



**UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**“PROCEDIMIENTO PARA LA REHABILITACIÓN
GENERAL DEL TANQUE TV-105 DE 200 MIL
BARRILES EN LA TERMINAL MARÍTIMA
DE TUXPAN, VERACRUZ.”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

Ingeniero Civil

PRESENTA:

Francisco Gil Marines

ASESOR:

M. A. Ramiro Silva Orozco

MORELIA, MICHOACÁN, JUNIO 2008.





UNIVERSIDAD MICHOACANA
DE
SAN NICOLAS DE HIDALGO

FACULTAD DE
INGENIERÍA CIVIL
185/07-08

SE ACEPTA
TEMA DE TESIS

"XC Aniversario de la Fundación de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo"

Morelia, Mich., 18 de septiembre de 2007

C. P.I.C. FRANCISCO GIL MARINES
P R E S E N T E.-

En contestación a su atenta solicitud de fecha **17 de septiembre de 2007**, respecto a la propuesta de tesis para sustentar examen profesional de **Ingeniero Civil**, me es grato comunicarle que se acepta el tema:

"PROCEDIMIENTO PARA LA REHABILITACIÓN GENERAL DEL TANQUE TV-105 DE 200 MIL BARRILES EN LA TERMINAL MARÍTIMA DE TUXPAN, VERACRUZ."
el cual deberá desarrollar con el índice siguiente:

Capítulo I	INTRODUCCIÓN
Capítulo II	DATOS GENERALES DEL PROYECTO
Capítulo III	DESMANTELAMIENTO
Capítulo IV	CIMENTACIÓN
Capítulo V	COLOCACIÓN DEL FONDO
Capítulo VI	REPARACIÓN DE ENVOLVENTE
Capítulo VII	COLOCACIÓN DE TECHO
Capítulo VIII	TUBERÍAS, ACCESORIOS Y HERRAJES
Capítulo IX	CONCLUSIONES

De igual manera se le comunica que el **C. M.A. RAMIRO SILVA OROZCO**, ha sido designado asesor de su tesis.

Sírvase tomar en cuenta que, en cumplimiento a lo especificado por la Ley de profesiones, deberá prestar su servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar examen recepcional.

ATENTAMENTE

Ing. Ramiro Guzmán Rodríguez
Director de la Facultad de Ingeniería Civil

RGR:CLT:ram

FACULTAD
DE INGENIERÍA
CIVIL
U.M.S.N.H.



Í N D I C E.

No. página

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN.....	1
-------------------	---

CAPÍTULO II

GENERALIDADES DEL PROYECTO	3
----------------------------------	---

II.1.- Localización de la obra.....	3
II.2.- Antecedentes.	4
II.3.- Descripción de la obra..	5
II.4.- Recomendaciones previas..	9
II.5.- Maquinaria y equipo de construcción que se requiere para ejecutar los trabajos de rehabilitación.....	10
II.6.- Disposiciones de Seguridad en el Desarrollo de la Obra..	12

CAPÍTULO III

DESMANTELAMIENTO	16
------------------------	----

III.1.- Desmantelamiento de tanque cilíndrico vertical.	16
III.2.- Desmantelamiento de membrana interna flotante.	17
III.3.- Desmantelamiento de cúpula fija (techo).	18
III.4.- Desmantelamiento de la estructura interna.	19
III.5.- Desmantelamiento de la placa del fondo.	21
III.6.- Desmantelamiento de placas de la envolvente.	23
III.7.- Desmantelamiento de placas del segundo al sexto anillo.	26
III.8.- Desmantelamiento de la escalera helicoidal.	27



III.9.- Desmantelamiento de tuberías y accesorios.	28
---	----

CAPÍTULO IV

CIMENTACIÓN	31
--------------------------	-----------

IV.1.- Inspección.....	31
IV.2.- Geomembrana.....	33
IV.3.- Colocación de la carpeta.	45

CAPÍTULO V

FONDO DEL TANQUE.....	48
------------------------------	-----------

V.1.- Habilitado de las placas del fondo.	48
V.2.- Prueba de adherencia a la pintura.	52
V.3.- Trazo del centro y ejes centrales.	52
V.4.- Diseño del fondo.	56
V.5.- Montaje del fondo y secuencia de aplicación de la soldadura.	57
V.6.- Prueba con caja de vacío para soldaduras en el fondo.	62
V.7.- Registros de purga de drenaje (sumideros).....	64

CAPÍTULO VI

REPARACIÓN DE ENVOLVENTE.....	66
--------------------------------------	-----------

VI.1.- Conformación de placas de la envolvente.	66
VI.2.- Rolado de placas.	67
VI.3.- Montaje de las placas del primer anillo.	68
VI.4.- Soldadura de las juntas verticales.	73
VI.5.- Soldadura de las juntas horizontales.	74



VI.6.- Radiografiado de soldaduras.	75
VI.7.- Soldadura del fondo- envolvente	75
VI.8.- Montaje de placas del segundo al sexto anillo.....	77
VI.9.- Ángulo de coronamiento.....	80
VI.10.- Revisión de la envolvente.	81
VI.11.- Limpieza de la envolvente.	85
VI.12.- Aplicación de pintura en el interior y exterior.	85

CAPÍTULO VII

COLOCACIÓN DE TECHO 88

VII.1.- Rehabilitación de la estructura interna.	88
VII.2.- Instalación de las placas del techo o cúpula fija.	98
VII.3.- Instalación de los accesorios en la cúpula.....	102
VII.4.- Prueba con caja de vacío para la cúpula.	106

CAPÍTULO VIII

TUBERÍAS, ACCESORIOS Y HERRAJES 109

VIII.1.- Colocación de boquillas en la envolvente del tanque.	109
VIII.2.- Cabezal de tubería de 12" de diámetro en el exterior del dique.	110
VIII.3.- Líneas de inyección subsuperficial de 6" de diámetro.....	111
VIII.4.- Cámaras de espuma y líneas de alimentación de 6" de diámetro.	114
VIII.5.- Línea de entrada del producto de 20" de diámetro.....	117
VIII.6.- Línea de salida de producto de 24" de diámetro.	117
VIII.7.- Líneas de anillos de enfriamiento de 6" de diámetro.....	117
VIII.8.- Tubo de muestreo de 8" diámetro.....	119
VIII.9.- Tubo de medición física de 10" diámetro.....	120



VIII.10.- Puertas de limpieza.	121
VIII.11.- Entrada hombre de 24" diámetro.	121
VIII.12.- Registros en cúpula.	122
VIII.13.- Mantenimiento de Válvulas.	123
VIII.14.- Vertederos de sobrellenado.	145
VIII.15.- Escalera helicoidal.	125
VIII.16.- Alarmas de bajo y alto nivel.	126
VIII.17.- Soportería de tubería de concreto.	127
VIII.18.- Cierre de la ventana en la envolvente del tanque.	133
VIII.19.- Pintura en el fondo del tanque.	133
VIII.20.- Membrana interna flotante.	134
VIII.21.- Prueba hidrostática.	136
VIII.22.- Cierre del dique del tanque.	137

CAPÍTULO IX

CONCLUSIONES	139
---------------------------	------------



CAPÍTULO I : INTRODUCCIÓN

Pemex Refinación a través de la Gerencia de Mantenimiento de Terminales y Ductos y de la Unidad de Servicios de Apoyo, convoco a participar en forma escrita o a través de medios remotos de comunicación electrónica en la Licitación Pública Nacional No. 18576176-033-04 para la adjudicación de un contrato de obra pública sobre la base de precios unitarios y tiempo determinado de los trabajos referentes a la “Rehabilitación General del Tanque TV-105 de 200 Mil Bls. (barriles) en la terminal marítima de Tuxpan, Veracruz.” Para sustituir el 100% del fondo y la cúpula fija, así como 10 placas de la envolvente con pérdida de espesor mayor al 20%. Los trabajos fueron iniciados el día 20 de septiembre del 2004, con una duración de 240 días naturales.

De acuerdo a los antecedentes y estudios realizados de inspección detallada por técnicos especializados del departamento de seguridad y protección ambiental de Pemex refinación se determinó que el tanque se debe de sacar de operación para realizar una reparación general.

El presente trabajo tiene como objetivo plasmar el proceso constructivo de una obra de estas características y que sin duda es de suma importancia para el oportuno almacenamiento, distribución y comercialización del petróleo crudo y sus derivados y que es un campo en el cual el Ingeniero Civil también se desenvuelve tanto en el área administrativa de Pemex como en la ejecución de este tipo de obras, con este trabajo pretendo compartir el conocimiento del proceso de construcción que involucra este tipo de obra.



La reparación general del tanque TV-105 consistente en el cambio del 100% de las placas de la cúpula y 10 placas envolvente que se encontraron bajas de espesor; sustitución total de placas del fondo; instalación de la geomembrana en el interior del anillo de cimentación; reparación de la estructura interna que soporta la cúpula; cambio total de la membrana interna flotante tipo pontones; instalación de las líneas de inyección sub-superficial y el sistema de anillos de enfriamiento con los cuales no cuenta actualmente; reparación de escalera helicoidal; anillo de refuerzo; pintura general interior y exterior; pintura de líneas de llenado y de descarga, líneas de las cámaras de espuma; y válvulas.

Es necesario ejecutar la obra en mención, ya que apoyará al costo beneficio para Pemex Refinación, en salvaguardar la seguridad de sus instalaciones efectuando el mantenimiento preventivo y correctivo que prolongará la vida útil de la instalación mencionada.



CAPÍTULO II : DATOS GENERALIDADES DEL PROYECTO

Pemex Refinación a lo largo del tiempo, desde la creación de PETROLEOS MEXICANOS y hasta nuestros días, ha ido incrementando día con día su capacidad operativa construyendo nuevas y modernas instalaciones, las cuales son inspeccionadas periódicamente para tener un mantenimiento eficaz y oportuno que permita mantener confiable y segura la operación de dichas instalaciones durante su vida útil.

Parte de estas instalaciones, que integran el proceso operativo de Pemex Refinación, lo constituyen los tanques cilíndricos verticales utilizados para almacenamiento del petróleo crudo, sus productos derivados y otros productos líquidos de servicio común en la industria petrolera.

Tanto en la construcción de nuevos tanques, como en la reparación de los existentes, ha sido preocupación de Pemex Refinación cumplir con la normatividad vigente para proteger y preservar el entorno ecológico, incorporando las innovaciones tecnológicas que garanticen la confiabilidad del proceso y la seguridad de los trabajadores e instalaciones para obtener productos de la calidad esperada.

II.1.- Localización de la obra.

Esta obra se localiza en el interior del área industrial de la terminal marítima de Pemex Refinación en la barra norte de Tuxpan, Veracruz, municipio de Tuxpan con coordenadas geográficas 20° 57' 30" latitud norte y 97° 23' 00" longitud oeste del estado de Veracruz en la República Mexicana, teniendo como colindancias al



norte con el tanque TV-104, al sur con el dique del tanque TV-100 al oriente con calle 6 y al poniente con calle 4.

II.2.- Antecedentes.

La terminal marítima de Tuxpan, Ver., recibe por medio de buque-tanques gasolina y productos básicos de origen nacional y de importación que se reciben por medio de monoboyas y se almacenan en tanques atmosféricos de diversas capacidades entre los que se encuentra el tanque TV-105 de 200 Mil Bls. de cúpula fija, con membrana interna flotante.

Tomando en cuenta que en Noviembre de 1983 se aplicó recubrimiento primario RP-3 en su interior, en Febrero de 1991 se aplicó recubrimiento de acabado RA-25 por el exterior y en Octubre de 1994 se colocó la membrana interna flotante y se efectuaron reparaciones menores como parches de refuerzo en el fondo y se verificó la verticalidad de las columnas, ha transcurrido un periodo importante sin que se haya hecho una intervención mayor al tanque.

Como resultado de las auditorias realizadas por el departamento de seguridad y protección ambiental de Pemex Refinación en cuyos resultados se pone de manifiesto la necesidad de efectuar la reparación general del mismo, donde se incluye el desmantelamiento y fabricación total del fondo y cúpula, 10 placas de la envolvente, por tal motivo se determinó que la realización de esta obra es de suma importancia para esta terminal marítima.



II.3.- Descripción de la obra.

Para la ejecución de este proyecto de rehabilitación del tanque se empleo la siguiente secuencia constructiva.

Para iniciar con los trabajos de rehabilitación del tanque se comenzó con el retiro de las puertas de limpieza para acceder al tanque y verificar que este no contenga sedimentos producto del mismo combustible, para posteriormente demoler una sección del dique del tanque y abrir una ventana en la envolvente para la entrada y retiro de materiales, equipo y maquinaria.

Se continúa con los trabajos de desmantelamiento de la membrana interna flotante, continuando con el retiro de las placas del techo y la estructura que soporta al mismo, una vez retirada la estructura interna se procede a desmantelar y retirar las placas del fondo, así mismo se retiran las 10 placas de la envolvente y se desmantelan las tuberías y escalera helicoidal. Los materiales que se van a reutilizar se trasladan a taller y los demás se llevan a un centro de acopio designados por la supervisión de Pemex Refinación.

Realizado el desmantelamiento se procede a la excavación y extracción de 60 cm. de material contaminado del interior del anillo de cimentación para la colocación de la geomembrana, colocando primeramente una capa de 15 cm. de material calidad base, para después colocar una segunda capa de 10 cm. de material limo arenoso, enseguida se coloca el fondo secundario a base de una membrana Polilainer para evitar transmisión de hidrocarburos al subsuelo, continuando con la



colocación de otra capa de 10 cm. de material de arena dulce y por último se coloca otra capa de 15 cm de grava arena la cual se taponea con material granular.

Terminado el relleno se procede a realizar un barrido para retiro de basura y cuerpos extraños para continuar con la aplicación del riego de impregnación y posteriormente un riego de liga, para colocar y compactar la carpeta asfáltica en caliente de 5 cm. de espesor la cual servirá para recibir las placas del fondo.

Colocada la carpeta se procede a localizar el centro y los ejes del tanque teniendo cuidado de conservarlos ya que estos son muy importantes para la rehabilitación del tanque.

Las placas del fondo por presentar bajo espesor se sustituirán al 100%, dando inicio con el escuadrado y corte con equipo de oxiacetileno de las placas de acuerdo a los planos del proyecto y se les realiza una limpieza mecánica con equipo de sand-blast y se les aplica un recubrimiento primario por la cara que quedará en contacto con la carpeta. Se procede a colocar, puntear y soldar primero las placas anulares y posteriormente se colocan, puntean y sueldan las placas centrales. La limpieza y aplicación de recubrimiento y acabado en la parte superior de las placas del fondo se realizará al final de todas las actividades que se realicen en el interior del tanque.

Las placas de la envolvente se escuadran, se cortan y se biselan de acuerdo a los planos de proyecto y se mandan rolar conforme al diámetro del tanque, teniendo cuidado con las maniobras de traslado, estiba y montaje para no perder su curvatura, para el montaje de estas se debe contar con un lote completo de herrajes auxiliares (Fig. 2.1). El montaje se realiza con una grúa de 20 ton., se sujetan con los herrajes

para su ajuste y se aplica la soldadura. Se realiza una limpieza mecánica por el exterior e interior con equipo de sand-blast y se les aplica un recubrimiento primario y un acabado anticorrosivo.

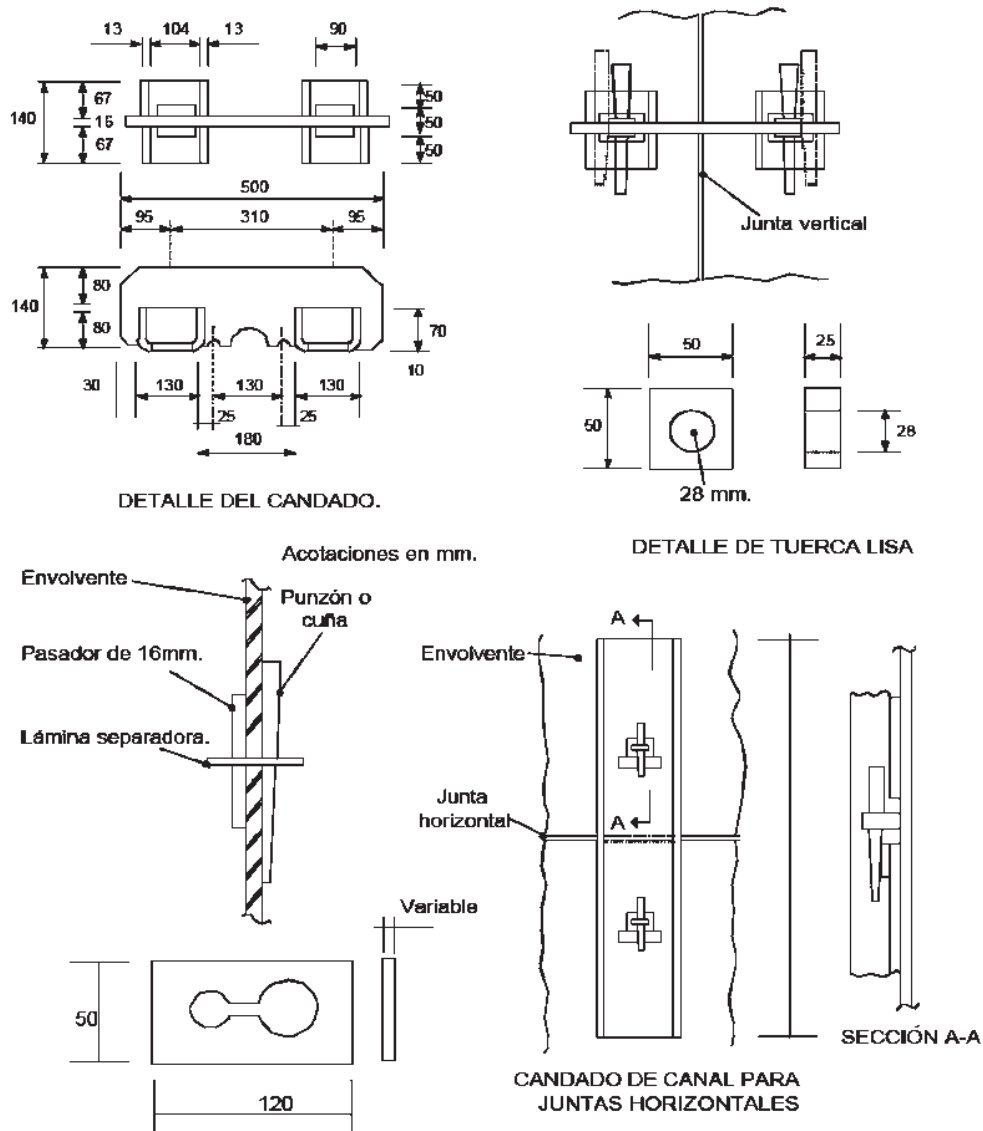


Fig. 2.1.- Lote de herrajes auxiliares.



Una vez terminada la colocación y aplicación de soldadura de las placas del fondo del tanque se procede a la colocación de la estructura interna que soporta la cúpula del tanque, a estos elementos previamente se les realiza la rehabilitación de las partes dañadas por la corrosión, se les aplica una limpieza mecánica con equipo de sand-blast, se les aplica un recubrimiento primario y un acabado anticorrosivo, dando inicio con la colocación de las columnas continuando con las trabes y por ultimo la colocación de largueros.

Se continúa con la colocación de las placas de la cúpula realizando de inicio el escuadrado y corte de las mismas de acuerdo al proyecto, así como previamente al montaje se realiza una limpieza mecánica con equipo de sand-blast y se le aplica un recubrimiento primario y un acabado anticorrosivo por la parte que quedará por el interior del tanque, quedando pendiente la aplicación del recubrimiento por la parte exterior hasta no terminar con la colocación de todas las placas y aplicación de soldadura en todas las juntas.

Aprovechando que el tanque se saca de operación para su rehabilitación se le colocan los anillos de enfriamiento, tubo difusores de inyecciones subsuperficiales y los tubos de telemedición y muestreo ya que en la actualidad no contaba con estos accesorios, así como también la sustitución de las cámaras de espuma, tinas de drenaje aceitoso, escalera helicoidal y la membrana interna flotante tipo pontones incluyendo el sello perimetral doble wipper.

También se le dio mantenimiento a las puertas de limpieza, válvulas, tuberías de entrada y salida de producto, realizando una limpieza mecánica y aplicación de recubrimiento anticorrosivo.

II.4.- Recomendaciones previas.

Revisar y reportar la llegada de los materiales y accesorios del tanque que se van a montar, de acuerdo a las listas de embarque y listas de material anotadas en los planos de fabricación y montaje, para asegurar la totalidad de las piezas en campo, anotando en bitácora el estado de los mismos, poniendo principal atención al material correspondiente a las placas del fondo, envolvente y del techo.

Conservación de materiales: Debido a las propias características generalmente, la placa se almacena a la intemperie en la forma más adecuada para que no se deformen teniendo especial cuidado en las placas de la envolvente para que no pierdan su curvatura (Fig. 2.2). Estos materiales se protegerán aplicando a toda la superficie de la placa superior de cada estiba dos manos de pintura anticorrosiva, igualmente deberá hacerse la protección de los bordes y biseles de las placas. Los demás materiales como el estructural, boquillas, tornillos, herrajes, etc. también se deben almacenar convenientemente para su protección y control.



Fig. 2.2.- Almacenamiento y estiba de placas.



La soldadura se almacenará en un lugar seco y con control de temperatura (hornos para conservación de electrodos) para preservarla de la humedad. La temperatura de almacenamiento se fijará de acuerdo con el tipo de electrodo y de las especificaciones correspondientes de código y/o las del fabricante.

II.5.- Maquinaria y equipo de construcción que se requiere para ejecutar los trabajos de rehabilitación.

DESCRIPCIÓN	CANT	CAP.
1. Camión Volteo de 7 m ³ .	1	7 m ³ .
2. Grúa Hidráulica de 20 ton. de capacidad.	1	20 Ton
3. Camión Plataforma equipado con grúa hidráulica de 7 ton. de capacidad	1	7 Ton
4. Camioneta de 3 ton. de capacidad	1	3 Ton
5. Camión petrolizadora de 6,000 lts. de capacidad.	1	6,000 lts.
7. Compresor portátil con motor de combustión interna diesel de 325 p.c.m. que tenga gasto de 325 pies ³ /min. a una presión medida antes de la boquilla de 90 lbs/pulg. ² mínimo el equipo de fluidización, las boquillas y mangueras deben encontrarse en condiciones aceptables sin fugas o desgaste principalmente las boquillas.	6	325 pcm
8. Equipo completo para aplicación de pintura por aspersión	6	Equip.
9. Ollas y Equipo para aplicación de sand-blast	6	Equip.
10. Guindolas con aparejos	4	Equip.
11. Torres de andamios	4	15 mts.
12. Cargador con retroexcavadora de 3/4 de yd ³ .	2	¾ yd ³
13. Equipos de corte oxiacetileno en buen estado con mangueras y reguladores sin fugas y con la longitud necesaria.	8	Equip
14. Plantas de soldar en buen estado de adquisición reciente con 3 años anteriores a la fecha del concurso, con motor de combustión interna y con una capacidad mínima de 300 amp. deberá estar libre de fugas de combustible o aceite de motor.	8	300 Amp
15. Equipo completo para la calibración volumétrica.	1	Equip.
16. Equipo completo para el estudio de verticalidad y redondez.	1	Equip.
17. Equipo completo para la prueba de fondo utilizando caja de vacío.	1	Equip.
18. Compactador de dos rodillos metálicos autopropulsado de 10 a 14 Ton	1	10-14
19. Compactador de rodillo liso vibratorio de 55 cm de Ø. por 56 cm de longitud.	1	Equip.
20. Máquina Motoconformadora de mezcla de asfalto.	1	Equip.
21. Revolvedora de concreto de 1 saco de capacidad	1	1 saco
22. Tarraja para roscar tubería de 4"Ø	1	Equip.
23. Equipo para rolar placa.	1	Equip.



24. Equipo para rolar tubería	1	Equipo
25. Planta generadora de electricidad de 50 kw a 440/220/127 volts	1	Equipo
26. Barrenadora para concreto.	1	Pieza
27. Camioneta pick-up	1	¾ Ton
28. Tractocamión con Plataforma de 15 ton	1	15 Ton

II.5.1.- Equipos de medición.

Solamente se requiere de una cinta métrica de acero para efectuar mediciones. Está demostrado que las cintas de genero o de fibra de vidrio no son seguras por la índole de las medidas que se realizan durante el montaje de un tanque. Las cintas metálicas se calibran comúnmente a 4.5 kg (10 lb) de tensión cuando están apoyadas en toda su extensión.

II.5.2.- Equipo de topografía.

Además del equipo de topografía convencional, se cuenta con el sistema digital conocido como estación total que nos permite trabajar con coordenadas polares y medir distancias cortas sin necesidad utilizar el prisma con una alta precisión. Los trabajos realizados con este tipo de equipo se pueden interpretar con el programa AUTOCAD.

El equipo que más se utiliza en la rehabilitación de tanques es un nivel montado sobre un tripie y un estadal (Fig. 2.3), el cual nos sirve para realizar los estudios de nivelación durante todo el proceso de la obra.



Fig. 2.3.- Equipo de nivelación.

II.6.- Disposiciones de Seguridad en el Desarrollo de la Obra.

Es obligación del contratista que su personal cuente con el equipo de protección y seguridad necesario para el desarrollo de los trabajos.

El acceso de personal del contratista a las instalaciones debe ser a través de las entradas oficiales o por los lugares señalados por el centro de trabajo, mostrando su pase de entrada previamente tramitado, para que los departamentos de vigilancia respectivos tengan un control de ese personal.

La Compañía debe contar en el sitio, con un supervisor de seguridad por cada 50 trabajadores como mínimo. Dicho supervisor debe de comprobar a satisfacción de la entidad de seguridad industrial de la instalación de Pemex-Refinación, que

tiene los conocimientos suficientes sobre Seguridad Industrial, debiendo capacitar y/o entrenar al personal de la Compañía, sobre las recomendaciones de seguridad que deben ser observadas.

Es obligación del Contratista y de su personal, asistir cuando sea convocado, a las presentaciones, pláticas o prácticas de seguridad que organice el centro de trabajo (Fig. 2.4).

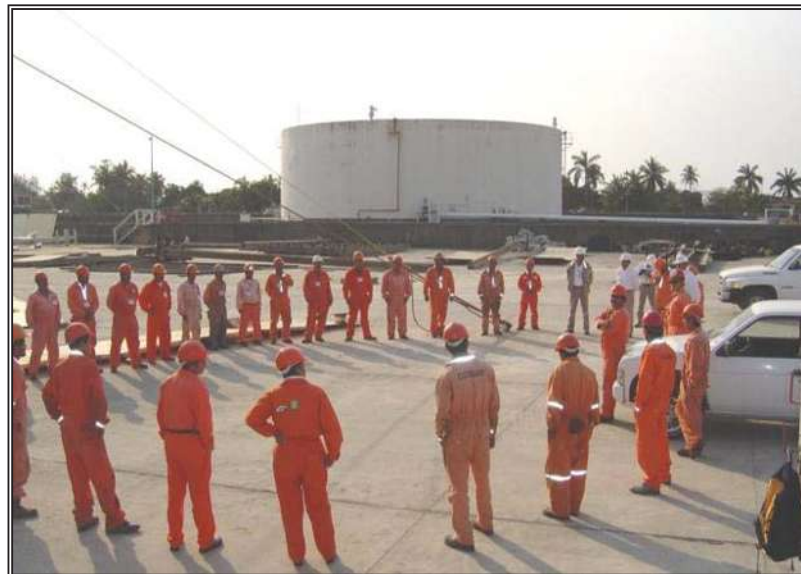


Fig. 2.4.- Presentaciones, pláticas y prácticas de seguridad.

El personal de la Compañía debe portar durante el tiempo que permanezca en las instalaciones del Organismo, un distintivo proporcionado por la Compañía (credencial, brazaletes, casco o gafete), para fines de identificación, así como ropa de trabajo u overol de color naranja y botas con casquillo.



Los vehículos del Contratista que ingresen a las Instalaciones de Pemex-Refinación, deben contar con un pase debidamente autorizado y estar asegurados contra daños a terceros. Dichos equipos o vehículos, si son de motor de combustión interna, deben tener un dispositivo matachispas en el escape, cuando así se exija por el centro de trabajo.

El área para oficinas y/o almacenes que sea asignada a la Compañía, debe estar cercada y contar, según las condiciones particulares del lugar, con servicios sanitarios para su personal, extintores contra fuego y debe mantenerse limpia y ordenada.

El Contratista queda obligado a conocer y a cumplir el Procedimiento y Reglamento del Permiso de Trabajo en vigor.

Los cables de energía eléctrica que utilice la Compañía, deben estar en buen estado y sus empalmes y conexiones debidamente aislados y no quedar cerca de registros de drenaje. El personal del Contratista no debe realizar trabajos de ninguna clase en cables o extensiones eléctricas energizadas. Si fuese necesario, deben usar cables y conexiones a prueba de explosión.

Cualquier excavación que tenga que realizarse por la Compañía, debe ser previamente autorizada por Pemex-Refinación.

En los trabajos que requieran de protección contra incendio, el Contratista, previo acuerdo con el centro de trabajo, debe contar con el personal y equipo contra incendio portátil propios para proporcionar dicha protección.



Queda prohibido que la Compañía Contratista haga uso de la red de agua contraincendio, para servicios diferentes a los autorizados por el centro de trabajo

La Compañía Contratista queda obligada a suministrar agua potable a sus trabajadores.

Cuando por el tipo de trabajo a desarrollar sea necesaria la utilización de andamios, estos deben ser revisados por el Contratista, para certificar que sean los apropiados y que estén bien armados o contruidos para dar seguridad a sus trabajadores

La Compañía Contratista asume totalmente la responsabilidad de los accidentes, lesiones o daños que ocurran, tanto a su personal e instalaciones o equipo, como al de Pemex-Refinación, cuando estos daños o lesiones se motiven a consecuencia de los trabajos que directamente realiza la Compañía.

La Compañía Contratista se obliga a cumplir con todas las disposiciones legales (federales, estatales o municipales), en materia de Protección Ambiental y Seguridad Industrial.

Lo anterior indica las estrictas normas de seguridad que se deben seguir para la ejecución de cualquier tipo de actividad durante el proceso de ejecución de la obra, de echo no se puede ejecutar actividad alguna sin contar previamente con el permiso de trabajo firmado y autorizado por la supervisión de Pemex Refinación, por lo que diariamente se tiene que tramitar los permisos de trabajo para cada una de las actividades a realizar.

CAPÍTULO III : DESMANTELAMIENTO

III.1.- Desmantelamiento de tanque cilíndrico vertical.

Para la realización del desmantelamiento de un tanque vertical en rehabilitación es necesario hacer un levantamiento físico y de inspección ultrasónica en placas, estructura, tuberías y accesorios, identificando y marcando las piezas que se encuentran bajas de espesor para cambiarlas por nuevas.

En el proceso del levantamiento físico e inspección ultrasónica se realizaron los trabajos de demolición de una sección del dique con un ancho de 4 mts. (Fig. 3.1) Así como el retiro de una placa de la envolvente del primer anillo y otra del segundo anillo adyacente a la primera, reforzando esta parte con vigas tipo "I" para evitar deformaciones en la misma envolvente (Fig. 3.2). Lo anterior para retiro e ingreso de los materiales y equipo que se requieren para la rehabilitación del tanque.



Fig. 3.1.- Ventana en dique para acceso de materiales y equipo.



Fig. 3.2.- Ventana en la envolvente para acceso de materiales y equipo.

III.2.- Desmantelamiento de membrana interna flotante.

Se da inicio con el desmantelamiento de la membrana interna flotante que se encuentra en el interior del tanque, se desmantela el sello doble wipper que se encuentra unido a la membrana y en contacto con la envolvente del tanque, retirando la tornillería de este en todo el perímetro. A continuación se procede con el desmantelamiento de las láminas de acero inoxidable, colocando soportes por la parte inferior ya que esta lámina también sufre deterioros y el personal que se encuentra laborando puede caer y sufrir un accidente.

Se retira la lámina y enseguida los tubos flotadores o pontones que son del mismo material que la lámina, el material de la membrana se retira fuera del tanque se carga en camión y se lleva al centro de acopio indicado por la supervisión de Pemex Refinación (Fig. 3.3).



Fig. 3.3.- Retiro de pontones de la membrana interna flotante.

III.3.- Desmantelamiento de cúpula fija (techo).

En el centro superior de la cúpula se suelda un poste para sujetar los cables de vida para que el personal que ejecute los trabajos se sujete y evitar algún accidente; se da inicio con el corte de la placa de la parte exterior hacia el centro sujetándola con grilletes, estrobos y con la ayuda de una grúa se baja y se deposita en una plataforma para posteriormente llevarla al centro de acopio indicado por la supervisión (Fig. 3.16), una vez terminado el desmantelamiento de la cúpula, el siguiente paso es el desmantelamiento de la estructura interna, que para este caso se retiró toda.



III.4.- Desmantelamiento de la estructura interna.

Terminado el desmantelamiento de la cúpula se inicia con el retiro de la tornillería que sujeta la estructura, esta tornillería se retira con equipo de corte oxiacetileno, ya que estos se encontraron oxidados debido al ambiente salino que se localiza en el lugar por estar el tanque cerca del mar.

Se retiran los canales de la estructura del techo iniciando del centro hacia el exterior del tanque (Fig. 3.5), sujetándolos con estrobos y bajándolos con la ayuda de una grúa para cargarlos en un camión plataforma y llevarlos hasta el centro de acopio indicado por la supervisión (Fig. 3.16), los canales de la estructura que estén en condiciones de ser reutilizados se llevan al taller donde se rehabilitarán sustituyendo las partes dañadas.

El segundo paso es el retiro de las trabes que soportan los canales una vez que estos fueron retirados. Las trabes se retiran con la ayuda de la grúa y son llevadas hasta el lugar donde se rehabilitarán para posteriormente ser reutilizadas nuevamente.

Por último se retiran las columnas, apuntalando éstas con canales previamente antes de retirar las trabes para evitar que estas caigan y puedan dañar al personal que se encuentra laborando en el área, estos trabajos se realizan con el apoyo de una grúa y cables para sujetarlas y posteriormente llevarlas al taller donde se les sustituirán las partes dañadas (Fig. 3.6).

Una vez que se desmanteló la estructura, se revisa haciendo una inspección ultrasónica para conocer cuales canales, trabes y columnas cumplen con los

espesores requeridos para ser reutilizadas y los elementos ó partes de estos que no cumplan se remplazarán por nuevos.



Fig. 3.5.- Retiro de canales del capitel de la columna central y primera sección de trabes.



Fig. 3.6.- Apuntalamiento de columnas de la estructura del tanque vertical.



III.5.- Desmantelamiento de la placa del fondo.

Para el desmantelamiento de las placas del fondo se inicia cortando a todo el perímetro del tanque utilizando equipo de corte oxiacetileno, para posteriormente cortar secciones de placas de aproximadamente de 2.44 m. x 6.10 m. y estas se llevarán al centro de acopio en un camión con plataforma (Fig. 3.7). Las placas se presentan deterioradas y bajas de espesor debido a que siempre están en contacto por la parte inferior con la carpeta y por el interior con los asentamientos de sólidos que contiene el mismo producto, así como por las malas condiciones del medio ambiente por la salinidad del lugar, lo cual provoca que las placas se desgasten mas rápido perdiendo espesor por la oxidación.

Las tinas de drenaje son retiradas de las fosas en que se encuentran, las cuales se sacan completas sin destruirlas en su totalidad (Fig. 3.8).

Terminado el desmantelamiento de la placa del fondo, se corta el resto de la placa que queda unida al primer anillo de la envolvente y se realiza una limpieza de toda la escoria producto del corte, ya que posteriormente se volverá a soldar con la placa nueva. Para el retiro de estas placas se van colocando calzas para levantar el cuerpo de la envolvente y poder retirarlas con mayor facilidad.



Fig.3.7.- Desmantelamiento y retiro de las placas de fondo.



Fig. 3.8.- Desmantelamiento de las tinas de drenaje.

III.6.- Desmantelamiento de placas de la envolvente.

Las placas que se retiraron de la envolvente son las siguientes de acuerdo a la gráfica (Fig. 3.9).

- 1.- Primer anillo.- placas No. 7, No. 20, No. 23.
- 2.- Segundo anillo.- placa No. 37.
- 3.- Tercer anillo.- placa No. 59.
- 4.- Cuarto anillo.- placas No. 83, No. 85, No. 87, No. 89, No. 90.
- 5.- Quinto anillo.- ninguna placa.
- 6.- Sexto anillo.- de la placa No. 115 a la No. 118 y de la No. 131 a la No. 139.

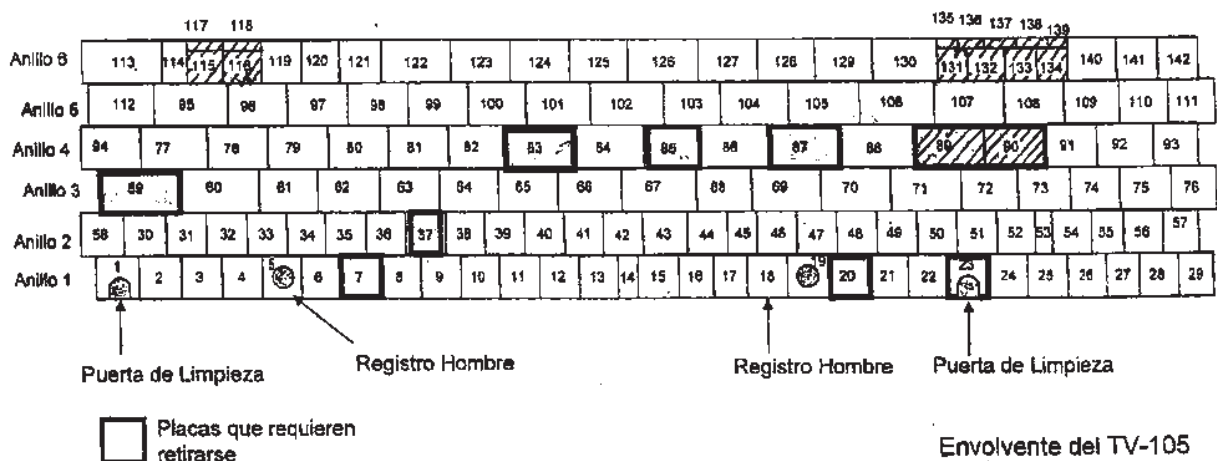


Fig. 3.9.- Gráfica de placas a desmantelar.

Previamente al desmantelamiento de las placas de la envolvente se realizó un estudio de calibración ultrasónica para conocer el espesor de las mismas (Fig. 3.10), obtenidos los resultados se procede a identificar y marcar las placas que se van a retirar, como se muestra en la gráfica anterior.



Fig. 3.10.- Calibración de espesores de las placas de la envolvente.

Se da inicio con el desmantelamiento de las placas del primer anillo, colocando por la parte interior del tanque los herrajes y canales para rigidizar el cuerpo de la envolvente en esa sección y evitar que se presenten deformaciones, para proceder haciendo cortes sobre las soldaduras existentes utilizando el equipo de corte oxiacetileno dejando en la parte superior de la placa 3 secciones de aproximadamente 5" sin cortar, de igual manera se deja en los costados de la placa en la parte superior, medio e inferior.

Se colocan los andamios necesarios para que el personal realice los trabajos con seguridad, se sueldan a la placa 2 tuercas las cuales nos servirán para de ahí sujetar los estrobos y proceder a realizar los cortes de la soldadura que se dejaron pendientes, para poder bajar y retirar la placa con el apoyo de una grúa de 20 ton. y un camión con plataforma para llevarla hasta el centro de acopio (Fig. 3.16).

Terminados estos trabajos se procede a realizar la limpieza mecánica, escuadrado y nivelado de las orillas de las placas que se encuentran en los lados y en la parte superior como se muestra en la siguiente figura (Fig. 3.11).



Fig. 3.11.- Escuadrado y nivelado de placas de la envolvente.

III.7.- Desmantelamiento de placas del segundo al sexto anillo.

Para el desmantelamiento de las placas del segundo al sexto anillo se colocan los andamios necesarios, soldando escuadras metálicas y colocando tabloncillos amarrados a estas para que el personal que realiza estos trabajos camine y se apoye con seguridad (Fig. 3.12).

Para el retiro de estas placas el procedimiento es similar a las del primer anillo, colocando por el interior los herrajes y canales de forma vertical para rigidizar el cuerpo del tanque y evitar deformación, se realizan los cortes en la soldadura existente, una vez retirada la placa se realizan trabajos de limpieza mecánica, biselado y escuadrado en las placas aledañas a la que se retiro.

Estos trabajos se realizan hasta el sexto anillo para el cambio de las placas de la envolvente del tanque.



Fig. 3.12- Corte con equipo de oxiacetileno para retiro de placas de la envolvente.

III.8.- Desmantelamiento de la escalera helicoidal.

Para realizar el desmantelamiento de la escalera helicoidal se inicia de la parte superior hacia abajo cortando con equipo de oxiacetileno, iniciando por el barandal y posteriormente el escalón sin dañar la placa de la envolvente (Fig. 3.13), haciendo limpieza mecánica en el lugar donde se encontraban soldados hasta llegar al último escalón. El personal que se encuentre laborando en estos trabajos se sujetará con un cinturón de seguridad y cable de vida para evitar un accidente, los escalones que se van desmantelando se bajan con una cuerda y se transportan en camión plataforma hasta el centro de acopio (Fig. 3.17).



Fig. 3.13.- Desmantelamiento de escalera helicoidal.



III.9.- Desmantelamiento de tuberías y accesorios.

Una vez realizado la calibración ultrasónica de las tuberías del sistema contra incendios y obtenidos los resultados procedemos al desmantelamiento de esta haciendo los cortes con equipo de corte oxiacetileno (Fig. 3.14), estos cortes se realizan por lo general a unas dos pulgadas de la soldadura existente con la finalidad de aprovechar la que esta en condiciones de ser reutilizada nuevamente y los tramos no deberán ser mayores a los seis metros para su mejor maniobra.

La tubería se baja con el apoyo de la grúa hasta el piso y una vez terminados estos trabajos se separa dejando únicamente la que esta en condiciones de ser reutilizada, biselando los dos extremos para volver a soldar (Fig. 3.15), la restante se lleva al centro de acopio (Fig. 3.17), a esta se le realiza una limpieza mecánica con equipo de sand-blast hasta retirar el óxido y la pintura existente y se le aplica un recubrimiento primario para protegerla del medio ambiente.

Una vez terminado el desmantelamiento de la tubería se retiran las bridas que se encuentran pegadas a la tubería y se recuperan las que estén en condiciones de ser reutilizadas, haciendo los cortes sobre las soldaduras existentes y se les realiza nuevamente el biselando en la parte que se soldará con el tubo.

Continuando con el desmantelamiento de las cámaras de espuma y canastillas de mantenimiento de estas, utilizando el equipo de corte oxiacetileno y realizando limpieza mecánica. Las cámaras de espuma se desatornillan retirando los espárragos y con el apoyo de la grúa se bajan hasta el piso.

Por último se desmantelan las válvulas retirando los espárragos que sujetan a estas y con el apoyo de la grúa se bajan hasta el piso y se colocan en un lugar para

ser revisadas y ver si estas quedan en condiciones de ser reutilizadas dándoles un mantenimiento en el interior y exterior, cambiando los empaques y aplicando una limpieza mecánica y una protección anticorrrosiva.



Fig. 3.14.-Calibración de tubería desmantelada.



Fig. 3.15.- Corte y biselado en tubería desmantelada.



Fig. 3.16.- Centro de acopio de materiales.



Fig. 3.17.- Centro de acopio de materiales.



CAPÍTULO IV : CIMENTACIÓN

La cimentación del tanque TV-105 fue construida mediante un anillo de concreto reforzado, el cual fue diseñado de acuerdo con las recomendaciones de la norma API-650, considerando las características y capacidad de carga del suelo.

La base sobre la que descansa el fondo del tanque TV-105 esta 60 cm. arriba de la superficie del terreno circundante considerando una pendiente o drenaje que permite mantener seco el fondo del Tanque Vertical.

El espesor del anillo de cimentación o muro anular es de 40 cm. y la distancia centro a centro es de 180 pies (54.9 m.) igual al diámetro nominal del tanque.

IV.1.- Inspección.

Se realizo una inspección visual del anillo de cimentación, de la separación con las placas del fondo del tanque, en busca de deformaciones del anillo (defectos visibles) tomando en consideración los puntos siguientes:

- Agrietamiento del concreto.
- Existencia de grietas que podrían ocasionar socavaciones en la cimentación del tanque y en el material base del fondo.
- Erosión del concreto.
- Estado del sello entre las placas de fondo y el anillo de cimentación.
- Deformaciones visibles, ondulaciones de la proyección exterior (ceja) con las placas del fondo.

- Nivelación de la corona del anillo de cimentación del tanque para detectar posibles deformaciones o fallas por asentamiento (tomando en cuenta los bancos de nivel existentes en el centro de trabajo). Se realiza un levantamiento topográfico, tomando como referencia el norte como eje 0° se marca con pintura puntos a cada 5° en el sentido de las manecillas del reloj, quedando un total de 72 puntos, distribuidos uniformemente en todo el perímetro del anillo como se muestra en la siguiente figura (Fig. 4.1).

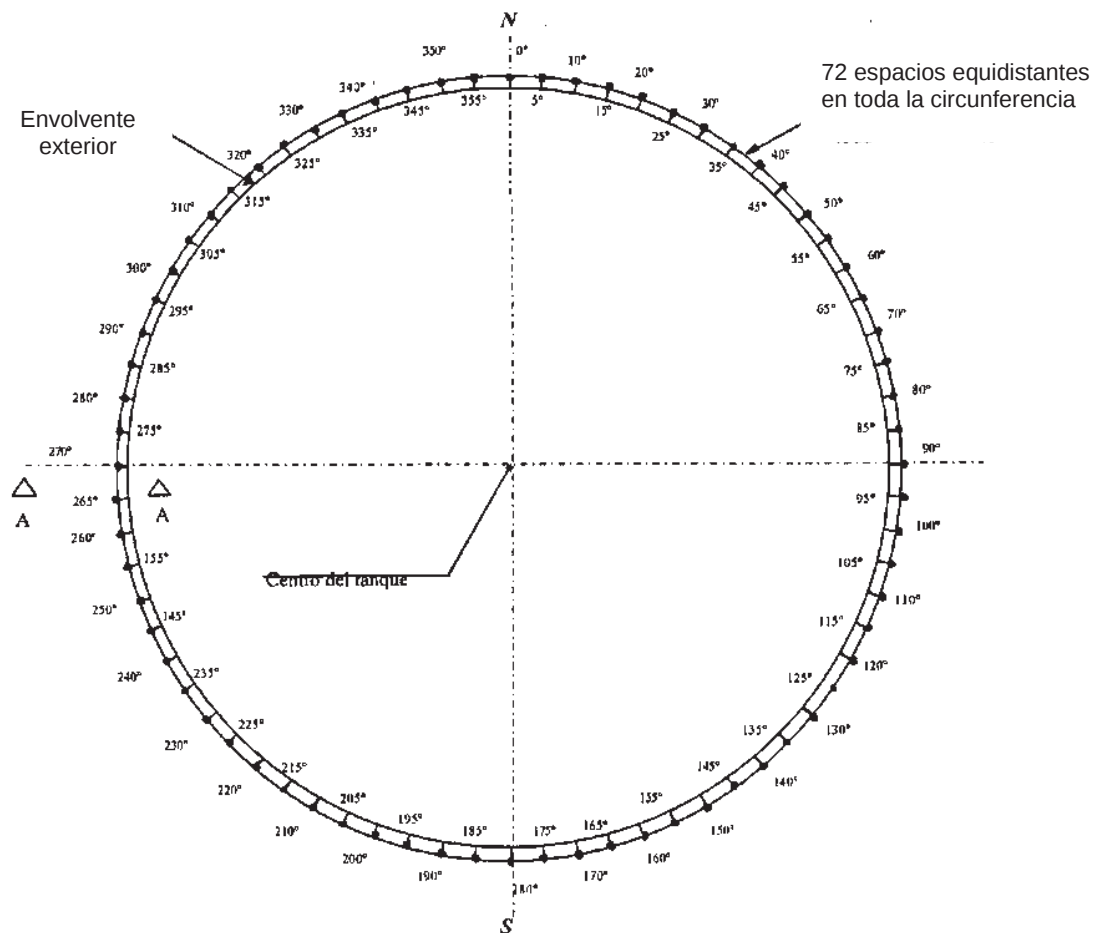


Fig. 4.1.- Puntos de referencia para la nivelación del anillo de cimentación del tanque.

Con los resultados obtenidos de la inspección se determinó que la cimentación se encuentra en perfectas condiciones y que únicamente se colocará un entortado y resanes con mortero cemento-arena en la ceja exterior del tanque para renivelar con la placa del fondo una vez que esta quedo calzada y nivelada.

IV.2.- Geomembrana.

Pemex Refinación ha tenido la necesidad de implementar sistemas para proteger el subsuelo, colocando una membrana impermeable a todos los tanques cilíndricos verticales que se construyen y rehabilitan en la actualidad para almacenamiento del petróleo y sus derivados (Fig.4.2). Aprovechando que el tanque TV-105 se saco de operación para realizar su reparación general, retirando las placas del fondo, se le colocó un fondo secundario a base de una geomembrana “Polilainer”.

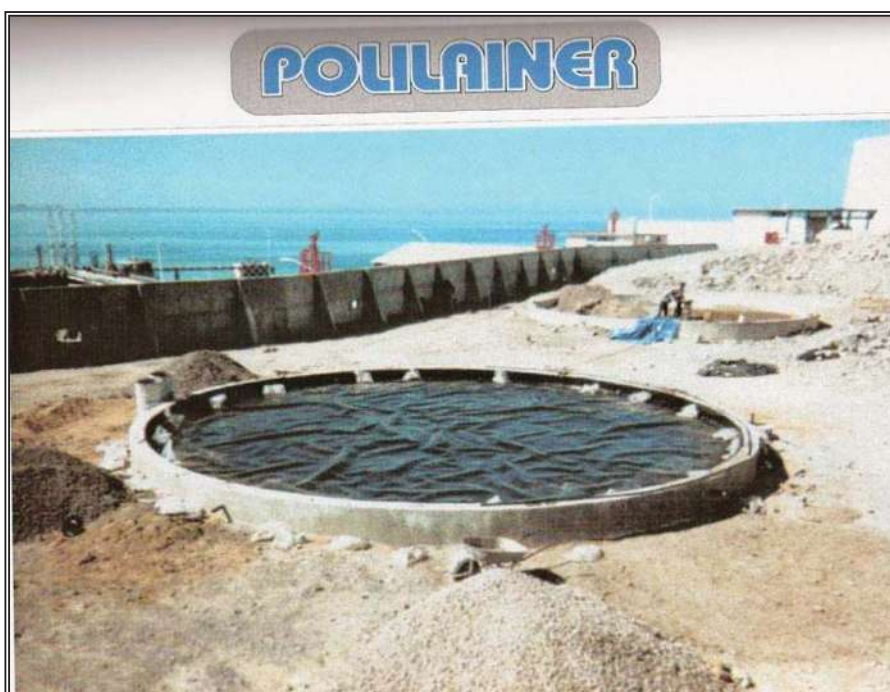


Fig. 4.2.- Membrana impermeable Polilainer (fondo secundario).



El “POLILAINER” es una geomembrana plástica fabricada con polietileno de alta densidad y alto peso molecular, de alta resistencia a los rayos ultravioleta de un coeficiente de expansión del 700% y alta resistencia a la tensión, para usarse como barrera impermeable a la acción del agua, productos químicos, petroquímicos, desechos sólidos (industriales y urbanos), minería, así como el almacenamiento, conservación y tratamiento de agua, sobre diferentes substratos, que pueden ser tierra, arena, concreto o acero.

Este sistema proporciona características impermeables 100% confiables, para la protección del subsuelo y consecuentemente de los mantos freáticos.

IV.2.1.- Retiro, mejoramiento y colocación de la Geomembrana.

Una vez retirada la placa del fondo se procede a realizar sondeos en el relleno del anillo de cimentación del tanque para determinar el tipo de contaminación que pueda tener el material y realizando la prueba CRETIB (corrosividad, radioactividad, explosividad, toxicidad, inflamación y contenido biológico-infeccioso) dictaminado por la secretaria de ecología.

Realizados los estudios se procede a la demolición de la carpeta asfáltica y retiro del material contaminado con una retroexcavadora y un camión volteo para extraerla del interior del tanque (Fig. 4.3), depositando estos materiales en un área designada previamente por la residencia de obra de Pemex Refinación (Fig. 4.4).



Fig. 4.3.- Retiro de material contaminado del interior del tanque.



Fig. 4.4.- Área designada para depositar materiales contaminados.

Una vez terminada la extracción al 100% de los materiales contaminados se procederá a extraer el resto del material no contaminado a una profundidad de 60 cm. para depositarlo de igual forma y por separado de los materiales contaminados en una área asignada previamente por la supervisión hasta terminar con el afine de las paredes y el fondo de la excavación (Fig. 4.5).



Fig. 4.5.- Excavación y afine del fondo de material no contaminado.

El material contaminado se neutraliza mediante un proceso de tratamiento físico-químico a base de microorganismos naturales para lograr su estabilización y se le realizan nuevamente las pruebas CRETIB (Fig. 4.6), para poder transportarlo por la compañía EPA (Ecología y Proyectos Ambientales) la cual esta certificada por la SEMARNAT para trasladar fuera de las instalaciones de la terminal marítima de Pemex Refinación, y darle la disposición final.



Fig. 4.6.- Mezclado de material contaminado para su neutralización.

Aprovechando que se retiró el material del interior del tanque se realiza un barrenado horizontal con penetración total en 4 puntos de la cimentación existente, con un diámetro del barreno de 4" para instalar testigos de fuga, fabricados a base un tubo de 60 cm. de longitud y de 2" de diámetro cedula 80, un codo soldable de 2" de diámetro x 90° cedula 80 y un niple de tubo de 10 cm. de longitud de 2" de diámetro de las mismas características. Los cuales se galvanizan por el exterior e interior para evitar la corrosión, se introduce en el interior del barreno de la cimentación y se calafatea con cemento "grout" entre el tubo y el concreto (Fig. 4.7).

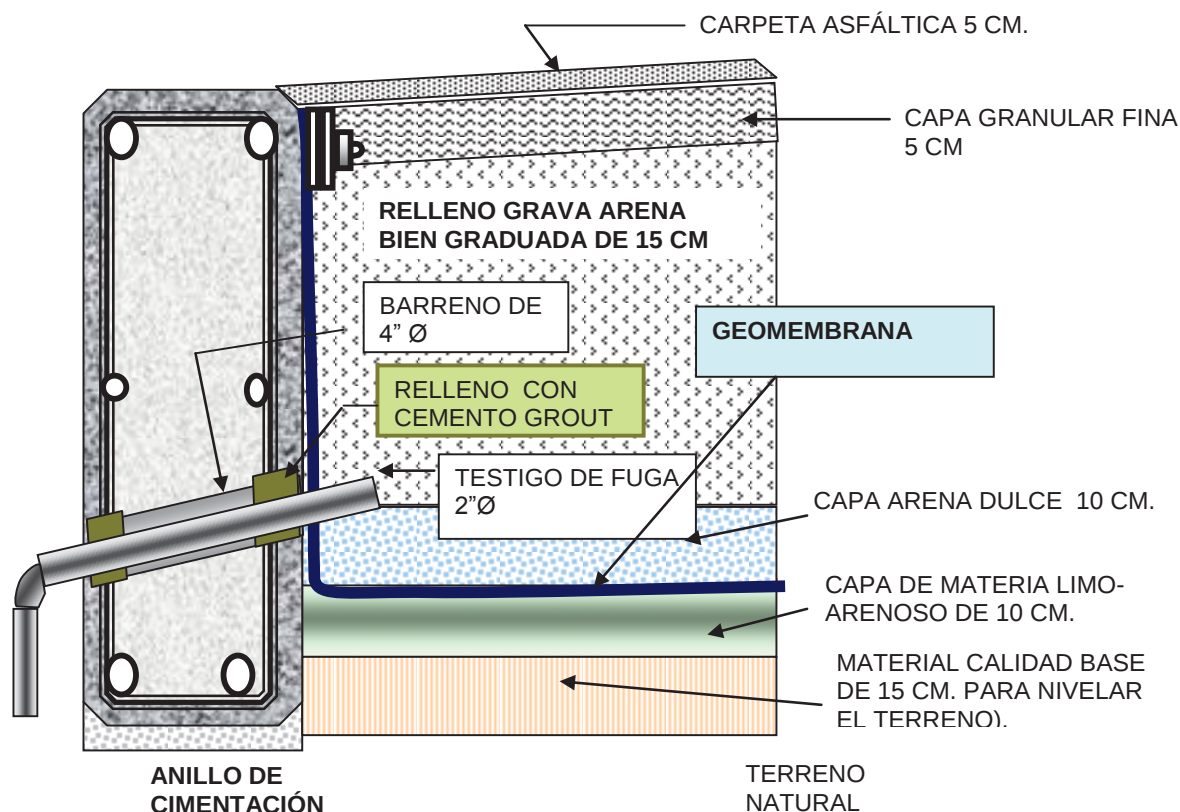


Fig. 4.7.- Detalle de capas de relleno y tubo testigo de fugas.

Terminada la extracción de los materiales del interior del anillo de cimentación del tanque, se da inicio con el mejoramiento colocando una capa de 15 cm. de espesor de material con calidad de base hidráulica compactada al 90% de la prueba proctor con rodillo liso vibratorio y bailarina, dejando una pendiente del 0.5% del centro del tanque al perímetro de la cimentación que se deberá conservar hasta la terminación de la carpeta (Fig. 4.7 y 4.8).



Fig. 4.8.- Capa de material calidad base de 15 cm. de espesor.

Se coloca una segunda capa con material limo-arenoso de 10 cm. de espesor, compactado al 90% de la prueba proctor (Fig. 4.7), la cual servirá como base para recibir la geomembrana, por lo que al concluir la compactación se debe revisar minuciosamente de que no queden materiales gruesos con puntas que puedan perforarla o romperla.

Antes de colocar la geomembrana se debe obtener el área a cubrir para verificar que el material este completo y sea el correcto de acuerdo a las especificaciones particulares solicitadas por la dependencia, de igual manera se debe verificar que la corriente eléctrica que se requiere para los equipos de termofusión sea la adecuada. Así mismo se debe efectuar una prueba de inicio para la colocación del panel, así como del proceso de tendido y llenar costales con arena para asegurar el panel y evitar que el viento mueva la membrana (Fig. 4.9).



Fig. 4.9.- Colocación y tendido de la geomembrana.

Extendida la membrana y antes de comenzar con la soldaduras (por termofusión) se deben de calibrar los equipos al inicio de cada jornada, siendo necesario realizar las “pruebas de inicio” de la maquina “wuedge”. Para lo cual se realiza una soldadura de prueba y se cortan 6 especímenes de 6” de largo x 1” de ancho los cuales son probados en el tensómetro para verificar que los valores de tensado sean de 130 lb./in. (Fig. 4.10).

Si al probar con el tensómetro fallará uno de los especímenes la prueba se tomará como aceptada, pero si llegaran a fallar mas de dos la máquina será revisada y nuevamente calibrada, los resultados o valores de los especímenes se anotarán en el formato para pruebas destructivas de inicio.



Fig. 4.10.- Tensómetro para pruebas de soldadura

Una vez que se llevan a cabo dichas pruebas, se procede a soldar los paneles ya colocados tomando en cuenta que la calibración de la maquina tendrá un tiempo de duración de 4 a 6 hrs. (Fig. 4.11). Pasando este tiempo se volverán a efectuar las pruebas de inicio.



Fig. 4.11.- Soldadura de paneles de geomembrana.

Una vez terminada la soldadura con la máquina wuedge en los paneles se procede a efectuar la prueba de aire.

Dichas pruebas consisten en presurizar el canal de la soldadura a una presión de 33 a 35 lbs. y tomar la hora, pasados 5 minutos la presión puede bajar 2 lbs. y se da como aceptada dicha prueba, pero si llegara a bajar más de 2 lbs. se procederá a revisar dicha soldadura, una vez que se localiza la falla esta será reparada (Fig. 4.12).

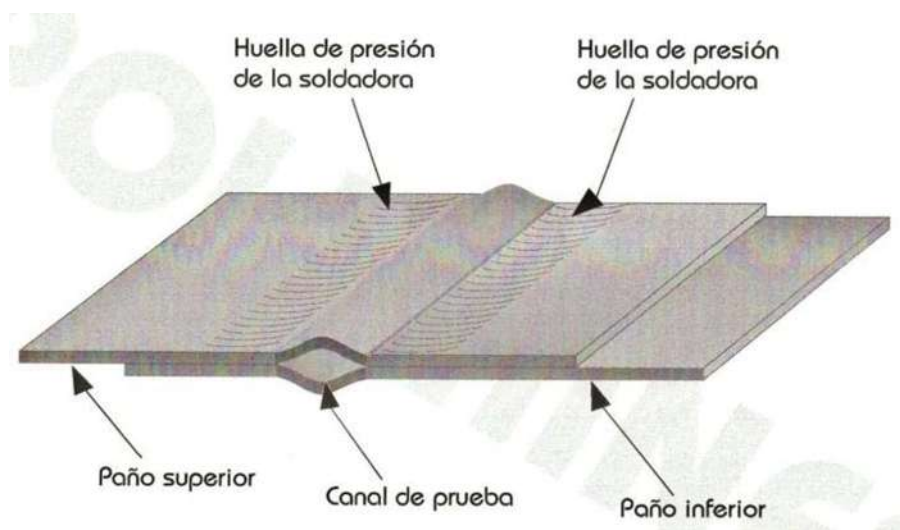


Fig. 4.12.- Soldadura por Termofusión.

Para probar el estado de soldadura de la máquina extrusora aparte de los especímenes del tensómetro, se lleva a cabo la prueba de vacío de acuerdo al siguiente procedimiento.

- Se cuenta con una bomba y una caja de vacío de acrílico, por medio de la cual se produce un vacío (Fig. 4.13).

- Se contará con un recipiente de agua jabonosa y se aplicará en los parches, se coloca la caja de vacío y se busca un burbujeo, de haber dicho burbujeo se marca y se repara, una vez reparado, se vuelve a probar con la caja de vacío.

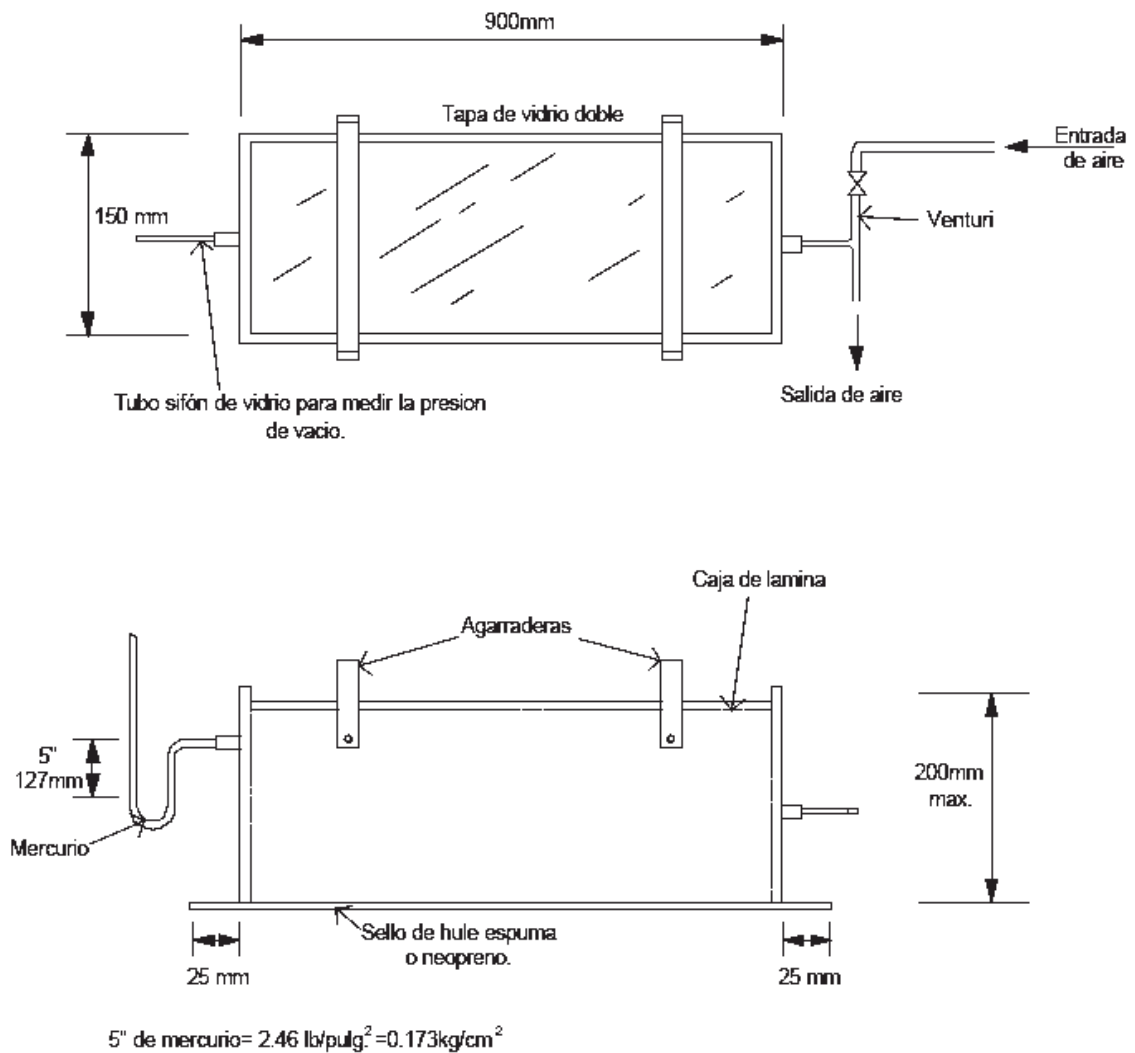


Fig. 4.13.- Caja para prueba de vacío

Una vez efectuadas las pruebas se fija la membrana al interior del anillo de cimentación colocando primero una placa de neopreno de 2" de ancho y 5/16" de espesor, a continuación se coloca la membrana y encima de esta se coloca una solera de acero galvanizado, utilizando taquetes de impacto "hilti", del tipo 8/12" o similares.

Previo a la colocación y compactación del relleno permeable, se coloca a volteo una capa de 10 cm. de espesor con material de arena dulce graduada con un tamaño máximo de 2 mm. Para protección de la membrana impermeable.

Por último se coloca el relleno permeable que consiste en un material granular grava-arena bien graduado (Fig. 4.14), con tamaño máximo de 76.2 mm. (3") Y mínimo de 0.2 mm. de 15 cm. de espesor y un taponamiento con material granular fino (gravilla) de 5 cm. de espesor compactado al 90% de la prueba proctor con rodillo liso vibratorio y bailarina.



Fig. 4.14.- Colocación de capa de grava-arena bien graduada.

IV.3.- Colocación de la carpeta.

Para colocar la carpeta es necesario humedecer la superficie y pasar el rodillo liso sin vibrar; de esta forma se fijan las partículas sueltas y se procede a aplicar un riego de impregnación con emulsión catiónica de rompimiento medio a razón de 2 lts./m² con petrolizadora y en algunas áreas en forma manual con bacheador (Fig. 4.15).



Fig. 4.15.- Riego de impregnación con petrolizadora

La carpeta de concreto asfáltico se elaboró en caliente con material pétreo de $\frac{3}{4}$ " a finos y cemento asfáltico AC-20 y transportada de la planta de mezclado en camiones de volteo cubierta con una lona para protegerla durante el transporte, la temperatura a la que fue recibida en el lugar es de un promedio de 150° C. Una vez que la mezcla se encuentra en el sitio se aplicó un riego de liga con emulsión

catiónica de rompimiento rápido de 0.7 lts/m^2 con petrolizadota en toda la superficie y se porea con la misma mezcla para evitar que se levante la impregnación. Se procede al vaciado y extendido de la carpeta con motoconformadora (Fig. 4.16) y compactado al 95% con rodillo liso tandem y neumático (Fig. 4.17), quedando terminada con un espesor de 5 cm. compactos y con una pendiente del 0.5 % del centro del tanque al perímetro del mismo.



Fig. 4.16.- Colocación de carpeta con máquina motoconformadora.



Fig. 4.17.- Compactación de carpeta con compactador tandem.

CAPÍTULO V : FONDO DEL TANQUE

En el proceso de la ejecución de los trabajos de mejoramiento e instalación de la geomembrana en el interior del anillo de cimentación, se inicia con el estibado y habilitado de la placa del fondo ya que esta no viene de las dimensiones que se requieren de acuerdo al nuevo diseño.

V.1.- Habilitado de las placas del fondo.

Las placas se escuadran con equipo de corte oxiacetileno y se esmerilan los cuatro lados para retirar la escoria (Fig.5.1). Posteriormente se marcan y se estiban sobre polines para evitar el contacto con el suelo, ya que en esta región por la proximidad del mar existe bastante salinidad lo que provoca una rápida corrosión.



Fig.5.1.- Escuadrado de placas del fondo del tanque.

Aún cuando las placas que se colocarán en el fondo del tanque sean nuevas y estas se suministraron de acuerdo a las especificaciones de diseño, se les debe realizar una calibración de espesores con equipo de inspección ultrasónica para verificar que estas cumplan con el espesor requerido (Fig. 5.2). El equipo se calibra con un escantillón antes de cada medición. Se realiza una limpieza mecánica con carda de cerda metálica o lija en las 4 esquinas y el centro de la placa y se le aplica un gel o aceite para colocar el equipo y tomar la medición.



Fig. 5.2.- Calibración de espesores de las placas del fondo.

Así mismo se aplica una limpieza mecánica con equipo de SAND-BLAST. Este sistema consiste en retirar el óxido de la placa. Para realizar estos trabajos se requiere del siguiente equipo:

Compresor de aire de combustión interna.

Ollas de SAND-BLAST.

Mangueras para aire.

Escafandra de protección para el operario que ejecuta los trabajos.

Arena sílica.

Equipo de seguridad industrial.

Por la parte superior se coloca la arena sílica dentro de la olla de sand-blast y por medio de una manguera se conecta al compresor, el cual le inyecta aire a presión. La presión del aire y la cantidad de arena es regulada por válvulas, por otra manguera de salida a la cual se le coloca una boquilla por donde sale la arena que es proyectada a presión sobre la superficie de la placa (Fig. 5.3), logrando con esto el retiro del recubrimiento que trae de fábrica, dejando con esto una superficie áspera y un acabado color gris (metal comercial).



Fig. 5.3.- Limpieza de la placa con equipo de sand-blast.

Al terminar esta actividad se retira por medio del aire el polvo que se queda en la superficie de la placa y se procede a aplicar un recubrimiento primario anticorrosivo a base de alquitrán de hulla RP-5 (Fig. 5.4), aplicado por aspersión para formar con dos capas una película seca de 5 milésimas (Fig. 5.5), esta protección se realiza a la cara que queda en contacto con la carpeta asfáltica y dejando pendiente el recubrimiento de la parte superior ya que este es lo último que se realiza para evitar daños a la superficie.

Las placas que se sand-blastean durante la jornada de trabajo se les debe aplicar el recubrimiento primario, ya que de lo contrario si estas se dejan para el día siguiente presentarán oxidación.



Fig. 5.4.- Aplicación de recubrimiento primario anticorrosivo RP-5.



Fig. 5.5.- Calibración de espesor de recubrimiento primario RP-5.

V.2.- Prueba de adherencia a la pintura.

Esta prueba consiste en hacer un rayado cuadrulado con una navaja en la pintura, posteriormente se coloca una cinta masquin sobre la cuadrícula quedando esta bien pegada y se retira de un jalón, se revisa que la cinta al retirarla no desprenda la pintura y de ser así la prueba se considera como satisfactoria. Esto quiere decir que la pintura tiene una buena adherencia en la placa y el sand-blast fue realizado correctamente.

V.3.- Trazo del centro y ejes centrales.

Una vez terminados los trabajos en el interior del anillo de cimentación se procede al trazo y localización del centro y ejes del tanque, ya que esto servirá para dar inicio a la colocación de la placa del fondo.



V.3.1.- Localización del Centro.

Es necesario localizar el centro del tanque en la base antes que sean tendidas las placas del fondo, lo cual se realiza con una cinta metálica, de la siguiente manera (Fig. 3.6):

Paso 1: Se mide el diámetro de la base en tres lugares aproximadamente a 120° de separación (diámetro interior del anillo de cimentación).

Paso 2: Calcular un diámetro promedio de las dimensiones anteriores y determinar el radio promedio.

Paso 3: Sostener un extremo de la cinta metálica en un punto "A" del diámetro interior del anillo y describir un arco con el radio calculado y cruzando el centro de la base.

Paso 4: En otros dos puntos "B" y "C" de la pared interior del anillo a 120° aproximadamente del primero, repetir el paso 3.

Paso 5: La intersección de los tres arcos da el centro buscado, marcarlo con una estaca.

Otro procedimiento para localizar el centro del tanque es el siguiente (Fig. 5.6): fijar 4 puntos A, B, C, D aproximadamente a 90° de separación y trazar 4 arcos desde estos puntos, con un radio un poco mayor que el real, el cruce de las diagonales trazadas en la intersección de los arcos, da el centro del tanque.

Después de que ha sido localizado el centro, se mide el radio del tanque en todas direcciones (deberá coincidir con el eje del anillo) para confirmar que las dimensiones de la base son las adecuadas para el tanque y que el centro este correctamente fijado.

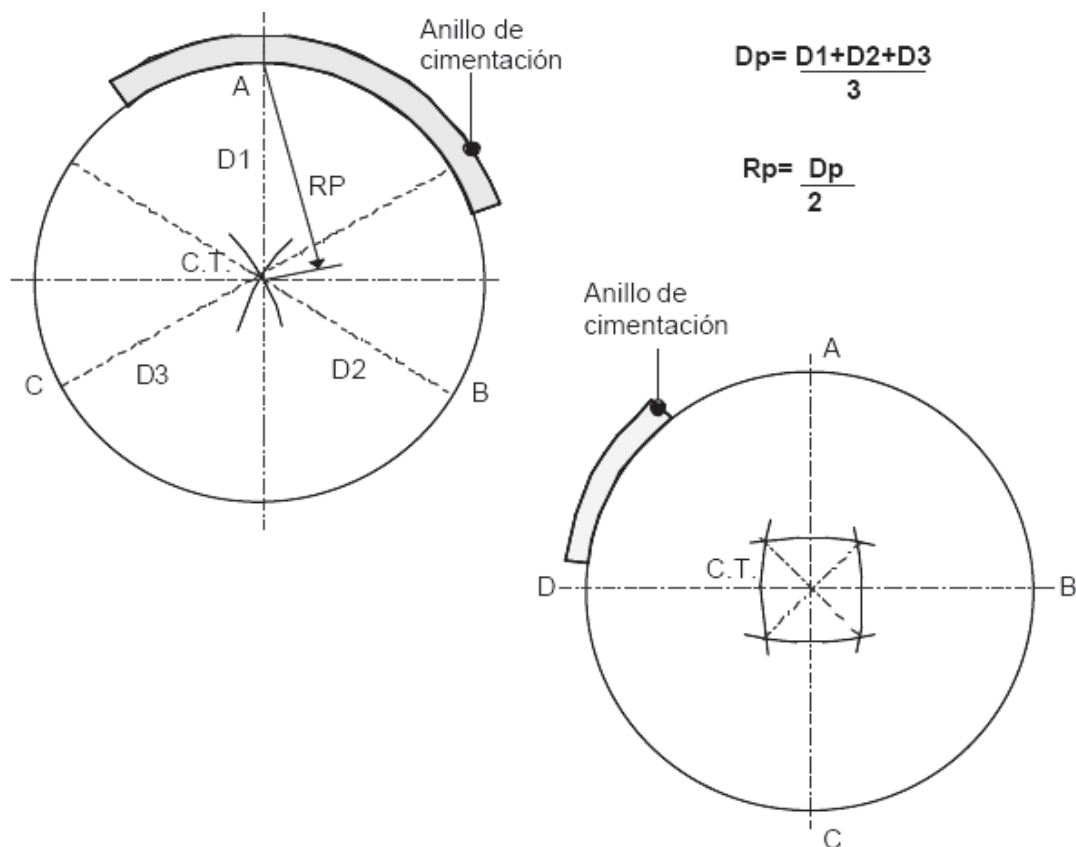


Fig. 5.6.- Localización del centro del tanque.

V.3.2.- Orientación y Ejes del tanque.

La orientación indicada en los planos debe estar referida generalmente al norte (eje 0°), este norte constructivo de dibujo puede no coincidir con el norte real,

por lo tanto se debe verificar que la orientación de boquillas, puertas, etc., estén de acuerdo con lo especificado en el diseño del tanque.

Para referencias posteriores deben trazarse con exactitud los ejes: N-S y E-W (0° a 180° y 90° a 270°) de acuerdo con las indicaciones de los planos, marcando en la cara superior del anillo de concreto y transportándose a su cara exterior, así como en el interior de las placas de la envolvente, de modo que no se borre, con estos trazos es fácil encontrar con exactitud el centro del tanque, después que se han tendido las placas del fondo.

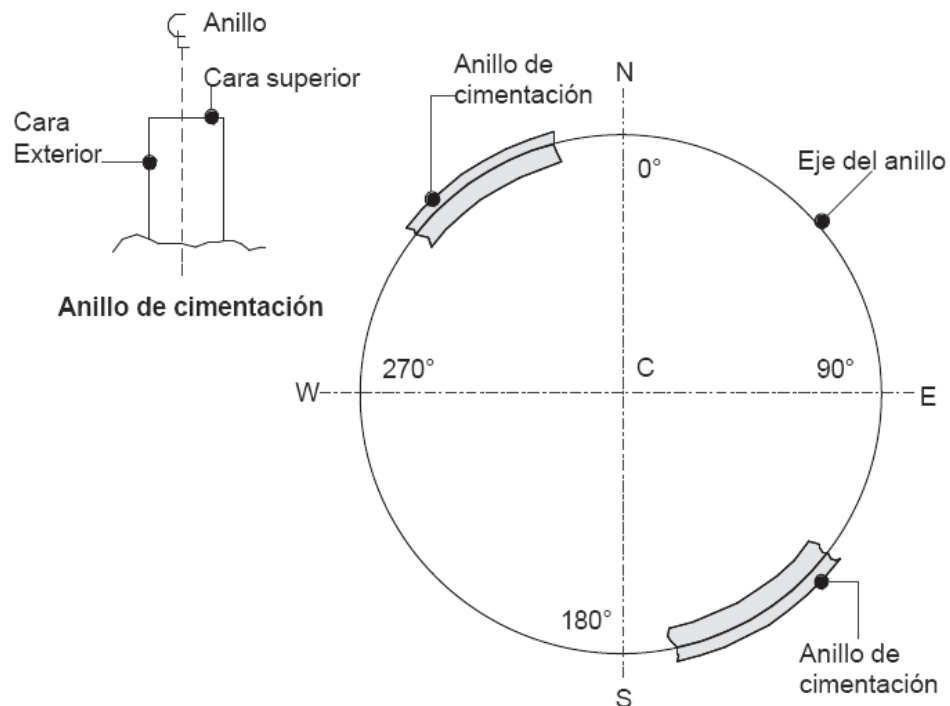


Fig. 5.7.- Orientación y ejes del tanque.

V.4.- Diseño del fondo.

El diseño de fabricación del fondo del tanque TV-105 es una combinación de placas centrales rectangulares e irregulares de $\frac{1}{4}$ " de espesor y traslapadas formando hileras longitudinales y filas transversales, con placas periféricas de cierre anulares de $\frac{3}{8}$ " de espesor de forma trapezoidal soldadas a tope. Este arreglo se utiliza en tanques de gran capacidad (de 200 mil a 500 mil Bls.) como se muestra en la siguiente figura (Fig. 5.8).

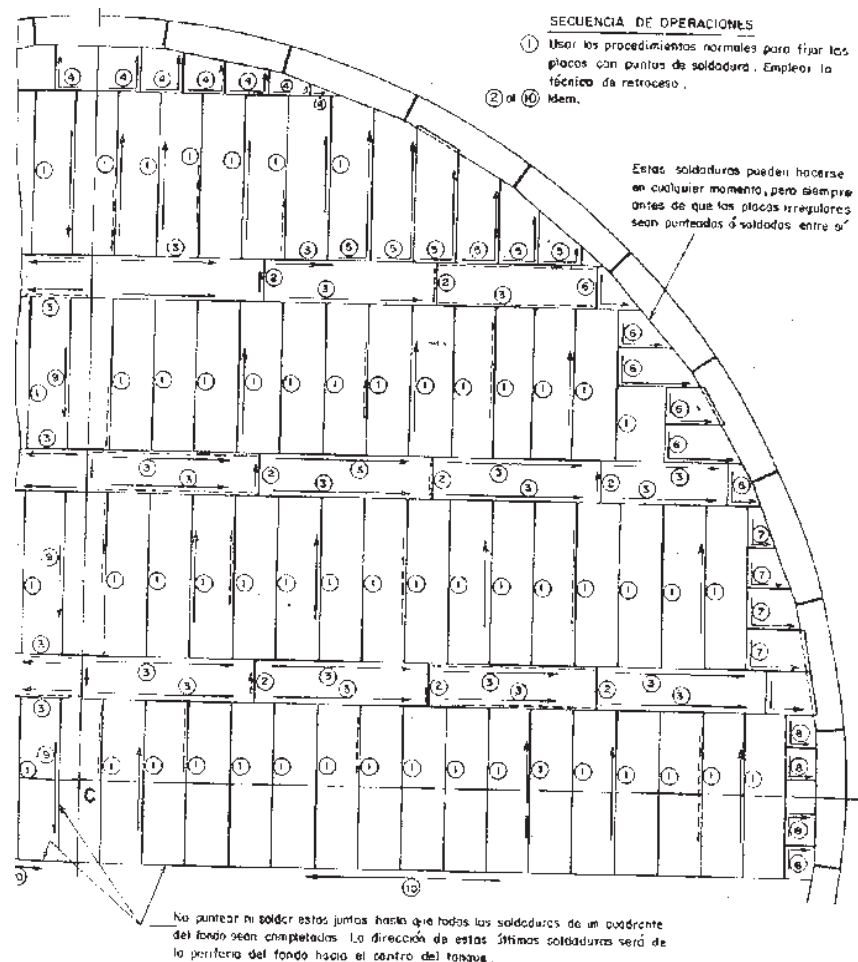


Fig. 5.8.- diseño del fondo del tanque

Se distribuyen y tienden las placas del fondo del tanque, con el equipo disponible: grúa y camión plataforma equipado con grúa hidráulica de 7 ton., las placas se tienden en su lugar siguiendo la secuencia marcada en el plano de montaje, empezando del centro hacia la periferia, dependiendo de la dirección del traslape. Puntear las placas entre si no mas de lo requerido para asegurarlas en su lugar.

El control de la contracción (deformaciones) de las placas es muy importante en la soldadura del fondo. En tanques muy grandes es más crítico dicho control.

La limpieza e inspección de la soldadura del fondo deberá hacerse simultáneamente con el avance de la misma. Preferentemente lo que se suelda en un día, se debe inspeccionar y probar, marcando con pintura el avance de estas operaciones.

V.5.- Montaje del fondo y secuencia de aplicación de la soldadura.

Una vez realizados los trabajos de localización del centro y ejes del tanque se da inicio con la colocación de placas anulares (placa de 3/8" de esp.) soldadas a tope con bisel en "v" (Fig. 5.9), cuidando de no hacer coincidir las juntas radiales con las juntas verticales de la envolvente, dejando una separación mínima de 30 cm.

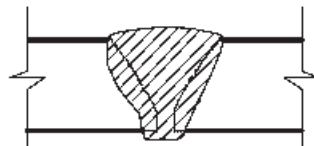


Fig. 5.9.- Junta a tope con bisel sencillo en "V".

Montar el fondo del tanque de acuerdo con el procedimiento de los siguientes párrafos.

Se coloca la placa correspondiente al centro del tanque y se transporta a la misma dicho centro previamente localizado, haciendo coincidir la intersección de los ejes N-S y E-W, con la intersección de las diagonales de la placa, soldar en el centro un perno de 13 mm. (1/2") de diámetro y 100 mm. (4") de longitud (Fig. 5.10).

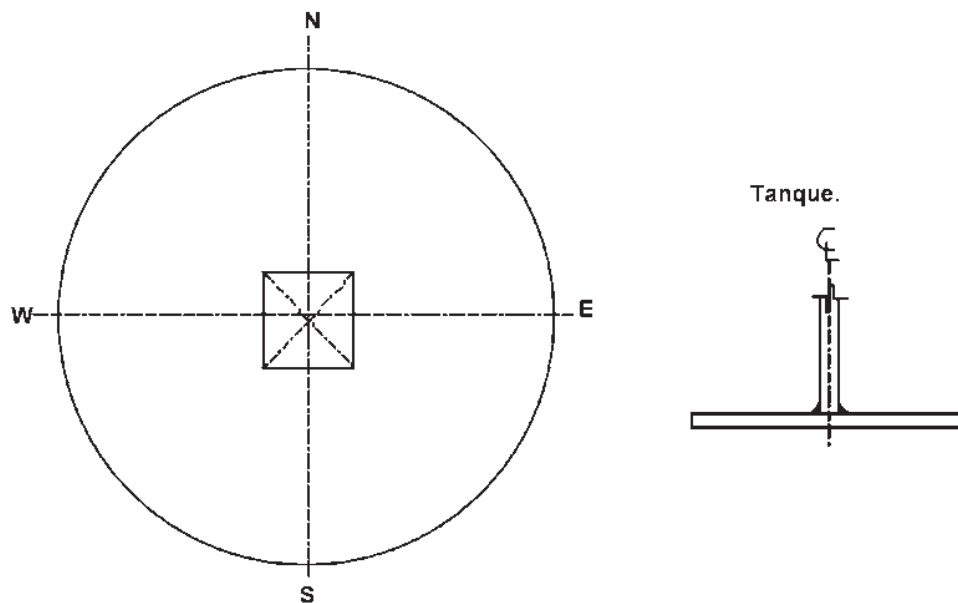


Fig. 5.10.- Colocación de la placa del centro del tanque

La placa central debe quedar por arriba de todos los bordes de las placas que la rodean y las demás quedarán traslapadas conforme a las nuevas condiciones del proyecto.

Se tienden y se ajustan las placas anulares a fin de obtener una separación apropiada entre placa y placa, ajustándose al radio indicado en los planos de diseño para la periferia de las placas (Fig. 5.11).



Fig. 5.11.- Tendido y ajuste de placa anular del fondo.

Se da inicio con la soldadura partiendo del extremo exterior aproximadamente 10" (25 cm.) en todas las juntas radiales de las placas anulares y colocando una solera de respaldo para evitar que la soldadura se corra y con esto evitar que se presenten porosidades, terminada esta actividad se procede a concluir el 100% de la soldadura (Fig. 5.12).



Fig. 5.12.- Soldadura a tope en placa anular del fondo.

Se procede con el tendido de las placas centrales. Una vez que se tienen colocadas las placas de la primera fila central, se debe iniciar el punteo de placas dejando un traslape de 38 mm. (1.5") mínimo, el punteo de las placas se realiza en el sentido transversal, aplicando puntos de soldadura con una separación de 127 mm. (5").

Para llevar a cabo los punteos, los bordes de las placas se debe conformar y presionar con los herrajes metálicos de armado requeridos y/o puntales de madera.

Los puntos de soldadura se deben aplicar con electrodos E 6010, E 7024 de 3mm (1/8"), hasta 5 mm. (3/16"), según se requiera.

Instaladas las primeras tres filas de placas, las demás filas se deben colocar y puntear de forma similar, las placas que se instalen en los extremos de las filas, se puntean y sueldan posteriormente a la placa anular, estas son placas de forma



irregular o cuchillas que se deben habilitar de acuerdo a la redondez del tanque en ese punto.

Con la placa de fondo colocada y punteada al 100%, se inicia la aplicación de soldadura de filete, dichos cordones de soldadura se aplican con electrodos E 7024 de 3 mm. (1/8") hasta 5 mm. (3/16") de Ø, según se requiera.

La aplicación de los cordones se deben efectuar en retroceso, la aplicación de la soldadura se realiza del centro de la placa hacia la periferia y de forma alternada soldando una junta si y otra no para evitar las deformaciones de la placa con el calentamiento provocado por la misma soldadura (Fig. 5.13), realizando los siguientes pasos: fondeo, relleno y vista, realizando una limpieza mecánica con carda de cerda metálica y disco abrasivo entre un cordón y otro para retirar la escoria.

De igual forma que el punteo se inicia aplicando los cordones de soldadura en el sentido transversal y posteriormente en el sentido longitudinal de acuerdo al desarrollo del trabajo.



Fig. 5.13.- Soldadura de filete en placas centrales del fondo.

Terminada la aplicación de cordones de soldadura al 100% en ambos sentidos se fija la placa de fondo con la placa anular. De preferencia esta se aplica una vez que se soldó la anular con la envolvente.

Los cordones de soldadura se aplican en retroceso, partiendo de un punto cardinal o en los cuatro puntos y avanzando a su derecha hasta terminar la aplicación del cordón al 100% en toda la periferia.

V.6.- Prueba con caja de vacío para soldaduras en el fondo.

Para realizar la prueba se utiliza una caja de metal de 15 cm. de ancho y 90 cm. de largo con una tapa de cristal de 6 mm. mínimo y el fondo abierto, el cual es sellado contra la superficie del fondo del tanque con un empaque de neopreno o de

hule espuma. La caja tiene además una conexión venturi, válvula de bloqueo y un vacuómetro para inspeccionar (Fig. 5.14).



Fig. 5.14.- Prueba con caja de vacíos en soldaduras de placa del fondo.

La longitud inspeccionada por actividad es de 90 cm. (longitud de caja de vacío). El cordón de soldadura por inspeccionar se humedece con una solución jabonosa o aceite de linaza. Se coloca la caja sobre el cordón enjabonado y se origina un vacío. La presencia de poros o fugas en la soldadura es indicada por burbujas o espuma producidas por aire succionado a través del cordón de soldadura cuando este es defectuoso. El vacío en la caja se obtiene conectando un eyector de aire a una bomba de vacío. La lectura del vacuómetro debe registrar un vacío parcial de 2.5 lb. /pulg²

V.7.- Registros de purga de drenaje (sumideros).

Los registros de purga o tinas son colocados en el fondo del tanque para drenar periódicamente los tanques con la finalidad de retirar los sedimentos o agua que pueda traer el producto. Su funcionamiento es por gravedad ya que estos por ser más pesados se alojan en las partes mas bajas del tanque y basta con abrir las válvulas que se ubican en los bastones para que estas sean expulsadas y con esto se tiene un producto menos contaminado.

Una vez colocada y soldada la placa del fondo del tanque, se ubican las cuatro tinas de drenaje aceitoso de acuerdo al proyecto y a norma del API-650 (Fig. 5.15 y 5.16), se procede a cortar con equipo de corte oxiacetileno la placa del fondo retirándola del lugar, se realiza una excavación para construir un registro de tabique de acuerdo a las medidas de diseño con el objeto de dar solidez al relleno para evitar posibles deformaciones al fondo y protección a la tina (Fig. 5.17).

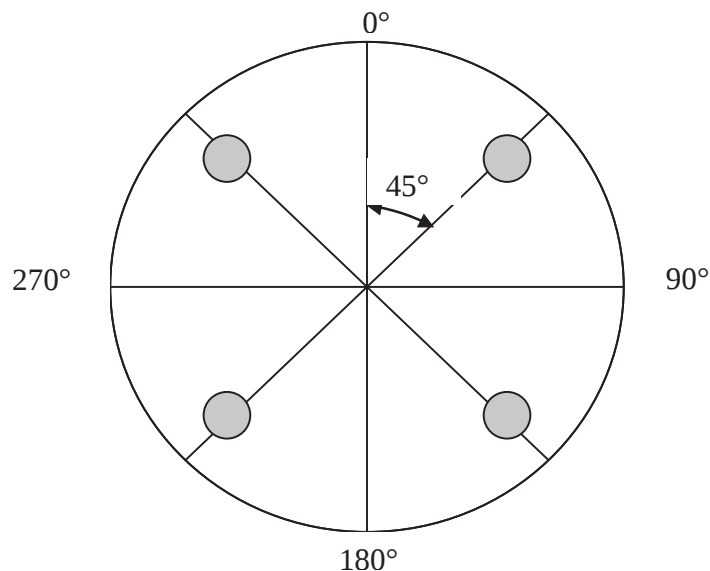


Fig. 5.15.- Ubicación de las tinas de drenaje aceitoso.

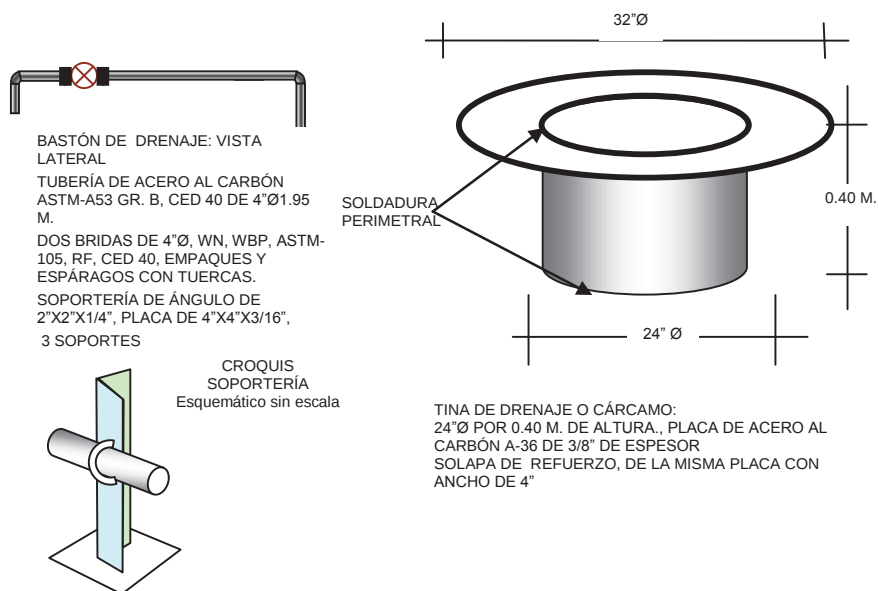


Fig. 5.16.- Detalle de fabricación de tina

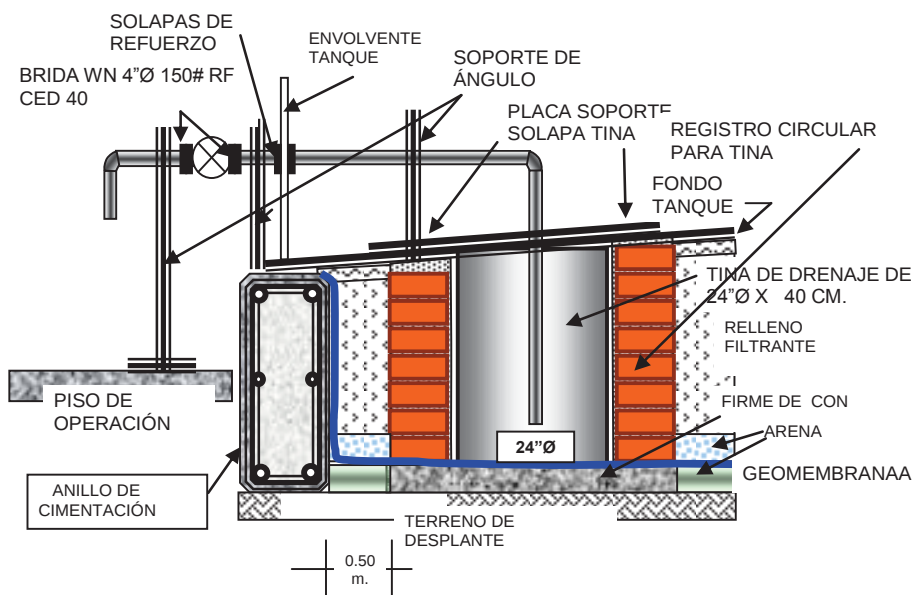


Fig. 5.17.- Corte transversal de la tina de drenaje.



CAPÍTULO VI : REPARACIÓN DE ENVOLVENTE

En el proceso de colocación y aplicación de la soldadura del fondo del tanque se realiza el escuadrado, perfilado y biselado de las placas de la envolvente aledañas a las que se retiraron, ya que al realizar los cortes en las soldaduras con el equipo de oxiacetileno estas no quedan derechas.

VI.1.- Conformación de placas de la envolvente.

La envolvente del tanque esta formado por seis anillos de placas de acero al carbón, con un total de 142 placas como se muestra en la gráfica del capítulo III (Fig. 3.8) y que se sustituirán como a continuación se menciona.

Primer anillo: Está conformado por 29 placas (de la No. 1 a la No. 29) con un espesor de $11/4"$, de las cuales 28 son de 2.43 m. x 6.09 m. y un ajuste de 2.43 m. x 2.12 m. y se sustituirán las placas No. 7, 20 y 23, esta última incluye la puerta de limpieza.

Segundo anillo: Está conformado por 29 placas (de la No.30 a la No. 58) con un espesor de $11/8"$, de las cuales 28 son de 2.43 m. x 6.09 m. y un ajuste de 2.43 m. x 2.12 m. y se sustituirá la placa No. 37.

Tercer anillo: Está conformado por 18 placas (de la No. 59 a la No. 76) con un espesor de $7/8"$, de las cuales 17 son de 2.43 m. x 9.13 m. y un ajuste de 2.43 m. x 8.12 m. y se sustituirá la placa No. 59.



Cuarto anillo: Está conformado por 18 placas (de la No. 77 a la No. 94) con un espesor de $5/8"$, de las cuales 17 son de 2.43 m. x 9.13 m. y un ajuste de 2.43 m. x 8.10 m. y se sustituirán las placas No. 83, 85, 87, 89 y 90.

Quinto anillo: Está conformado por 18 placas (de la No. 78 a la No. 112) con un espesor de $7/16"$, de las cuales 17 son de 2.43 m. x 9.13 m. y un ajuste de 2.43 m. x 8.09 m. y de este no se sustituirá ninguna de las placas.

Sexto anillo: Está integrado por 29 placas (de la No. 113 a la No. 142) con un espesor de $5/16"$, de las cuales 17 son de 2.43 m. x 9.13 m. y un ajuste de 2.43 m. x 8.08 m., en este anillo ya se habían realizado reparaciones en la parte superior de 6 placas razón por la cual el numero es mayor al anteriormente mencionado y se sustituirán las placas No. 115, 116, 117, 118, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138 y 139.

En la actualidad la longitud de las placas que se colocan en la envolvente de un tanque vertical es de 6.10 m., por lo que para sustituir las placas de 9.13 m. se coloca una de 6.10m. y un ajuste de 3.03 m. teniendo el cuidado de que la separación mínima entre las soldaduras verticales del anillo superior con el inferior no debe ser menor a 30 cm.

VI.2.- Rolado de placas.

Las placas a sustituir de la envolvente se escuadran, ya que estas no vienen así de fábrica, y posteriormente se mandan a rolar al taller. El rolado de las placas se

hace de acuerdo con el diámetro interior del tanque y la forma de verificar que la curvatura sea la correcta es midiendo las cuerdas especificadas en proyecto las cuales dependen de la longitud de las placas o bien por medio de un escantillón de madera (Fig. 6.1).



Fig. 6.1.- Rolado de placas de la envolvente.

De igual manera que las placas del fondo, las placas de la envolvente que se van a colocar se les debe realizar una calibración de espesores con equipo ultrasónico para verificar que estas cumplan con el espesor requerido. El equipo se calibra con un escantillón antes de cada medición. Se realiza una limpieza mecánica con carda metálica o lija en las 4 esquinas y otras 2 en el centro extremo de la placa y se le aplica un gel o aceite donde se colocará el traductor para tomar la medición.

VI.3.- Montaje de las placas del primer anillo.

Para iniciar con el montaje de las placas se utilizan los siguientes herrajes de sujeción: candados, cuñas, clips, canales, sietes, tuercas, perros para sujetar placas, grilletes, balancín con estrobos y una grúa de 20 ton. Para realizar las maniobras hasta el lugar de su colocación.

Para el montaje de las 3 placas del primer anillo, se realizan trazos previos, verificando que el centro ha sido exactamente transferido de la base a la placa central del fondo.

Con una cinta metálica enganchada en el perno colocado en la placa central del fondo se trazan tres círculos concéntricos de referencia. El primero, con un radio al medio espesor de las placas del 1er anillo de la envolvente, el segundo con el radio interior del tanque y el último con un radio de 25 mm. Menor que el primero. Incrementando a los valores anteriores el correspondiente al radio del perno y el extremo de la cinta (Fig. 6.2).

De los radios anteriormente mencionados los dos primeros se marcan en los lugares donde se retiraron las placas y el tercero de estos se marca en todo el perímetro del tanque, ya que este nos servirá como base para soldar la placa anular con la placa de la envolvente.

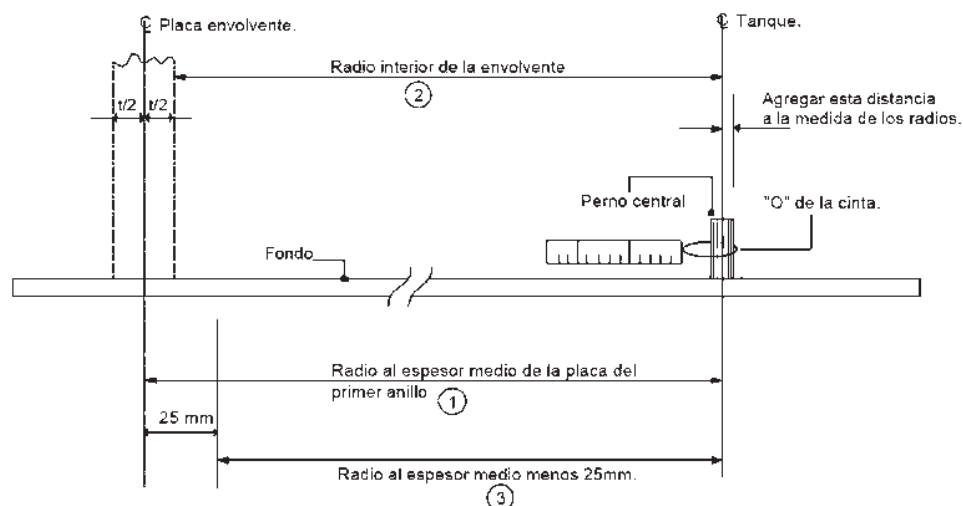


Fig. 6.2.- Trazo de círculos concéntricos de referencia.

Radio al espesor medio de la placa = 27,432 mm.

Radio interior de la envolvente = 27,416 mm.

Radio al espesor medio menos 25 mm. = 27,407 mm.

Se procede a colocar por pares en las placas anulares del fondo, una serie de tuercas lisas de 50 x 50 x 25mm separadas del eje de la envolvente hacia el exterior y el interior, un medio espesor de la placa de $1 \frac{1}{4}$ " más 13 mm. de cada placa, colocar primero dos tuercas a 15 cm. de cada extremo de la placa por el lado exterior y a 60 cm. por el interior del círculo de referencia y después el resto de la serie a intervalos no menores de 1,800 a 2,500 mm. Como se representa en la sig. Figura. (Fig. 6.3)

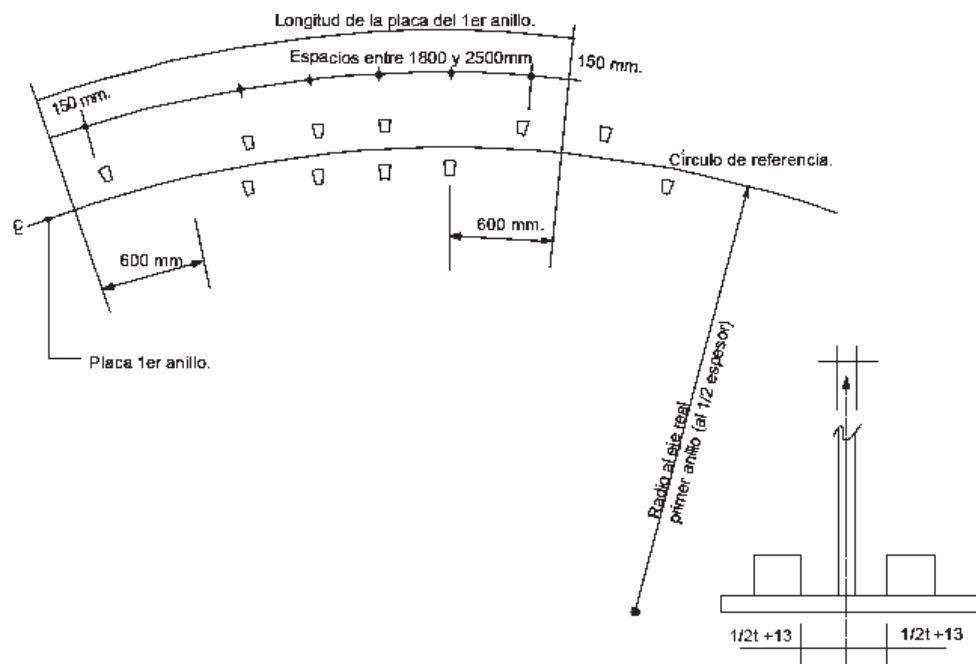


Fig. 6.3.- Esquema de colocación de tuercas lisas en las placas anulares para ajuste de la placa de la envolvente del primer anillo.



Para realizar el montaje y aplicación de soldadura de las placas a sustituir se utiliza el andamiaje que se colocó para el desmantelamiento, complementando este soldando escuadras en las placas nuevas, colocando tabloncillos amarrados a estas y un barandal donde sujetan los cables de vida los cuales están enganchados al cinturón que porta el trabajador para darle mayor seguridad al trabajar en las alturas.

Antes de colocar las placas se verifican que las dimensiones requeridas sean las correctas, se realizan los trabajos de biselado de acuerdo al proyecto, dejando pendiente una junta vertical la cual se corta y se bisela una vez colocada la placa en el sitio con la finalidad de que estas queden justas y evitar errores de montaje.

Se sujeta y transporta la primera placa a colocarse con la grúa, moviéndola hacia adentro o hacia afuera lo necesario para colocarla en su lugar correspondiente, haciendo coincidir las orillas extremas verticales con las placas adyacentes (Fig. 6.5). Se colocan los candados y los rigidizantes por la parte interior de la envolvente para sujetar y ajustar la junta vertical que se dejó pendiente. Cuando las placas se están montando se colocan cuñas entre las tuercas del fondo y la placa para fijarlas en su posición exacta, auxiliándose con los círculos de referencia dos y tres previamente trazados y en la parte superior se sujeta con los rigidizantes. Una vez que las placas se encuentran bien aseguradas se retira el equipo de montaje para continuar de igual forma con el montaje de las otras placas hasta cerrar el anillo.

Se verifica la verticalidad de la placa con una plomada, punteando una varilla en la placa superior para sujetarla despegada 25 cm. y se toman tres lecturas, la primera 12" debajo de la junta superior, la segunda al centro de la placa y la tercera 12" arriba del fondo.



Fig. 6.5.- Maniobras para el montaje de las placas.

VI.4.- Soldadura de las juntas verticales.

Al término del montaje de cada una de las placas se procede a efectuar la soldadura, la cual debe ser a tope con fusión y penetración total, iniciando por la parte exterior en las juntas verticales aplicando soldadura con electrodos E-7018 de 1/8" diam. para fondeo, 5/32" para el paso caliente y 3/16" diam. para relleno y vista.

Concluida la soldadura por el exterior se procede a soldar por la parte interior, retirando la raíz por medio de equipo de air-cair utilizando carbones de 1/4" y esmerilado, para concluir con el 50% de la soldadura restante.

La aplicación de la soldadura se realiza en forma ascendente para el fondeo, paso caliente, relleno y vista. Los candados y demás herrajes se remueven conforme se aplica la soldadura por el interior de la envolvente.

Durante el proceso de aplicación de la soldadura se debe revisar las juntas verticales y horizontales con un escantillón de madera utilizada para el peaking y Banding con la finalidad de cuidar las distorsiones provocadas por el calentamiento de la soldadura y con esto cuidar la redondez del tanque.

VI.5.- Soldadura de las juntas horizontales.

De igual forma pero una vez terminadas la soldadura de las juntas verticales se procede a realizar las soldaduras horizontales, para lo cual se debe vaciar con equipo de air-cair y esmerilando 12" después del cruce de la soldadura vertical para evitar que se formen poros o fracturas en la misma. La aplicación de los cordones horizontales deben de pasar corridos en los cruces con la soldadura vertical. La aplicación de los cordones se realiza de los extremos hacia el centro de la placa (Fig. 6.6).



Fig. 6.6.- Aplicación de soldadura en juntas horizontales por el interior.



VI.6.- Radiografiado de soldaduras.

De acuerdo a la norma API-653 se tiene que sacar radiografías en todos los cruces de las soldaduras verticales con las soldaduras horizontales para verificar que estas no tengan porosidades o fracturas ya que en estos puntos es donde se presentan las fallas, así mismo la supervisión de Pemex marcará a su consideración puntos en las soldaduras horizontales y verticales para verificar que estas no presenten fallas.

VI.7.- Soldadura del fondo- envolvente.

Esta soldadura puede ser trabajada en el momento que se quiera después del primer anillo de la envolvente que ha sido montado y todas las juntas verticales ajustadas y ensambladas con sus herrajes completos. Sin embargo para evitar problemas de contracciones mayores, es aconsejable soldar la junta fondo-envolvente hasta completar la soldadura en las placas del tercer anillo de la envolvente (Fig. 6.7).

La soldadura de un lado de la junta fondo-envolvente (soldadura de filete) deberá hacerse antes que las placas irregulares con las anulares del fondo. Soldar primero por el interior y hacer la prueba con líquidos penetrantes o aplicación de diesel sobre la soldadura verificando que este no pase al exterior y posteriormente se soldará el exterior, los electrodos que se utilizan para esta soldadura son de tipo E-7024 (Fig. 6.8).



Fig. 6.7.- Aplicación de soldadura en Fondo-Envolvente.



Fig. 6.8.- Aplicación de diesel en soldadura Fondo-Envolvente.

Cuando se trata de una rehabilitación el procedimiento de aplicación de la soldadura se realiza con cuatro soldadores, iniciando al mismo tiempo cada uno de

ellos en los cuatro puntos cardinales y en el sentido de las manecillas del reloj, para terminar donde inicio el otro.

VI.8.- Montaje de placas del segundo al sexto anillo.

Para la colocación de las placas del segundo al quinto anillo el procedimiento es igual al del primer anillo, con la diferencia de que las placas se sujetan además de utilizar canales rigidizantes y candados sujetadores se utilizan separadores, los cuales se colocan en la junta horizontal aún cuando no halla abertura de la raíz con una separación aproximada de 1.20 m. entre ellos. Se colocan dos canales rigidizantes por placa en la parte superior y dos en la parte inferior con las placas aledañas (Fig. 6.9 y 6.10).



Fig. 6.9.- Maniobras para la colocación de placas.



Fig. 6.10.- Colocación de rigidizantes y aplicación de soldadura.

Para la colocación de las placas del sexto anillo, estas se sujetan con las placas del anillo inferior con canales rigidizantes, candados laterales y separadores, los separadores se colocan de igual forma que en las placas del segundo al quinto anillo y se colocan 3 rigidizantes por placa con la placa del quinto anillo. En este caso se sustituyen hasta 4 placas continuas y si el montaje de estas se interrumpe por cualquier razón (acabarse el material de placas, la hora de comida, etc.) se asegura el borde de ataque de la última placa montada usando retenidas adicionales (Fig. 6.11).



Fig. 6.11.- Montaje del sexto anillo.

Con la grúa y el equipo para montaje se sujetan las placas y se trasladan hasta el lugar de su colocación, se debe tener cuidado de que al colocar las placas las juntas verticales no coincidan con las de los anillos aledaños, teniendo como tolerancia entre juntas 30 cm. (Fig. 6.12).



Fig. 6.12.- Colocación de herrajes de sujeción del sexto anillo.

VI.9.- Ángulo de coronamiento.

Para rigidizar la parte superior del tanque se coloca el ángulo de coronamiento, el cual está conformado con ángulo de 3" x 3" x 3/8" de espesor, tomando en cuenta lo siguiente:

Se realiza el rolado del ángulo de acuerdo al proyecto, asegurándose que cada una de las piezas quede rolada apropiadamente.

Antes de soldar el ángulo a la envolvente, se debe plomear el ala vertical del ángulo.

Se monta el ángulo de coronamiento sujetándolo a la placa del sexto anillo con herrajes y se puntea cada uno de los tramos hasta cerrar el perímetro. Una vez que este trabajo se termina se procede a la aplicación de soldadura primeramente por el interior y luego por el exterior (Fig. 6.13).

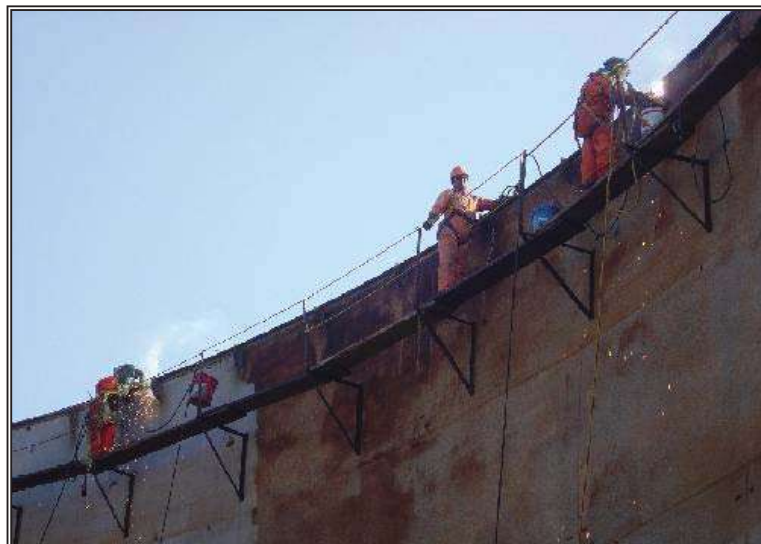


Fig. 6.13.- Colocación del ángulo de coronamiento.



VI.10.- Revisión de la envolvente.

Al término del montaje de las placas que fueron sustituidas se realiza el estudio final de prueba de verticalidad y redondez, así como la distorsión vertical y horizontal (Peaking and Banding) en todo el tanque, esto se hace para verificar que el tanque se encuentre dentro de la norma indicada en el API-653 para tanques en rehabilitación estas lecturas se anotan en un registro para posteriormente elaborar las gráficas.

VI.10.1.- Prueba de verticalidad.

Para efectuar la prueba de verticalidad se realiza mediante un plomeo al término del montaje de las placas que se sustituyeron en la envolvente y tomando como referencia los puntos marcados para la nivelación del fondo o anillo de cimentación (Fig. 4.1 del capítulo IV), este estudio se realiza de la siguiente manera:

Paso No. 1.- Se coloca en la parte superior de la envolvente (ángulo de coronamiento) una varilla perpendicular a la placa, en la cual se amarra un hilo y en el otro extremo del hilo la parte inferior una plomada el cual está completamente estático. El hilo se coloca a una distancia de 15 cm. de separación paralelo a la placa.

Paso No. 2.- Se tomarán tres lecturas en cada una de las placas de cada anillo que conforman la envolvente, tomando como base las soldaduras horizontales la primera en la parte superior de la placa 12" hacia abajo, la segunda al centro de la placa y la tercera 12" arriba de la parte inferior de la placa.

Paso No. 3.- Las lecturas se anotan en un formato para posteriormente elaborar las gráficas y con esto determinar si el tanque se encuentra dentro de las tolerancias permitidas por las normas.

La tolerancia máxima de desviación de la vertical desde la parte más alta de la envolvente a un punto situado a 30 cm. arriba del fondo del tanque no deberá exceder de $1/200$ de la altura total de la envolvente, la desviación total que nos permiten las normas es de 3" y por cada anillo $1/2$ " pulgada como máximo (Fig. 6.14).

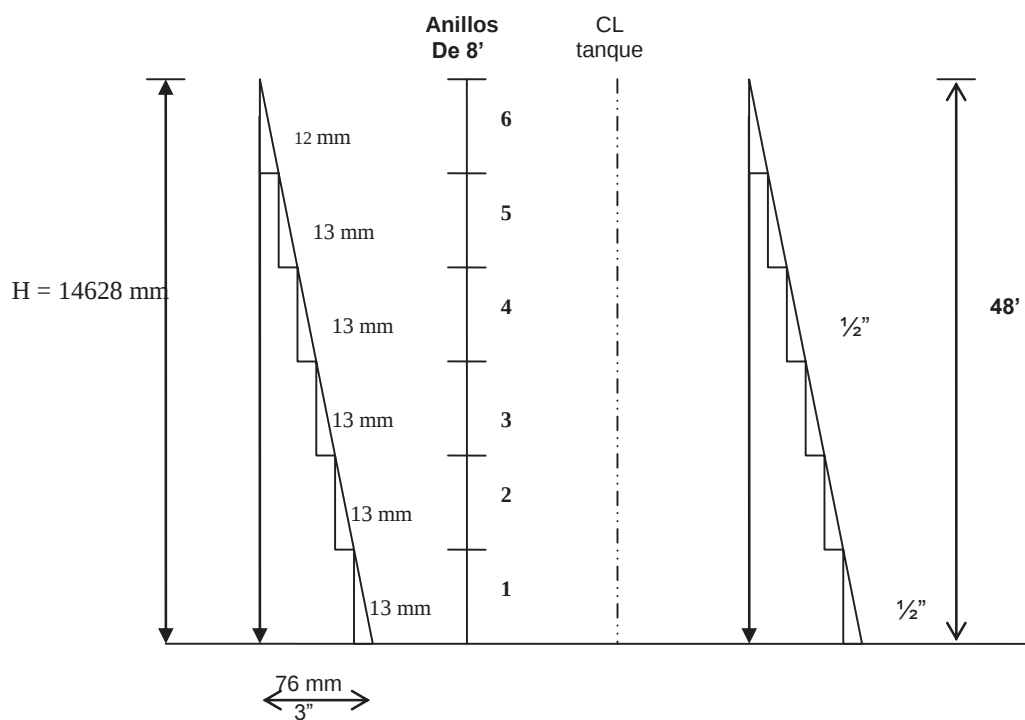


Fig. 6.14.- Gráfica de verticalidad.

VI.10.2.- Prueba de redondez.

Para medir la redondez se realiza por la parte interior del tanque, tomando como referencia los puntos marcados para la nivelación del fondo o anillo de cimentación (5°), este estudio se realiza de la siguiente manera:



Paso No. 1.- Se marca el centro del tanque dejando una marca de referencia (se utiliza el perno que fue soldado para marcar los círculos para soldar la placa anular con la envolvente).

Paso No. 2.- Proyectar verticalmente las estaciones de medición a una altura de 305 mm. (1 pie) a partir de la unión fondo-envolvente y se toman las lecturas de medición del radio en cada uno de los puntos de referencia (5°). El diámetro del tanque de 200 mil bls. es de 54.9 mts. (180 pies) y la tolerancia para tanques con un diámetro de 45 a 76 mts. (de 150' a 250') es de ± 25 mm. (1 1/2").

Paso No. 3.- Se anotan las lecturas tomadas y se comparan los radios medidos contra el radio interior de diseño y se obtienen las diferencias para ver el estado en que se encuentra el tanque.

VI.10.3.- Prueba de Peaking and Banding.

El procedimiento de verticalidad y horizontalidad (Peaking and Banding) consiste en medir las distorsiones que se presentan en la unión de las soldaduras verticales y horizontales de la envolvente, las cuales se miden sobre la superficie de la placa. Las distorsiones detectadas deben ser evaluadas de acuerdo al API 653.

Se toman las lecturas una vez terminada la sustitución de las placas de la envolvente, con ayuda de un escantillón o cercha hecha de madera. Estas mediciones se realizan en todas las placas del tanque, anotando las lecturas para controlar los puntos que pudieran estar fuera de norma y tolerancia.

VI.10.3.1.- “Peaking” (Distorsión vertical).

La tolerancia por distorsión vertical en la envoltura será de 13 mm (1/2”) medida en la unión soldada, con una cercha de madera de 900 mm (36”) de longitud curvada al radio exterior del tanque (Fig. 6.15).

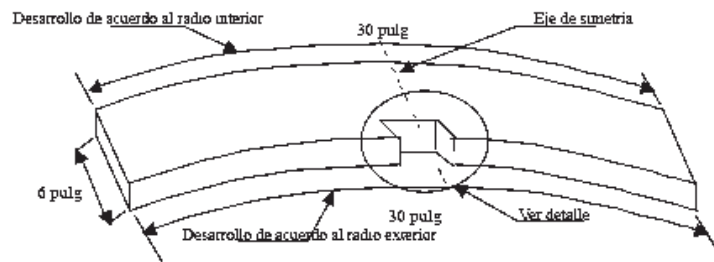


Fig. 6.15.- Escantillón para prueba de distorsión vertical.

VI.10.3.2.- “Banding” (Distorsión horizontal).

La tolerancia por distorsión horizontal en la envoltura será de 13 mm, (1/2”) medida en la unión soldada, con una cercha de madera recta de 900 mm (36”) de longitud (Fig. 6.16).

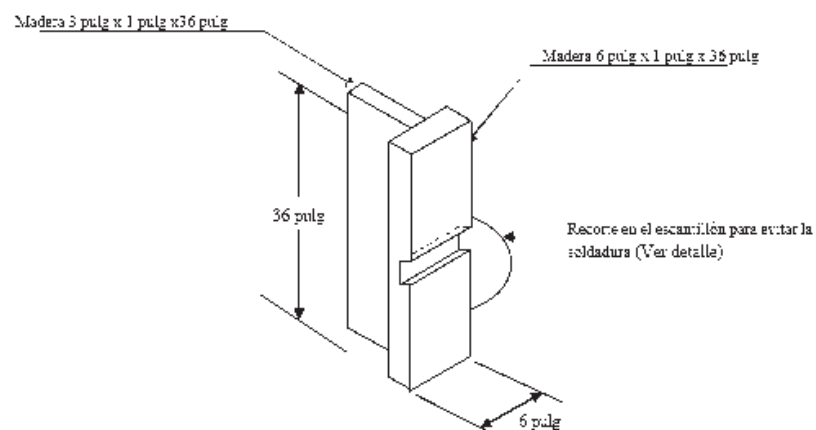


Fig. 6.16.- Escantillón para prueba de distorsión horizontal.



VI.11.- Limpieza de la envolvente.

La superficie exterior e interior del tanque y todas las áreas que se pintarán deben limpiarse de la siguiente manera:

1. Remover la escoria y salpicaduras de la soldadura.
2. Limpiar las rebabas de los cordones con cincel.
3. Cincelar, alisar y pulir esmerilando donde se requiere remover salientes puntiagudas y ásperas.
4. Remover acumulaciones de lodo, polvo y otras sustancias extrañas antes de levantar y montar las placas en su lugar.

VI.12.- Aplicación de pintura en el interior y exterior.

Una vez realizados los trabajos anteriormente mencionados se procede a aplicar la limpieza mecánica con equipo de SAND-BLAST con arena sílica que consiste en el retiro de óxido y pintura existente en las placas, estos trabajos se deben realizar a metal blanco (gris claro) por el interior y exterior de la envolvente (Fig. 6.17). El procedimiento es el mismo que el de las placas del fondo con la diferencia de que para realizar estos trabajos se utilizan andamios y canastillas.

En el interior del tanque se aplica primeramente un recubrimiento primario epóxico RP-10 color gris tenue, aplicado por aspersion para formar una película seca

de 5 milésimas, para posteriormente aplicar de acabado epóxico RA-29 color blanco, aplicado por aspersión para formar una película de 6 milésimas (Fig. 6.18).

En el exterior del tanque se aplica primeramente un recubrimiento primario de zinc RP-4B, aplicado por aspersión para formar una película seca de 3 milésimas, para posteriormente aplicar el acabado epóxico RA-26 color blanco mate, aplicado por aspersión para formar una película de 6 milésimas, y por ultimo se aplica un acabado poliuretano RA-28 color blanco brillante, aplicado por aspersión para formar una película de 3 milésimas (Fig. 6.19).



Fig. 6.17.- Limpieza con equipo de SAND-BLAST en el exterior del tanque.



Fig. 6.18.- Aplicación de pintura en el interior del tanque.



Fig. 6.19.- Aplicación de pintura en exterior del tanque.



CAPÍTULO VII: COLOCACIÓN DE TECHO

VII.1.- Rehabilitación de la estructura interna.

Como se hizo mención en el capítulo No. III de desmantelamiento de la estructura interior, se le realiza la inspección ultrasónica para conocer cuales canales, trabes y columnas son las que se reutilizarán, así como en algunos casos únicamente se les remplazarán las partes dañadas que por lo general se presentan en los extremos de los elementos mencionados.

VII.1.1.- Rehabilitación de canales.

Los canales o largueros son perfiles en canal tipo “C”, se les corta aproximadamente una longitud de 50 cm. entre los dos extremos, que son las partes donde se tiene contacto con los cartabones del capitel de la columna central, las trabes y la envolvente, por lo cual son las partes donde se presentan más daños por la corrosión. Para hacer la sustitución se realiza en uno de los extremos un corte en forma de “Z” tanto en el perfil existente como en el perfil nuevo. Teniendo los cortes se realiza el ajuste y biselado para posteriormente aplicar la soldadura con electrodo E-7018 para el relleno y la vista (Fig. 7.1).



Fig. 7.1.- Rehabilitación de canales

VII.1.2.- Rehabilitación de Traveses.

Las traveses son de perfiles tipo "I" y a estos elementos únicamente se le retiraron los cartabones existentes con equipo de corte oxiacetileno, haciendo limpieza mecánica esmerilando y retirando la escoria, para posteriormente colocar el nuevo cartabón de placa de 3/8" de espesor de acero al carbón ASTM A- 283 y se procede a soldar con electrodo E-7018 para relleno y vista (Fig. 7.2). A los cartabones como a los canales se les realizan barrenos con un diámetro de 7/8" para hacer la sujeción con tornillos, tuercas y arandelas de acuerdo al diseño.



Fig. 7.2.- Sustitución de cartabones en trabes

VII.1.3.- Rehabilitación de columnas.

Las columnas están fabricadas a base de dos perfiles tipo “C”, soldadas entre si; en la parte superior se suelda un capitel de placa de forma trapezoidal que sirve para recibir las trabes y solamente a la columna central se le suelda un capitel de forma circular con una dimensión (1.2 m. de diámetro), debido a que en este se sueldan los cartabones que sujetan los canales (Fig. 7.3). En la parte inferior de todas las columnas se suelda una base de sección tipo “H”, que es fabricada con el mismo perfil utilizado para las columnas.

Las partes que se sustituyeron en las columnas fueron las bases de sección tipo “H” con material de las mismas características (Fig. 7.4) y a la columna central

además se le retiraron los cartabones existentes sobre el capitel para sustituirlos por nuevos.

Los trabajos se realizaron de la siguiente manera: se retiran las partes dañadas con equipo de corte oxiacetileno y esmerilando para retirar toda la escoria. La fabricación de estas estructuras se realizó con canal de las mismas características al existente para volver a colocarlo en la base de las columnas, la aplicación de soldadura fue con electrodos E-7018 para relleno y vista (Fig. 7.5).



Fig. 7.3.- Sustitución de cartabones en capitel de columna central



Fig. 7.4.- Retiro de bases tipo "H" en columnas



Fig. 7.5.- Soldadura en bases de columnas

En la parte superior del sexto anillo y el ángulo de coronamiento de la envolvente también se sueldan los cartabones que servirán para sujetar los canales que se ubican entre la última trabe y la envolvente.

VII.1.4.- Aplicación de pintura.

Previo a la colocación de todos los elementos que conforman la estructura interna se le debe dar una protección anticorrosiva, aplicando una limpieza mecánica con equipo de sand-blast (Fig. 7.6) y se le aplica un recubrimiento primario epóxico RP-10, aplicado por aspersión para formar una película seca de 5 milésimas, para posteriormente aplicar un acabado epóxico con RA-29 color blanco, aplicando una capa antes del montaje (Fig. 7.7) y una vez colocada en su sitio se le aplica otra capa para formar una película seca de 6 milésimas, lo anterior debido a que ya colocada los trabajos de limpieza y aplicación de pintura son más difíciles y el aplicarle la segunda capa en el lugar es con la finalidad de cubrir algunas raspaduras ocasionadas por las maniobras del montaje.



Fig. 7.6.- Limpieza de estructura con equipo de sand-blast.



Fig. 7.7.- Aplicación de pintura en estructura

Una vez realizados los trabajos de rehabilitación de los elementos que conforman la estructura se procede a la localización de los centros de las 31 columnas en el fondo del tanque de acuerdo al plano de diseño, tomando como referencia el norte como eje "0" (Fig. 7.8), los cuales están distribuidos de la siguiente forma: la primera se ubica en el centro del tanque, en una primera sección S-1 se ubican 5 columnas con un radio de 6.86 m. y un ángulo de 72° entre una y otra, en una segunda sección S-2 se ubican 10 columnas con un radio de 13.73 m. y con un ángulo de 36° entre una y otra, y en una tercera sección S-3 se ubican 15 columnas con un radio de 20.56 m. y con un ángulo de 24° entre una y otra. Terminada la localización de los centros se procede a la colocación de las placas de arrastre de las 31 columnas las cuales son fabricadas a base de placa de acero al carbón de $\frac{1}{4}$ " de espesor, especificación ASTM-A-283 Gr. C, con dimensiones de 1.01 m. x 1.42 m. y con el borde superior desvanecido o redondeado. La aplicación de la soldadura entre la placa del fondo y la placa de apoyo se realiza con electrodo E-7024.

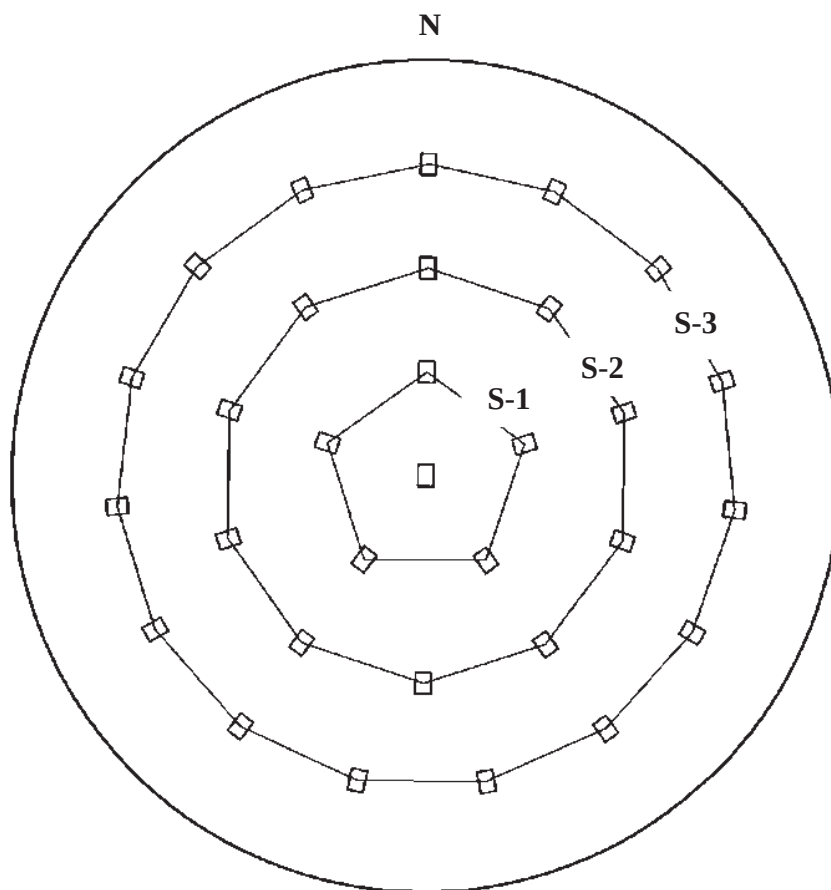


Fig. 7.8.- Localización de placas de apoyo para las columnas

VII.1.5.- Montaje de la estructura.

Se da inicio con el montaje de la estructura colocando primero la columna central asegurándola con puntales de canales y venteos para evitar que esta se caiga y provocar un accidente con el personal que está laborando dentro del tanque,

de igual forma se continúa con la colocación de las 5 columnas de la primera sección S-1, para proceder con la colocación de las 5 trabes las cuales se sueldan a los capiteles de las columnas y posteriormente se inicia con la colocación de los canales los cuales se sujetan con tornillos y tuercas a los cartabones que fueron soldados en el capitel de la columna central y a los cartabones de las trabes (Fig. 7.9), de igual forma se realizan los trabajos para la colocación de las columnas, trabes y canales de las secciones S-2 y S-3, para concluir con la colocación de los canales entre las trabes de la sección S-3 y los cartabones soldados en la envolvente, los canales que se unen a los cartabones de la envolvente también se fijan con soldadura (Fig. 7.10).



Fig. 7.9.- Colocación y apuntalamiento de columnas



Fig. 7.10.- Colocación de estructura interior del tanque

Terminada la colocación de la estructura interior del tanque se procede a detallar la pintura en las partes que fueron dañadas por las quemaduras producto de la soldadura, lo anterior se realiza limpiando con carda y cepillo de cerda de alambre para posteriormente aplicar el primario. Una vez que se detalló se aplica la segunda capa de pintura utilizando una canastilla la cual es soportada y movida por el camión plataforma con grúa (Fig. 7.11).



Fig. 7.11.- Aplicación de pintura en estructura colocada

VII.2.- Instalación de las placas del techo o cúpula fija.

Al igual que las placas del fondo del tanque, las placas de la cúpula se escuadran y se cortan a las medidas requeridas según el proyecto. Las placas a instalar son de acero al carbón de 3/16" de espesor nominal ASTM A-283-C. Estas se estiban de la forma adecuada y se les realiza la calibración de espesores con equipo ultrasónico para verificar que estas se encuentren dentro de las especificaciones requeridas

VII.2.1.- Aplicación de pintura.

Se realiza una limpieza mecánica con equipo de sand-blast a metal blanco en la cara inferior de las placas (cara que queda por el interior del tanque), esto es para

evitar que los traslapes y las áreas que hacen contacto con la estructura queden sin protección (Fig. 7.12). Posteriormente se le aplica un recubrimiento primario epóxico RP-10, aplicado por aspersión para formar una película seca de 5 milésimas de espesor, posteriormente se aplica un acabado epóxico con RA-29 color blanco, se aplica una capa antes de montarlas sobre la estructura (Fig. 7.13) y ya colocadas en su lugar se le aplicará otra capa para formar una película seca de 6 milésimas de espesor, lo anterior debido a que ya colocadas en el sitio los trabajos de limpieza y aplicación de pintura se complican más, el aplicarle la segunda capa en el lugar es con la finalidad de cubrir algunas raspaduras ocasionadas por el montaje.



Fig. 7.12.- Limpieza mecánica con equipo de sand-blast en
Placas de la cúpula antes de su colocación



Fig. 7.13.- Aplicación de pintura en placas de la cúpula antes de su colocación

VII.2.2.- Montaje de las placas.

Para el montaje de las placas de la cúpula se realiza la maniobra de estas trasladándolas al interior del tanque en el camión plataforma para posteriormente con la grúa de 20 ton y apoyándose con el balancín para subirla sobre la estructura e iniciando con la distribución de acuerdo al proyecto. La colocación de las placas se inicia del centro del tanque hacía los extremos en un solo sentido.

Las placas se instalan con un traslape de 2" punteándose con soldadura AWS E-6010 con una distancia de 3" cada punto a intervalos de 50 cm., iniciando con las juntas transversales y posteriormente con las horizontales, se debe continuar con el mismo procedimiento hasta concluir la instalación de todas las placas de la cúpula.

Las placas que se instalan en los extremos de las filas, se puntean y sueldan al ángulo de coronamiento, estas son placas de forma irregular o cuchillas que se deben habilitar de acuerdo a la redondez del tanque en ese punto.

VII.2.3.- Aplicación de soldadura.

Con la placa de la cúpula colocada y punteada al 100%, se procede a la aplicación de soldadura de filete con electrodos AWS E-7018 hasta concluir al 100%. La aplicación de esta soldadura es en retroceso y del centro de la placa hacia la periferia y de forma alternada soldando una junta si y otra no (Fig. 7.14), esto con el fin de evitar la deformación de las placa por calentamiento provocado por la misma soldadura realizando una limpieza mecánica con carda de cerda metálica entre un cordón y otro. De igual forma que el punteo se inicia aplicando los cordones de soldadura en el sentido transversal y posteriormente en el sentido longitudinal de acuerdo al desarrollo del trabajo.



Fig. 7.14.- Soldadura de filete en placas de la cúpula.



Terminada la aplicación de cordones de soldadura al 100% en ambos sentidos se fija la placa de la cúpula con el ángulo de coronamiento.

VII.3.- Instalación de los accesorios en la cúpula.

Una vez que se concluyen los trabajos de soldadura de las placas de la cúpula se localizan y se colocan las boquillas para registro hombre, medición física y de muestreo. Las cuales se colocan de acuerdo al proyecto y a la norma API 650.

Se localiza y se traza sobre las placas el diámetro de los accesorios, así como la zona donde se aplicará soldadura para colocar la solapa de refuerzo, de acuerdo al proyecto. una vez que se ha trazado se procede al corte con equipo oxiacetileno, limpiando la zona de corte con esmeril y disco abrasivo hasta dejarlo libre de escorias, posteriormente se procede a la instalación de los accesorios punteándose con AWS E-6010 al terminar el punteo total de la pieza se aplica soldadura AWS E-7018 para el relleno hasta terminar, estos mismos pasos se siguen para la colocación de las solapas de refuerzo de los accesorios, a esta soldadura se le debe realizar prueba con líquidos penetrantes para verificar que no existan poros en la soldadura y en caso de encontrar defectos se procederá a su reparación y se inspeccionará hasta que la soldadura quede libre de defectos.

VII.3.1- Registros hombre en el techo.

Este registro es utilizado para inspeccionar y realizar trabajos mientras el tanque está en operación, realizando un refuerzo en la estructura del techo alrededor

de dicho registro. La ubicación de este es a 170° con relación a los puntos cardinales del tanque.

El diámetro interior “D” del registro es de 24”, y el corte de la placa para colocar la boquilla “Dp” es de 25” y el diámetro exterior de la solapa “Dr” es de 48” (Fig. 7.15).

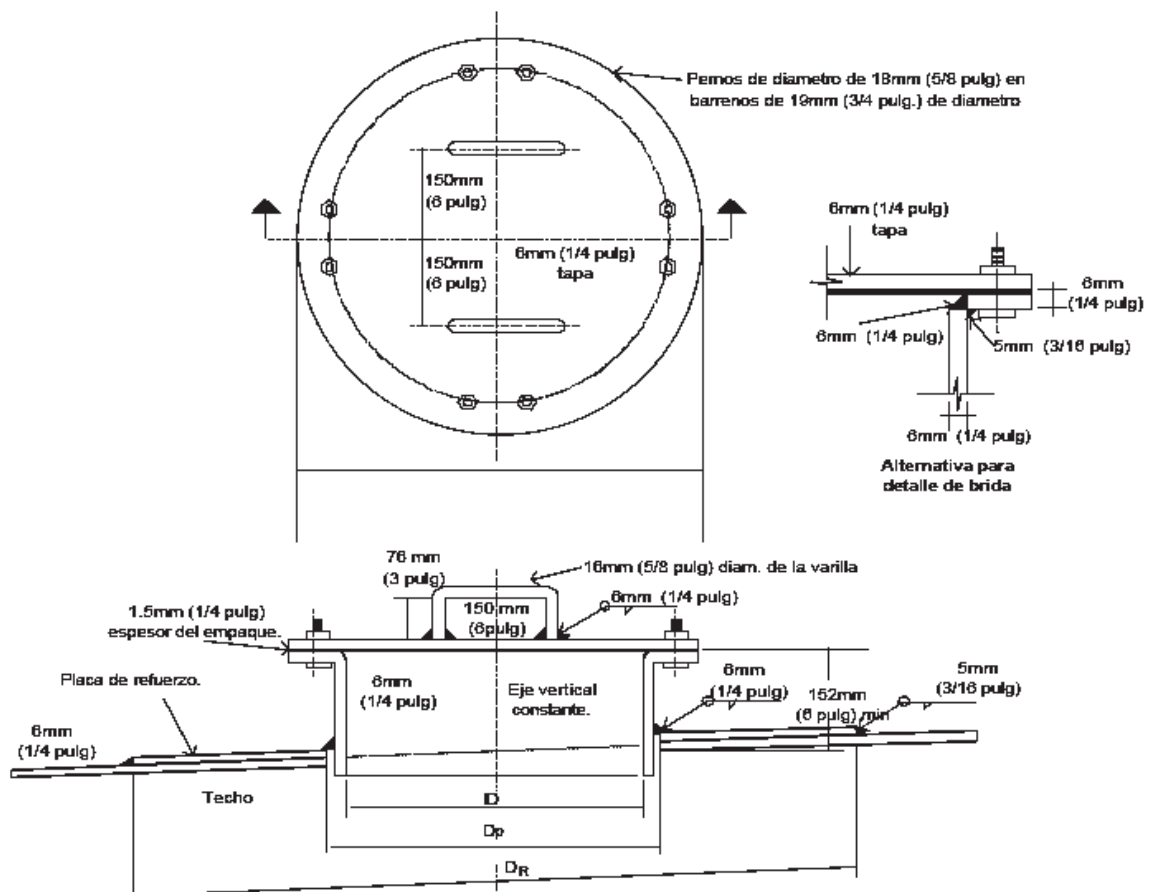
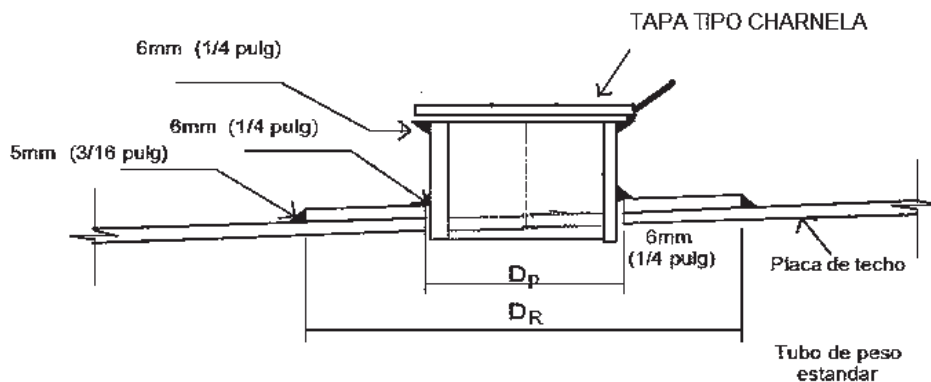


Fig. 7.15.- Registro hombre en la cúpula del tanque

VII.3.2.- Boquilla de medición física y muestreo.

La boquilla de medición física es de tubo de acero al carbón con un diámetro de 10", al cual se le suelda una brida de cuello y se le coloca una tapa de aluminio tipo charnela con bisagra. La ubicación de esta es a 200° con relación a los puntos cardinales del tanque (Fig. 7.16).

La boquilla de muestreo es de tubo de acero al carbón con un diámetro de 8", al cual se le suelda una brida de cuello y se le coloca una tapa de aluminio tipo charnela con bisagra. La ubicación de esta es a 210° con relación a los puntos cardinales del tanque (Fig. 7.16).



7.16.- Detalle de boquillas de medición física y muestreo

VII.4.- Prueba con caja de vacío para la cúpula.

Se utiliza para realizar la prueba una caja de metal de 150mm de ancho y 900mm de largo con una tapa de cristal de 6 mm. Mínimo y el fondo abierto, el cual es sellado contra la superficie del fondo del tanque con un empaque de neopreno o de hule espuma. La caja tiene además una conexión vénturi, válvula de bloqueo y un vacuómetro para inspeccionar (Fig. 7.17).



Fig. 7.17.- Prueba con caja de vacíos en soldaduras de placa de la cúpula.

La longitud inspeccionada por actividad es de 900 mm, (longitud de caja de vacío). El cordón de soldadura por inspeccionar se humedece con una solución jabonosa ó aceite de linaza. Se coloca la caja sobre el cordón enjabonado y se origina un vacío. La presencia de poros o fugas en la costura es indicada por burbujas o espuma producidas por aire succionado a través del cordón de soldadura cuando este es defectuoso. El vacío en la caja se obtiene conectando un eyector de

aire a una bomba de vacío. La lectura del vacuómetro debe registrar un vacío parcial de 2.5 lb./pulg².

Una vez concluida la aplicación de soldadura se realiza la prueba de vacío en todas las juntas, se procede a detallar la pintura que fue dañada por el interior con la aplicación de la soldadura (Fig. 7.18), aplicando una limpieza mecánica con equipo de sand-blast y se retira con aire el polvo que queda en la superficie de la placa (Fig. 7.19), para posteriormente aplicar la capa de primario. Al concluir el detallado de las juntas se aplica la segunda capa de pintura para darle el acabado final (Fig. 7.20).



Fig. 7.18.- Detallado de pintura en soldadura de placas



Fig. 7.19.- Retiro de polvo en la superficie de las placas.



Fig. 7.20.- Aplicación de pintura en el interior de la cúpula

El recubrimiento anticorrosivo en el exterior de la cúpula se realiza una vez que fueron concluidos los trabajos de soldadura y las pruebas de vacío, aplicando limpieza con equipo de sand-blast a metal blanco, para posteriormente aplicar un recubrimiento primario de zinc RP-4B, aplicado por aspersión para formar una película seca de 3 milésimas (Fig. 7.21), para posteriormente aplicar el acabado epóxico RA-26 color blanco mate, aplicado por aspersión para formar una película de 6 milésimas, y por último se aplica un acabado poliuretano RA-28 color blanco brillante, aplicado por aspersión para formar una película de 3 milésimas.



Fig. 7.21.- Limpieza mecánica y aplicación de primario por el exterior de la cúpula



CAPÍTULO VIII: TUBERÍAS, ACCESORIOS Y HERRAJES

En este capítulo se describen los trabajos complementarios al tanque, los cuales se pueden ejecutar al mismo tiempo que se está haciendo la rehabilitación de los componentes del mismo, al igual se hace la descripción de las actividades finales para concluir la rehabilitación del tanque.

VIII.1.- Colocación de boquillas en la envolvente del tanque.

Trazo y colocación de las boquillas para tuberías de llegada y salida del tanque de acuerdo al proyecto de diseño.

Las boquillas que se colocan en el tanque se fabrican con tubería de acero al carbón de cédula 80 por ser la de mayor espesor para líneas de tanques. La longitud del tubo para las boquillas son de acuerdo al proyecto, en un extremo se le coloca una brida de acuerdo al diámetro del tubo que se instalará de llegada o salida, el otro extremo del tubo va pegada a la envolvente donde se suelda una solapa de refuerzo con placa del mismo espesor al anillo correspondiente y se incrusta únicamente lo que es el espesor de la placa de la envolvente por la parte interior Fig. (8.1)



Fig. 8.1.- Soldadura de solapa para boquilla.

VIII.2.- Cabezal de tubería de 12" de diámetro en el exterior del dique.

El cabezal se fabrica con tubería de 12" diámetro y está ubicado en el exterior del dique sobre la banqueta, de este salen todas las líneas de tubería contra incendio y en la salida de cada una de ellas se coloca una válvula que sirve para regular el paso del agua (Fig. 8.2) y estas son operadas por personal de contraincendio.

Este cabezal esta conectado a la red contraincendio de la Terminal de Pemex y siempre debe estar en servicio ya que se puede requerir en cualquier momento. Al cabezal se le realiza una prueba que consiste en presionar la línea y verificar si existen fugas en las válvulas, soldaduras y en las juntas de las bridas que pudieran quedar mal selladas o algún empaque quede mal colocado así como también las válvulas.



Fig. 8.2.- Cabezal de tubería para líneas contraincendio.

VIII.3.- Líneas de inyección subsuperficial de 6" de diámetro.

Se localizan las 5 boquillas de inyección subsuperficial en la envolvente de acuerdo al proyecto y se hacen los cortes en la placa con equipo de corte oxiacetileno esmerilando la placa al terminar el corte para posteriormente colocar la solapa de refuerzo alrededor del orificio donde se colocará la boquilla, la solapa de refuerzo será de acuerdo al espesor de la placa del primer anillo, en este caso es de 1 ¼" de espesor. Se coloca la boquilla de 6" de diámetro, soldándose por el exterior y quedando 12" de longitud de la pared de la envolvente hasta la brida donde se colocará una válvula de compuerta del mismo diámetro, seguida de otro carrete con una brida en cada uno de los extremos, de las cuales una se sujeta a la válvula y en el otro extremo se coloca una válvula check, seguida de un segundo carrete con dos

bridas en los extremos para una sujetarse a la válvula check y en el otro extremo se coloca un porta discos de seguridad el cual se conecta a las líneas de inyección (Fig. 8.3). El disco de ruptura es de material de aluminio y en el caso de una contingencia al inyectarle presión a la tubería este disco se rompe para dejar pasar la espuma. La válvula compuerta siempre permanece abierta, la válvula check sirve para evitar que el producto se regrese a las líneas de inyección y el disco de ruptura sirve para evitar que el producto pase a las líneas de inyección cuando el tanque esté en operación y la válvula check no selle correctamente.



Fig. 8.3.- Boquilla de inyección subsuperficial.

Por la parte interior del tanque se suelda un carrete de tubo del mismo diámetro de la boquilla y con una longitud de 50 cm. y en el otro extremo se suelda una reducción campana de 6" a 10" donde se suelda un tubo el cual se conoce como tubo difusor, al que se le hacen unas perforaciones rectangulares de 5 cm. de ancho x 25 cm de longitud (Fig. 8.4 y 8.5). Los cuales sirven para distribuir el agua y

la espuma que es inyectada desde el exterior del tanque a presión por medio de un carro cisterna de bomberos.

Las líneas de inyección subsuperficial se conectarán a un cabezal que se encuentra ubicado en el exterior del dique sobre la banqueta por donde pasan las líneas de agua para el sistema contra incendio. A estas líneas después de las válvulas se les coloca un formador de espuma.

La tubería se colocará sobre una soportería de concreto “mochetas” hasta la llegada al tanque y se distribuyen en todo el perímetro del tanque aproximadamente a 90° una de otra y una a 45°.



Fig. 8.4.- Fabricación de tubos de inyección subsuperficial.



Fig. 8.5.- Colocación y soldadura de los tubos de inyección subsuperficial.

VIII.4.- Cámaras de espuma y líneas de alimentación de 6" de diámetro.

Su función es formar espuma en el interior del tanque en caso de una contingencia, en el interior de la cámara lleva un disco de vidrio de 3 mm. de espesor el cual se rompe con la presión de agua, la espuma que genera la cámara sirve para sofocar el fuego en caso de algún incendio (Fig. 8.6).

Se ubican las 6 cámaras de espuma en el sexto anillo de la envolvente de acuerdo al proyecto y se colocan las boquillas fabricadas con tubo de 10" de diámetro. Así mismo se fabrica una canastilla a base de estructura de ángulo, soleras y rejilla antiderrapante para dar mantenimiento a estas (Fig. 8.7).

La cámara de espuma cuenta con dos boquillas, una de llegada de 6" de diámetro y la otra de salida de 10" de diámetro, en la primera se instala la tubería de

alimentación que vienen de la red contraincendio y la segunda a la boquilla del tanque, ambas juntas se atornillan con espárragos.

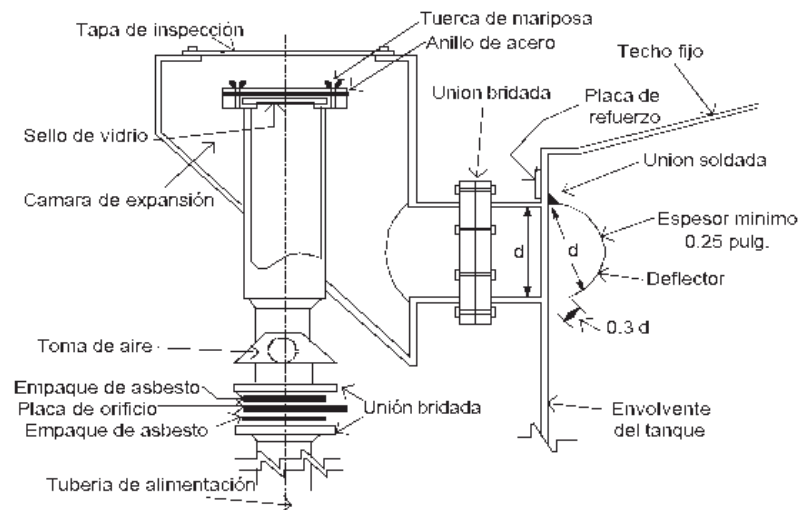


Fig.8.6.- detalle de cámara de espuma.



Fig. 8.7.- Plataforma y cámara de espuma instaladas.

Definido el trazo donde se instalarán las boquillas de las cámaras de espuma se procede a realizar el trazo por donde pasarán las líneas de alimentación con tubo de 6" de diámetro (Fig.8.8). La tubería de las cámaras parte de un cabezal el cual está conectado a la red contraincendio de la Terminal, esta se ubica en el exterior del dique.

En el cabezal donde se ubican las salidas de las líneas de las cámaras de espuma se encuentran unas válvulas de seguridad las cuales trabajarán según se requieran, estas serán operadas del exterior del dique por personal de bomberos de la Terminal de Pemex.



Fig. 8.8.- Líneas de cámaras de espuma.



VIII.5.- Línea de entrada del producto de 20" de diámetro.

En esta línea a la llegada del tanque se coloca una válvula de alta seguridad la cual controla el paso del producto que se almacenará. En esta línea se le realizaron trabajos de limpieza mecánica con equipo de sand-blast y protección anticorrosiva con primario epóxico de zinc RP-4B y acabado RA-26 color blanco mate y RA-28 color blanco brillante. A la válvula y boquilla donde se instala esta únicamente se le dio mantenimiento. El mantenimiento consiste en cambiar empaques, mantenimiento a la compuerta de la válvula, cambio de espárragos, colocación de grasa al volante y vástago de la válvula, limpieza mecánica y pintura.

VIII.6.- Línea de salida de producto de 24" de diámetro.

En esta línea se le dio mantenimiento a la tubería, boquilla y válvula. Se retiraron los espárragos y se colocaron nuevos así como los empaques para el sellado de la válvula con la boquilla y la tubería. Así mismo a la válvula se le retiró el volante, vástago y la compuerta la cual se rectificó para evitar fugas cuando esté en operación, rectificada la compuerta se le realiza una prueba para verificar que selle correctamente, se engrasa y se colocan nuevamente los accesorios. Al concluir el mantenimiento se les realiza limpieza mecánica y posteriormente la aplicación de primario y pintura.

VIII.7.- Líneas de anillos de enfriamiento de 6" de diámetro.

Son dos líneas de anillos de enfriamiento con tubería de 6" de diámetro que se ubican en todo el perímetro del tanque, el primero se coloca en el sexto anillo y el segundo a la altura del cuarto anillo (Fig. 8.9). Estas líneas están conectadas al cabezal que se encuentra en el exterior del dique, las cuales descansan sobre una

soportería de concreto hasta llegar al pie del tanque donde suben e inician el recorrido alrededor del mismo, para soportar los anillos se sueldan unas ménsulas o escuadras fabricadas con ángulo a los cuales se le hacen dos barrenos en el extremo para colocar abrazaderas de tornillo que sujetan el tubo. A la tubería de los anillos se les realiza una perforación para colocar las boquillas aspersoras por las cuales sale el agua que se proyecta hacia el cuerpo del tanque, la cual escurrirá hasta el piso; esto para enfriar el tanque en caso de que llegara a presentarse un incendio (Fig. 8.10). La tubería utilizada para estos anillos es de 6" diámetro la cual se rola o se le da una curvatura de acuerdo al radio exterior del tanque y haciendo bayonetas en el cruce con la escalera helicoidal.

A los anillos de enfriamiento se revisará que la alimentación sea completa a cada uno de los segmentos y no se encuentren obstruidos los aspersores, filtros, válvulas y purgas.



Fig.8.9.- Ubicación de anillos de enfriamiento.

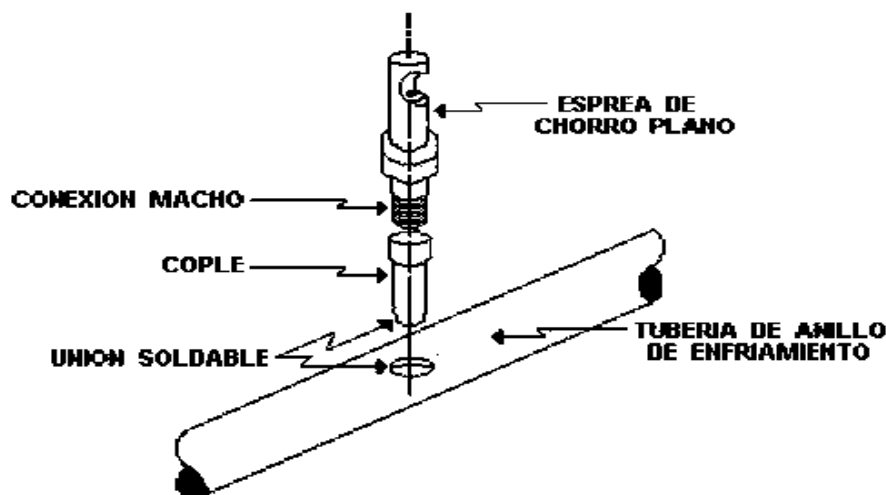


Fig. 8.10.- Boquillas Aspersoras.

VIII.8.- Tubo de muestreo de 8" diámetro.

Este tubo se encuentra en el interior del tanque de forma vertical y su ubicación es a 200° con respecto al eje 0° o norte del tanque con una separación de 0.80 m. de la envolvente, este llega hasta la cúpula donde se encuentra una boquilla con su brida y sobre esta una escotilla la cual se abre manualmente. A este tubo se le hacen unos barrenos de aproximadamente 1" de diámetro en todo el perímetro y en la parte inferior del tubo se le colocan unos soportes que descansan sobre una placa de desgaste, el tubo se encuentra a una altura arriba del fondo de 0.50 m. aproximadamente (Fig. 8.11).

El personal de Pemex realiza el muestreo del producto introduciendo por el interior del tubo una cuerda con un recipiente para sacar una muestra del producto para analizarla en el laboratorio.

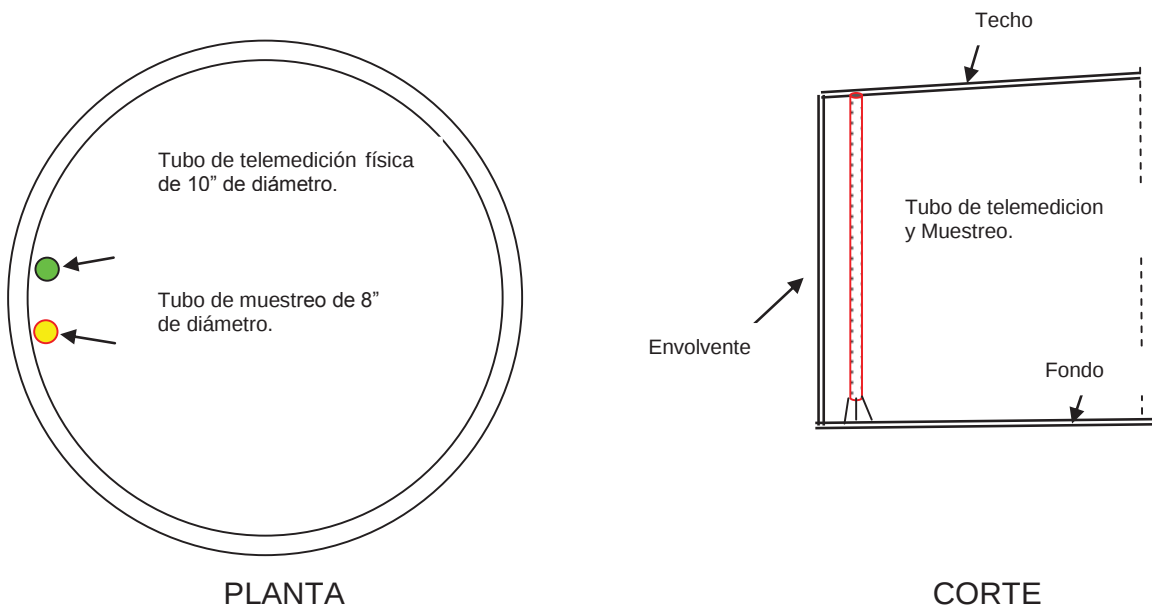


Fig. 8.11.- Detalle de tuberías de Telemedición y muestreo.

VIII.9.- Tubo de medición física de 10" diámetro.

Al igual que el tubo de muestreo, este se encuentra en el interior del tanque de forma vertical y su ubicación es de 210° con respecto al eje 0° o norte del tanque, el cual lleva unas ranuras de aproximadamente 10 cm. de longitud x 5 cm. de ancho en todo el tubo (Fig. 8.11). Este tubo sirve para que el personal de Pemex realice las mediciones de nivel en el que se encuentra el producto, la medición se hace por la parte superior (cúpula) y por el interior del tubo se introduce una cinta metálica graduada la cual lleva una pasta que con el contacto del producto cambia de color y se checa hasta donde está el nivel del producto.

VIII.10.- Puertas de limpieza.

Las puertas de limpieza se utilizan únicamente cuando el tanque esta fuera de operación, el mantenimiento de estas es muy sencillo únicamente se cambia el empaque y espárragos y en caso de que se encuentre bajo de espesores en la placa por pérdida de material se tiene que remplazar tanto la puerta como la solapa de refuerzo (Fig. 8.12).



Fig. 8.12.- Puerta de limpieza.

VIII.11.- Entrada hombre de 24" diámetro.

Esta entrada se utiliza para el acceso de personal cuando está el tanque fuera de operación o se realizan inspecciones menores por el interior sin necesidad de

retirar las puertas de limpieza. En estas únicamente se les da mantenimiento a las bridas, espárragos y empaques (Fig. 8.13).



Fig. 8.13.- Registro entrada hombre.

VIII.12.- Registros en cúpula.

Los registros que se encuentran ubicados en la cúpula sirven para desalojar los gases ocasionados por el producto almacenado, los registros se fabrican con placa de 3/16" de espesor y en la parte que se encuentra abierta se le coloca una rejilla de acero inoxidable para evitar la entrada de las aves u otro objeto extraño (Fig. 8.14).



Fig. 8.14.- Registro en cúpula.

VIII.13.- Mantenimiento de Válvulas.

Para darles mantenimiento a las válvulas primeramente se las hace una prueba para verificar si aún son funcionales, las que no cumplen con dicha prueba se sustituyen por completo y las que si cumplen simplemente se les da un mantenimiento.

Válvula de 4" diámetro. Compuerta para los drenes aceitosos.

Válvula de 6" diámetro. Compuerta para las inyecciones sub superficiales

Válvula de 8" diámetro. Mariposa para los anillos de enfriamiento.

Válvula de 6" diámetro. Mariposa para las cámaras de espuma.

Válvula de 6" diámetro. Check para las inyecciones sub superficiales.

Válvula de 20" diámetro. Compuerta para entrada de producto.

Válvula de 24" diámetro. Compuerta para salida de producto.

Válvula de 12" diámetro. Mariposa para cabezal.

Estas válvulas antes de su colocación o montaje previamente se les realiza la prueba hidrostática, que consiste en la colocación de una brida ciega en la salida de la válvula y en la entrada de la misma se coloca otra brida en la cual se le suelda un cople donde se coloca un manómetro y una válvula, así como un conector donde se fija la manguera que viene de una bomba manual para inyectarle agua a una presión de 2 kg y se mantendrá durante un minuto, durante este tiempo se observa que no se presenten fugas por el vástago. Una vez que se hace la primera prueba se cierra la compuerta de la válvula y se retira la brida de salida para verificar que esta no presente fugas teniendo una tolerancia de una gota cada 6 segundos. Terminada la prueba y verificada por la supervisión se retira la presión de la válvula y se procede a su instalación en su lugar (Fig. 8.15).



Fig. 8.15.- Prueba hidrostática de las válvulas.

VIII.14.- Vertederos de sobrellenado.

Vertederos de sobrellenado están colocados en el perímetro del tanque, estos sirven para el desfogue de los gases del producto que se encuentra en el interior del tanque y en caso de que alguna alarma llegara a fallar el personal operativo de la planta se dará cuenta cuando el producto inicie a derramarse. Estos vertederos se fabrican con placa de $\frac{1}{4}$ " de espesor y se le coloca una malla de acero inoxidable para evitar la entrada de aves al interior del tanque (Fig. 8.16).



Fig. 8.16.- Vertedero de sobrellenado.

VIII.15.- Escalera helicoidal.

La escalera helicoidal se traza sobre la envolvente iniciando por la parte inferior aproximadamente a los 220° y terminando en la parte superior a los 180° . Se

colocan los escalones de rejilla Irving antiderrapante y al mismo tiempo se va colocando el barandal a base de perfil cuadrado, al concluir la colocación de los escalones y barandal se coloca un ángulo de 2" para el pasamanos, a este se le da la curvatura cuando se esta soldando al barandal, en la parte superior del tanque donde termina la escalera se coloca una plataforma con sus barandales a base de ángulos y soleras (Fig. 8.17). Al término de la colocación de la escalera y plataforma se realiza limpieza mecánica y posteriormente la aplicación de recubrimientos.



Fig. 8.17.- Fabricación y montaje de escalera helicoidal.

VIII.16.- Alarmas de bajo y alto nivel.

Estos instrumentos de alerta son utilizados para indicar que los niveles de capacidad del tanque se han excedido. Las alarmas de alto y bajo nivel están



colocadas a los 180° en la envolvente del tanque mediante unos coples con sensores y la altura depende del nivel máximo y mínimo de operación del tanque las cuales están conectadas a un equipo de cómputo y a un panel de alarmas del cuarto de control de la Terminal donde el operador pueda ser capaz de visualizar y escuchar la señal para tomar las medidas necesarias de seguridad. El equipo de cómputo a su vez lleva el registro del producto, cantidad, nivel mínimo, máximo y llenado del tanque.

VIII.17.- Soportería de tubería de concreto.

La soportería para la tubería de las líneas contraincendios, líneas de entrada y salida del producto fueron fabricadas con concreto hidráulico y acero de refuerzo. Para lo cual fue necesario realizar los trabajos de trazo y localización de cada uno de los apoyos, demolición del concreto, excavación, plantilla, habilitado y armado de acero de refuerzo, cimbra, colocación de concreto, relleno y reposición de concreto en el fondo del dique.

Primeramente se realizó la localización de todos y cada uno de los soportes o mochetas donde se apoyarán las líneas de acuerdo a los planos de proyecto previamente entregados por la supervisión de Pemex. Una vez localizados se hace el trazo de acuerdo a las dimensiones del apoyo que se especifica.

Posteriormente se procede a la demolición de la losa de concreto existente con equipo manual utilizando marro y cuñas. Una vez concluidos estos trabajos se realiza la excavación de acuerdo a los niveles especificados de desplante con una máquina retroexcavadora y afine de la misma con herramienta manual (Fig. 8.18).



Fig. 8.18.- Afine de terreno con herramienta manual.

Se coloca una plantilla de concreto de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ de 5 cm. de espesor con las dimensiones de ancho y largo como lo marca el proyecto, ya que la soportería varía en dimensiones y alturas.

Terminada la plantilla se continúa con el habilitado, armado y colocación del acero de refuerzo para la zapata y los dados, ya que el acero de estos últimos deben quedar embebidos en el concreto al colar la zapata (Fig. 8.19).



Fig. 8.19.- Colocación de acero de refuerzo y cimbra en zapata.

A continuación se realizan los trabajos de habilitado y colocación de la cimbra de contacto de la zapata y se procede a la fabricación, vaciado y vibrado del concreto hidráulico hecho en obra en revolvedora de un saco y con una resistencia $f'c = 200$ kg/cm² del cual se toman muestras de laboratorio para conocer su revenimiento y posteriormente la resistencia de este a los siete, catorce y veintiocho días (Fig. 8.20).



Fig. 8.20.- Toma de muestras de concreto para pruebas de laboratorio.

Fraguado el concreto de la zapata ya pasado un tiempo de veinticuatro horas se retira la cimbra de la zapata y se realiza el habilitado y colocación de la cimbra aparente para los dados y la trabe de cerramiento, en la parte superior de la mocheta se coloca una placa niveladora de $\frac{1}{4}$ " de espesor con anclas de varilla (Fig. 8.21 y 8.22).



Fig. 8.21.- Cimbrado de dados de mochetas.



Fig. 8.22.- Colocación de placa niveladora.

Terminado de colocar el acero de refuerzo y la cimbra se procede a la fabricación, vaciado y acomodo de concreto hidráulico de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ para el colado de los dados y la trabe que integran la mocheta, el cual debe de ser de forma monolítica, el concreto es fabricado en obra y el acomodo de este se realiza con un vibrador para dar un buen acomodo y con esto un buen acabado aparente (Fig. 8.23).



Fig. 8.23.- Vaciado y vibrado del concreto.

Una vez fraguado el concreto se dejan pasar veinticuatro horas y se procede a retirar la cimbra, alambres y alambrones que se utilizaron para el troquelado de la misma y se detalla el concreto si se llegase a tener alguna oquedad.

Posteriormente se realiza el relleno con material producto de la misma excavación en capas de 20 cm. incorporando humedad y compactándolo con equipo manual tipo bailarina para dar una compactación al 95% (Fig. 8.24 y 8.25). Concluido esto se procede a la reparación de los pisos con concreto hecho en obra y se calafatean las juntas con material asfáltico.



Fig. 8.24.- Relleno con material producto de la excavación.



Fig. 8.25.- Mochetas con tubería colocada.



VIII.18.- Cierre de la ventana en la envolvente del tanque.

Una vez terminado los trabajos de soldadura y aplicación de pintura en la envolvente, estructura, techo y tuberías en el interior del tanque se procede a retirar los materiales sobrantes, equipo y maquinaria para realizar el cierre de la ventana que se abrió al inicio de la obra en la envolvente del tanque. Lo cual consiste en colocar las dos placas aledañas del primer y segundo anillo. Los trabajos del montaje, aplicación de soldadura y aplicación de recubrimientos se realizan con el procedimiento descrito en el capítulo No. 6 “reparación de la envolvente”. Iniciando con la colocación de la placa del primer anillo retirando los rigidizantes que se colocaron antes del desmantelamiento para evitar la deformación de la envolvente, terminada la soldadura de esta placa continuamos con la del segundo anillo y se procede a realizar los mismos trabajos de montaje y soldadura, al finalizar los trabajos de soldadura hacemos limpieza mecánica y retiro de andamios, Una vez que se concluyeron los trabajos de soldadura en estas placas se realiza la aplicación del recubrimiento primario y posteriormente el acabado.

VIII.19.- Pintura en el fondo del tanque.

Una vez concluidos los trabajos de soldadura en el interior del tanque se procede a pintar el fondo, realizando una limpieza mecánica con equipo de sand-blast y arena sílica, que consiste en retirar el óxido de la placa hasta dejarlo a metal blanco, retirando con aire el polvo que se queda en la superficie de las placas y aplicar un recubrimiento primario epóxico RP-10 color gris tenue, aplicado por aspersión para formar una película seca de 5 milésimas, para posteriormente aplicar un acabado epóxico RA-29 color blanco, aplicado por aspersión para formar una película de 6 milésimas.



VIII.20.- Membrana interna flotante.

La membrana interna flotante (MFI) que se colocó es de aluminio tipo pontones, con sello perimetral tipo doble wipper.

La membrana interna flotante permite minimizar las pérdidas de producto evitando la evaporación, al flotar sobre el líquido almacenado dentro del tanque. La membrana flotará siempre sobre el líquido almacenado durante la operación del tanque teniendo recorridos ascendentes y descendentes. Esta fue diseñada para sostener con seguridad a por lo menos tres personas (227 kg/m^2) que caminen por cualquier parte de la membrana sin que sufra daños, ya sea cuando flote o bien cuando se encuentre descansando sobre sus soportes. Lo anterior permitirá el libre tránsito por toda la MFI con seguridad absoluta para el personal de inspección y de mantenimiento.

Para la fabricación de la estructura de la membrana interna se van colocando los pontones en un sentido y en el otro sentido se van colocando los perfiles transversales o largueros los cuales son sujetados por medio de silletas con tornillería de acero inoxidable (Fig.8.26), así mismo cuenta con soportes ajustadores o patas que permiten ajustar la altura en dos posiciones, una de operación y otra de mantenimiento, la altura de mantenimiento es de 1.80 mts. En todo el perímetro de la membrana se coloca el sello doble wipper el cual tiene un sello primario y un sello secundario, ambos están siempre arriba del nivel del producto y estos son capaces de absorber por lo menos 4" de desviación entre la envolvente del tanque y la membrana interna flotante.

Una vez terminada la estructura se procede a colocar la cubierta de lámina de aluminio la cual tiene un espesor de 3 mm. y esta será soportada y fijada a los

pontones y los perfiles por medio de tornillería a cada 12". El empalme deberá ser hermético a los vapores y al líquido, sin dejar claros entre los traslapes y los flotadores únicamente quedarán los claros de los registros de inspección.

Terminada la instalación de la membrana se hace limpieza general y se realiza la prueba de luz en el interior del tanque que consiste en revisar las juntas de las láminas, flotadores y sello perimetral, de la siguiente manera, se abren todos los registros por donde pueda ingresar los rayos de luz en la parte superior del tanque y por la parte inferior se cierran todos los registros y se verifica que este rayo de luz no pasen a la parte inferior, terminada esta prueba se procede al cierre del tanque colocando las puertas de limpieza y entrada hombre.



Fig. 8.26.- Colocación de la membrana interna flotante.



VIII.21.- Prueba hidrostática.

La prueba hidrostática del tanque se realiza una vez que se han concluido todos los trabajos requeridos para su rehabilitación. Para iniciar con la prueba hidrostática del tanque se verifica que las válvulas se encuentren cerradas para evitar fugas.

El llenado del tanque se realizó con agua de la red contraincendios de la terminal de Pemex y esta es abastecida por medio de una de las líneas de la inyección subsuperficial. El llenado estará a cargo del departamento de seguridad que es el que se encargará de programar el horario para suministrar el agua al tanque ya que en ocasiones este departamento utiliza las bombas para otras actividades propias de la planta. El departamento de control de la planta y personal de la compañía son los encargados de monitorear el nivel de llenado del tanque llevando un registro del mismo tomando lecturas cada hora hasta que el agua se desborda por los vertederos. En esta prueba también se aprovecha para realizar la prueba de flotación de la membrana interna flotante la cual consiste en verificar que el desplazamiento vertical sea uniforme y esta no se atore o se desplace en forma inclinada.

Una vez llenado el tanque se deja que se estabilice el agua para iniciar el conteo del tiempo de prueba. El tiempo de prueba después de alcanzar su máximo nivel de llenado debe ser de 24 horas, durante el proceso de llenado se deben inspeccionar las soldaduras tanto verticales como horizontales de la envolvente, válvulas, secciones bridadas, unión fondo-envolvente, fondo por medio de los testigos de fuga, desplazamiento de la membrana interna flotante y hermeticidad de los pontones. Las cuales se deben inspeccionar visualmente durante el llenado. En



caso que se detecte alguna fuga o anomalías se debe realizar la reparación y probar nuevamente hasta quedar al 100% la reparación.

Pasado el tiempo de 24 hrs. se retira el agua del interior del tanque a través de las líneas contraincendio del la terminal. Al término del vaciado del tanque se retiran las puertas de limpieza para limpiar los sedimentos producto del polvo y de la misma agua. Al concluir estos trabajos se vuelve a cerrar el tanque dejándolo listo para entrar en operación.

VIII.22.- Cierre del dique del tanque.

Terminada la prueba hidrostática del tanque y de retirar todo el equipo y maquinaria de la compañía se realiza limpieza general en el interior del dique y se procede al cierre del muro dique, realizando los trabajos de habilitado y armado de acero de refuerzo, habilitado y colocación de cimbra aparente, fabricación, vaciado y vibrado de concreto hecho en obra con una resistencia $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$. Se dejan pasar 24 horas y se retira la cimbra, detallando el muro y con esto se da por finalizada la obra de rehabilitación del tanque TV-105.



Tanque terminado listo para su operación.



CAPÍTULO IX: CONCLUSIONES

Del trabajo desarrollado en esta obra se puede concluir la importancia que tiene el realizar un mantenimiento preventivo y correctivo oportuno para salvaguardar la integridad de las instalaciones y personal que trabajan en Pemex, así como de la sociedad que colinda con esta terminal y porque no decirlo también, del medio ambiente, flora y fauna del lugar.

La rehabilitación general del tanque TV-105 de 200,000 barriles para la terminal marítima de Tuxpan Veracruz. Fue de suma importancia ya que con esto recupera su capacidad de almacenaje requerido para los productos petroquímicos que a ella llegan. Así como de ser necesario suplir algún otro que requiera de darle mantenimiento o rehabilitación. Por otro lado el realizar una rehabilitación a un tanque se le da una vida útil más de aproximadamente 10 años. Evitando la construcción de uno nuevo ya que este genera mas gastos debido a que el costo mayor de un tanque esta en la envolvente, porque esta placa es mucho más cara que las otras (fondo y cúpula) debido a su espesor que van desde 3/8" hasta 1 1/4".

Fuera del aspecto técnico, se puede concluir que el Ingeniero Civil tiene una destacado participación en la construcción rehabilitación de tanques y en general en muchas de las obras que Pemex adjudica de forma directa o por licitación a las compañías constructoras.

En el tiempo que me he desempeñado dentro de la empresa C.M.C.O. S.A. de C.V. (Constructora Mexicana Del Centro Occidente), he tenido la oportunidad de desenvolverme en áreas que jamás fueron vistas durante mi formación académica y



que al igual que yo, en un principio, muchas personas de nuestro gremio y en especial de nuestra facultad desconocen.

El campo de acción de un Ingeniero Civil dentro de la industria petroquímica ofrece bastantes oportunidades de empleo que de alguna manera considero que se han desaprovechado por la falta de enseñanza y difusión de estos campos de acción. En la empresa que desarrolló estos trabajos el 90% de la planta de ingenieros que colaboraron son Civiles y en su mayoría todos han sido egresados de esta facultad, en la planta de igual forma por parte de la supervisión de Pemex la mayoría son Ingenieros Civiles.

Por lo anterior considero que el desempeño dentro de la industria petroquímica, desde puestos ejecutivos hasta las residencias de obra en campo, el Ingeniero Civil tiene una destacada participación a la cual se le debe dar una mayor difusión.



GLOSARIO DE TÉRMINOS.

Anillo de enfriamiento. Tubería que circunda al cuerpo del tanque, equipada con espreas aspersores para enfriar con agua la envolvente en caso de emergencias.

API. Instituto Americano del Petróleo.

ASTM. Sociedad Americana de Pruebas de Materiales.

AWS. Sociedad Americana de Soldadura.

Banding. Son las deformaciones sobre la envolvente (hundimientos y/o protuberancias), a lo largo de una línea horizontal (perímetro) en soldadura.

Boya.- Elemento de flotación de forma cilíndrica, de acero al carbón soldado al diafragma.

Corrosión. Es el proceso de naturaleza electroquímica, por medio del cual los materiales tienden a formar compuestos (óxidos, hidróxidos, etc.) termodinámicamente estables debido a la interacción con el medio.

Envolvente. Cuerpo del tanque cilíndrico vertical formado con el desarrollo circular de las placas de acero al carbón, roladas y desplantadas sobre la placa de fondo siguiendo el perímetro de la base del tanque para formar la pared del recipiente.

Escoria. Es un sólido no metálico atrapado dentro de la soldadura o entre la soldadura y el metal base.



Estructura interna. Estructura metálica colocada en el interior de los tanques de techo fijo para soporte de la cúpula, a base de columnas desplantadas sobre la placa de fondo, traveses y largueros sobre los que se coloca la placa del techo.

Fondo. Parte inferior del tanque cilíndrico vertical formada a base de placas de acero al carbón, tendidas, conformadas y soldadas (traslapadas o a tope, según diseño), en forma plana sobre la base del tanque para formar el fondo del recipiente.

Formador de espuma. Dispositivo de seguridad para mezclar agua, aire y líquido espumante

Inspección. Confirmación del grado de cumplimiento de los requerimientos pactados, realizando actividades tales como; medir, examinar y probar.

Láminas y placas. Materiales producto de laminación del acero de forma rectangular cuya diferencia principal se basa en su espesor, de acuerdo a lo siguiente: Lámina: Espesor menor o igual a 5 mm. (3/16") y se especifica por calibre. Placa: Espesor mayor de 5 mm. (3/16") y se especifica por espesor.

Membrana Interna Flotante (MFI). Cubierta flotante de acero al carbón ó de aluminio (pontón ó panel de abeja), que se instala en el interior de los tanques de techo fijo.

Peaking. Son las deformaciones sobre la envolvente (hundimientos y/o protuberancias), a lo largo de una línea vertical en soldaduras.



Placa anular. Placa de acero al carbón de mayor espesor que la del fondo, instalada en el perímetro del tanque y que sirve como base de desplante del primer anillo de la envolvente.

Pontón. Cámara de aire fabricada en acero al carbón ó aluminio, que permite que el techo flote sobre la superficie del líquido. temperatura ambiente.

Redondez de diseño. Forma circular perfecta que debe tener la envolvente del tanque (circunferencia).

Redondez real. Se le llama así a la configuración real que presenta el perímetro de la envolvente.

Sello perimetral para MFI. Dispositivo flexible que se coloca perimetralmente en la cúpula flotante o MFI, para sellar el espacio comprendido entre la periferia del techo flotante y la pared de la envolvente del tanque, debiendo tener la elasticidad requerida para absorber las variaciones, que, dentro de lo permisible, se presenten durante el ascenso y descenso del techo.

Tanque cilíndrico vertical. Recipiente metálico cilíndrico vertical de uniones soldadas compuesto de fondo plano, envolvente, estructura metálica, anillos atiesadores, boquillas, barandales, escalera, plataformas y cúpula flotante o techo fijo, con o sin membrana flotante interna, y accesorios complementarios usado para almacenamiento de hidrocarburos y líquidos en general a presión atmosférica.

Techo o cúpula fija. Cubierta superior apoyada sobre la estructura interna del tanque y perimetralmente en la pared de la envolvente.



Tina o sumidero para drenaje. Es un recipiente cilíndrico, metálico con un máximo de 60 pulg. de diámetro y una profundidad máxima de 36 pulg., el cual lleva un anillo metálico en la parte superior de este, soldado al diámetro interior de este anillo y el diámetro exterior va soldado a la placa del fondo. Este recipiente va inmerso en la carpeta asfáltica debajo de la placa del fondo y se utiliza como punto de drene mas bajo del tanque.

Verificación. Confirmación del cumplimiento de los requisitos especificados por medio del examen y aporte de evidencias objetivas.

Verticalidad de la envolvente. Es la magnitud de las diferencias que presenta la envolvente del tanque (en una estación específica) con respecto a la dirección que presenta a la plomada.



BIBLIOGRAFÍA

Archivo de la Residencia de Obra de C.M.C.O. S.A. de C.V., en Tuxpan Veracruz.

Archivo del departamento de Servicios Técnicos de la oficina central de C.M.C.O. S.A. de C.V., en Morelia Michoacán.

Manual para la Construcción, Inspección y Rehabilitación de Tanques Cilíndricos Verticales, revisión: 0 del 20 de octubre del 2005, emitido por la Subdirección de Producción y la Subdirección de Almacenamiento y Distribución de PEMEX REFINACIÓN.

Norma **API STÁNDAR 650** Tenth Edition, November 1998 Addendum 1, January 2000 Addendum 2, November 2001. Tanques de acero soldado para almacenamiento de petróleo (Welded steel tank for oil storage).

Norma **API ESTÁNDAR 653** Second Edition Addendum 4 December 1999. Inspección, reparación, modificación y reconstrucción de tanques.(Tank inspection, repair and reconstruction).

Manual de seguridad **GPASI-SI-8200** Revisión 2 y la disposición administrativa sobre aspectos de seguridad para contratistas que desarrollan trabajos en las Instalaciones Industriales de PEMEX REFINACIÓN.