiento y Transporte –Cabecera La Libertad- EPPETROECUADOR”.

### **TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Previa a la Obtención del Título de:

### **TECNÓLOGO EN PETRÓLEOS**

Presentado por:

David Andrés Peñafiel Quishpe

Santa Elena- Ancón – Ecuador

2013

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, quien me ha ayudado a tomar las decisiones correctas; a mi Familia, quienes con amor, preocupación y entrega me demuestran cuán importante soy para ellos; a las empresas NIPSA, EPPETROECUADOR las cuales me permitieron realizar las pasantías pre-profesionales y en la cual me encuentro laborando normalmente.

***David Andrés Peñafiel Quishpe***

## DEDICATORIA

A **Dios**, por guiar cada uno de mis pasos; a **mis padres**, quienes siempre han sido y serán ejemplo de vida; a mi **esposa** quien ha sido mi apoyo incondicional desde el inicio de mi carrera.

*David Andrés Peñafiel Quishpe*

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

---

Ing. Heinz Terán  
Decano FICT

---

Ing. Alberto Galarza  
Director de Tesis

---

Dr. José Cabezas  
Vocal Principal

---

Ing. Kleber Malavé  
Vocal alternativo

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este Trabajo de Grado, nos  
corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la  
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”  
(Reglamento de Graduación de la Espol)

---

David Andrés Peñafiel Quishpe

## **RESUMEN**

En el desarrollo de este trabajo se describirá detalladamente los procesos de armado y montaje en cada una de las etapas de instalación de un Techo Flotante Interno y Domo Geodésico de Aluminio en un Tanque de almacenamiento de Gasolina para pesca artesanal localizado en la Estación de Almacenamiento y Transporte Cabecera La Libertad-EPETROECUADOR.

Al final de este trabajo se mostrará el modelamiento de planos en 3D con el fin de dar a conocer detalladamente el proceso de montaje.

Este trabajo de graduación tuvo el apoyo técnico de la Compañía NIPSA, empresa contratista que realizó el trabajo de montaje de un Techo Flotante y

Domo Geodésico de aluminio para la empresa operadora  
EPPETROECUADOR en la Estación de Almacenamiento y Transporte  
Cabecera La Libertad.

# INDICE GENERAL

## CAPITULO 1

1. GENERALIDADES.....	20
1.1 Domo geodésico de aluminio .....	22
1.2 Techo flotante interno de aluminio.....	28
1.3 Características.....	30
1.3.1 Sello .....	31
1.4 Descripción de la operación para la obtención de Gasolina Artesanal.....	33
1.4.1. Especificaciones técnicas de la GPA (fuente: Arch) .....	37
1.4.1.1 Materias primas.....	37

1.4.1.2 Proporciones de las materias primas .....	37
1.4.1.3 Especificaciones del producto terminado .....	38

## **CAPITULO 2**

2. MANTENIMIENTO DEL TANQUE.....	40
2.1 Lavado del tanque.....	40
2.1.1 Procedimiento de retiro e incineración de lodos en el fondo de tanques de almacenamiento de combustibles.....	40
2.1.1.1 Antecedentes.....	41
2.1.1.2 Incineración de desechos.....	42
2.1.1.3 Clasificación de desechos.....	43
2.1.2 Limpieza de tanque.....	43
2.2 Preparación de superficie del tk-02-gasolina.....	45
2.2.1 Definiciones.....	45
2.2.2 Sandblasting del tk-02-gasolina.....	49
2.2.3 Medición de perfil de anclaje.....	51
2.2.4 Medición de parámetros ambientales.....	52
2.3 Aplicación de pintura.....	53
2.3.1 Actividades previas.....	53
2.3.2 Preparación del recubrimiento.....	54
2.3.3 Inspección.....	55
2.3.4 Medición de condiciones ambientales.....	56

2.3.5 Inspección del mezclado de pintura y de aplicación.....	57
2.3.6 Medición de espesores de pintura.....	59
2.4 Elaboración del nuevo isologotipo.....	61

### **CAPITULO 3**

3. PROCEDIMIENTOS.....	63
3.1 Procedimiento de instalación del domo geodésico de aluminio.....	63
3.1.1 Introducción.....	63
3.1.2 Recepción de las partes del domo a la estación de almacenamiento y transporte.....	64
3.1.3 Armado inicial.....	66
3.1.4 Instalación de los paneles.....	68
3.1.5 Instalación de los perfiles cubrejuntas.....	69
3.1.6 Izado del domo armado.....	70
3.1.7 Instalación de los zapatos de soporte.....	72
3.1.8 Instalación de los paneles finales/faldón.....	73
3.1.9 Prueba del domo.....	74
3.2 Procedimiento de instalación del techo flotante Interno de aluminio.....	75
3.2.1 Recomendaciones previas.....	75
3.2.2 Instalación de las vigas.....	79
3.2.3 Instalación de los pontones.....	81
3.2.4 Instalación de las láminas del piso/ membrana de aluminio.....	82

3.3 Procedimiento de instalación del sello zapata para techo flotante Interno.....	83
------------------------------------------------------------------------------------	----

## **CAPITULO 4**

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	86
4.1 Conclusiones.....	86
4.2 Recomendaciones.....	87
4.3 Anexos.....	89
Anexo 1: Ficha técnica de Pintura exterior aplicada al Tk-02.....	89
Anexo 2: Ficha técnica de Pintura interior aplicada al Tk-02.....	91
Anexo 3: Manual de Instalación Domo Geodésico.....	93
Anexo 4: Manual de Instalación Techo Interno Flotante.....	94
4.4 Bibliografía.....	112

## ABREVIATURAS

<b>API</b>	Instituto Americano del Petróleo
<b>API 653</b>	Inspección, Alteración, Reparación y Reconstrucción de Tanques de Almacenamiento
<b>API 650</b>	Diseño y Construcción de Tanques soldados de acero para almacenamiento de combustibles.
<b>ARCH</b>	Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero
<b>BTE</b>	Baillie Tank Equipment
<b>DGA</b>	Domo Geodésico de Aluminio
<b>GPA</b>	Gasolina para Pesca Artesanal
<b>TIF</b>	Techo Interno Flotante

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Estructura de Aluminio del Domo Geodésico suministrado por BTE.....	24
Figura 2 Ubicación de Paneles y Escotillas en el Domo.....	26
Figura 3 Anillo de Tensión y Zapato de Soporte.....	27
Figura 4 Ubicación de paneles sobre estructura del Domo.....	28
Figura 5 Diseño del TIF (Techo Interno Flotante) Tk-02.....	29
Figura 6 Tela barrera de vapor (Teflón).....	31
Figura 7 Ubicación del sello en el TIF Tk-02-Gasolina.....	32
Figura 8 Retícula Descriptiva proporcionada por EPPETROECUADOR.....	62
Figura 9 Ubicación de los paneles del Domo.....	68
Figura 10 Altura de TIF.....	77
Figura 11 Ubicación de Sello Zapata y Tela de Barrera de vapores	85

## INDICE DE FOTOS

Foto	1	Estación de Almacenamiento y Transporte –Cabecera La Libertad EPPETROECUADOR.....	33
Foto	2	Tanques de Aceite 2 tiempos.....	34
Foto	3	Implantación General Almacenamiento y despacho de Gasolina Para Pesca Artesanal.....	36
Foto	4	Evacuación de lodos en fondo del Tk-02-Gasolina.....	42
Foto	5	Desalojo de residuos del fondo del Tk-02-Gasolina.....	44
Foto	6	Barrera de lonas de yute Tk-02-Gasolina.....	47
Foto	7	Sandblasting del Tk-02-Gasolina.....	50
Foto	8	Medición del Perfil de Anclaje.....	51
Foto	9	Medición de Parámetros Ambientales con equipo Elcometer 227, y cinta testigo de perfil de anclaje.....	52

Foto	10	Componentes AyB de pintura Hempel Epóxido Fenólico...	58
Foto	11	Medición de espesores en Húmedo.....	60
Foto	12	Medición de espesores en Seco.....	61
Foto	13	Culminación de la etapa de mantenimiento del Tk-02.....	62
Foto	14	Llegada del Domo y TIF a la estación de Almacenamiento y Transporte.....	65
Foto	15	Inicio de armado del Domo.....	66
Foto	16	Estructura del Domo.....	67
Foto	17	Instalación de los paneles del Domo.....	70
Foto	18	Izado del Domo armado.....	71
Foto	19	Instalación de los zapatos de soporte.....	72
Foto	20	Instalación de los paneles finales, faldón.....	73
Foto	21	Aro perimetral dentro del Tk-02-Gasolina.....	79
Foto	22	Instalación de vigas en el TIF.....	80
Foto	23	Pontones ubicados en el TIF.....	81
Foto	24	Membrana de Aluminio sobre la estructura del TIF.....	83
Foto	25	Ubicación de zapata y ballesta en el aro perimetral.....	84
Tabla	1	Especificaciones de la GPA.....	38

## **INDICE DE PLANOS**

Plano	1	Anillo de tensión y zapato de soporte.....	106
Plano	2	Ubicación de paneles y vigas cubre juntas sobre estructura del domo.....	108
Plano	3	Diseño del TIF y ubicación e sus componentes.....	110

## **INTRODUCCIÓN**

En La Península de Santa Elena en la Estación de Almacenamiento y Transporte –Cabecera La Libertad- EPPETROECUADOR se necesita instalar al Tanque-02-Gasolina un sistema de Techo Flotante de Aluminio y Domo Geodésico con el propósito de disminuir pérdidas de Volumen por evaporación que en días más calurosos llega a evaporar un 0.005% de gasolina base para pesca artesanal.

Para evitar pérdidas por evaporación es necesario generar un hermetismo en el tanque con el propósito de que las gasolinas volátiles como la gasolina para pesca artesanal no se evaporen y la manera más viable de lograrlo es instalando un Techo Interno Flotante en conjunto con el Domo Geodésico de Aluminio para esto se necesita realizar un completo mantenimiento al Tanque-02 de almacenamiento de gasolina base para pesca artesanal, ya que desde su fabricación en 1992 el tanque ha permanecido operativo sin restaurar sus componentes que así lo ameriten.

Esta estación tiene un sistema de captación donde la Gasolina base llega desde la Refinería La Libertad (RLL) por medio de tuberías hasta la estación de Almacenamiento y transporte donde se realiza la mezcla con aceite dos tiempos y obtener la gasolina para pesca artesanal.

La Gasolina para pesca artesanal es almacenada hasta su despacho a tanqueros autorizados por la ARCH (Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero) para transportarse a distintos destinos, puertos pesqueros de La Península de Santa Elena, Manta y Pascuales.

Este proyecto fue asignado a la compañía NIPSA (Negocios Industriales Petroleros S.A.) en la cual laboro como Supervisor de Control de Calidad Q.A.Q.C. (Quality Assurance, Quality Control), y se me asignó la reparación del Tanque-02-Gasolina desde la fase de limpieza de sus sedimentos hasta el montaje del Domo y TIF y la elaboración de planos de construcción y registros de calidad aportando así al mejoramiento y optimización de recursos en el proyecto.

Para el (Instituto Americano de Petróleo) API, el mantenimiento de un tanque de almacenamiento se basa en recomendaciones expuestas basadas en la experiencia, respecto a los procedimientos de inspección, reparación y reconstrucción de tanques.

Las normas utilizadas para este proyecto fueron: La Norma API 653 de inspección, alteración, reparación y reconstrucción de tanques, y la Norma

API 650 para diseño y construcción de tanques soldados de acero para almacenamiento de combustibles.

# **CAPITULO 1**

## **1. GENERALIDADES**

En la actualidad, la gasolina para pesca artesanal en el Ecuador es importante en el desarrollo de la industria pesquera ya que sirve como combustible para pequeñas embarcaciones que utilizan motores fuera de borda de 2 tiempos, los cuales son utilizados por la mayoría de los pescadores en el Ecuador.

El almacenamiento de grandes volúmenes de este combustible se hace en tanques de acero que ofrecen mayor seguridad.

En la Estación de Almacenamiento y Transporte Cabecera La Libertad-EPPETROECUADOR se construyó en 1992 un tanque de almacenamiento de Gasolina Base para pesca artesanal con una capacidad de 25000 barriles.

Debido a la falta de mantenimiento desde su construcción en 1992 se realizó un completo análisis de sus componentes como el techo flotante, piso y anillos del cuerpo, además de la correcta preparación de superficie y aplicación de pintura.

La temperatura en La Península de Santa Elena en temporada de verano varía de 34 a 42°C a la mayor temperatura, ocasionando que los componentes más volátiles de la gasolina se evaporen hasta en un 0.005%<sup>1</sup>

Por este motivo se decidió el cambio del diseño del techo y en este trabajo de graduación se describen los procedimientos de montaje del Domo Geodésico y Techo Flotante Interno y sus actividades previas para el correcto montaje de sus componentes con el fin de reducir las pérdidas por evaporación en este tanque, tomando como referencia los manuales del fabricante BTE.

---

<sup>1</sup> Fuente (ARCH).

Este tanque de almacenamiento tiene un diámetro de 22.86 m. y una altura de 10.37m. Después de determinar los procedimientos de lavado del fondo del tanque, limpieza interna, preparación de superficies y aplicación de pintura se procederá a realizar las pruebas respectivas para su aceptación y puesta en operación.

El objetivo de este trabajo es describir la metodología de montaje de Techo Interno Flotante y Domo Geodésico para Tanque de Gasolina, tomando como referencia la información suministrada por BTE (Baillie Tank Equipment), además de reducir las pérdidas por evaporación de un 0.005% hasta un 0.001%, para esto se incluyen las experiencias diarias a lo largo del montaje del Domo y Techo interno lo cual sirvió para mejorar este conjunto de procedimientos presentados en este trabajo de graduación.

### **1.1. DOMO GEODESICO DE ALUMINIO**

Los Domos, con techos Internos Flotantes y estructuras de aluminio son la primera opción para miles de aplicaciones industriales entre las cuales esta reducir las pérdidas por evaporación en combustibles volátiles como la gasolina.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> (7) Fuente: [www.bte.com](http://www.bte.com)

Estos productos fueron suministrados por BTE (Baile Tank Equipment) desde Corea y enviados vía marítima hasta el Puerto de Guayaquil para luego ser transportados hasta la Estación de Almacenamiento y Transporte – Cabecera La Libertad- EPPETROECUADOR.

Las estructuras del Domo y el Techo Flotante son construidos íntegramente con aluminio. Las partes donde se aloja la mayor tensión o soporte estructural son de acero inoxidable. Estos Domos y techos son livianos, resistentes a la corrosión y no requieren mantenimiento. Esto se traduce en duración prolongada y reducción de costos ya que las pérdidas por evaporación se reducirán hasta en un 0.001%<sup>3</sup> evitando también que estos gases de vaporación contaminen la Estación de Almacenamiento además del cielo y mar Peninsular<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Información suministrada por el proveedor BTE

<sup>4</sup> Según estudios realizados por el MAE Fuente: Ing. Miguez Intendente de seguridad Eppetroecuador

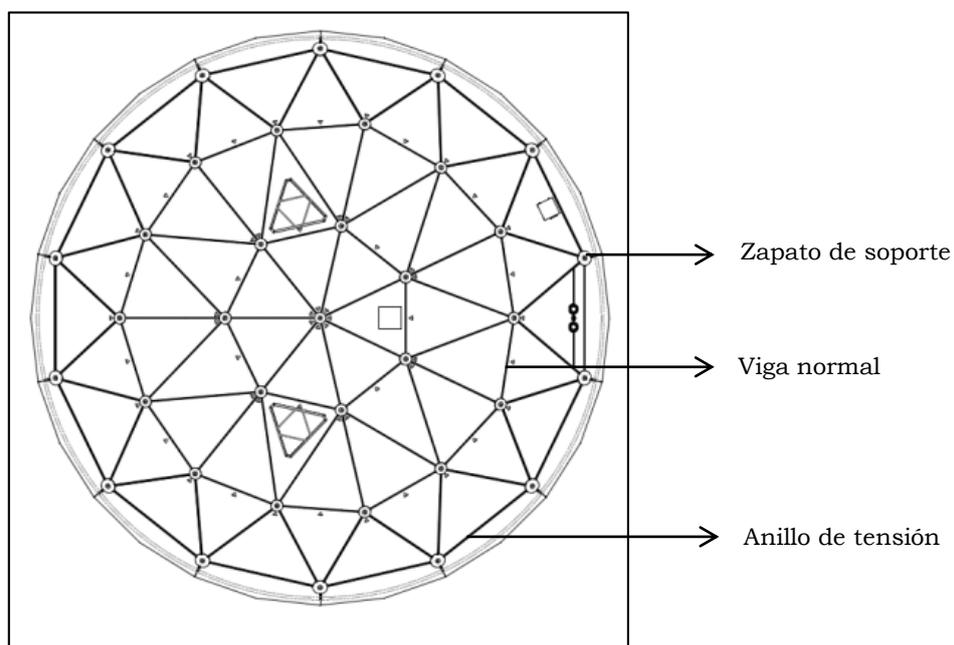


Fig.1 Estructura de Aluminio del Domo Geodésico suministrado por BTE.<sup>5</sup>

La infiltración de agua de lluvia es eliminada y las pérdidas de evaporación inducidas por el viento son reducidas cuando los techos flotantes internos son cubiertos con Domos geodésicos.

La instalación del Domo no requiere trabajos de soldadura y debido a que los componentes estructurales del Domo son prefabricados, el tiempo requerido para el montaje y los costos de mano de obra son mínimos. Se necesitan

---

5 (7) Fuente: [www.bte.comn](http://www.bte.comn)

solo 4 personas para armar el Domo de 22.86m de Diámetro y de 3m de altura con un peso de 5.1 toneladas en 10 días.<sup>6</sup>

El diseño de luz libre y el anillo de tensión integral del Domo de Aluminio eliminan la necesidad de columnas intermedias y el refuerzo de las paredes de los tanques.

El sistema estructural triangulado con perfiles de ala ancha cubiertos con paneles triangulares agrega flexibilidad para cualquier necesidad operacional<sup>7</sup>, esto en el caso de que el domo sea retirado del tanque y movilizado hacia otro tanque de igual diámetro y capacidad que el tanque-02.

Los paneles se pueden remover a voluntad y todo el Domo si es necesario y los accesorios como puertas ventiladores, escotillas y tragaluces pueden instalarse con facilidad.

---

<sup>6</sup> Información recopilada en el transcurso del proyecto.

<sup>7</sup> Fuente Wikipedia.com “Domos Geodésicos”

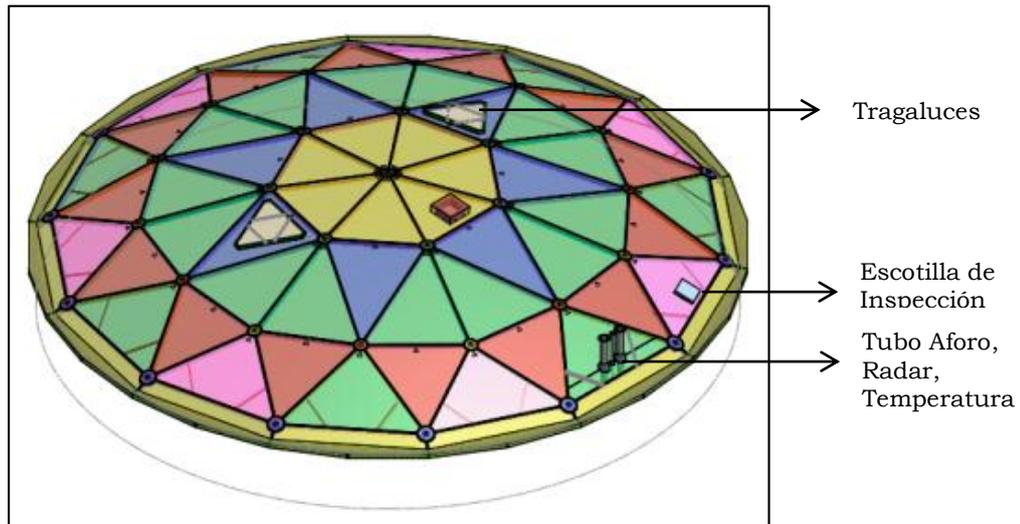
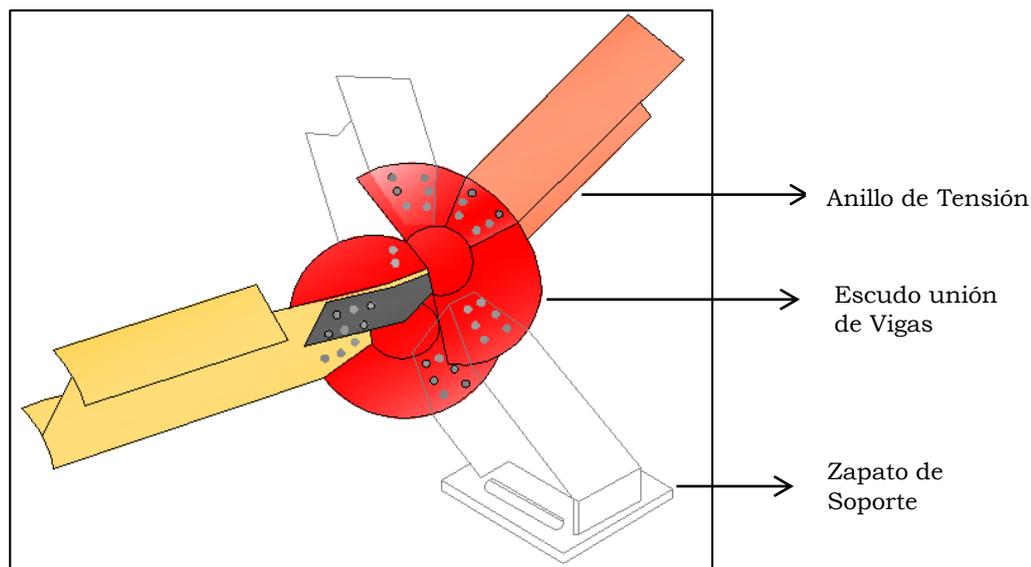


Fig.2 Ubicación de Paneles y Escotillas en el Domo<sup>8</sup>

El diseño del Domo es lo que le da muchas de sus ventajas, mediante variaciones de la geometría Geodésica los Domos satisfacen los requisitos exactos de cargas vivas al proporcionar mayor rigidez y resistencia que cualquier otro sistema geométrico.<sup>9</sup>

<sup>8</sup> (7) Fuente: [ww.bte.com](http://ww.bte.com)

<sup>9</sup> Fuente: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com) "Domos Geodésicos"



*Fig.3 Anillo de Tensión y Zapato de Soporte<sup>10</sup>*

El Domo Geodésico que se instaló en el Tanque-02-Gasolina está diseñado para soportar cargas de hasta 800 kilos por metro cuadrado y vientos de hasta 240 kilómetros por hora<sup>11</sup>. El sistema de paneles está específicamente diseñado para soportar cargas hasta 225 kilos en cualquier área de un pie cuadrado<sup>12</sup>, no obstante el Domo tiene un peso de 5.1 toneladas que equivale al 5% de una estructura de acero soldado.

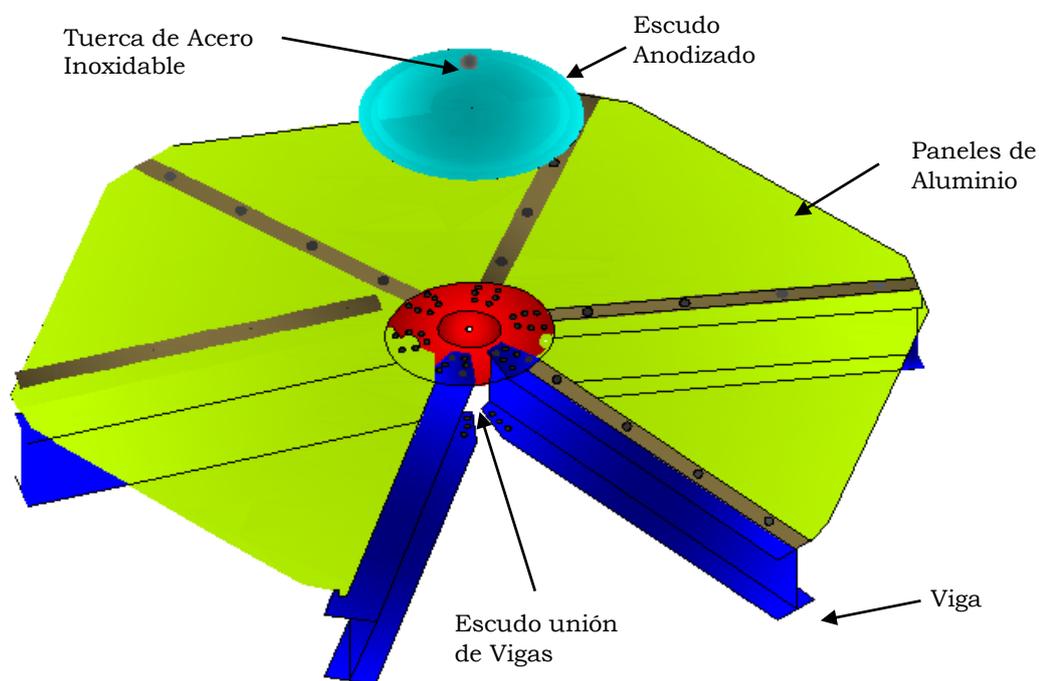
Su hermetismo promueve la eficiencia en climas cálidos ya que los rayos del sol no atacan directamente sobre el techo flotante creando un micro clima y evitando que la temperatura acelere el proceso de evaporación, son excelentes en cuanto a su capacidad para contener olores y vapores, de

<sup>10</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

<sup>11</sup> (7) Fuente: [www.bte.com](http://www.bte.com)

<sup>12</sup>(7) Fuente: [www.bte.com](http://www.bte.com)

hecho su altura mínima reduce el volumen de los vapores<sup>13</sup>. La construcción completa del Domo de aluminio es absolutamente resistente a vapores corrosivos comunes en tanques de almacenamiento de gasolina.



*Fig.4 Ubicación de paneles sobre estructura del Domo<sup>14</sup>*

## 1.2. TECHO FLOTANTE INTERNO DE ALUMINIO

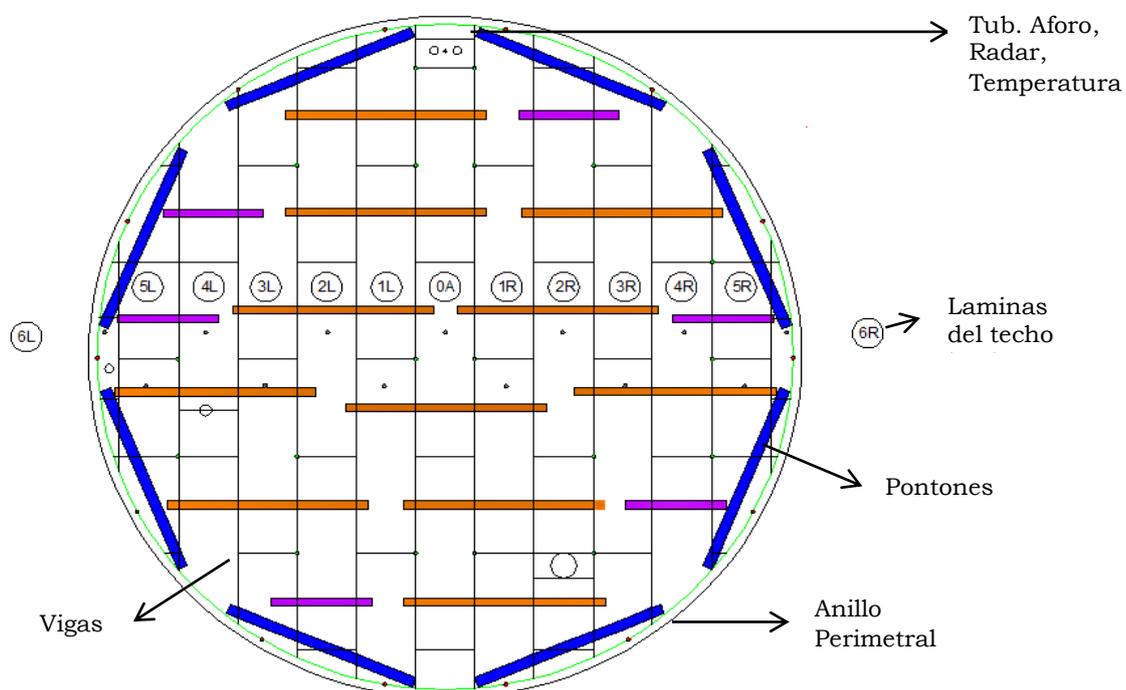
La garantía en el diseño, instalación y mantenimiento del Techo Interno Flotante (TIF) de Aluminio para Trabajo Pesado BTE, es el resultado de más de 20 años de experiencia práctica sin problemas<sup>15</sup>. El TIF que se instaló en el Tanque-02-Gasolina es duradero y ofrece ventajas sobre

<sup>13</sup>(7) Fuente: [www.bte.com](http://www.bte.com)

<sup>14</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

<sup>15</sup>(7) Fuente: [www.bte.com](http://www.bte.com)

el diseño de otros reconocidos fabricantes de TIF, al superar los muchos problemas de diseño que existen en éstos.



*Fig.5 Diseño del TIF (Techo Interno Flotante) Tk-02<sup>16</sup>*

El TIF para Trabajo Pesado, está diseñado para hacer que los principales elementos estructurales, tengan un funcionamiento indefinido libre de mantenimiento ya que la combinación de las estructuras de aluminio y tornillería de acero inoxidable son altamente resistentes a la corrosión por

<sup>16</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

sus propiedades físico-químicas esto se traduce a una larga vida útil del techo flotante libre de mantenimiento<sup>17</sup>.

### 1.3 CARACTERÍSTICAS<sup>18</sup>

- Las características del TIF Tk-02-Gasolina son:
- Patas de soporte de gran diámetro y alta resistencia, tanto en el perímetro como en el centro del techo
- Todas las patas centrales están conectadas al marco del TIF, no en las orejas del pontón. Esto elimina la posibilidad de que el extremo del pontón se agriete, debido a la flexión del TIF cuando está en servicio.
- Sistema de interconexión de aleación de aluminio único y fácil de armar
- Tornillería 100% acero inoxidable
- Trabajo Pesado 1000lb/ft<sup>2</sup> de capacidad de carga
- Los pontones no están unidos a las patas de apoyo del techo.
- Sellado hermético de la cubierta evitando pérdidas por evaporación.
- Rapidez de montaje, asegura rápido retorno de inversión.

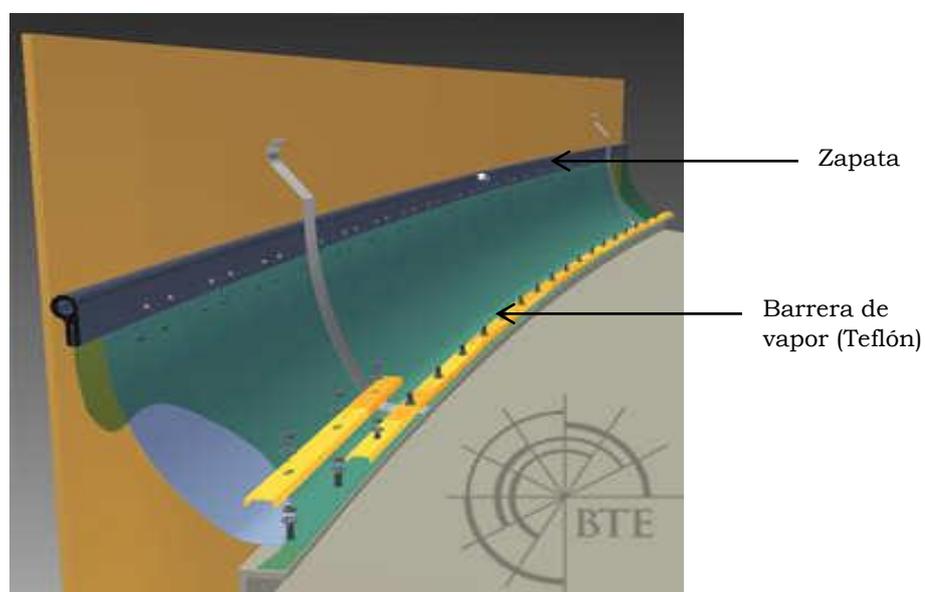
---

<sup>17</sup> Fuente: Wikipedia.com “Techos Internos Flotantes”

<sup>18</sup> Información recopilada en el transcurso del proyecto

### 1.3.1 SELLO

El sello instalado en el TIF del Tk-02-Gasolina está diseñado para brindar un sellado hermético con su tela de barrera de vapor impidiendo que los vapores salgan. Las partes metálicas son galvanizadas y de acero inoxidable. La configuración del sello se compone de la zapata (acero inoxidable) y la tela de barrera de vapor (Teflón).



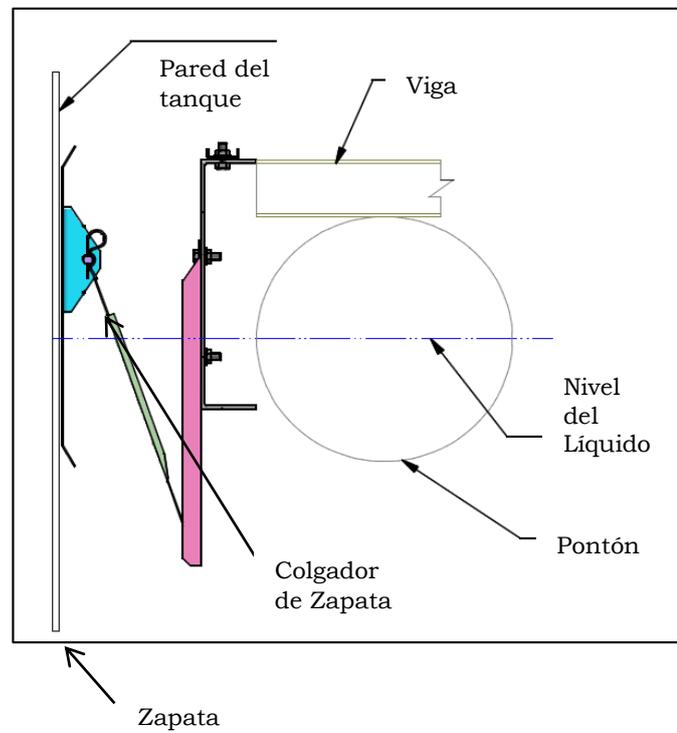
*Fig.6 Tela barrera de vapor (Teflón)<sup>19</sup>*

Los colgadores de zapatas del sello se encuentran atornilladas unas con otras y pueden abrirse independientemente para adaptarse a los cambios del espacio anular. Debido a que el sello es muy flexible, se requiere menos

---

<sup>19</sup>(7) Fuente: [www.bte.com](http://www.bte.com)

tensión en los colgadores de zapatas, para mantener la zapata en contacto con la pared. Esto significa menor desgaste de ésta.



*Fig.7 Corte vertical del sello en el TIF Tk-02-Gasolina<sup>20</sup>*

<sup>20</sup> Fuente: Manual de Instalación BTE

#### 1.4 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE GASOLINA ARTESANAL

En la Estación de Almacenamiento y Transporte –Cabecera La Libertad- EPPETROECUADOR se encuentra la zona de despacho de Gasolina para pesca artesanal la cual está diseñada para recibir Gasolina Base desde la Refinería La Libertad (RLL) hasta el Tk-02-Gasolina donde se instaló el Domo Geodésico y Techo flotante de Aluminio.



*Foto 1. Estación de Almacenamiento y Transporte –Cabecera La Libertad- EPPETROECUADOR<sup>21</sup>.*

---

<sup>21</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

La Gasolina para pesca artesanal se la obtiene de la mezcla de Gasolina Base y Aceite 2 tiempos, la proporción de la mezcla utilizada en la estación es 50:1, es decir que por cada 50 galones de Gasolina Base se mezcla con 1 galón de Aceite 2 Tiempos.

La gasolina y el aceite dos tiempos son enviados desde la Refinería La Libertad, La gasolina es enviada por medio de bombeo (sistema de bombas y tuberías) y almacenada en el Tk-02. El aceite dos tiempos es transportado en tanqueros de 20000 galones y almacenado en 2 tanques de acero soldado, su capacidad es de 5000 galones c/u. (Ver Foto 2).



Bombas para  
Aceite 2 tiempos

*Foto 2. Tanques de Aceite 2 tiempos<sup>22</sup>*

---

<sup>22</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

Una vez que el Aceite 2 tiempos es recibido cuantificado y almacenado es bombeado hacia el tanque de inyección de 1800 galones (ver Foto.3), es aquí donde el Aceite es inyectado a la gasolina base en una proporción de 50:1.

La producción de Aceite 2 tiempos en la Estación de Almacenamiento y Transporte –Cabecera La Libertad- EPPETROECUADOR es de 95000 galones diarios.

La mezcla se la realiza dentro de tanqueros de 8800 galones de capacidad conectadas en serie para descargar la gasolina para pesca artesanal en la zona de despacho a tanqueros autorizados para distribuirlo a los puertos pesqueros de La Península de Santa Elena, Pascuales y Manta.



*Foto 3. Implantación General Almacenamiento y despacho de Gasolina para Pesca Artesanal<sup>23</sup>*

**1** Tanques de almacenamiento para Aceite 2 Tiempos de 5000 galones de capacidad.

**2** Tanque de inyección de Aceite 2 Tiempos de 1800 galones de capacidad.

**3** Monitor de descarga. En este sector se despacha la gasolina para pesca artesanal a los tanqueros.

**4** Cabina de operación, es aquí donde personal calificado realiza operaciones de recepción, mezcla, almacenamiento, y despacho de la gasolina.

---

<sup>23</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

**5** Tanqueros de almacenamiento. Es aquí donde se realiza la mezcla del aceite dos tiempos y la gasolina base, y es almacenada para su despacho.

#### **1.4.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA GPA<sup>24</sup>**

##### **1.4.1.1 MATERIAS PRIMAS**

La elaboración de la GPA requiere de las siguientes materias primas:

- Gasolina Base, proveniente de las Secciones de Fraccionamiento de las Unidades Crudo de La Refinería La Libertad y;
- Aceite Lubricante para Motores de Dos Tiempos

##### **1.4.1.2 PROPORCIONES DE LAS MATERIAS PRIMAS**

La Gasolina Base se la obtiene en Proporciones aproximadas de 40% en Volumen de Nafta Liviana (Destilación ASTM D-86: 30-80 °C) y 60% en Volumen de Nafta Pesada (Destilación ASTM D-86: 80-180 °C). Las

---

<sup>24</sup> Fuente: ARCH

Proporciones pueden variar para cumplir con la Especificación de Destilación para la Mezcla Final.

### 1.4.1.3 ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO TERMINADO

El Producto Terminado debe cumplir con las siguientes Especificaciones de Calidad:

ESPECIFICACIÓN	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO
Destilación, °C		
10%, °C		85
50%, °C		120
90%, °C		170
Residuo, % Vol	2.4	3.4
Presión de Vapor, KPa		72
Azufre, % Peso		0,30

*Tabla 1. Especificaciones de la GPA<sup>25</sup>*

Las Especificaciones más importantes son la Destilación al 10 % y el Residuo Máximo.

De la primera depende el arranque del Motor de Dos Tiempos, especialmente el “arranque en frío”, pues deben existir los suficientes

---

<sup>25</sup> Fuente: ARCH

vapores de Nafta para que se cumpla la condición de “mezcla rica” al momento del encendido en la Cámara de Combustión.

La segunda Especificación asegura la cantidad correcta de Aceite Lubricante en el Producto Terminado.

# **CAPITULO 2.**

## **MANTENIMIENTO DEL TANQUE**

### **2.1 LAVADO DEL TANQUE**

#### **2.1.1 PROCEDIMIENTO DE RETIRO E INCINERACIÓN DE LODOS EN EL FONDO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE COMBUSTIBLES.**

### **2.1.1.1 ANTECEDENTES**

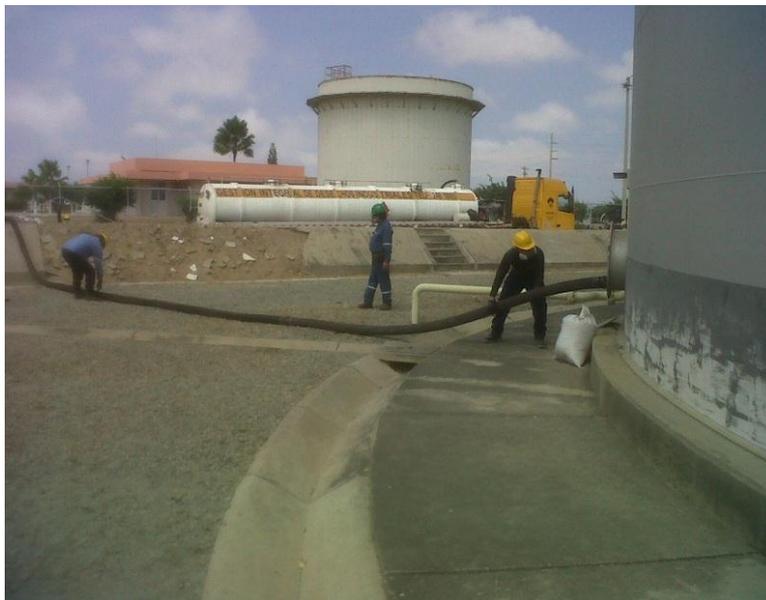
NIPSA para el mantenimiento del Tanque-02-Gasolina, debe realizar el retiro de lodos en el fondo de este tanque, y la posterior disposición de los mismos para lo cual contratará los servicios de INCINEROX, la cual incinera estos desechos.

Según la legislación ambiental vigente<sup>26</sup>, todo generador de residuos es el titular y responsable del manejo de los mismos hasta su adecuada disposición final.

INCINEROX es una empresa que está en capacidad de brindar soluciones ambientales a las diversas industrias que generan una amplia gama de residuos producto de sus procesos. Para este fin INCINEROX brinda el servicio de gestión de desechos, desde el transporte hasta la disposición final adecuada.

---

<sup>26</sup> (7)TULAS Libro VI De la Calidad Ambiental



*Foto 4 Evacuación de lodos en fondo del Tk-02-Gasolina<sup>27</sup>.*

#### **2.1.1.2 INCINERACION DE DESECHOS**

INCINEROX, para la gestión de los desechos antes mencionados cuenta con la planta de tratamiento de residuos, ubicada en Shushufindi (Licencia Ambiental No. 149, Registro Oficial No. 99 del 6 de Junio del 2007)<sup>28</sup>

---

<sup>27</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

<sup>28</sup> Información suministrada por INCINEROX

### **2.1.1.3 CLASIFICACIÓN DE DESECHOS**

Una vez verificadas las características de los desechos a destruirse, se los clasifica de acuerdo al principio activo, dentro de tres grupos de incineración:

Grupo 1: Compuestos orgánicos, alifáticos, aromáticos, sulfurados y nitrogenados

Grupo 2: Oligoelemento, minerales y sales orgánicas

Grupo 3: Compuestos halogenados

Ciertos desechos pueden pertenecer a la vez a los tres grupos mencionados.

Para el caso de los desechos en el Tanque-02-Gasolina se los clasifico dentro del grupo No. 1<sup>29</sup>

### **2.1.2 LIMPIEZA DEL TANQUE**

Se realizaron monitoreos del nivel de explosividad y concentración de gases en el interior del tanque con la ayuda del personal de EPPETROECUADOR utilizando el exposímetro, esto para brindar una mayor seguridad al personal

---

<sup>29</sup> Información suministrada por INCINEROX

que ingresó a realizar las actividades de limpieza en el interior del tanque, que es considerado un espacio confinado.

Una vez que el tanque se encuentra libre de lodos, gases, y residuos de gasolina, se procede a limpiar para el retiro del techo flotante y preparación de superficie.

La limpieza se la realiza con personal calificado y entrenado para trabajar en espacios confinados, con absorbentes se retira los residuos que el vacum de Incinerox no logro desalojar con su bomba, estos residuos son desalojados y pesados para su disposición final en la planta de Incinerox en Shushufindi.



*Foto 5. Desalojo de residuos del fondo del Tk-02-Gasolina.<sup>30</sup>*

---

<sup>30</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

## 2.2 PREPARACION DE SUPERFICIE DEL TK-02-GASOLINA

### 2.2.1 DEFINICIONES

**Calidad SSPC-SP10 (NACE-2)**<sup>31</sup>. Limpieza por chorro abrasivo al grado casi blanco es un método de preparación de superficies metálicas para pintarlas removiendo toda la cascarilla de laminado, la herrumbre, la pintura y las materias extrañas, por el uso de un abrasivo impulsado a través de aire a presión. El acabado final de una superficie que ha sido limpiada mediante chorro abrasivo al grado casi blanco se define como aquella en la cual toda pintura suelta, cascarilla de laminado, herrumbre, productos de corrosión, pinturas y otras materias extrañas han sido completamente removidas de la superficie, con la excepción de ligeras sombras, rayas o ligeras decoloraciones causadas por manchas de herrumbre. Por lo menos un 95% de la superficie estará libre de residuos visibles y el resto se limita a las ligeras decoloraciones mencionadas antes.

---

<sup>31</sup> (4) Norma SSPC

**Granallado (Sandblasting).** Es un método que sirve para la preparación de superficies removiendo todo tipo de revestimiento y contaminantes como son pinturas viejas, laminillas, arenas de fundiciones, etc. Simultáneamente a la remoción de contaminantes da el perfil de rugosidad para mejorar tanto sea el aspecto visual de la pieza tratada como así también da un anclaje para aplicar cualquier tipo de revestimiento o pinturas.

**Compresor.** Máquina que disminuye el volumen de una determinada cantidad de aire y aumenta su presión por procedimientos mecánicos. El aire comprimido posee una gran energía potencial, ya que si eliminamos la presión exterior, se expandiría rápidamente. El control de esta fuerza expansiva proporciona la fuerza motriz de muchas máquinas y herramientas, como martillos neumáticos, taladradoras, limpiadoras de chorro de arena y pistolas de pintura.

### **Protección de Áreas Adyacentes**

Previo al inicio de todo trabajo de SANDBLASTING deberá protegerse las áreas adyacentes de manera que el polvo que se desprenda no contamine ni provoque daños a los equipos cercanos.

Se protegerá con una barrera de lonas de yute que no permiten filtración del polvo (producido por el proceso del SANDBLASTING) de 11.5 m de alto todo su contorno

En cada esquina se armará dos módulos de andamios y se sujetará en las esquinas, de ser necesario se utilizaran palos, cañas que permitan mantener a lona bien templada.



*Foto 6 Barrera de lonas de yute Tk-02-Gasolina<sup>32</sup>*

Todas las superficies del Tanque-02-Gasolina, deben ser preparadas y limpiadas con chorro de granalla de acuerdo a los requerimientos de la

---

<sup>32</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

Norma SSPC 10, el sistema de pintura correspondiente y complementándose con las recomendaciones del fabricante de la pintura a aplicar.

El compresor utilizado para la limpieza de los tanques deberá contar con los filtros adecuados para evitar contaminación de la granalla por humedad y aceite. Antes de pintar, debe removerse todo el polvo residual de la limpieza y óxido recién formado. Si el polvo u óxido no puede ser removido por otros medios, debe usarse chorro de granalla nuevamente

Antes de aplicar la pintura, debe removerse a suficiente distancia la granalla depositada como resultado del chorro de granalla a fin de mantener fresca y libre de residuos y polvo la superficie a ser pintada.<sup>33</sup>

Previo a los trabajos se realizará una inspección de la protección de áreas, que se encuentren colocadas las lonas y tapados los equipos que puedan resultar afectados por la preparación de superficie y aplicación de la pintura.

---

<sup>33</sup> Según ficha técnica de la pintura HEMPEL

## 2.2.2 SANDBLASTING DEL TK-02-GASOLINA

Se deberá obtener un grado de preparación de superficie SSPC SP 10 metal casi blanco, con el empleo de granalla mineral de 1.5 mm. El perfil de anclaje es de 1.5 a 3.5 mils (cinta testigo). Previo a la aplicación de pintura se inspeccionará la superficie y en caso de detectarse residuos de calamina u oxidaciones se hará una nueva limpieza tipo SSPC SP 7 (Swipblast), chorreando ligero.

La Granalla utilizada se recogerá en cada jornada (se permite 2 golpes la granalla solo cuando se mezcla uno a uno con nueva), por lo que se procederá a la evacuación de la misma después de cada jornada de trabajo, y las estructuras siempre permanecerán sin ningún tipo de contaminante.

La presión del aire que se utilice en el granallado no será menor de 100 psi.

Las condiciones ambientales son las siguientes;

Se permite el granallado si la temperatura ambiente y plancha se encuentre 3 grados Centígrados sobre el punto de rocío.

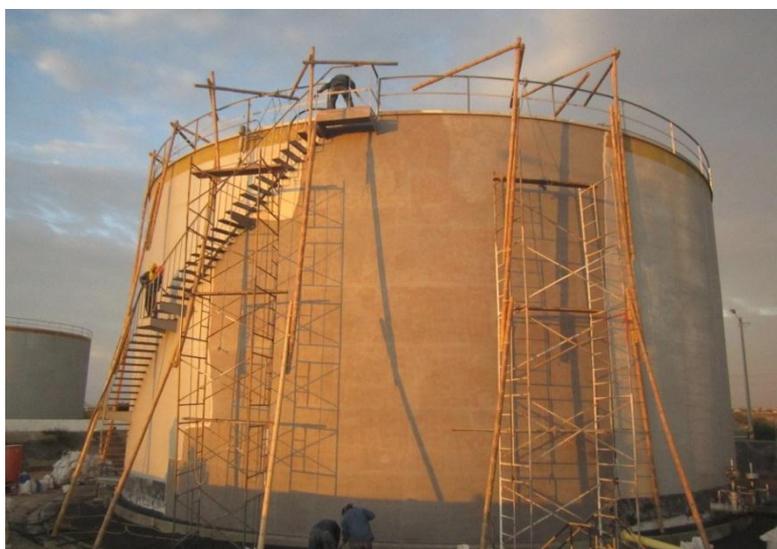
La HR% no será mayor al 85%<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> Según ficha técnica de la pintura HEMPEL

Todo manipuleo y maltratado de la superficie exterior del tanque una vez granallado, que amerite tocar con las manos, debe realizarse con protección de guantes y herramientas limpias, además debe limpiarse las áreas sobre la cual se recorre, para evitar contaminación.

El soplado del tanque debe hacerse con aire seco, el mismo que para verificar su limpieza se lo aplicará sobre un papel blanco.



*Foto 7 Sandblasting del Tk-02-Gasolina<sup>35</sup>*

---

<sup>35</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

### 2.2.3 MEDICIÓN DE PERFIL DE ANCLAJE

El fabricante de la pintura (HEMPEL) recomienda que el perfil de anclaje o rugosidad del metal deberá ser entre 1.5 a 3.5 mils (38 – 89 micras).

Para la evaluación y medición del grado de rugosidad o perfil de anclaje con la cinta testigo se lo realizará en un sitio al azar de la superficie preparada.

Se utilizará una cinta testigo TESTEX XCOARSE (1,5 a 4.5 mils) y se determinará el valor obtenido mediante el equipo PRESS OF FILM MITUTOYO 7713, según la norma ASTM D4417 método C.

Se registrará el valor obtenido y se ajustará al registro de preparación de superficies diariamente.



*Foto 8 Medición del Perfil de Anclaje<sup>36</sup>*

---

<sup>36</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

## 2.2.4 MEDICION DE PARAMETROS AMBIENTALES

Los parámetros ambientales, serán medidos, durante todo el día y cada hora, y en especial, durante el proceso de preparar la pintura y en el transcurso de la aplicación de la pintura, estas mediciones se adjuntarán al Libro de Obra diario.

Humedad relativa no mayor al 85%

Temperatura ambiente

Punto de rocío

Temperatura del substrato debe estar 3 grados centígrados por encima del punto de rocío.



*Foto 9 Medición de Parámetros Ambientales con equipo Elcometer 227, y cinta testigo de perfil de anclaje.<sup>37</sup>*

---

<sup>37</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

## **2.3 APLICACIÓN DE PINTURA**

### **2.3.1 ACTIVIDADES PREVIAS**

Previa a la aplicación se medirá condiciones ambientales, temperatura ambiente, humedad relativa, punto de rocío, temperatura de sustrato (deberá ser 3C° sobre el punto de rocío o Dew Point).

La aplicación de la pintura se la realizará con un equipo de pintura airless con una presión en la alimentación de 100 psi.

Para conseguir una uniformidad en el espesor, minimizar los traslapes y evitar el overspray, se recubrirán áreas no mayores a 1.20 m de longitud y la pistola deberá estar en ángulo de 90° en relación a la superficie.

El supervisor de Control de Calidad registrará y se encargara de que todos los parámetros de las fichas técnicas otorgadas por el fabricante Hempel se cumplan. (Ver anexo 1 y 2)

### 2.3.2 PREPARACIÓN DEL RECUBRIMIENTO<sup>38</sup>

La pintura no es un producto terminado hasta que este ha sido aplicado al sustrato. Por esto la apropiada aplicación de la pintura es una parte crítica de un sistema completo de pintura. Las pinturas de alta calidad, como las que se utilizan en tanques, son más sensitivas a errores de aplicación y pueden fallar drásticamente, aún más que los sistemas convencionales de pintura, los cuales son mucho menos sensitivos a las variables de aplicación.

Entonces, es imperativo seguir las instrucciones de preparación, mezclado y aplicación de forma explícita, particularmente cuando aplicamos un caro y sensitivo sistema de alta calidad.

Para la correcta preparación de la pintura se debe tomar en cuenta lo siguiente:

Mezclado

Diluido

Condiciones atmosféricas.

Métodos de aplicación

---

<sup>38</sup> Según ficha técnica de la pintura HEMPEL

Agite Comp. A y Comp. B en su totalidad, mezclar homogéneamente de 5 a 10 minutos. Dejar en reposo (tiempo inducción de la mezcla) por alrededor de 5 minutos.

Una dilución de un 5% al 10% podría aceptarse en caso de que el equipo airless así lo requiera. Filtración de la pintura debe ser realizada, para evitar la presencia de cualquier contaminante.

Boquilla #17 y #23, se recomienda para un correcto flujo de la pintura. El tiempo de vida de la mezcla aproximadamente a 25C° es de 8 horas, luego de este tiempo la pintura comienza su proceso de secado y no se la puede aplicar al sustrato ya preparado. (No se debe mezclar más pintura de la que va a ser utilizada).

### **2.3.3 INSPECCIÓN**

La inspección en el proceso de pintado implica algunas labores las cuales se desarrollan a distintos momentos a lo largo de la secuencia de diferentes pasos. La inspección suele comenzar con una reunión en la cual se establecen las reglas de inspección en el campo. El supervisor QAQC es

responsable de testificar, verificar, inspeccionar y documentar el trabajo en varios puntos de inspección.

Antes de comenzar la preparación de superficie u otras actividades, debe ser necesario inspeccionar y determinar si se puede proceder a la preparación de superficie y pintado. Depósitos grandes de grasa, mugre, polvo, suciedad, restos de cemento y otros contaminantes deben ser removidos. La remoción de extensos depósitos de aceite y grasa previo a la limpieza con sandblasting asegura que los mismos no se depositarán en las superficies recién limpiada.

Esto es particularmente importante cuando existe reciclaje de granalla, de modo que el material usado no se contamine, pues esta contaminación se depositara en metal posteriormente limpiado con el mismo abrasivo.

#### **2.3.4 MEDICIÓN DE CONDICIONES AMBIENTALES<sup>39</sup>**

Son determinadas por medio del uso del medidor de temperatura Elcometer 227 proporciona un lectura directa de humedad, punto de rocío, temperatura ambiental y del sustrato, y humedad relativa.

---

<sup>39</sup> Según ficha técnica de la pintura HEMPEL

Las medidas son tomadas antes de que el trabajo comience cada día y periódicamente durante el día. Se recomienda una frecuencia mínima de toma de lecturas de condiciones ambientales de cada hora, o más frecuente si las condiciones ambientales tienden a desmejorar.

El punto de rocío se define como la temperatura a la cual la humedad se condensa. Este parámetro es importante para el posterior trabajo de la pintura pues la humedad condensada causará que una área recién limpiada por medio de sandblasting se corroa porque se humedece la superficie, o que una fina, y generalmente invisible película de agua que se atrapa entre capas de pintura causando la posterior falla prematura de la pintura.

Una limpieza final por medio de chorreado abrasivo o una aplicación de pintura no debe ser ejecuta a menos que la temperatura de la superficie sea como mínimo 3 °C mayor que el punto de rocío en ese momento.

### **2.3.5 INSPECCIÓN DEL MEZCLADO DE PINTURA Y DE APLICACIÓN.**

Un mezclado inadecuado o impropio afectara la habilidad final de recubrimiento para resistir al ambiente. Sin embargo existen medios para asegurar que todos los componentes de una pintura sean adicionados,

mezclados apropiadamente y que cualquier tiempo de inducción necesario sea alcanzado. No se deberá utilizar para esto envases que tengan fisuras o goteos especialmente cual se mezclan pinturas catalizadas pues algunos de los componentes necesarios para su completo curado puede haber goteado y una adecuada proporción no sería alcanzada. El mezclado deberá efectuarse hasta que la pintura se vuelva homogénea libre de grumos líneas polvos y aglomeraciones de pigmentos en su superficie.

En la foto #10 se muestra la pintura aplicada en Tanque-02-Gasolina con su respectivo componente catalizador.



*Foto 10 Componentes A y B de pintura Hempel Epóxido Fenólico.<sup>40</sup>*

---

<sup>40</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

### **2.3.6 MEDICIÓN DE ESPESORES DE PINTURA.**

#### **Húmedo:**

Las lecturas de espesor de película húmeda se usan como una ayuda para el pintor y el inspector para el control de la cantidad de pintura depositada de forma que se alcance el espesor requerido en seco. Este tipo de medición es considerado un guía para el espesor mientras que la lectura de película seca será para el registro del trabajo.

El medidor de espesor de película húmeda es generalmente una platina con muescas estandarizadas (Elcometer 112). Este consiste en dos puntos en los extremos que están en el mismo plano con diferentes puntos entre ellos de diferentes longitudes progresivas entre ellos.

El instrumento es presionado firmemente y perpendicular sobre la película de pintura húmeda y luego se retira. En todos los casos, los puntos de los extremos se mancharan con la pintura, y adicionalmente algunos de los puntos intermedios también resultaran manchados. El espesor húmedo será considerado entre el último punto manchado y el siguiente punto limpio.

**Seco:**

Para la medición de espesores de película seca en el Tanque-02-Gasolina se utilizó el medidor para película seca Elcometer 332 tipo sonda.



*Foto 11 Medición de Espesores en Húmedo, Elcometer 112 tipo galleta.<sup>41</sup>*

---

<sup>41</sup> Fuente: Autor David Peñafiel



*Foto 12 Medición de Espesores en Seco. Elcometer 332 tipo sonda.<sup>42</sup>*

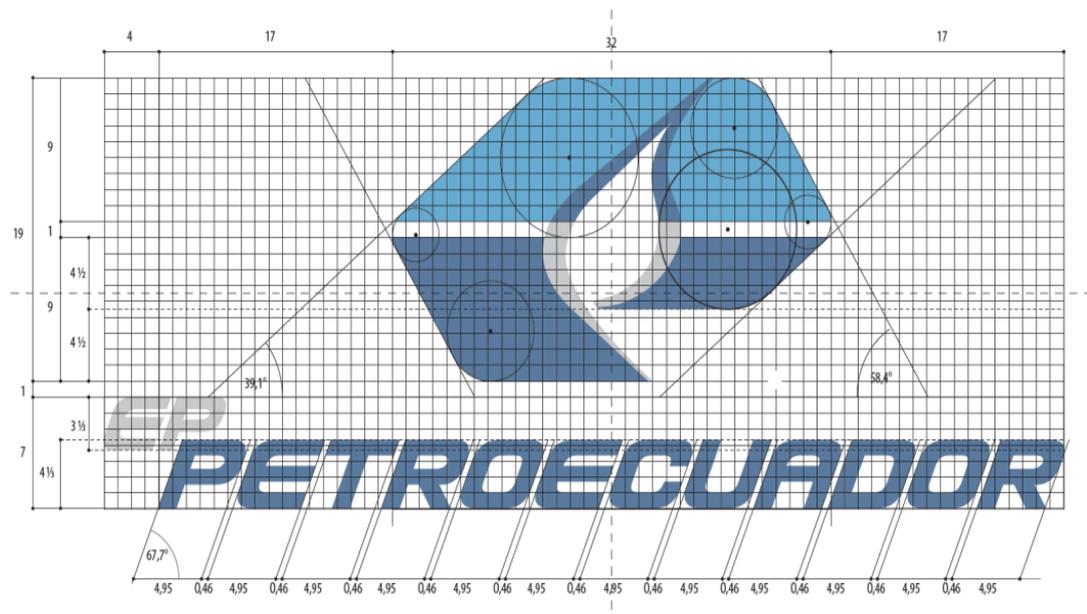
## **2.4 ELABORACIÓN DEL NUEVO ISOLOGOTIPO<sup>43</sup>**

La elaboración del nuevo Logotipo para el Tk-02-Gasolina se la elaboró bajo la norma “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS E IMAGEN CORPORATIVA PARA LAS ESTACIONES DE SERVICIO EP PETROECUADOR” en la cual describe las medidas que en relación al diámetro y altura del tanque podrían variar, y para lo cual se elaboró una retícula donde muestra la proporción de los componentes que componen el nuevo Isologotipo de EPPETROECUADOR.

---

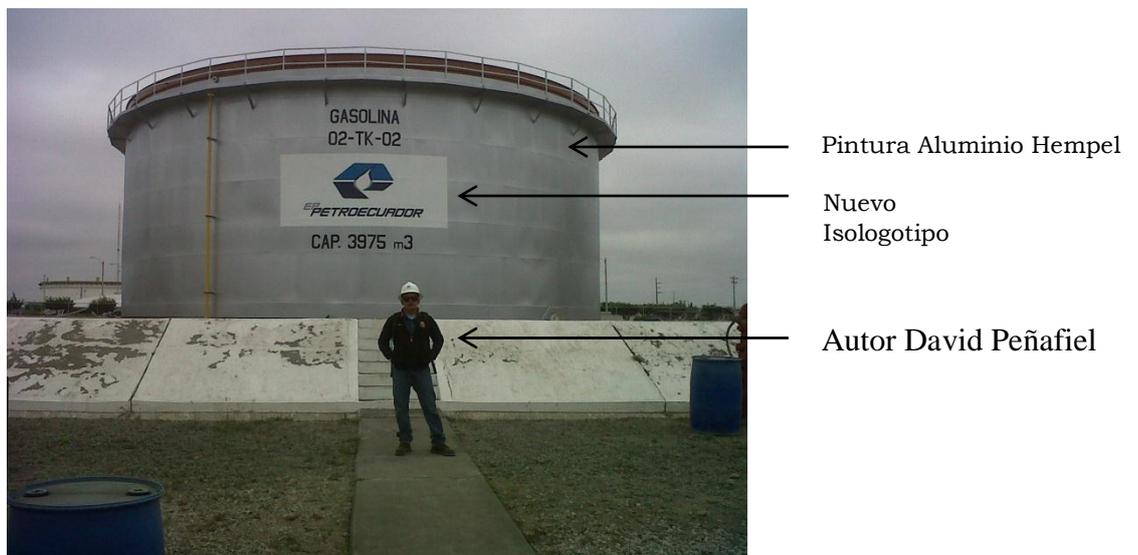
<sup>42</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

<sup>43</sup> (9) Fuente: *Imagen Norma y Logotipo Eppetroecuador*



*Fig.8 Retícula descriptiva proporcionada por EPPETROECUADOR*

Fuente: Norma Especificaciones técnicas e imagen corporativa para las estaciones de servicio Eppetroecuador.<sup>44</sup>



*Foto 13 Culminación de la etapa de Mantenimiento al Tk-02-Gasolina*

<sup>44</sup> Fuente: Eppetroecuador

# **CAPITULO 3.**

## **PROCEDIMIENTOS**

### **3.1 PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DEL DOMO GEODÉSICO DE ALUMINIO**

#### **3.1.1 INTRODUCCIÓN**

El procedimiento detallado de instalación del Domo geodésico de Aluminio se elaboró en base a los datos de campo recolectados durante el tiempo de armado del Domo y montaje del mismo.

Cabe mencionar que esta información fue proporcionada por los fabricantes BTE (Baillie Tank Equipment) y que a partir de esta información se

generaron nuevos procedimientos aplicables al proyecto “Reparación Tk-02-Gasolina” que sirvió de soporte para mi trabajo de graduación “Instalación de Techo Flotante Interno y Domo Geodésico de Aluminio para Tanque de Gasolina Artesanal.

Para evitar pérdidas por evaporación en la Estación de Almacenamiento y Transporte –Cabecera La Libertad- EPPETROECUADOR.

### **3.1.2 RECEPCION DE LAS PARTES DEL DOMO A LA ESTACION DE ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE:**

Todas las partes del domo son descargadas del contenedor a un lugar adecuado o a un sitio de almacenaje, para la instalación.

Todas las partes principales son identificadas y marcadas con un código claramente visible para que no existan problemas en el armado de la estructura. Todo el material debe descansar sobre soportes de madera, para evitar el contacto directo con el suelo, especialmente si hay agua o barro en sitio.

Los paneles están empacados en grupos de acuerdo a su ubicación en el Domo y deben ser colocados en un sitio fuera de la zona de tránsito del

personal y equipo de trabajo y deben estar en un sitio protegidos de la humedad. Los paneles deben ser colocados en una posición cercana a la vertical y cubiertos con una lona para prevenir que el agua los dañe mientras se instalan las otras partes.



*Foto 14. Llegada de Domo y Techo Flotante Interno de Aluminio a la Estación de Almacenamiento y transporte EPPETROECUADOR.<sup>45</sup>*

---

<sup>45</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

### 3.1.3 ARMADO INICIAL

Se debe despejar el área donde se armará el Domo y se lo realizara en las canchas de futbol de la Estación de Almacenamiento y Trasporte ya que el Domo tiene un diámetro de 22.86m.

Se empieza con el nodo central y colocando a su alrededor las 5 vigas, usando la pistola para remaches Huck, que funciona con un compresor de 185 CFM a 120 PSI, de debe fijar las vigas permanentemente.

Una vez que están colocadas las vigas se debe ubicar el primer anillo de nodos en los extremos de las vigas para después agregar el próximo set de vigas.



Foto 15. Inicio del armado del Domo.<sup>46</sup>

---

<sup>46</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

Como lo muestra la Fot.15 se debe ubicar los trípodes (previamente fabricados en taller) en los puntos de izado designados y levantar el conjunto del Domo, para proseguir con el armado desde el centro hacia afuera.

Los trípodes se deben ubicar para levantar progresivamente el conjunto al crecer el domo de diámetro.

Al añadir cada anillo, levante el conjunto con ayuda de los trípodes a una altura conveniente para así agregar más vigas y nodos.

El armado debe continuar hasta que todas las vigas y nodos sean colocadas.



*Foto 16 Estructura del Domo ubicado en las canchas de la Estación de Almacenamiento y Transporte.<sup>47</sup>*

---

<sup>47</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

### 3.1.4 INSTALACION DE LOS PANELES

Hay un hueco en una esquina en cada uno de los paneles. Se debe alinear el hueco del panel con el hueco roscado en la placa del nodo. Y usar los Tornillos T para posicionar correctamente los paneles.

Estos tornillo T se deben quitar una vez que la viga cubrejuntas se instale para luego ser reutilizados en el armado del Domo.

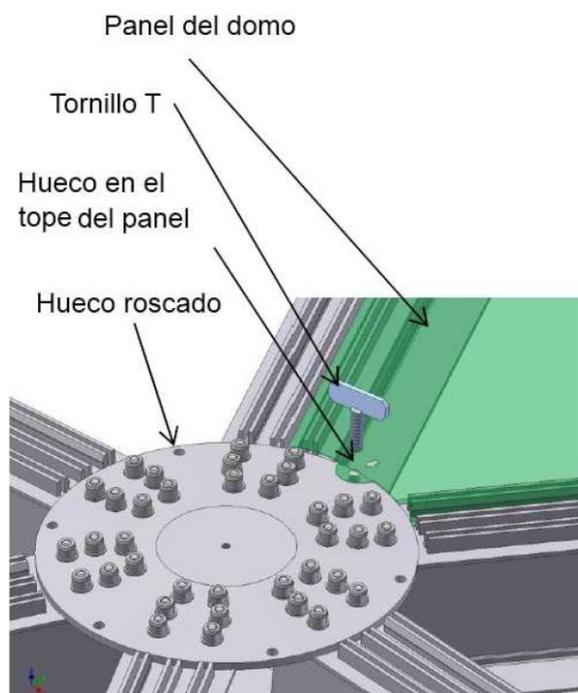


Fig.9 Ubicación de los paneles del Domo<sup>48</sup>

<sup>48</sup> Fuente: Manual de Instalacion BTE.

### **3.1.5 INSTALACIÓN DE LOS PERFILES CUBREJUNTAS**

Se debe asegurar que todos los tornillos estén perpendiculares a la viga, y con una pistola atornilladora eléctrica se fijaron los perfiles cubrejuntas a las vigas. Cuando se hayan fijado los 3 perfiles cubrejuntas del panel, se puede remover el tornillo temporal T. Es recomendable atornillar los perfiles cubrejuntas a partir de un extremo de estos y continuar progresivamente hasta el otro extremo. Nunca se debe empezar desde ambos extremos hacia el centro del perfil cubrejuntas.

Mientras se avanza con la instalación de los paneles se debe incluir los paneles que llevan los tragaluces, entradas de hombre, boquillas de inspección y otros accesorios. Una vez que el Domo tiene todos los paneles instalados, a excepción de los del último anillo (el anillo más exterior) el domo está listo para ser levantado.



*Foto.17 Instalación de los paneles del Domo.<sup>49</sup>*

Como lo muestra la Fot.17, se encuentran instaladas las láminas del Domo, ubicados los tragaluces y accesorios a excepción del último anillo porque es ahí de donde se levantará el Domo con el uso de grúa.

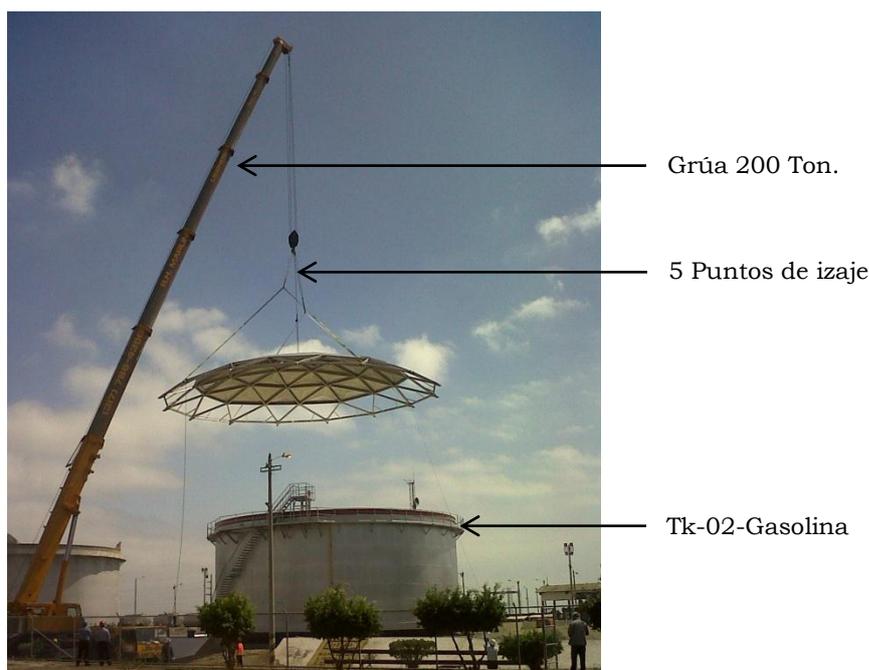
### **3.1.6 IZADO DEL DOMO ARMADO**

El Domo fue levantado por medio de una grúa de 200 Toneladas ya que se la planeó izarla en un solo movimiento sin tener que apoyarla en un segundo lugar, esto con el fin de salvaguardar la integridad del Domo y sus componentes.

---

<sup>49</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

Previo al izaje se analizaron diferentes propuestas sobre el levantamiento de la carga, resolviendo que el Domo debe izarse desde 5 puntos: cuatro puntos a 90° y un punto de levantamiento central dando estabilidad y firmeza al Domo en el momento de su levantamiento.



*Foto.18 Izado del Domo armado<sup>50</sup>*

---

<sup>50</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

### 3.1.7 INSTALACIÓN DE LOS ZAPATOS DE SOPORTE

Los zapatos de soporte del Domo (soportes donde descansa el Domo sobre el ángulo tope del tanque) deben ser instalados una vez que la grúa halla ubicado al Domo en su sitio ya que se deben instalar sus componentes, como son: placa deslizante, placa empernada al tanque, y la placa de teflón que se ubica entre el zapato de soporte y el ángulo tope, esta placa evita que exista corrosión galvánica entre dos tipos de materiales como lo es el zapato de soporte (aluminio) y la placa empernada en tanque (acero inoxidable).



*Foto.19 Instalación de los zapatos de soporte.<sup>51</sup>*

---

<sup>51</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

### 3.1.8 INSTALACIÓN DE LOS PANELES FINALES/FALDON

Un vez que el Domo se encuentra fijo y empernado al tanque se debe completar la instalación ubicando los paneles finales y el faldones.

Luego los nodos deben ser cubiertos con las tapas anodizadas para evitar la filtración de agua dentro del tanque, asegurando su hermetismo, para esto se debe limpiar cuidadosamente con solvente el área de contacto entre la tapa anodizada y los paneles del Domo, para luego aplicar silicón y sellar las tapas, finalizando la instalación del Domo.



*Foto.20 Instalación de Paneles finales y Faldón<sup>52</sup>*

---

<sup>52</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

### **3.1.9 PRUEBA DEL DOMO**

Luego de completada la instalación del Domo, las uniones o juntas deben ser probadas para ver si hay fugas y verificar que el Domo es hermético al agua.

Fiscalización (EPPETROECUADOR) debe irrigar con una manguera la superficie externa del domo con agua, con una presión estática mínima de 350kPa (50 PSI) en la boquilla de salida.

Si luego de esparcida el agua la superficie externa, el interior del tanque no muestra evidencia de agua en su interior, se aceptará que el Domo es hermético al agua. Cualquier pérdida o gotera será reparada y corregida.

Debido a posibles efectos corrosivos, se debe tomar en cuenta la calidad del agua usada y la duración de la prueba. Agua potable (de grifo o agua bebible) deberá ser usada a menos que otra sea especificada. Debe evitarse que el agua llegue directamente a los venteos o pasos de hombres abiertos.

## **3.2 PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DEL TECHO FLOTANTE INTERNO DE ALUMINIO**

### **3.2.1 RECOMENDACIONES PREVIAS<sup>53</sup>**

Construir un TIF es como construir una casa. Delimitarlo es crítico. Se debe ser muy cuidadoso y asegurarse que las vigas principales estén en el sitio correcto, rectas y paralelas unas a otras. Esto es particularmente importante porque el TIF usa vigas pre fabricadas y cortadas a la longitud correcta. Estas calzaran únicamente si el TIF ha sido construido alineado, nivelado, aplomado y redondo.

Con la ayuda de un cordel se verifica constantemente que las vigas principales estén rectas y alineadas antes de ajustar los pontones. Los pontones mantendrán fijas las vigas principales en su sitio. Toma poco tiempo asegurarse que las vigas estén rectas y nos evitara problemas más adelante.

Cuando las vigas pandean entre los soportes, se debe colocar un soporte temporal en el centro de las vigas para evitar el pandeo.

---

<sup>53</sup> Fuente: *Manual de Instalacion BTE*.

Nunca se debe colocar el canal de sujeción de la lámina en una viga pandeada, porque de esta manera la viga permanecerá en su posición de pandeo.

Cuando la viga "I" principal se una al aro perimetral, siempre se debe verificar el espaciado entre vigas, por esto se debe colocar temporalmente una viga transversal estándar perpendicular a las dos vigas.

A las patas de soporte se les debe hacer un hueco pasante y un tornillo colocado para fijar la altura del TIF debido a las diferencias de nivel del piso, el sitio donde debe ser perforado el hueco pasante varia.

Cuando se instale la lámina del piso, se deben remover las patas de soporte. El supervisor de Calidad debe revisar que las patas de soporte de TIF estén en el mismo sitio de donde la retiro.

Todo trabajo de corte y soldadura fue realizado antes de iniciar la instalación del TIF. Todos los trabajos de Pintura fueron completados antes de la instalación del TIF.

El supervisor de Calidad constantemente revisa que en el interior del tanque la superficie de la pared del tanque debe ser suave, sin bordes filosos. Esto significa que cualquier ítem soldado a la pared o columnas (en el recorrido

del sello del TIF o sello de columna) debe ser removido, y el área esmerilada hasta dejarla lisa.

Antes de colocar los componentes dentro del Tanque-02-Gasolina, se realizó lo siguiente:

Se determinó la altura de instalación del TIF. La altura recomendada de construcción es la altura más baja que permita al personal pasar por la entrada de hombre (manhole).

Para esto, se perforaron las patas, para cada camisa de las patas perimetrales. Ver Fig.10.



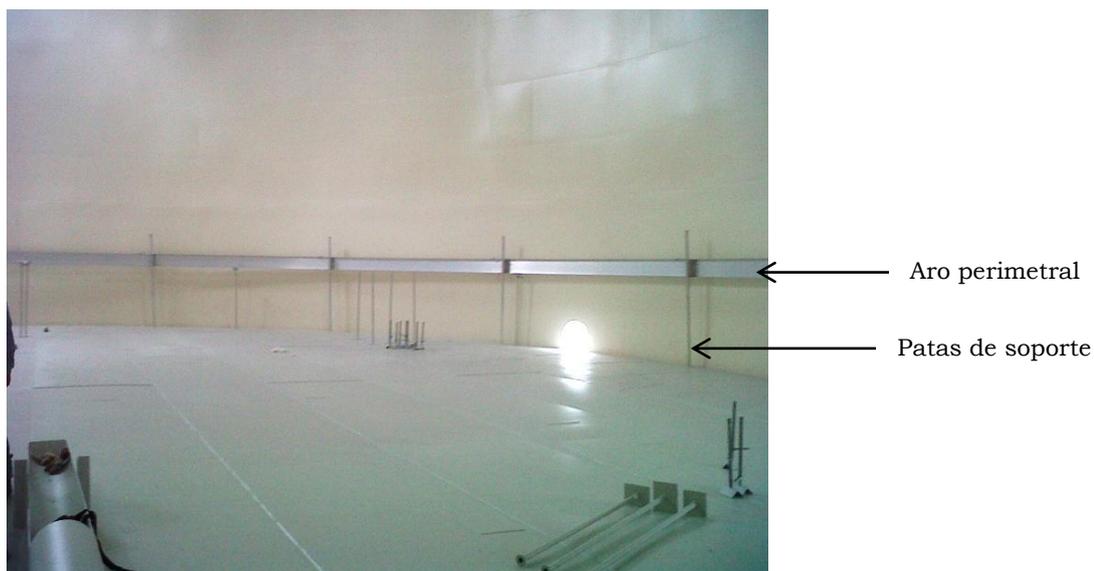
Fig.10 Altura del TIF<sup>54</sup>

<sup>54</sup> Manual de Instalacion BTE.

Como lo muestra la Fig.10 se realizaron perforaciones pasantes a las patas para fijar la altura del techo, para lograrlo se tomó el nivel de cada una de las patas ya que el piso presenta irregularidades de hasta 350mm.

La altura del TIF en el tK-02-Gasolina será de 85mm por encima del manhole ya que el sello de zapata será instalado una vez sea completado el armado del TIF.

Una vez determinada la altura del TIF, se ubicó el anillo anular al perímetro del tanque para unir con las patas perforadas y parar los segmentos del aro perimetral contra la pared del tanque, uniendo así uno con otro hasta cerrar el perímetro total, asegurándose que no exista separación entre los segmentos del aro perimetral, esto alterará el diámetro del TIF y más tarde se tendría problemas al ubicar las vigas principales.



*Foto.21 Aro Perimetral dentro del Tk-02-Gasolina.<sup>55</sup>*

Durante el transcurso de la instalación del TIF se presentaron algunos inconvenientes que por motivos de la redondez y verticalidad del tanque se presentaron, pero fueron solucionados gracias a la experiencia del personal logrando así que no existieran problemas durante el armado.

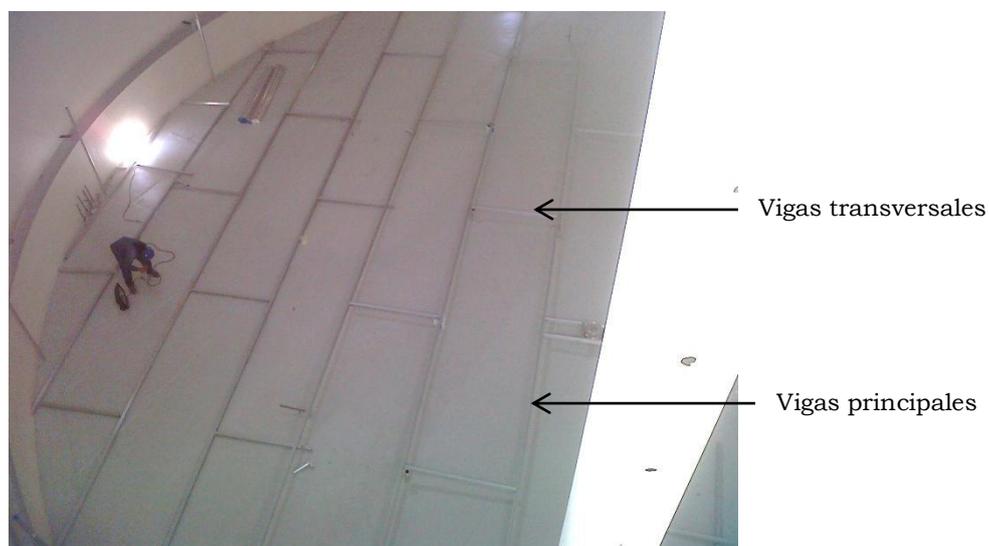
### **3.2.2 INSTALACIÓN DE LAS VIGAS**

Las vigas son el soporte para la lámina de aluminio y estas tienen que estar bien alineadas y sin pandeo ya que después se tendrá problemas con la instalación de la lámina.

---

<sup>55</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

Se empezó por las vigas principales, luego por la centrales, ubicando la camisas para las patas, esto solo realiza en el piso, una vez que se tenga armado las 2 primeras vigas centrales y transversales, se las levanta con la ayuda del personal y ubicándolas al perímetro del aro perimetral y soportándolas con soportes temporales hasta nivelarlas y asegurarlas, el proceso se repetirá hasta completar el armado total de las vigas.



*Foto 22 Instalación de Vigas en el TIF.<sup>56</sup>*

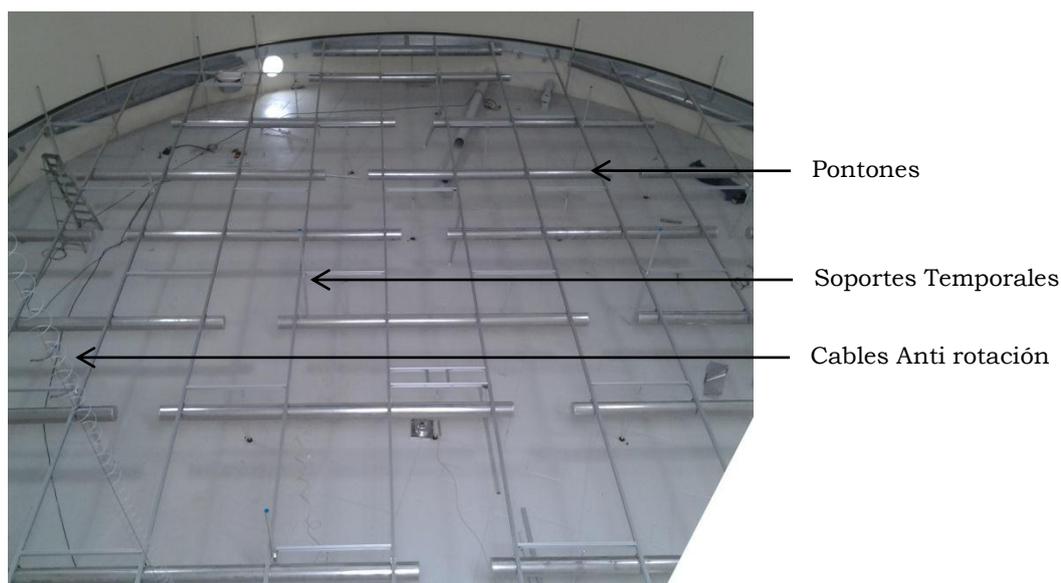
---

<sup>56</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

### 3.2.3 INSTALACIÓN DE LOS PONTONES

Los pontones son la parte más importante para el funcionamiento del TIF, ya que son tuberías de aluminio de 10 y 12 pulgadas llenas de aire y van ubicadas en el perímetro y en el interior de la estructura completamente de aluminio y su tornillería es 100% acero inoxidable, esto hace que el TIF tenga un tiempo de vida de 20 años.

Para asegurar que el TIF tenga descarga estática y flote en una sola dirección y equilibradamente se instalaron los cables de anti rotación y estática desde el Domo con una plomada hasta el piso del tanque.



*Foto 23 Pontones ubicados en el TIF.<sup>57</sup>*

---

<sup>57</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

### **3.2.4 INSTALACIÓN DE LAS LAMINAS DEL PISO/ MEMBRANA DE ALUMINIO**

Las láminas de aluminio son el acabado final del TIF ya que esta membrana cubrirá las vigas y pontones, se la debe realizar desde el centro hacia los costados del tanque, tomando siempre en cuenta que las vigas deben ser soportadas con los soportes temporales tipo gato por que las patas deben ser retirada temporalmente para permitir el paso de la lámina.

Unas ves que el rollo de la lámina de aluminio se encuentra sobre las vigas se la desenrolla y asegura con alicates para que no presente arrugas ya que después al atornillarlas podría ser grave para el acabado del TIF, ya que por esas arrugas los gases podrían escapar y poner en duda la correcta operación del TIF.

Se termina el procedimiento instalando las vigas tapajuntas que cubre el traslape de las láminas asegurándolas y prensándolas para evitar posibles fallas y arrugas.

---

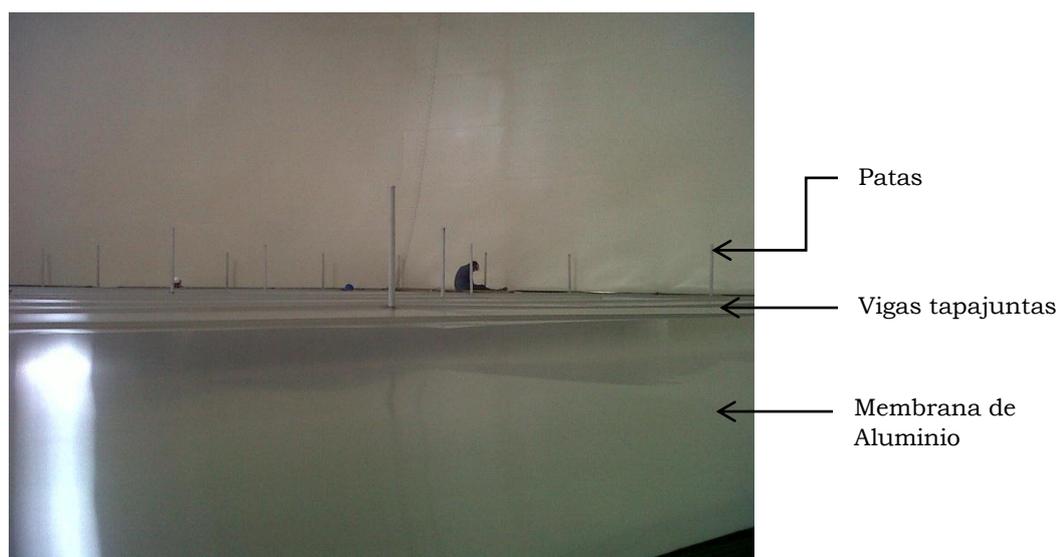


Foto 24. Membrana de Aluminio sobre la estructura del TIF.<sup>58</sup>

### 3.3 PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN DEL SELLO ZAPATA PARA TECHO FLOTANTE INTERNO

El sello de zapata es un componente del TIF que evita el paso de vapores de la gasolina hacia el exterior, consta de varias partes móviles y de una barrera de teflón la cual se la debe instalar con mucho cuidado, ya que una falla puede ocasionar que el TIF no cumpla su función y finalmente colapse.

---

<sup>58</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

Para empezar el armado de sello de zapata, se distribuyeron las zapatas alrededor del tanque y se colocó las ballesta para anclarlas al aro perimetral.



*Foto 25 Ubicación de Zapata y Ballesta en el Aro Perimetral.<sup>59</sup>*

Una vez que se instaló las zapatas se debe instalar la lámina de teflón o barrera de vapores, esto se lo realizó con la ayuda de todo el personal para lograr un acabado de calidad.

---

<sup>59</sup> Fuente: Autor David Peñafiel

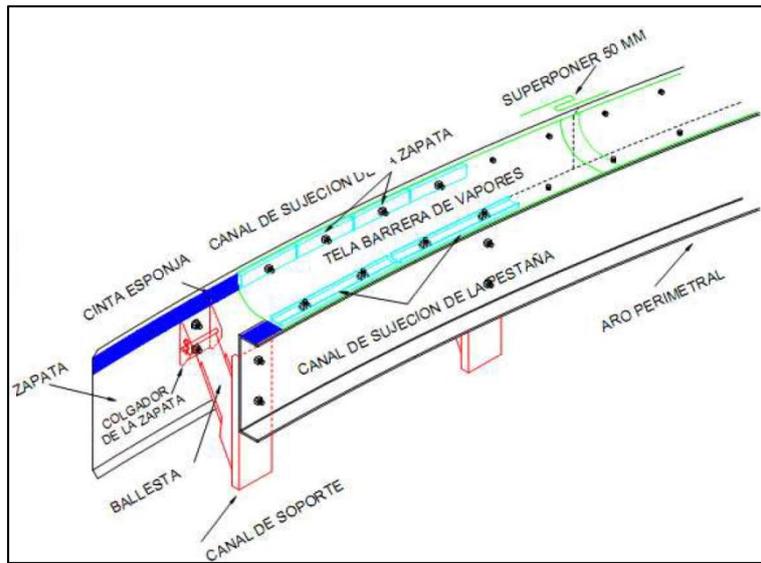


Fig.11 Ubicación de Sello Zapata y Tela de Barrera de Vapores.<sup>60</sup>

<sup>60</sup> Fuente: Manual de Instalación BTE

# **CAPITULO 4.**

## ***CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES***

### **4.1 CONCLUSIONES**

1.- Durante el transcurso del proyecto se pudieron establecer metodologías de montaje de Techo Interno Flotante y Domo Geodésico de Aluminio, aplicables al Tk-02-Gasolina, tomando como referencia la información suministrada por el fabricante BTE. Cabe mencionar que existe una notable diferencia entre los manuales de instalación y este conjunto de procedimientos.

2.-El porcentaje de evaporación inicial era del 0.005%, después de la instalación del Techo Flotante y Domo de Aluminio, la tasa de evaporación será de 0.001%, evitando así gran pérdida por evaporación y contaminación en la estación de Almacenamiento y Transporte.

3.- El montaje del Domo es más sencillo hacerlo desde adentro hacia afuera del tanque, ahorrando así tiempo y dinero en la no utilización de la grúa de 250 Ton, solamente utilizando malacates o tecles anclados al ángulo tope, y por motivos de tiempo el armado y montaje del Domo se lo realizó en las canchas de la Estación de Almacenamiento y Transporte La Libertad.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

1.- Se requiere una mayor cantidad y calidad de EEP (Equipos de Protección Personal), como por ejemplo el remplazo de las mascarillas con carbón activado a diario, los guantes requeridos para esta actividad deben ser de nitrilo, y la ropa debe ser desechable, ya que para la limpieza de lodos y residuos de gasolina en el interior del tanque los EPP deben ser reemplazados a diario.

2.- Se recomienda realizar charlas diarias de seguridad industrial al personal de la obra, relacionadas a la actividad que se vaya a realizar en el día, ya que dentro de este proyecto existieron varias etapas como por ejemplo: el personal de Sandblasting y pintura se debe capacitar sobre temas enfocados a esa actividad, levantamiento de andamios, trabajos en altura etc, o el personal de limpieza de lodos debería recibir charlas sobre espacios confinados y tener en claro los tiempos permitidos para permanecer dentro del área en confinamiento, con mucha más razón si en este espacio confinado el ingreso del personal se lo realiza con aire forzado.

3.- Para el armado del Techo Flotante Interno de aluminio se recomienda utilizar herramientas neumáticas o eléctricas ahorrando tiempo en el montaje, considerando que son aproximadamente 3000 tornillos de acero inoxidable, al utilizar herramientas manuales no se optimiza el tiempo que en un proyecto es de suma importancia hacerlo.

### **4.3 ANEXOS**

**ANEXO 1: FICHA TÉCNICA DE PINTURA EXTERIOR APLICADA AL TK-02**



# ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Hempel (Ecuador) S. A.

## Cliente

HEMPEL (ECUADOR) S.A.  
Cdla. La Garzota, Av de las Americas Mz 129, S  
12.

**Proyecto:** TANQUES DE ALMACENAMIENTO ESTACION LA LIBERTAD (6 U) PETROECUADOR

## Área:

6052 m<sup>2</sup>

**EXTERIOR DE LOS TANQUES: ACCESORIOS PISO, ACCESORIOS TECHO INCLUIDO, ESCALERAS, PLATAFORMAS Y ACCESORIOS.**

## Preparación de superficie:

Limpieza abrasiva al grado Sa 2.5, metal casi blanco segun el estándar Sueco SIS 0559000, Norma ISO 8501-1-1988.

Posteriormente se debe eliminar el polvo y las impurezas provenientes de la limpieza abrasiva mediante soplado y/o aspirado.

Eliminar polvo, residuos y suciedad provenientes de la limpieza abrasiva, mediante sopleteado con aire seco a presión.

Nombre del producto (incluyendo nº calidad)	Área tratada %	Color	Nº Color	Espesor (micras)		Rendimiento técnico (m <sup>2</sup> /L)		Método aplicación		Recomendado	
				Húm	Seco	Brocha	Rodillo	Pistola	Ø boquilla	Presión en boquilla	
HEMPADUR QUATTRO 17634	f/c 100	Rojo	50630	175	125	5,8	(X)	(X)	X	.021"- .025"	250 bar
HEMPADUR MASTIC 45881	f/c 100	Grís	11480	150	125	6,4	(X)	(X)	X	.017"- .023"	250 bar
HEMPATHANE TOPCOAT 55210	f/c 100	Aluminio	19000	125	60	7,8	(X)	(X)	X	.017"- .019"	150 bar
V/u: touch up f/c: full coat s/c: stripe coat				Espesor total		310		X: Recomendado, (X) Posible			

Intervalos de repintado. Buena ventilación Hrs=Horas(s) Mes=Mes(es) N/R=No recomendado

Nº Calidad	D.F.T (micras)	Repintado con Nº Calidad	40°C		30°C		20°C		10°C		0°C		-10°C	
			Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
17634	125	45881	1Hrs	15Día	50Min	22½Día	2Hrs	30Día	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R
45881	125	55210	2Hrs	10½Día	3Hrs	15½Día	4Hrs	21Día	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R	N/R

Observaciones e información de los productos en página siguiente

Hempel's PreSale System 2.6.17 (Build 754) Usuario Daniel Tejada  
Impresión 06.03.2012 13:54 Departamento: tad  
Creado/modificado 05.12.2011 14:20 ECUML1007N Pág. 3

Nº de calidad:  
Medio amb.: Medio

# HEMPEL

**ANEXO 2: FICHA TÉCNICA DE PINTURA INTERIOR APLICADA AL TK-02**



# ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Hempel (Ecuador) S. A.

## Ciente

HEMPEL (ECUADOR) S.A.  
Cdla. La Garzota, Av de las Americas Mz 129, S  
12.

**Proyecto:** TANQUES DE ALMACENAMIENTO ESTACION LA LIBERTAD (6 U) PETROECUADOR

## Área:

6996 m<sup>2</sup>

**INTERIOR DE LOS TANQUES: ACCESORIOS PISO, ACCESORIOS TECHO, PATAS DE SOPORTE, PAREDES Y ACCESORIOS**

## Preparación de superficie:

Limpieza abrasiva a metal blanco al grado SSPC-SP 5 (Sa 3) según el Steel, Structures and Painting Council, eliminando la totalidad de la calamina, óxido, herrumbre, pintura vieja etc  
Luego se debe sopletar la superficie a fin de eliminar polvo, residuos y otros contaminantes.  
Eliminar polvo, residuos y suciedad provenientes de la limpieza abrasiva, mediante sopleteado con aire seco a presión.

Nombre del producto (incluyendo nº calidad)	Área tratada %		Color	Nº Color	Espesor (micras)		Rendimiento teórico (m <sup>2</sup> /L)	Método aplicación			Recomendado	
	f/c	s/c			Húm	Seco		Brocha	Rodillo	Pistola	Ø boquilla	Presión en boquilla
HEMPADUR 85671	100		Rojo claro	50900	175	120	5.7	(X)	X	.018"- .021"	200 bar	
HEMPADUR 85671	100		Blanco roto	11630	175	120	5.7	(X)	X	.018"- .021"	200 bar	
HEMPADUR 85671	100		Blanco roto	11630	175	120	5.7	(X)	X	.018"- .021"	200 bar	
t/u: touch up f/c: full coat s/c: stripe coat												
Espesor total 360												

X: Recomendado, (X):Posible

Intervalos de repintado. Buena ventilación Hrs=Hora(s) Mes=Mes(es) NIR=No recomendado

Nº Calidad	D.F.T (micras)	Repintado con Nº Calidad		40°C		30°C		20°C		10°C		0°C		-10°C	
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.		
85671	120	85671	85671												
85671	120	85671	85671												

Observaciones e información de los productos en página siguiente

Hempel's PreSale System 2.6.17 (Build 754) Usuario Daniel Tejada Nº de calidad: Medio amb.:  
Impresión 08.03.2012 13:54 Departamento: tsd Inmersión  
Creado/modificado 05.12.2011 14:20 ECMML1007N Pág: 1

# HEMPEL

## **ANEXO 3: MANUAL DE INSTALACIÓN DOMO GEODÉSICO**



**BTE**  
**Aluminium Geodesic Dome Roof**  
**Installation Instructions**



### **RECEIVING THE DOME PARTS**

-All members of the dome should be unloaded from the truck onto the convenient field or storage site for installation.

-And all main parts should be marked and identified, with clearly visible codes so that they follow the general structure assembly procedure. All the material should rest on wooden supports to avoid the direct contact with the ground especially if water and mud are present.

-The panels are packed by groups according to their location on the dome and should be located in a place away from personnel traffic and work teams and will be protected from humidity. Panels should be placed in nearly upright position and covered with breathable tarps to prevent water damage during the assembly of other parts.

### **INITIAL ASSEMBLY**

-Clear the tank floor or assembly area outside the tank. If you are to assemble the dome inside the tank, locate and mark the tank centre onto the tank floor.

-Begin with the central hub & assemble the 6 surrounding struts. Use the Huck bolt gun to permanently bolt the connections.

-Assemble the first ring of hubs to the strut ends & then add the next set of struts

-Locate a tripod at lifting points indicated on the installation drawing & lift the dome assembly to allow further assembly outward from the dome centre.

### **FURTHER ASSEMBLY**

-Continue assembling outward. Locate tripods to progressively lift the assembly as it grows larger in diameter.

### **FITTING THE PANELS**

-Locating the panels:

There is a hole at the corner of each panel.

Align the panel holes with tapped holes in the gusset plates.

Use the T-screws supplied to correctly position the panels.

After fitting the battens, these T-screws can be removed & re-used.

-Fitting the battens:

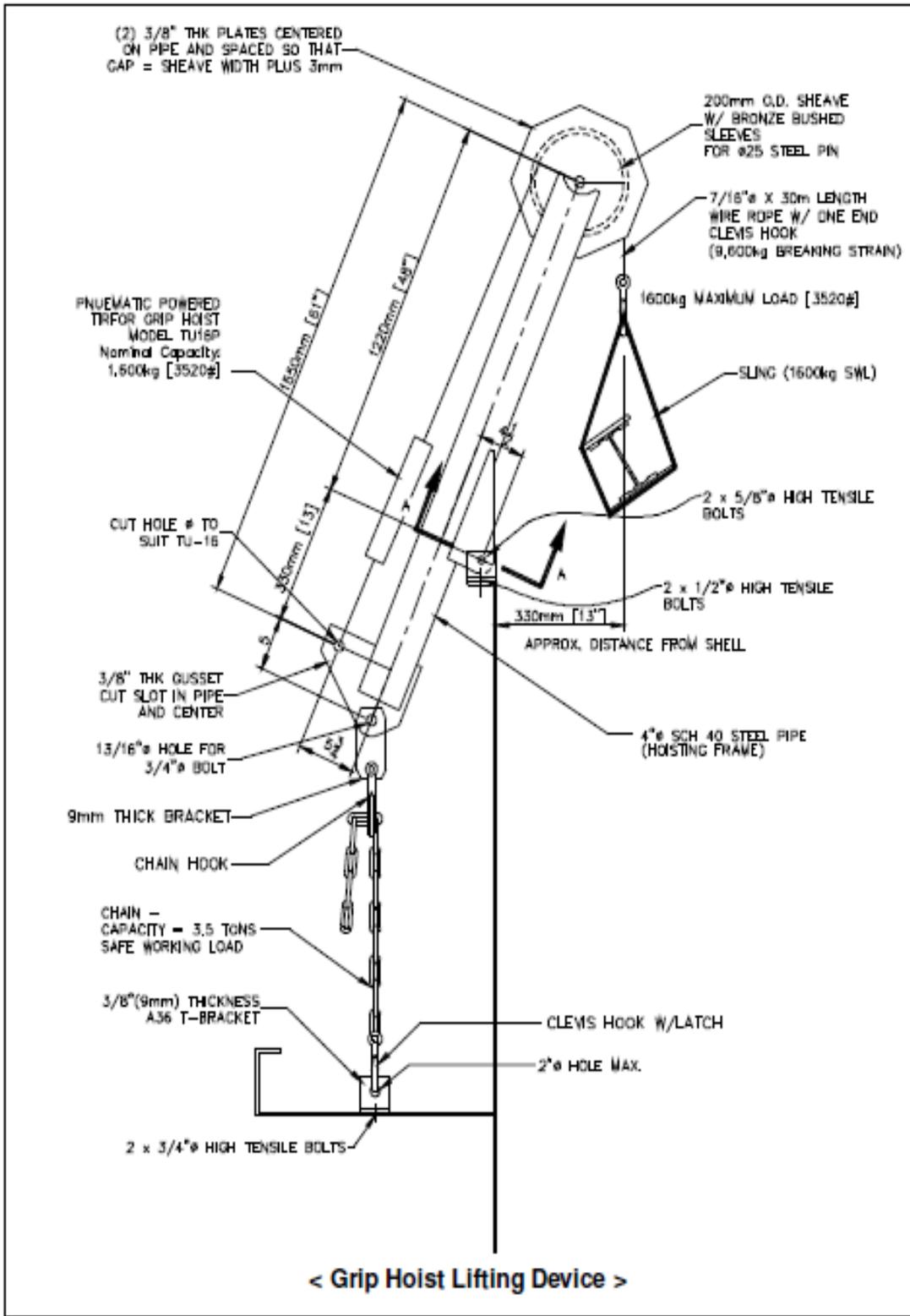
Make sure all batten screws are square to the strut, then using the screw gun, fix the battens to the struts. After fixing 3 battens to each panel, remove the temporary T-screws.

Continue fixing panels, including panels containing skylights, manway, nozzles or other appurtenances, as shown below. Once the dome has all panels installed, except for the last ring (the outermost ring), the dome is ready for lifting.

### **LIFTING THE ASSEMBLED DOME**

Lifting by grip hoist : Locate grip hoist at BTE nominated shoe lifting points.





### **ATTACHING SHOES**

When the dome has been lifted higher than the top of the shell  
Above shows (from bottom to top)

- Shell support Bracket (either bolted or welded to the tank shell)
- Stainless steel slider plate
- PTFE bearing pad
- Dome shoe support

### **FIXING FINAL PANEL/FLASHING**

Final panels, (including flashing)

- Fixing dome hubs
- Screw in the central spacer

-Place a cover on the hub to get an idea of the contact circle of the cover as it touches the roof panels.

-Using the solvent cleaner supplied, clean the contact zone on the roof panels to remove all oil & dirt on the panel surface. Note that the hub covers are anodized & already degreased.

### **REQUIRED TOOL LIST:**

-Tripods:

Number of tripod assemblies: As shown on BTE installation drawing together with each lifting point.

-No. of Grip Hoist assemblies: As shown on BTE installation drawing together with each lifting point. Note that for weight reasons (easy to carry) the grip hoists used are limited to 1.6 tonne capacity.

Therefore depending on the dome diameter, the load should be calculated to ensure the individual load/ grip hoist is not exceeded.

-Huck Bolt Guns (Pneumatic Type):

For tanks smaller than 30m dia., use a minimum of 2 Huck Guns

For tanks 30m dia., & larger, use a minimum of 3 Huck Guns

Screw Guns: These are for the batten screws. Use a battery type screw gun with 3/8" A/F Nut setter.

\* Note : The 3/8" A/F nut setters will be supplied by BTE with the dome.

## **ANEXO 4: MANUAL DE INSTALACIÓN TECHO INTERNO FLOTANTE**



**BTE**  
**Heavy Duty**  
**Aluminium Internal Floating Roof**  
**Installation Instructions**



-Building an ifr is like building a house. Marking out is critical. You must Take great care to ensure the main beams are in the correct location, are Straight, & parallel to each other. This is particularly important because bte Ifrs use pre-fabricated beams cut to the correct length. These will only fit Correctly if the ifr has been built straight, level, true & round.

-Using string lines; always check that main-beams are straight before Tightening pontoons. Pontoons will lock main beams into position. A little Time checking i-beam straightness will avoid major problems later on.

-When main beams sag between supports, put a temporary support mid-span. **Never** fix a sheeting clamp channel with a main i-beam sagging, otherwise The i-beam will remain locked in a sagged position. (see steps 25 & 26).

-Where main i-beams connect to the rim, always check main beam spacing. You can check this by temporarily holding a standard cross-beam Squarely between 2 main beams. (see fig. 8).

-Use string lines to check the ifr is built level. In tanks above 30m(100ft) dia. String lines sag too much so use a laser level.

-Landing legs are to be cross drilled and a support bolt fitted to set the ifr Height. Because of variations in floor level, cross-drilled hole heights Vary. When installing the sheeting, it is necessary to temporarily remove Landing legs. Be careful to re-install the same leg in the same location

-Install airscoops, overflow vents, and weld anti-rotation cable anchors to the floor as per bte Fit diffuser to inlet nozzle if required. All cutting and welding is to be finished before

-Starting ifr installation work. All paint work should be completed prior to ifr installation.

-Check the tank inside. The surface of the shell (and any columns) should be smooth, without any sharp Edges. This means that any items welded to the shell or columns (in the path of the ifr rim seal or Column seals), must be removed, and the area made smooth. Main columns should be checked for Verticality and corrected if outside api650h requirements.

-Install the overflow vents and airscoops (see bte drawing no. Ifr3

00). If possible this is best done before The ifr arrives at the job site. This requires cutting holes in the roof and shell, and welding of:

- A) the airscoop frames to the roof, including modification to handrails if necessary.
- B) the overflow vents to the shell
- C) the anti-rotation cable anchor brackets to the tank floor

Arrival of the container containing the ifr at site:

It is advisable to leave ifr components inside the container until installation. This prevents loss and/or Damage of components. If there is more than 1 ifr packed in a container, look for colour coding. Each ifr will be marked with a Separate colour.

-Before loading the components into the tank, do the following:

Determine the roof installation height. The recommended construction height is the Lowest height that will allow personnel to pass through the manway. To achieve this, drill holes in the leg as shown for each rim leg sleeve. This work can Be done outside the tank.

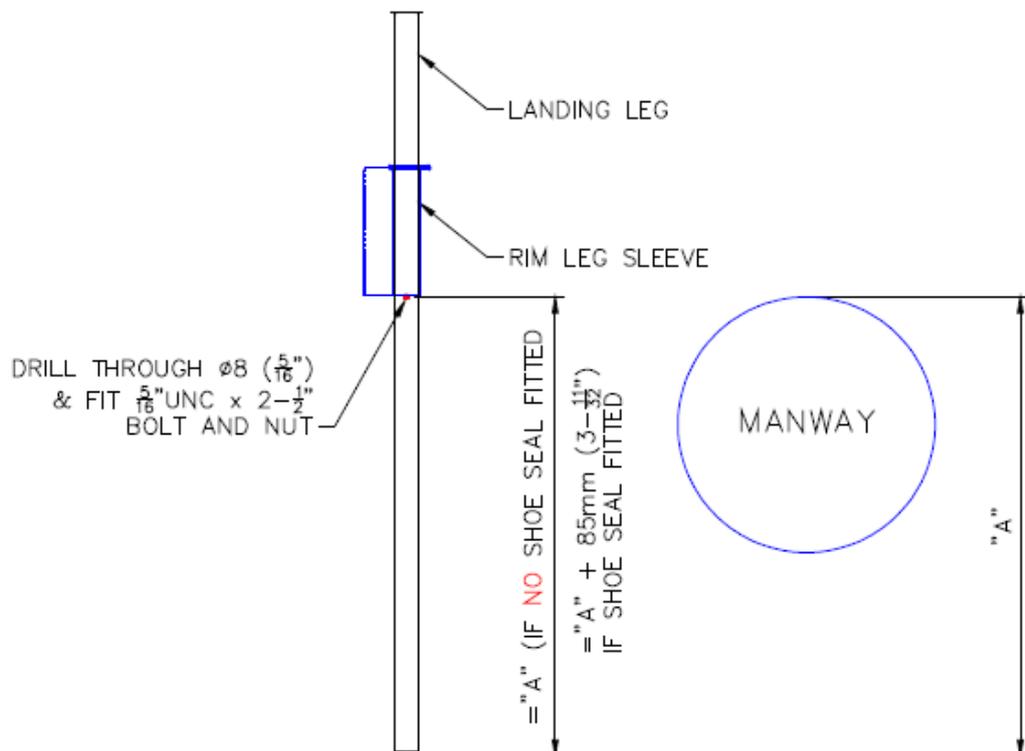


FIGURE 1. SETTING THE IFR HEIGHT

### IFR Component Parts

1. Angle connector



2. Straight connector



3. Center Deck Leg Sleeve Assembly



4. Rim Leg Sleeve



5. Pontoon Saddle



6. Pontoon Strap



7. Pontoon Strap Clamp Plate



8. Rim Pontoon Plate



9. Sheeting Screws



10. 12mm Drain Tube Assembly



11. PEM Stud



## **BTE IFR INSTALLATION - ESSENTIAL TOOL LIST**

3/8" A/F x 7/16" A/F ring spanner (wrench)

1/2" A/F x 9/16" A/F ring spanner (wrench)

1/2" A/F Combination spanner (wrench)

1/2" A/F Deep Socket (3/8" square drive)

9/16" A/F Deep Socket (3/8" square drive)

3/8" drive hand ratchet

4" Adjustable Wrench

#1 Phillips Head Screwdriver

Drive Adaptor 1/4 x 3/8"

3/8" A/F Nut Setter - long (65mm~75mm)

Makita 6827 Screw Gun or Dewalt DW268-XE Screw Gun or Makita 6805BV  
Screw Gun

Electric Shear Makita JS1660

Makita 18V Battery Impact Driver Lithium Ion Battery

18V/24V Battery Drill 10mm (3/8") variable speed, reversible with  
clutch/torque settings and spare battery (Lithium Ion) for each drill

Weiss Tin Snips

Hacksaw with spare 18T blades

Vise Grip 10R

Vise Grip 11R Locking Clamp

Bricklayers Nylon String Line

Aluminium step ladder (6ft)

Adjustable Height Pipe Stands (Screw Jacks) (IFR503A) + pipes to suit pipe  
stands (to suit pipe stand x ~1200mm long depending on IFR height) (working  
height = distance ~ floor to top of manhole + 300mm(12"))

Drill Bit 5/16" or 7.9mm dia.(Must be this dia. for PEM studs )

Drill Bit 3/8"

Razor knife

Permanent Marker Pens (Fine)

Tape measure 8m/25ft

Nylon Hammer

150 x 50 (6" x 2") softwood timber x 3.6m (12ft) long (smooth)

100 x 50 (4" x 2") softwood timber x 1685mm long (smooth)

Topcon RL-H3C Laser Level + Tripod Extension cables & Power Boards to reach all over the tank (with earth leakage safety devices)

Note: experience has shown that contractors installing ifrs frequently try to save money by not buying the above tools. This is false economy.

These tools will pay for themselves by saving Labour cost & helping to ensure a quality installation. We strongly recommend purchase of correct tools before starting ifr assembly.

Note that while we have recommended mains powered electric tools, the recommended re-chargeable battery powered tools are also very convenient and time saving, particularly for drilling.

Modern battery powered tools mean you do not have to worry about power leads and power boards.

Battery powered tools are also safer. To install a large diameter ifr using battery powered tools, particularly with the screw guns will require multiple spare batteries and a central charging station. One has to weigh the cost of 4 or more men standing around

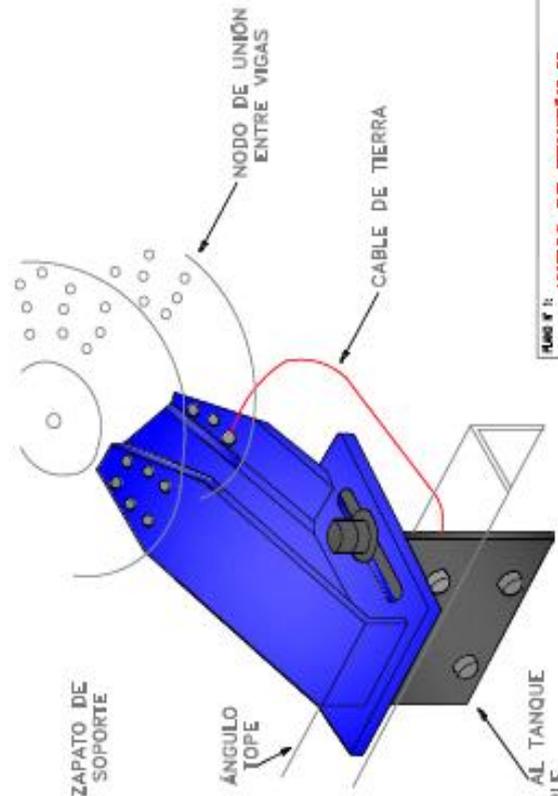
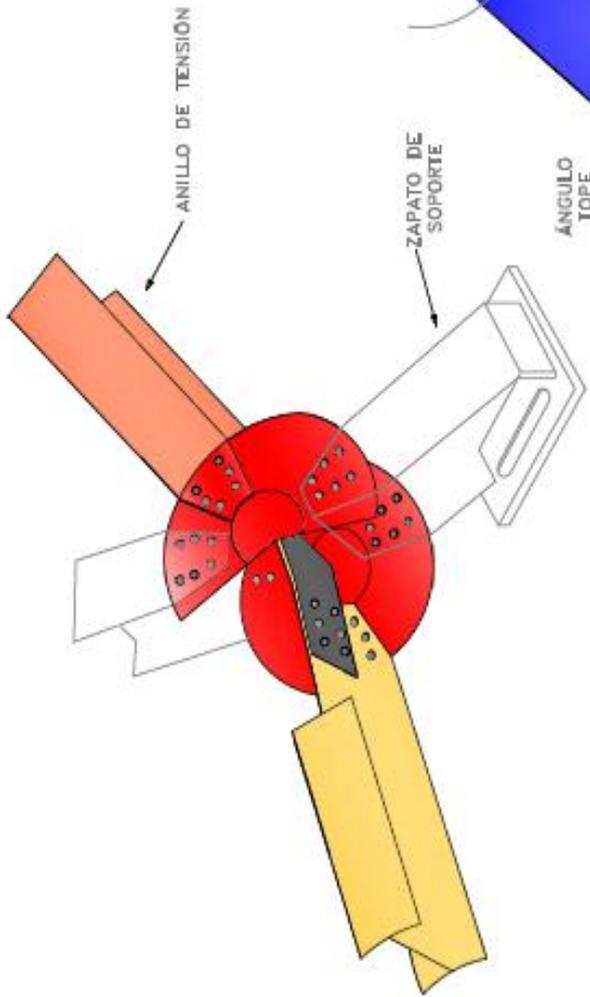
Waiting for batteries to charge against the cost of extra spare batteries

## **PLANOS**

### **PLANO 1: ANILLO DE TENSIÓN Y ZAPATO DE SOPORTE**



**PLANO N°1**  
**ANILLO DE TENSIÓN**  
**Y ZAPATO DE SOPORTE**



Hoja N° 1  
**ANILLO DE TENSIÓN Y ZAPATO DE SOPORTE**  
SEMANA 08: **08** de **08** de **2013**  
Fecha: **20-08-2013** Hoja N° 1 de 1  
Número N°: **0**

INSTALACIÓN Y MONTAJE DE  
TECHO INTERNO FLOTANTE PARA SERVICIO PESADO  
Y DOMO GEODÉSICO DE ALUMINIO  
PARA TK40-GASOLINA

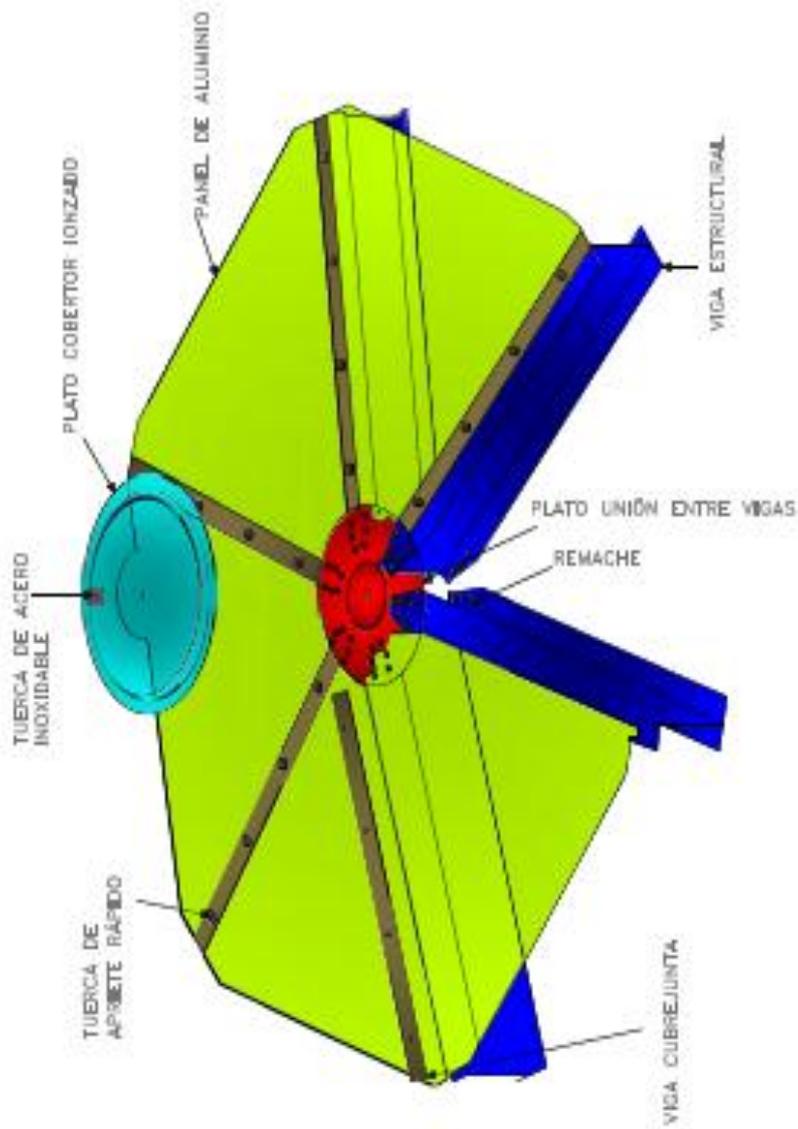


**PLANO 2: UBICACIÓN DE PANELES Y VIGAS CUBREJUNTAS SOBRE  
LA ESTRUCTURA DEL DOMO**



PLANO N°2

UBICACIÓN DE PANELES  
Y VIGAS CUBRE JUNTAS  
SOBRE LA ESTRUCTURA  
DEL DOMO



PLAN N° 2: UBICACION DE PANELES  
Y VIGAS CUBRE JUNTAS  
SOBRE LA ESTRUCTURA DEL DOMO

Elaboró por: **Ing. Oscar J. Pineda** | Revisó por: **Ing. Oscar J. Pineda** | Fecha: **21-06-2012** | Hoja N°: **0**



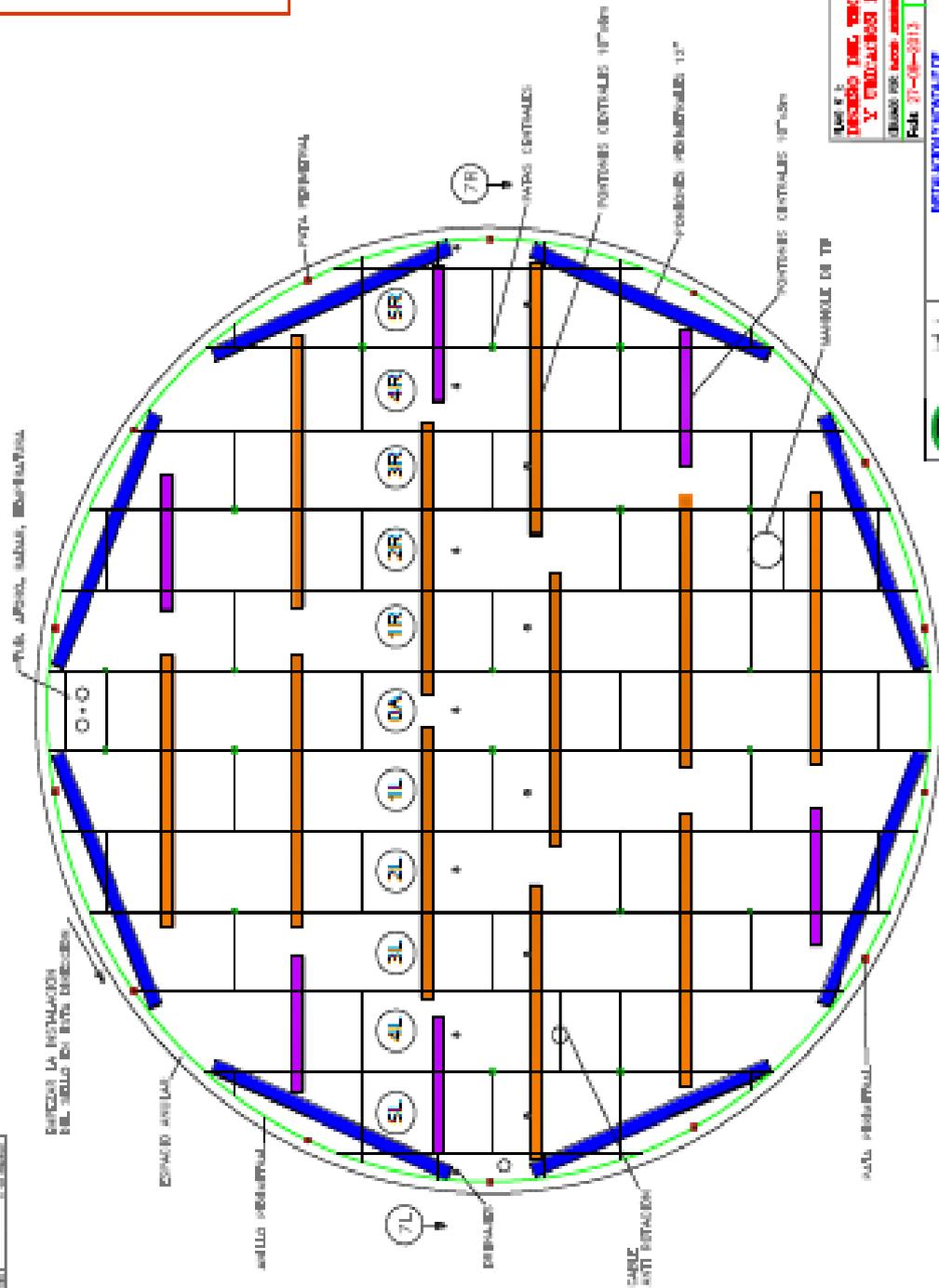
INSTALACION Y MONTAJE DE  
TUBOS METEOROLÓGICOS PARA MONITOREO  
Y USOS CIENTÍFICOS DE ALUMPI  
PERU-TRUSS-SACUBA

**PLANO 3: DISEÑO DEL TECHO INTERNO FLOTANTE Y UBICACIÓN DE  
SUS COMPONENTES.**



**PLANO N°3**

**DISEÑO DEL  
TECHO INTERNO FLOTANTE,  
Y UBICACION DE  
SUS COMPONENTES**



VER N° 1  
**DISEÑO DEL TECHO INTERNO FLOTANTE  
Y UBICACION DE SUS COMPONENTES**  
Elaborado por: **Ing. Carlos Alberto Pacheco** **Arquitecto**  
Fecha: **27-08-2013** Hoja: **1** de **1**  
Escala: **0**

PROYECTANTE	ING. CARLOS ALBERTO PACHECO
PROYECTO	TECHO INTERNO FLOTANTE PARA SERVICIO DE ALUMNADO
UBICACION	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FECHA	27-08-2013

**INSTRUCION Y MONTAJE DE  
TECHO INTERNO FLOTANTE PARA SERVICIO DE ALUMNADO  
TOMO: UBICACION DE ALUMNADO  
PROYECTO: CASASOL**



# BIBLIOGRAFIA

- **1.-** Restrepo Jorge. **API 650** standard (American Petroleum Institute) Diseño y Construcción de Tanques soldados de acero para almacenamiento de combustibles. 10ma Edición 1998, Adendum 4. Colombia Diciembre del 2007.
- **2.-** Restrepo Jorge. **API 653** (American Petroleum Institute). Inspección, Alteración, Reparación y Reconstrucción de Tanques de Almacenamiento. 4ta Edición 2009, Adendum 3 del 2013. Colombia Diciembre del 2007.

- **3.-** Guartatanga Fredy. **(TULAS)** Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundarias del Ministerio del Ambiente LIBRO VI, De la Calidad Ambiental. Proyecto de tesis “Disposición de desechos hospitalarios en el Cantón Santa Elena” pag. 75-90. Santa Elena 2010.
  
- **4.-** Falcon Joseph. THE SOCIETY FOR PROTECTIVE NACE **SSPC-SP 05; SSPC-SP 10** (joint surface preparation standard, almost white metal blast cleaning).Edición 2000
  
- **5.-** Tejada Daniel. **Hempel, protective coatings manual**. Guayaquil. Edición 2013.
  
- **6.-** Norma ASTM D4417 **Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel** (Control de perfil de anclaje).
  
- **7.-** [www.bte.com](http://www.bte.com), fecha de consulta: 15-Julio-2013
  
- **8.-** Crnel. Pacheco. ARCH, Agencia de Regulación y Control Hidrocarburífero –La Libertad Av. 7ma frente al Marañon-, Consultas realizadas a lo largo del proyecto.

- **9.- Norma:**“Especificaciones técnicas e imagen corporativa para las estaciones de servicio Ep petroecuador” Edición 2010. pag.127-155.