



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE
MANTENIMIENTO**

**“MANTENIMIENTO DE TANQUES DE
ALMACENAMIENTO EN LA REFINERÍA
ESTATAL ESMERALDAS”**

ERIKA MAGALY SANAGUANO MASACHE

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERA DE MANTENIMIENTO

**RIOBAMBA – ECUADOR
2012**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

Diciembre, 04 de 2012

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

ERIKA MAGALY SANAGUANO MASACHE

Titulada:

**“MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN LA
REFINERÍA ESTATAL ESMERALDAS”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERA DE MANTENIMIENTO

Ing. Geovanny Novillo
DECANO DE LA FACULTAD
DE MECÁNICO

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Dr. José Granizo
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Ángel Ramírez
ASESOR DE TESIS

CERTIFICADO DE EXANIMACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: Erika Magaly Sanaguano Masache

TÍTULO DE LA TESIS: “MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO EN LA REFINERÍA ESTATAL ESMERALDAS”

Fecha de Exanimación: 04 de Diciembre de 2012.

RESULTADO DE LA EXANIMACIÓN:

COMITÉ DE EXANIMACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Hernán Samaniego (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Dr. José Granizo (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Ángel Ramírez (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Hernán Samaniego.
Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

La presente tesis de grado que presento, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos – científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de la autora. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Erika Magaly Sanaguano Masache

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser guía y rumbo verdadero de mi vida, a mi familia especialmente a mis padres, a todas las personas que de una u otra manera me han apoyado y han sido partícipes de este objetivo, a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo con sus distinguidos docentes, a la Refinería Estatal Esmeraldas, y a los profesores y profesionales que dirigieron y colaboraron en el desarrollo de esta investigación.

Erika Magaly Sanaguano Masache.

DEDICATORIA

A la Virgen Santísima por grandes bendiciones concedidas, a mis padres Oswaldo y Fanny por su amor infinito, confianza, paciencia, lealtad, dulzura, firmeza, apoyo incondicional, que sin duda han sido pilares fundamentales para lograr que cumpla con mis metas y aspiraciones, a mi hermana Yadira por su amistad y cariño, a familiares y amigos personas que forman parte de mi vida y creen en mí, todos juntos son la fuerza que me ayuda a ser mejor cada día.

Erika Magaly Sanaguano Masache.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 Antecedentes	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos.	2
2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
2.1 Marco teórico de los tanques de almacenamiento	3
2.2 Ficha de datos y características	8
2.3 Estado actual del tanque de almacenamiento seleccionado para el análisis	11
2.3.1 Cuerpo del tanque	11
2.3.2 Techo del tanque	15
2.3.3 Fondo del tanque	21
2.3.4 Cubeto	26
2.3.5 Vereda perimetral.	27
2.3.6 Sistema contra incendio.	27
2.3.7 Válvulas en la base del tanque.	28
2.3.8 Drenaje del techo.	31
2.3.9 Pontones y barredera de espuma.	32
2.3.10 Manholes y boquillas.	33
2.3.11 Poste guía o tubo de aforo.	36
2.3.12 Venteos automáticos y soportes.	37
2.3.13 Escalera fija, escalera móvil y refuerzo de viento.	39
2.3.14 Estado actual de los cordones de soldadura del tanque de almacenamiento.....	42
2.5 Estado actual de la pintura del tanque de almacenamiento	44
2.6 Estado actual de la protección catódica del tanque de almacenamiento	47
3. CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL PRODUCTO DE ALMACENAMIENTO	
3.1 Gasolina extra	56
3.1.1 Composición química de la gasolina	56
3.1.2 Formulación	59
3.2 Propiedades de la gasolina extra	59
3.2.1 Densidad API	59
3.2.2 Potencia calorífico	59
3.2.3 Volatilidad	59

3.2.4	Corrosividad	60
3.2.5	Octanaje	60
3.2.6	Número de octanos (RON)	60
3.2.7	Contenido de azufre	61
3.2.8	Poder antidetonante	61
3.2.9	Límite de inflamabilidad	61
3.2.10	Temperatura de ignición	61
3.2.11	Presión de vapor reíd y relación vapor/líquido	62
3.2.12	Especificaciones y requisitos	62
3.3	Influencia de la gasolina extra sobre el material del tanque de almacenamiento y su revestimiento	64
3.3.1	Corrosión microbiana	64
3.3.2	Compuestos de azufre la gasolina	65
3.3.3	Presencia de electrolitos	65
3.3.4	Agua que se produce asociada con el petróleo	65
3.3.5	La corrosión por el azufre o el dióxido de carbono (CO2)	65
4.	TAREAS, FRECUENCIAS Y PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
4.1	Tareas de mantenimiento	66
4.1.1	Primer grupo, tareas de mantenimiento para tanques en servicio	66
4.1.2	Segundo grupo, tareas de mantenimiento para liberación del tanque	68
4.1.3	Tercer grupo, tareas de mantenimiento para tanques fuera de servicio	68
4.1.4	Cuarto grupo, tareas de mantenimiento para certificación del tanque	69
4.2	Frecuencia de tareas de mantenimiento	70
4.2.1	Frecuencia de tareas de mantenimiento externa	71
4.2.2	Frecuencia de tareas de mantenimiento interna	71
4.3	Gestión de tareas de mantenimiento	71
4.3.1	Gestión de tareas de mantenimiento para tanques en servicio	72
4.3.2	Gestión de tareas de mantenimiento para liberación del tanque	94
4.3.3	Gestión de tareas de mantenimiento para tanques fuera de servicio	100
4.3.4	Gestión de tareas de mantenimiento para certificación de tanques	116
4.4	Documentos de gestión	122
4.5	Norma OHSAS 18000	129
4.5.1	Generalidades	129
4.5.2	Objetivo de las normas OHSAS 18000	129
4.5.3	Beneficio del sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional OHSAS 18000.	129
4.5.4	Familia OHSAS 18000.	130
4.5.5	Modelo de sistema de gestión de S&SO para la norma OHSAS [17].	130
4.5.6	Implementación y operación del sistema de gestión de la S&SO.	131
4.5.7	Términos y definiciones.	132
4.5.8	Requisitos del sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional.	143
4.5.8.1	Requisitos generales.	143

4.5.8.2	Política de gestión de la seguridad y salud ocupacional.	143
4.5.9	Planificación para la identificación de peligros y evaluación y control de los riesgos. ...	144
4.5.10	Requisitos legales y otros requisitos.	144
4.5.11	Programa de gestión de la seguridad y salud ocupacional.	145
4.5.12	Implementación y operación.	145
4.5.12.1	Estructura y responsabilidades.	145
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1	Conclusiones	146
5.2	Recomendaciones	147

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

		Pág.
1	Fichas técnicas de datos y características.	8
2	Descripción de las planchas del cuerpo del tanque Y-T 8060.	12
3	Reporte de medición de espesores de planchas del cuerpo del tanque Y-T 8060	13
4	Descripción de planchas del techo del tanque Y-T 8060.	17
5	Análisis de espesores del techo del tanque Y-T 8060.	18
6	Descripción de planchas del fondo del tanque Y-T 8060.	23
7	Análisis de espesores del fondo del tanque Y-T 8060.	24
8	Potenciales protección catódica.	50
9	Reporte de inspección del tanque de almacenamiento.	51
10	Reporte de inspección de trabajos para liberación del tanque.	54
11	Tareas de mantenimiento para tanques en servicio.	66
12	Tareas de mantenimiento para liberación del tanque.	68
13	Tareas de mantenimiento para tanques fuera de servicio.	69
14	Tareas de mantenimiento para certificación del tanque luego de reparaciones.	70
15	Gestión de procedimientos, frecuencias, tiempo estimado, personal, equipos y herramientas, materiales fungibles y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento para tanques en servicio.	73
16	Gestión de procedimientos, frecuencias, tiempo estimado, personal, equipos y herramientas, materiales fungibles y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento para liberación del tanque. ...	95
17	Gestión de procedimientos, frecuencias, tiempo estimado, personal, equipos y herramientas, materiales fungibles y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento para tanques fuera de servicio.	101
18	Gestión de procedimientos, frecuencias, tiempo estimado, personal, equipos y herramientas, materiales fungibles y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento para certificación del tanque.	116
19	Resultados de análisis de criticidad del tanque de almacenamiento.	123
20	Análisis de efecto y modo de fallo (AMEF) del tanque de almacenamiento.	125

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
1	Clasificación de tanques de almacenamiento según el diseño del techo	4
2	Tanques de almacenamiento.	5
3	Diagrama de distribución de planchas de la pared del tanque y mediciones ultrasónicas por muestreo.	12
4	Plancha de cuerpo primer anillo pie del tanque lado sur.	14
5	Pared interna del tanque Y-T 8060 lado sur.	15
6	Diagrama de puntos de medición y distribución de planchas del techo del tanque Y-T 8060.	16
7	Lado exterior del techo plancha N0 13 inspección en servicio.	19
8	Lado exterior del techo plancha N0 13.	19
9	Reparaciones anteriores (parche).	20
10	Lado exterior cordón de soldadura del techo plancha N° 13.	20
11	Lado exterior del techo plancha N0 13.	21
12	Diagrama de medición y distribución de planchas del fondo del tanque Y-T 8060.	22
13	Planchas del fondo.	25
14	Disco de asentamiento para soportes de techo.	25
15	Cubeto lado sur.	26
16	Cubeto lado norte.	26
17	Vereda perimetral lado sur.	27
18	Tubería de espuma.	28
19	Tubería de agua.	28
20	Válvula de descarga.	29
21	Válvula de llenado.	29
22	Válvula de drenaje del fondo lado norte.	30
23	Válvulas de drenaje del techo.	30
24	Colector del drenaje del techo.	31
25	Tubo articulado y colector lado interior del tanque techo.	32
26	Pontones lado sur y barrera de espuma.	32
27	Pontones lado norte y barrera de espuma.	33
28	Boquilla y manhole del techo.	34
29	Boquilla y manhole del pontón.	34
30	Boquilla y manhole del cuerpo lado sur.	35
31	Boquilla y manhole del cuerpo lado norte.	35
32	Sistema de rodillos del tubo guía.	36
33	Base del tubo guía.	36
34	Veteo automática lado sur.	37
35	Venteo automática lado norte.	38
36	Soporte lado exterior del tanque.	38
37	Soporte lado interior del tanque.	39
38	Escalera móvil.	40
39	Peldaño de escalera móvil.	40
40	Peldaños escalera fija.	41
41	Refuerzo de viento lado este.	41

42	Pasarela de refuerzo de viento lado inferior.	42
43	Cordón de soldadura vertical tercer anillo pared externa.	43
44	Cordón de soldadura horizontal primer anillo pared externa.	43
45	Cordón de soldadura de fondo.	44
46	Cordón de soldadura de fondo / pared.	44
47	Pared del tanque T-Y 8060 lado norte.	45
48	Pared del tanque T-Y 8060 lado sur.	46
49	Primer anillo del tanque Y-T8060.	46
50	Techo lado interior del tanque.	47
51	Protección catódica con ánodo de sacrificio.	47
52	Instalación de ánodo de magnesio.	48
53	Protección catódica lado norte y lado sur.	49
54	Toma de potenciales protección catódica.	49
55	Certificado de calidad gasolina extra.	63
56	PDCA (Plan-Do-Check-Act).	131

LISTA DE ABREVIACIONES

- API 650: (American Petroleum Institute) Instituto Americano de Petróleo es la norma que fija la construcción de tanques soldados para el almacenamiento de petróleo.
- API 653: (American Petroleum Institute) Instituto Americano de Petróleo esta norma suministra los requerimientos mínimos para la mantención de la integridad de los tanques. Cubre la inspección, la reparación, modificación, reubicación y reconstrucción de dichos tanques.
- ASTM: (American Society for Testing Materials) Sociedad Americana para el Ensayo de Materiales normas sobre características y comportamiento de materiales, especificaciones para los materiales, incluidas las propiedades químicas y físicas.
- OHSAS 18000: (Occupational Health and Safety Advisory Services) Son una serie de estándares voluntarios internacionales relacionados con la gestión de seguridad y salud ocupacional.

LISTA DE ANEXOS

- A Tanques de almacenamiento de la Refinería de Esmeraldas
- B Planos mecánicos tanque Y-T 8060
- C Historial de averías del tanque de almacenamiento
- D Programación de tareas de mantenimiento.

GLOSARIO

ANCLAJE: son elementos de acero al carbono, con rosca en el extremo libre ahogados en el concreto o en la cimentación, con el objeto de evitar desplazamientos del tanque en cualquier dirección, y bajo ciertas condiciones contrarrestar el efecto de volteo por sismo y el arrastre o volteo por viento.

BOQUILLA: orificio practicado en un tanque para la entrada y/o salida de un fluido o la instalación de un instrumento de medición, generalmente son bridadas o roscadas.

BRIDA: accesorio para acoplamiento de tuberías, que facilita el armado y desarmado de las mismas.

CARGA HIDROSTÁTICA: la presión ejercida por un líquido en reposo.

CARGA MUERTA: la fuerza debida al peso propio de los elementos a considerar.

CARGA VIVA: la fuerza ejercida por cuerpos externos, tales como: nieve, lluvia, viento, personas y/o objetos en tránsito, etc.

CORROSIÓN: desgaste no deseado, originado por la reacción química entre el fluido contenido y/o procesado y el material de construcción del equipo en contacto con el mismo.

CUBETO: espacio que rodea al tanque y está confinado por medio de taludes o paredes de retención para evitar la salida de producto

ELECTRÓLITO: es cualquier sustancia que contiene iones libres, los que se comportan como un medio conductor eléctrico.

ESPESOR NOMINAL: es el espesor seleccionado como el comercialmente disponible y no puede ser nunca menor que el espesor de diseño.

ESPESOR DE CORROSIÓN PERMISIBLE: es el valor que se aumenta el espesor requerido, para compensar las pérdidas de material durante la vida útil.

FICHA DE DATOS: es el documento en el que se definen las dimensiones, datos de diseño y características generales de un tanque atmosférico.

MANIFOLD: parte del sistema de tuberías de cargue, descargue o manejo de productos, en el cual confluyen varios tubos y válvulas, por lo que también se le conoce como "múltiple de cargue".

NIVEL DE DISEÑO: es la altura o nivel del producto manejado, medida desde el fondo del tanque, considerada para el diseño.

INSPECTOR: un representante del departamento de integridad mecánica de la organización, quien es responsable por las funciones de aseguramiento y control de calidad, tales como procesos de soldadura, ejecución del contrato, etc.

NORMA: conjunto de reglas para el dimensionamiento y cálculo de accesorios.

OXIDACIÓN: proceso de pérdida de electrones experimentada por un elemento o un ion en beneficio de otro (oxidante). En los compuestos esta acción también se manifiesta por la ganancia de oxígeno u otro elemento electronegativo, o por la pérdida de hidrógeno u otro elemento electropositivo

PLANCHAS: materiales metálico fabricados mediante el proceso de laminación del acero de forma generalmente rectangular

PRESIÓN ATMOSFÉRICA: es producida por el peso del aire y su valor depende de la altura del sitio indicado sobre el nivel del mar.

PRESIÓN DE DISEÑO: es la presión manométrica considerada para efectuar los cálculos.

PRESIÓN DE OPERACIÓN: presión manométrica a la cual estará sometido el tanque en condiciones normales de trabajo.

PRESIÓN DE PRUEBA: valor de la presión manométrica que sirva para realizar la prueba hidrostática o neumática.

RECIPIENTE: depósito cerrado que aloja un fluido a una presión manométrica diferente a la atmosférica, ya sea positiva o negativa.

TANQUE: depósito diseñado para almacenar o procesar.

VELOCIDAD DE CORROSIÓN: se expresan cómo pérdida de metal en mils/año.

RESÚMEN

En el presente trabajo se elaboró un Plan de Mantenimiento de Tanques de Almacenamiento en la Refinería Estatal Esmeraldas, con la finalidad de garantizar eficiencia, disponibilidad, confiabilidad y seguridad, realizando un estudio de los factores que influyen en la operación de los mismos, analizando la situación actual del tanque seleccionado para el análisis en servicio y fuera de servicio, aplicando diferentes procedimientos de inspección técnica en base a la norma API 650 y 653, utilizando ensayos no destructivos, considerando las características y propiedades físico-químicas del producto de almacenamiento y su influencia en la vida útil del tanque.

De los resultados obtenidos se describe los principales modos de falla, evaluación de partes críticas en los componentes del tanque, lo que nos permite dar soluciones rápidas y eficientes, con los bancos de tareas de mantenimiento de las cuatro fases en las que puede encontrarse el tanque, donde constan métodos, procedimientos, frecuencias, herramienta, materiales, equipos y personal requerido para la aplicación de las tareas, obteniendo un efectivo plan de mantenimiento, lo que garantizan el correcto funcionamiento.

El estudio desarrollado pretende que al ser aplicado sirva para manipular y mantener en óptimas condiciones el tanque de techo flotante Y-T8060, de manera que permita asegurar la funcionalidad a lo largo de su vida útil, disminuyendo costos y logrando una máxima eficiencia y seguridad.

ABSTRACT

In the present research, was elaborated a maintenance plan storage tanks in State of Esmeraldas Refinery, for guarantee efficiency, availability, reliability and security, making a studio of the factors influencing in the operation thereof, analyzing the present situation of the selected tank for the analysis in and out of service, applying different procedures of technical inspection based on the standard API 650 and 653, using non-destructive essays, considering the features and physico-chemical properties of product storage and its influence in the life of the tank.

Of the results obtained are described the main failures mode, evaluation of critical parts in the tank components, to give quickly and efficient solution, with maintenance banks of the four phases on which may find the tank, where methods, procedures, frequencies, tool, materials equipment and personal required for the applying of the tasks, obtaining an effective maintenance plan, ensuring correct operating.

The application of the developed studio pretends manipulate and maintain in optimal conditions of floating roof tank Y-T8060, ensuring the functionality during its useful life, decreasing costs and reaching maximum efficiency and security.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El almacenamiento de los derivados del petróleo constituye un elemento de sumo valor en la explotación de los servicios de hidrocarburos ya que actúa como un pulmón entre producción y transporte para absorber las variaciones de consumo, brindando flexibilidad operativa a la Refinerías.

La Refinería como Industria Petrolera maneja productos de hidrocarburos por lo que es necesario utilizar distintos tipos de recipientes para almacenar una gran variedad de productos como Crudo y sus derivados.

Las características propias de los derivados del petróleo, hace que las áreas donde se manejan y almacenan estos productos, dentro de las instalaciones industriales de la Refinería Estatal Esmeraldas, sean de diferentes tipos dependiendo del producto que contenga el tanque así tenemos los tanques de almacenamiento de techo fijo y techo flotante.

1.2 Justificación

Debido a la importancia de los tanques dentro de la Refinería se requiere contar con equipos, materiales, procedimientos y personal adecuado para realizar las diferentes actividades que garantice la confiabilidad de los mismos.

Por lo antes expuesto, se hace indispensable contar con un plan de mantenimiento en los tanques de almacenamiento que garantice su disponibilidad, este plan de mantenimiento debe ser ejecutado mediante acciones planificadas y programadas, tomando en cuenta los requerimientos de materiales, repuestos, herramientas y talento

humano necesarios para la ejecución de dichas acciones, las cuales están encaminadas a incrementar la confiabilidad y disponibilidad de los tanques, optimización de los recursos asignados a las diferentes acciones de mantenimiento y la reducción de costos por pérdidas de producción, demostrando de esta manera el mejoramiento continuo.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo General.* Realizar el Plan de mantenimiento de tanques de almacenamiento de la Refinería Estatal Esmeraldas.

1.3.2 *Objetivos específicos.*

Analizar la situación actual del tanque de almacenamiento.

Elaborar la ficha técnicas de datos y características del tanque de almacenamiento.

Determinar de las propiedades físico químicas del producto de almacenamiento.

Diagnosticar el estado técnico actual del tanque de almacenamiento motivo de análisis.

Elaborar un banco de tareas y frecuencias para la ejecución del mantenimiento e inspecciones en el tanque de almacenamiento.

Determinar técnicas de seguridad.

CAPÍTULO II

2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

2.1 Marco teórico de los tanques de almacenamiento

La Refinería Estatal Esmeraldas (REE) es una industria de refinación del petróleo que convierte materiales naturales crudos, como el petróleo crudo y el gas natural, en productos útiles comercializables, está ubicada en la Ciudad de Esmeraldas Provincia de Esmeraldas, República del Ecuador, tiene un clima húmedo tropical con humedad relativa del 90%, se encuentra a 24,5 metros de elevación sobre el nivel del mar, teniendo una pluviosidad variable.

La Refinería Estatal Esmeraldas fue diseñada y construida entre 1975 y 1977 para procesar 55.000 barriles por día (BPD). Su primera ampliación, a 90.000 BPD se produjo en 1987 y en 1997 se amplió su capacidad de procesamiento a 110.000 BPD, adaptándose para procesar crudos más pesados y de menor calidad e incorporando nuevas unidades para mejorar la calidad de los combustibles y minimizar el impacto ambiental.

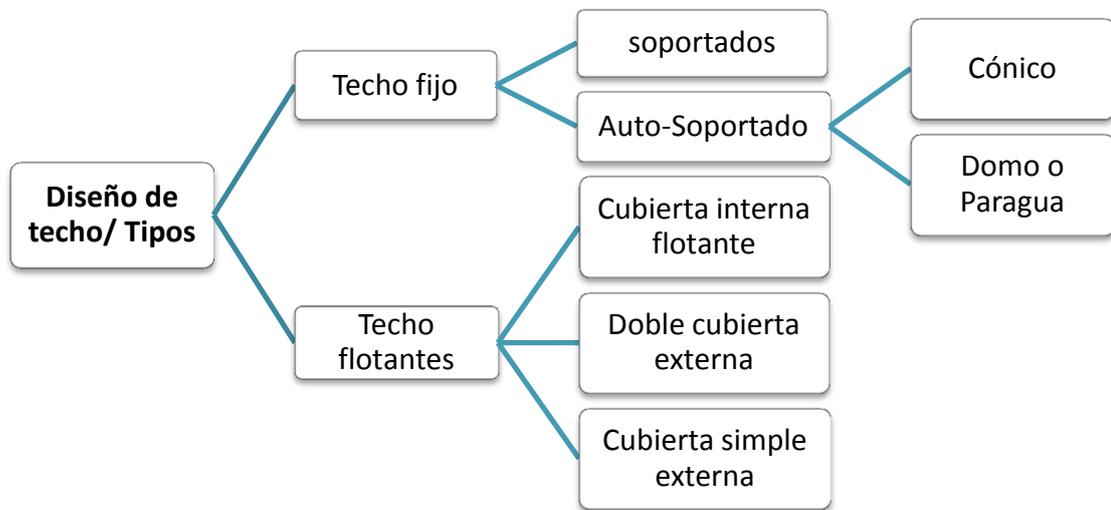
El almacenamiento de hidrocarburos en la Refinería constituye un elemento muy importante por lo que es necesario utilizar distintos tipos de recipientes para almacenar una gran variedad de productos como crudo y sus derivados, en la Refinería los tanques de almacenamiento pertenecen a la Unidad de SETRIA (Servicio de Transferencia y Almacenamiento.)

La construcción de tanques de almacenamiento debe estar estrictamente apegada a normas establecidas por el API 650 (American Petroleum Institute), estos tanques permiten almacenar la producción hasta que existe un mercado para su venta o exista otro proceso de refinación. El material del cual están contruidos, debe poseer características como: resistencia a la corrosión tanto a la atmosfera que la rodea y al

producto que contiene, a la tensión, presión, etc. Su construcción está en función del volumen que van a almacenar, entre otros aspectos. Los tanques de mayor uso son los de acero.

Esta norma clasifica a los tanques en diferentes tipos, según el diseño del techo como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Clasificación de tanques de almacenamiento según el diseño del techo



Fuente: Autor

Los tanques de techo fijo consta de una armazón cilíndrica de acero con un cono o domo en el techo que es permanentemente fijo a la armazón del tanque, de los diseños de tanques usados actualmente, los tanques de techo fijo son los menos costosos. Los tanques son construidos totalmente con soldadura, sin embargo los tanques antiguos pueden ser remachados o empernados.

Los tanques de techo flotante son diseñados para poder deslizar verticalmente el techo dentro del armazón del tanque, ya que este tipo de tanques el techo descansa sobre la superficie del líquido, proporciona una mínima constante de vacío entre la superficie del producto almacenado y el techo y así sirve de sello constante entre la periferia del

tanque y el techo flotante estas pueden ser fabricadas en un tipo que está expuesto al medio ambiente o un tipo que está dentro de un techo fijo.

Los tanques de techo flotante interno con un techo fijo externo son usados en áreas de pesadas nevadas desde que la acumulación de nieve o agua afecta la operación de la flotabilidad [1].

En la Figura 2 podemos observar los diferentes tipos de tanques existentes en la Refinería

Figura 2. Tanques de almacenamiento.



Fuente: Autor

De acuerdo al diseño los tipos de tanques en relación a la presión la norma clasifica de la siguiente manera [2]

Atmosféricos y baja presión $P < = 2.5$ PSIG.

- Techo fijo
- Techo flotante
- Techo abierto

Media Presión: $25 < P < = 15$ PSIG

- Refrigerados
- No refrigerados

Presurizados $P > 15$ PSIG

- Cilindros
- Esferas

Mientras que los productos de almacenaje los clasifica así:

- *Clase A.*- Productos licuados cuya presión absoluta de vapor a 15 °C sea superior a un bar.

Según la temperatura a que se los almacena puede ser considerada como:

- *Subclase A1.*- Productos de la clase A que se almacenan licuados a una temperatura inferior a 0 °C
- *Subclase A2.*- Productos de la clase A que se almacenan licuados en otras condiciones.
- *Clase B.*- Productos cuyo punto de inflamación es inferior a los 55 °C y no están comprendidos en la clase A.

Estos productos de acuerdo a su punto de inflamación se clasifican en:

- *Subclase B1.*- Productos de clase B cuyo punto de inflamación es inferior a los 35°C
- *Subclase B2.*- Productos de la clase B cuyo punto de inflamación es igual o superior a los 38°C e inferior a los 55°C
- *CLASE C.*- Producto cuyo punto de inflamación está comprendido entre 55°C y 100°C
- *Clase D.*- Productos cuyo punto de inflamación es superior a los 100°C

Los tanques de techos fijos son utilizados para almacenamiento de líquidos combustibles Clase C, estos son líquidos con punto de inflamación mayor o igual a 55°C y menor a 100 °C, líquidos combustibles Clase D, estos son líquidos con punto de inflamación mayor o igual a 100°C.

Los tanques de techos flotantes son utilizados para almacenamiento de líquidos combustibles CLASE B2, estos son líquidos con puntos de inflamación de mayor o igual 38°C y menor que 55°C , Líquidos combustibles CLASE B1, estos son líquidos con puntos de inflamación menor 38°C , o para Productos que se almacenen a temperaturas inferiores a 15°F de su temperatura de inflamación y de alta volatilidad como son: alcohol, gasolinas y combustibles en general [3]

Los tanques de almacenamiento se construyen bajo especificaciones de la norma ASTM dentro de la variedad de aceros que existen en el mercado entre los materiales más utilizados tenemos:

A-36.- Acero estructural. Sólo para espesores iguales o menores de 38 mm (1 1/2 pulg.). Este material es aceptable y usado en los perfiles, ya sean comerciales o ensamblados de los elementos estructurales del tanque.

A-131.- Acero estructural.

GRADO A para espesor menor o igual a 12.7 mm (1/2 pulg.)

GRADO B para espesor menor o igual a 25.4 mm. (1 pulg.)

GRADO C para espesores iguales o menores a 38 mm. (1-1/2 pulg.)

GRADO EH36 para espesores iguales o menores a 44.5 mm. (1-3/4 pulg.)

A-283.- Placas de acero al carbón con medio y bajo esfuerzo a la tensión

GRADO C Para espesores iguales o menores a 25 mm. (1 pulg.).

Este material es el más socorrido, porque se puede emplear tanto para perfiles estructurales como para la pared, techo, fondo y accesorios del tanque.

A-285.- Placa de acero al carbón con medio y bajo esfuerzo a la tensión.

GRADO C Para espesores iguales o menores de 25.4 mm. (1 pulg.). Es el material recomendable para la construcción del tanque (cuerpo, fondo, techo y accesorios principales), el cual no es recomendable para elementos estructurales debido a que tiene un costo relativamente alto comparado con los anteriores.

A-53.- GRADOS A Y B. Para tubería en general.

A-106.-GRADOS A Y B. Tubos de acero al carbón sin costura para servicios de alta temperatura. [4]

En el anexo A podemos observar una lista de los diferentes tanques existentes en la Refinería Estatal Esmeraldas donde se encuentra descrita la distribución de los tanques según cada cubeto, producto de almacenamiento, tipo de tanque.

2.2 Ficha de datos y características

El tanque seleccionado para el análisis es Y-T 8060 cuya ficha técnica se muestra en la Tabla 1, contiene los datos más sobresalientes e importantes del tanque el mismo que se encuentra en actualmente fuera de servicio.

Tabla 1. Ficha técnicas de datos y características.

 TANQUES DE ALMACENAMIENTO REE FICHA TÉCNICA DE DATOS Y CARACTERÍSTICAS			
TANQUE N ° :	Y-T8060	UNIDAD:	SETRIA
MARCA:	Tecnología Confiable	NÚMERO DE SERIE:	10708
APENDICE API:	E	EDICIÓN API:	Novena
CONTRATO No:	1170-0318	AÑO DE COSTRUCCIÓN:	1996
FABRICADO POR:	INDUSTRIA ACERO DE LOS ANDES S.A	CUBETO:	3
PLANOS	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO		
Diámetro nominal:	23600mm		
Altura de llenado:	13250mm		
Gravedad Espec. de diseño:	0.72 A 15 ⁰		
Presión de diseño:	ATM		
Temp. máxima de operación:	45 ⁰		
Capacidad nominal:	6400m ³		
Altura nominal:	14600		
Presión de vapor:	52,1 KPa		

Tabla 1. (Continuación)					
PRODUCTO ALMACENADO:			GASOLINA EXTRA		
RATA DE BOMBEO: Llenado: 200 m ³ /ha a 300 m ³ /h Vaciado: 200 m ³ /h a 300 m ³ /h					
ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL :					
Techo: A-283-C		Fondo: A-283-C			
Cuerpo: A-283-C		Estructuras: A-36			
DISEÑO DEL CUERPO: Norma básica API 650 N ° De anillos del cuerpo: 6					
Espesores de planchas del cuerpo en mm					
1^{er} Anillo :	11.11	2^{do} Anillo:	9.53	3^{er} Anillo:	7.93
4^{to} Anillo:	6.35	5^{to} Anillo:	6.35	6^{to} Anillo:	6.35
DISEÑO DEL TECHO:					
-Norma básica API 650 -Apéndice C (techo flotante)- Diafragma Simple					
Plancha del techo		Drenaje sumidero		Tipo de sello	
-Espesor: 4,76mm		-Normal -Articulado		-Pantógrafo de zapata -Doble sello	
-Soldadura: Traslape					
-Carga viva uniforme: 25PSF +10" Agua					
- Temp. Máxima del Techo: 45 ⁰ C					
DISEÑO DEL FONDO: Norma básica API 650					
Plancha del fondo:					
-Espesor : 6,35mm			-Soldadura: Traslape		- Pendiente: TANG ½ hacia afuera 
ACCESORIOS					
Viga de refuerzo contar el viento superior:			Estilo de la escalera:		
-Uso como pasarela - Soportada -Ancho pasarela: 752mm			-Escalera del cuerpo: Fija Tipo: Helicoidal -Escalera del techo: Rodante (Articulada)		
TIPO DE PROTECCIÓN CATÓDICA: Ánodos de sacrificio					
PINTURA					
Cuerpo		Fondo		Estructuras	
-Exterior: __x __SI __NO -Interior: __x __SI __NO -Color: Blanco		-En contacto con el suelo : - __x __SI __NO -Interior: __SI __x __NO -Color: Blanco		-Exterior: __x __SI __NO -Interior: __x __SI __NO -Color: Verde	

Tabla 1. (Continuación)					
Preparación de la superficie cuerpo, estructura, fondo : <input checked="" type="checkbox"/> _X_SI <input type="checkbox"/> _NO					
INSPECCIÓN DE SOLDADURA:					
-Radiografía		-Líquidos penetrantes		-Ultrasonidos	
- Visual		-Caja de Básico			
PRUEBA DE FUGAS :					
Fondo : - Caja de vacío		Techo : - Caja de vacío		Cuerpo: -Hidrostatica	
-Hidrostatica		- Flotabilidad		-Radiográfica	
MANHOLES					
Cuerpo		Techo		Pontones	
Cantidad : 2		Cantidad: 1		Cantidad: 16	
Diámetro : 24"		Diámetro : 24"		Diámetro : 20"	
TUBO GUIA: - Diámetro 8"					
BOQUILLAS DEL CUERPO					
Marca	Tamaño	Tipo	Orientación	Altura desde el fondo	Servicio
N1	12"	Brida	225 ⁰ +240mm	490	Llenado
N2	16"	Brida	225 ⁰	530	Vaciado
N3	6"	Brida	280 ⁰ -500	280	Auxiliar con brida ciega
RTD	11/2"	Brida	6 ⁰	785	Toma de radar
N7A	4"	Brida	208 ⁰	230	Válvula
N7B	4"	Brida	28 ⁰	230	Válvula
N9	11/2"	Brida	218 ⁰	785	Termómetro de campo
N10	6"	Brida	218 ⁰	280	Drenaje del techo
N11	21/2"	Brida	Equidistantes	15207	Cámara de Espuma
PM	2"	Brida	5 ⁰	3235	Toma de presión
PB	2"	Brida	5 ⁰	735	Toma de presión
M1A	24"	Brida	213 ⁰	900	Manhole Cuerpo
M1B	24"	Brida	34 ⁰	900	Manhole Cuerpo

Tabla 1. (Continuación)					
N12	2"	Brida	23 ⁰	180	Transferencia de Slop
BOQUILLAS DEL TECHO					
Marca	Tamaño	Tipo	Orientación	Altura desde el fondo	Servicio
N6	6"	-----	90 ⁰ -270	-----	Venteo Automático, Techo
N8	8"	-----	264,2 ⁰	-----	Tubo guía
M2	24"	Brida	213 ⁰	-----	Manhole Techo
M3	20"		En cada Pontón	-----	Manhole Pontón

Fuente: Autor

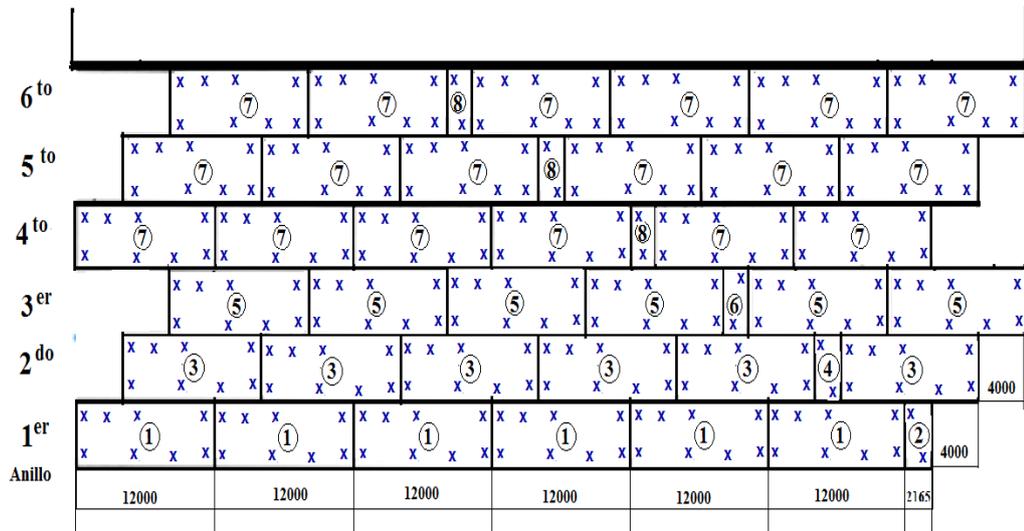
2.3 Estado actual del tanque de almacenamiento seleccionado para el análisis

Para determinar el estado actual del tanque, como una actividad previa a la ejecución de una inspección técnica, se debe consultar los registros técnicos del tanque de almacenamiento como son los planos mecánicos del tanque Y-T8060 Anexo B, información técnica y se realizó una ficha para el historial de averías donde se pudo plasmar la información encontrada Anexo C, el mismo que servirá para que se registre de ahora en adelante los datos que genere el tanque, después de evaluar la información se procedió a realizar la inspección visual y ultrasónica por muestreo de acuerdo a la norma API 653 mediante la medición de espesores en la pared, el techo y el fondo del tanque, con ayuda del equipo de medición DMC2 los cuales proporcionarán información más detallada de las condiciones del tanque. Para la Inspección se ha considerado los componentes principales del tanque.

2.3.1 *Cuerpo del tanque.* En la Figura 3 se muestra los puntos donde fueron tomados las lecturas ultrasónicas, para luego ser tabulados y analizados existen 6 anillos cada uno de ellos está constituido por planchas de diferentes dimensiones unidas por

soldadura , mientras que en la Tabla 2 se expresa la dimensión, peso y material de cada una de las planchas de diseño original.

Figura 3. Diagrama de distribución de planchas de la pared del tanque y mediciones ultrasónicas por muestreo.



Fuente: Autor

Tabla 2. Descripción de las planchas del cuerpo del tanque Y-T 8060.

PLANCHA	CANT	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	P.UNI. (KG)	P.TOTAL (KG)
8	3	PL. 6.35 x 2419 x 4050	A 283 C	258,0	774,0
7	18	PL. 6.35 x 2419 x 5400	A 283 C	1448,0	26064
6	1	PL. 7,93 x 2419 x 2139	A 283 C	323,0	323,0
5	6	PL. 7,93 x 2419 x 12000	A 283 C	1808,0	10848,0
4	1	PL. 9,53x 2419 x 2144	A 283 C	391,0	391,0
3	6	PL. 9,53 x 2419 x 12000	A 283 C	2172,0	13032,0
2	1	PL. 11,11 x 2419 x 2160	A 283 C	457,0	457,0
1	6	PL. 11,11x 2419 x 12000	A 283 C	2533,0	15198,0

Fuente: Autor

Con la finalidad de obtener un alto grado de confiabilidad se realizaron lecturas en todas las planchas descritas anteriormente los datos obtenidos fueron tabulados para estos ser comparados con datos originales de diseño, los valores obtenidos se realizó una evaluación sobre la velocidad de corrosión en las planchas. La velocidad de corrosión es un parámetro que muestra el avance de corrosión en un determinado lapso de tiempo, el mismo que relaciona el espesor medido en la actual inspección con los espesores determinados en épocas anteriores o desde la construcción del tanque, ésta diferencia se la divide por el tiempo de operación en, esto se indica en la fórmula:

$$Vc = \frac{Eo - Em}{T} (1)$$

Dónde:

Vc = Velocidad de corrosión en mm/año.

Eo = Espesor de la plancha original o el espesor medio en la inspección anterior.

Em = Espesor de plancha medido en mm en la inspección actual.

T = Tiempo de servicio en el lapso considerado, medido en años. [5]

El Porcentaje de desgaste nos indica el porcentaje que ha disminuido el espesor de la plancha en un determinado período de tiempo, es el valor mínimo medido respecto al valor nominal.

Tabla 3. Reporte de medición de espesores de planchas del cuerpo del tanque Y-T 8060

ANÁLISIS DE ESPESORES: CUERPO DEL TANQUE Y-T 8060						
Normas aplicables: API 650, API 653						
PUNTO DE MEDICIÓN (planchas)	ESPESOR NOMINAL (mm)	ESPESOR MÁXIMO MEDIDO (mm)	ESPESOR MÍNIMO MEDIDO (mm)	ESPESOR MÍNIMO ACEPTABLE (API 653) (mm)	PORCENTAJE DE DESGASTE %	VELOCIDAD DE CORROSIÓN (mils/año)
1er Anillo	11,1	11,1	9,9	5,54	10,81	0,173
2do Anillo	9,5	9,5	9,4	3,54	1,05	0,019
3er Anillo	7,9	7,8	7,6	2,54	2,56	0,047
4to Anillo	6,4	6,4	6,2	2,54	3,13	0,021
5to Anillo	6,4	6,4	6,3	2,54	1,56	0,007
6to Anillo	6,4	6,3	6	2,54	4,76	0,050
PROMEDIO						0,053

Fuente: Autor

En la Tabla 3 se encuentra el reporte de medición de espesores de planchas del cuerpo del tanque de almacenamiento donde podemos ver el espesor nominal, espesor máximo medido, espesor mínimo medido, espesor mínimo aceptable estipulado en el API 653, porcentaje de desgaste, velocidad de corrosión .

De la cual se observa el promedio de la velocidad de corrosión en la pared del tanque de 0,053mils/año.

La inspección visual indica que existe ataques corrosivos agresivos en los primeros anillos del pie del tanque lado sur, como podemos observa en la figura 4 tiene una considerable reducción del material con presencia de pitting.

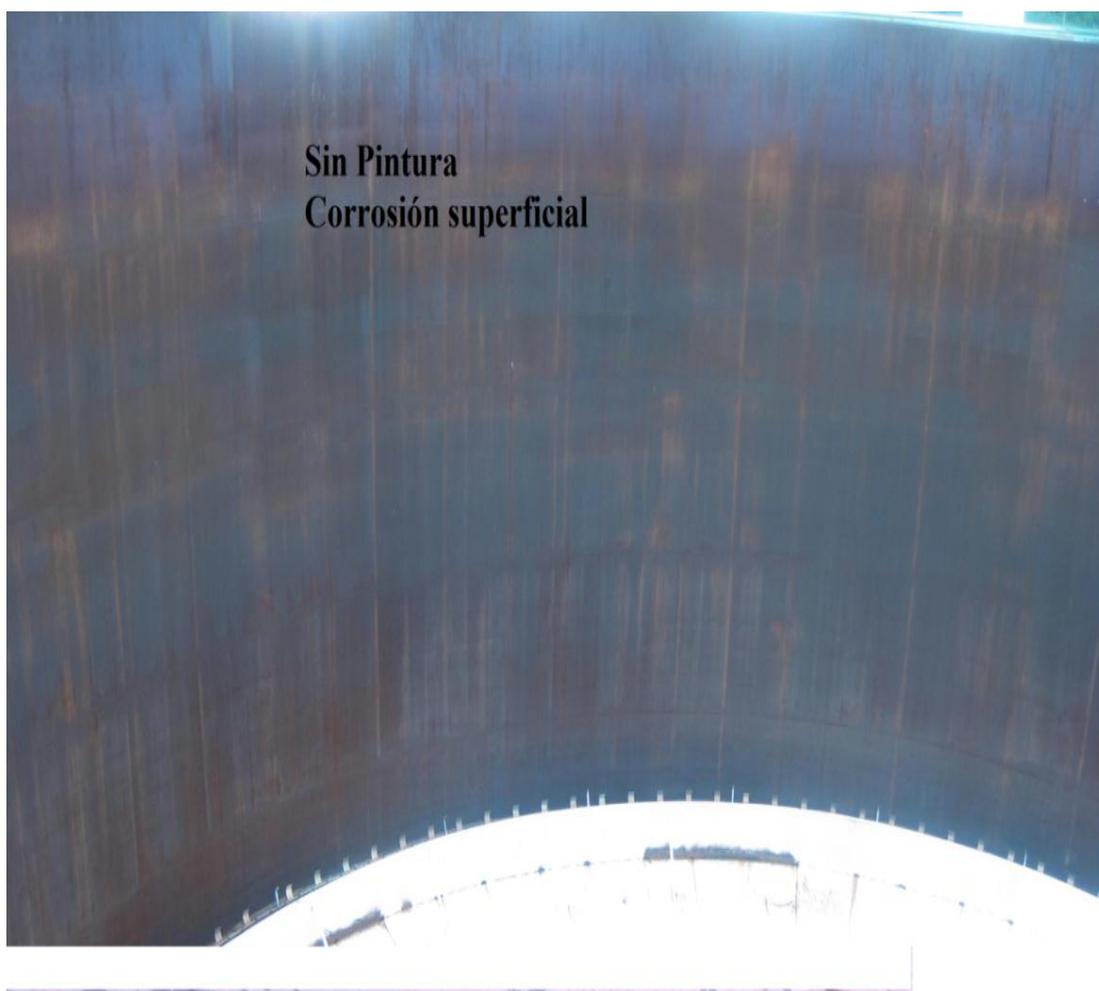
Figura 4. Plancha de cuerpo primer anillo pie del tanque lado sur.



Fuente: Autor

En la figura 5 se puede ver la pared interna del tanque de almacenamiento la misma que presenta en todas las planchas oxidación superficial.

Figura 5. Pared interna del tanque Y-T 8060 lado sur



Fuente: Autor

2.3.2 *Techo del tanque.* Los techos las planchas deben ser inspeccionadas y evaluadas para determinar su estado y hacer su reparación o cambio, según sea necesario.

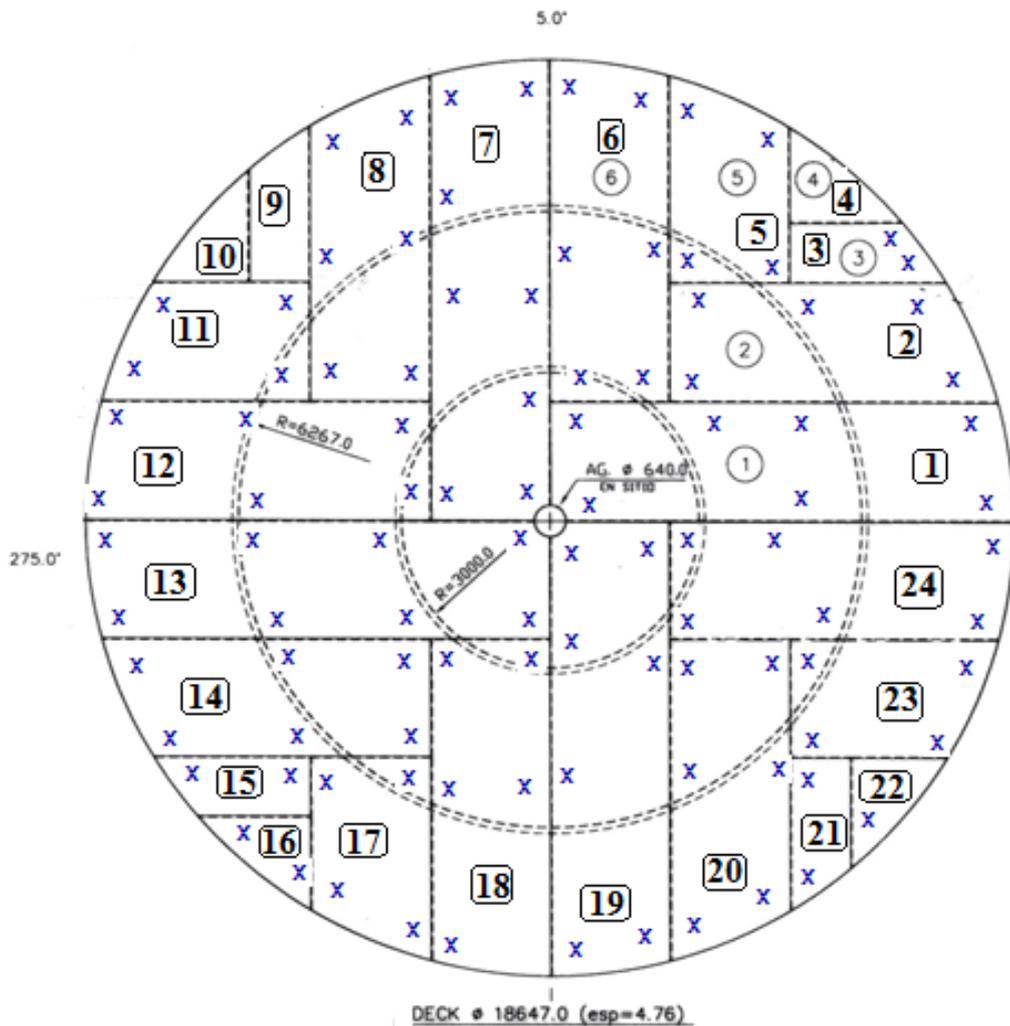
En el techo para la determinación del espesor del techo del tanque se analizó la distribución de las planchas de construcción en a la figura 6 se puedes observar como forman el techo las distintas planchas y los puntos donde se realizó la toma de mediciones de ultrasonido.

Se tomó un mínimo de 6 puntos por cada plancha completa y 4 puntos para las planchas incompletas como indica el API 653, el área aproximada del punto de inspección es un cuadrado de 5 cm por lado.

Con el mismo criterio anterior, se procede a medir los espesores de las planchas, con la finalidad de obtener un alto grado de confiabilidad se realizaron lecturas en todas las planchas los datos obtenidos fueron tabulados para estos ser comparados con datos originales de diseño.

Los valores obtenidos se realizó una evaluación sobre la velocidad de corrosión en las planchas, porcentaje de desgaste en el tiempo determinado de funcionamiento.

Figura 6. Diagrama de puntos de medición y distribución de planchas del techo del tanque Y-T 8060



Fuente: Autor

La Tabla 4 expresa la dimensión, peso y material de cada una de las planchas de diseño original.

Tabla 4. Descripción de planchas del techo del tanque Y-T 8060.

PLANCHA	CANT	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	P.UNI. (KG)	P.TOTAL (KG)
6	4	PL. 6.35 x 2438 x 6920,8	A 283 C	621,2	2484,8
5	4	PL. 6.35 x 2438 x 4191,3	A 283 C	340,8	1363,1
4	4	PL. 6.35 x 2288,3 x 1946,1	A 283 C	84,2	336,8
3	4	PL. 6.35 x 1243 x 3165,3	A 283 C	126,2	504,8
2	4	PL. 6.35 x 2438 x 6605,9	A 283 C	560,9	2243,6
1	4	PL. 6.35x 2438 x 9335,4	A 283 C	841,3	3365,2

Fuente: Autor

La velocidad de corrosión es un parámetro que muestra el avance de corrosión en un determinado lapso de tiempo, el mismo que relaciona el espesor medido en la actual inspección con los espesores determinados en épocas anteriores o desde la construcción del tanque en inspección, ésta diferencia se la divide por el tiempo de operación en consideración, esto se indica en la fórmula 1.

$$Vc = \frac{Eo - Em}{T} \quad (1)$$

Dónde:

Vc = Velocidad de corrosión en mm/año.

Eo = Espesor de la plancha original o el espesor medio en la inspección anterior.

Em = Espesor de plancha medido en mm en la inspección actual.

T = Tiempo de servicio en el lapso considerado, medido en años.

En la Tabla 5 se observa el reporte de medición de espesores de planchas del techo del tanque donde podemos ver el espesor nominal, espesor máximo medido, espesor mínimo medido, espesor mínimo aceptable estipulado en el API 653.

Tabla 5. Análisis de espesores del techo del tanque Y-T 8060

ANÁLISIS DE ESPESORES: TECHO DEL TANQUE Y-T 8060						
Normas aplicables: API 650, API 653						
PUNTO DE MEDICIÓN (planchas)	ESPESOR NOMINAL (mm)	ESPESOR MÁXIMO MEDIDO (mm)	ESPESOR MÍNIMO MEDIDO (mm)	ESPESOR MÍNIMO ACEPTABLE (API 653) (mm)	PORCENTAJE DE DESGASTE %	VELOCIDAD DE CORROSIÓN (mils/año)
1	6,4	6,3	5,2	2,54	17,46	0,164
2	6,4	6,3	5,7	2,54	9,52	0,093
3	6,4	6,3	6	2,54	4,76	0,050
4	6,4	6,4	5,9	2,54	7,81	0,064
5	6,4	6,4	5,8	2,54	9,38	0,079
6	6,4	6,3	5,9	2,54	6,35	0,064
7	6,4	6,4	5,1	2,54	20,31	0,179
8	6,4	6,4	5,3	2,54	17,19	0,150
9	6,4	6,4	5,4	2,54	15,63	0,136
10	6,4	6,4	5,8	2,54	9,38	0,079
11	6,4	6,4	5,1	2,54	20,31	0,179
12	6,4	6,2	5,7	2,54	8,06	0,093
13	6,4	6,3	4,1	2,54	34,92	0,321
14	6,4	6,4	5,5	2,54	14,06	0,121
15	6,4	6,1	5,4	2,54	11,48	0,136
16	6,4	6,4	5,6	2,54	12,5	0,107
17	6,4	6,1	5,7	2,54	6,56	0,093
18	6,4	6,4	5,9	2,54	7,81	0,064
19	6,4	6,3	5,8	2,54	7,94	0,079
20	6,4	6,2	5,7	2,54	8,06	0,093
21	6,4	6,4	6,1	2,54	4,69	0,036
22	6,4	6,4	5,8	2,54	9,38	0,079
23	6,4	6,3	5,6	2,54	11,11	0,107
24	6,4	6,3	5,9	2,54	6,35	0,064
PROMEDIO						0,110

Fuente: Autor

De la cual se observa que la velocidad de corrosión de las planchas del techo del tanque es de 0,110 mils/año.

Figura 7. Lado exterior del techo plancha N⁰ 13 inspección en servicio



Fuente: Autor

Figura 8. Lado exterior del techo plancha N⁰ 13



Fuente: Autor

La inspección visual del techo del tanque se hizo en el tanque en servicio y fuera de servicio.

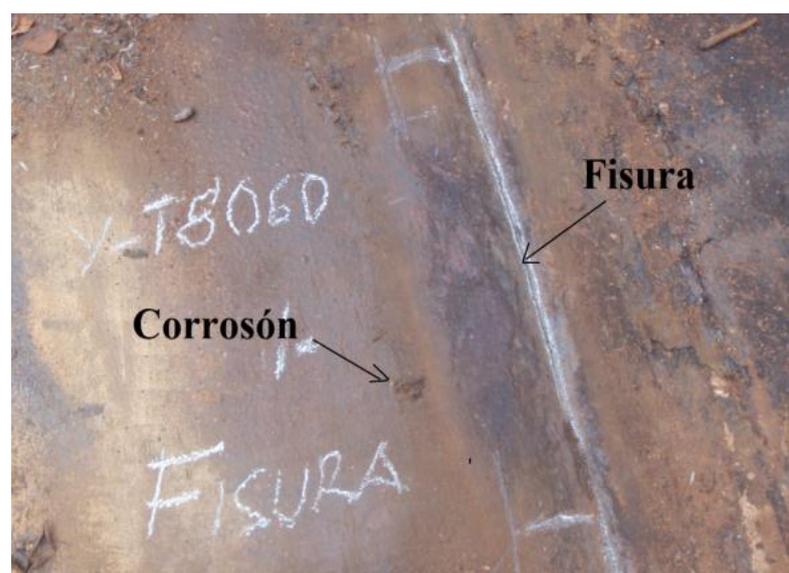
En la figura 7 podemos observar, como existe fuga de producto en la zona de la plancha N° 13, en la figura 8 se observa la perforación existente en la plancha N° 13 producida por corrosión agresiva.

Figura 9. Reparaciones anteriores (parche)



Fuente: Autor

Figura 10. Lado exterior cordón de soldadura del techo plancha N° 13



Fuente: Autor

También existen reparaciones realizadas anteriormente como se aprecia en la figura 9, en la figura 10 se muestra una fisura existente junto al cordón de soldadura, a demás observamos en la figura 11 como presenta corrosión agresiva, pitting.

Figura 11. Lado exterior del techo plancha N° 13



Fuente: Autor

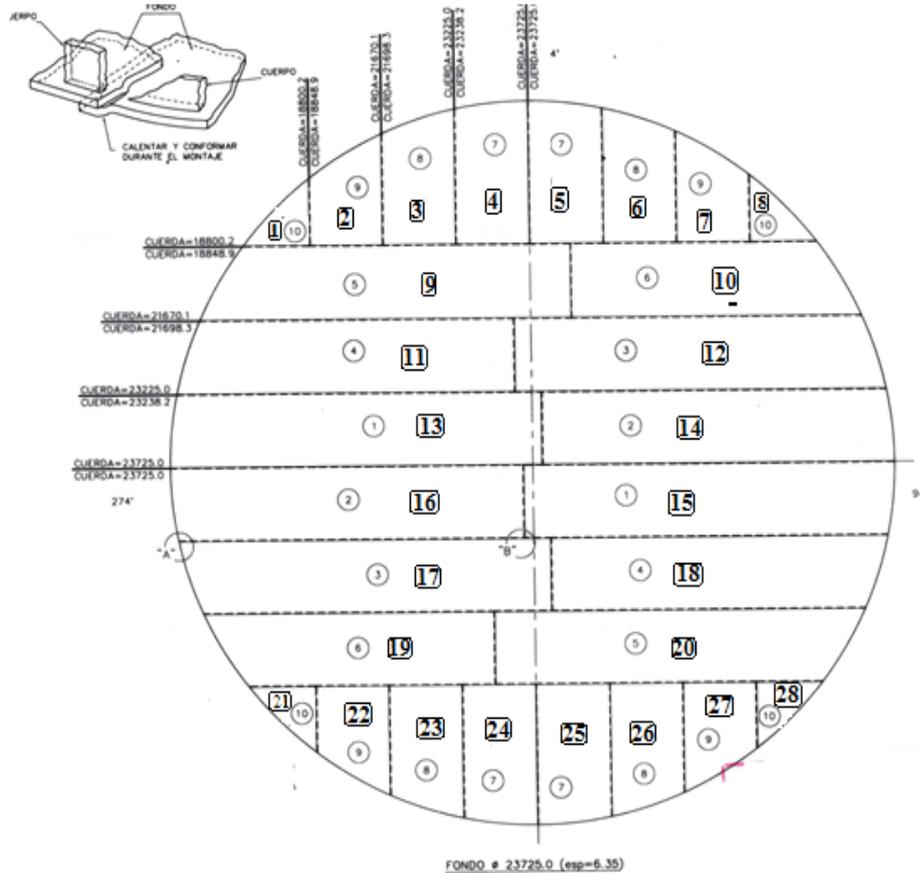
2.3.3 *Fondo del tanque.* En el fondo del tanque se realizó un barrido ultrasónico de aproximadamente un 60 % del área total del tanque, teniendo preferencia en las zonas cerca de los cordones de soldadura.

La figura 12 se muestra la distribución de las planchas del fondo,

Con la finalidad de obtener un alto grado de confiabilidad se realizaron lecturas en todas las planchas descritas anteriormente los datos obtenidos fueron tabulados para estos ser comparados con datos originales de diseño, con los valores obtenidos se realizó una evaluación sobre la velocidad de corrosión en las planchas.

Figura12. Diagrama de medición y distribución de planchas del fondo del tanque Y-T

8060



Fuente: Autor

La Tabla 4 se ve la dimensión, peso y material de cada una de las planchas de diseño original del fondo del tanque.

La velocidad de corrosión es un parámetro que muestra el avance de corrosión en un determinado lapso de tiempo, el mismo que relaciona el espesor medido en la actual inspección con los espesores determinados en épocas anteriores o desde la construcción del tanque en inspección, ésta diferencia se la divide por el tiempo de operación en consideración, esto se indica en la fórmula 1.

$$Vc = \frac{Eo - Em}{T} \quad (1)$$

Dónde:

Vc = Velocidad de corrosión en mm/año.

Eo = Espesor de la plancha original o el espesor medio en la inspección anterior.

Em = Espesor de plancha medido en mm en la inspección actual.

T = Tiempo de servicio en el lapso considerado, medido en años.

Tabla 6. Descripción de planchas del fondo del tanque Y-T 8060.

PLANCHA	CANT	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	P.UNI. (KG)	P.TOTAL (KG)
10	4	PL. 6.35 x 2220,3 x 2220,3	A 283 C	133,8	535,1
9	4	PL. 6.35 x 2438x 3645	A 283 C	363,0	1452,0
8	4	PL. 6.35 x 2438 x 4415	A 283 C	494,9	1979,6
7	4	PL. 6.35 x 2438 x 458,4	A 283 C	556,2	2224,8
6	4	PL. 6.35 x 2438 x 9538	A 283 C	1079,2	2158,4
5	2	PL. 6.35 x 2438 x 12192	A 283 C	1401,8	2803,5
4	2	PL. 6.35 x 2438 x 111077,9	A 283 C	1304,7	2609,4
3	2	PL. 6.35 x 2438 x 12193	A 283 C	1440,1	2880,2
2	2	PL. 6.35 x 2438 x 11564,7	A 283 C	1395,6	2791,2
1	2	PL. 6.35x 2438 x 12192	A 283 C	1471,8	2942,7

Fuente: Autor

En la Tabla 7 se observa el reporte de medición de espesores de planchas del fondo del tanque donde podemos ver el espesor nominal, espesor máximo medido, espesor mínimo medido, espesor mínimo aceptable estipulado en el API 653.

Tabla 7. Análisis de espesores del fondo del tanque Y-T 8060

ANÁLISIS DE ESPESORES: FONDO DEL TANQUE Y-T 8060						
Normas aplicables: API 650, API 653						
PUNTO DE MEDICIÓN (planchas)	ESPESOR NOMINAL (mm)	ESPESOR MÁXIMO MEDIDO (mm)	ESPESOR MÍNIMO MEDIDO (mm)	ESPESOR MÍNIMO ACEPTABLE (API 653) (mm)	PORCENTAJE DE DESGASTE %	VELOCIDAD DE CORROSIÓN (mils/año)
1	6,4	6,4	6	2,54	6,25	0,050
2	6,4	6,4	5,3	2,54	17,19	0,150
3	6,4	6,3	5,9	2,54	6,35	0,064
4	6,4	6,4	5,9	2,54	7,81	0,064
5	6,4	6,4	5,4	2,54	15,63	0,136
6	6,4	6,3	6,1	2,54	3,17	0,036
7	6,4	6,4	5,8	2,54	9,38	0,079
8	6,4	6,4	5,5	2,54	14,06	0,121
9	6,4	6,4	5,4	2,54	15,63	0,136
10	6,4	6,3	5,6	2,54	11,11	0,107
11	6,4	6,4	5,9	2,54	7,81	0,064
12	6,4	6,2	5,3	2,54	14,52	0,150
13	6,4	6,3	5,7	2,54	9,52	0,093
14	6,4	6	6	2,54	0,00	0,050
15	6,4	6,1	5,3	2,54	13,11	0,150
16	6,4	6,4	5,7	2,54	10,9375	0,093
17	6,4	6,1	5,7	2,54	6,56	0,093
18	6,4	6,2	5,9	2,54	4,84	0,064
19	6,4	6,3	6	2,54	4,76	0,050
20	6,4	6,4	5,3	2,54	17,19	0,150
21	6,4	6,4	5,1	2,54	20,31	0,179
22	6,4	6,4	5,9	2,54	7,81	0,064
23	6,4	6,3	5,6	2,54	11,11	0,107
24	6,4	6,3	5,9	2,54	6,35	0,064
25	6,4	6,4	5,5	2,54	14,06	0,121
26	6,4	6,4	5,9	2,54	7,81	0,064
27	6,4	6,3	5,6	2,54	11,11	0,107
28	6,4	6,3	6	2,54	4,76	0,050
PROMEDIO						0,095

Fuente: Autor

De la cual se observa que la velocidad de corrosión de las planchas del fondo del tanque es de 0,095 mils/año.

La inspección visual del fondo del tanque se hizo en el tanque fuera de servicio después de realizar el desalojo y limpieza del producto. Podemos observar en la figura 13 que las planchas de del fondo del tanque se encuentran en buen estado al igual que los discos de asentamiento de los soportes como se observa en la figura 14.

Figura 13. Planchas del fondo.



Fuente: Autor

Figura 14. Disco de asentamiento para soportes de techo



Fuente: Autor

2.3.4 *Cubeto*. Es el espacio que rodea al tanque y está confinado por paredes de retención para evitar la salida de producto, se puede observar en la figura 15 el cubeto lado sur y en la figura 16 el cubeto lado norte, donde se ve que se encuentra con vegetación y maleza seca en su totalidad, esto no permite accesibilidad al tanque y accesorios al pie del tanque.

Figura 15. Cubeto lado sur



Fuente: Autor

Figura 16. Cubeto lado norte.



Fuente: Autor

2.3.5 *Vereda perimetral.* Se construye un aro perimetral de hormigón sobre el que debe apoyar el tanque para evitar hundimiento en el terreno y corrosión de la plancha.

En este tanque no existe vereda perimetral en este tanque como se puede ver en la figura 17, en su lugar existe una vereda de asfalto.

Figura 17. Vereda perimetral lado sur



Fuente: Autor

2.3.6 *Sistema contra incendio.* Cuenta con un sistema que suministra espuma dentro del recipiente, y un sistema que sea capaz de proveer el caudal de agua suficiente para abastecer en una emergencia.

En la figura 18 se puede apreciar la tubería de espuma que es de color amarillo la cual presenta desprendimiento de pintura y ataque corrosivo externo severo. La figura 19 pertenece la tubería de agua de enfriamiento en la que se puede observar envejecimiento de pintura por lo que se encuentra corroída se interna y externamente.

Figura 18. Tubería de espuma



Fuente: Autor

Figura 19. Tubería de agua



Fuente: Autor

2.3.7 Válvulas en la base del tanque.

- Válvulas Principales: Válvulas mediante la cual se lleva a cabo las operaciones de llenado y vaciado de los tanques.
- Válvulas de drenaje del techo: Válvulas mediante las cuales se realizan las operaciones de drenaje de agua del techo.

- Válvula de drenaje de agua de formación: Permite la evacuación de agua depositada en el fondo del tanque. La línea de drenaje está situada muy cerca del fondo. Para eliminar los sedimentos y el agua casi por completo.

Observamos la válvula de descarga figura 20, válvula de llenada figura 21, válvula de drenaje del fondo figura 22, Válvulas de drenaje del techo figura 23; las cuales presentan envejecimiento corrosión y desprendimiento de pintura.

Figura20. Válvula de descarga



Fuente: Autor

Figura 21. Válvula de llenado



Fuente: Autor

Figura 22. Válvula de drenaje del fondo lado norte



Fuente: Autor

Figura 23. Válvulas de drenaje del techo



Fuente: Autor

2.3.8 *Drenaje del techo.* Debido a que es un techo que se encuentra a cielo abierto, debe poder drenar el agua de lluvia que cae sobre él, este tanque posee el sistema de drenaje tubo articulado. Para esto se diseña en un punto bajo donde se debe suministrar un colector con una válvula de retención (check) para prevenir un contraflujo del líquido almacenado en caso de fugas, esta válvula va en el extremo de la tubería, tubería que va por el interior del tanque y en contacto con el producto almacenado, hasta que sale por una válvula de desagüe situada en la parte exterior de la pared del tanque.

Al realizar la visual en el sistema, se encontró el colector del drenaje como se observa en la figura 24 con suciedad la cual no permite el drene del agua provocando estancamiento, el tubo articulado figura 25 presenta desprendimiento de pintura y oxidación.

Figura 24. Colector del drenaje del techo.



Fuente: Autor

Figura 25. Tubo articulado y colector lado interior del tanque techo.



Fuente: Autor

2.3.9 *Pontones y barrera de espuma.* El tanque posee 16 pontones en el techo son compartimientos de aire que permite la flotabilidad del techo, además de proporcionar flotación la cámara de aire del pontón proporciona aislamiento, la barrera de espuma permite que la espuma se acumule entre la pared y la barrera formando un campo hermético.

Figura 26. Pontones lado sur y barrera de espuma



Fuente: Autor

Figura 27. Pontones lado norte y barrera de espuma



Fuente: Autor

En la figura 26 se aprecia una vista superior del lado sur y la figura 27 lado norte de los pontones y barrera de espuma, como podemos ver existe oxidación en los pontones y corrosión en la parte inferior de la barrera de espuma donde forma la junta con el pontón.

2.3.10 *Manholes y boquillas.* Son entradas de hombre que proporciona acceso al interior del tanque, así como para ventilación cuando el tanque esté vacío con tapas herméticas empacadas y atornilladas, el techo, pontones, cuerpo lado sur y cuerpo lado norte poseen manhole y boquilla.

Las figuras 28 boquilla del techo, figura 29 boquilla de pontón, figura 30 boquilla lado sur del cuerpo, figura 31 boquilla lado norte del cuerpo se muestran con sus respectivos manholes, al realizar la inspección visual se determinó que en todas las boquillas y manholes existe presencia de oxidación y desprendimiento de pintura.

Figura28. Boquilla y manhole del techo



Fuente: Autor

Figura 29. Boquilla y manhole del pontón



Fuente: Autor

Figura 30. Boquilla y manhole del cuerpo lado sur.



Fuente: Autor

Figura 31. Boquilla y manhole del cuerpo lado norte



Fuente: Autor

2.3.11 *Poste Guía o Tubo de aforo*. Es un accesorio para centrar y evitar la rotación del techo. Este dispositivo debe ser capaz de soportar las cargas laterales ocasionadas por la escalera del techo, cargas por viento o carga por sismo etc.

Figura 32. Sistema de rodillos del tubo guía



Fuente: Autor

Figura 33. Base del tubo guía



Fuente: Autor

En el sistema de rodillos del tubo Figura 32, existe desgaste de empaques, en la figura 33 se ve la base del poste, donde observamos desprendimiento de pintura y oxidación en la longitud de todo el poste.

2.3.12 *Venteos automáticos y soportes.* Los venteos están acoplada en la cubierta del techo flotante para vetear el aire retenido bajo el techo flotante durante el llenado inicial del tanque. Después de que el líquido se ha elevado lo suficiente para hacer para hacer flotar el techo, el veteo se cierra automáticamente.

Cuando se vacía el tanque el venteo se abre automáticamente justo antes de que el techo se asiente sobre sus soportes para impedir la formación de vacío el tanque posee dos venteos automáticos uno a lado sur del tanque y el otro al lado norte mostrados en la figura 34 y figura 55 respectivamente los cuales presentan desprendimiento de pintura oxidación y en las bases leve corrosión además, existe 12 soportes y todos posee características similares, tanto al interior como exteriormente del tanque, la figura 35 muestra el lado superior del soporte que presentan desprendimiento de pintura y oxidación y en la figura 36 se observa el soporte del lado interior del tanque el mismo que no tiene recubrimiento de pintura y oxidación en su totalidad.

Figura 34. Veteo automática lado sur



Fuente: Autor

Figura 35. Venteo automática lado norte



Fuente: Autor

Figura 36. Soporte lado exterior del tanque



Fuente: Autor

Figura 37. Soporte lado interior del tanque



Fuente: Autor

2.3.13 *Escalera fija, escalera móvil y refuerzo de viento.* La escalera fija que permiten el acceso a la parte superior o techo al igual que la escalera móvil figura 38 que proporciona un acceso seguro desde el borde superior del tanque a la cubierta del techo flotante tienen desprendimiento de pintura y oxidación en peldaños y pasamanos como se ven la figura 39 y figura 40 que muestra los peldaños de la escalera móvil y fija respectivamente además la escalera móvil presenta un mal diseño de riel ya que este hace que la basura y suciedad se acumule entre la riel y la plancha del techo a demás que cubre el colector del drenaje del techo haciendo que acumule de suciedad y provocando estancamiento del agua.

El refuerzo de viento como se ve en la figura 41 es una viga contra el viento para el caso que pueda haber vendavales muy intensos, se la emplea como un corredor o pasarela la misma que se encuentra con desprendimiento de pintura y oxidación superficial tanto el lado superior como inferior del refuerzo figura 42.

Figura 38. Escalera móvil



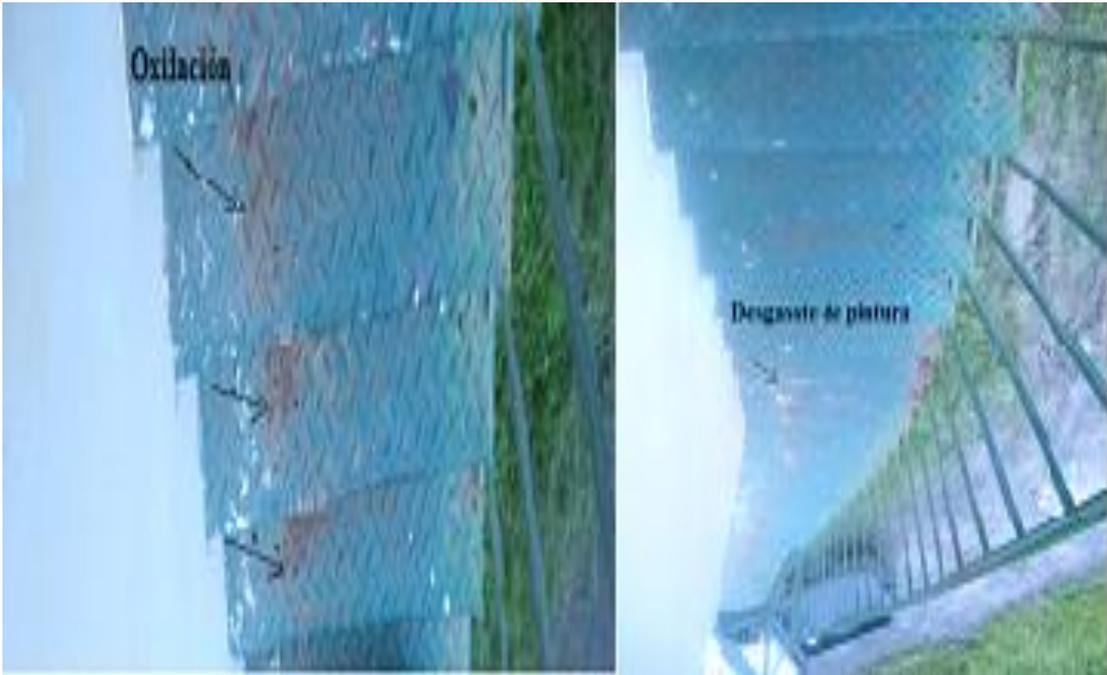
Fuente: Autor

Figura 39. Peldaño de escalera móvil



Fuente: Autor

Figura 40. Peldaños escalera fija.



Fuente: Autor

Figura 41. Refuerzo de viento lado este



Fuente: Autor

Figura 42. Pasarela de refuerzo de viento lado inferior



Fuente: Autor

2.4 Estado actual de los cordones de soldadura del tanque de almacenamiento

Las juntas de soldadura en los tanques son de gran importancia por lo que se realizó inspección en : Juntas verticales figura 43 la misma que se encontró en perfecta condición como establece la norma API 653 donde expone que deberán ser de penetración y fusión completa, de tal forma que se obtenga la misma calidad del metal depositado en el interior y el exterior de las partes soldadas .

Las juntas horizontales figura 44, igualmente se encuentran en condiciones favorables cumpliendo con la norma.

Las placas del fondo son unidas por soldadura de traslape figura 45 el traslape tiene un ancho de por lo menos, 32 mm para todas las juntas, se puede observar que no tiene recubrimiento de pintura y posee oxidación, la unión entre el fondo y las planchas del cuerpo figura 46 es el cordón al que se toma mayor precaución al inspeccionar, es de filete continuo de soldadura y descansa de ambos lados de la placa del cuerpo, el

tamaño de cada cordón es de 12.7mm como establece la norma, no pese recubrimiento de pintura y se nota la presencia de oxidación.

Figura 43. Cordón de soldadura vertical tercer anillo pared externa



Fuente: Autor

Figura 44. Cordón de soldadura horizontal primer anillo pared externa



Fuente: Autor

Figura 45. Cordón de soldadura de fondo



Fuente: Autor

Figura 46. Cordón de soldadura de fondo / pared



Fuente: Autor

2.5 Estado actual de la pintura del tanque de almacenamiento

La pintura es protector para interior y exterior de tanques de almacenamiento, el mal estado de la pintura puede originar una falla prematura en el tanque, por lo que se realizó inspección visual de todo el tanque teniendo como resultado entizamiento,

término utilizado por la empresa para describir el deterioro de la pintura en las paredes del tanque como se observa en la figura 47 que muestra el lado norte de la pared del tanque y la figura 48 el lado sur de la pared del tanque, en el primer anillo figura 49, se puede ver el desprendimiento de pintura, además como se mencionó anteriormente al realizar la inspección de los accesorios del tanque se pudo observar un severo desprendimiento y desgaste de pintura en manholes, boquillas, sistema contra incendio, pontones, barredera de espuma, poste guía, venteos automáticos, soportes, escalera fija, escalera móvil y refuerzo de viento, de igual manera se realizó inspección al interior del tanque figura 50, donde se observa que no existe recubrimiento de pintura tanto en accesorios como en paredes, techo y piso, es decir el recubrimiento de pintura al interior del tanque está totalmente deteriorada.

Figura 47. Pared del tanque T-Y 8060 lado norte



Fuente: Autor

Figura 48. Pared del tanque T-Y 8060 lado sur



Fuente: Autor

Figura 49. Primer anillo del tanque Y-T8060



Fuente: Autor

Figura 50. Techo lado interior del tanque

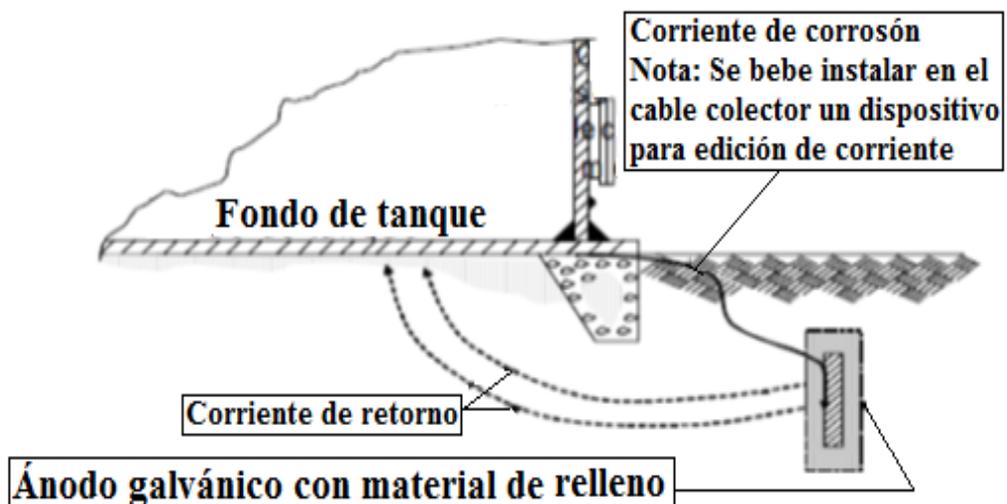


Fuente: Autor

2.6 Estado actual de la protección catódica del tanque de almacenamiento

La corrosión de tanque de almacenamiento de acero con fondo sobre el suelo, pueden reducirse o eliminarse mediante la aplicación apropiada de protección catódica.

Figura 51. Protección catódica con ánodo de sacrificio



Fuente: NRF-017-PEMEX-2007. Protección catódica en tanques de almacenamiento

La protección catódica es una técnica para prevenir la corrosión que hace que todas las superficies del metal a proteger, actúe como el cátodo de una celda electroquímica.

Este tanque posee el sistema de ánodo de sacrificio que utiliza como fuente de corriente la originada por la diferencia de potencial entre el material del ánodo y la estructura a proteger como se ve en figura 51. En este tipo de instalación el material de los ánodos se consume dependiendo de la demanda de corriente, de protección de la estructura a proteger, de la resistividad del electrolito y del material usado como ánodo, durante el proceso de descarga del mismo.

Para los ánodos galvánicos seleccionados para instalaciones sobre el suelo, se deben de utilizar cualquiera de los siguientes materiales aleaciones de magnesio con alto potencial aluminio, zinc, en la figura 52 se observa cómo se instala el ánodo de magnesio junto al tanque.

Figura 52. Instalación de ánodo de magnesio.



Fuente: Autor

Este tanque posee dos protecciones catódicas, en la figura 53 se puede ver las terminales de las protecciones, una al lado norte y otra al sur, para saber si la protección catódica está cumpliendo su función se realizó una toma de potenciales

figurara 54 con ayuda del equipo de medición de protección catódica, en la Tabla 8 se presenta los resultados de las mediciones realizadas donde se indica que en el tanque Y-T 8060 las protecciones tanto en el lado sur como en el norte se perdió la protección catódica.



Fuente: Autor

Figura 54. Toma de potenciales protección catódica



Fuente: Autor

Tabla 8. Potenciales protección catódica

 POTENCIALES PROTECCIÓN CATÓDICA								
N° CUBETO	TANQUES	PRODUCTO	DIAMETR Ø (mm)	TOMAS DE MEDICIÓN (mV)				OBSERVACION
				N	S	E	O	
3	Y-T 8060	GASOLINA EXTRA	23600	0,60	0,65	-	-	Se perdió la protección catódica
<p>Nota: Valores entre 0,85 mV y 1,7 mV en la protección esta en buen estado y cumpliendo su función, en el caso de que se encuentre en rangos menores a 0,85 mV se ha perdido la protección catódica.</p>								

Fuente: Autor

Al término de cada inspección se debe elaborar un reporte de inspección, para calificar y determinar el estado técnico cada componente bajo las normas de criterios de aceptación.

Se elaboró el formato de reporte de inspección Tabla 9 , donde cada parte del tanque muestra su estado técnico con sus respectivas observaciones, en la Tabla10 se muestra el reporte de inspección de trabajos para liberación del tanque, son actividades que se realizaron previas a la inspección interna del tanque.

El análisis de la situación del tanque de almacenamiento y de su entorno, nos ayuda a ver las características de funcionamiento y los recursos con que cuenta, falencias que presenta.

En esta etapa descubrimos qué es lo que realmente estamos haciendo, y cómo lo estamos desarrollando. Nos interesa conocer cuáles son las partes del equipo con sus respectivas características, y así saber como va encaminado el plan de mantenimiento.

Tabla 9. Reporte de inspección del tanque de almacenamiento

 REPORTE DE INSPECCIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO					
Tanque:	Capacidad:	Producto:	Especificación del Material :	Diámetro:	Altura:
Y-T8060	6400m ³	GASOLINA EXTRA	A-283-C	23600mm	14600mm
PARTE DEL TK		ESTADO ACTUAL			OBSERVACIONES
		B	R	M	
Cubeto.			x		<ul style="list-style-type: none"> - Basura (Maleza seca) - Vegetación abundante. - Accesorios del pie del tanque cubiertas por maleza.
Conexiones a Tierra		x			- S/N
Base.		x			- S/N
Vereda perimetral.				x	- No existe vereda perimetral en su lugar hay una vereda de asfalto.
Protección catódica.				x	<ul style="list-style-type: none"> - Contactos y terminales sucios. - Ánodo de sacrificio saturado.
Planchas de cuerpo.			x		<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste generalizado de las capas de pinturas. - Desprendimiento de pintura en unión con accesorios. - Corrosión al sur del pie del tanque. - Pitting. - Socavados.
Escalera fija.			x		<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste de pintura. - Oxidación
Manholes y boquillas.			x		- Desprendimiento de pintura.

Tabla 9. (Continuación)

PARTE DEL TK	ESTADO ACTUAL			OBSERVACIONES
	B	R	M	
Tuberías de procesos dentro del cubeto.		x		<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste de pintura - Oxidación
Sistema contra incendio.			x	<ul style="list-style-type: none"> - Ataque corrosivo interior de la tubería de agua de enfriamiento - Ataque corrosivo exterior de la tubería de espuma
Válvulas en la base del tanque.			x	<ul style="list-style-type: none"> - Envejecimiento de válvulas , corrosión
Planchas del Techo.			x	<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste de pintura en general. - Oxidación en general. - Ataque corrosivo agresivo, (Pitting, bajo riel). - Perforación de plancha N⁰13 lado este (bajo el riel). - Deformación de planchas (bajo el riel). - Parcheo en un 40 % de la plancha N⁰13 lado oeste. - Parcheo en un 10% de plancha lado sur N⁰19.
Pontones.	x			<ul style="list-style-type: none"> - Desgaste de pintura. - Oxidación.
Drenaje del techo.		x		<ul style="list-style-type: none"> - Dificulta la accesibilidad al sistema por riel de escalera. - Suciedad en todo el sistema - Desgaste de pintura en tubería articulada. - Oxidación.
Poste Guía.	x			<ul style="list-style-type: none"> - Oxidación. - Desgaste de empaque sistema de rodillos

Tabla 9. (Continuación)

PARTE DEL TK	ESTADO ACTUAL			OBSERVACIONES
	B	R	M	
Venteos automáticos.	x			- Desgaste de pintura. - Oxidación.
Soportes.	x			- Desgaste de pintura. - Oxidación.
Escalera Móvil.		x		- Desgaste de pintura - Oxidación. - Mal diseño de la riel
Refuerzo de viento.	x			- Desgaste de pintura. - Oxidación.
Sello.	x			- S/N
Barrera de Espuma.	x			- Desgaste de pintura. - Oxidación.
Planchas de fondo.		x		- Desgaste de pintura. - Oxidación.
Cordón de soldadura Pared /Piso.	x			- Desgaste de pintura. - Oxidación.
Soldaduras entre planchas del piso.	x			- Desgaste de pintura. - Oxidación.
Tuberías y colector del piso.	x			- Desgaste de pintura. - Oxidación.

Tabla 9. (Continuación)					
PARTE DEL TK	ESTADO ACTUAL			OBSERVACIONES	
	B	R	M		
NOTA:					
SIMBOLOGIA B =Bueno R =Regular M =Malo S/N = Sin Novedad	Inspector Líder: Ing Jorge Vásquez			FECHA: 20/06/2012	
	Ayudante de inspector: Ing. Diego Argandoña Erika Sanaguano			HORA:	

Fuente: Autor

Tabla 10. Reporte de inspección de trabajos para liberación del tanque

 REPORTE DE INSPECCIÓN DE TRABAJOS PARA LIBERACIÓN DEL TANQUE						
Tanque:	Capacidad:	Producto:	Especificación del Material :	Diámetro:	Altura:	
Y-T8060	6400m ³	GASOLINA EXTRA	A-283-C	23600mm	14600mm	
PARTE DEL TK :			ESTADO ACTUAL		OBSERVACIONES	
			B	R		M
Delimitar área restringida para mantenimiento de tanque.			x			S/N
Instalación de bridas siegas en tuberías conectada al tanque.			x			S/N
Bombeo del producto hasta dejar en un nivel mínimo de succión.			x			S/N

Tabla 10. (Continuación)				
PARTE DEL TK :	ESTADO ACTUAL			OBSERVACIONES
	B	R	M	
Apertura de manholes del tanque.	x			S/N
Desalojo de producto remanente.	x			S/N
Desalojo de lodos del tanque sin ingreso de personal.	x			S/N
Evacuación de lodos.	x			S/N
Iluminación Interna del tanque.	x			S/N
Lavado Interior del Tanque.	x			S/N
SIMBOLOGIA	Inspector Líder: Ing. Jorge Váscones			FECHA:
B =Bueno R =Regular M =Malo S/N = Sin Novedad	Ayudante de inspector: Ing. Diego Argandoña Erika Sanaguano			HORA:

Fuente: Autor

CAPÍTULO III

3. CARACTERÍSTICAS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS DEL PRODUCTO DE ALMACENAMIENTO

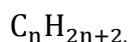
3.1 Gasolina extra

La gasolina es un producto obtenido en la destilación fraccionada del petróleo crudo.

Está formada de una mezcla de hidrocarburos de peso molecular no muy elevado estas son las naftas de todos los grupos, productos obtenidos en procesos de destilación atmosférica, craqueo catalítico y reformación catalítica. Estas fracciones están combinadas de acuerdo a las normas técnicas del INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), especialmente en lo referente al contenido de hidrocarburos aromáticos por ser considerados altamente cancerígenos. [6]

3.1.1 *Composición química de la gasolina.* Las gasolinas son los primeros combustibles líquidos que se obtienen del fraccionamiento del petróleo. Tienen componentes hidrocarbonados de C4 a C10 y una temperatura de destilación de entre 30 y 200°C.

La gasolina formado por moléculas de carbono e hidrógeno normalmente tienen entre 7 y 11 átomos de carbón unidos a los átomos de hidrógeno. En el petróleo, los átomos de carbono se encuentran unidos por cadenas de diferentes longitudes; por lo que las moléculas con distintas longitudes presentan propiedades y comportamientos diversos. La gasolina está formada por hidrocarburos que pertenecen a la familia de los alcanos cuya configuración química es:



De este arreglo podemos obtener la siguiente lista de hidrocarburos

1. $(n = 1)CH_4$ Metano
2. $(n = 2)C_2H_6$ Etano
3. $(n = 3)C_3H_8$ Propano
4. $(n = 4)C_4H_{10}$ Butano
5. $(n = 5)C_5H_{12}$ Pentano
6. $(n = 6)C_6H_{14}$ Exano
7. $(n = 7)C_7H_{16}$ Heptano
8. $(n = 8)C_8H_{18}$ Octano

Las primeras cuatro cadenas de alcanos (metano, etano, propano y butano) son gases. A partir de estas y hasta llegar al C18 son líquidos a temperatura ambiente y las cadenas después del C19 son sólidos a temperatura ambiente.

Las cadenas en el rango de C5 al C7 son líquidos muy ligeros que se evaporan con facilidad y son usados como solventes líquidos de limpieza. Las cadenas contenidas en el rango de C7 a C11 son mezcladas para formar la gasolina [7]

- **Naftas.** La nafta se obtiene por un proceso llamado fluid catalytic cracking FCC de gasoil pesado. Si no está refinada puede tener hasta 1000 ppm de azufre. Tiene alrededor de un 40% de aromáticos y 20% de olefinas cuyo punto de ebullición se encuentra aproximadamente entre 28 y 177 °C (umbral que varía en función de las necesidades comerciales de la refinería). A su vez, este subproducto se subdivide en nafta ligera (hasta unos 100 °C) y nafta pesada (el resto), la nafta ligera es uno de los componentes de la gasolina, con unos números de octano en torno a 70, la nafta pesada no tiene la calidad suficiente como para ser utilizada para ese fin, y su destino es la transformación mediante reformado catalítica, proceso químico por el cual se obtiene también hidrógeno, a la vez que se aumenta el octanaje de dicha nafta.
- **Aditivos.** Existen multitud de compuestos que se añaden o pueden ser añadidos en pequeñas proporciones a las gasolinas con objeto de mejorar algún aspecto del comportamiento de las mismas. Entre ellos podemos citar:
- **Antioxidantes.** Se utilizan para evitar que los hidrocarburos inestables absorban oxígeno o se combinen entre sí para formar compuestos resinosos pesados .Los

antioxidantes pueden actuar por medio de diferentes mecanismos, deteniendo la reacción en cadena de oxidación., eliminando el oxígeno atrapado o disuelto en el producto, o el presente en el espacio que queda sin llenar en los envases, el denominado espacio de cabeza, eliminando las trazas de ciertos metales, como el cobre o el hierro, que facilitan la oxidación, los antioxidantes frenan la reacción de oxidación, pero a costa de destruirse ellos mismos. El resultado es que la utilización de antioxidantes retrasa la alteración oxidativa, pero no la evita de una forma definitiva.

- **Desactivadores de metales.** Se utiliza a menudo para impedir que la gasolina reaccione con los metales del tanque de almacenamiento o con los del circuito de alimentación y del depósito del vehículo.
- **Compuestos fosforados.** Se hace amplio uso de ellos con el fin de controlar la inflamación superficial. Los depósitos metálicos de la gasolina, pueden combinarse con los de la cámara de combustión produciendo la inflamación a una temperatura inferior a la normal.
- **Demulsificantes.** Que favorecen la decantación del agua emulsionada o suspendida.
- **Anticongeladores.** La humedad contenida en el aire puede provocar la formación de hielo en el carburador a determinadas temperaturas. Para evitar este efecto, algunas compañías petrolíferas añaden sustancias anticongelantes como alcoholes especialmente seleccionados y tratados, los cuales actúan hasta que la temperatura del carburador es suficientemente elevada para impedir la formación de hielo.
Mejoradores de combustión, que disminuyen la tendencia a la detonación (aumenta el octano).
- **Odorante.** Que enmascaran el olor del producto.
- **Trazadores.** Que sirven para identificar los productos.
- **Detergentes.** Que previenen la formación de depósitos en el motor.
- **Dispersantes:** Que previenen la formación de depósitos en el motor y mantienen en suspensión las sustancias potencialmente generadores de los mismos
- **Controladores de depósitos.** Actúan como detergentes/dispersantes y, además eliminan los depósitos previamente generados. [8]

3.1.2 *Formulación.* Todas las gasolinas que produce la Refinería Estatal de Esmeraldas, no poseen una composición semejante, ya que la composición varía con la calidad y la disposición de varias naftas almacenadas en dicha refinería, como son: Nafta Liviana, Nafta Pesada, Nafta Isomerizada, Nafta Reformada, Nafta Tratada. Todas estas naftas se mezclan con agitación continua aproximadamente 6 horas para así obtener la Gasolina Extra y Súper. Estas fracciones están combinadas de acuerdo a las normas técnicas del INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización), especialmente en lo referente al contenido de hidrocarburos aromáticos por ser considerados altamente cancerígenos.

3.2 Propiedades de la gasolina extra

3.2.1 *Densidad API.* Densidad de grados API consiste en una unidad de densidad adoptada por el Instituto Americano del Petróleo (API) desde años atrás. Según la escala API, cuanto más alto el índice, menos la densidad del crudo. La mayoría de los crudos se encuentran entre los 27 y 40 grados API; crudos con valores inferiores a 27 grados API se consideran pesados y aquellos por sobre los 40 grados API, livianos. En el caso de la gasolina que se encuentra sobre los 40 grados API es un producto liviano. [9]

3.2.2 *Potencia calorífico.* Denominada también poder calorífico, es la cantidad de calor que se desprende de la combustión completa de 1 kg de gasolina, y es tanto menor cuanto más aumenta su peso específico.

3.2.3 *Volatilidad.* Está representada por la curva de destilación (algunos de cuyos puntos requieren especial consideración) y por la tensión de vapor. La curva de destilación indica a qué temperatura una gasolina comienza a evaporarse, es decir a hervir (punto inicial), a qué temperatura se evapora completamente (punto final) y el porcentaje que se evapora a temperaturas intermedias. Con una gasolina pobre en fracciones que se evaporan a baja temperatura surgirán dificultades para arrancar en invierno y se tendrán tiempos de funcionamiento más largos para llevar el motor a la temperatura de régimen (warm-up) y, por tanto, fallos de la carburación y menor

potencia. Por el contrario, gasolinas demasiado ricas en esas fracciones ligeras originan, además del fenómeno del vapor lock, una excesiva evaporación en la cuba del carburador, durante la estación estival, y la formación de hielo, en la invernal. Si, por otro lado, la gasolina posee exceso de fracciones poco volátiles, ello puede dar lugar a una dilución del aceite del cárter (debido a los hidrocarburos menos volátiles que no se queman bien y se cuelean a lo largo de los pistones) y la formación de depósitos en la cámara de combustión.

3.2.4 *Corrosividad.* A veces la gasolina puede contener azufre libre o en forma de mercaptanos. En el primer caso, la gasolina tiende a atacar las superficies metálicas con que llega a ponerse en contacto, sobre todo si se trata de cobre y sus aleaciones; en el segundo caso, la gasolina, además de ser corrosiva, tiene mal olor, a causa de los mercaptanos. Estos inconvenientes se eliminan mediante procesos de purificación y suavización.

3.2.5 *Octanaje.* El octanaje en la gasolina es la medida de su calidad antidetonante, es decir, su habilidad para quemarse sin causar detonación en los motores de los automóviles. Existen tres métodos para medir esta propiedad: Número de Octano en Motor (MON), Número de Octano Investigado (RON) y Número de Octano en Marcha. El MON es tomado normalmente como una indicación de la habilidad del combustible para prevenir la detonación en motores de altas velocidades, mientras que el RON mide la tendencia de detonación a bajas velocidades. Sin embargo, el Número de Octano en Marcha es el que muestra realmente como se comporta el combustible en el motor de un automóvil, en cuanto a sus características de detonación.

3.2.6 *Número de octanos (RON).* Las gasolinas que tienen un alto índice de octano producen una combustión más suave y efectiva. El índice de octano de una gasolina se obtiene por comparación del poder detonante de la misma con el de una mezcla de isoocatano y heptano. Al isoocatano se le asigna un poder antidetonante de 100 y al heptano de 0. Una gasolina de 97 octanos se comporta, en cuanto a su capacidad

antidetonante, como una mezcla que contiene el 97% de isooctano y el 3% de heptano.[10]

3.2.7 *Contenido de azufre.* Esta propiedad se encuentra altamente relacionada con la cantidad poseída de azufre (S) presente en el producto. Dentro de la cantidad, se encuentran determinados promedios y estadísticas en la cual en producto no puede sobrepasar o resaltar, ya que si esto sucede la gasolina puede tener efectos corrosivos sobre las partes metálicas del motor y sobre los tubos de escape. A su vez, al salir del tubo de escape, esta produce un alto grado de contaminación en el ambiente, produciendo a su vez las conocidas lluvias ácidas. [11]

3.2.8 *Poder antidetonante.* La detonación como fenómeno físico y químico no ha sido suficientemente esclarecida. Sin embargo, una teoría bastante aceptada es aquella que manifiesta que la mezcla carburante al combustionarse por la chispa de la bujía, se propaga por ondas concéntricas, formando prácticamente un frente de la llama, el cual comprime la parte aún no quemada de los gases, elevando la temperatura y la presión, condiciones que se vuelven favorables para la formación de peróxidos, que son compuestos oxigenados inestables. La cualidad antidetonante de la gasolina es de suprema importancia. Si tiene un valor bajo, ocasiona un golpeteo metálico manifestado por un ruido persistente y molesto, que en casos severos produce desfase en la ignición de la mezcla aire—gasolina provocando quemaduras en la cabeza del pistón, pérdida de potencia, baja economía de combustible y desgaste en las piezas del motor, es decir, una disminución general de rendimiento.

3.2.9 *Límite de inflamabilidad.* Se entiende como la temperatura a la cual un líquido inflamable cede la cantidad suficiente de vapor al aire circundante para que una fuente de encendido pueda inflamar la mezcla de aire/vapor.

3.2.10 *Temperatura de ignición.* Este parámetro refiere la temperatura que una sustancia debe presentar para que sus moléculas reaccionen espontáneamente con un comburente y empiece a arder.

3.2.11 *Presión de vapor reíd y relación vapor/líquido.* La presión de vapor reíd es importante pues si la temperatura de los componentes del sistema de combustible es suficientemente alta, se puede alcanzar la condición en que el combustible evapore.

La presión de vapor es la fuerza por unidad de área ejercida sobre las paredes de un recipiente cerrado por la porción vaporizada del líquido contenida dentro.

Para mezclas de hidrocarburos semejantes a la gasolina, la presión de vapor depende de la relación vapor/líquido en el recipiente a la temperatura existente.

La presión de vapor de la gasolina, cuando es medida a 100 ° F en equipo normalizado (relación 4:1 de aire gasolina), es conocida como Presión de Vapor Reíd.

Mientras que el punto del 10% de evaporado de la curva de destilación indica el contenido de Hidrocarburos ligeros, las especificaciones INEN imponen un máximo de 68.95 Kpa (10 PSI), a fin de precautelar que no ocurra el cierre de vapor.

Además esta propiedad es la que condiciona directamente las pérdidas por almacenaje y transporte.

La tendencia a la vaporización de la gasolina, puede ser igualmente expresada en términos de la relación vapor/líquido, a condiciones de temperatura y presión aproximadas a aquellas encontradas en partes críticas del sistema de combustible.

3.2.12 *Especificaciones y requisitos.* Las gasolinas para su comercialización, deben cumplir con un rango de especificaciones y requerimientos, de acuerdo a cada tipo de gasolina. Todas las especificaciones y requerimientos que se hacen en la Refinería Estatal Esmeraldas.

En la figura 55 se muestra todas las especificaciones y requerimientos de calidad de la gasolina extra que se hacen en la Refinería Estatal Esmeraldas.

Figura 55. Certificado de calidad gasolina extra

Sistema de Gestión de la Calidad de la Coordinación General Control de Calidad				FECHA DE EMISIÓN: 2012/04/11	
CERTIFICADO DE CALIDAD				NÚMERO CER: 399-2012	
COORDINACION GENERAL CONTROL DE CALIDAD			MUESTRA: GASOLINA EXTRA		
CLIENTE: COORDINACION SENIOR DE PROGRAMACION, TRANSFERENCIA Y ALMACENAMIENTO			NORMA: NTE INEN 935:2012		
ORIGEN MUESTRA: Y-T8024		FECHA MUESTRA: 2012/04/11		FECHA ANÁLISIS: 2012/04/11	
REQUISITOS	UNIDAD	METODO	ESPECIFICACION		RESULTADO
			MIN.	MAX.	
Densidad API a 15.6 °C	*API	ASTM D 287/4052-94	REPORTAR	REPORTAR	59,5
Densidad Relativa 15.6/15.6 °C		ASTM D 287/4052-94	REPORTAR	REPORTAR	0,7408
Presión de Vapor	KPa	NTE INEN 928	-	60	52,1
Estabilidad a la Oxidación	min	NTE INEN 934	240	-	>240
Número de Octano (RON)		NTE INEN 2 102	87	-	87,3
Corrosión a la lámina de Cobre		NTE INEN 927	-	No. 1	1a
Destilación: 10% A	°C	NTE INEN 926	-	70	55
50 % A	°C	NTE INEN 926	77	121	99
90 % A	°C	NTE INEN 926	-	189	160
Punto Final P.F.E. A	°C	NTE INEN 926	-	220	195
Residuo de destilación	%V	NTE INEN 926	-	2	1,0
Contenido de Oxígeno	%p	ASTM D 4815	-	2,7	-
Contenido de Benceno	%V	ASTM D 3604	-	1,0	0,79
Contenido de Olefinas	%V	NTE INEN 2252 ASTM D 6730	-	18,0	15,79
Contenido de Aromáticos	%V	NTE INEN 2252 ASTM D 6730	-	30,0	28,07
Contenido de Gomas	mg/100 ml	NTE INEN 933	-	3,0	0,8
Contenido de Plomo	mg/l	ASTM D 3237	REPORTAR	REPORTAR	-
Contenido de Azufre	ppm	NTE INEN 929	-	650	300
Contenido de Hierro	mg/l	ASTM D 5185	REPORTAR	REPORTAR	-
Relación Vapor Líquido a 60°C		NTE INEN 932	-	20	14,4
Contenido de Manganeso	mg/l	ASTM D 3831/S 185	REPORTAR	REPORTAR	-
API OBSERVADO					62.8/85.0°F
Información sobre Condiciones Específicas de los Métodos de Ensayo (opcional):					
Observaciones Generales:					
				Coordinador General Control de Calidad  FIRMA	
				Delegado ARCH-E FIRMA	

V03.06.01.03FO-303 (V02-2012-01-25)

NOTA: Los resultados se refieren únicamente a los objetos sometidos a ensayos.
Este informe no deberá reproducirse más que en su totalidad, previa autorización escrita de la Coordinación General de Control de Calidad.

"La acreditación 17025, es nuestra meta y el mejor reconocimiento a nuestra experiencia y competencia"

Fuente: Laboratorio químico Refinería Estatal Esmeraldas

3.3 Influencia de la gasolina extra sobre el material del tanque de almacenamiento y su revestimiento

La gasolina extra en contacto con el tanque de almacenamiento causa principalmente corrosión y puede presentarse en:

- **El fondo:** por la presencia de agua sedimentos, compuestos de azufre, sales, bacterias etc. La corrosión por contacto de aguas salinas es rápida pero no tan destructiva como la corrosión que resulta por la presencia de compuestos de azufre que acompañan a la gasolina.
- **La pared:** puede ser en toda la superficie o en determinadas zonas del nivel del líquido causadas por las mismas sustancias antes mencionadas.
- **El techo:** y su estructura: siendo causada generalmente por la emanación de gases que al condensarse forman compuestos corrosivos.

3.3.1 *Corrosión microbiana.* El efecto electroquímico de la relación electrolito-gasolina en la corrosión microbiana del acero a medida que la concentración de gasolina se incrementa en presencia de bacterias, la velocidad de corrosión también aumenta. Durante la etapa de almacenamiento los combustibles refinados entran en contacto con agua, especialmente en ambientes con alta humedad ambiental que se condensa, promoviendo la formación de una interfaz agua-hidrocarburo en la que pueden crecer ciertos microorganismos. La acumulación de agua es considerada un factor de riesgo que favorece las fallas por corrosión. [12]

Por otra parte, se conoce que la formación de biopelículas es la forma de crecimiento microbiano predominante en ambientes naturales e industriales, cuya presencia puede desencadenar biocorrosión o bioensuciamiento en superficies metálicas, o biodegradación y biocontaminación de los combustibles. Estos eventos pueden tener como consecuencia fallas en los materiales y efectos en la contaminación de ambientes con hidrocarburos recalcitrantes, metales pesados y otros compuestos refractarios. [13]

Entre la flora microbiana que puede prosperar en tales condiciones, se encuentran microorganismos aerobios, anaerobios estrictos o facultativos que utilizan hidrocarburos del petróleo o de combustibles refinados como única fuente de carbono, por ejemplo: tolueno, alquilbencenos, benceno, naftaleno, fenantreno, n-alcanos $>C_6$, y mezclas de hidrocarburos, entre otros, además de oxigenantes, como metiltert-butil éter (MTBE) y alcohol terbutílico (TBA), en combinación con una gran variedad de aceptores de electrones. En estas instalaciones, los problemas originados por la actividad microbiana son particularmente difíciles de diagnosticar y controlar [14]

3.3.2 *Compuestos de azufre la gasolina.* Especialmente ácido sulfhídrico (H_2S), que se desprende en forma gaseosa, ataca el metal del tanque formando sulfuro de hierro y se combina con la humedad del aire para producir ácido sulfúrico corrosivo y ácido carbónico

3.3.3 *Presencia de electrólitos.* Activos que atacan el metal en el agua que se deposita del producto de almacenamiento en este caso Gasolina, en el fondo del tanque y la acumulación de las aguas del subsuelo en la cara inferior del fondo del tanque en el terreno de cimentación.

3.3.4 *Agua que se produce asociada con el petróleo.* Con frecuencia contiene sales disueltas que en condiciones apropiadas forman ácidos que atacan a las placas del tanque. Del mismo modo, las impurezas que se encuentran en la gasolina como el ácido sulfhídrico (H_2S), al entrar en contacto con el aire forman el sulfuro de hierro y ácido sulfúrico, causando ambos una rápida desintegración del metal del tanque. Los electrólitos activos en la capa de agua, debajo de la gasolina almacenada, atacan la superficie superior del fondo del tanque.

3.3.5 *La corrosión por el azufre o el dióxido de carbono (CO_2).* Puede ser destructiva por su efecto en el interior del tanque, especialmente la superficie interior del techo, y la parte de la coraza que está en contacto con el espacio de vapores arriba del nivel de la gasolina.

CAPÍTULO IV

4. TAREAS, FRECUENCIAS Y PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

4.1 Tareas de mantenimiento

Las tareas de mantenimiento se establecen de forma sistemática y tienen como objetivo el poder predecir, prevenir o corregir las fallas, para los tanques de almacenamiento las tareas se las clasificó en cuatro grupos.

4.1.1 *Primer grupo, tareas de mantenimiento para tanques en servicio.* Son tareas de mantenimiento que se realizan cuando el tanque están operación por lo que es importante tomar encuentras las medidas de seguridad pertinentes en la Tabla 11, se muestran las tareas que se deben realizar en cada componente del tanque de almacenamiento.

Tabla 11. Tareas de mantenimiento para tanques en servicio

 TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA TANQUES EN SERVICIO	
COMPONENTE O ELEMENTO	TAREA
Cubeto	Inspección preliminar del cubeto.
	Limpieza del cubeto
Conexiones a Tierra	Inspección y limpieza de Conexiones a Tierra
Base	Medir el nivel de la base y asentamientos.
Vereda perimetral.	Inspección vereda perimetral de concreto
Protección catódica	Inspección y limpieza de protección catódica.
Cuerpo	Inspección visual de las planchas de los anillos del cuerpo.
	Inspección por ultrasonido de las planchas de las paredes del tanque.
	Inspección de cordón de soldaduras de las juntas entre peldaños de escalera y planchas del cuerpo.

Tabla 11. (Continuación)	
COMPONENTE O ELEMENTO	TAREA
Cuerpo	Inspección del sello (impermeabilizante) entre la plancha de fondo y vereda perimetral.
Escalera fija	Limpieza e inspección de escalera fija.
Manholes y boquillas	Inspección boquillas y manholes.
	Inspección por tintas penetrantes en boquillas y manholes
Tuberías de procesos dentro del cubeto.	Inspeccione la de tuberías
Sistema contra incendio	Inspección del sistema contra incendio desde el manifold del cabezal
Válvulas en la base del tanque	Inspección de válvulas
Planchas del Techo.	Inspección visual de las planchas del techo.
	Inspección por ultrasonido de las planchas de l techo.
Pontón	Inspección de pontones.
Drenaje del techo	Inspección del sistema de drenaje de agua lluvias.
Poste Guía	Inspección de poste guía y sistema de rodaje del techo.
	Inspección por ultrasonido de poste guía del techo.
Venteos automáticos	Inspección de venteos automático del techos.
Soportes	Inspección de soportes (patas) en el techo
Escalera Móvil	Inspección de Escalera Móvil
Sello	Inspección del sello
Refuerzo de viento	Limpieza e inspección de refuerzo de viento y pasamanos
Barrera de Espuma	Limpieza manual mecánica de la junta Barrera de espuma /Techo de Pontón
	Inspección de la barrera de espuma

Fuente: Autor

4.1.2 *Segundo grupo, tareas de mantenimiento para liberación del tanque.* Es necesario que se tenga claro que las tareas que se deben realizar para sacar de operación un tanque y poder acceder al mismo sin ningún tipo de riesgo en la figura 12 se muestra cada una de las tareas.

Tabla 12. Tareas de mantenimiento para liberación del tanque

	TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA LIBERACIÓN DEL TANQUE
TAREAS	
Delimitar área restringida para mantenimiento de tanque.	
Bombeo del producto hasta dejar en un nivel mínimo de succión.	
Instalación de bridas siegas en tuberías conectada al tanque.	
Apertura de manholes del tanque.	
Desalojo de producto remanente con bombas portables.	
Desalojo de lodos del tanque sin ingreso de personal.	
Iluminación Interna del tanque con las normas de seguridad de instalación de acometidas eléctricas.	
Lavado Interior del tanque con chorro de agua a presión Previa a la instalación de extractores.	

Fuente: Autor

4.1.3 *Tercer grupo, tareas de mantenimiento para tanques fuera de servicio.* Las tareas de mantenimiento en tanques fuera de servicio se realizan cuando se ha hecho previamente las tareas de liberación del tanque y son tareas que se realizan tanto al interior como al exterior del tanque a continuación en la Tabla 13 se citan dichas tareas.

Tabla 13. Tareas de mantenimiento para tanques fuera de servicio

 TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA TANQUES FUERA DE SEVICIO		
Nº	COMPONENTE O ELEMENTO	TAREA
	Tanque	Inspección Preliminar del tanque.
	Manholes	Inspeccionar accesorios abiertos.
	Planchas de fondo.	Inspección visual del fondo interior del tanque
		Medición de espesores ultrasónica por barrido.
		Inspección de los discos de refuerzo donde asientan los soportes del techo.
	Soldaduras del piso	Inspección visual de cordón de soldadura.
	Colectores.	Inspección visual de colectores de piso.
	Cordón de soldadura Pared /Piso.	Inspección visual de cordón de soldadura Pared / Piso.
	Planchas del techo	Inspección visual del techo lado interior del tanque.
	Sello	Inspección visual del sello lado interior del tanque.
	Soportes del techo.	Inspección de soportes al interior del tanque.
	Venteos automáticos.	Inspección de venteos automáticos al interior del tanque.
	Sistema de drenaje del techo.	Inspección del sistema de drenaje del techo al interior del tanque.
	Tuberías de drenajes colector del piso.	Inspección de tuberías de drenajes y colectores del piso.
	Soportaría de tubo guía	Inspección de soportaría tubo guía.

Fuente: Autor

4.1.4 *Cuarto grupo, tareas de mantenimiento para certificación del tanque.* Cuando un tanque es nuevo o a entrado en reparación debe cumplir los requisitos de construcción que regula de la Norma API 650 y Norma API 653, para determinar si se da cumplimiento a la norma es importante que durante el proceso de reconstrucción y

reparación se realice las tareas de certificación estas tareas nos permite saber si el tanque esta listo para entrar en servicio.

Tabla 14. Tareas de mantenimiento para certificación del tanque luego de reparaciones

	TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA CERTIFICACIÓN DEL TANQUE LUEGO DE REPARACIONES
TAREA	
Calibración volumétrica.	
Pruebas hidrostáticas, asentamiento, redondez	
Prueba de vacío en cordones de soldadura.	
Mediciones de verticalidad,	
Prueba de flotabilidad.	
Espesores de pintura.	

Fuente: Autor

4.2 Frecuencia de tareas de mantenimiento

Varios factores deben ser considerados para determinar los intervalos de tareas de mantenimiento de los tanques de almacenamiento entre los mas importantes tenemos:

- La naturaleza del producto a almacenar.
- Los resultados del chequeo de la inspección visual.
- Rangos de corrosión permitidos.
- Sistemas de prevención de corrosión.
- Condiciones previas a la inspección.
- Métodos y materiales de construcción y reparación.
- La localización de los tanques, tales como áreas de alto riesgo o inapropiadas.
- El potencial de riesgo de contaminación del aire y agua.

- Sistemas de detección de fracturas.
- Modo de cambios en operación (frecuencia o ciclo de llenado).
- Disponibilidad de personal
- Experiencias de operación

4.2.1 *Frecuencia de tareas de mantenimiento externa.* La frecuencia de tareas de mantenimiento externa realizada rutinariamente, son coherentes con las condiciones del lugar en particular.

4.2.2 *Frecuencia de tareas de mantenimiento interna.* Los intervalos entre las inspecciones internas son determinados por las tasas de corrosión medidas durante la evaluación del estado actual del tanque previamente hecho. El actual intervalo de inspección se establecerse de tal manera que el espesor mínimo de las planchas del fondo del tanque en la próxima inspección no sea menor que los valores mínimos establecidos por el api 653.

4.3 Gestión de tareas de mantenimiento

Para que se pueda lograr un mantenimiento adecuado es necesario que cuente con una serie de elementos que conjugados armonicen y contribuyan al adecuado funcionamiento del tanque de almacenamiento.

Es importante destacar que el manejo de los recursos es un arte basada en la coordinación y en los principios básicos de la administración dirección y el control.

Se realizó un banco de tareas donde se encuentra la información necesaria para llevar a cabo cada una de las tareas de los diferentes grupos de mantenimiento de tanques de almacenamiento, el mismo que está constituido de la siguiente manera.

- *Parte del TK:* Es el componente del tanque en el cual se va a realizar la tarea.

- *Tarea:* Está relacionado con la actividad a desempeñarse en el tanque.
- *Frecuencia:* Indica el intervalo de tiempo dentro del cual debe llevarse a cabo cada una de la tareas.
- *Personal:* Él o las personas que deben realizar la respectiva tarea de mantenimiento.
- *Tiempo estimado:* Tiempo estimado de duración que requiere para llevar a cabo la tarea de mantenimiento correspondiente.
- *Descripción:* Indica el procedimiento a seguir para llevar a cabo cada una de las tareas.
- *Herramientas:* Indica los diferentes tipos de herramientas que se requieren para la realización de las tareas de mantenimiento.
- *Materiales:* Elementos fungibles que se requieren para la realización de una determinada tarea de mantenimiento.
- *Equipos:* componentes que se requieren para la realización de una determinada tarea de mantenimiento.

En el anexo D se puede ver la planificación de mantenimiento realizado para el tanque Y-T8060.

4.3.1 Gestión de tareas de mantenimiento para tanques en servicio. La programación del mantenimiento es la determinación de cuándo debe realizarse cada una de las tareas planificadas, teniendo en cuenta los programas de producción, la cantidad de los materiales y la mano de obra disponible.

En la Tabla 15 se muestra las tareas, procedimientos, frecuencias, tiempo estimado, personal, equipos y herramientas, materiales fungibles y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento.

Tabla 15. Gestión de procedimientos, frecuencias, tiempo estimado, personal, equipos y herramientas, materiales fungibles y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento para tanques en servicio.

 BANCO DE TAREAS PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO EN SERVICIO					
Tanque:	Capacidad:	Producto:	Especif. Material :	Diámetro:	Altura:
Y-T8060	6400m ³	GASOLINA EXTRA	A-283-C	23600mm	14600mm
PARTE DEL TK:					
			Cubeto		
TAREA :			FRECUENCIA :		
Inspección preliminar del cubeto.			Semestral		
PERSONAL :			TIEMPO ESTIMADO:		
- Inspector líder - Ayudante de Inspector			01:00h		
DESCRIPCIÓN :					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar Permiso de trabajo 2. Revisión nivel de cubeto. <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar el nivel del suelo con referencia al nivel de la vereda perimetral. 3. Inspección de acceso al cubeto. <ul style="list-style-type: none"> • Gradas de acceso. • Camino de acceso. 4. Revisar el estado de drenaje del cubeto de descarga de aguas lluvias. <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de los canales. 5. Inspección de iluminación del cubeto. <ul style="list-style-type: none"> • Revisar estado de los postes de iluminación. • Revisar estado de las bases de los soportes. • Inspección de luminarias (Sección eléctrica) • Inspección de sistema eléctrico del tanque. 6. Inspección de caja de revisión, colectores, drenajes. <ul style="list-style-type: none"> • Verificar que la caja no se encuentre rota o fisurada. 7. Cerrar solicitud de trabajo 8. Realizar reporte de inspección 					

Tabla 15. (Continuación)		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Flexómetro. -Espátulas. -Nivel -Linterna -Voltímetro	-Equipo de protección personal.	-Cámara fotográfica
PARTE DEL TK:	Cubeto	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Limpieza del cubeto.	Trimestral	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Personal de limpieza -Inspector	1:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisar reporte de inspección. 2. Realizar una orden de trabajo 3. Solicitar contratación de servicios especializados. 4. Limpieza de accesos al cubeto. <ul style="list-style-type: none"> • Gradas de acceso. • Camino de acceso. 5. Limpieza de drenaje del cubeto de descarga de aguas lluvias. <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de los canales. 6. Limpieza de todo el área del cubeto dejar libre de vegetación, basura. 7. Solicitar permiso de trabajo. 8. Inspeccionar limpieza realizada. 9. Cerrar permiso de trabajo. 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
- Herramientas del servicio	Equipo de protección personal.	-Equipos del servicio
PARTE DEL TK:	Base	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Medición del nivel de la base y asentamientos.	Anual	

Tabla 15. (Continuación)		
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
-Inspector líder. -Ayudante de Inspector.		01:00h
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar Permiso de trabajo. 2. Realizar un diagrama del tanque con posibles mediciones. 3. El espacio máximo de los puntos de asentamiento es de 32 pies alrededor de la circunferencia. 4. Los puntos deberán ser igualmente espaciados alrededor del cuerpo del tanque determinando el número de puntos de medición. 5. Tomar alturas desde la vereda del tanque y base (asentamiento). 6. Cerrar permiso de trabajo. 7. Realizar reporte de inspección 8. En caso de encontrarse asentamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Solicitar trabajo especializado (Obra Civil). 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Cepillo de alambre -Espátula -Nivel -Flexómetro	-Equipo de protección personal.	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Vereda perimetral.	
TAREA :		FRECUENCIA :
Inspección vereda perimetral de concreto		Semestral
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
-Inspector líder. -Ayudante de Inspector.		01:00h
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar permiso de trabajo 2. Inspección de vereda perimetral 3. Revisar posible fisura o grietas, particularmente bajo las placas de respaldo. 4. Inspección de cavidades entre juntas de hidratación. 5. Revisar que el agua lluvia del cuerpo drene lejos del tanque. 6. En caso de acumulación de agua tomar muestras para laboratorio. 		

Tabla 15. (Continuación)		
<p>7. Cerrar permiso de trabajo.</p> <p>8. Realizar reporte de inspección.</p>		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Espátula. -Pica Sal. -Cepillo metálico. -Toma muestras.	-Equipo de protección personal.	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Protección catódica	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección y limpieza de protección catódica.	Semestrales	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	03:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Revisar el equipo de medición de potenciales para toma de potenciales. <ul style="list-style-type: none"> • Preparar el equipo 3. Identificar puntos de conexión de protección catódica. 4. Limpieza de contactos en las cajas de revisión. 5. Instalación de equipo de medición de potenciales. <ul style="list-style-type: none"> • Preparar una cavidad en el terreno. • Humedecer con agua destilada la cavidad Cerrar permiso de trabajo. antes realizada, punto donde se coloca el electrodo. • Conectar los terminales del electrodo al equipo de medición (tierra) • Conectar los terminales del equipo de medición a los terminales del tanque en la caja de revisión. 6. Toma de lecturas en cada uno de los puntos distribuidos en la parte inferior de la pared perimetral del tanque. 7. Colocar el circuito en su posición original. 8. Realizar reporte de inspección. <ul style="list-style-type: none"> • Comparar los valores de potencial obtenidas en las camas de ánodos, con los datos de mediciones anteriores y los datos de valores iniciales de instalación de la protección catódica. 		

Tabla 15. (Continuación)		
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar resultados. 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Espátula -Cepillo metálico -Brocha	-Equipo de protección personal. -CuSO ₄ * 5H ₂ O (Cobre II sulfato pentahidrato) -Agua destilada.	-Cámara fotográfica. -Equipo de medición de protección catódica.
PARTE DEL TK:	Protección catódica	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Cambio de protección catódica.	10 años	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Personal especializado. -Inspector líder	10:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de Orden de trabajo. 2. Solicitud de contratación de servicios especializados. <ul style="list-style-type: none"> • Estudio para la implementación de un nuevo sistema de protección catódica. • Implementación del nuevo servicio. 3. Una vez colocado el nuevo sistema de protección catódica de debe verificar su funcionamiento y condiciones de trabajo. 4. Inspeccionar el sistema de protección catódica colocado. <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar resultados. 5. Cerrar orden de trabajo. 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Espátula -Cepillo metálico -Herramientas del servicio	-Equipo de protección personal. - CuSO ₄ * 5H ₂ O (Cobre II sulfato pentahidrato.) -Agua destilada. -Materiales del servicio	-Cámara fotográfica. -Equipo de medición de protección catódica -Equipo del servicio
PARTE DEL TK:	Cuerpo	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección visual de las planchas de los anillos del cuerpo.	2 Años	

Tabla 15. (Continuación)		
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
-Inspector líder -Ayudante de Inspector		02:00h
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Inspección de pintura posible desgaste o desprendimiento. 3. Revisar Fisuras 4. Inspección de posibles áreas afectadas por ataques corrosivos. <ul style="list-style-type: none"> • En caso de existir ataque corrosivo medición de pitting o socavados producidos. 5. Inspección visual de cordones de soldadura verificar que tenga un relleno completo libre de corrosión. 6. Cerrar permiso de trabajo. 7. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Medidor de pitting -Medidor de espesor de pintura	-Equipo de protección personal.	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Cuerpo	
TAREA :		FRECUENCIA :
Inspección por ultrasonido de las planchas de la pared del tanque.		2 años
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
-Inspector líder Nivel II ultrasonido. -Ayudante de Inspector		72:00h
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar un diagrama de los puntos de medición por planchas. 2. Realizar una hoja de reportes de mediciones. 3. Verificar el equipo de ultrasonido. <ul style="list-style-type: none"> • Establecer el buen funcionamiento del equipo de ultrasonido. • Calibrar el quipo. 4. Solicitar permiso de trabajo. 5. Solicitud instalación de andamios. 6. Marcar y preparar los puntos de medición en las planchas. <ul style="list-style-type: none"> • Limpiar con la suciedad de la superficie. 		

Tabla 15. (Continuación)

7. Colocar en la superficie del transductor o palpador el gel acoplante.
8. Medir espesores, colocar el palpador sobre la superficie de medición.
9. Registrar la medición tomada.
10. Cerrar permiso de trabajo
11. Evaluación de los resultados de medición.
 - Establecer espesores máximos, mínimos, velocidad de corrosión.
12. Realizar reporte de inspección

HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Lija -Brocha	- Equipo de protección personal. -Gel acoplante. -Wiper.	-Andamios -Ultrasonido DMS2 -Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Cuerpo	
TAREA :		FRECUENCIA :
Inspección de cordón de soldaduras de las juntas entre peldaños de escalera y planchas del cuerpo.		Anual
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
-Inspector líder -Ayudante de Inspector		02:00h
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar permiso de trabajo. 2. Limpiar el área de inspección: <ul style="list-style-type: none"> • Limpiar cordón y peldaño sin retirar pintura. 3. Inspección visual de posibles anomalías como : <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura. • Picaduras. • Corrosión. • Deformación de la planchas de pared. <p>Utilizar espejos para poder observa entre peldaños y lugares no accesibles.</p> 4. Cerrar permiso de trabajo. 5. Realizar reporte de inspección 		

Tabla 15. (Continuación)		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
- Espejos - Cepillo metálico. - Brocha	-Equipo de protección personal. - Wiper	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Cuerpo	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección y limpieza del sello (impermeabilizante) entre la plancha de fondo y vereda perimetral.	Anual.	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	01:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar Permiso de trabajo. 2. Limpiar el área de inspección: <ul style="list-style-type: none"> • Limpiar entre la junta plancha del piso /vereda perimetral. 6. Revisar de posibles anomalías como: <ul style="list-style-type: none"> • Desprendimiento del sello. • Acumulación de agua. • Presencia de producto. 3. Cerrar permiso de trabajo. 4. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Espátula -Cepillo metálico -Brocha	-Equipo de protección personal	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Escalera fija	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección y limpieza de escalera fija	Semestral	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	01:00h	

Tabla 15. (Continuación)

DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar permiso de trabajo. 2. Limpieza general de las escaleras. 3. Revisión de peldaños soporte y pasamanos : <ul style="list-style-type: none"> • Desprendimiento de pintura. • Corrosión en general (reducción de espesor). • Cordón de soldadura deteriorado o corroído. <p>Utilizar espejos en áreas no accesibles.</p> 4. Cerrar permiso de trabajo. 5. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Espejo -Espátula -Brocha	- Equipo de protección personal - Wiper	-Cámara fotográfica.
Manholes y boquillas		
PARTE DEL TK:	Manholes y boquillas	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección por tintas penetrantes en cordones de soldadura refuerzos / boquillas	2 años.	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector Líder Nivel II END -Ayudante de Inspector	04:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar Permiso de trabajo. 2. Limpiar la superficie que se va a examinar. <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza manual mecánica. • Limpieza con solvente 3. Aplicar o impregnar el líquido penetrante (color rojo) 4. Dejar que el líquido penetrante permanezca en el cordón, 5 minutos. Para que penetre en las posibles discontinuidades superficiales y subperficiales. 5. Limpieza del excedente del líquido penetrante, con paño húmedo. 6. Aplicar revelador, (generalmente blanco polvo). 7. Identificación de discontinuidades de manchas colorantes. 		

Tabla 15. (Continuación)		
<p>8. Margar discontinuidades.</p> <p>9. Limpiar el área evaluada.</p> <p>10. Pintar el área evaluada en caso de no encontrar discontinuidad.</p> <p>11. Cerrar permiso de trabajo.</p> <p>12. Realizar reporte de inspección</p>		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Lija -Cepillo metálico -Brocha	-Equipo de protección personal - Kit tintas penetrantes -Paño	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Manholes y boquillas	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección boquillas y manholes.	2 años	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	01:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<p>1. Solicitar Permiso de trabajo.</p> <p>2. Inspeccione paredes de manholes y boquillas.</p> <p>3. Revise posibles anomalías como:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura • Picaduras • Ataque corrosivo (desgaste de material) <p>4. Revisar tuercas, tornillos y espárragos centrados de lado a lado</p> <p>5. Cerrar permiso de trabajo.</p> <p>6. Realizar reporte de inspección</p>		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Cepillo metálico -Brocha	- Equipo de protección personal	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Manholes y boquillas	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección por tintas penetrantes en cordones de soldadura refuerzos / boquillas	2 años	

Tabla 15. (Continuación)		
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
Inspector líder Nivel II END -Ayudante de Inspector		04:00h
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar Permiso de trabajo. 2. Limpiar la superficie que se va a examinar. <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza manual mecánica. • Limpieza con solvente 3. Aplicar o impregnan el líquido penetrante (color rojo) 4. Dejar que el líquido penetrante permanezca en el cordón, 5 minutos. Para que penetre en las posibles discontinuidades superficiales y subperfciales. 5. Limpieza del excedente del líquido penetrante, con paño húmedo. 6. Aplicar revelador, (generalmente blanco polvo). 7. Identificación de discontinuidades de manchas colorantes. 8. Margar discontinuidades. 9. Limpiar el área evaluada. 10. Pintar el área evaluada en caso de no encontrar discontinuidad. 11. Cerrar permiso de trabajo. 12. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Lija -Cepillo metálico -Brocha	-Equipo de protección personal - Kit tintas penetrantes -Paño	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Tuberías de procesos dentro del cubeto.	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspeccione la de tuberías	Anual	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
Inspector líder Ayudante de Inspector	02:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Inspección en todas las tuberías dentro del cubeto (tuberías de drenaje de agua, tuberías de producto llenado y descarga) : 		

Tabla 15. (Continuación)

<ol style="list-style-type: none"> 3. Revise posibles anomalías como: <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura • Corrosión <ul style="list-style-type: none"> - Medición de pitting o socavados producidos por el ataque corrosivo. 4. Inspección cordones de soldadura. 5. Inspección de la soportaría. 6. Inspección de los puntos de contactos tubería con la soportaría. 7. Cerrar permiso de trabajo. 8. Realizar reporte de inspección. 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Cepillo metálico -Brocha	-Equipo de protección personal -Wiper	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Sistema contra incendio	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección del sistema contra incendio desde el manifold del cabezal	Anual	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	02:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Revise superficie de tuberías de agua y de espuma. 3. Revise posibles anomalías como : <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura • Corrosión <ul style="list-style-type: none"> - Medición de pitting o socavados producidos por el ataque corrosivo. 4. Inspeccione cordones de soldadura. 5. Inspección de la soportaría. 6. Inspección de los puntos de contactos tubería con la soportaría. 7. Verificar si funciona el sistema contra incendio. <ul style="list-style-type: none"> • Solicitar apertura de válvulas y evaluación de funcionamiento. (área de seguridad.) 8. Cerrar permiso de trabajo. 		

Tabla 15. (Continuación)		
9. Realizar reporte de inspección		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
	-Equipo de protección personal.	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Válvulas	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección de válvulas en la base del tanque.	Anual	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	00:30h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar Permiso de trabajo. 2. Inspeccione posibles anomalías en válvulas como: <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura • Picaduras • Ataque corrosivo (desgaste de material) 3. Revisar tuercas y tornillos 4. Revisar posibles fugas por prensa estopas. 5. Cerrar permiso de trabajo. 6. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Pica sal -Espátula -Cepillo metálico -Brocha	-Equipo de protección personal.	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Planchas del Techo.	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección visual de las planchas del techo.	Anual	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	02:00h	

Tabla 15. (Continuación)

DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Limpieza del techo. 3. Inspección de planchas del techo posibles anomalías como: <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura • Fisuras • Ataques corrosivos. • Medición de pitting o socavados producidos por el ataque corrosivo. 4. Revisar posible deformación de las planchas del techo. 5. Inspeccionar cordones de soldadura. 6. Cerrar permiso de trabajo. 7. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Brocha	-Equipo de protección personal.	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Planchas del Techo.	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección por ultrasonido de las planchas del techo	2 años	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder Nivel II ultrasonido. -Ayudante de Inspector	10:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar un diagrama de los puntos de medición por planchas. 2. Realizar una hoja de reportes de mediciones. 3. Verificar el equipo de ultrasonido. <ul style="list-style-type: none"> • Establecer el buen funcionamiento del equipo de ultrasonido. • Calibrar el equipo. 4. Solicitar permiso de trabajo. 5. Marcar y preparar los puntos de medición en las planchas. <ul style="list-style-type: none"> • Limpiar con la suciedad de la superficie. 6. Colocar en la superficie del transductor o palpador el gel acoplante. 7. Medir espesores, colocar el palpador sobre la superficie de medición. 8. Registrar la medición tomada. 		

Tabla 15. (Continuación)		
<p>9. Cerrar permiso de trabajo</p> <p>10. Evaluación de los resultados de medición.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer espesores máximos, mínimos, velocidad de corrosión. <p>11. Realizar reporte de inspección</p>		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Lija -Brocha	- Equipo de protección personal. - Acoplante - Wiper.	-Ultrasonido DMS2 -Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Pontón	
TAREA :		FRECUENCIA :
Inspección de pontones.		Anual
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
-Inspector líder -Ayudante de Inspector		02:00h
DESCRIPCIÓN :		
<p>1. Solicitar permiso de trabajo.</p> <p>Área externa del pontón:</p> <p>2. Inspección de posibles anomalías en cada pontón y sus respectivos manholes y tapas de manholes como :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura • Fisuras • Corrosión <p>3. Revisar juntas de soldaduras (barrera de espuma/techo del pontón)</p> <p>4. Inspección de las tapas de los manholes.</p> <p>Área interna del pontón:</p> <p>5. Inspección visual del interior de los pontones.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inspeccionar posibles áreas afectadas por ataques corrosivos. <p>6. Inspeccionar cada pontón buscando fugas de líquido (lique test).</p> <ul style="list-style-type: none"> • En el área interna de cada pontón aplicar diesel en las juntas de soldadura. • Analizar si existe fugas. <p>7. Cerrar permiso de trabajo.</p> <p>8. Realizar reporte de inspección</p>		

Tabla 15. (Continuación)		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Linterna -Cepillo metálico -Brocha	-Equipo de protección personal. -Diesel	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Drenaje del techo	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección y limpieza del sistema de drenaje de agua lluvias	Semestral	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	03:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Limpieza de rejilla y colector: 3. Revisar posibles anomalías en rejilla como : <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura. • Corrosión 4. Revisar el estado de colector posible: <ul style="list-style-type: none"> • Corrosión. • Deformación. 5. Limpieza de válvula check: <ul style="list-style-type: none"> • Desarme de la válvula. • Retira tornillos y seguros. • Limpieza del sistema de la válvula. 6. Revisar operatividad de la válvula check: <ul style="list-style-type: none"> • Inyectar agua en contar flujo desde la salida hacia la válvula • Observar la hermeticidad del sistema 7. Cerrar permiso de trabajo. 8. Realizar reporte de inspección 		

Tabla 15. (Continuación)		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Espátulas. -Cepillo metálico. -Brocha -Juego de herramientas menores	-Equipo de protección personal. - Agua -Diesel	-Cámara fotográfica. -Bomba con manguera.
PARTE DEL TK:	Tubo Guía	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección de Tubo guía y sistema de rodaje.	Anual	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
Inspector líder Ayudante de Inspector	02:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<p>1. Solicitud de permiso de trabajo.</p> <p>Tubo Guía:</p> <p>2. Inspección de pintura posibles anomalías como :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura • Fisuras • Ataques corrosivos. <p>3. Medición de pitting o socavados en caso de existir ataque corrosivo.</p> <p>Sistema de rodaje:</p> <p>4. Inspección de rodamiento de teflón.</p> <p>5. Verificar que gire sin atascamiento.</p> <p>6. Revise el estado de bridas, tuercas y arandela.</p> <p>7. Revisar empaques.</p> <p>8. Cerrar permiso de trabajo.</p> <p>9. Realizar reporte de inspección</p>		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Brocha -Medidor de pitting	-Equipo de protección personal.	-Cámara fotográfica.

Tabla 15. (Continuación)		
PARTE DEL TK:	Venteos automáticos	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección de venteos automático del techos.	Anual	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	01:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Revisar posible desgaste de pintura 3. Inspeccionar posibles áreas afectadas por ataques corrosivos. 4. Medición de pitting o socavados en caso de existir ataque corrosivo. 5. Inspeccione cordones de soldadura. 6. Levantar el venteo de forma manual y observar posibles: <ul style="list-style-type: none"> • Ataques corrosivos 7. Cerrar permiso de trabajo. 8. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Brocha	-Equipo de protección personal. - Wiper.	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Soportes	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección de soportes en el techo	Anual	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	01:30h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Inspección de pintura y posibles anomalías como: <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura. 3. Inspección del tubo y camisa de del sistema de soportes <ul style="list-style-type: none"> • Revisar de tubo y camisa posible corrosión 4. Medición de pitting o socavados en el caso de existir ataque corrosivo. 		

Tabla 15. (Continuación)

<p>5. Inspeccione los agujeros de pasadores.</p> <ul style="list-style-type: none">• Revisar si existe desgaste en el diámetro. <p>6. Inspeccione pin con sus respectivos seguros.</p> <ul style="list-style-type: none">• Verificar corrosión de seguros. <p>7. Inspeccione el área alrededor de los soportes del techo para determinar la existencia de grietas en las placas de refuerzo.</p> <p>8. Cerrar permiso de trabajo.</p> <p>9. Realizar reporte de inspección</p>		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Brocha	-Equipo de protección personal. -Wiper	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Escalera Rodante	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Limpieza e inspección de escalera rodante.	Semestral	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
Inspector líder Ayudante de Inspector	02:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<p>1. Solicitar permiso de trabajo.</p> <p>2. Limpieza general de las escaleras y riel.</p> <p>3. Revisión de peldaños, soporte y pasamanos, sistema de articulación de peldaños, sistema de ejes de peldaños, pasadores y seguros.</p> <p>4. Inspeccionar posibles anomalías como :</p> <ul style="list-style-type: none">• Desprendimiento de pintura.• Corrosión en general (reducción de espesor).• Cordón de soldadura deteriorado o corroído. <p>5. Inspeccione desgaste sistema de articulación.</p> <p>6. Inspeccione la operación de los escalones de las escaleras de auto nivelación de la posición del peldaño.</p> <p>7. Inspeccione las llantas de la escalera rodante para determinar su libertad de movimiento, sitios aplanados y desgaste en el eje.</p> <p>8. Inspeccione el alineamiento de la escalera rodante con el riel del techo.</p> <p>9. Inspeccione la parte superior del riel.</p>		

Tabla 15. (Continuación)		
<p>10. Inspeccione las soldaduras de la riel para determinar corrosión</p> <p>11. Inspeccione los soportes del riel y refuerzos en el techo</p> <p>Utilizar espejos en áreas no accesibles.</p> <p>12. Cerrar permiso de trabajo.</p> <p>13. Realizar reporte de inspección</p>		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Espátula -Cepillo metálico. -Espejo -Nivel -Flexómetro -Medidor de pitting	-Equipo de protección personal. -Wiper.	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Refuerzo de viento	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Limpieza e inspección de refuerzo de viento y pasamanos.	Semestral	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	02:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar permiso de trabajo. 2. Limpieza general de refuerzo de viento y pasamanos. 3. Revisión de pasarela y pasamanos posibles anomalías como : <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura. • Corrosión en general (reducción de espesor). • Cordones de soldadura deteriorado o corroído 4. Cerrar permiso de trabajo. 5. Realizar reporte de inspección. 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
- Espátula -Cepillo metálico. -Espejo -Nivel -Flexómetro	-Equipo de protección personal -Wiper	-Cámara fotográfica.

Tabla 15. (Continuación)		
-Medidor de pitting. -Brocha		
PARTE DEL TK:	Sello	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección del sello	Semestral	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
Inspector líder Ayudante de Inspector	01:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo 2. Revisar estado de aleta deflectora. 3. Levantar aleta deflector y observar posible: <ul style="list-style-type: none"> • Corrosión • Deformación 4. Revisar superficie de contacto entre planchas del sello primario y cuerpo observar si existe desgaste. 5. Inspección de planchas del sello primario galvanizado. 6. Inspección del estado de accesorios. <ul style="list-style-type: none"> • Pernos • Tuercas • Pasadores • Ganchos 7. Cerrar permiso de trabajo. 8. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
	-Equipo de protección personal.	-Cámara fotográfica.

Tabla 15. (Continuación)		
PARTE DEL TK:	Barrera de Espuma	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Limpieza e inspección de barrera de espuma.	Semestral	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	00:30h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar permiso de trabajo. 2. Limpieza manual mecánica de la junta barrera de espuma /techo de Pontón. 3. Revisión de barrera de espuma posibles anomalías como : <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura. • Corrosión en general (reducción de espesor). • Cordón de soldadura deteriorado o corroído. 4. Revisar soportes de barrera de espuma. 5. Cerrar permiso de trabajo. 6. Realizar reporte de inspección. 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
	-Equipo de protección personal.	-Cámara fotográfica.

Fuente: Autor

4.3.2 *Gestión de tareas de mantenimiento para liberación del tanque.* En la Tabla 16 se muestra las tareas, procedimientos, frecuencias, tiempo estimado, personal, equipos y herramientas, materiales fungibles y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento.

Tabla 16. Gestión de procedimientos, frecuencias, tiempo estimado, personal, equipos y herramientas, materiales fungibles y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento para liberación del tanque.

 BANCO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA LIBERACIÓN DEL TANQUE					
Tanque:	Capacidad:	Producto:	Especif. Material :	Diámetro:	Altura:
Y-T8060	6400m ³	GASOLINA EXTRA	A-283-C	23600mm	14600mm
TAREA :			FRECUENCIA :		
Delimitar área restringida para mantenimiento de tanque.			5 años		
PERSONAL :			TIEMPO ESTIMADO:		
-Técnico Seguridad Industrial. -Inspector			02h00		
DESCRIPCIÓN :					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Informar al Departamento de Seguridad Industrial de la salida de servicio del tanque. 3. Solicitar apoyo al Departamento de Seguridad industrial. 4. Coordinar la restricción de las áreas a las que no se puede acceder. 5. Colocar la respectiva señalización 6. Cerrar permiso de trabajo. 7. Realizar reporte de inspección 					
HERRAMIENTAS:		MATERIALES:		EQUIPOS:	
		- Citas de seguridad -Letreros de seguridad		-Cámara fotográfica.	
TAREA :			FRECUENCIA :		
Desalojo del producto hasta dejar en un nivel mínimo de succión de la bomba.			5años.		
PERSONAL :			TIEMPO ESTIMADO:		
-Operador			24:00h		

Tabla 16. (Continuación)		
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de tarea de operación 2. Activar la bomba de desalojo de producto. 3. Cerrar permiso de trabajo. 4. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
TAREA :		FRECUENCIA :
Instalación de juntas siegas en la válvulas de pie del tanque.		5 años
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
-Operador -2Ayudante		04:00h
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo 2. Solicitud de trabajo de operación 3. Verificar que las válvulas se encuentren cerradas. <p>Tuberías de recibo :</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Se retiran tuercas y espárragos entre la boquilla y válvula. 5. Entre boquilla y válvula colocar junta siega con empaque, lado de la válvula. 6. Verificar q se encuentre bien colocados tuercas y espárragos. <p>Tubería de descarga :</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. Se retiran tuercas y espárragos entre la boquilla y válvula. 8. Entre boquilla y válvula colocar junta siega con empaque, lado de la válvula. 9. Verificar que se encuentre bien colocados tuercas y espárragos. 10. Cerrar permiso de trabajo. 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Llave de golpe -Combo -Llave de punta -Caja de herramienta menor	-Equipo de protección personal. -Wiper -Junta ciega -Empaques	-Cámara fotográfica.

Tabla 16. (Continuación)		
TAREA :		
Apertura de manholes del tanque.		FRECUENCIA : 5 años.
PERSONAL :		
-Operador -2 Ayudantes		TIEMPO ESTIMADO: 02:00h
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo de operación 2. Solicitud de trabajo de operación. 3. Verificar que se haya realizada el desalojo del producto. 4. Tomar las medidas de seguridad pertinentes. 5. Retirar tuercas y espárragos entre la boquilla y tapas de manholes. 6. Cerrar permiso de trabajo. 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Llave de golpe -Combo -Llave de punta	-Equipo de protección personal. -Wiper	-Cámara fotográfica.
TAREA :		
Desalojo de producto remanente con bomba portable.		FRECUENCIA : 5 años
PERSONAL :		
- Operador -Ayudante - Inspector -Técnico de Seguridad Industrial		TIEMPO ESTIMADO: 24:00
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Solicitud de trabajo a operación. 3. Informe al Departamento de Seguridad. 4. Solicitar apoyo al Departamento de Seguridad <ul style="list-style-type: none"> • Tomar las normas de seguridad pertinentes. 5. Instalación de bomba portable con sus respectivas mangueras de succión y descarga. 		

Tabla 16. (Continuación)

<ol style="list-style-type: none"> 6. Instalar mangueras de succión por el lado del manhole 7. Instalara manguera de descarga a tanque alterno o carro cisterna. 8. Inspeccionar que no exista fuga de producto para evitar contaminación en el cubeto 9. Poner en funcionamiento la bomba y esperar que evacue todo el producto. 10. Una vez terminado la evacuación se debe desinstalar sistema de bombeo. 11. Limpieza del cubeto por posible contaminación con producto. 12. Cerrar permiso de trabajo. 13. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Conjunto de herramientas menores. -Martillo de goma -Llave de tubo -Llave hexagonal	-Equipo de protección personal. -Abrazadera. -Acople rápido.	-Bomba portable. -Mangueras -Tanque alterno o Carro cisterna.
TAREA :	FRECUENCIA :	
Iluminación interna del tanque.	5 años	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Técnico Eléctrico -Ayudante Eléctrico	03:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo 2. Solicitar de servicio requerido al Área Eléctrica. 3. Informar al departamento de seguridad. 4. Instalación de acometidas eléctrica con accesorios de seguridad, lámparas antiexplosivas, cables blindados y accesorios industriales. 5. Cerrar permiso de trabajo. 6. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
Juego de herramientas eléctricas	- Equipo de protección personal - Cables blindados -Lámparas antiexplosivas -Accesorios industriales	

Tabla 16. (Continuación)		
TAREA :		
FRECUENCIA :		
Extracción de gases del tanque		5 años
PERSONAL :		
TIEMPO ESTIMADO:		
-Técnico Especializado -Ayudante del Técnico -Inspector		04:00h
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Solicitar contratación de servicios especializados. <p>Manholes del cuerpo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3 Instalación de ventiladores en manholes del tanque. 4 Colocar espárragos y tuerca para asegurar estabilidad en los ventiladores. <p>Manhole del techo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5 Instalación de extractores en manhole del techo del tanque para extraer gases . 6 Colocar espárragos y tuerca para asegurar estabilidad en los ventiladores. 7 Una vez concluido el proceso se retira lo instalado. 8 Inspección del servicio contratado. 9 Cerrar solicitud de trabajo. 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
- Juego de herramientas menores.	-Equipo de protección personal -Mangueras -Abrazaderas -Pernos	-Ventilador -Compresor
TAREA :		
FRECUENCIA :		
Lavado interior del Tanque.		5 años
PERSONAL :		
TIEMPO ESTIMADO:		
-Operador -2 Ayudantes -Inspector		08:00h

Tabla 16. (Continuación)		
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Solicitud de permiso de uso de sistema contra incendios. 3. Informe al Departamento de Seguridad Industrial. 4. Coordinar con el área de seguridad y medio ambiente el desalojo y destino del agua, producto del lavado interior del tanque. 5. Solicitar servicio requerido al Área de Operación. 6. Instalar acometida de agua de contra incendios al interior del tanque. <ul style="list-style-type: none"> • Usar trajes de seguridad adecuadas para el proceso de lavado. 7. Lavar con chorro de agua a presión el techo, paredes y piso y accesorios al interior del tanque. 8. Desalojar el agua del tanque. 9. Inspección del trabajo realizado. 10. Cerrar permiso de trabajo. 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Conjunto de herramientas menores	-Equipo de protección personal -Mangueras. -Acoples -Boquillas	-Cámara fotográfica.

Fuente: Autor

4.3.3 *Gestión de tareas de mantenimiento para tanques fuera de servicio.* En la Tabla 17 se muestra las tareas, procedimientos, frecuencias, tiempo estimado, personal, equipos y herramientas, materiales fungibles y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento.

Tabla 17. Gestión de procedimientos, frecuencias, tiempo estimado, personal, equipos y herramientas, materiales fungibles y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento para tanques fuera de servicio.

 BANCO DE TAREAS PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO FUERA SERVICIO					
Tanque:	Capacidad:	Producto:	Especific. Material :	Diámetro:	Altura:
Y-T8060	6400m ³	GASOLINA EXTRA	A-283-C	23600mm	14600mm
TAREA :			FRECUENCIA :		
Inspección Preliminar del tanque			5 años		
PERSONAL :			TIEMPO ESTIMADO:		
-Inspector líder -Ayudante de Inspector			00:30h		
DESCRIPCIÓN :					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar permiso de trabajo. 2. Verificar las tareas realizadas en la liberación del tanque. 3. Revise que el tanque haya sido limpiado, este libre de gas y seguro para la entrada. 4. Revise que el tanque esta completamente aislado de líneas de producto, electricidad. 5. Cerrar permiso de trabajo. 6. Realizar reporte de inspección. 					
HERRAMIENTAS:		MATERIALES:		EQUIPOS:	
				-Cámara fotográfica.	
PARTE DEL TK:		Boquillas, manholes,			
TAREA :			FRECUENCIA :		
Inspeccione accesorios abiertos.			5 años		
PERSONAL :			TIEMPO ESTIMADO:		
Inspector líder Ayudante de Inspector			00:30h		

Tabla 17. (Continuación)		
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo 2. Inspección de posible corrosión en boquillas. 3. Inspección visual de boquillas al interior del tanque. 4. Inspección por ultrasonido. 5. Cerrar permiso de trabajo. 6. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Lija -Brocha	- Equipo de protección personal. -Gel acoplante -Wiper.	- Ultrasonido DMS2 -Cámara fotográfica.
TAREA :		FRECUENCIA :
Limpieza con chorro abrasivo al interior del tanque.		5 años
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
-Técnico Especializado -Equipo de trabajo		00:30h
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar permiso de trabajo. 2. Solicitar contratación de servicios especializado. 3. Limpieza con chorro abrasivo (Sandblasting) grado SSPC SP5 (Metal Blanco) 4. Cerrar permiso de trabajo 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
	-Equipo de protección personal	Sandblasting
PARTE DEL TK:	Cordón de soldadura Pared /Piso.	
TAREA :		FRECUENCIA :
Limpieza e inspección de cordón se soldadura Pared / Piso.		5años

Tabla 17. (Continuación)		
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
-Inspector líder -Ayudante de Inspector		00:30h
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar permiso de trabajo. 2. Limpieza manual mecánica de cordón de soldadura más zona térmica afectada. 3. Inspección de posibles anomalías en cordones como: <ul style="list-style-type: none"> • Ataque corrosivo. • Pitting (Socavados) 4. Cerrar permiso de trabajo. 5. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Medidor de pitting -Pica sal -Flexómetro -Cepillo metálico -Brocha	-Equipo de protección personal.	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Sistema de drenaje del piso.	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección del sistema del drenaje del piso.	5 años	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	00:30h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Inspeccionar posibles anomalías en el tubo y colector como : <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura • Fisuras • Ataques corrosivos. 3. Medición de pitting o socavados en caso de existir corrosión. 4. Inspección por el método de ultrasonido en tubería. 5. Inspección visual de cordones de soldadura verificar estructura y la posible existencia de corrosión. 		

Tabla 17. (Continuación)		
<p>6. Cerrar permiso de trabajo.</p> <p>7. Realizar reporte de inspección</p>		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Lija -Brocha	- Equipo de protección personal. -Gel acoplante -Wiper.	- Ultrasonido DMS2 -Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Planchas de fondo.	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección visual del fondo del tanque	5 años	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	00:30h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Inspección posibles anomalías como: <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura • Fisuras 3. Inspección de discos de refuerzos para asentamientos de soportes. 4. Inspección visual cordones de soldadura discos /fondo. Verificar que tenga una textura completa y libre de corrosión 5. Inspeccionar posibles áreas afectadas por ataques corrosivos. <ul style="list-style-type: none"> • Medición de pitting o socavados. 6. Inspección visual de cordones de soldadura verificar estructura y la posible existencia de corrosión Cerrar permiso de trabajo. 7. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
	-Equipo de protección personal	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Planchas del Fondo.	

Tabla 17. (Continuación)		
TAREA :		FRECUENCIA :
Inspección por ultrasonido de las planchas del fondo.		5 años
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
-Técnico Nivel II END. -Ayudante de Inspector		12:00h
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar permiso de trabajo. 2. Solicitar la contratación de servicios especializados para medición mediante barrido. 3. Realizar una hoja de reportes de mediciones. 4. Verificar el equipo de ultrasonido. <ul style="list-style-type: none"> • Establecer el buen funcionamiento del equipo de ultrasonido. • Calibrar el quipo. <p>Planchas del fondo del tanque:</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Limpiar con la suciedad de la superficie de las planchas del tanque. 6. Colocar en la superficie el equipo de ultrasonido y acoplante. 7. Medir espesores, y hacer un barrido total de por lo menos el 60% de las planchas del piso. 8. Registrar la medición tomada. 9. Cerrar permiso de trabajo 10. Evaluación de los resultados de medición. <ul style="list-style-type: none"> • Establecer espesores máximos, mínimos, velocidad de corrosión. 11. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Cepillo metálico - Wiper.	- Equipo de protección personal. - Diagramas -Hoja de reporte -Acoplante.	- Floormap -Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Planchas del techo	
TAREA :		FRECUENCIA :
Inspección visual del techo al interior tanque.		5 años
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
-Inspector líder -Ayudante de Inspector		00:30h

Tabla 17. (Continuación)		
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Inspección posibles anomalías como: <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura • Fisuras 3. Inspección de discos de refuerzo de soportes 4. Inspección de colector del techo. 5. Inspeccionar posibles áreas afectadas por ataques corrosivos. <ul style="list-style-type: none"> • Medición de pitting o socavados. 6. Inspección visual de cordones de soldadura verificar estructura y la posible existencia de corrosión. 7. Cerrar permiso de trabajo. 8. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
	-Equipo de protección personal	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Sello.	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección visual del sello al interior del tanque	5 años	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	00:30h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo 2. Inspección de planchas del sello secundario galvanizado. 3. Inspección de accesorios. <ul style="list-style-type: none"> • Pernos • Tuercas • Pasadores • Ganchos 4. Cerrar permiso de trabajo. 5. Realizar reporte de inspección 		

Tabla 17. (Continuación)		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Linterna	-Equipo de protección personal	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Soportes del techo.	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección de soportes al interior del tanque.	5 años	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
Inspector líder Ayudante de Inspector	00:30h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Inspección posibles anomalías como: <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura • Fisuras 3. Inspeccionar posibles áreas afectadas por ataques corrosivos. <ul style="list-style-type: none"> • Medición de pitting o socavados. 4. Cerrar permiso de trabajo. 5. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
	-Equipo de protección personal	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Venteos automáticos.	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Inspección del venteos automáticos	5 años	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	00:30h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Inspección y posibles anomalías como: <ul style="list-style-type: none"> • desgaste de pintura • Fisuras 		

Tabla 17. (Continuación)

3. Inspeccionar áreas afectadas por ataques corrosivos.
 - Medición de pitting o socavados producidos por el ataque corrosivo.
4. Inspección visual de cordones de soldadura verificar estructura y la posible existencia de corrosión.
5. Cerrar permiso de trabajo.
6. Realizar reporte de inspección

HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
	-Equipo de protección personal	-Cámara fotográfica.

DESCRIPCIÓN :

PARTE DEL TK:	Sistema de drenaje del techo.
----------------------	--------------------------------------

TAREA :	FRECUENCIA :
Inspección del sistema de drenaje del techo.	5 años

PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	00:30h

DESCRIPCIÓN :

1. Solicitud de permiso de trabajo.
2. Inspección de articulaciones.
3. Inspección posibles anomalías en el tubo articulado, soportes y bridas como:
 - Desgaste de pintura
 - Fisuras
4. Inspección de posibles áreas afectadas por ataques corrosivos.
 - Medición de pitting o socavados producidos por el ataque corrosivo.
5. Cerrar permiso de trabajo.
6. Realizar reporte de inspección

HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
	-Equipo de protección personal	-Cámara fotográfica.

DESCRIPCIÓN :

PARTE DEL TK::	Tuberías de drenajes sumideros del fondo.
-----------------------	--

TAREA :	FRECUENCIA :
Inspección de tuberías de drenajes sumideros.	5 años

Tabla 17. (Continuación)		
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
-Inspector líder -Ayudante de Inspector		00:30h
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Inspección de posibles anomalías como: <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura • Fisuras 3. Inspeccionar áreas afectadas por ataques corrosivos. <ul style="list-style-type: none"> • Medición de pitting o socavados producidos por el ataque corrosivo. 4. Inspección visual de cordones de soldadura verificar estructura y la posible existencia de corrosión. 5. Cerrar permiso de trabajo. 6. Realizar reporte de inspección 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
	-Equipo de protección personal	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Soporte de tubo guía.	
TAREA :		FRECUENCIA :
Inspección de soporte de tubo guía.		5 años
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
Inspector líder Nivel II END -Ayudante de Inspector		00:30h
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo. 2. Inspección posibles anomalías como: <ul style="list-style-type: none"> • Desgaste de pintura • Fisuras 3. Inspeccionar posibles áreas afectadas por ataques corrosivos. <ul style="list-style-type: none"> • Medición de pitting o socavados producidos por el ataque corrosivo. 4. Cerrar permiso de trabajo. 5. Realizar reporte de inspección 		

Tabla 17. (Continuación)		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-	-Equipo de protección personal	-Cámara fotográfica.
PARTE DEL TK:	Válvulas.	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Limpieza de válvulas pie del tanque.	5 años	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Operador -2 Ayunante	06:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo de operación 2. Solicitar trabajo a operación. 3. Informar al departamento de seguridad. 4. Colocar señales de protección en el área, aislando la posibilidad de acceso a personal no autorizado. 5. Solicitar el desvío de producto a otro tanque. 6. Verificar que las condiciones sean seguras para el procedimiento 7. Retiran tuercas y espárragos entre la boquilla y válvula. 8. Retirar tuercas y espárragos entre la válvula y tubería. 9. Desmontar las válvulas y trasladar a un taller de mantenimiento. 10. Retirar el óxido, suciedad y arena del cuerpo de las válvulas 11. Limpiar cualquier clase de suciedad o arena adherida en el vástago 12. Colocar aceite en el vástago roscado para así evitar óxido 13. Limpiar las roscas del vástago dejar libre de pintura o algún tipo de suciedad. 14. Trasladar las válvulas a su lugar de funcionamiento. 15. Colocar tuercas y espárragos entre la boquilla y válvula. 16. Cerrar orden de trabajo 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Cepillo metálico -Brocha -Caja de herramientas	-Equipo de protección personal -Aceite -Wiper	-Cámara fotográfica.

Tabla 17. (Continuación)		
PARTE DEL TK:	Válvulas.	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Cambio de válvulas pie del tanque.	15 años	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Operador -2 Ayunantes	04:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo de operación 2. Solicitar trabajo a operación. 3. Informar al departamento de seguridad. 4. Colocar señales de protección en el área, aislando la posibilidad de acceso a personal no autorizado. 5. Solicitar el desvío de producto a otro tanque. 6. Verificar que las condiciones sean seguras para el procedimiento 7. Verificar que las válvulas se encuentren cerradas. 8. Retiran tuercas y espárragos entre la boquilla y válvula. 9. Retirar tuercas y espárragos entre la boquilla y tubería. 10. Colocar la nueva válvula de compuerta 11. Colocar tuercas y espárragos entre la boquilla y válvula. 12. Cerrar orden de trabajo 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
		-Válvula de compuerta
PARTE DEL TK:	Cuerpo	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Preparación de la superficie y aplicación de pintura en la pared, techo, pontones, soportes, barrera de espuma refuerzo de vientos y venteos del tanque	5 años	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Técnicos. -Ayudantes.	60 días	

Tabla 17. (Continuación)

DESCRIPCIÓN :

1. Solicitar Permiso de trabajo.
2. Solicitar contratación de servicios especializados.
3. Informar al departamento de seguridad.
4. Colocar señales de protección en el área, aislando la posibilidad de acceso a personal no autorizado.
5. Retiro de la pintura existente por el método abrasivo hasta obtener metal blanco grado SSPC-SP5.
6. Después de la preparación de superficie de la pared se procede a la aplicación de pintura en la pared del cuerpo, techo, pontones, soportes, barrera de espuma, refuerzo de viento y venteos de acuerdo a la hoja técnica del fabricante.
7. **Aplicación de primera capa:** Zinc orgánico con espesor de 50 μ EPS (Espesor de película en seco).
Pintura :Epóxico tipo Hempadur 17360 o similar.
Color: Gris.
8. **Aplicación de capa intermedia:** Pintura de dos componentes con a ducto de poliamida y elevado contenido en sólidos. Espesor recomendado 150 μ EPS.
Pintura :Epóxico tipo Hempadur 45880 o similar.
Color: Gris/Blanco.
9. **Capa de acabado:** Aplicación de pintura esmalte de poliuretano esmalte de dos componentes a base de isocianato alifático. Con un espesor recomendado de 50 μ EPS
Pintura : Epóxico tipo Hemptane top coat 5521 o similar
Color: Blanco.
10. Aplicación de pintura para franjas de identificación en el cuerpo.

Franja superior del tanque:

11. Pintar 0,40 m desde el borde superior.
Pintura : Esmalte poliuretano
Color: Café

Franja inferior del tanque:

12. Pintar 1 m desde el piso.
Pintura : Esmalte poliuretano
Color: Café
13. Aplicación de letras de distinción del tanque :
Pintura : Esmalte poliuretano

Tabla 17. (Continuación)

El tanque debe contener lo siguiente.<

14. Logotipo: EP PETROECUADOR.
15. Identificación del tanque.
16. Capacidad en volumen.
17. Nombre del producto que almacena el tanque.
18. Medición de espesores del sistema total aplicado una vez secada la pintura.
19. Cerrar permiso de trabajo.

HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Caja de herramientas menor.	-Equipo de protección personal para aplicación de pintura - Pintura (sistema epóxico) -Línea de vida Especifica para Sandblasting - Arena o granalla -Pintura (sistema epoxico) -Tiñer	Sandblasting -Compresor -Pulmón de aire. -Tolva de arena o granalla. -Sistema de mangueras y boquillas. -Medidor ultrasónico de pintura en húmedo. -Medidor ultrasónico de pintura en seco. -Equipo de pintura neumático
PARTE DEL TK:	Escalera fija, escalera móvil y pasamanos	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Preparación de la superficie y aplicación de pintura en escalera fija , escalera móvil y pasamanos	5 años	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Técnicos. -Ayudantes .	60 días	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar Permiso de trabajo. 2. Solicitar contratación de servicios especializados. 3. Informar al departamento de seguridad. 4. Colocar señales de protección en el área, aislando la posibilidad de acceso a personal no autorizado. 		

Tabla 17. (Continuación)

5. Retiro de la pintura existente por el método abrasivo hasta obtener metal blanco grado SSPC-SP5.
6. Aplicación de pintura de acuerdo a la hoja técnica del fabricante.
7. **Aplicación de primera capa:** Zinc orgánico con espesor de 40 μ EPS (Espesor de película en seco)
 Pintura : Epóxico tipo Hempadur 17360 o similar
 Color: Gris
8. **Aplicación de capa intermedia:** Pintura de dos componentes con a ducto de poliamida y elevado contenido en sólidos. Espesor recomendado 150 μ EPS.
 Pintura :Epóxico tipo Hempadurmastic 45880 o similar.
 Color: Verde.
9. **Capa de acabado:** Con un espesor recomendado de 50 μ EPS
 Pintura:Epóxico tipo Hempthane top coat 5521 o similar.
 Color: Verde.
10. Medición de espesores del sistema total aplicado una vez secada la pintura.
11. Reporte de inspección
12. Cerrar permiso de trabajo.

HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Caja de herramientas menor.	-Equipo de protección personal para aplicación de pintura - Pintura (sistema epóxico) -Línea de vida Especifica para Sandblasting - Arena o granalla -Pintura (sistema epoxico) -Tiñer	Sandblasting -Compresor -Pulmón de aire. -Tolva de arena o granalla. -Sistema de mangueras y boquillas. -Medidor ultrasónico de pintura en húmedo. -Medidor ultrasónico de pintura en seco. -Equipo de pintura neumático
Cuerpo		
PARTE DEL TK:		
TAREA :	FRECUENCIA :	
Preparación de la superficie y aplicación de pintura al interior del tanque.	5años	

Tabla 17. (Continuación)		
PERSONAL :		TIEMPO ESTIMADO:
-Técnicos. -Ayudantes.		60 días
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar Permiso de trabajo. 2. Informar al departamento de seguridad. 3. Colocar señales de protección en el área, aislando la posibilidad de acceso a personal no autorizado. 4. Solicitar servicios especializados. 5. Retiro de la pintura existente por el método abrasivo grado SSPC-SP5 (metal blanco). 6. Después de la preparación de superficie de planchas del piso, planchas lado interior del techo, paredes internas, accesorios internos se aplica el recubrimiento de acuerdo a la hoja técnica del fabricante. 7. Aplicación de dos capas: Zinc orgánico con espesor de 150 μ EPS (Espesor de película en seco) cada una con un total de espesor de 300 μ EPS. Pintura :Epóxico tipo fenólica Hempadur 85671 o similar. Color: Primera capa Rojo óxido Color: Segunda capa Blanco. 8. Medición de espesores del sistema total aplicado una vez secada la pintura. 9. Cerrar permiso de trabajo. 		
Herramientas:	Materiales:	Equipos:
-Caja de herramientas menor.	-Equipo de protección personal para aplicación de pintura - Pintura (sistema epóxico) -Línea de vida Específica para Sandblasting - Arena o granalla -Pintura (sistema epóxico)	Sandblasting -Compresor -Pulmón de aire. -Tolva de arena o granalla. -Sistema de mangueras y boquillas.

Tabla 17. (Continuación)		
Herramientas:	Materiales:	Equipos:
	-Tiñer	-Medidor ultrasónico de pintura en húmedo. -Medidor ultrasónico de pintura en seco. -Equipo de pintura neumático

Fuente: Autor

4.3.4 *Gestión de tareas de mantenimiento para certificación de tanques.* En la Tabla 18 se muestra las tareas, procedimientos, frecuencias, tiempo estimado, personal, equipos y herramientas, materiales fungibles y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento.

Tabla 18. Gestión de procedimientos, frecuencias, tiempo estimado, personal, equipos y herramientas, materiales fungibles y equipos necesarios para llevar a cabo las tareas de mantenimiento para certificación del tanque.

 BANCO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA CERTIFICACIÓN DEL TANQUE LUEGO DE REPARACIONES.					
Tanque:	Capacidad:	Producto:	Especific. Material :	Diámetro:	Altura:
Y-T8060	6400m ³	GASOLINA EXTRA	A-283-C	23600mm	14600mm
PARTE DEL TK:		Cordones de soldaduras.			
TAREA :			FRECUENCIA :		
Tintas penetrantes			-----		
PERSONAL :			TIEMPO ESTIMADO:		
-Inspector líder , -Ayudante de Inspector			10:00h		

Tabla 18. (Continuación)

DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar Permiso de trabajo. 2. Limpiar la superficie que se va a examinar. <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza manual mecánica. • Limpieza con solvente 3. Se aplica o impregnan el líquido penetrante. 4. Dejar que el líquido penetrante permanezca en el cordón, 5 minutos. Para que penetre en las posibles discontinuidades superficiales y subperficiales. 5. Limpieza del excedente del líquido penetrante, con paño húmedo. 6. Aplicar revelador. 7. Identificación de discontinuidades de manchas colorantes. 8. Margar discontinuidades. 9. Limpiar el área evaluada. 10. Pintar el área evaluada en caso de no encontrar discontinuidad. 11. Cerrar permiso de trabajo. 12. Realizar reporte de inspección 		

HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
-Cepillo metálico	-Equipo de protección personal -Kit de tintas penetrantes -wiper - Paño	-Cámara fotográfica

DESCRIPCIÓN :

PARTE DEL TK:	Planchas del techo y fondo.
TAREA :	FRECUENCIA :
Prueba de vacío.	-----
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:
-Inspector líder -Ayudante de Inspector	12:00h

DESCRIPCIÓN :
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo 2. Informar al departamento de seguridad. 3. Colocar señales de protección en el área, aislando la posibilidad de acceso a personal no autorizado.

Tabla 18. (Continuación)

4. Revisar la caja de vacío
 - Caja de metal de 150 mm de ancho y 900mm de largo de largo con tapa doble cristal y fondo abierto, con empaque de neopreno o hule (con altura de 2”) con válvulas, tubo sifón para medir el vacío y conexión de aire y eyector.
5. Limpiar la soldadura que se va inspeccionar.
6. Se moja aproximadamente 900mm de cordón de soldadura con una sustancia jabonosa. (detergente diluida en agua) a temperatura ambiente.
7. Se coloca la campana de vacío sobre el cordón enjabonado, dejando visible el tramo de soldadura a inspeccionar.
8. Hacer vacío con flujo de aire a través de un eyector instalado en la caja de vacío produciendo un sellado entre la caja y la plancha.
9. Se abre las válvulas que están conectadas a un compresor de 7k como máximo, para que se origine un vacío.
10. Evaluación de resultados:
11. La presencia de porosidad o fuga en los cordones es indicada por burbujas o espuma producidas por aire succionado a través del cordón de soldadura.
12. Cerrar permiso de trabajo.
13. Realizar reporte de inspección

HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
	--Equipo de protección personal - Sustancia jabonosa	-Cámara Fotográfica -Caja de vacío -Compresor
PARTE DEL TK:	Planchas de pared del tanque.	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Prueba radiográfica	-----	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Inspector líder Nivel II -Ayudante de Inspector	10:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo 2. Solicitar contratación de servicios especializados. 3. Informar al departamento de seguridad. 4. Realizar informe de inspección. 		

Tabla 18. (Continuación)		
5. Cerrar permiso de trabajo.		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
	--Equipo de protección personal	-Cámara radiográfica
PARTE DEL TK:	Planchas del techo y fondo.	
TAREA :	FRECUENCIA :	
Calibración volumétrica.	-----	
PERSONAL :	TIEMPO ESTIMADO:	
-Técnico especializado.	24:00h	
DESCRIPCIÓN :		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo 2. Solicitud de servicios especializados, Ingeniería de calibración de tanques. 3. Se registrará a la Norma ISO 7507, referente a la calibración de tanques, empleando el método Seco Universal Óptico. 4. Efectuara las medidas de los diámetros internos y las alturas del tanque, equipos de medición óptica 5. Los volúmenes del fondo cónico del tanque, así como el volumen muerto del producto se determinara mediante medición óptica de los desniveles (cono truncado). 6. Una vez efectuado la toma de datos en campo, procederá el tratamiento de datos en computadora empleando su propio software para calibración 7. Realizar un informe de datos y mediciones 8. Cerrar permiso trabajo de permiso de trabajo. 		
HERRAMIENTAS:	MATERIALES:	EQUIPOS:
	-Equipo de protección personal	-Equipo de medición óptica
PARTE DEL TK:	Tanque	
TAREA :	FRECUENCIA :	
-Prueba hidrostática. -Prueba de flotabilidad. -Prueba verticalidad. -Prueba redondez.	-----	

Tabla 18. (Continuación)	
Personal :	Tiempo Estimado:
-Inspector líder -Ayudante de Inspector -Ingeniero Civil -Operador -Ayudante	24:00h
Descripción:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitud de permiso de trabajo 2. Informar la Intendencia de Seguridad, Salud y Ambiente. <ul style="list-style-type: none"> • Para el efecto se contara con un radio de comunicación de canal abierto. para de requerirlo actuar en forma inmediata. 3. Colocar señales de protección en el área, aislando la posibilidad de acceso a personal no autorizado, mantener constante vigilancia de las instalaciones para la prueba. 4. Verificar que se haya terminado de reparar el tanque. 5. Aprobar las selecciones para prueba hidrostática, longitud, ubicaciones de llenado y descargo. 6. Verificar los certificados de calibración de los instrumentos de prueba. 7. Verificar la provisión de agua para la prueba y calidad de agua. 8. Selección de ubicación de lugar adecuado para el agua desalojada. 9. Verificar que la tubería y tanque este limpios de objetos que puedan obstruir las entradas y salidas. 10. Utilizar la línea de agua contra incendios del tanque para el llenado del mismo, para el efecto se debe conectar la línea contra incendios a la boquilla del tanque. 11. El desalojo del agua se realizara a través de la boquilla de drenaje de piso. 12. Instalar tubería provisional para conducción de agua hacia canales autorizados 13. Verificar la correcta apertura y cierre de válvulas a ser utilizadas en la línea de ingreso y descarga del agua. 14. Verificar la hermeticidad y correcto sellado de bridas ciegas, manholes y otros accesorios. <p>Llenado del tanque :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nivel total de llenado para la prueba 13250 mm 2. El llenado se realiza en dos etapas. <p>Primera etapa nivel de llenado corresponde al 50% de total de llenado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tanque T-Y 8060 nivel 6625mm 	

Tabla 18. (Continuación)

Segunda etapa nivel de llenado corresponde al 100 % de total de llenado.

- Tanque T-Y 8060 nivel 13250mm

3. Se suspenderá en la primera etapa el llenado, 1 a 2 horas para inspecciones correspondientes.
4. Durante el llenado y cuando el nivel de agua este en contacto con el techo del tanque se revisa minuciosamente el diafragma y el interior de los pontones con el fin de asegurar que no exista filtraciones.
5. Cuando el nivel de agua este en contacto con el techo se comprobará que el mismos inicie la flotación y se determinara la distancia del espejo de agua al tope del espaldón del pontón.
6. Inspeccionar el adecuado funcionamiento del tubo guía.
7. Inspeccionar y tomar nota del nivel de asentamiento y verticalidad del tanque.
Al finalizar cada etapa se debe realizar las siguientes inspecciones:
8. Inspección de diafragma y el interior de los pontones con el fin de asegurar que no exista filtraciones.
9. Comprobar la distancia del espejo de agua al tope del espaldón del pontón.
10. Inspeccionar el adecuado funcionamiento del tubo guía y escaleras rodantes.
11. Inspeccionar y tomar nota del nivel de asentamiento y verticalidad del tanque, redondez.
La verticalidad lo realizara ingeniería civil (usos de teodolito)
La medición de asentamiento lo realiza ingeniera civil.
La redondez será determinada por ingeniería civil.
12. El período de mantenimiento de la prueba será de 4 horas una vez que haya llegado a la altura establecida.
13. Seguido a la aceptación de la prueba hidrostática, se desaloja el agua
14. Verificar que no queden residuos de agua
15. Realizar una limpieza general al interior del tanque
16. Realizar informe de inspección
15. Cerrar permiso de trabajo.

Herramientas:	Materiales:	Equipos:
- Caja de herramientas menor.	-Equipo de protección personal - Agua	-Cámara Fotográfica -Mangueras -Tuberías -Teodolito

Fuente: Autor

4.4 Documentos de gestión

Los documentos de gestión son la base fundamental para poder lograr un buen trabajo de mantenimiento ya que es el pilar fundamental con lo que se podrá trabajar en el futuro sobre la fiabilidad, disponibilidad, y así se mejorará los tiempos de mantenimiento y reparación del tanque. Los principales documentos son:

- Solicitud de trabajo,
- Orden de trabajo,
- Solicitud de servicio externo
- Solicitud de compra,
- Historial de averías.

La Matriz de criticidad envuelve aspectos gerenciales y criterios de decisión que tratan de abordar los aspectos de impacto global con miras a descubrir donde debería atacar las consecuencias de las fallas. El análisis se efectuara a través de una matriz que contiene siete áreas de impacto con los criterios respectivos que ubican a cada ítem en una de tres posibilidades:

- a) Riesgo alto
- b) Riesgo Medio
- c) Riesgo bajo.

En la Tabla 19 se muestra los resultados de análisis realizado al tanque de almacenamiento,

Es importante determinar por medio del RCM (Reliability Centered Maintenance), cuyo proceso se usa para determinar los requerimientos del mantenimiento de los elementos físicos en su contexto operacional.

En la Tabla 20 se realizó el análisis de efecto y modo de fallo (AMEF) del tanque de almacenamiento, herramientas que permiten identificar los efectos o consecuencias de los modos de fallas de cada activo.

Tabla 19. Resultados de análisis de criticidad del tanque de almacenamiento

 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO								
Tanque:	Capacidad:	Producto:	Especificación del Material :			Diámetro:	Altura:	
Y-T8060	6400m ³	GASOLINA EXTRA	A-283-C			23600mm	14600mm	
PARTE DEL TK	Seguridad y Salud (S&S)	Medio Ambiente (MA)	Calidad y productivid. (C&P)	Tiempos de operación. (TO)	Producción (P)	Intervalos entre actividades (TBF)	Tiempo y costo de Matt. (MT)	Criticidad
Cubeto.	B	B	B	A	C	B	B	Semicrítico
Conexiones a Tierra	B	C	B	A	C	B	B	Semicrítico
Vereda perimetral.	B	C	C	A	C	C	B	Semicrítico
Protección catódica.	B	B	B	A	C	B	B	Semicrítico
Planchas de cuerpo.	A	A	A	A	A	C	A	Crítico
Escalera fija.	A	B	C	C	C	C	B	Crítico
Manholes y boquillas.	A	A	A	A	A	C	A	Crítico
Tuberías de procesos dentro del cubeto.	A	A	A	A	A	C	A	Crítico
Sistema contra incendio.	A	A	C	C	C	C	B	Crítico

Tabla 19. (Continuación)								
PARTE DEL TK	Seguridad y Salud (S&S)	Medio Ambiente (MA)	Calidad y productivid. (C&P)	Tiempos de operación. (TO)	Producción (P)	Intervalos entre actividades (TBF)	Tiempo y costo de Matt. (MT)	Criticidad
Válvulas en la base del Tk	A	A	A	A	A	C	B	Crítico
Planchas del Techo.	A	A	A	A	A	C	A	Crítico
Pontones.	A	A	B	A	B	B	B	Crítico
Drenaje del techo.	A	A	A	B	C	B	B	Crítico
Poste Guía.	B	B	B	A	B	C	B	Semicrítico
Venteos automáticos.	B	B	C	B	C	C	C	Semicrítico
Soportes.	B	B	C	B	C	B	B	Semicrítico
Escalera Móvil.	A	C	B	B	B	C	B	Semicrítico
Refuerzo de viento.	A	B	B	B	B	C	B	Crítico
Sellos.	A	A	A	A	A	C	A	Crítico
Barrera de Espuma.	B	B	C	B	C	B	B	Semicrítico
Planchas de fondo.	A	A	A	A	A	C	A	Crítico
Cordón de soldadura Pared /Piso.	A	A	A	A	A	C	A	Crítico
Soldaduras entre planchas del piso.	A	A	A	A	A	C	A	Crítico

Tabla 19. (Continuación)

PARTE DEL TK	Seguridad y Salud (S&S)	Medio Ambiente (MA)	Calidad y productivid. (C&P)	Tiempos de operación. (TO)	Producción (P)	Intervalos entre actividades (TBF)	Tiempo y costo de Matt. (MT)	Criticidad
Tuberías y colector del piso.	A	A	A	A	A	C	A	Crítico

Fuente: Autor

Tabla 20. Análisis de efecto y modo de fallo (AMEF) del tanque de almacenamiento.

 ANÁLISIS DE EFECTO Y MODO DE FALLO (AMEF) TANQUE Y-T 8060					
PARTE DEL TK	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSAS DE FALLAS	EFFECTOS Y CONSECUENCIAS	ACCIÓN CORRECTIVA
Cubeto	-No protege al tanque. -No permite acceso al tanque	Cubeto en mal estado , (sucio)	-Basura(Maleza seca) - Vegetación	-Operacional -Seguridad -Impacto ambiental	-Limpieza del Cubeto.
Protección catódica.	-No protege el materia de las planchas de piso	- Reducción del espesor de material.	-Ánodo de sacrificio gastado -Corrosión	-Operacional -Seguridad -Impacto ambiental	-Cambio de protección catódica
Planchas del Cuerpo.	No protege el material de las planchas cuerpo del tanque.	-Desgaste de pintura	-Ataque de rayos ultravioletas -Medio ambiente -Corrosión externa.	-Operacional -Seguridad	Pitar las paredes del tanque.

Tabla 20. (Continuación)

PARTE DEL TK	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSAS DE FALLAS	EFECTOS Y CONSECUENCIAS	ACCIÓN CORRECTIVA
Planchas del Cuerpo.	Fuga del producto.	-Reducción de espesor de material.	-Corrosión agresiva. -Acumulación de agua	-Operacional -Seguridad -Impacto ambiental.	-Cambio de plancha.
Escalera fija.	No protege correctamente el material de las estructuras.	Desgaste de pintura	-Medio ambiente -Envejecimiento de pintura. -Corrosión externa	-Seguridad	Pitar escaleras
Sistema contra incendio.	-No permite el correcto flujo de producto por tubería. -Fuga de producto.	-Desgaste de pintura -Reducción de cedula.	-Estar en contacto con un medio agresiva -Corrosión Agresiva	-Seguridad -Medio ambiente	-Cambio de sistema contra incendio
Válvulas en la base del tanque.	No permite correcto fluido de producto.	-Reducción del material. -Sistema desgastado	-Envejecimiento -Tiempo de vida útil agotado. -Corrosión agresiva - Pitting	-Operacional -Seguridad -Impacto ambiental	-Cambio de válvulas.
Planchas del Techo.	Fuga de producto	-Reducción del material. - Perforación en plancha	-Acumulación de agua. -Mal diseño de riel. -Corrosión agresiva -Fisura	-Operacional -Seguridad -Impacto ambiental	-Cambio planchas afectadas. -Cambio del diseño de riel

Tabla 20. (Continuación)

PARTE DEL TK	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSAS DE FALLAS	EFFECTOS Y CONSECUENCIAS	ACCIÓN CORRECTIVA
Planchas del Techo.	No protege el material de las planchas del techo	-Desgaste de pintura	-Ataque de rayos ultravioletas -Medio ambiente -Corrosión	Operacional -Seguridad -Impacto ambiental	-Pitar el techo del tanque.
Drenaje del techo.	No drena el agua del techo	Drenaje tapado	-Acumulación de suciedad	-Operacional -Seguridad -Impacto ambiental	-Limpieza de sistema de drenaje.
Escalera Móvil.	No permite mantenibilidad en el sitio donde se encuentra ubicada la riel	-Reducción del material de las planchas del techo. - Perforación en plancha	-Mal diseño de riel. -Corrosión	Operacional -Seguridad -Impacto ambiental	-Cambio de diseño de Riel
	No protege el material de las escaleras, riel y ruedas.	Desgaste de pintura	-Medio ambiente -Envejecimiento de pintura. - Corrosión	-Seguridad	Pintar escaleras
Refuerzo de viento.	No protege el material del refuerzo de viento.	Desgaste de pintura	-Medio ambiente -Envejecimiento de pintura. - Corrosión	-Seguridad.	Pintar refuerzo de viento.
Barrera de Espuma.	No protege el material la barredera de espuma.	Desgaste de pintura	Medio ambiente -Envejecimiento de pintura. - Corrosión	-Seguridad	Pintar barrera de espuma

Tabla 20. (Continuación)

PARTE DEL TK	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA	CAUSAS DE FALLAS	EFECTOS Y CONSECUENCIAS	ACCIÓN CORRECTIVA
Planchas de fondo.	No protege el material de las planchas del fondo del tanque.	Desgaste de pintura	-Envejecimiento de pintura. -Producto de almacenamiento. - Corrosión	Operacional -Seguridad -Impacto ambiental	Pintar planchas de fondo.
Tuberías de drenajes y Colector del piso.	No protege el material de tuberías y colector.	Desgaste de pintura	-Envejecimiento de pintura. -Producto de almacenamiento - Corrosión	Operacional -Seguridad -Impacto ambiental	Pintar tuberías de drenajes y Colector del piso.

Fuente: Autor

4.5 Norma OHSAS 18000[15]

4.5.1 *Generalidades.* OHSAS es el acrónimo de Occupational Health and Safety Assessment Series, y dentro de la norma siempre se habla de OH&S Occupational Health and Safety, lo que en español suele denominarse como SySO Salud y Seguridad Ocupacional o SyST Salud y Seguridad en el Trabajo.

Es un conjunto de normas emitidas por la entidad británica denominada British Standards Institution (BSI). Tienen el propósito de servir de guía para la gestión de la salud y seguridad de una organización. Además pretenden ser guías únicas y universales, y de hecho cuentan con gran aceptación. Aunque las series OHSAS no forman parte de las normas ISO, utilizan los mismos fundamentos, y de hecho la norma principal OHSAS 18001, sigue la estructura de ISO 14001 sobre gestión ambiental. Esto significa que junto con las normas ISO 9000, las organizaciones cuentan ahora con guías de gestión que se complementan e integran fácilmente.

4.5.2 *Objetivo de las normas OHSAS 18000.* Tiene por objetivo lograr que una organización garantice la salud y seguridad ocupacional de sus trabajadores y la protección del medio ambiente, aumentando a la vez la productividad y la calidad de sus operaciones.

Una de las claves para alcanzar este objetivo es la gestión de la Salud y Seguridad Ocupacional (SySO), aspecto del que se ocupa la familia de normas internacionales OHSAS 18000.

4.5.3 *Beneficio del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional OHSAS 18000.*

- Reducción del número de personal accidentado mediante la prevención y control de riesgos en el lugar de trabajo.

- Reducir el riesgo de accidentes de gran envergadura.
- Asegurar una fuerza de trabajo bien calificado y motivado a través de la satisfacción de sus expectativas de empleo.
- Reducción del material perdido a causa de accidentes y por interrupciones de producción no deseada.
- Posibilidad de integración de un sistema de gestión que incluye calidad, ambiente, salud y seguridad.
- Asegurar que la legislación respectiva sea cumplida.

4.5.4 *Familia OHSAS 18000.* Las partes que la conforman las OHSAS 18000 son las siguientes normas:

- **OHSAS 18001:** Se denominan Especificaciones para Sistemas de Gestión de Salud y Seguridad Ocupacional. Constituyen las normas principales, y son utilizadas con propósito tanto de guía como de certificación.
- **OHSAS 18002:** Se trata de guías para mejorar la implementación de las normas.[16]

4.5.5 *Modelo de sistema de gestión de S&SO para la norma OHSAS [17].* Al igual que otras normas internacionales, este estándar **OHSAS** se basa en la metodología conocida como **Plan-Do-Check-Act (PDCA) o Planificar-Hacer- Verificar-Actuar (PHVA).**

Brevemente, este Ciclo PDCA o PHVA se puede describir como:

- Planificar (Plan): establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con la política de SySO de la organización.
- Hacer (Do): implementar los procesos.
- Verificar (Check): realizar el seguimiento y la medición de los procesos respecto a la política de SySO, los objetivos, las metas y los requisitos legales y otros requisitos, e informar sobre los resultados.

- Actuar (Act): tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño del sistema de gestión de la SySO.

Figura 56.PDCA (Plan-Do-Check-Act)



Fuente: Curso auditorías Normas OHSAS

4.5.6 *Implementación y operación del Sistema de Gestión de la S&SO.* Para la implementación y operación del Sistema de Gestión de la S&SO, resulta conveniente considerar los siguientes puntos:

- La definición de la organización y responsabilidades para la gestión debe realizarse de forma clara e involucrando a todos los niveles de la misma.
- Es un requisito crítico la participación e involucramiento de la alta dirección.
- La competencia y formación del personal involucrado debe ser consistente con sus tareas y con su responsabilidad.

- Tienen tanta importancia los programas que proporcionan formación, como aquellos destinados a crear conciencia sobre la seguridad y salud en el trabajo.
- La comunicación debe considerar todas las partes interesadas que estén expuestas a ciertos riesgos, como el propio personal de la empresa, subcontratistas, proveedores, visitantes a las instalaciones, etc.

4.5.7 *Términos y Definiciones*

- **Accidente de trabajo:** Es el suceso repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo, y que produce en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte; así como aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, aún fuera del lugar y horas de trabajo, o durante el traslado de los trabajadores desde su residencia a los lugares de trabajo o viceversa, cuando el transporte lo suministre por el empleador. (Art. 9, capítulo II, decreto 1295/94). Los factores que causan accidentes de trabajo son técnicos, psicosociales y humanos. Algunos tipos de accidentes son: los golpes, caídas, resbalones, choques, etc.
- **Acción correctiva:** Acción tomada para eliminar la causa de una No Conformidad detectada o situación indeseable.
- **Actos inseguros:** Son las acciones u omisiones cometidas por las personas que, al violar normas o procedimientos previamente establecidos, posibilitan que se produzcan accidentes de trabajo.
- **Ambiente de trabajo:** Es el conjunto de condiciones que rodean a la persona que trabaja y que directa o indirectamente influyen en la salud y vida del trabajador.
- **Auditoría:** Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencias de la auditoría (registros, declaraciones de hechos o cualquier otra información que son pertinentes para los criterios de la auditoría y que son verificables) y evaluarlas de manera objetiva con el fin de determinar la extensión en que se cumplen los criterios de auditoría (conjunto de políticas, procedimientos o requisitos utilizados como referencia). Mas sin embargo no es necesario que el proceso se efectúe en todas las áreas de actividades de manera simultánea.

- **Brigada de emergencia:** Deberán estar conformadas por personas que aseguren el soporte logístico del plan de emergencias, por lo tanto deben conocer las instalaciones, rutas y alarmas. Estas personas serán entrenadas en extinción de incendios, rescates y salvamentos. Para lograr los objetivos de una Brigada de emergencia son necesarios los siguientes elementos: Creatividad, productividad, resolución de problemas, trabajo en equipo y recursos. Los principios de acción de la brigada de emergencias son: unidad, racionalización y oportunidad, comando, seguridad y equilibrio.
- **Cargas de trabajo:** Las cargas de trabajo se dividen en: carga física y carga mental o psicosocial. La carga física se refiere a los factores de la labor que imponen al trabajador un esfuerzo físico; generalmente se da en términos de postura corporal, fuerza y movimiento e implica el uso de los componentes del sistema óseo-muscular. La carga mental o psicosocial está determinada por las exigencias cognoscitivas y psicoafectivas de las tareas o de los procesos propios del rol que desempeña el trabajador en su labor. Con base en las cargas laborales se mide la calidad del ambiente del trabajador y con la adecuada planificación del ambiente del trabajo, se logra disminuirlas.
- **Causas de los accidentes de trabajo:** Las principales causas de los accidentes son: el agente en sí, la condición insegura, el tipo de accidente y el factor personal de inseguridad. Siempre hay factores múltiples en la ocurrencia de los accidentes de trabajo. Para su definición verdadera el investigador debe ser objetivo, analítico e imparcial. Al determinar correctamente las causas de un accidente se pueden implementar programas de capacitación. El análisis de las causas de los accidentes de trabajo sirve como información estadística y técnica.
- **Centro de trabajo:** Se entiende por centro de trabajo toda edificación o área a cielo abierto destinada a una actividad económica en una empresa determinada. Cuando una empresa tenga más de un centro de trabajo podrán clasificarse los trabajadores de uno o más de ellos en una clase de riesgo diferente...
- **Comité paritario de salud ocupacional - COPASO:** Es un grupo de personas conformado por representantes de los trabajadores y de la administración de la empresa, de acuerdo con la reglamentación vigente debe funcionar como organismo de promoción y vigilancia del Programa de Salud Ocupacional.
- **Condiciones de trabajo:** Son el conjunto de variables subjetivas y objetivas que definen la realización de una labor concreta y el entorno en que esta se realiza e

incluye el análisis de aspectos relacionados como la organización, el ambiente, la tarea, los instrumentos y materiales que pueden determinar o condicionar la situación de salud de las personas.

- **Cronograma de actividades:** Es el registro detallado del plan de acción del programa de salud ocupacional, en el cual se incluyen las tareas, los responsables y las fechas precisas de realización. Debe ser una propuesta factible que constituya una herramienta administrativa para la realización de las actividades y permita la evaluación de la gestión (cumplimiento) del Programa de Salud Ocupacional.
- **Demarcación y señalización:** La señalización se entiende como la herramienta de seguridad que permite, mediante una serie de estímulos, condicionar la actuación del individuo que la recibe frente a unas circunstancias que pretende resaltar, es decir, mantener una conciencia constante de la presencia de riesgos. Para que la señalización sea efectiva y cumpla su finalidad en la prevención de accidentes, debe atraer la atención de una forma clara y contener un buen mensaje para que pueda ponerse en práctica. La demarcación de las áreas de trabajo, circulación de materiales, conducción de fluidos, almacenamiento y vías de evacuación, debe hacerse de acuerdo con las normas contempladas en la legislación vigente. Por ello, la demarcación de áreas de trabajo, de almacenamientos y de circulación debe hacerse teniendo en cuenta los flujos de producción y desplazamiento de materiales con líneas amarillas de 10 cm. de ancho.
- **Equipos de protección personal (EPP):** Estos deben ser suministrados teniendo en cuenta los requerimientos específicos de los puestos de trabajo, aprobación según las normas de control de calidad y el confort. Además, es necesario capacitar en su manejo, cuidado y mantenimiento, así como realizar el seguimiento de su utilización. Estos elementos de protección deben ser escogidos de acuerdo con las referencias específicas y su calidad. No importa si es más costoso uno que otro, lo importante es el nivel de prevención al que llegue. Sin embargo, esta es la última alternativa de control.

Principales EPP: Protección para la cabeza, facial y visual. Y Respiratoria, auditiva, en alturas, pies, manos y todo el cuerpo.

- **Emergencia:** Es todo estado de perturbación de un sistema que puede poner en peligro la estabilidad del mismo. Las emergencias pueden ser originadas por causas naturales o de origen técnico. Las emergencias tienen fases:

1. Previa. Se pueden controlar y minimizar los efectos, por lo tanto se pueden detectar y tomar las medidas respectivas.
 2. Iniciación de la emergencia.
 3. Control de la emergencia. Análisis post –emergencia. Se califican según su origen (Tecnológico, natural o social) y su gravedad (Emergencias parciales y generales). Las emergencias Tecnológicas se producen por incendios, explosiones, derrames y fugas. Cuando ocurren por fenómenos naturales se dice que se desencadenan a niveles Climático, ecológico y biológico. Las emergencias ocasionadas por factores sociales son por Conflictos sociales, acciones terroristas o vandálicas.
- **Entrenamiento en prevención:** Es la actividad formativa mediante un proceso planeado de aprendizaje continuado para que los trabajadores puedan desempeñar sus actividades con la menor posibilidad de daños por accidentes y/o enfermedades profesionales. Este entrenamiento debe estar acorde con las políticas trazadas, contar con la infraestructura básica y realizar una investigación tanto de necesidades como de los puestos de trabajo.
 - **Ergonomía:** Orienta al análisis de la actividad hacia un encadenamiento de acciones consecuentes y lógicas acordes con las capacidades y necesidades del trabajador y de la empresa. Su propósito fundamental es procurar que el diseño del puesto de trabajo, la organización de la tarea, la disposición de los elementos de trabajo y la capacitación del trabajador estén de acuerdo con este concepto de bienestar, que supone un bien intrínseco para el trabajador y que además proporciona beneficios económicos para la empresa.
 - **Examen de ingreso o pre-ocupacionales:** Los objetivos de los exámenes de ingreso son: Establecer la capacidad física y emocional de un aspirante para realizar un trabajo determinado; Evaluar la salud general del trabajador; Elevar el nivel de satisfacción en el trabajador, ubicándolo en el puesto adecuado a sus condiciones físico – mentales; Elaborar una historia clínica ocupacional que sirva además para posteriores evaluaciones y Disminuir la rotación de personal, la accidentalidad (frecuencia y severidad) y el ausentismo de origen médico.
 - **Examen de retiro:** Evalúa la salud del trabajador en el momento de retirarse de la empresa. El departamento de recursos humanos de la empresa debe informar al trabajador y al médico, en forma escrita acerca del examen. Debe realizarse dentro

de los cinco primeros días hábiles después del retiro, ya que se presume que el trabajador se retiró en perfectas condiciones de salud.

- **Exámenes paraclínicos periódicos o de control:** Su objetivo es hacer prevención, diagnóstico precoz y tratamiento de condiciones de la salud asociadas al trabajo y a las enfermedades comunes. Incluyen laboratorios de rutina , otros sofisticados (nivel de plomo, mercurio en cuero cabelludo, solventes) y algunos más como audiometrías, optometrías. Estos exámenes se realizan para precisar los efectos de la exposición a factores de riesgo, la capacidad de desempeño del trabajador en su puesto y las patologías de tipo común que predominan según variables como edad, sexo y raza. Mínimo se deben realizar una vez al año, según programas de vigilancia epidemiológica.
- **Factores de riesgo:** Es la existencia de elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación o control del elemento agresivo. Se clasifican en: Físicos, químicos, mecánicos, locativos, eléctricos, ergonómicos, psicosociales y biológicos. Su identificación acertada y oportuna, contando con la experiencia del observador, son elementos que influyen sobre la calidad del panorama general de agentes de riesgo. Se deben identificar los factores de riesgo, en los procesos productivos, en la revisión de los datos de accidentalidad y las normas y reglamentos establecidos.
- **Factores psicosociales:** Los factores psicosociales en el trabajo consisten en interacciones entre el trabajo, su medio ambiente, la satisfacción en el trabajo y las condiciones de su organización, por una parte, y por otra parte, las capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura y su satisfacción personal fuera del trabajo, todo lo cual, a través de percepciones y experiencias, pueden influir en la salud, rendimiento y la satisfacción en el trabajo. Estos factores tienen la potencialidad de actuar sinérgicamente en la generación de los accidentes. Los determinantes de los factores psicosociales son mentalidad, motivaciones, interrelaciones humanas y factores intrínsecos.
- **Higiene industrial:** Es el conjunto de actividades destinadas a la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo del ambiente de trabajo que puedan alterar la salud de los trabajadores, generando enfermedades profesionales. Su campo cubre los ambientes laborales mediante el panorama de factores de riesgo tanto cualitativo como cuantitativo, así como el estudio de la toxicología industrial.

- **Historia clínica ocupacional:** Documento en el que se consigna el historial médico del trabajador y los factores de riesgo a los que estuvo expuesto en oficios anteriores. Debe realizarse con el examen de ingreso y reevaluarse cada año con los exámenes periódicos de salud o al retirarse el empleado de la empresa. Debe tener dos copias, una para la empresa y otra para el trabajador.
- **Identificación de peligro:** Para que el funcionamiento sea correcto, los encargados y los empleados necesitan métodos y herramientas de gestión y trabajo que les permitan actuar correctamente, no sólo contemplando mejoras en los procesos productivos, sino actuando directamente en la gestión de los procesos preventivos
- **Incapacidad permanente parcial:** La incapacidad permanente parcial se presenta cuando el afiliado a riesgos profesionales, como consecuencia de un accidente de trabajo o de una enfermedad profesional, sufre una disminución parcial, pero definitiva, en algunas de sus facultades para realizar su trabajo habitual. Ejemplo: La pérdida de cualquier miembro o parte del mismo, que implique una pérdida de capacidad laboral mayor al 5% pero inferior al 50%.
- **Incapacidad temporal:** Se entiende por incapacidad temporal, aquella que según la Tabla agudo de la enfermedad que presente el afiliado al sistema general de riesgos profesionales, le impide desempeñar su capacidad laboral por un tiempo determinado. El subsidio que recibe un empleado que tenga incapacidad temporal es equivalente al 100% de su salario base de cotización. Se paga desde el día siguiente en que ocurrió el accidente. Al terminar el período de incapacidad temporal el empleador está obligado a ubicar al trabajador en el cargo que desempeñaba antes del accidente o reubicarlo en cualquier otro cargo para el que esté capacitado y que sea de la misma categoría del anterior.
- **Incidente:** acontecimiento no deseado que puede derivar en lesión o daño, no provoca daños personales, no materiales, ni deterioro al medio ambiente.
- **Índice de frecuencia (if):** Número de accidentes o de enfermedades profesionales por millón de horas de trabajo.
- **Índice de gravedad (ig):** Número de días de trabajo perdidos como consecuencia de un accidente o de una enfermedad profesional por millar de horas de trabajo.
- **Indicadores de gestión:** Son la herramienta fundamental para la evaluación, los cuales se refieren a formulaciones (a veces matemáticas) con los que se busca reflejar una situación determinada. Un indicador aislado, obtenido una sola vez, puede ser de poca utilidad; en cambio cuando se analizan los resultados a través de

variables de tiempo, persona y lugar, se observan las tendencias que el mismo puede mostrar con el transcurrir del tiempo, y si se analizan, de manera integral, con otros indicadores, se convierten en poderosas herramientas de gerencia, pues permiten mantener un diagnóstico permanentemente actualizado de la situación, tomar decisiones y verificar si éstas fueron o no acertadas. Algunos de ellos pueden ser indicadores de estructura, de proceso o ejecución o de impacto.

- **Inspecciones planeadas:** Es la principal actividad del comité paritario de salud ocupacional, ya que a través de ellas se cumplen la mayoría de sus funciones: Hacer seguimiento y vigilancia de lo ya acordado (cronograma de actividades del P.S.O. y recomendaciones); mantener contacto con los puestos de trabajo y los trabajadores; conocer nuevas inquietudes y problemas; participar y proponer la solución a estos. Se recomiendan inspecciones generales en forma mensual o trimestral, según sea el caso. La inspección se realiza a las instalaciones locativas, máquinas, equipos, herramientas, elementos para emergencia, brigadas, procesos industriales y operaciones. Esta actividad adquiere especial dimensión ya que su función es esencialmente preventiva y por lo tanto debe hacer especial hincapié en detectar las causas no solo de accidentes sino de los incidentes, para eliminar los agentes de éstos.
- **Investigación de accidentes:** Analizar en forma técnica y profunda el desarrollo de los acontecimientos que llevaron a producir el accidente. Lo importante de la investigación de accidentes, que la hace completa y productiva, es que se realice de manera inmediata arrojando un reporte escrito (con un informe interno para la empresa y una copia para la ARP), contemplando aspectos como la entrevista al accidentado y a los testigos oculares, si los hay, la observación de las condiciones ambientales y la versión del jefe inmediato. A la empresa, a través del Comité Paritario de Salud Ocupacional, le corresponde elaborar un procedimiento para investigar los accidentes de trabajo. En los procedimientos para la investigación de los accidentes de trabajo, se deben contemplar las lesiones, enfermedades, accidentes – incidentes y daños a la propiedad. Para esta tarea se debe capacitar tanto al Comité Paritario de Salud Ocupacional, como a los supervisores de la empresa.
- **Medicina del trabajo:** Es el conjunto de actividades de las ciencias de la salud dirigidas hacia la promoción de la calidad de vida de los trabajadores a través del mantenimiento y mejoramiento de las condiciones de salud. Estudia la relación

Salud-Trabajo, iniciando con el examen de pre-empleo, pasando por los exámenes de control periódico, investigaciones de la interacción salud con los ambientes de trabajo, materias primas, factores de riesgo psicosocial y en ocasiones actividades de medicina preventiva como control de Hipertensión, vacunación contra el Tétano y prevención cáncer ginecológico.

- **Mejora continua:** Actividad litigante para aumentar la capacidad para cumplir los requisitos.
- **Normas de seguridad:** Se refieren al conjunto de reglas e instrucciones detalladas a seguir para la realización de una labor segura, las precauciones a tomar y las defensas a utilizar de modo que las operaciones se realicen sin riesgo, o al menos con el mínimo posible, para el trabajador que la ejecuta o para la comunidad laboral en general. Estas deben promulgarse y difundirse desde el momento de la inducción o re inducción del trabajador al puesto de trabajo, con el fin de evitar daños que puedan derivarse como consecuencia de la ejecución de un trabajo. Por lo tanto se deben hacer controles de ingeniería que sirven para rediseñar los procesos, la buena distribución de los puestos de trabajo y procurar instalaciones adecuadas.
- **No conformidad:** Incumplimiento de un requisito
- **Objetivos:** Algo ambicionado o pretendido, relacionado con el desempeño en seguridad y salud ocupacional del sistema de la SSO, que una organización se propone alcanzar.
- **Panorama de factores de riesgo:** Es una forma sistemática de identificar, localizar, valorar y jerarquizar condiciones de riesgo laboral a que están expuestos los trabajadores, que permite el desarrollo de las medidas de intervención. Es considerado como una herramienta de recolección, tratamiento y análisis de datos. Los panoramas de factores de riesgos deben contener tanto la valoración de las áreas, como el personal expuesto, determinando los efectos que puedan causar y por supuesto, la determinación de medidas de control. Para realizar los panoramas se debe como primera medida priorizar los factores de riesgo, mediante la medición o valoración de los mismos, identificando de una manera secuencial las prioridades según el grado de peligrosidad del riesgo, proceso que se denomina jerarquización de factores de riesgo. Debe ser sistemático y actualizable.
- **Partes interesadas:** Persona o grupo que tenga un interés en el desempeño o éxito de una organización.
- **Peligro:** Fuente potencial de daño

- **Plan de atención de emergencias:** Reúne operaciones de control del siniestro y propiedades. Debe tener claras las jerarquías, los relevos del personal, los lesionados y las medidas de control y de conservación. Los requisitos para que el plan de atención de emergencias funcione es que esté escrito, publicado, enseñado, evaluado y actualizado. Para la operación del plan de atención de emergencias, el personal debe reunir las siguientes características permanencia, disposición, experiencia, habilidad y condición física.
- **Plan de capacitación:** Es una estrategia indispensable para alcanzar los objetivos de la salud ocupacional, ya que habilita a los trabajadores para realizar elecciones acertadas en pro de su salud, a los mandos medios para facilitar los procesos preventivos y a las directivas para apoyar la ejecución de los mismos. La programación, por lo tanto, debe cobijar todos los niveles de la empresa para asegurar que las actividades se realicen coordinadamente. Se trata de permitir que las personas reconozcan las creencias, actitudes, opiniones y hábitos que influyen en la adopción de estilos de vida sanos, alentando a las personas a ejercer el control sobre su propia salud y a participar en la identificación de problemas y mejoramiento de las condiciones de trabajo.
- **Plan de contingencia:** Es el conjunto de normas y procedimientos generales basados en el análisis de vulnerabilidad. Es indispensable definir los objetivos, estrategias, los recursos y las actividades. Debe tener por los menos los elementos como antecedentes, vulnerabilidad, riesgo, organización, recursos, preparación y atención de emergencias. Este plan debe incluir un análisis de antecedentes que tendrá en cuenta los efectos producidos por desastres tanto físicos como anímicos y psicosociales. A nivel interno se debe contar con el personal y brigadistas. A nivel externo se tiene en cuenta el inventario de organizaciones cívicas, gremiales y públicas y el Sistema de atención y prevención de desastres. Se debe hacer una preparación para los planes de contingencia con simulacros, señalización, rutas de evacuación. Un plan de contingencia debe ser Integral, multidisciplinario, multinivel, técnico, y tener buena comunicación.
- **Política de salud ocupacional:** Es la directriz general que permite orientar el curso de unos objetivos, para determinar las características y alcances del Programa de Salud Ocupacional. La política de la empresa en esta materia, debe tener explícita la decisión de desarrollar el Programa de Salud Ocupacional, definir su organización, responsables, procesos de gestión, la designación de recursos financieros, humanos

y físicos necesarios para su adecuada ejecución. El apoyo de las directivas de la empresa al programa se traduce en propiciar el desarrollo de las acciones planeadas y estimular los procesos de participación y concertación con los trabajadores a través de la conformación y funcionamiento del Comité Paritario de Salud Ocupacional u otras estrategias de comunicación (auto-reportes, carteleras, buzón de sugerencias, etc.). Esta política deberá resaltar el cumplimiento de las normas legales. Debe estar escrita, publicada y difundida.

- **Procedimiento:** Descripción estructurada de las etapas y medios necesarios, para la ejecución de una tarea que implica la actuación de varios servicios.
- **Proceso:** Conjunto de actividades ligadas entre sí o interactivas, realizadas con medios, recursos y según reglas, para producir un resultado cuantificable que satisfaga a las exigencias de los clientes internos o externos y a otras partes interesadas.
- **Primeros auxilios:** Son las medidas o cuidados adecuados que se ponen en práctica y se suministran en forma provisional a quien lo necesite, antes de su atención en un centro asistencial. Para asegurar la atención oportuna y eficaz en primeros auxilios se requiere capacitación y entrenamiento. El recurso básico para las personas que los prestan es el botiquín de primeros auxilios que debe contener antisépticos, material de curación, vendajes, tijeras, linternas y si se requiere, una camilla.
- **Programa de salud ocupacional:** El programa de salud ocupacional es la planeación, organización, ejecución y evaluación de una serie de actividades de Medicina Preventiva, Medicina del Trabajo, Higiene y Seguridad Industrial, tendientes a preservar mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores en sus ocupaciones y que deben ser desarrolladas en sus sitios de trabajo en forma integral e interdisciplinaria. El apoyo de las directivas de la empresa al Programa se traduce en propiciar el desarrollo de las acciones planeadas y estimular los procesos de participación y concertación con los trabajadores a través de la conformación y funcionamiento del COPASO u otras estrategias de comunicación (auto-reportes, carteleras, buzón de sugerencias). La elaboración y ejecución de los programas de salud ocupacional para las empresas y lugares de trabajo pueden ser exclusivos y propios para la empresa o contratados con una entidad que preste tales servicios reconocida por el Ministerio de Salud para tales fines. Es necesario que las personas asignadas sean profesionales especializados en salud Ocupacional, tecnólogos en el área o en su defecto personas que acrediten

experiencia específica en Salud Ocupacional y educación continua no formal. El número de personas, sus disciplinas y el tiempo asignado dependerá del número de trabajadores a cubrir, y de los objetivos y metas propuestas para el desarrollo integral del Programa de Salud Ocupacional. Las funciones y responsabilidades deberán estar claramente definidas por escrito, bien sea en los respectivos contratos de trabajo o en los manuales de funciones. Además de ser conocido el programa debe estar apoyado en forma coordinada por todas las dependencias de la empresa, para evitar la duplicidad de recursos y esfuerzos, haciéndolo más eficiente y eficaz. Ver programas de salud ocupacional en las empresas.

- **Reglamento de higiene y seguridad industrial:** Es obligatorio para los empleadores que ocupen 10 o más trabajadores permanentes elaborar el reglamento de higiene y seguridad industrial. Este deberá ser cumplido por todos los trabajadores. Contiene las disposiciones legales acerca de la prevención de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales. Mediante este reglamento la empresa adquiere el compromiso de realizar las actividades del Programa de Salud Ocupacional correspondientes al funcionamiento del Comité Paritario de Salud Ocupacional y a los sub-programas de medicina preventiva y del trabajo y de Higiene y seguridad industrial, estructurando medidas encaminadas al control en la fuente, en el medio y en los trabajadores (Ver modelo del Ministerio de Trabajo). Debe presentarse al Ministerio de Trabajo en original y copia para su aprobación. El Reglamento de Higiene y Seguridad Industrial se debe modificar cuando haya cambios de actividad económica o métodos de producción y/o cuando se haya cambio de instalaciones o disposiciones gubernamentales. El Reglamento de Higiene NO es único para todas las actividades económicas.
- **Riesgos profesionales:** Son riesgos profesionales el accidente que se produce como consecuencia directa del trabajo o labor desempeñada, y la enfermedad que haya sido catalogada como profesional por el Gobierno Nacional. Comentario: El riesgo profesional es el suceso al que se encuentra expuesto el trabajador por la actividad que desarrolla en ejercicio de una relación de trabajo. Este concepto genérico comprende dos especies: los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales.
- **Riesgos psicosociales (factores):** "Los factores psicosociales en el trabajo consisten en interacciones entre el trabajo, su medio ambiente, la satisfacción en el trabajo y las condiciones de su organización, por una parte, y por la otra parte, las capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura y su situación personal fuera

del trabajo, todo lo cual, a través de percepciones y experiencias, puede influir en la salud, rendimiento y la satisfacción en el trabajo". Además de lo anterior, inciden en las condiciones de vida de los trabajadores y de sus familias. Estos riesgos generados en el trabajo tienen su manifestación a través de patologías orgánicas, sicosomáticas y emocionales. Se pueden prevenir mediante medidas dirigidas hacia el personal, ambiente y forma de trabajo.

- **Riesgos químicos:** Son los riesgos que abarcan todos aquellos elementos y sustancias que al entrar en contacto con el organismo por cualquier vía de ingreso pueden provocar intoxicación. Las sustancias de los factores de riesgo químico se clasifican según su estado físico y los efectos que causen en el organismo. Estos son: Gases y Vapores, aerosoles, partículas sólidas (polvos, humos, fibras), partículas líquidas (nieblas, rocíos), líquidos y sólidos.
- **Seguridad y Salud Ocupacional (SSO):** Condiciones y factores que afectan, o podrían afectar a la salud y la seguridad de los empleados o de otros trabajadores (incluyendo a los trabajadores temporales y personal contratado), visitantes o cualquier otra persona en el lugar de trabajo.
- **Sistema de Gestión de la SSO:** Parte del sistema de gestión de una organización, empleada para desarrollar e implementar su política de SSO y gestionar sus riesgos para la SSO.

4.5.8 Requisitos del sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional.

4.5.8.1 Requisitos generales. La organización debe identificar los procesos necesarios así como poner en práctica un sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional acorde con los requisitos de la lista de verificación.

4.5.8.2 Política de gestión de la seguridad y salud ocupacional. La alta dirección debe definir la política de seguridad y salud ocupacional de la organización, debiendo ser ésta:

- a) Apropriada a la naturaleza, magnitud e impactos de la seguridad y salud ocupacionales de sus actividades, productos o servicios.

- b)** Comprometida con la mejora continua y prevención.
- c)** Comprometida con el cumplimiento de la legislación y reglamentación aplicable, así como con demás requisitos asumidos por la organización.
- d)** La que proporcione el marco para el establecimiento y revisión de los objetivos de la seguridad y salud ocupacionales.
- e)** Documentada, implementada y mantenida, así como comunicada a todos los trabajadores.
- f)** Publicada para la disposición del público.
- g)** Analizada y ajustada periódicamente.

4.5.9 Planificación para la identificación de peligros y evaluación y control de los riesgos. La organización debe establecer, mantener y actualizar los procedimientos para identificar los peligros, evaluar los riesgos e implementar las medidas de control. Tales aspectos deben ser considerados en la formulación de los objetivos de la seguridad y salud ocupacionales, así como estar documentados, mantenidos y actualizados. La metodología de la organización para identificar peligros y evaluar riesgos, debe ser preventiva, permitir clasificar los riesgos y actuar sobre ellos, ser consistente con la experiencia operacional, proporcionar los requisitos de la instalación y entrenamiento, así como asegurar el monitoreo de las acciones que permitan alcanzar la eficiencia y los plazos.

4.5.10 Requisitos legales y otros requisitos. La organización debe establecer y mantener actualizado un procedimiento para identificar y tener acceso a los requerimientos legales, así como con demás requisitos que tiene que cumplir en razón de sus actividades, productos o servicios.

Igualmente informa de tales requisitos a sus trabajadores y demás partes interesadas.

La organización debe establecer y mantener documentados los objetivos de la seguridad y salud ocupacionales, considerando:

- a)** Las funciones y niveles de la organización.
- b)** Los requisitos legales y de otra índole.

- c) Los peligros y riesgos.
- d) Las opciones tecnológicas y sus requerimientos financieros.
- e) La opinión de las partes interesadas.
- f) Su consecuencia con la política de gestión de la seguridad y salud ocupacional.
- g) El compromiso de la mejora continúa.

4.5.11 Programa de gestión de la seguridad y salud ocupacional. La organización debe establecer y mantener un programa para alcanzar los objetivos de la seguridad y salud ocupacionales, el cual variará ante nuevos desarrollos y actividades, productos o servicios nuevos o modificados, todo lo cual debe considerar:

- a) La asignación de responsabilidades,
- b) Los medios y plazos para alcanzar tales objetivos.

Igualmente el programa es analizado en forma crítica y a intervalos planificados.

4.5.12 Implementación y operación.

4.5.12.1 Estructura y responsabilidades. La organización debe definir las funciones, las responsabilidades y la autoridad necesarias para una mayor eficacia en la seguridad y salud ocupacional. Igualmente, debe proporcionar los recursos esenciales para su implementación y control. La alta dirección debe asignar el o los representantes con la autoridad y responsabilidad de:

- a) Asegurar los requerimientos para cumplir con las normas sobre seguridad y salud ocupacional,
- b) Estar informada del desempeño del sistema de gestión de la seguridad y salud ocupacional y buscar su mejora continua.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Los estándares o normas son una guía de reparación e inspección de tanques de almacenamiento pero no siempre se ajustan a la realidad ni a las necesidades de los tanques en la Refinería, por esta razón se realizó el diagnóstico de tanques de almacenamiento basado en normas, guías, manuales y las necesidades planteadas por la empresa para dar soluciones de una manera correcta y eficiente a las actividades relacionadas con el mantenimiento.

La situación en la que se encuentra el mantenimiento de los tanques de almacenamiento no es la más óptima de acuerdo a sus necesidades y condiciones de operación debido a la falta de planificación del mantenimiento.

La ficha técnica de datos y características de tanques de almacenamiento con información específica y de importancia para tanques, sirve como una base de datos que permitirá la identificación de cada tanque.

El producto de almacenamiento en este caso Gasolina Extra tiene características propias para el cual fue diseñado el tanque, bajo estas características el tanque puede cumplir su vida útil, sin embargo al alterar las características del producto o almacenar otro producto diferente al de diseño, varía el rango de aceleración de corrosión.

Del resultado obtenido en la inspección realizada en el tanque Y-T 8060 se estableció que el estado técnico actual del tanque es malo, los principales problemas presentes son

la corrosión agresiva en techo, primer anillo de pared y el sistema contra incendios a demás de perdidas de protecciones del tanque.

Del análisis de criticidad se determinó que la mayoría de los componentes del tanque son de impacto global, además se realizó el análisis de efecto y modo de falla para poder dar soluciones objetivas, rápidas y eficientes y así evitar a posterior que se repita la misma causa y problema.

Los bancos de tareas identifican frecuencias, personal, tiempo, herramientas, materiales y equipos a ser utilizados en cada tarea de mantenimiento detallando los procedimientos para garantizar el eficiente y correcto funcionamiento de los tanques dentro de los parámetros que se requieren para la producción.

La empresa cumple parcialmente las normas de seguridad, debido a lo cual se ha producido accidentes de trabajos y enfermedades profesionales.

5.2 Recomendaciones

Para tener éxito de la ejecución del plan de mantenimiento es necesaria la participación de todas las áreas de operaciones, trabajando juntas con responsabilidad, tomando en cuenta que el mantenimiento no es un gasto sino una inversión.

Capacitar al personal y crear conciencia de la importancia de realizar el mantenimiento en forma planificada y ordenada, entendiendo que no solo un grupo determinado es el responsable de la ejecución, si no que todos son responsables del buen funcionamiento del mismo.

Se debe tener registros documentales organizados de ficha de datos, historial de averías, órdenes de trabajo y reportes de inspección de cada uno de los tanques de almacenamiento ya que esta información es la base con la que se llevara un historial de vida del tanque.

Teniendo como resultado que el tanque de almacenamiento Y-T8060 tiene un estado técnico malo se recomienda aplica el plan desarrollado en la presente tesis, de cumplirse se mejoraría la disponibilidad y fiabilidad requisitos principales para una correcta operación.

No es suficiente con realizar mantenimiento correctivo se debe determinar y eliminar la causa de fallo o tratar de minimizar su efecto para evitar que se vuelva a repetir dicha instancia.

Se debe tratar de seguir retroalimentando la información técnica de los tanques, los procedimientos, frecuencias y los demás requerimientos para la realización de las tareas, hay que recordar que el mantenimiento no debe permanecer estático debe ser proactivo. Implementar la norma OHSAS 18000 que cubren la gestión de seguridad y salud ocupacional, establece técnicas de condiciones y factores que influyen en el bienestar de los empleados, trabajadores, personal contratista, visitantes y cualquier otra persona en el lugar de trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] **DÍAZ, J.** API 650 “Diseño de tanques de almacenamiento atmosférico”.
Ecuador: REE (Seminario).Pág.4-5
- [2] **DÍAZ, J.** API 650 “Diseño de tanques de almacenamiento atmosférico”.
Ecuador: REE (Seminario).Pág.6-7
- [3] **DÍAZ, J.** API 650 “Diseño de tanques de almacenamiento atmosférico”.
Ecuador: REE (Seminario).Pág.8-9
- [4] **INGLESA,** Diseño y cálculo de tanques de almacenamiento.Pag.11
- [5] **API STANDARD 653,** Tank Inspection, Repair, Alteration and Reconstruction,
Third Edition, Section 6, September 2005.
- [6] <http://www.petrocomercial.com/wps/portal>
- [7] **WUITHIER, Pierre.** “Refino y Tratamiento Químico”. Editorial CEPESA.
Tomo Madrid. España 1971. Pág.71
- [8] **WAUQUIER, J.P** “El Refino del Petróleo”. Editorial Technip. Edición Tercera.
París. Francia. 1994. Pág.240
- [9] http://www.iapg.org.ar/EPG/Glosario_EPG.pdf
- [10] http://www.puntofocal.gov.ar/doc/gtm18_tr.pdf
- [11] **WUITHIER, Pierre.** “Refino y Tratamiento Químico”. Editorial CEPESA. Tomo
I. Madrid. España 1971. Pág.71
- [12] **VI NACE.** Mexican section corrosión congress. Respuesta en frecuencia y

análisis de biodiversidad de labio corrosión del acero al carbón en
contenedores de gasolina de laboratorio con fracciones acuosas definidas.

Pág. 2-3

- [13] **DOMINGUEZ**, Benetton X. Biocomplexity and Bioelectrochemical Influence of Gasoline Pipelines Biofilms, in Carbon Steel Deterioration: A Transmission Lines and Transfer Functions Approach, Tesis de Doctorado, IMP, México. (2007).
- [14] **PEDRINI**, Brandao G. Calixto de Campos R., Severino Luna A. (2005). Determination of mercury in gasoline by cold vapor atomic absorption spectrometry with direct reduction in microemulsion media, Spectrochimica Acta. Part B : Atomic spectroscopy, Vol. 60, No. 5, Pág. 625-631.
- [15] http://www.calidadgestion.com.ar/boletin/50_ohsas_18000.html
- [16] http://www.ingenieria.peruv.com/salud_seguridad/ohsas_18000.htm
- [17] **COTECNA**, curso y certificación de auditores internos sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional OHSAS 18001-2007 & SISTEMAS SASST

BIBLIOGRAFÍA

API STANDARD 653, Tank Inspection, Repair, Alteration and Reconstruction, Third Edition, Section 6, September 2005.

COTECNA. Curso y certificación de auditores internos sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional OHSAS 18001-2007& SISTEMAS SASST

DOMINGUEZ, Benetton X. Biocomplexity and Bioelectrochemical Influence of Gasoline Pipelines Biofilms, in Carbon Steel Deterioration: A Transmission Lines and Transfer Functions Approach, Tesis de Doctorado, IMP, México. (2007).

DÍAZ, J. API 650 “Diseño de tanques de almacenamiento atmosférico”. Ecuador: REE (Seminario).

INGLESA, Diseño y cálculo de tanques de almacenamiento.

PEDRINI Brandao G. Calixto de Campos R., Severino Luna A. (2005). Determination of mercury in gasoline by cold vapor atomic absorption spectrometry with direct reduction in micro emulsion media, Spectro chimica acta. Part B: Atomic spectroscopy, Vol. 60, No. 5.

VI NACE. Mexican section corrosion congress . Respuesta en frecuencia y análisis de biodiversidad de labi corrosión del acero al carbón en contenedores de gasolina de laboratorio con fracciones acuosas definidas.

WUITHIER, Pierre. “Refino y Tratamiento Químico”. Editorial CEPESA. Tomo I.
Madrid. España 1971.

WAUQUIER, J.P “El Refino del Petróleo”. Editorial Technip. Edición Tercera. París.
Francia. 1994.

LINKOGRAFÍA

GASOLINA EN EL ECUADOR

<http://www.petrocomercial.com/wps/portal>

2012-08-12

DENSIDAD API

http://www.iapg.org.ar/EPG/Glosario_EPG.pdf

2012-08-11

PROPIEDADES GASOLINA EXTRA

http://www.puntofocal.gov.ar/doc/gtm18_tr.pdf

2012-08-11

NORMA OHSAS 18000

http://www.calidad_gestion.com.ar/boletin/50_ohsas_18000.html

2012-09-08

http://www.ingenieria.peruv.com/salud_seguridad/ohsas_18000.htm

2012-09-07

ANEXOS

ANEXO A. Tanques de almacenamiento de la refinería de Esmeraldas

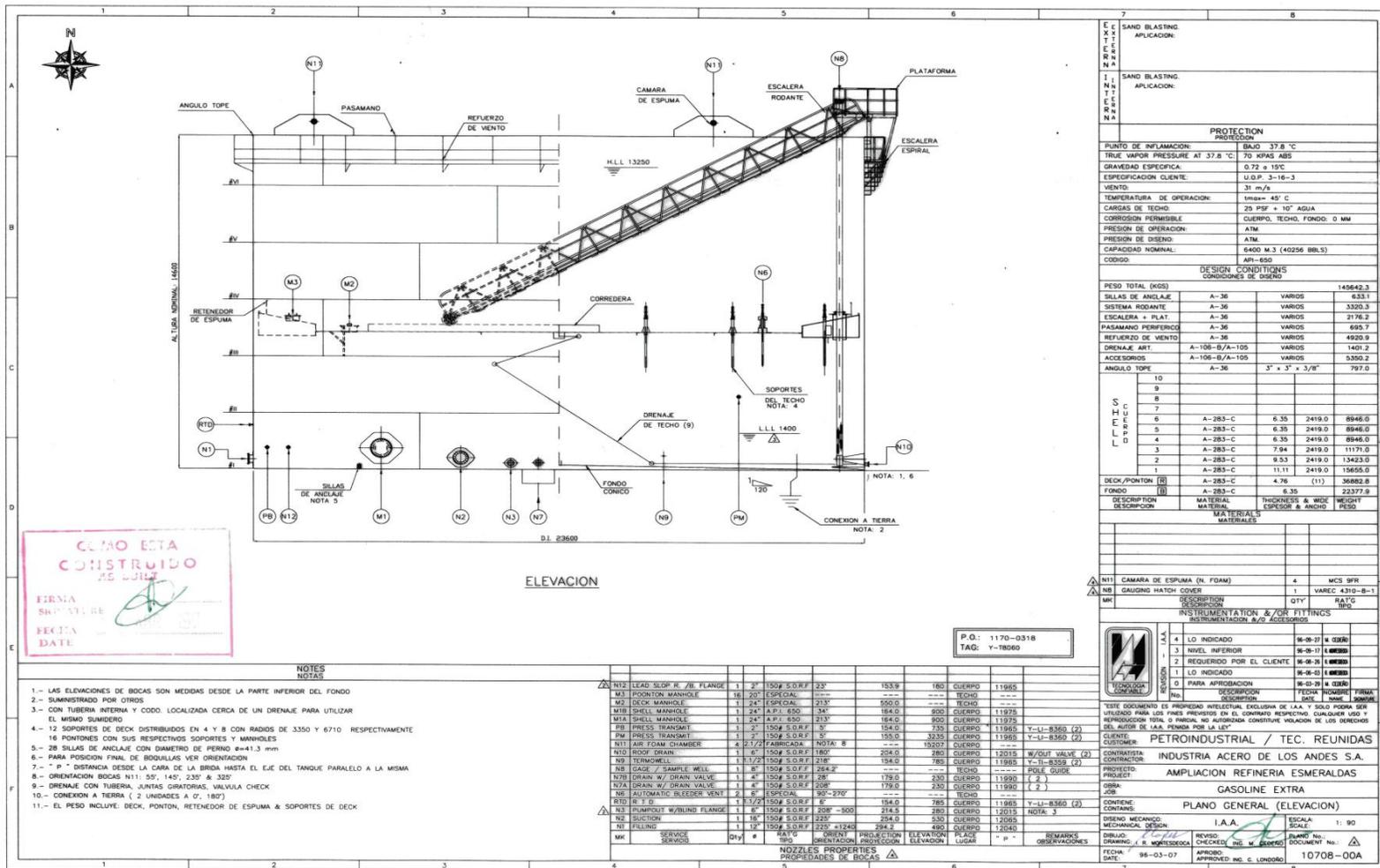
N° CUBETO	TANQUES	PRODUCTO	CAPACIDAD	DIAMETRO	TECHO
1	Y-T 8061	DIESEL	37.500 m ³	57.200 mm	Fijo
1	Y-T 8062	FUEL OIL	45.200 m ³	62.700 mm	Fijo
1	Y-T 8063	FUEL OIL	45.200 m ³	62.700 mm	Fijo
2	Y-T 8053	FUEL OIL	42.704 m ³	60.960 mm	Fijo
3	Y-T 8057	NAFTA	21.000 m ³		Flotante
3	Y-T 8058	NAFTA	3.500 m ³	17.500 mm	Flotante
3	Y-T 8059	GASOLINA EXTRA	6.400 m ³	23.600mm	Flotante
3	Y-T 8060	GASOLINA EXTRA	6.400 m ³	23.600mm	Flotante
4	Y-T 8032	FUEL OIL	42.704 m ³	60.960 mm	Fijo
4	Y-T 8033	FUEL OIL	42.704 m ³	60.960 mm	Fijo
4	Y-T 8052	JET FUEL	12.926 m ³	33.528 mm	Fijo
5	Y-T 8028	DIESEL	28.959 m ³	50.292 mm	Fijo
5	Y-T 8029	DIESEL	28.959 m ³	50.292 mm	Fijo
5	Y-T 8030	FUEL OIL	3.850 m ³	18.288 mm	Fijo
5	Y-T 8031	FUEL OIL	3.850 m ³	18.288 mm	Fijo
6	Y-T 8025	JET FUEL	8.645 m ³	27.432 mm	Fijo
6	Y-T 8026	KEROSENE	12.924 m ³	33.528 mm	Fijo
6	Y-T 8027	KEROSENE	12.924 m ³	33.528 mm	Fijo
7	Y-T 8021	GASOLINA PREMIUM	31.591 m ³	54.864 mm	Flotante
7	Y-T 8022	GASOLINA PREMIUM	31.591 m ³	54.864 mm	Flotante
7	Y-T 8023	GASOLINA SUPER	14.100 m ³	35.052 mm	Flotante
7	Y-T 8024	GASOLINA SUPER	14.100 m ³	35.052 mm	Flotante
7	Y-T 8050	NAFTA PESADA	10.016 m ³	29.505 mm	Flotante

ANEXO A. (Continuación)					
N° CUBETO	TANQUES	PRODUCTO	CAPACIDAD	DIAMETRO	TECHO
7	Y-T 8051	NAFTA PESADA	10.016 m ³	29.505 mm	Flotante
8	Y-T 8013	NAFTA LIVIANA	1.765 m ³	15.240 mm	Flotante
8	Y-T 8014	NAFTA LIVIANA	1.765 m ³	15.240 mm	Flotante
8	Y-T 8015	NAFTA PLATFORMADA	1.765 m ³	15.240 mm	Flotante
8	Y-T 8016	NAFTA PLATFORMADA	1.765 m ³	15.240 mm	Flotante
8	Y-T 8017	NAFTA PESADA	2.560 m ³	7.515 mm	Flotante
8	Y-T 8018	NAFTA PESADA	2.560 m ³	7.515 mm	Flotante
8	Y-T 8019	GASOLINA TRATADA	6.820 m ³	23.700mm	Flotante
8	Y-T 8020	GASOLINA TRATADA	6.830 m ³	23.700mm	Flotante
9	Y-T 8011	SLOP	1.549 m ³	15.240 mm	Fijo
9	Y-T 8012	SLOP	1.549 m ³	15.240 mm	Fijo
10	Y-T 8007	FONDO DE VACÍO	14.100 m ³	35.052mm	Fijo
10	Y-T 8008	FONDO DE VACÍO	14.100 m ³	35.052mm	Fijo
11	Y-T 8005	GASOLEO	34.579 m ³	54.864 mm	Fijo
11	Y-T 8006	GASOLEO	34.579 m ³	54.864 mm	Fijo
11	Y-T 8064	GASOLEO	34.579 m ³	54.864 mm	Fijo
12	Y-T 8009	CARGA A HIDROBON	3.390 m ³	8.288 mm	Fijo
12	Y-T 8010	CARGA A HIDROBON	652 m ³	10.668 mm	Fijo
13	Y-T 8001	CRUDO	38.537 m ³	57.912 mm	Flotante
14	Y-T 8002	CRUDO	38.537 m ³	57.912 mm	Flotante

ANEXO A. (Continuación)					
N° CUBETO	TANQUES	PRODUCTO	CAPACIDAD	DIAMETRO	TECHO
15	Y-T 8003	CRUDO	38.537 m ³	57.912 mm	Flotante
15	Y-T 8046	CRUDO	38.537 m ³	57.912 mm	Flotante
16	Y-T 8004	CRUDO	38.537 m ³	57.912 mm	Flotante
16	Y-T 8047	CRUDO	38.537 m ³	57.912 mm	Flotante
17	Y-T 8055	L.P.G.	625 m ³	10.058 mm	Esfera
17	Y-T 8056	L.P.G.	625 m ³	10.058 mm	Esfera
18	Y-T 8036	L.P.G.	747 m ³	11.278 mm	Esfera
18	Y-T 8037	L.P.G.	747 m ³	11.278 mm	Esfera
18	Y-T 8038	L.P.G.	747 m ³	11.278 mm	Esfera
18	Y-T 8039	L.P.G.	747 m ³	11.278 mm	Esfera
18	Y-T 8040	L.P.G.	747 m ³	11.278 mm	Esfera
18	Y-T 8041	L.P.G.	747 m ³	11.278 mm	Esfera
18	Y-T 8042	L.P.G.	747 m ³	11.278 mm	Esfera
18	Y-T 8043	L.P.G.	747 m ³	11.278 mm	Esfera
18	Y-T 8044	L.P.G.	747 m ³	11.278 mm	Esfera
18	Y-T 8045	L.P.G.	747 m ³	11.278 mm	Esfera
19	AO-V6	ASFALTO	1.128 m ³	12.192 mm	Fijo
19	AO-V7	ASFALTO	1.128 m ³	12.192 mm	Fijo
19	AO-V8	ASFALTO	1.128 m ³	12.192 mm	Fijo
19	AO-V9	ASFALTO	1.128 m ³	12.192 mm	Fijo
19	AO-V10	ASFALTO	1.128 m ³	12.192 mm	Fijo
19	AO-V11	ASFALTO	1.128 m ³	12.192 mm	Fijo
19	AO-V12	ASFALTO	1.128 m ³	12.192 mm	Fijo
19	AO-V13	ASFALTO	1.128 m ³	12.192 mm	Fijo
19	AO-V14	ASFALTO	1.128 m ³	12.192 mm	Fijo

Fuente: EP PETROECUADOR

ANEXO B. Planos mecánicos tanque Y-T8060



SAND BLASTING APLICACION:																							
SAND BLASTING APLICACION:																							
PROTECTION PROTECCION																							
PLUNTO DE INFLAMACION:	BAJO 37.8 °C																						
TRUE VAPOR PRESSURE AT 37.8 °C:	75 KPA ABS																						
GRAVEDAD ESPECIFICA:	0.72 @ 15°C																						
ESPECIFICACION CLIENTE:	U.O.P. 3-16-3																						
VENTO:	31 m/s																						
TEMPERATURA DE OPERACION:	temperatura 45° C																						
CARGAS DE TECHO:	25 PSF + 10" AGUA																						
CORROSION PERMISIBLE:	CUERPO, TECHO, FONDO: 0 MM																						
PRESION DE OPERACION:	ATM																						
PRESION DE DISEÑO:	ATM																						
CAPACIDAD NOMINAL:	6400 M.3 (40256 BBL.5)																						
CODIGO:	API-650																						
DESIGN CONDITIONS CONDICIONES DE DISEÑO																							
PESO TOTAL (KGS)			145642.3																				
SILLAS DE ANCLAJE	A-36	VARIOS	4311																				
SISTEMA RODANTE	A-36	VARIOS	3320.3																				
ESCALERA + PLAT.	A-36	VARIOS	2176.2																				
PASAMANO PERIFERICO	A-36	VARIOS	625.7																				
REFUERZO DE VIENTO	A-36	VARIOS	4920.9																				
DRENAJE ART.	A-108-B/A-105	VARIOS	1401.2																				
ACCESORIOS	A-108-B/A-105	VARIOS	5350.2																				
ANGULO TOPE	A-36	3" x 3" x 3/8"	797.0																				
SCHEMATIC																							
8																							
7																							
6																							
5	A-283-C	6.35	2419.0 8946.0																				
4	A-283-C	6.35	2419.0 8946.0																				
3	A-283-C	7.94	2419.0 11171.0																				
2	A-283-C	9.53	2419.0 13423.0																				
1	A-283-C	11.11	2419.0 15655.0																				
DECK/PONTON (8)	A-283-C	4.76	(11) 36852.8																				
FONDO (9)	A-283-C	6.35	22377.8																				
DESCRIPTION MATERIAL THICKNESS & WEIGHT EPOXIDE & ANOD. I. PESO.																							
MATERIALS MATERIALES																							
<table border="1"> <tr> <th>DESCRIPTION</th> <th>MATERIAL</th> <th>THICKNESS</th> <th>WEIGHT</th> </tr> <tr> <td>N11 CAMARA DE ESPUMA (N. FOAM)</td> <td>MCS 8FR</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>N8 GAUGING HATCH COVER</td> <td>VAREC 4310-B-1</td> <td>1</td> <td></td> </tr> </table>				DESCRIPTION	MATERIAL	THICKNESS	WEIGHT	N11 CAMARA DE ESPUMA (N. FOAM)	MCS 8FR	4		N8 GAUGING HATCH COVER	VAREC 4310-B-1	1									
DESCRIPTION	MATERIAL	THICKNESS	WEIGHT																				
N11 CAMARA DE ESPUMA (N. FOAM)	MCS 8FR	4																					
N8 GAUGING HATCH COVER	VAREC 4310-B-1	1																					
INSTRUMENTATION &/OR FITTINGS INSTRUMENTACION &/O ACCESORIOS																							
<table border="1"> <tr> <th>ITEM</th> <th>DESCRIPTION</th> <th>QTY</th> <th>RAT'G</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>LO INDICADO</td> <td></td> <td>96-08-21</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>REQUERIDO POR EL CLIENTE</td> <td></td> <td>96-08-21</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>LO INDICADO</td> <td></td> <td>96-08-21</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>PARA APROBACION</td> <td></td> <td>96-08-21</td> </tr> </table>				ITEM	DESCRIPTION	QTY	RAT'G	1	LO INDICADO		96-08-21	2	REQUERIDO POR EL CLIENTE		96-08-21	3	LO INDICADO		96-08-21	4	PARA APROBACION		96-08-21
ITEM	DESCRIPTION	QTY	RAT'G																				
1	LO INDICADO		96-08-21																				
2	REQUERIDO POR EL CLIENTE		96-08-21																				
3	LO INDICADO		96-08-21																				
4	PARA APROBACION		96-08-21																				
<p>ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL DE I.A.A. Y SOLO PODRA SER UTILIZADO PARA LOS FINES PREVISTOS EN EL CONTRATO RESPECTIVO. CUALQUIER USO O REPRODUCCION SIN O SIN PERMISO CONSTITUYE VIOLACION DE LOS DERECHOS DEL AUTOR DE I.A.A. PENSAR POR LA LEY.</p> <p>CUSTOMER: PETROINDUSTRIAL / TEC. REUNIDAS</p> <p>CONTRACTOR: INDUSTRIA ACERO DE LOS ANDES S.A.</p> <p>PROYECTO: AMPLIACION REFINERIA EMERALDAS</p> <p>JOB: GASOLINA EXTRA</p> <p>CONTIENE: PLANO GENERAL (ELEVACION)</p> <p>DISEÑO MECANICO: I.A.A. ESCALA: 1:90</p> <p>MECHANICAL DESIGN: I.A.A. SCALE: 1:90</p> <p>DRAWING: (E. MONTESDEOCA) REVISOR: (M. W. BLENDO) PLANT NO. DOCUMENT NO.: 10708-00A</p> <p>DATE: 96-03-07 APPROVED: (ING. C. LOBOS) 10708-00A</p>																							

COMO ESTA CONSTRUIDO AGUILA

FIRMA: _____
 SIGNATURE: _____
 FECHA: _____
 DATE: _____

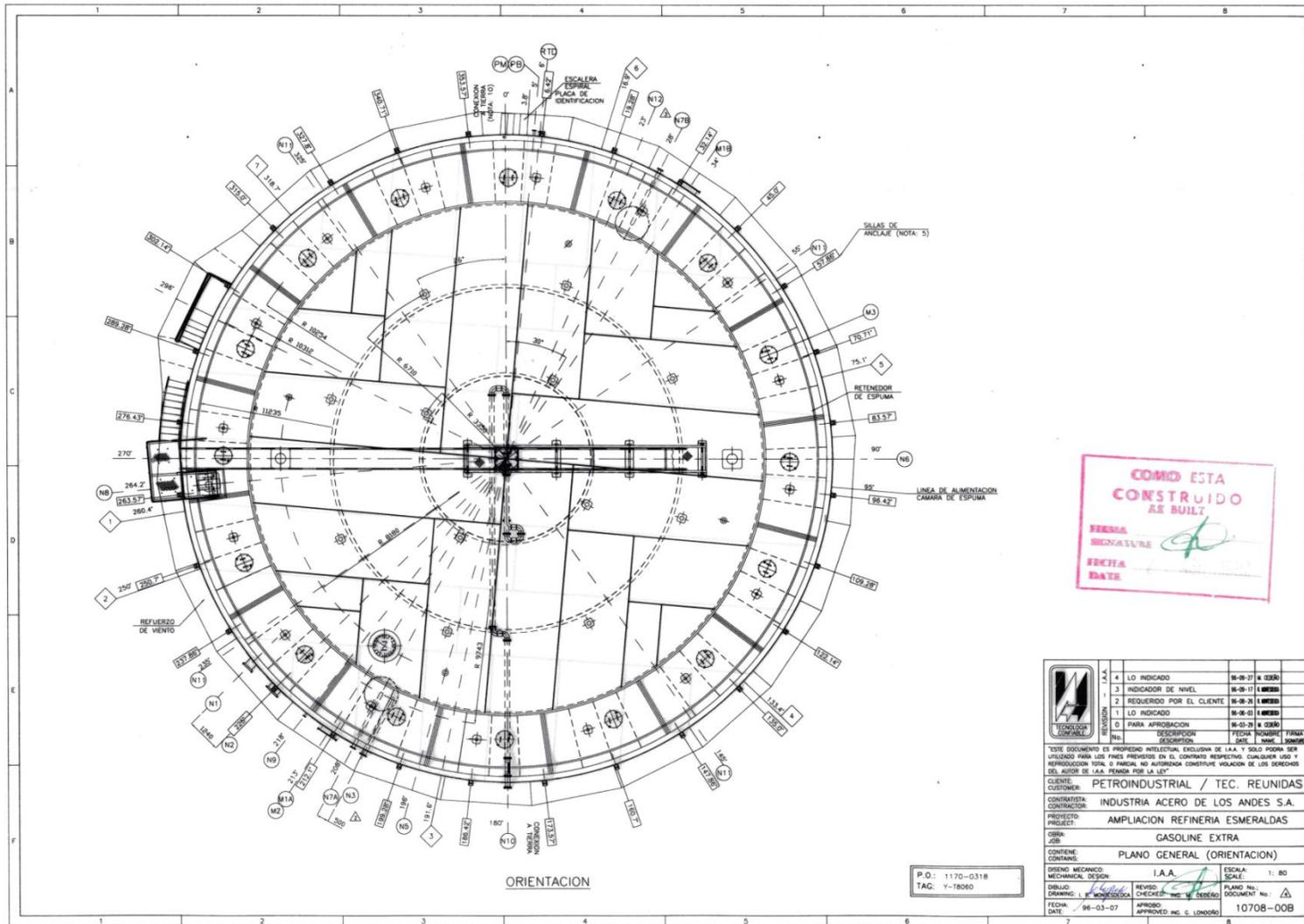
- NOTES NOTAS**
- 1.- LAS ELEVACIONES DE BOCAS SON MEDIDAS DESDE LA PARTE INFERIOR DEL FONDO
 - 2.- SUMINISTRADO POR OTROS
 - 3.- CON TUBERIA INFERNA Y CODO. LOCALIZADA CERCA DE UN DRENAJE PARA UTILIZAR EL WIND NUMBER
 - 4.- 12 SOPORTES DE DECK DISTRIBUIDOS EN 4 Y 8 CON RADIOS DE 3350 Y 6710 RESPECTIVAMENTE
 - 5.- 16 PONTONES CON SUS RESPECTIVOS SOPORTES Y MANHOLES
 - 6.- 28 SILLAS DE ANCLAJE CON DIAMETRO DE PIERNO $\phi=41.3$ mm
 - 7.- " P " DISTANCIA DESDE LA CARA DE LA BRIDA HASTA EL EJE DEL TANQUE PARALELO A LA MISMA
 - 8.- ORIENTACION BOCAS N11: 55°, 145°, 235° & 325°
 - 9.- DRENAJE CON TUBERIA, JUNTAS GIRATORIAS, VALVULA CHECK
 - 10.- CONEXION A TIERRA (2 UNIDADES A G, 1897)
 - 11.- EL PESO INCLUDE: DECK, PONTON, RETENEDOR DE ESPUMA & SOPORTES DE DECK

ITEM	DESCRIPTION	QTY	UNIT	WEIGHT	DESCRIPTION	QTY	UNIT	WEIGHT
N12	LEAD SLOP. R. / B. FLANGE	1	2"	1550	S.O.R.F.	23"		1539
M3	PONTON MANHOLE	16	20"	ESPECIAL				180
M2	DECK MANHOLE	1	24"	ESPECIAL	23"			500.0
M18	SHELL MANHOLE	1	24"	A.P.I. 650	34"			184.0
M14	SHELL MANHOLE	1	24"	A.P.I. 650	21.5"			184.0
M7	PRESS TRANSIT	1	2"	1550	S.O.R.F.	5"		154.0
M6	PRESS TRANSIT	1	2"	1550	S.O.R.F.	5"		154.0
N11	AIR FOAM CHAMBER	4	21.75"	FABRICADA	NOTA: 8			355.0
N10	ROOF DRAIN	1	6"	1550	S.O.R.F.	180"		204.0
N9	TERMINEL	1	1.5125"	1550	S.O.R.F.	218"		154.0
N8	GAGE / SAMPLE WELL	1	8"	1550	S.O.F.F.	284.2"		---
N7B	DRAIN W/ DRAIN VALVE	1	4"	1550	S.O.R.F.	28"		179.0
N7A	DRAIN W/ DRAIN VALVE	1	4"	1550	S.O.R.F.	208"		179.0
N6	AUTOMATIC BLEEDER VENT	2	6"	ESPECIAL	90"-270"			---
N5	PUMP/OUT W/BLIND FLANGE	1	8"	1550	S.O.R.F.	208"	500	214.5
N2	SECTION	1	1.18"	1550	S.O.R.F.	1225"		254.0
N1	FILLING	1	12"	1550	S.O.R.F.	225"	21240	294.2
MK	SERVICE SERVICES	QTY	#	ARY'S	ORIENT PROTECTION ELEVACION			490

P.O.: 1170-0318
TAG: Y-T8060

NOZZLES PROPERTIES PROPIEDADES DE BOCAS

ANEXO B. (Continuación)



**COMO ESTA
CONSTRUIDO
AS BUILT**

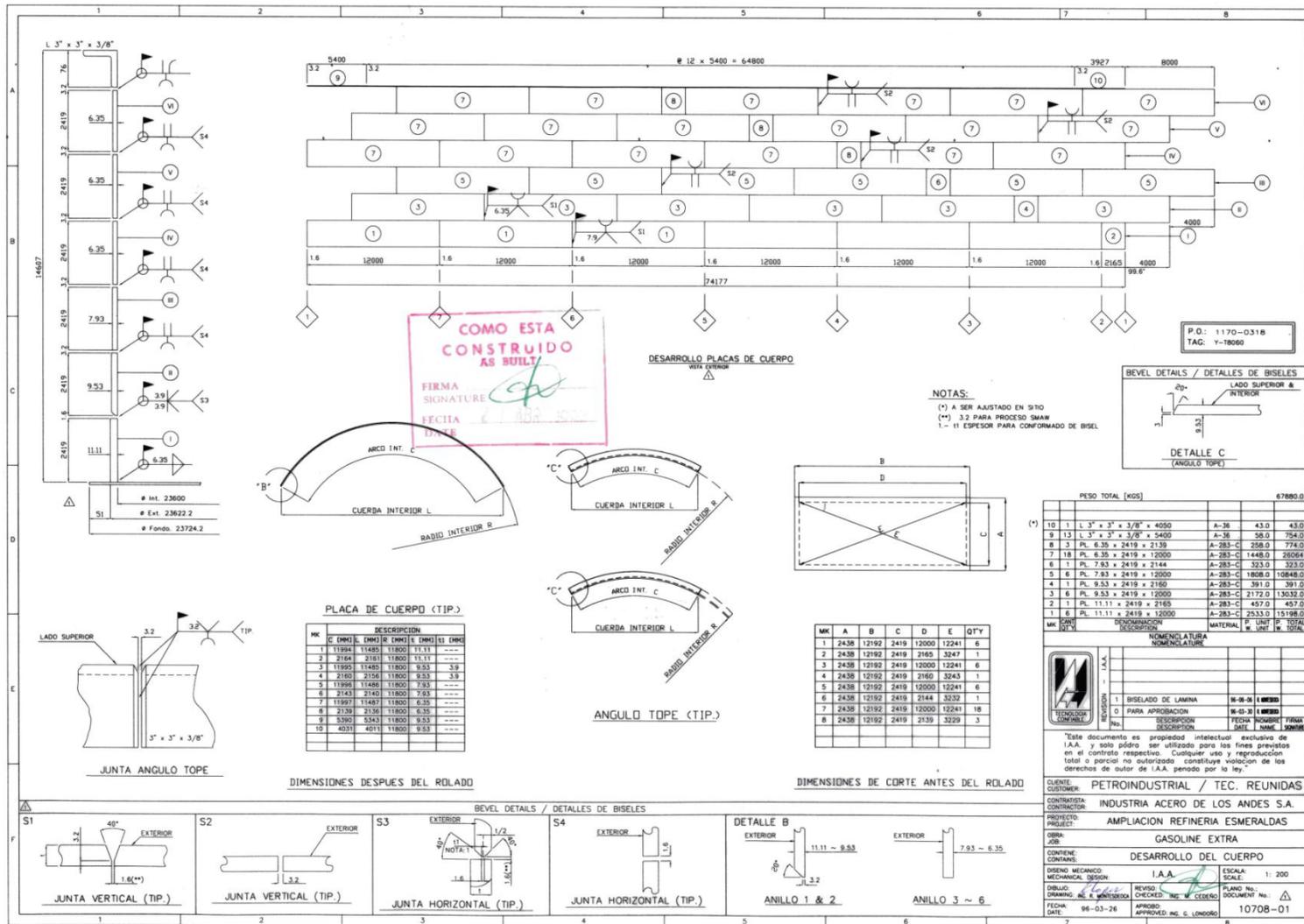
FIRMA: *[Signature]*
 SIGNATURE: *[Signature]*
 FECHA: _____
 DATE: _____

	REVISIÓN	4	LO INDICADO	96-09-27	M. CERRO
		3	INDICADOR DE NIVEL	96-09-17	L. OSORIO
		2	REQUERIDO POR EL CLIENTE	96-09-26	L. OSORIO
		1	LO INDICADO	96-06-03	L. OSORIO
	3	PARRA APROBACION	96-03-09	M. CERRO	
	4	DESCRIPCION	FECHA	INICIAL	FIRMA
<p>ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELECTUAL EXCLUSIVA DE I.A.A. Y SOLO PODRA SER UTILIZADO PARA LOS FINES PREVISTOS EN EL CONTRATO RESPECTIVO. CUALQUIER USO Y REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACION DE LOS DERECHOS DEL AUTOR DE I.A.A. PENADA POR LA LEY.</p>					
CLIENTE:		PETROINDUSTRIAL / TEC. REUNIDAS			
CONTRATISTA:		INDUSTRIA ACERO DE LOS ANDES S.A.			
PROYECTO:		AMPLIACION REFINERIA ESMERALDAS			
OBRERA:		GASOLINE EXTRA			
CONTIENE:		PLANO GENERAL (ORIENTACION)			
DISEÑO MECANICO:		I.A.A.		ESCALA: 1:80	
MECANICAL SECTION:		I.A.A.		SCALE:	
DRAWING:		REVISOR:		PLANO No.:	
DATE:		APPROVED:		DOCUMENT No.:	
96-03-07		APPROVED: ING. C. LONDOÑO		10708-00B	

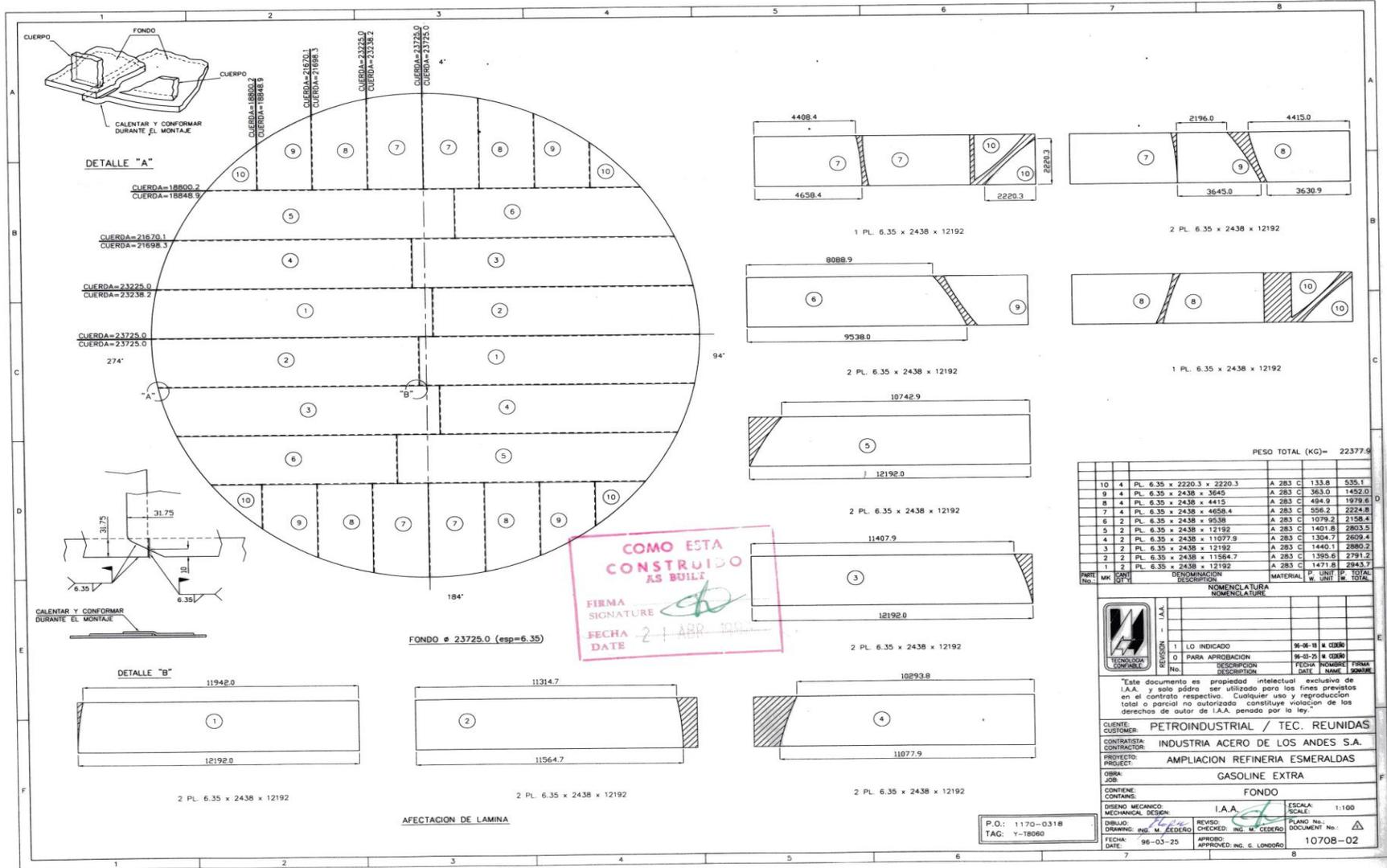
P.O.: 1170-0318
TAG: Y-18060

ORIENTACION

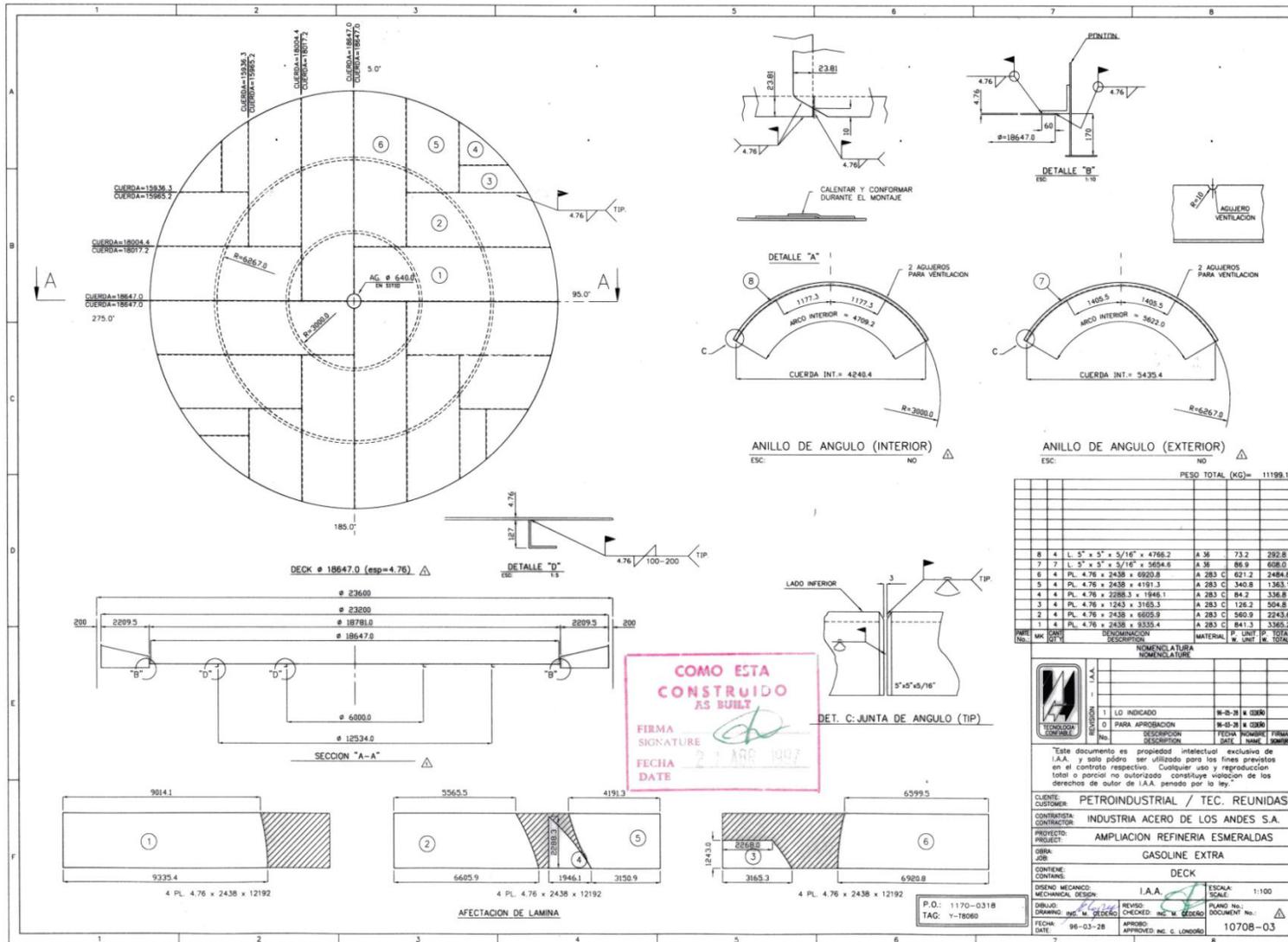
ANEXO B. (Continuación)



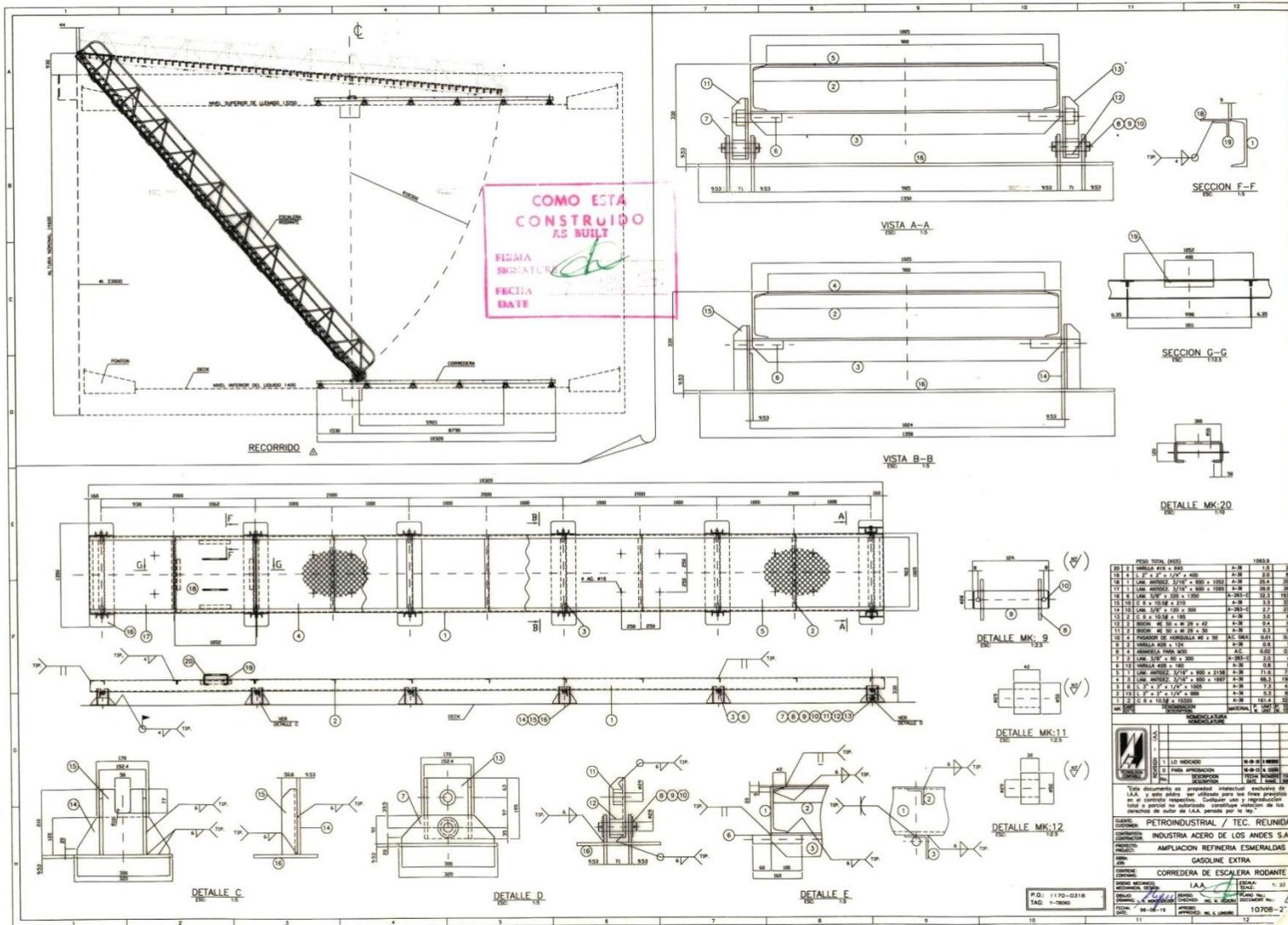
ANEXO B. (Continuación)



ANEXO B. (Continuación)



ANEXO B. (Continuación)

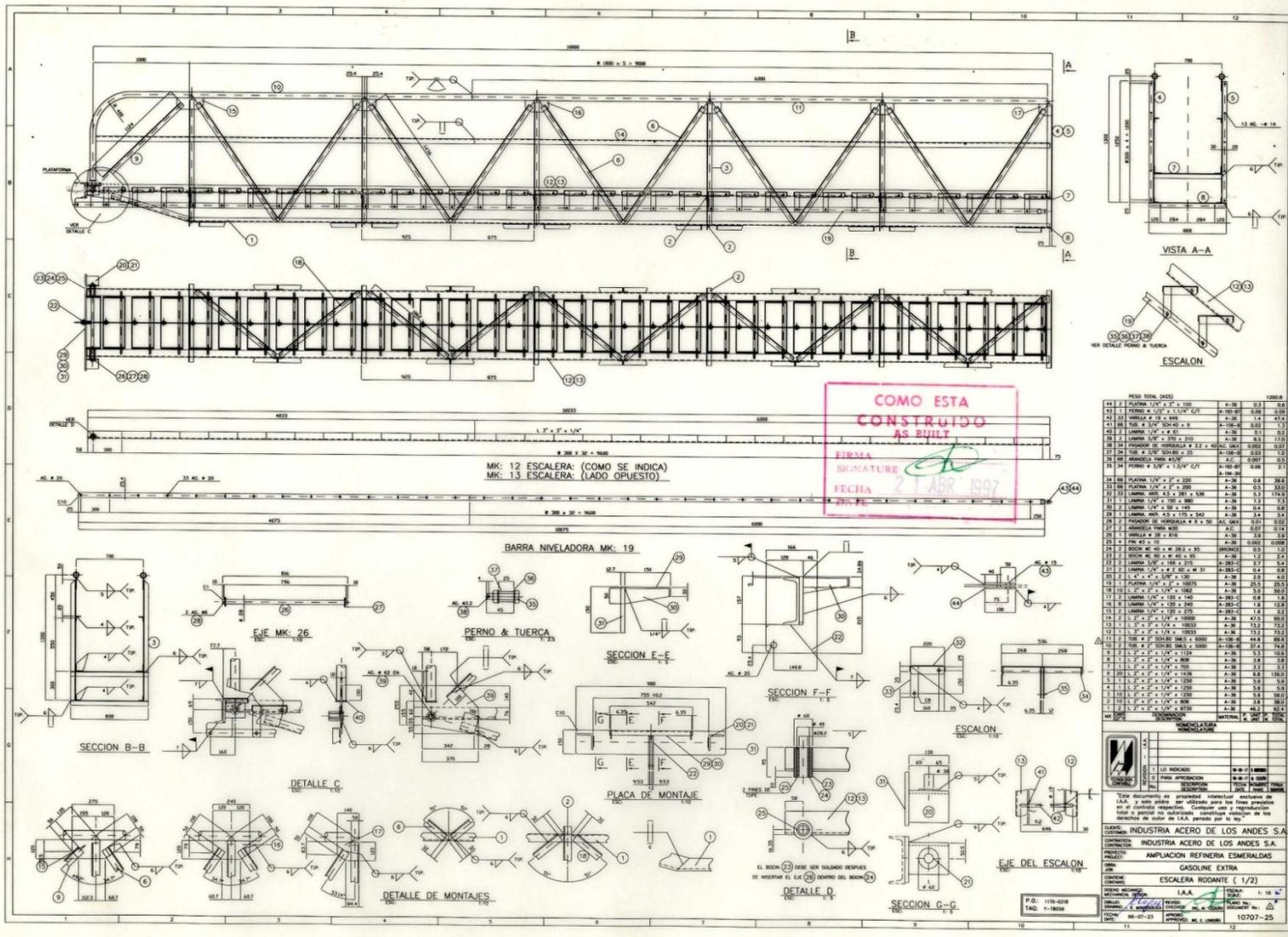


ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNID	VALOR
1	VARILLA #10 x 100	4	M	1.20
2	L 1/2" x 2" x 7/8" x 400	20	M	2.00
3	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
4	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
5	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
6	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
7	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
8	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
9	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
10	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
11	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
12	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
13	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
14	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
15	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
16	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
17	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
18	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
19	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
20	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
21	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
22	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
23	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
24	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
25	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
26	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
27	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
28	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
29	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
30	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00

ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNID	VALOR
1	VARILLA #10 x 100	4	M	1.20
2	L 1/2" x 2" x 7/8" x 400	20	M	2.00
3	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
4	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
5	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
6	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
7	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
8	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
9	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
10	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
11	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
12	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
13	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
14	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
15	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
16	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
17	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
18	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
19	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00
20	L 1/2" ANCHURA 3/16" x 300 x 1000	20	M	20.00

P.O.: 1170-2318
 TAC: 1-1000
 10708-2

ANEXO B. (Continuación)



ANEXO B. (Continuación)

BOCA DE CUERPO

DETALLE BOCA PM

PLACA DE REFUERZO

DIMENSIONES PARA BOCAS DE CUERPO

BOCA	SERVICIO	QTY	#	SCH.	RTG.	TYP.	J		HW		L		W		D _r		PIPE	REINFORCING	FLANGE	GASKET	PERNO & TUERCA		X	e/et	P		
							(N)	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(mm)	(N)	(mm)					QTY	QTY				MM	(mm)
BRIDAS																											
N1	FILLING	1	12	XS	150 #	S.O.R.F	11.19/32	284.2	19.19/64	490	7/16	11.11	33.0	838.2	27.0	685.8	12.7/8	327.0	5	12	1	---	---	---	6.35	12.7	12040
N2	SUCTION	1	16	XS	150 #	S.O.R.F	10.0	253.9	30.7/8	530	7/16	11.11	40.3/4	1035	33.1/2	850.9	16.1/8	409.6	6	13	2	---	---	---	6.35	12.7	12065
N9	THERMOWELL (T-8357)	1	1 1/2	80	150 #	S.O.R.F	6.1/16	153.9	30.29/32	785	7/16	11.11	---	---	---	2.0	50.8	8	---	3	---	---	---	---	6.35	5.08	11965
N12	LEADED SLOP RETURN	1	2	80	150 #	S.O.R.F	6.1/16	153.9	7.3/32	180	7/16	11.11	---	---	---	2.1/2	63.5	9	---	4, 14	15	5/8	A-	16	6.35	5.54	11965
RTD	RTD	1	1 1/2	80	150 #	S.O.R.F	6.1/16	153.9	30.29/32	785	7/16	11.11	---	---	---	2.0	50.8	7	---	3	---	---	---	---	6.35	5.08	11965
PM	PRESS. TRANSMIT.	1	2	80	150 #	S.O.R.F	6.1/8	156.5	127.3/8	3235	3/8	9.52	---	---	---	2.1/2	63.5	10	---	4	---	---	---	---	6.35	5.54	11965
PB	PRESS. TRANSMIT.	1	2	80	150 #	S.O.R.F	6.1/16	153.9	28.15/16	735	7/16	11.11	---	---	---	2.1/2	63.5	11	---	4	---	---	---	---	6.35	5.54	11965

COMO ESTA CONSTRUIDO AS BUILT

FORMA SIGNATURE: _____

FECHA DATE: _____

PESO TOTAL (Kg)		289.9		
16	4 ESPARRAGO # 5/8" x 3" C/2T	A-193-B7	0.2 0.8	
15	1 EMPAQUE # 4" 150# R.F.	S. WOOD		
14	1 BRIDA CIEGA # 2" 150# R.F.	A-103	2.3 2.3	
13	1 PL. 7/16 x 851 x 1035	A-283-C	88.67 88.67	
12	1 PL. 7/16 x 686 x 838	A-283-C	58.1 58.1	
11	1 TUB. # 2" SCH 80 x 165.9	A-106-B	1.2 1.2	
10	1 TUB. # 2" SCH 80 x 156.3	A-106-B	1.17 1.17	
9	1 TUB. # 2" SCH 80 x 165.9	A-106-B	1.2 1.2	
8	1 TUB. # 1 1/2" SCH 80 x 166.3	A-106-B	0.9 0.9	
7	1 TUB. # 1 1/2" SCH 80 x 166.3	A-106-B	0.9 0.9	
6	1 TUB. # 16" SCH XS x 260.4	A-106-B	32.2 32.2	
5	1 TUB. # 12" SCH XS x 317.2	A-106-B	30.9 30.9	
4	3 BRIDA # 2" 150# S.O.R.F.	A-105	2.2 6.6	
3	2 BRIDA # 1 1/2" 150# S.O.R.F.	A-105	1.4 2.8	
2	1 BRIDA # 16" 150# S.O.R.F.	A-105	42.2 42.2	
1	1 BRIDA # 12" 150# S.O.R.F.	A-105	28.0 28.0	
MA	QTY	DESCRIPTION	W. UNIT	W. TOTAL

REVISION	DESCRIPCION	FECHA	REVISOR	APROBADO
2	SOLICITADO POR EL CLIENTE	16-09-25	A. OSORIO	
1	LO INDICADO	16-08-14	A. OSORIO	
0	PARA APROBACION	16-08-19	A. OSORIO	

ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL EXCLUSIVA DE I.A.A. Y SOLO PODRA SER REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL NO AUTORIZADA CONSTITUYE VIOLACION DE LOS DERECHOS DEL AUTOR DE I.A.A. PENADO POR LA LEY.

CLIENTE: PETROINDUSTRIAL / TEC. REUNIDAS

CONTRATISTA: INDUSTRIA ACERO DE LOS ANDES S.A.

CONTRACTOR: AMPLIACION REFINERIA ESMERALDAS

PROYECTO: GASOLINE EXTRA

BOCA DE CUERPO

DISEÑO MECANICO: I.A.A. ESCALA: NINGUNA

MECHANICAL DESIGN: I.A.A. ESCALA: NINGUNA

DRAWING: O. MARRINO REVISOR: M. C. LOBERO DOCUMENT No.: 10708-04

FECHA: 96-03-15 APROBADO: M. C. LOBERO

DATE: _____ APPROVED: M. C. LOBERO

WELDING DETAILS
DETALLES DE SOLDADURA

S1 VER NOTAS

S2 VER NOTAS

S3 VER NOTAS

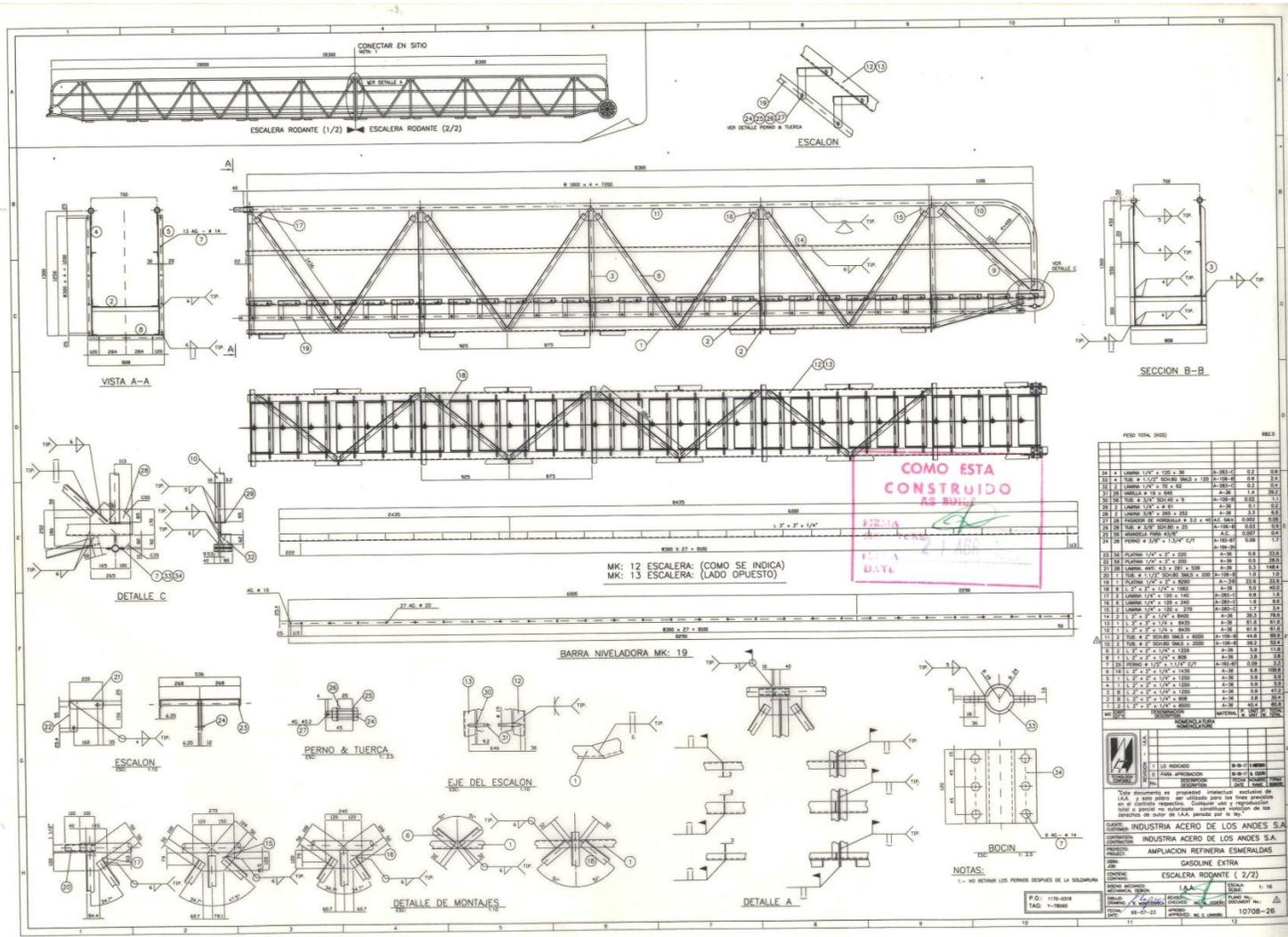
S4 VER NOTAS

S5 VER NOTAS

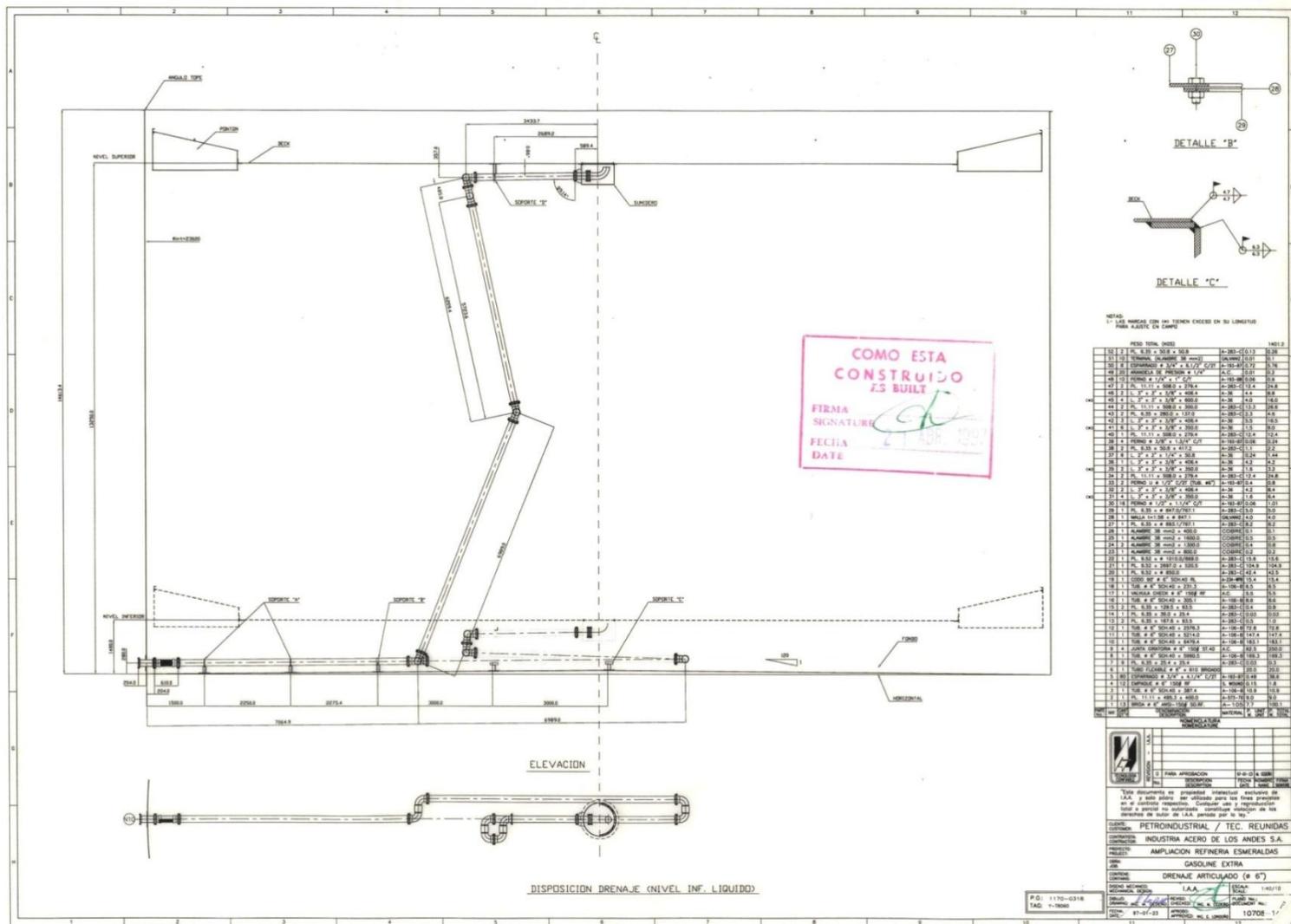
NOTAS:

- t = ESPESOR LAMINA
- e = ESPESOR CUELLO/CPLG.
- p = Distancia desde la cara de la brida hasta el eje del torque paralelo a la misma

ANEXO B. (Continuación)



ANEXO B. (Continuación)



**COMO ESTA
CONSTRUIDO
ES BUILT**
 FIRMA: *[Signature]*
 FECHA: 4 DE JUNIO 1997
 DATE:

NOTAS:
1. LAS MEDIDAS SON EN TIENEN EXCEDER EN SU LONGITUD PARA FACILITAR EL COMERCIO.

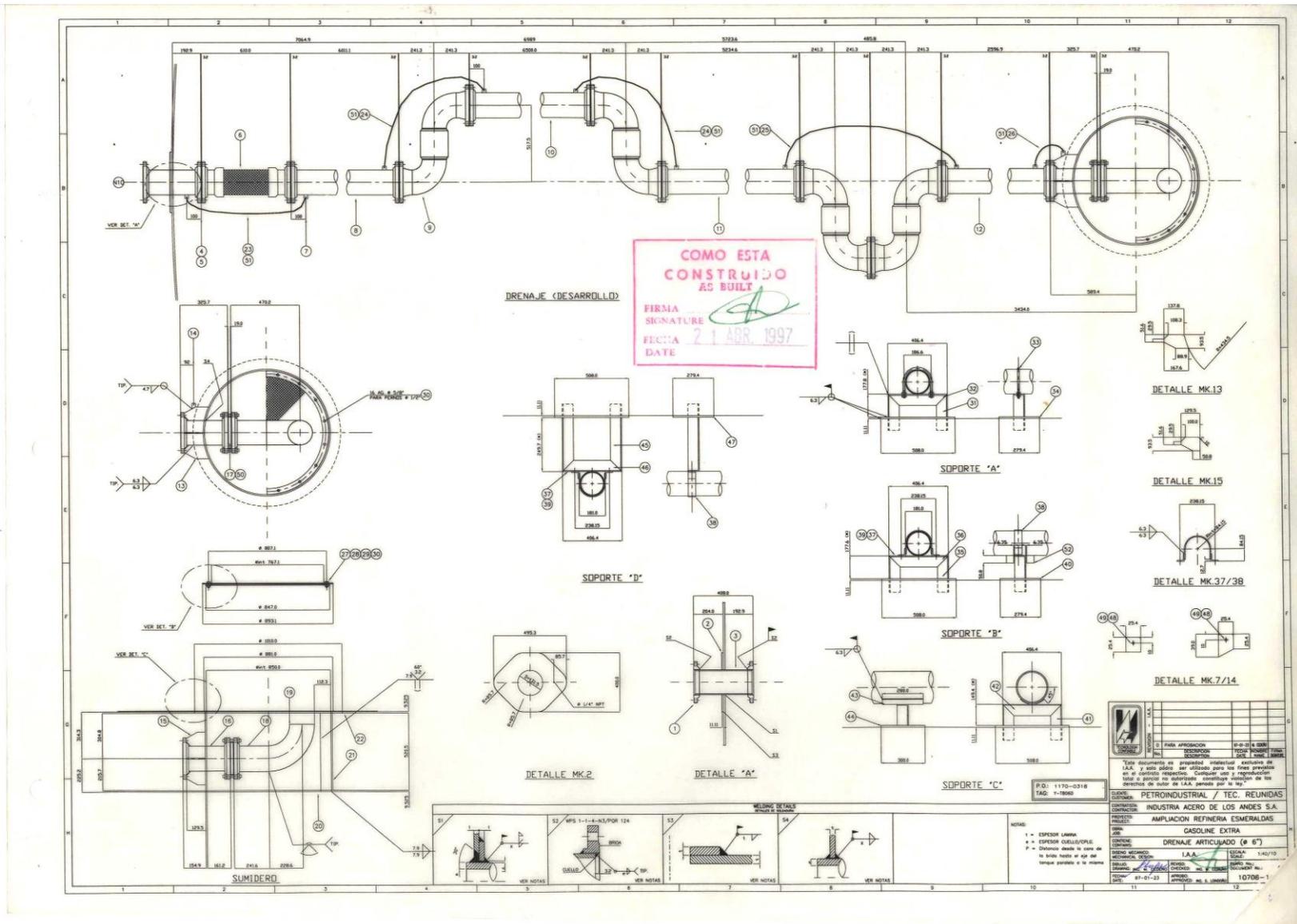
MEM. TOTAL: 1000

152	3	PA. 3/8" x 3/8" x 500	A-100-0113	02.28
153	1	VALVULA 3/4" x 1/2" x 1/2"	A-100-0113	01.00
154	8	CONDUCCION 3/4" x 1/2" x 1/2" x 1/2"	A-100-0113	01.76
155	20	MANGA 3/4" x 1/2" x 1/2"	A-100-0113	01.76
156	10	BOCA 3/4" x 1/2" x 1/2"	A-100-0113	01.76
157	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
158	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
159	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
160	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
161	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
162	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
163	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
164	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
165	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
166	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
167	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
168	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
169	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
170	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
171	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
172	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
173	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
174	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
175	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
176	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
177	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
178	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
179	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
180	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
181	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
182	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
183	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
184	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
185	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
186	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
187	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
188	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
189	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
190	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
191	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
192	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
193	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
194	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
195	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
196	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
197	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
198	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00
199	2	PA. 1/2" x 1/2" x 500	A-100-0113	01.00
200	2	PA. 3/4" x 3/4" x 500	A-100-0113	01.00

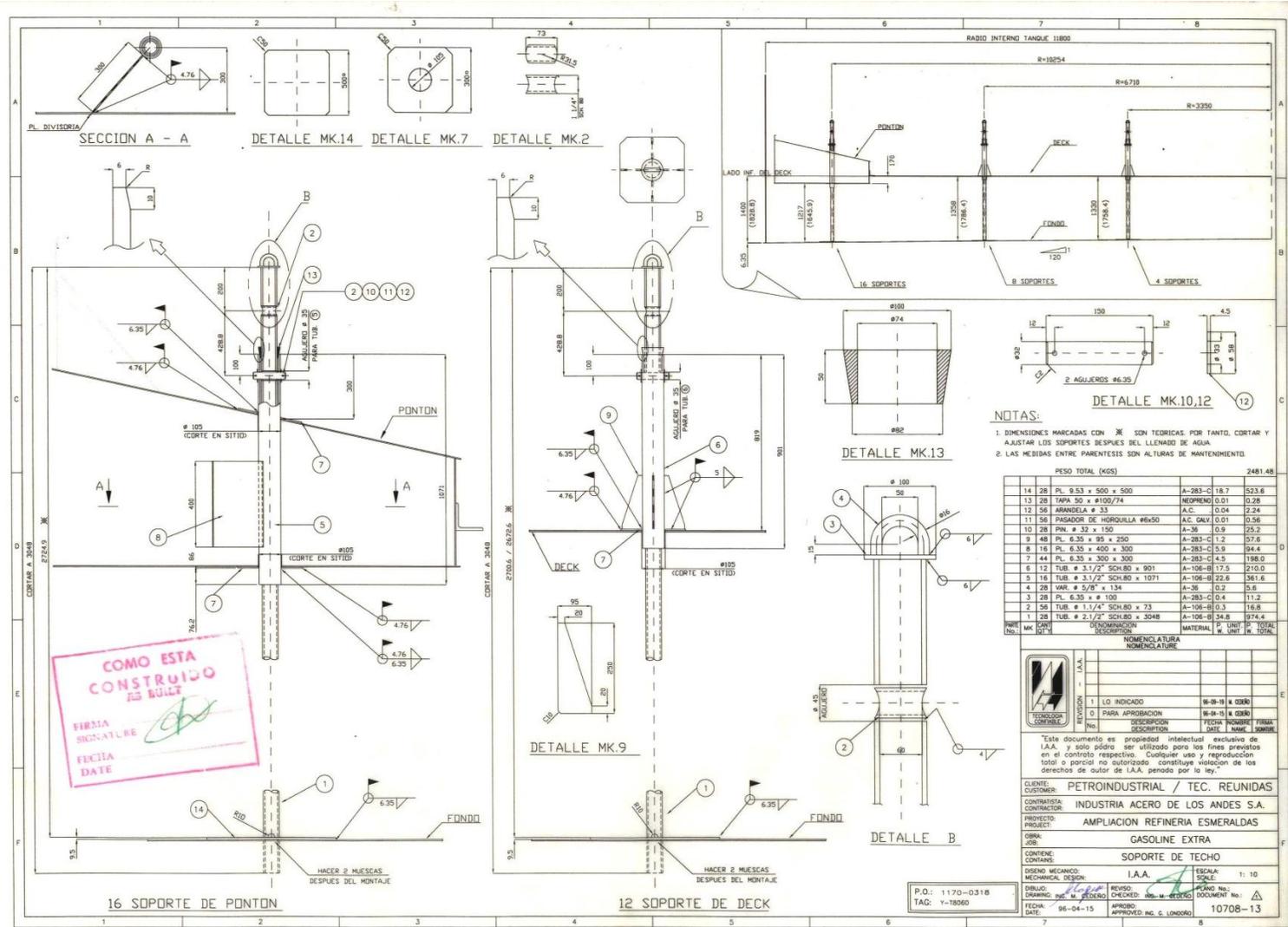
EMPRESA: **INDUSTRIA ACERO DE LOS ANDES S.A.**
 PROYECTO: **AMPLIACION REFINERIA ESMERALDAS**
 AREA: **GASOLINE EXTRA**
 TITULO: **DRENAJE ARTICULADO (6" Ø)**
 ESCALA: **1:50**
 FECHA: **1-1990**
 DISEÑADO: **[Signature]**
 VERIFICADO: **[Signature]**
 APROBADO: **[Signature]**

P.E. 1170-0318
 TAG: 1-1990
 10708 1/

ANEXO B. (Continuación)



ANEXO B. (Continuación)



ANEXO C. Historial de averías del tanque de almacenamiento

 HISTORIAL DE AVERÍAS DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO					
Tanque:	Capacidad:	Producto:	Especificación del Material :	Diámetro:	Altura:
Y-T8060	6400m ³	Gasolina Extra	A-283-C	23600mm	14600mm
FECHA DE AVERÍA O MATT	AVERÍA, FALLO O TAREA	ACCIÓN A TOMAR	RESPONSABLE	SOLICITUD DE TRABAJO N^o	FECHA FINAL DE REPARACIÓN O MATT
25/09/2009	Fuga de producto por fisura en soldadura en el refuerzo de venteo oeste	Recuperación de soldadura	Doile Villegas Jorge Vásquez	-----	-----
04/08/2010	Fuga de en el lado del drenaje del techo	Parcheo de plancha afectada	Doile Villegas Jorge Vásquez	372	-----
25/10/2011	Fuga de en el lado del drenaje del techo	-Liberación del tanque -Cambio de plancha afectada	Doile Villegas Jorge Vásquez	333	-----

Fuente: Autor

ANEXO D. Programación de tareas de mantenimiento.

 PROGRAMACIÓN DE TAREAS DE MANTENIMIENTO.						
Tanque:	Capacidad:	Producto:	Especif. Material :	Diámetro:	Altura:	
Y-T8060	6400m ³	GASOLINA EXTRA	A-283-C	23600mm	14600mm	
PARTE DEL TK:	TAREA		TIPO DE TAREA	FRECUENC.	ULTIMA FECHA	PROXIMA FECHA
Cubeto	Inspección preliminar del cubeto.		Preventivo	Semestral	20-Jul.-2012	20- Ene. -2013
	Limpieza del cubeto		Preventivo	Trimestral	-	07 -Ene. -2013
Conexiones a Tierra	Inspección y limpieza de Conexiones a Tierra		Preventivo	Semestral	20-Jul.-2012	20 - Ene. -2013
Base	Medición del nivel de la base.		Preventivo	Anual	20-Jul.-2012	20 -Jul. -2014
Vereda perimetral.	Inspección vereda perimetral de concreto.		Preventivo	Semestral	20-Jul.-2012	20 - Ene. -2013
	Construcción de vereda perimetral.		Correctivo	---	-----	20 -Dic. -2012
Protección catódica	Inspección y limpieza de protección catódica.		Preventivo	Semestral	21- Jul-2012	21 -Ene. -2013
	Cambio de protección catódica.		Correctivo	10 años	-----	Dic.-2012
Cuerpo	Inspección visual de las planchas de los anillos del cuerpo.		Preventivo	2 Años	23-Jul.-2012	23-Jul.-2014
	Inspección por ultrasonido de las planchas de la pared del tanque.		Predictivo	2 Años	23-Jul-2012	23-Jul-2014

ANEXO D. (Continuación)					
PARTE DEL TK:	TAREA	TIPO DE TAREA	FRECUENC.	ULTIMA FECHA	PROXIMA FECHA
Cuerpo	Inspección y limpieza de cordón de soldaduras de las juntas entre peldaños de escalera y planchas del cuerpo.	Preventivo	Anual	25-Jul-2012	25-Jul-2013
	Inspección y limpieza del sello (impermeabilizante), entre la plancha de fondo y vereda perimetral.	Preventivo	Anual	25-Jul-2012	25-Jul-2013
	Cambio de plancha primer anillo lado sur	Correctivo	-----	----	Dic.2012
Escalera fija	Limpieza e inspección de escalera fija.	Preventivo	Semestral	26-Jul-2012	26-Ene-2013
Manholes y boquillas	Inspección boquillas y manholes.	Preventivo	2 Años	26-Jul-2012	26-Jul-2014
	Inspección por tintas penetrantes en refuerzos de boquillas	Preventivo	2 Años	26-Jul-2012	26-Jul-2014
Tuberías de procesos dentro del cubeto.	Inspección de tuberías.	Preventivo	Anual	27-Jul-2012	27-Jul-2013
Sistema contra incendio	Inspección del sistema contra incendio desde el manifold del cabezal.	Preventivo	Anual	27-Jul-2012	27-Jul-2013
	Cambio del sistema contra incendio.	Correctivo	-----	-----	14-Dic.2012
Válvulas en la base del tk	Inspección de válvulas	Preventivo	Anual	28-Jul-2012	28-Jul-2013

ANEXO D. (Continuación)					
PARTE DEL TK:	TAREA	TIPO DE TAREA	FRECUENC.	ULTIMA FECHA	PROXIMA FECHA
Válvulas de pie del tanque	Limpieza de válvulas	Preventivo	5 años	---	28-Jul-2017
	Cambio de válvulas	Correctivo	15 Años	-----	Ene.2013
Techo.	Limpieza general del techo y accesorios	Preventivo	Semestral	30-Jul-2012	30-Ene-2013
Planchas del Techo.	Inspección visual de las planchas del techo.	Preventivo	Anual	30-Jul-2012	28-Ene-2013
	Inspección por ultrasonido de las planchas del techo.	Predictivo.	2 años	30-Jul-2012	30-Jul-2014
	Reparación de planchas	correctivo	----	-----	Ene.2013
Pontón	Inspección de pontones.	Preventivo	Anual	02-Ags-2012	02-Ags-2013
Drenaje del techo	Inspección y limpieza del sistema de drenaje de agua lluvias	Preventivo	Semestral	02-Ags-2012	02-Feb-2013
Poste Guía	Inspección de poste guía y sistema de rodaje del techo.	Preventivo	Anual	02-Ags-2012	02-Ags-2013
Venteos automáticos	Inspección de venteos automático del techos.	Preventivo	Anual	02-Ags-2012	02-Ags-2013
Soportes	Inspección de soportes en el techo.	Preventivo	Anual	06-Ags-2012	06-Ags-2013
Escalera Móvil	Inspección y limpieza de escalera	Preventivo	Semestral	06-Ags-2012	06-Ags-2013
	Cambio de diseño de riel.	Proactivo	-	---	Ene.2013

ANEXO D. (Continuación)					
PARTE DEL TK:	TAREA	TIPO DE TAREA	FRECUENC.	ULTIMA FECHA	PROXIMA FECHA
Sello	Inspección del sello	Preventivo	Semestral.	07-Ags-2012	07-Febre-2013
Refuerzo de viento	Limpieza e inspección de refuerzo de viento y pasamanos.	Preventivo	Semestral.	07-Ags-2012	07-Febre-2013
Barrera de Espuma	Limpieza e inspección de la barrera de espuma	Preventivo	Anual	07-Ags-2012	07-Ags-2013
Planchas del fondo	Inspección visual del fondo del tanque	Preventivo	5 años	08-Ags-2012	08-Ags-2017
	Inspección por ultrasonido de las planchas del fondo.	Predictivo	5 años	13-Ags-2012	13-Ags-2017
	Inspección de cordón de soldaduras entre planchas del piso	Preventivo	5 años	14-Ags-2012	14-Ags-2017
	Limpieza e inspección de cordón se soldadura Pared / Piso.	Preventivo	5 años	14-Ags-2012	14-Ags-2017
Interior del tanque	Inspeccione accesorios abiertos.	Preventivo	5 años	16-Ags-2012	16-Ags-2017
	Inspección visual del techo al interior tanque	Preventivo	5 años	16-Ags-2012	16-Ags-2017
	Inspección del sistema del drenaje del piso.	Preventivo	5 años	16-Ags-2012	16-Ags-2017
	Inspección visual del sello al interior del tanque	Preventivo	5 años	16-Ags-2012	16-Ags-2017

ANEXO D. (Continuación)					
PARTE DEL TK:	TAREA	TIPO DE TAREA	FRECUENC.	ULTIMA FECHA	PROXIMA FECHA
Interior del tanque	Inspección de soportes al interior del tanque.	Preventivo	5 años	17-Ags-2012	17-Ags-2017
	Inspección del venteos automáticos	Preventivo	5 años	17-Ags-2012	17-Ags-2017
	Inspección del sistema de drenaje del techo.	Preventivo	5 años	17-Ags-2012	17-Ags-2017
Exterior del tanque	Preparación de superficie y aplicación de pintura al exterior del tanque: -Pared del tanque -Planchas del techo - Pontones -Barrera de espuma - Refuerzo de viento	Correctivo	5 años	-----	Dic-2012
Estructuras del tanque	Preparación de superficie y aplicación de pintura al exterior del tanque: -Escalera Fija -Escalera Móvil - Pasamanos	Correctivo	5 años	-----	Dic-2012

ANEXO D. (Continuación)					
PARTE DEL TK:	TAREA	TIPO DE TAREA	FRECUENC.	ULTIMA FECHA	PROXIMA FECHA
Interior del tanque	Preparación de superficie y aplicación de pintura al interior del tanque: -Planchas del fondo -Paredes del cuerpo - Planchas del techo -Sistema de drenaje -Accesorios.	Correctivo	5 años	----	Dic-2012

Fuente: Autor