

**ESTANDARIZACIÓN TÉCNICA DE PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD
IMPLÍCITOS EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO BAJO LA NORMATIVA API 653.**

BRANDONT ALEXIS BAUTISTA ACOSTA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA EN MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2021

**ESTANDARIZACIÓN TÉCNICA DE PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD
IMPLÍCITOS EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO
PREVENTIVO BAJO LA NORMATIVA API 653.**

BRANDONT ALEXIS BAUTISTA ACOSTA

**Monografía de Grado presentada como requisito para optar el título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento.**

Director

FABIAN ANDRES SANCHEZ ZULETA

Mim. Gestión en la Industria de los Hidrocarburos

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA EN MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA**

2021

DEDICATORIA

Con especial gratitud al gran Dios y salvador **JESUCRISTO**, aquel que dio sentido a mi vida, todo lo que tengo y lo que soy se lo debo a Él, por ser mi inspiración, motivación y darme el privilegio de escalar hasta este peldaño de mi vida.

A mis padres Norberto y Georgina, por su amor incondicional; mi gran motor, su apoyo, consejos, paciencia y confianza.

A mi amor Jessica, por su ternura, apoyo incondicional y por cada palabra de aliento que me imprimía paciencia y motivación.

A mi director de proyecto y amigo Fabian por su orientación, enseñanzas y consejos, fue muy importante en la consolidación de este proyecto.

BRANDONT.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION.....	11
1. OBJETIVOS.....	13
1.1. OBJETIVOS GENERALES.....	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	14
3. MARCO DE REFERENCIA.....	15
3.1 EL MANTENIMIENTO.....	15
3.2 TANQUES DE ALMACENAMIENTO.....	15
3.2.1 Tipos de tanques de almacenamiento.....	17
3.2.1.1 Los Tanques Cilíndricos Horizontales.....	18
3.2.1.2 Los Tanques Cilíndricos Verticales De Fondo Plano.....	18
3.3 CÓDIGOS DE DISEÑO.....	19
3.3.1 API 650.....	20
3.3.1.1 Alcance.....	20
3.3.1.2 Partes Del Código.....	20
3.3.2 Código API 653.....	20
3.3.2.1 Alcance.....	20
3.3.2.2 Referencias.....	21
3.3.2.3 Definiciones.....	21
3.4 ¿QUÉ ENTENDEMOS POR CALIDAD?.....	21
3.5 NORMA ISO.....	23
4. GESTIÓN DE MONOGRAFIA DE GRADO.....	25
4.1 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO TANQUE BAJO NORMA API 653.....	25

4.1.1 Identificación de la necesidad.....	25
4.1.2 Alcance.....	25
4.1.3 Fase de planeación.....	25
4.1.4 Ejecución.....	27
4.1.5 Fase de logística.....	27
4.1.6 Fase de aislamiento seguro.	27
4.1.7 Fase de Retiro de Sedimentos de Hidrocarburos.....	28
4.1.8 Etapa de inspección.....	29
4.1.9 Etapa de Reparaciones Técnicas metalmecánicas.....	30
4.1.10 Etapa de Pruebas.....	31
4.1.11 Fase de aplicación de Recubrimientos.....	31
4.1.12 Etapa de Alistamiento para entrega.....	32
4.1.13 Etapa de Puesta en servicio.....	33
4.2 ESTIMACIÓN DE PDT.....	47
5. CONCLUSIONES.....	49
6. RECOMENDACIONES.....	51
BIBLIOGRAFÍA.....	52

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tanque vertical de techo fijo y fondo plano.....	16
Figura 2. Esquema de clasificación de Tanques.....	17
Figura 3. Tanque de techo fijo.....	19
Figura 4. Diagrama de bloques de Mantenimiento TK API 653.....	26
Figura 5. Instalación de Platinas de sistema de Aislamiento Seguro.....	28
Figura 6. Retiro de sedimentos de Hidrocarburos.....	29
Figura 7. Esquema de diferentes métodos de inspección en Tanque API.....	30
Figura 8. Reparaciones metalmecánicas en Techo de tanque.....	31
Figura 9. Aplicación de recubrimiento Exterior mediante Manlift.....	32
Figura 10. Dibujo de Logos Técnicos en Exterior de Tanque API.....	33
Figura 11. Plan de Tiempo estimado de mantenimiento.....	47
Figura 11. Plan de Tiempo estimado de mantenimiento (continuación).....	48

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Actividades de Mantenimiento asociadas a Control de Calidad.....	34

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Lista de chequeo para inspección de tanques.....	54

RESUMEN

TÍTULO: ESTANDARIZACIÓN TÉCNICA DE PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD IMPLÍCITOS EN LAS DIFERENTES ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BAJO LA NORMATIVA API 653*.

AUTOR: BRANDONT ALEXIS BAUTISTA ACOSTA**

PALABRAS CLAVES: Tanque API, Mantenimiento, Control de Calidad.

DESCRIPCIÓN

Dentro del espectro de la industria de los hidrocarburos, el área de almacenamiento es pieza fundamental del proceso de producción en general, frente a la preponderancia de esta sección, toma gran protagonismo el proceso de manutención de los recipientes que contienen el producto de hidrocarburo, motivos por el cual es necesario establecer los lineamientos de construcción y manutención asociados a estos en el sector petrolero.

El mantenimiento de los tanques de almacenamiento se puede orientar bajo la normativa API 653, la cual se encuentra asociada a los recipientes construidos bajo la normativa API 650, es decir, se dichos estándares se encuentran intrínsecamente conectados y cuyo alcance define los diferentes aspectos a tener en cuenta al momento de intervenirlos.

El estándar API 653 establece un alcance de mantenimiento que se puede organizar en diferentes fases que permite identificar las actividades específicas de cada etapa, en relación con cada una de las actividades, es necesario verificar y garantizar que estas deben cumplir unos criterios específicos de aceptación, motivo por el cual, asociada a cada actividad de mantenimiento, debe establecerse una actividad de control de calidad en aras garantizar la manutención.

El presente estudio plantea una estandarización técnica de los procesos de control de calidad asociados a las actividades de mantenimiento, las cuales ejecutadas bajo los lineamientos de la normativa API 653, dicha orientación se encuentra aterrizada a un caso específico de manutención de un tanque cilíndrico vertical, de fondo plano y techo fijo de 40000 Bls de capacidad, incluyendo los tiempos estimados involucrados en dicha gestión.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Especialización en Gerencia en Mantenimiento. Director: Fabian Andrés Sánchez Zuleta, Mm. Gestión en la Industria de los Hidrocarburos.

SUMMARY

TITLE: TECHNICAL STANDARDIZATION OF QUALITY CONTROL PROCESSES IMPLIED IN THE DIFFERENT PREVENTIVE MAINTENANCE ACTIVITIES UNDER THE API 653 * REGULATION*.

AUTHOR: BRANDONT ALEXIS BAUTISTA ACOSTA**

KEYWORDS: API Tank, Maintenance, Quality Control.

DESCRIPTION

Within the spectrum of the hydrocarbon industry, the storage area is a fundamental part of the production process in general, compared to the preponderance of this section, the maintenance process of the containers that contain the hydrocarbon product takes a great role, reasons For which it is necessary to establish the construction and maintenance guidelines associated with these in the oil sector.

The maintenance of the storage tanks can be guided under the API 653 standard, which is associated with the containers built under the API 650 standard, that is, if these standards are intrinsically connected and whose scope defines the different aspects to have into account at the time of intervention.

The API 653 standard establishes a maintenance scope that can be organized into different phases that allows identifying the specific activities of each stage, in relation to each of the activities, it is necessary to verify and guarantee that these must meet specific acceptance criteria, this is why, associated with each maintenance activity, a quality control activity must be established in order to guarantee maintenance.

This study proposes a technical standardization of the quality control processes associated with maintenance activities, which are executed under the guidelines of the API 653 standard, said orientation is grounded to a specific case of maintenance of a vertical cylindrical tank, with a flat bottom and a fixed ceiling of 40,000 Bls of capacity, including the times estimated involved in said management.

* Degree work

** Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization. Director: Fabian Andrés Sánchez Zuleta, Mim. Management in the Hydrocarbon Industry.

INTRODUCCION

En el sector de los hidrocarburos dentro de la especialidad de equipos estáticos, se pueden identificar los tanques de acero de almacenamiento, los cuales tienen un estándar de mantenimiento basado en la normativa API 653, es decir, dicha norma establece las actividades de sostenimiento tales como: suministrar los menesteres básicos para conservar su integridad luego de que se hayan puesto en servicio, trata la inspección, reparación, alteración, relocalización, y reconstrucción de los elementos asociados a la fundación del tanque, fondo, cuerpo, estructura de soporte, techo y aditamentos agregados, boquillas agregadas a la cara de la primera brida, primera unión roscada o soldadas.

Bajo el entendido de que dicha normativa establece una serie de evaluaciones, diagnósticos y procedimientos que orientan la ejecución de las actividades, es necesario asociar de manera paralela a las actividades, los controles que velan por la aprobación a conformidad de cada una, implementarlas eficientemente mejoran la confiabilidad del equipo en manutención y se evitan reprocesos.

En esa medida estandarizar de manera técnica los procesos de control de calidad asociados a las diferentes actividades de mantenimiento basadas en la normativa API 653, permite mejorar el sistema de gestión de calidad, y establece unos lineamientos prácticos que facilitan identificar y controlar etapas críticas de las diferentes actividades.

Durante el mantenimiento de un tanque cilíndrico vertical, de fondo plano y techo fijo de 40000 Bls de capacidad, construido bajo normativa API 650, se pueden observar y aplicar dicha metodología de mención, evidenciando como referente

practico las implicaciones de la gestión de calidad de los procesos, estableciendo un precedente de comparación.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVOS GENERALES

- ✓ Elaborar una propuesta Técnica de Estandarización que permita identificar de manera precisa los procesos de control de calidad asociados intrínsecamente al alcance de las actividades de mantenimiento basadas en la normativa API 653, para el desarrollo de un sistema de gestión de calidad eficiente que brinde confiabilidad al cliente frente a intervenciones programadas de sus activos.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Identificar los requerimientos Técnicos de Mantenimiento de un Tanque de Almacenamiento de hidrocarburos de 40000 Bls, Cilíndrico Vertical, de Fondo Plano y Techo Fijo, por medio de clasificación de actividades bajo el alcance de la normativa API 653.
- ✓ Identificar las actividades de control de calidad asociadas a cada etapa de Mantenimiento de un Tanque de Almacenamiento de hidrocarburos de 40000 Bls, Cilíndrico Vertical, de Fondo Plano y Techo Fijo, bajo el alcance de la normativa API 653.
- ✓ Establecer una propuesta metodológica de gestión de procesos de control de calidad a través de diagrama de flujo, los cuales estarán asociados a las actividades de Mantenimiento Técnico de tanque de 40000 Bls de capacidad, cilíndrico vertical, de fondo plano y techo fijo, construido bajo norma API 650.
- ✓ Elaborar un Plan de tiempo Estimado de mantenimiento Técnico en tanque de almacenamiento de hidrocarburos, cilíndrico vertical, de fondo plano y techo fijo de 40000 Bls, intervenido bajo la norma API 653 el cual permitirá tener un marco de referencia de duración.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN

El desarrollo de nuevas tecnologías ofrece una oportunidad de mejora importante en la eficiencia de los sistemas de gestión, en la medida que estas son implementadas, se observa una optimización, pues, se facilitan muchos procesos representando la ocasión de automatizarse a costos relativamente bajos.

La estandarización y respectiva implementación de los procesos de aseguramiento de control de calidad, asociados a las actividades de mantenimiento, mejoran la eficiencia en los tiempos de manutención de los diferentes tanques de almacenamiento API y fortalecen el control de procesos productivos, implicando mayor confiabilidad, disponibilidad, menos pérdidas o reprocesos por fallas de cualquier índole, optimizando la eficiencia operativa y supervisión del sistema.

Con este trabajo de grado en modalidad de monografía se busca estandarizar los procesos de aseguramiento de control de calidad, asociados a las diferentes actividades técnicas realizadas o ejecutadas en la manutención de tanques bajo la norma API 653, teniendo como referencia el mantenimiento en tanque cilíndrico vertical, de fondo plano y techo fijo de 40000 BIs de capacidad, construido bajo normativa API 650.

Frente a cada proceso o fase de mantenimiento se requiere garantizar la conformidad de cada actividad a desarrollar, por tanto, estandarizar tendrá un impacto en la eficiencia de los indicadores de gestión ya que brinda una orientación y un paso a paso claro de cómo asegurar cada proceso en cada etapa y en general de la actividad macro, teniendo como referencia la planeación inicial establecida.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 EL MANTENIMIENTO

Es la actividad humana que garantiza la existencia de un servicio dentro de una calidad esperada; también se divide en mantenimiento correctivo, preventivo o Predictivo; será preventivo, si los trabajos se ejecutan para evitar que se pierda la calidad de servicio, y correctivo si los trabajos son necesarios porque dicha calidad del servicio ya se perdió.¹

El servicio se mantiene y la máquina se preserva, de aquí el concepto de Conservación, para lo cual es importante mencionar que, La Calidad del servicio se mide por el número de quejas recibidas por parte de los Usuarios y La Calidad de una máquina se mide en el bajo porcentaje de fallas.

3.2 TANQUES DE ALMACENAMIENTO

De todos los tipos de contenedores, los tanques de almacenamiento son los más usados. Los distintos tipos de tanques son utilizados para almacenar gran variedad de productos como: petróleo crudo y sus derivados, butano, propano, gas licuado de petróleo, solventes, agua, etc.

¹ Alex Mauricio Ovalle Castiblanco & Diana Yomali Ospina López, " CARACTERIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN ALGUNAS EMPRESAS DE MANIZALES Y MUNICIPIOS ALEDAÑOS", Revista Educación en Ingeniería, n.º 9, junio de 2010, p. 150-157.

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

Los tanques cilíndricos verticales de fondo plano nos permiten almacenar grandes cantidades volumétricas con un coste bajo, con la única limitante de que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas.²

Figura 1. Tanque vertical de techo fijo y fondo plano



Fuente: el autor

Aprovisionar la gran variedad de productos, simboliza para la industria del petróleo un gran valor en la explotación de los servicios de hidrocarburos:

² MORENO ALDANA, Becher Leo. Sistema contraincendio en instalaciones de planta concentradora – unidad minera brocal (Proyecto de Practicas). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

- Actúa como pulmón entre la producción y el transporte para cumplir con las diferentes necesidades de consumo.
- Facilita la sedimentación de agua y barros del crudo antes de despacharlo por oleoducto o a destilación.
- Ofrece flexibilidad operativa a las refinerías.
- Actúan como punto de referencia en la medición de despachos de producto, y son los únicos aprobados en la actualidad por la aduana.

Figura 2. Esquema de clasificación de Tanques



Fuente: el autor

3.2.1 Tipos de tanques de almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento de Hidrocarburos son utilizados como depósitos para guardar volúmenes de productos determinados para luego utilizarlos o comercializarlos, Los tanques de almacenamiento, se clasifican en:

- Cilíndricos Horizontales.

- Cilíndricos Verticales de Fondo Plano.

3.2.1.1 Los Tanques Cilíndricos Horizontales.

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

Horizontal: A presión atmosférica (camiones)

Horizontales: A presión atmosférica > Presión Atmosférica (cigarros)

3.2.1.2 Los Tanques Cilíndricos Verticales de Fondo Plano.

Esta clase de Tanques de Almacenamiento almacenan grandes cantidades volumétricas de producto a muy bajos costos, pero su delimitación es que solo se pueden usar a presión atmosférica o presiones internas relativamente pequeñas.

Estos tipos de tanques se clasifican de acuerdo al tipo de techo:

- **Tipos de techos.**

De acuerdo al estándar de la Norma A.P.I. 650, se determinan los tanques de acuerdo al tipo de techo, lo que proporcionará el servicio recomendable para éstos.

- ✓ Techo Fijo.

Son utilizados para almacenar productos no volátiles o de bajo contenido de ligeros (no inflamables) como son: agua, Diesel, asfalto, petróleo crudo, etc. Debido a que, al disminuir la columna del fluido, se va generando una cámara de aire que facilita la evaporación del fluido, lo que es altamente peligroso.

Los techos fijos se clasifican en:

- ✓ Techos auto soportados

- ✓ Techos Soportados

Figura 3. Tanque de techo fijo



Fuente: el autor

3.3 CÓDIGOS DE DISEÑO

Existen distintos códigos de diseño de tanques de almacenamiento. Antes de realizar cualquier diseño, el cliente final deberá establecer el código de aplicación para el diseño del tanque.

A continuación, se describirán los códigos de diseño más habitualmente usados para tanques de almacenamiento.

3.3.1 API 650

3.3.1.1 Alcance.

El estándar API 650 cubre los requisitos mínimos para diseño, fabricación, instalación, materiales e inspección de tanques cilíndricos verticales, no refrigerados, con techo abierto o cerrado, construidos con chapas de acero soldadas.

El estándar API 650 sólo cubre aquellos tanques en los cuales se almacenan fluidos líquidos y están construidos de acero con el fondo uniformemente soportado por una cama de arena, grava, hormigón, asfalto, etc.; diseñados para soportar una presión de operación atmosférica (menor a 18 kPa) o presiones internas que no excedan el peso del techo por unidad de área y una temperatura de operación no mayor de 93° C. Adicionalmente, los requerimientos contenidos en éste código aplican sólo a tanques que no se usen para servicios de refrigeración.

3.3.1.2 Partes del código.

El código se divide en diez partes y veintisiete anexos.³

3.3.2 Código API 653.

El estándar API 653 se desarrolló con el objetivo de guiar durante los trabajos de inspección, reparación, alteración y desmantelamiento de tanques de almacenamiento diseñados y fabricados bajo la norma API 650 o API 12C.

Los contenidos están estructurados en las siguientes secciones:

3.3.2.1 Alcance.

Este estándar cubre tanques de acero para almacenamiento construidos bajo el Estándar API 650 y su precursor API 12C. Proporciona requisitos mínimos para

³ API STD 650, "Weld Steel Tanks for Oil Storage", Addendum 2, January 2016.

mantener la integridad de tales tanques después de que se hayan colocado en servicio y trata la inspección, reparación, alteración, relocalización, y reconstrucción.

El alcance está limitado a la fundación del Tanque, fondo, cuerpo, estructura, techo, y aditamentos agregados, boquillas agregadas a la cara de la primera brida, primera unión roscada o soldadas. Muchos de los diseños, soldadura, inspección y los requerimientos de los materiales de acuerdo con API 650 pueden ser aplicados en la inspección de mantenimiento, toma de datos, reparaciones, y alteraciones de tanques en servicio.

En el caso de aparentes conflictos entre los requisitos de este estándar y API 650 o su predecesor API 12C, Este estándar deberá predominar para tanques que han sido puestos en servicio.

3.3.2.2 Referencias.

Los siguientes estándares, códigos, publicaciones y especificaciones están citados en esta norma. La última revisión o edición deberán ser usadas a menos que se anote lo contrario.

3.3.2.3 Definiciones.

Dentro de este capítulo se precisan una serie de definiciones aplicables al estándar en mención, por ejemplo, *Alteración, Agencia de inspección autorizada, Inspector autorizado, etc.*⁴

3.4 ¿QUÉ ENTENDEMOS POR CALIDAD?

⁴ API STD 653, "Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction", FIFTH EDITION, Addendum 1, April 2018.

Existen dos maneras de definir la calidad: La primera definición de la Calidad se refiere en esencia al producto cuyas características deben estar de acuerdo con ciertas normas. Por el contrario, la segunda definición tiene una concepción mucho más amplia, pues considera la calidad como el resultado final de la calidad del trabajo, de los procesos productivos, del personal obrero y ejecutivo, de la planeación, etcétera, lo cual implica que control de costos, productividad y calidad forman parte de un mismo todo.

Por eso se habla de calidad total, lo cual resulta en una afirmación lógica; no puede esperarse que una empresa con procedimientos operativos deficientes o con ejecutivos ineptos elabore de manera consistente productos de buena calidad. Por ende, lo que enfatiza esta definición es la interdependencia que debe existir entre todos los elementos que componen la empresa para producir con la más alta calidad.

La calidad debe construirse en cada fase del proceso desde la recepción de los insumos y repuestos hasta el comportamiento del producto en las manos del cliente. La inspección al final de la línea no podrá hacer nada para incrementar la calidad, puesto que ya estará incorporada en el producto; a lo sumo, sólo podrá tomarse nota. Asimismo, los procesos de verificación son caros, a los que se deben añadir los costos adicionales (Costos de Calidad) que representan el retrabajo o desperdicio de aquellos productos que no cumplen con las especificaciones.

Es común que la calidad se plantee como una disyuntiva en relación al precio “lo quiere bueno y barato”, suele decirse. A la vez se aduce por el contrario que, al elevar la calidad, se disminuirán las utilidades.

Conforme al Control Total y Mejoramiento de la Calidad no existen tales encrucijadas, ya que una mejor calidad lleva inevitablemente a mayor productividad.

Más aún, plantearlas como disyuntiva refleja una visión de corto plazo que se orienta a una rápida obtención de utilidades, a cambio de sacrificar un futuro más sólido. Es frecuente encontrar que en muchas empresas han ejercido por años un riguroso control de calidad fundado en la inspección de ciertas normas preestablecidas, a menudo orientadas con base a lo ofrecido por los competidores, y no en la prevención del error. Sin embargo, cabría preguntar: ¿establecidas por quién? ¿Se produce lo que en verdad necesita el consumidor o con base en aquello que suponemos quiere? En más ocasiones de lo que pensaríamos, encontraremos que es la voluntad del producto la que impera, sin haber considerado si el consumidor se encuentra satisfecho efectivamente, lo que se traduce en innumerables discusiones entre ambos, donde se esgrimen desde la baja calidad del producto hasta el inadecuado o correcto de su utilización.⁵

3.5 NORMA ISO

La Organización Internacional de Normalización (ISO) es una federación mundial de organismos nacionales de normalización (Organismos miembros de ISO). El trabajo de preparación de las normas internacionales normalmente se realiza mediante los comités técnicos de ISO. Cada organismo miembro interesado en una materia para la cual se haya establecido un comité técnico, tiene el derecho de estar representado en dicho comité.

La adopción de un sistema de gestión de calidad debe de ser una decisión estratégica de la organización. El diseño y la implementación del sistema de gestión de la calidad de una organización están influenciados por diferentes necesidades,

⁵ HAROLDO RENÉ SALGUERO MORALES, F. A. (2007). PROCESO DE GESTIÓN DE CALIDAD EN MANTENIMIENTO PREVENTIVO [Tesis de Maestría, Universidad San Carlos de Guatemala]. Repositorio Institucional – Universidad San Carlos de Guatemala].

objetivos particulares, los productos suministrados, los procesos empleados y el tamaño y estructura de la organización.

La norma ISO9001 promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí.

Una actividad que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados se puede considerar como un proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso.

Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Un enfoque de este tipo, cuando se utiliza dentro de un sistema de gestión de la calidad enfatiza la importancia de:

- La comprensión y el cumplimiento de los requisitos.
- La necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor
- La obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso
- La mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.⁶

⁶ Norma ISO 9001-2000 Segunda Revisión

4. GESTIÓN DE MONOGRAFIA DE GRADO

4.1 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO TANQUE BAJO NORMA API 653.

Con el objeto de estandarizar las diferentes actividades de mantenimiento se debe realizar una subdivisión de este en diferentes fases o etapas que permitan focalizar e individualizar el desarrollo óptimo del mismo.

Un diagrama de flujo se muestra en la figura 4, el cual se utiliza para presentar el procedimiento de orientación de mantenimiento bajo norma API 653. El diagrama de flujo está basado en los siguientes principios:

4.1.1 Identificación de la necesidad

Antes de iniciar a desarrollar un proyecto de manutención bajo Norma API 653, se requiere establecer, la capacidad de tanque, dimensiones, que producto al interior contiene, las condiciones ambientales y los históricos de mantenimiento, dicha información debe ser suministrada por el dueño del equipo y se orienta a definir las condiciones especiales de este y permite identificar las etapas más críticas.

4.1.2 Alcance

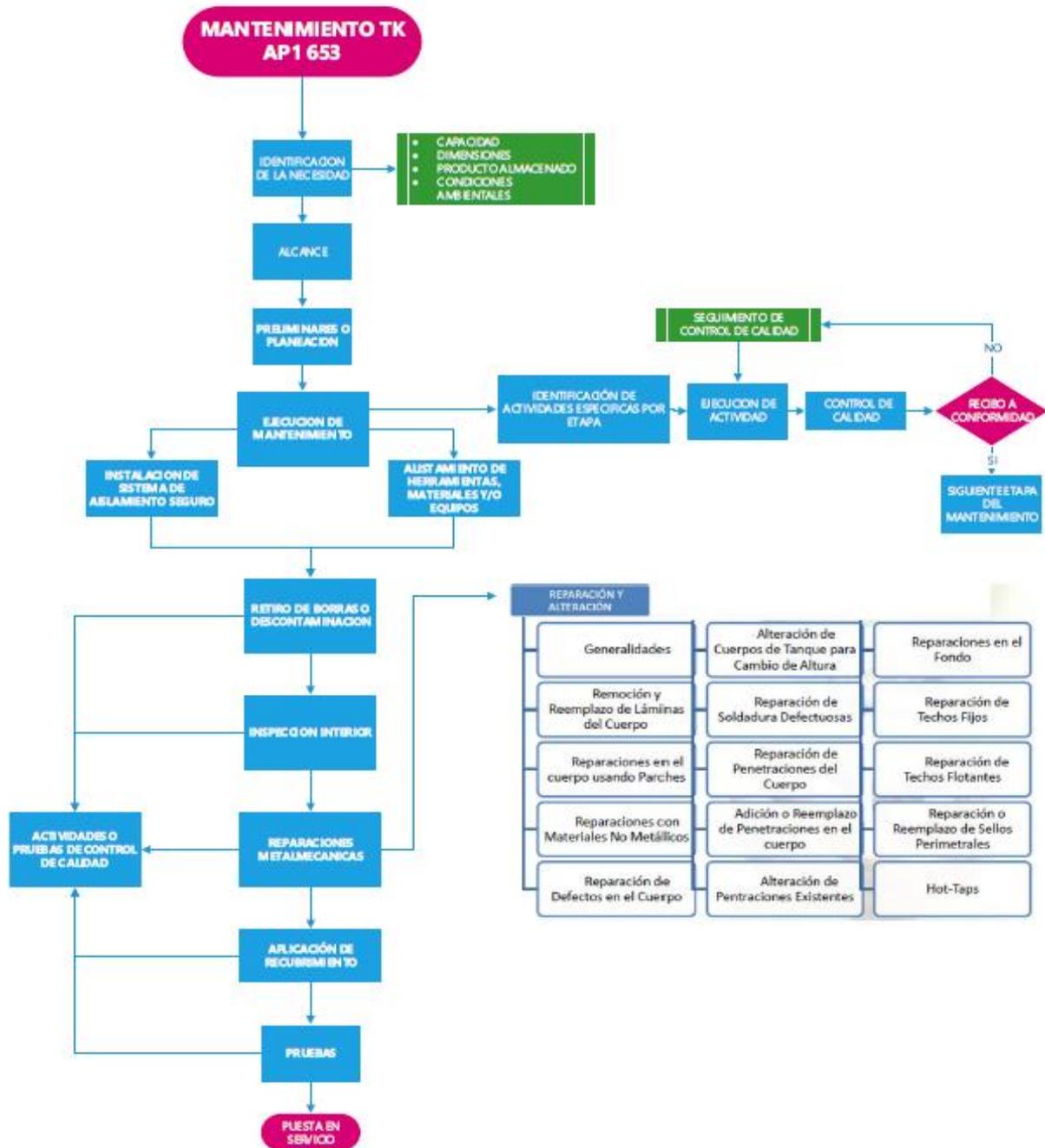
Se establece dentro de los márgenes técnicos y económicos, el rango que tendrá el mantenimiento orientado bajo la premisa de trabajo seguro.

4.1.3 Fase de planeación

El desarrollo de esta etapa abarca desde la identificación de la necesidad de la respectiva manutención, hasta el inicio del aislamiento seguro de este, el objetivo

de esta fase se orienta a garantizar y asegurar que se han contemplado todos los recursos y evaluar las implicaciones de estos.

Figura 4. Diagrama de bloques de Mantenimiento TK API 653



4.1.4 Ejecución

Se procede a realizar todos los preparativos para iniciar la ejecución del mantenimiento teniendo en cuenta la descripción detallada de las actividades, realizando el respectivo monitoreo del control de calidad (tanto paralelo a la actividad y/o al finalizarla) de cada una de estas, generándose así un visto bueno o recibo a conformidad que permita continuar la siguiente fase.

4.1.5 Fase de logística.

El desarrollo de esta fase contempla desde la movilización de equipos, materiales o herramientas a utilizar a zona de campo y los respectivos alistamientos, hasta la entrega por parte del equipo de operaciones con el sistema de aislamiento seguro.

4.1.6 Fase de aislamiento seguro.

Esta etapa inicia cuando el equipo contiene en su interior el remanente mínimo de hidrocarburos entregado por el equipo de operaciones, procediendo con la instalación de platinas que bloqueen los límites de este, y finaliza con la apertura de Manholes para efectos de permitir la ventilación natural de gases.

Figura 5. Instalación de Platinas de sistema de Aislamiento Seguro.



4.1.7 Fase de Retiro de Sedimentos de Hidrocarburos.

Esta fase inicia con la extracción de lodos o remanentes líquidos de hidrocarburos, y la posterior limpieza interior de Techo, casco y fondo, con el objeto de retirar todo

tipo de residuo que facilite el ingreso, esta etapa finaliza con la inspección del tanque.

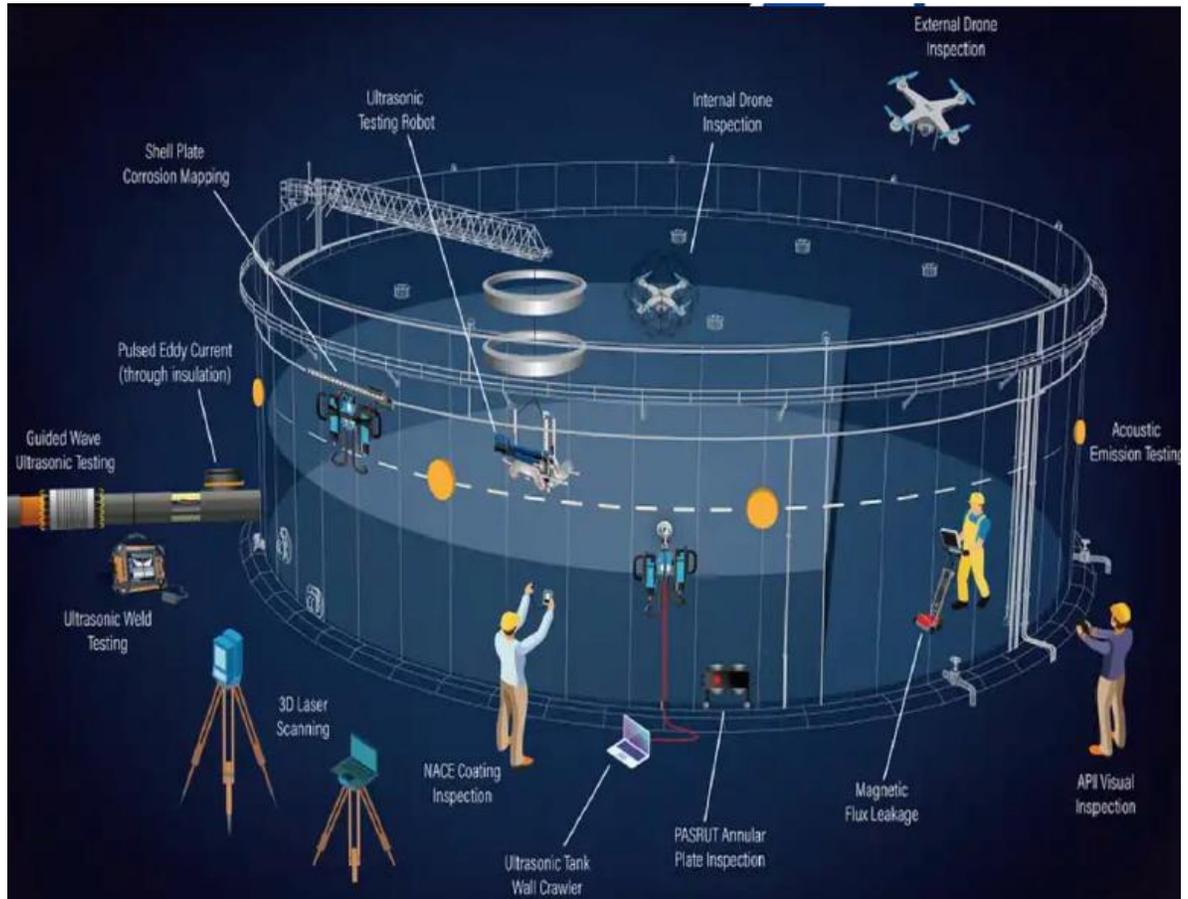
Figura 6. Retiro de sedimentos de Hidrocarburos.



4.1.8 Etapa de inspección

Esta etapa inicia con la limpieza de superficies e instalación de facilidades para la revisión del estado e identificar anomalías y finaliza con un diagnóstico de la inspección que identifique las recomendaciones de corrección o mitigación que promuevan la integridad del tanque dentro del próximo ciclo de servicio.

Figura 7. Esquema de diferentes métodos de inspección en Tanque API



4.1.9 Etapa de Reparaciones Técnicas metalmecánicas.

Esta etapa está comprendida desde la finalización del retiro de hidrocarburos hasta el inicio de la etapa de pruebas, el objeto de esta etapa tiene como prioridad corregir o mitigar las recomendaciones emitidas en la etapa de inspección, ello, en aras de garantizar el próximo tramo de servicio del equipo, su alcance implica fondo, cuerpo o techo del tanque.

Figura 8. Reparaciones metalmecánicas en Techo de tanque.



4.1.10 Etapa de Pruebas

Durante esta etapa se ejecutan todos los ensayos requeridos que avalan el buen resultado o la calidad de los trabajos ejecutados en las reparaciones previas, es aquí donde se garantiza la integridad del mismo con el registro documental de los ensayos los cuales dan visto bueno para la etapa de aplicación de recubrimiento

4.1.11 Fase de aplicación de Recubrimientos

Durante esta etapa se realizan las actividades concernientes con preparación de superficies tanto al interior como al exterior y sus componentes anexos, el objeto de esta etapa es proteger las superficies para disminuir los fenómenos de corrosión, de igual manera se busca evitar la contaminación del producto almacenado con residuos de corrosión.

Figura 9. Aplicación de recubrimiento Exterior mediante Manlift



4.1.12 Etapa de Alistamiento para entrega.

Esta etapa inicia con el visto bueno de los ensayos de los recubrimientos, y da inicio al montaje de todos los accesorios retirados durante la fase de alistamiento, es durante este período que se hace entrega de documentación y se registran actas de recibo a conformidad por autoridades técnicas, el objeto es presentar nuevamente el equipo en condiciones para operar.

Figura 10. Dibujo de Logos Técnicos en Exterior de Tanque API



4.1.13 Etapa de Puesta en servicio

Durante esta etapa se retiran los sistemas de aislamiento seguro y se procede con el llenado del tanque, garantizando la corrección de posibles pérdidas de contención en uniones bridadas, manholes o instrumentación.

Tabla 1. Actividades de Mantenimiento asociadas a Control de Calidad

ITEM	ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO	ACTIVIDAD DE CONTROL DE CALIDAD ASOCIADA
1. Planeación		
1.1	Establecer los alcances de los trabajos	<p>1.1 Seguimiento interno mediante controles de avance</p> <p>1.1 Reuniones Sistemáticas de socialización de estimación de recursos (materiales, cantidades de obra, personal involucrado)</p> <p>1.1 - 1.5 - 1.6 - 1.7 - 1.8 - 1.9 - 1.10 Reportes diarios de porcentaje de avance.</p> <p>1.2 - 1.4 Verificación de certificados de calidad de elementos comprados.</p> <p>1.4 Verificación de certificaciones de competencias vigentes de personal a contratar.</p>
1.2	Compra de materiales	
1.3	Estimación de cantidades de obra	
1.4	Estimación de recursos (Personal, recursos, consumibles, etc.)	
1.5	Definición de cronograma y plan detallado de trabajo	
1.6	Plan de descontaminación	
1.7	Plan de aislamiento seguro de proceso y eléctrico si aplica	
1.8	Plan de inspección	
1.9	Plan de HSE	
1.10	Plan de calidad	
2. Alistamiento		
2.1	Movilización de contenedores, Herramientas y Equipos	2.1 - 2.2 - 2.3 - 2.4 - 2.5 - 2.6 Divulgación de Procedimiento de cada actividad.

2.2	Instalaciones temporales (Baños, subestaciones, carpas, etc)	2.1 - 2.2 - 2.3 - 2.4 - 2.5 - 2.6
2.3	Llevar el tanque al remanente mínimo por parte de operaciones.	Mediante check list, se verifica que la actividad se está realizando adecuadamente y de acuerdo a lo descrito en el procedimiento de trabajo.
2.4	Instalación de facilidades temporales para desocupación del tanque (tubería).	2.1 - 2.2 Realizar inspección visual de la zona de ubicación de elementos para realizar mantenimiento
2.5	Instalación y operación de bombas portátiles para achique del producto remanente en el tanque.	2.3 Verificar nivel mínimo de remanente, mediante tablero de control
2.6	Retiro de instrumentación, telemetría.	<p>2.3 Diligenciamiento de documentación o acta de entrega firmada por las dos partes (equipo de operaciones y equipo ejecutor de mantenimiento)</p> <p>2.5 Verificar calibraciones actualizadas de equipos y herramientas.</p> <p>2.5 Mediante check list de realiza el respectivo chequeo</p>

		<p>preoperacionales de equipos.</p> <p>2.6 Antes de retirar una válvula, instrumento o accesorios se debe marcar para establecer su posición, sentido de flujo o ubicación de la pieza.</p> <p>2.6 Para el retiro de la instrumentación se identifica cada cable de tal forma que se pueda realizar el conexionado sin inconveniente.</p>
3. Aislamiento Seguro		
3.1	Instalación de platinas ciegas y/o bridas ciegas.	<p>3.1 - 3.2 - 3.3 - 3.4 - 3.5 - 3.6 - 3.7 - 3.8 Divulgación de Procedimiento de cada actividad</p> <p>3.1 Verificar mediante esquemático de sistema de aislamiento seguro (S.A.S), la correcta instalación de los ciegos.</p> <p>3.1 Verificar que platinas cumplan con el espesor mínimo de acuerdo estándar ASME B16.</p>
3.2	Apertura de manholes de casco y techo.	
3.3	Ventilación natural del tanque.	
3.4	Instalación de extractores y ventiladores.	
3.5	Retiro de válvulas de compuerta y actuadores.	
3.6	Retiro de válvulas de presión de vacío.	
3.7	Instalación de aislamiento eléctrico (SAES).	
3.8	Retiro de agitadores y motores.	

		<p>3.4 Verificación de documentación de equipos e instrumentos, que estos se encuentren calibrados y en óptimas condiciones DE OPERACION.</p> <p>3.5 - 3.6 - 3.8 Manipular y ubicar adecuadamente la instrumentación o equipos desinstalados para su posterior mantenimiento.</p>
4. Retiro de Sedimentos de Hidrocarburos		
4.1	Retiro de remanente mínimo con camión de vacío y/o bomba portátil.	<p>4.1 - 4.2 - 4.3 - 4.4 - 4.5</p> <p>Divulgación de Procedimiento de cada actividad</p> <p>4.1 Toma muestras de lodos, medición de altura de sedimentos de hidrocarburos.</p> <p>4.1 Verificación de documentación de equipos e instrumentos, que se encuentren calibrados y en óptimas condiciones</p> <p>4.1 Mediante check list de</p>
4.2	Actividades de fluidización y tratamiento de lodos.	
4.3	Apertura de puerta de barrido	
4.4	Retiro de sólidos remanentes	
4.5	Lavado de las paredes, fondo y techo con productos biodegradables.	

		<p>realiza el respectivo chequeo preoperacionales de equipos.</p> <p>4.3 - 4.4 - 4.5 Mediante check list, se verifica que la actividad se está realizando adecuadamente y de acuerdo a lo descrito en el procedimiento de trabajo.</p>
<p>5. Inspección (Ver Figura 6. Esquema de diferentes métodos de inspección en Tanque API)</p>		
5.1	Armado de andamios	<p>5.1 - 5.2 - 5.3 - 5.4 - 5.5 Divulgación de Procedimiento de cada actividad.</p> <p>5.1 - 5.2 - 5.3 - 5.4 - 5.5 - Mediante check list, se verifica que la actividad se está realizando adecuadamente y de acuerdo a lo descrito en el procedimiento de trabajo.</p> <p>5.1 Verificación de certificados y aptitud de uso de andamios.</p> <p>5.2 Verificación de certificados de calidad de Arenas.</p> <p>5.2 - 5.4 - 5.5 Realizar</p>
5.2	Limpieza de superficies con material abrasivo	
5.3	Movilización de andamios	
5.4	Ensayos destructivos y no destructivos	
5.5	Toma de datos topográficos	
5.6	Entrega de reportes de inspección	

		<p>inspección visual de zonas donde se realiza la inspección</p> <p>5.4 - 5.5 Realización de pruebas o ensayos no destructivos (END) Para corroborar integridad mecánica del recipiente.</p>
6. Reparaciones Metalmeccánicas		
6.1	Reparaciones en techo.	<p>6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 Divulgación de Procedimiento de cada actividad.</p> <p>6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 Verificación de certificados de material (soldadura, laminas, elementos estructurales, espárragos, bridas, ánodos de sacrificio, ruanas, etc) de acuerdo a norma vigente, según aplique.</p>
6.2	Reparaciones en fondo	<p>6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 Mediante check list de realiza el respectivo chequeo preoperacional de equipos.</p>

<p>6.3</p>	<p>Reparaciones en casco.</p>	<p>6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 Verificar que todas las soldaduras se realicen de acuerdo con los requerimientos de los códigos de construcción con el código API 650 y ASME B31.3 Process Piping última edición.</p>
<p>6.4</p>	<p>Reparaciones de accesorios al tanque (Escaleras, sellos, tuberías, válvulas, cámaras de espuma, venteos, etc).</p>	<p>6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 Verificación de los procedimientos de soldadura (WPS) y Calificaciones de procedimientos de soldadura (PQR) antes de iniciar cualquier trabajo de soldadura.</p> <p>6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 Verificar que todos los soldadores y procedimientos de soldadura se encuentren calificados de acuerdo con la última edición del código ASME Boiler and Pressure Vessel's Section IX.</p> <p>6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 Verificar la adecuada manipulación y almacenamiento de electrodos revestidos para desarrollar actividades de soldadura.</p>

		<p>6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 Realizar medición y monitoreo de temperatura de precalentamiento (en caso de que aplique) de lámina o elemento a soldar.</p> <p>6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 Mediante check list, se debe verificar que la actividad se está realizando adecuadamente y de acuerdo a lo descrito en el procedimiento de trabajo.</p> <p>6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 Realizar Pruebas de calidad de soldadura tales como: RX, phase array, caja de vacío, tintas penetrantes, prueba de ACPM y Cal a junta de casco-fondo (zona critica) y sumidero (en caso de intervenirse) u otros ensayos no destructivos (END) pertinentes de acuerdo a informe de inspección emitido.</p> <p>6.1 - 6.2 - 6.3 - 6.4 Inspección Visual a trabajos Terminados.</p>
--	--	--

7. Aplicación de Recubrimiento		
7.1	Armado y desarmado de andamios	7.1 - 7.2 - 7.3 - 7.4 - 7.5 Divulgación de Procedimiento de cada actividad 7.1 Verificación de certificados y aptitud de uso de andamios.
7.2	Limpieza y/o Preparación de superficie	7.2 verificación de certificados de Calidad de las arenas de Sandblasting. 7.3 Verificar la utilización de boquillas adecuadas para evitar desperdicios de pinturas.
7.3	Aplicación de las diferentes capas que compone el recubrimiento	7.3 verificar certificados de calibración vigente de equipos de medición de condones ambientales y espesor de recubrimiento.
7.4	Marcación del tanque	7.3 - 7.4 Verificar que los productos relacionados con el proceso tales como pintura, catalizadores y/o solventes

<p>7.5</p>	<p>Identificación de líneas</p>	<p>estén de acuerdo a las hojas técnicas emitidas por el fabricante de la pintura y que cumplan con las especificaciones del cliente.</p> <p>7.3 - 7.4 Verificar que los productos no hayan excedido la fecha de vencimiento.</p> <p>7.3 - 7.4 Las pinturas, catalizadores y solventes deben ser almacenados en sus recipientes originales con sus etiquetas de identificación totalmente visibles, bajo cubierta, en un sitio protegido del fuego, a la sombra y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.</p> <p>7.3 Antes y durante la aplicación se deben monitorear controlar y registrar entre otros los siguientes parámetros: Humedad relativa, temperatura ambiente, temperatura de chapa, perfil de anclaje, preparación de superficie</p>
-------------------	---------------------------------	---

		<p>mientras se aplica el recubrimiento se debe controlar la variable de película húmeda.</p> <p>7.2 - 7.3 - 7.4 - 7.5 Realizar inspección visual de recubrimiento aplicado.</p> <p>7.1 - 7.2 - 7.3 - 7.4 - 7.5 Mediante check list, se verifica que la actividad se está realizando adecuadamente y de acuerdo a lo descrito en el procedimiento de trabajo.</p>
8. Alistamiento de Entrega		
8.1	Realización de Pruebas	8.1 - 8.2 - 8.3 - 8.4 - 8.5 - 8.6 Divulgación de Procedimiento de cada Actividad
8.2	Desmovilización de contenedores, herramientas, equipos e instalaciones temporales.	8.1 Toma y registro de Pruebas de adherencia 8.1 Toma y registro de Prueba de Holliday
8.3	Aforo del tanque	8.3 Prueba de estanqueidad

8.4	Instalación de instrumentación, telemetría, válvulas, actuadores, etc.	8.3 Verificar que la escotilla de medición cumpla con el estándar API 650, la altura de referencia.
8.5	Cierre de Manholes y compuertas de barrido (Clean Out)	8.4 Verificar certificación de mantenimiento de válvulas (en caso de aplicar) o en caso de instalarse nueva, verificar la conformidad de los certificados emitidos por el fabricante.
8.6	Retiro de Sistema de aislamiento segura (SAS) y sistema de aislamiento eléctrico seguro (SAES).	<p>8.4 Pruebas de accesorios (Telemetrías, válvulas, instrumentos, etc)</p> <p>8.4 - 8.5 Verificar los certificados de calidad de los materiales (Espárragos, tuercas, empaques)</p> <p>8.4 - 8.5 Verificar calibraciones actualizadas de Torquímetro.</p> <p>8.5 Revisar en campo las tablas de fuerza de torque a aplicar y la respectiva aptitud técnica del colaborador encargado de realizar ajuste.</p>

		<p>8.5 Verificación y Registro de torque aplicado en las uniones bridadas.</p> <p>8.5 Verificar la respectiva lubricación de la tornillería de ajusta</p> <p>8.6 Pruebas del sistema de Puesta a tierra.</p>
9. Puesta en Servicio		
9.1	Llenado del tanque con producto de almacenamiento.	<p>9.1 Se realizará acompañamiento al equipo de operaciones para corregir posibles fugas o fallas en las juntas bridadas, manholes o instrumentos.</p> <p>9.1 Firmar y entregar formato con recibido a satisfacción de actividades ejecutadas en el equipo, acta de entrega del mismo.</p>

4.2 ESTIMACIÓN DE PDT

A continuación, se presenta un diagrama de Gantt o plan de tiempo estimado, donde se detalla la ejecución de cada una de las tareas que componen cada fase de mantenimiento.

Figura 11. Plan de Tiempo estimado de mantenimiento

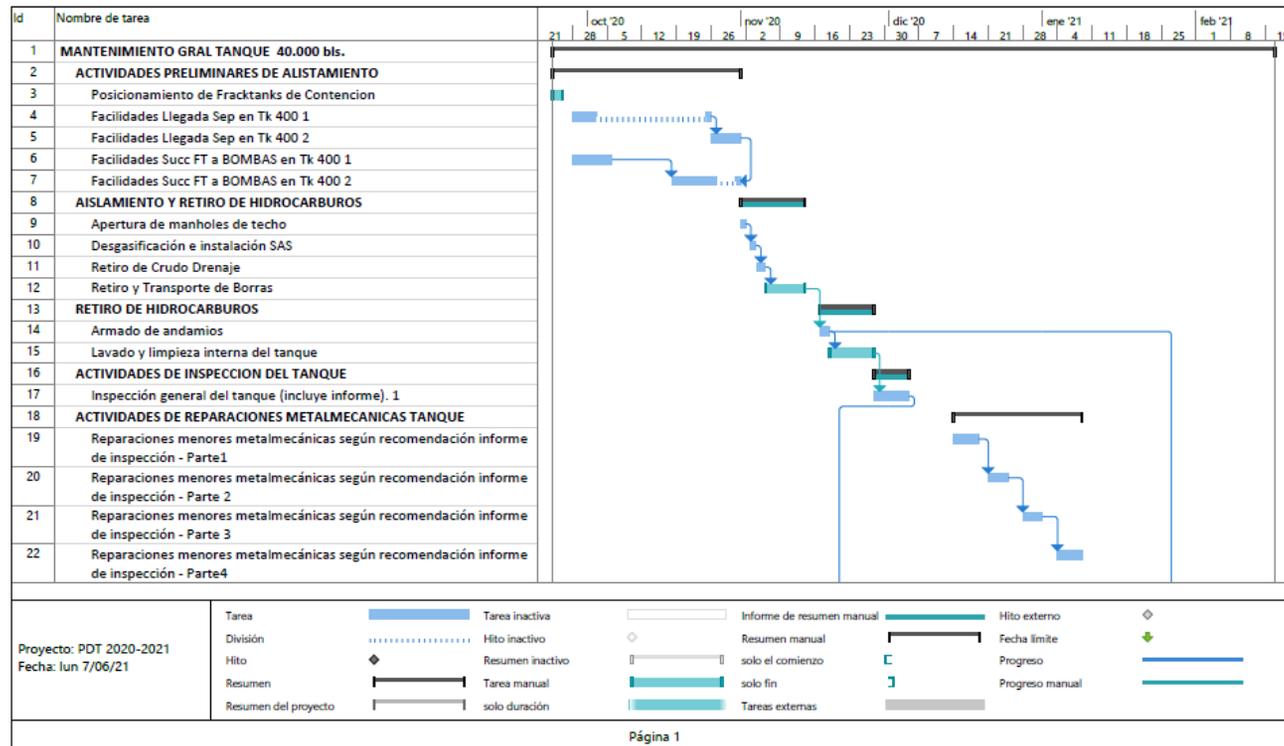
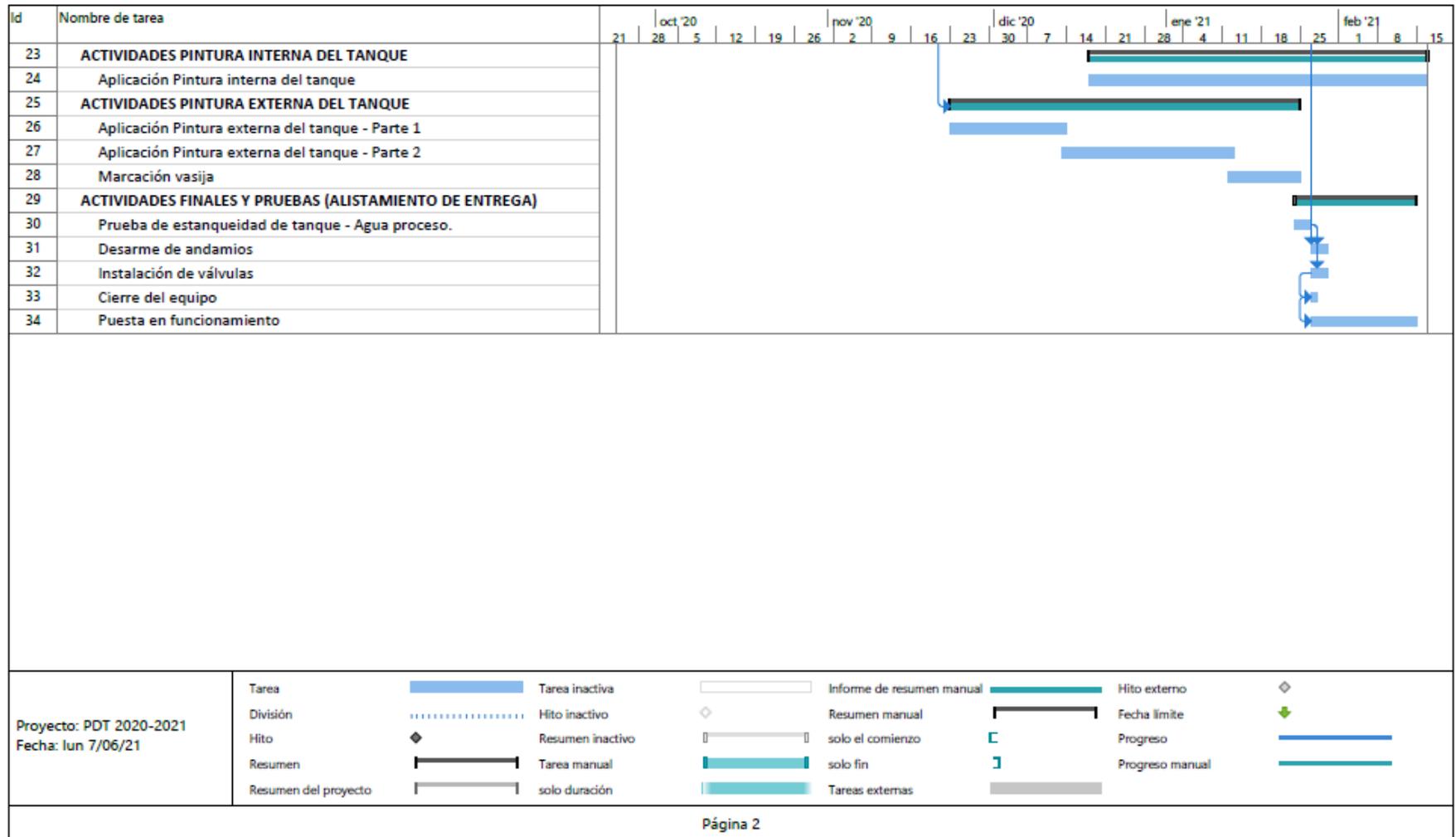


Figura 11. Plan de Tiempo estimado de mantenimiento (continuación)



5. CONCLUSIONES.

Se cumplió el objetivo del proyecto "ELABORAR UNA PROPUESTA TÉCNICA DE ESTANDARIZACIÓN QUE PERMITA IDENTIFICAR DE MANERA PRECISA LOS PROCESOS DE CONTROL DE CALIDAD ASOCIADOS INTRÍNSECAMENTE AL ALCANCE DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO BASADAS EN LA NORMATIVA API 653, PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EFICIENTE QUE BRINDE CONFIABILIDAD AL CLIENTE FRENTE A INTERVENCIONES PROGRAMADAS DE SUS ACTIVOS" que fue elaborar una descripción detallada de las respectivas actividades de mantenimiento y posteriormente asociarlas con las respectivas actividades de control de calidad, todo dentro de un sistemas de gestión planteado a partir de diagrama de bloques.

En la medida en que la descripción de las actividades específicas de mantenimiento de un tanque API, cilíndrico vertical, de fondo plano y techo fijo de 40000 BIs de capacidad sea más detallada, se puede controlar con mayor eficiencia la gestión de la calidad, ya que una vez identificado el control se hace más eficaz implementarlo o ejecutarlo.

El monitoreo constante de control de calidad en las actividades de mantenimiento, promueve una disciplina de excelencia dentro del equipo ejecutor, ya que puede repercutir en la disminución o eliminación de reprocesos garantizando la revisión adecuada y crítica de cada actividad.

La propuesta de estandarizar los procesos de control de calidad del presente documento, representa un material bibliográfico preponderante debido a que fue desarrollado como una guía, con el objeto de presentar el alcance de las actividades estimadas, para los profesionales o técnicos del área de los hidrocarburos, en la parte de manutención de Tanques API. Cada uno de los ítems representa una visión

general de acuerdo a las experiencias a nivel técnico en Mantenimiento de Tanques API, la cual sirve como soporte para identificar de manera estimada la estandarización de procesos de control de calidad asociados a las actividades a ejecutar en el mantenimiento de Tanques API.

El mantenimiento como una estrategia planificada, implica la cooperación del equipo de trabajo para el éxito del mismo, en un ambiente de trabajo seguro y responsable, partiendo de la concepción de este como una inversión a futuro y no como un gasto.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda mantenerse actualizado, y sujetarse a los lineamientos de la última revisión de los diferentes códigos y normas para el mantenimiento de un tanque bajo estándar API.

Se recomienda capacitar técnicamente el recurso humano de apoyo que ejerce la actividad de interventoría, sobre las novedades de actualización de Normas y Especificaciones vigentes en el Mantenimiento de tanques API.

Se recomienda documentar la información de los Históricos de Mantenimientos de Tanques API realizados en los últimos cinco (5) años, dicha información es crucial al momento de realizar la planeación del mantenimiento, ya que puede ser un material informativo para las dependencias interesadas en consultar e informarse sobre Mantenimientos de Tanques API.

Se recomienda socializar o divulgar previo a iniciar las actividades, el procedimiento de ejecución de la actividad de mantenimiento al personal ejecutor informando también los controles de calidad que están asociados.

Se recomienda efectuar un análisis de riesgos que involucre un equipo interdisciplinario de integridad y ejecutor, para analizar previo a la intervención del equipo las consecuencias que pudieran generarse y las recomendaciones para mitigarlas.

BIBLIOGRAFÍA

API STD 653, “Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction”, FIFTH EDITION, Addendum 1, April 2018.

API STD 650, “Weld Steel Tanks for Oil Storage”, Addendum 2, January 2016.

API RP 575, “Inspection of Atmospheric and Low-Pressure Storage Tank”, THIRD EDITION, April 2014.

API RP 651, “Cathodic Protection of Aboveground Petroleum Storage Tank”, FOURTH EDITION, September 2014.

API RP 652, “Lining of Aboveground Petroleum Storage Tank Bottoms”, FOURTH EDITION, September 2014.

API RP 2015, “Safe Entry and Cleaning of Petroleum Storage Tanks”, SIXTH EDITION, August 2001.

API RP 2003, “Protection Against Ignitions Arising Out of Static, Lightning, and Stray Currents”, SIXTH EDITION, September 1998.

API STD 2000, “Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tank”, SIXTH EDITION, November 2009.

MORENO ALDANA, Becher Leo. Sistema contraincendio en instalaciones de planta concentradora – unidad minera brocal (Proyecto de Practicas). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

NORMA ISO 9001-2000 Segunda Revisión.

OVALLE CASTIBLANCO, ALEX MAURICIO & OSPINA LÓPEZ, DIANA YOMALI, "Caracterización Del Mantenimiento Industrial En Algunas Empresas De Manizales Y Municipios Aledaños", Revista Educación en Ingeniería, n.º 9, junio de 2010, p. 150-157.

SALGUERO MORALES, HAROLD RENE. Proceso de gestión de calidad en mantenimiento preventivo. San Carlos, 2007, Tesis de Maestría, (Magister en ingeniería de mantenimiento). Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Disponible en Repositorio del sistema bibliotecario – Universidad San Carlos de Guatemala. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/5064/>

TAVERA SALAMANCA, CLAUDIA PATRICIA. Propuesta para la estandarización del mantenimiento técnico en tanques de almacenamiento api en refinería. Bucaramanga, 2010, Monografía de Grado (Especialista en Gerencia de Mantenimiento). Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga. Facultad de Ingeniería Civil. Disponible en Repositorio Institucional – Universidad Pontificia Bolivariana. <http://biblioteca.upbbga.edu.co/docs/digital_19867.pdf>

ANEXOS

ANEXO A. Lista De Chequeo Para Inspección De Tanques

LISTA DE CHEQUEO PARA INSPECCIÓN DE TANQUES EN SERVICIO		
ÍTEM	COMPLETO	COMENTARIOS
C.1.1 BASES		
Mida el nivel de la base y las elevaciones del fondo (ver Apéndice B para cantidad de mediciones)		
C.1.1.1 Anillo de concreto		
a. Inspección de concreto partido, astillado, y con grietas, particularmente bajo las barras de apoyo (backup bars) utilizadas durante el proceso de soldadura a tope de las láminas anulares debajo del cuerpo.		
b. Inspeccione las aberturas drenaje en el anillo, detrás de los waterdraw de los drenajes y en la superficie superior del anillo para detectar la presencia de fugas.		
c. Inspección de cavidades debajo de la base y vegetación contra el fondo del tanque.		
d. Cheque que el agua lluvia del cuerpo drene lejos del tanque		
e. Cheque el asentamiento alrededor del perímetro del tanque.		
C.1.1.2 Asfalto		
a. Revise asentamiento del tanque dentro la base de asfalto, el cual dirige el agua lluvia por debajo del tanque, en vez de alejarla de este.		
b. Busque las áreas donde el derrame de producto ha dejado la roca de relleno expuesta, el cual indica derrame de hidrocarburo		
C.1.1.3 Arena		
Revise si hay asentamiento dentro de la base, el cual dirige el agua lluvia por debajo del tanque, en vez de alejarla de este.		
C.1.1.4 Rocas		
La presencia de piedras rotas bajo el fondo de acero, resulta usualmente en corrosión severa en la superficie inferior. Haga una nota para hacer una inspección adicional de la lámina del fondo (inspección de rastrillo, ultrasónica o cupones de prueba) cuando el tanque se encuentra fuera de servicio.		
C.1.1.5 Drenaje		
a. Cheque el sitio para que drene lejos del tanque así como tubería y múltiple asociados.		
b. Cheque las condiciones de operación del dique de drenaje.		
C.1.1.6 Limpieza		
Inspeccione si las áreas tiene basura, vegetación u otros productos inflamables.		
C.1.1.7 Protección catódica		
Revisión de las lecturas del potencial de la protección catódica.		
C.1.2 CUERPO		
C.1.2.1 Inspección visual externa		
a. Inspeccione visualmente las fallas de pintura, picaduras y corrosión.		
b. Limpie el área del ángulo del fondo e inspeccione corrosión y adelgazamiento de láminas y soldadura.		
c. Inspeccione el sello entre el fondo y la base, si lo hay.		
C.1.2.2 Interna (Tanque de techo flotante)		
Inspección muesca, corrosión, picaduras y fallas en el recubrimiento.		

C.1.2.3 Inspección del Cuerpo remachado		
a. Inspección de la superficie externa de los remaches y fugas en las uniones		
b. Localice las fugas por medio de esquemas o fotos (la localización se pierde cuando el casco se limpia abrasivamente para pintura)		
c. Inspeccione los remaches desgaste debido a la corrosión.		
d. Inspección de uniones verticales para ver si han sido soldadas en traslape para incrementar la eficiencia de la junta.		
e. Si no existe ningún reporte de las uniones remachadas verticales, dimensione y esquematice (fotografía) del patrón del remachado: número de filas, tamaño del remache, longitud de la altura y anote en donde cuando la unión remachada e traslapada o a tope.		
C.1.2.4 Cortavientos o anillos rigidizadores (Tanque con techo flotante)		
a. Inspeccione los cortavientos y pasamanos para detectar daños de corrosión (falla de pintura, pitting, residuos de corrosión), especialmente cuando ocurra en soldadura de punteo y en soldaduras rotas.		
b. Revise las soldaduras de soporte al cuerpo para detectar picaduras, especialmente en las láminas del casco.		
c. Mire que los soportes hayan sido reforzados con láminas de refuerzo soldadas al casco.		
C.1.3 ACCESORIOS DEL CUERPO		
C.1.3.1 Manholes y Boquillas		
a. Inspección grietas o señales de fuga en la soldadura en boquillas, manholes y láminas de refuerzo o ruanas.		
b. Inspeccione las láminas del cuerpo por abombamiento alrededor de las boquillas, causadas por deflexión excesiva de tubería.		
c. Inspección por fugas en los flanches o fugas alrededor de los tornillos.		
d. Inspección del sellos de aislamiento alrededor de los manholes y boquillas		
e. Revise si hay un inadecuado flanche en los manways y espesor de la cubierta en los manholes con mezclador.		
C.1.3.2 Manifolds ó multiples de tuberías del Tanque		
a. Inspeccione la de tubería de los manifolds, flanches y válvulas para detectar si hay fugas.		
b. Inspeccione los componentes del sistema contra incendio.		
c. Revise la tubería anclada o las conexiones del fondo las cuales podrían ser peligrosa para el cuerpo del tanque durante movimiento de tierra.		
d. Cheque el adecuado alivio de presión térmica de la tubería al tanque.		
e. Cheque operación de reguladores para tanques con sistemas de purga de gas.		
f. Cheque las conexiones de muestreo por fugas y operación apropiada de las válvulas		
g. Revise daño y evalúe la precisión de los indicadores de temperatura.		
h. Cheque soldaduras en davit clips montados en el cuerpo sobre válvulas de 6 pulg. y más grandes.		
C.1.3.3 Sistema autogauge		
a. Inspeccione la guía de la cinta del autogauge y la parte baja donde se aloja (floating swings) para detectar la presencia de fugas.		
b. Inspección la cabeza del autogage para detectar daño.		
c. Jale el chequeador en la cabeza del autogauge para determinar un apropiado movimiento de la cinta.		
d. Identifique el tamaño y el material de construcción de la guía de la cinta del autogauge (tanque de techo flotante).		
e. Pregunte al operador si la cinta tiende a colgar durante el movimiento del techo del tanque (tanques de techo flotante).		
f. Compare el nivel actual del producto con la lectura del autogauge (la variación máxima es de 2 pulg.)		
g. En tanques de techo flotante, cuando el techo se encuentra en la posición más		

baja, cheque que no más de dos pies de cinta estén expuestos en el extremo de la guía de la cinta.		
h. Inspección de la condición del tablero y la legibilidad de los caracteres del autogauges		
i. Evalúe la libertad de movimiento del marcador y del flotador.		
C.1.3.4 Estación de muestreo montada sobre el cuerpo		
a. Inspeccione líneas de muestreo para el funcionamiento de válvulas y conexión de las líneas, incluyendo drenaje o línea de retorno al tanque.		
b. Cheque las bombas de circulación para detectar fugas y problemas de operación.		
c. Evalúe bracings y los soportes para líneas de muestras y equipo.		
C.1.3.5 Calentador (Manways montados al cuerpo)		
Inspeccione el drenaje de condensado por presencia de fugas indicativas de producto.		
C.1.3.6 Mezclador		
a. Inspección el apropiado montaje de fanche y soporte.		
b. Inspección por fuga.		
c. Inspección de condición de líneas de poder y conexiones al mezclador.		
C.1.3.7 Swing Lines: Operación de la Polea		
a. No Flotante. Levante, luego baje la swing line con la polea, y cheque que el cable se encuentre tensionado para confirmar que swing line haya bajado de la manera adecuada.		
b. Flotante. Con el tanque hasta la mitad o más, baje la swing line y luego suelte el cable y cheque que el swing haya tensionado el cable, indicando que la polea esta funcionando correctamente.		
c. Indicador. Cheque que el indicador se mueva en la dirección apropiada: los indicadores de swing line flotantes muestran un nivel más bajo cuando el cable esta enrollado en la polea. Los indicadores de swing line no flotantes muestran lo contrario.		
C.1.3.8 Swing Lines: sistema de guía externo		
Cheque fugas en juntas roscadas y flancheadas.		
C.1.3.9 Swing Lines: Identifique Ballast Varying Need		
Revise si hay una diferencia significativa en la gravedad específica del producto almacenado		
C.1.3.10 Swing Lines: Material del Cable y condición		
a. Para cable de acero no inoxidable, cheque corrosión sobre la longitud total del cable		
b. Todos los cables: Cheque desgaste o fragilización.		
C.1.3.11 Swing lines: comparación de la muestra del producto		
Revise agua o diferencia de gravedad que podrían indicar una junta swing con fuga.		
C.1.3.12 Swing Lines: la mira o target		
La mira debe indicar la dirección de la abertura del swing (arriba o abajo) y la altura arriba del fondo, donde se perderá succión con swing en el soporte del fondo.		
C.1.4 TECHOS		
C.1.4.1 Corrosión Interna de las láminas del techo		
Para seguridad, antes de entrar al techo, inspeccione con un equipo de ultrasonido o utilice un martillo de bola para evaluar la lámina cerca de los bordes del techo por adelgazamiento (La corrosión ataca normalmente primero a la lámina en los bordes y en las vigas en el centro del techo).		
C.1.4.2 Corrosión Externa de las láminas del techo		
Realice una inspección visual por fallas de pintura, huecos, picaduras y productos de corrosión en piso del techo.		
C.1.4.3 Drenajes del techo		
Busque indicaciones de agua estancada. (Significativos empozamientos en un techo fijo indican una falla potencial de las vigas. Grandes empozamientos de agua en un techo flotante indican un inadecuado diseño de drenaje ó si es en un solo		

lado, indica un techo desnivelado son posibles fugas en los pontones)		
C.1.4.4 Nivel del Techo Flotante		
En varias partes, mida la distancia del borde o pestaña del techo hacia una soldadura horizontal por encima del techo. Una variación en las lecturas indica un desnivel del techo con posible falta de redondez del cuerpo, abombamientos, fugas en los pontones o que este colgando. En tanques de pequeño diámetro, una condición de desnivel puede hincar una carga desigual a ese nivel.		
C.1.4.5 Prueba de gas para techos de membrana flotante		
Evalúe gas explosivo encima de la membrana flotante. Las lecturas pueden indicar fugas en el techo, en el sello, o ventilación inadecuada del área encima de la membrana flotante.		
C.1.4.6 Aislamiento del techo		
a. Realice una inspección visual para detectar grietas o fugas en la capa del aislamiento climático donde el agua lluvia pueda penetrar en el aislamiento		
b. Inspeccione aislamiento húmedo debajo de la capa de aislamiento climático		
c. Remueva pequeñas secciones de prueba del aislamiento y revise corrosión y agujeros cerca al borde del área aislada		
C.1.4.7 Sistema de sello del techo flotante		
a. Examine la condición del sello, mida y registre los máximos espacios RIM y los espacios entre el cuerpo y el sello alrededor de toda la circunferencia completa del techo al nivel de la inspección (nota: Inspección del sello y medición de los espacios RIM y los espacios entre el cuerpo y el sello a más de un nivel puede ser necesario para determinar más completamente si existen algunos problemas en otros niveles de operación del tanque)		
1. Abajo.		
2. En la mitad del cuerpo		
3. Nivel máximo del líquido		
b. Mida y registre el espacio anular a cada 30 pies (mínimo de cuatro cuadrantes) alrededor del techo. Las mediciones se deben tomar en pares directamente opuestos.		
1. _____ Par opuesto 1		
2. _____ Par opuesto 2		
c. Revise si la membrana en el sello primario de zapata esta empujando la zapata alejándola del cuerpo (membrana no lo suficientemente grande)		
d. Inspeccione la membrana por deterioro, huecos, rasgaduras o grietas.		
e. Inspeccione las partes metálicas visibles por corrosión o desgaste.		
f. Inspeccione aberturas en el sello que puedan permitir emisiones de vapor.		
g. Inspeccione tornillos o cabezas del remache protuberantes en contra del casco.		
h. Empuje los sistemas de sellos primarios y secundarios hacia atrás alrededor de todo el cuerpo para verificar su operación.		
i. Inspeccione los sellos secundarios por señales de doblamiento o indicaciones que muestren que su ángulo con el cuerpo es muy estrecho.		
j. Inspeccione los limpiadores de sellos si tienen flexibilidad, resiliencia, grietas y desgarramientos		
C.1.5 ACCESORIOS DEL TECHO		
C.1.5.1 Compuertas de muestra		
a. Inspeccione la condición y funcionamiento de la tapa de la compuerta de muestra.		
b. En tanques gobernados por normas del Distrito de Calidad de Aire, cheque la condición del sello dentro de la tapa de la compuerta		
c. Revise corrosión y conexión de la thief y de la tapa de la compuerta de medición.		
d. Donde se utiliza la compuerta de muestra para medir el nivel stock gauge real del producto, revise marcas and tab stating hold-off.		
e. Revise platinas de refuerzo donde entra la compuerta de muestra al techo.		
f. En techo flotante con compuerta de muestra y sistemas recoil, inspeccione la operación de recoil y condición de la cuerda.		
g. Revise la operación del sistema.		
h. En producto muy limpio tales como JP4, cheque la presencia y condición de la recubrimiento al interior de la compuerta (previniendo residuos de la tubería dentro de la muestra)		

C.1.5.2 Foso de medición		
a. Inspeccione la porción visible del foso de medición revisando adelgazamiento, tamaño de las ranuras, y condición de la tapa.		
b. Cheque el marcador y tab de la distancia hold-off con la distancia hold-off (legible).		
c. En techos flotantes, inspeccione la condición de la guía del techo que sirve de foso de medición, particularmente la condición de los rodillos por acanaladuras.		
d. Si hay acceso, revise la distancia de la tubería del foso de medición hasta en el cuerpo a diferentes niveles.		
e. Si el tanque tiene lavador del foso de medición, revise la válvula por fugas y presencia de bull plug o blind flange.		
C.1.5.3 Soporte de Andamios de Techos Fijos		
Inspeccione el soporte del andamio por corrosión, desgaste, y sanidad estructural.		
C.1.5.4 Autogauge: Compuertas de inspección y guías (Techo fijo)		
a. Revise las compuertas por corrosión o tornillos faltantes.		
b. Inspeccione corrosión en las tapas de las guías y en los cables de anclaje.		
C.1.5.5 Autogauge: Tapa del foso del flotador		
a. Inspeccione corrosión.		
b. Revise el cable de la cinta por desgaste causado por fricción en la tapa.		
C.1.5.6 Compuertas de muestra (Membranas internas flotantes)		
a. Cheque las condiciones generales		
b. Cuando se encuentre equipado con un material o tela de sellado, cheque el cierre automático después de tomar la muestra		
c. Cuando se encuentre equipado con un equipo para abrir el recoil reel cheque la operación apropiada.		
C.1.5.7 Venteos en el techo (Membranas internas flotantes)		
Cheque la condición de las pantallas, pines de bloqueo y de pivote.		
C.1.5.8 Anillo de escurrir en la plataforma de medición		
En tanques de techo fijo con anillos de escurrido bajo la plataforma o área de muestra, inspeccione que el sistema de drenaje regrese al tanque.		
C.1.5.9 Drenajes de emergencia del techo		
Inspeccione tomas de vapor para drenajes de emergencia: que los discos del material o tela del sello sean un poco más pequeños que ID de la tubería y que la tela del sello se encuentre sobre el nivel del líquido.		
C.1.5.10 Soportes de las patas del techo removibles		
Revise los soportes de las patas en el techo.		
C.1.5.11 Rompe vacío o válvulas de presión		
Reporte el tamaño, número, y tipo de rompe vacíos. Inspecciónelos, si se han puesto las patas altas, revise si hay daño mecánico en la posición más alta de las patas.		
C.1.5.12 Rim Vents		
a. Cheque la condición de la pantalla en la tapa del rim vent		
b. Cheque plating off o remoción de rim vents donde las normas jurídicas no permitan esta remoción.		
C.1.5.13 Pontoon Inspection Hatches		
a. Abra las tapas de los pontones y revise visualmente el interior si hay para fugas.		
b. Inspeccione por gas explosivo (un indicador de vapor fugándose)		
c. Si el ponton tiene seguros, revise tubos de venteo. Revise que los tubos de venteo no estén enchufados, inspeccione la condición y operación de los seguros (lock-down)		
C.1.6 VIAS DE ACCESO		
Ver lista de chequeo de Inspección de tanques fuera de servicio ítem		
NOTAS:		

LISTA DE CHEQUEO EN TANQUE FUERA DE SERVICIO			
	Ítem	Completo	Comentarios
C.2.1	RECONOCIMIENTO		
	a. Revise que el tanque haya sido limpiado, este libre de gas y seguro para la entrada.		
	b. Revise que el tanque esta completamente aislado de líneas de producto, electricidad y tubería de vapor.		
	c. Revise que el techo este adecuadamente soportado, incluyendo la estructura del techo fijo y los soportes del techo flotante.		
	d. Revise la presencia de elementos que presenten riesgo de caída, tales como vigas del techo corroídos, estalactita asfáltica e hidrocarburos atrapados en equipos enchufados o cerrados o aditamentos, andamios (ledge), etc.		
	e. Inspeccione peligros de resbalarse en el fondo del tanque y el piso del techo.		
	f. Inspeccione las soldaduras estructurales sobre vías de accesos y clips (abrazaderas, sujetadores, collares)		
	g. Revise las superficies que necesitan inspección por presentar costras de oxidación (heavy-scale buildup) y revise las soldaduras y superficies grasosas donde las soldaduras van a hacerse. Apunte las áreas que necesitan más limpieza, incluyendo blasting.		
	h. Revisión lecturas del potencial de la protección catódica.		
C.2.2	EXTERIOR DEL TANQUE		
	a. Inspeccione accesorios abiertos durante la limpieza tales como ensambles de poleas , boquillas interiores (después de remover las válvulas)		
	b. Prueba de martillo o prueba mediante ultrasonido para el techo		
	c. Entre e inspeccione los compartimientos de los pontones del techo flotante		
C.2.3	SUPERFICIE INTERIOR DEL FONDO		
	a. Usando una linterna sosténgala cerca y paralela a las láminas del fondo, usando un croquis de las láminas del fondo como guía, inspeccione visualmente y realice una prueba de martillo a todo el fondo del tanque		
	b. Mida la profundidad de las picaduras y describa su apariencia (bordes cortantes, tipo , densidad, difusión, etc.)		
	c. Marque las áreas que requieran parches o inspecciones adicionales.		
	d. Marque la localización de cupones de medición para inspeccionarlos		
	e. Inspeccione todas las soldaduras para determinar corrosión y fugas, particularmente la soldadura de unión entre el cuerpo y el fondo		
	f. Inspeccione las láminas anulares del mismo ó de mayor espesor que las del fondo (sketch plate) para determinar corrosión		
	g. Localice y marque hundimientos debajo del fondo del tanque.		
	h. Registre los datos del fondo sobre un croquis del mismo usando el fondo existente y las láminas como una cuadrícula. Haga una lista del número y tamaño de los parches requeridos.		
	i. Prueba de vacío a las soldaduras traslapadas del fondo		

j. Prueba con martillo o examinación ultrasónica de cualquier lugar levemente descolorizado o áreas con humedad		
k. Revise las platinas de los elementos soportados sobre el fondo del tanque		
l. Inspeccione las platinas donde caen de los soportes del techo flotante para determinar picaduras o cortadas y excesiva formación de agujeros (indicando excesiva carga)		
m. Verifique las bases de la columna de soporte del techo fijo para determinar adecuadas platinas y ángulos de restricción.		
n. En zonas de temblores 3 y 4, verifique que todos los soportes del techo no están soldados al fondo del tanque, pero están solamente restringidos a movimientos horizontales		
o. Verifique las áreas debajo del cable de balanceo (swing line cable) para determinar si hay cortaduras o arrastramiento por el suelo		
p. Marque crudo viejo y conexiones de prueba de aire para remover y reparar		
q. Identifique y reporte áreas bajas en el fondo que no se hayan drenado adecuadamente		
r. Inspeccione los recubrimiento buscando agujeros, levantamientos, deterioros y descolorización		
C.2.4 SOLDADURAS Y LAMINAS DEL CUERPO		
a. Fondos cónicos, inspeccione exhaustivamente y mida la profundidad de pérdida de material en las 2 a 4 pulgadas más bajas en el casco (áreas de empozamiento del agua)		
b. Mida la profundidad de las picaduras en cada anillo		
c. Inspeccione y estime la cantidad de pérdida de material en las cabezas de los tornillos o remaches		
d. Inspeccione uniones traslapadas remachadas entre el fondo y el cuerpo		
e. Inspeccione si se presenta daño como ranuras verticales producidas por el sistema de empuje de los sellos		
f. Inspeccione recubrimientos de protección existentes para encontrar daños, deterioros, y desprendimientos		
g. Revise las áreas de fricción (indicando mucha presión por las zapatas de ensamble sellados o inadecuado distancia anular)		
h. Visualmente inspeccione las láminas del cuerpo y las costuras para buscar indicaciones de fugas		
i. Si el casco tiene remaches o costuras con tornillos, guarde la localización de las fugas con fotografías ó esquemas en caso de que la localización se pierda durante la preparación de la superficie al ser pintada		
j. Mida la distancia anular para intervalos de 40 pies		
k. Examine el cuerpo para encontrar falta de redondez y abombamientos		
C.2.5 DESAGÜES UBICADOS EN EL CUERPO		
a. Inspeccione los desagües buscando corrosión y un adecuada protección		
b. Verifique la localización del desagüe que no esta arriba de cualquier válvula del tanque o equipo		
C.2.6 SUPERFICIE INTERIOR DEL TECHO		
C.2.6.1 General		
a. Inspeccione visualmente la superficie interna de las láminas del techo buscando agujeros, costras y picaduras		

b. La prueba de martillo o examinación con ultrasonido para encontrar áreas delgadas, particularmente en los lugares de vapor del techo flotante y para el borde del techo sobre el tanque de techo cónico		
c. Revise las platinas de refuerzo de todos los aditamentos soldados a las láminas del piso del techo para verificar que estén libres de roturas.		
d. Si no hay platinas , realice prueba de penetrantes para encontrar grietas de las soldaduras o en láminas		
e. Inspeccione el recubrimiento de protección para encontrar roturas, desprendimiento y deterioro		
f. Prueba de holiday del recubrimiento de la superficie interior si no esta planeado un nuevo recubrimiento		
C.2.6.2 Estructura del soporte del techo fijo		
a. Inspeccione las columna de soporte por adelgazamiento en los 2 pies superiores		
b. Sobre la columna API (dos vigas unidas y soldadas) revise buscando corrosión en los puntos de soldadura, a menos que las uniones entre las vigas estén completamente soldadas.		
c. Verifique que la platna de refuerzo sobre el fondo esta con soldadura del sello al fondo del tanque con clips de restricción de movimientos horizontales soldados a la platina.		
d. Determine si las columnas están rellenas de concreto o es tubería abierta. Si es tubería abierta, verifique una abertura de drenaje en el fondo de la tubería		
e. Inspeccione y mida las vigas (rafters) buscando adelgazamiento, particularmente cerca al centro del techo. Reporte la pérdida de metal		
f. Chequee vigas desgastadas (rafters) o torcidas.		
g. Inspeccione vigas (girders) por adelgazamiento y verifique que ellas están aseguradas al tope de las columnas		
h. Reporte si las columnas tiene refuerzos transversales en el área entre la bomba baja afuera de la parte alta del casco (para futura instalación de la membrana del techo o del techo interno flotante).		
i. Inspeccione y reporte la presencia de cualquier tope de las líneas de balanceo (swing line bumpers) montadas en techo		
j. Fotografe la estructura del techo si no existe ningún plano de las vigas (rafters)		
C.2.7 ADITAMENTOS DEL TECHO FIJO		
C.2.7.1 Puertas livianas y de inspección		
a. Inspeccione las compuertas para encontrar corrosión, imperfectos en la pintura y recubrimiento, agujeros y una tapa sellante		
b. Sobre las tapas desgastadas, verifique una cadena de seguridad en buenas condiciones		
c. Sobre compuertas livianas mayores a 30 pulgadas transversales, verifique que las vigas (rods) sean seguras.		
C.2.7.2 Conexión de los soportes del andamiaje		
Inspeccione la condición de los soportes del andamiaje por corrosión		
C.2.7.3 Respiraderos y venteos		
a. Inspeccione el respiradero		
b. Inspeccione la protección de ventiladeros y respiraderos		
C.2.7.4 Compuertas de Emergencia P/V		
a. Inspeccione las compuertas de presión/vacío. (las características deberán ser altas, suficiente para prevenir ruidos del respiradero durante la operación normal. Vea la guía del constructor del respiradero)		

b. Inspeccione las compuertas herméticas de líquido para determinar corrosión y apropiado nivel del líquido en el sello.		
C.2.7.5 Compuertas de muestreo		
a. Inspeccione la compuerta de muestra para determinar corrosión		
b. Verifique que la tapa funcione apropiadamente		
c. Si el tanque no tiene pozo de medición, verifique que un marcador de distancia(hold off) y verifique la medida		
C.2.8 TECHO FLOTANTE		
C.2.8.1 Piso del techo		
a. Martillee el área entre el borde del techo y el casco (si el acceso para martillar es inadecuado, mida la distancia entre el borde del fondo del techo al área corroída y entonces martillee dentro del ponton)		
b. En el servicio de agua ácida, limpie y pruebe todas las láminas del piso con soldadura buscando grietas a menos que el traslape más bajo hayan sido selladas con soldadura		
c. Verifique que el desagüe del techo esta abierto y los tapones del drenaje del techo estén abiertos en caso de lluvias inesperadas		
d. Sobre piso del techo de fondo plano y fondo cónico, verifique una trampa de vapor alrededor de la periferia del techo. La trampa deberá ser continua, sin fugas para prevenir que escape el vapor al área sellada desde abajo del centro del techo.		
C.2.8.2 Pontones del techo flotante		
a. Inspeccione visualmente cada pontón buscando fugas de líquido		
b. Corra un cable delgado a través del cuello de las ventilaciones para inspeccionar bloqueos en las cubiertas de los compuertas para asegurar que ellas están abiertas.		
c. Inspeccione los bloqueos en cada tapa de las compuertas.		
d. Revise e informe si cada ponton tiene:		
1. Sello de vapor (soldadura de sello sobre un lado sobre el fondo , a los lados , y en el tope)		
2. Sello de líquido (soldadura de sello sobre el fondo y los lados solamente) ó		
3. Inaceptable (La condición mínima aceptable es sello de líquido)		
C.2.8.3 CUTOUTS DEL TECHO FLOTANTE * los cutout son sistemas que cortan el flujo cuando se sobrepasa un nivel		
a. Inspeccione debajo de los cutouts si hay daño mecánico.		
b. Inspeccione si hay grietas en la soldadura		
c. inspeccione si hay adelgazamiento de la pared, picaduras o erosión		
d. Mida los mezcladores del cutout y registre el espesores de la lámina para futuras instalaciones o reemplazos espesor de lámina		
C.2.8.4 Soportes del techo flotante		
a. Inspeccione los soportes altos removibles y bajos fijos del techo flotante para detectar pérdida de espesor		
b. inspeccione en la parte inferior de los soportes que tengan la ranura para un adecuado drenaje		
c. Inspeccione hundimientos de los soportes o empozamientos del fondo.		

d. Inspeccione los agujeros de pasadores en las guías del techo para detectar rasgaduras		
e. Verifique la verticalidad de los soportes		
f. Inspeccione las cartelas de refuerzo en todos los soportes a través de una porción del techo		
g. Inspeccione el área alrededor de los soportes del techo para determinar la existencia de grietas si no hay planas internas de refuerzo		
h. Inspeccione el sistema de sellado en los soportes de dos posiciones y las salidas de vapor en los soportes bajos fijos para determinar deterioro en el empaque		
i. En soportes del techo montado sobre el cuerpo, verifique la adecuada holgura basado en el máximo movimiento del techo flotante como se determinó por la posición del techo relativo al pozo de medición (gauge well) y/o el dispositivo contador de rotación		
C.2.9 ENSAMBLES DE SELLO DEL TECHO FLOTANTE		
C.2.9.1 Ensamble de zapata primaria		
a. Remueva cuatro secciones de espuma (Sello relleno de espuma) para inspección cada 90 grados		
b. Inspeccione dispositivos soportados sobre el borde del techo o ponton para detectar adelgazamientos, doblado, rotura de soldaduras y desgaste de agujeros de pasantes (pin hole).		
c. Inspeccione abrazaderas(clips) soldadas al borde del techo que presente adelgazamiento		
d. Zapatas- Inspeccione la presencia de adelgazamiento y agujeros en las zapatas		
e. Inspeccione salientes de tornillos, abrazaderas (clips) y aditamentos		
f. Material del sello. Inspeccione por daños, rigidez, huecos y rasgaduras		
g. Mida la longitud de la fibra desde el tope de la zapata hasta el borde del techo, y verifique contra el espacio anular anticipado máximo a medida que el techo funciona		
h. Inspeccione cualquier modificación de las zapatas por encima de boquillas del cuerpo, mezcladores etc., para determinar holgura		
i. Inspeccione las zapatas para determinar si hay daños causados por golpes con las boquillas, mezcladores, etc.		
C.2.9.2 Ensamble toroidal primario		
a. Inspeccione el material del sello para determinar desgaste, deterioro, agujeros ó desgarres		
b. Inspeccione el sistema de soporte(hold down) por abombamiento o doblado		
c. Inspeccione la espuma para determinar si presenta absorción de líquido y deterioro.		
C.2.9.3 Secundario montado en la pestaña á del techo		
a. Inspeccione el anillo de montaje (Barra atomillada) para determinar corrosión y rotura de soldaduras.		
b. Mida y registre los espacios entre el sello y el cuerpo		
c. Visualmente inspeccione las costuras desde la parte de abajo, buscando agujeros que sean evidenciados con la luz.		
d. Inspeccione el material del sello para determinar deterioro o rigidez		
e. Inspeccione daños mecánicos, corrosión y desgaste sobre la punta en contacto con el cuerpo.		
f. Inspeccione la existencia de contacto con obstrucciones encima del tope del casco		
C.2.10 ADITAMENTOS DEL TECHO FLOTANTE		

C.2.10.1 Entradas para el personal por techo		
a. Inspeccione paredes de las entradas de personal por picaduras o adelgazamientos		
b. En tanques con auto calibradores de interfase, revise el sello alrededor del cable de medición y cables guías a través de las vías de acceso de personal.		
c. Inspeccione las tuercas y los tornillos de la tapa		
C.2.10.2 Paredes del venteo		
a. Revise las paredes del venteo para determinar picaduras y agujeros		
b. Revise la condición de las láminas dentro del venteo		
c. En tanques de techo flotante donde las reglas ambientales cierre del venteo. Revise el tubo de ventilación por corrosión y la unión anillo tubería y revise que el blindaje (blinding) es adecuado		
C.2.10.3 Obturador de vacío (Tipo respiradero)		
a. Revise operación y servicio de la válvula de respiración		
b. Revise que la boquilla se proyecte no más de 1/2" por debajo del techo		
C.2.10.4 Obturador de vacío (Tipo mecánico)		
Inspeccione el desgaste del vástago, mida que tan lejos la tapa del obturador de vacío se levanta de la tubería cuando el techo esta descansando sobre las patas altas y bajas		
a. Sobre las patas altas		
b. Sobre las patas bajas		
C.2.10.5 Drenaje del techo: Sistema abierto, incluyendo drenajes de emergencia		
a. Revise el nivel del líquido adentro de los drenajes de techo abierto para adecuada evacuación. Reporte si hay insuficiente distancia entre el nivel del líquido y el tope del drenaje.		
b. Si las esquinas del tanque bajo reglas de monitoreo de la calidad del aire, inspeccione los tapones de vapor del drenaje.		
c. Si el drenaje de emergencia no esta en el centro del techo, revise que haya al menos tres drenajes de emergencia		
C.2.10.6 Sistemas de drenajes cerrados: Drain basin		
a. Inspeccione adelgazamiento y picadura		
b. Inspeccione el recubrimiento protector (lado superior)		
c. Inspeccione la cubierta del basin o tamizado(screen) para detectar corrosión		
d. Ensaye la operación de la válvula cheque.		
e. Revise la presencia de la válvula cheque donde el fondo de la cubeta (basin) está debajo del nivel de producción		
f. Inspeccione las cubetas de drenaje de las soldaduras del piso del techo para detectar grietas		
g. Verifique las cubetas del drenaje de la salida de la tubería para determinar un adecuado refuerzo para el piso del techo (incluyendo platina de refuerzo)		
C.2.10.7 Sistema de drenaje cerrado. Línea de drenaje fijo sobre el fondo del tanque		
a. Prueba de martillo en la línea del drenaje fijo sobre el fondo del tanque para determinar adelgazamiento y taponamiento por desechos		
b. Inspeccione los soportes y las platinas de refuerzo para fallas en la soldadura y corrosión		
c. Verifique que la tubería esta alineada, que no este rígidamente bloqueado al		

soporte, para evitar desgarramientos de las platinas del fondo del tanque		
d. Inspeccione los resultados de la prueba hidrostática en sistemas flexibles del drenaje de techo		
C.2.10.8 Sistemas de drenaje cerrado: Drenaje de tubería flexible		
a. Inspeccione para detectar daños en el exterior de la tubería		
b. Verifique obstrucciones que la tubería pudiera presentar		
c. Inspeccione protecciones de la tubería para protegerla de rasguños o daños		
d. Inspeccione resultados de la prueba hidrostática en sistemas flexibles de drenaje del techo		
C.2.10.9 Sistema de drenaje cerrado: Uniones articuladas del drenaje		
a. Prueba de martillo en la tubería rígida en sistemas de unión flexible por adelgazamiento y taponamiento con desechos		
b. Inspeccione el sistema para determinar signos de doblado y estiramiento		
c. Inspeccione resultados de la prueba hidrostática del sistema		
d. Inspeccione los soportes y las platinas		
C.2.10.10 Sistemas de auto calibración (autogage) y de alarma		
a. Verifique libertad de movimiento de la cinta mediante la guía de cinta de auto calibración		
b. Inspeccione que las poleas tengan libertad de movimiento		
c. Pruebe la operación del chequeador		
d. Inspeccione la cinta y el cable tipo cinta para determinar enredos y desgaste		
e. Pruebe la libertad de movimiento de la cinta a través de las poleas guías y la tubería guía tipo cinta.		
f. Sobre tanques de tope abierto, (open-top tanks) verifique que la cinta de puerta en los cables no tiene más de 1 pie de cinta expuesta con flotador en el punto más bajo		
g. Revise fugas en el flotador		
h. Ensaye los alambres guías del flotador en su acción de resorte por empuje y soltura		
i. Inspeccione las vainas (floatwell) por adelgazamiento y picaduras de las paredes justo arriba del nivel del líquido		
j. Revise que el auto calibrador (cinta) este firmemente atado al flotador		
k. Inspeccione la cinta del cable y la fibra de sello del alambre guía y a través de las cubiertas de las paredes del flotador		
l. Inspeccione la abrazadera del manajo de cables de la guía del flotador		
m. Inspeccione el indicador del auto calibrador tipo tablero por legibilidad y libertad de movimiento del indicador		
n. Mida y guarde esas distancias par determinar si el daño del sello ocurrirá si el tanque es corrido desde		
1. El ángulo del tope del casco hasta el lado inferior del sistema guía de la tapa		
2. El nivel del líquido en el tope del flotador hasta el tope del sello secundario		
C.2.11 ADITAMENTOS COMUNES DEL TANQUE		
C.2.11.1 Sistema de medición		

a. Inspeccione la tubería del pozo de medición por adelgazamiento en cerca de 2/3 de distancia arriba del fondo: busque adelgazamiento de el borde de las ranuras		
b. Verifique la presencia de corrosión en las uniones de la camisa. Verifique que las cuerdas, los pesos, los termómetros etc., han sido removidos de la camisa (pipe)		
c. Verifique la concidad del extremo del fondo de la camisa a 1 pie por encima del fondo		
d. Verifique la condición del limpiador de la camisa del pozo y si su lado acampanado esta dirigido hacia el lado cercano a la platina de separación(hold off).		
e. Verifique que los soportes del pozo de medición están soldados a la platina o al casco y no están directamente soldadas al fondo		
f. Verifique la operación de la tapa del pozo de medición		
g. Verifique la presencia de la marca de distancia de separación en la camisa del pozo y registre la distancia de separación (hold off _____)		
h. Identifique y reporte el tamaño y schedule de la camisa (pipe) si la camisa es sólida o ranurada. Reporte el tamaño de la ranura		
i. Verifique que la distancia de la platina de calibración (hold off) esta con soldadura del sello al fondo y cualquier soporte del pozo de medición este soldado a la lámina y no directamente al fondo		
j. Inspeccione el flotador del control de vapor y los cables		
k. Verifique la presencia y la condición del limpiador del pozo de medición		
l. Verifique el acople en la válvula del limpiador del pozo de medición.		
m. Inspeccione la guía del pozo de medición en tanques de techo flotante para adelgazamiento o picaduras.		
n. Inspeccione las guías de rodillos o las láminas de deslizamiento para que tenga libre movimiento		
o. Inspeccione la condición de sistema de sello de la camisa del pozo de medición		
p. En aceite negro o ACPM: si el pozo de medición es también para muestreo, verifique la presencia de una compuerta tipo ladrón (thief-gauge) para evitar derrames		
C.2.11.2 Sistema de muestreo. Compuertas de muestreo en el techo		
a. Inspeccione las compuertas de muestra montadas en el techo que tengan plafinas de refuerzo y que no presente agrietamiento.		
b. Inspeccione la operación de las tapas		
c. Para tanques cumpliendo con reglas de monitoreo de calidad del aire (Air Quality Monitoring District) inspeccione las tapas de las compuertas de muestreo para determinar que tengan un buen sellamiento		
d. Verifique el alineamiento horizontal de las compuertas de la membrana del techo (internal floating roof) bajo compuertas de techo fijo		
e. Inspeccione los sistemas de sello sobre la tapa de la compuerta de muestreo de los techos flotantes		
f. Inspeccione las cuerdas y los carretes de rechazo de las tapas de las compuertas de muestreo de los techos flotantes		
C.2.11.3 Boquillas del cuerpo		
a. Inspeccione las boquillas del cuerpo para determinar adelgazamiento y picaduras.		
b. Inspeccione las boquillas hot tap para detectar desgaste de los agujeros		
c. Identifique el tipo de boquillas del casco		

d. identifique y describa la tubería interna, incluyendo codo de subida y de bajada.		
C.2.11.4 Para boquillas extendidas dentro del casco		
a. Inspeccione platinas de soporte de tubería soldadas al fondo del tanque.		
b. inspección para ver qué tubería no se mueva a lo largo del soporte sin hacer fuerza o tirando sobre la lámina del fondo		
c. Inspeccione válvulas de las boquillas para determinar fugas de empaque y caras de flanches dañadas		
d. Inspeccione los flanches de las boquillas de vapor caliente y válvulas para detectar trozamientos de cables (wire cutting)		
e. Reporte cuales boquillas tiene alivios de tensión térmicas y válvulas		
f. En boquillas de líneas de llenado con codos de bajada internos, inspeccione el desgaste de la lámina sobre el fondo del tanque		
g. Sobre líneas de llenado de codos de subida, en tanques de techo flotante, verifique que las aberturas están dirigidas contra el lado de abajo del techo, no contra el espacio de vapor. Inspeccione impactos por erosión.		
C.2.11.5 Difusores y sistemas de circulación de aire		
a. Inspección tubería de difusión para determinar erosión y adelgazamiento		
b. Verifique agujeros en difusor por uso excesivo y ensanchamiento		
c. Inspección los soportes del difusor para determinar daños y corrosión		
d. Verifique las restricciones de los soportes del difusor, no anclar, movimiento en línea longitudinal		
e. Inspeccione arañas de aire sobre el fondo de tanques de aceite de lubricación para determinar taponamiento y daños o uniones roscadas rotas.		
C.2.11.6 Líneas de balanceo (swing lines)		
a. Inspeccione las uniones flexibles para detectar grietas y fugas		
b. Raye la unión flexible a través de dos caras móviles y levante el extremo de la línea de balanceo (swing line) para verificar la libertad de movimiento de la unión, indicada por la separación de las marcas rayadas		
c. Verifique que las uniones flexibles mayores a 6" están soportadas		
d. Inspeccione la tubería de balanceo (swing pipe) para determinar picaduras profundas y corrosión (weld corrosión)		
e. Afloje los tapones de los respiraderos (vents) en los pontones y escuche un vacío. Falta de un vacío indica una fuga en el ponton		
f. Verifique los resultado de la prueba de aire en los pontones durante las reparaciones.		
g. Inspeccione los pontones por picaduras		
h. Inspeccione las conexiones del cable de bajada al swing.		
i. Inspeccione la condición del soporte montado en el fondo, topes de limitación de techo fijo, o topes de limitación montados en el casco para condición de madera, corrosión en soldadura y tornillos, y soldadura de sello para el fondo o el casco.		
j. Inspeccione la cadena de seguridad de sujeción por corrosión y eslabones débiles		
k. Verifique que hay una platina de refuerzo soldada donde la cadena se conecta al fondo		
l. Si el balanceo flotante (swing floating) en un tanque de techo flotante o en la membrana (internal floating roo) no tiene un aparato limitador previniendo el swing (balanceo) excediendo 60 grados. Mida y calcule el máximo ángulo posible con el techo sobre drenaje (overflow)		

m. Inspeccione el cable que hala hacia abajo por desgaste		
n. Inspeccione para tres cables abraza donde el cable se agrega al extremo de línea de balanceo (swing line)(una guamida /single reeved) o al ensamble del techo (doble guamida/double reeved). Inspeccione las poleas por libertad de movimiento		
o. Inspeccione la operación del malacate y verifique el indicador de altura por legibilidad y exactitud		
p. Inspeccione el ensamble de poleas montadas al casco en el extremo del ponton para libertad de movimiento de rotación de las poleas		
q. Inspeccione el ensamble de poleas inferior montado en el casco por libertad de movimiento de la polea, adelgazamiento por corrosión y picadura de la chumacera de la polea		
r. Inspeccione el ensamble de poleas superior para libertad de movimiento de la polea		
s. Inspeccione el ensamble del cable de counterbalance por corrosión y libertad de operación.		
C.2.11.7 Cremalleras del calentador de las vías de acceso de las personas		
a. Inspeccione las cremalleras del calentador de las vías de acceso del personal por soldaduras rotas y rieles de deslizamiento doblados		
b. Mida y registre la longitud del calentador y longitud de la cremallera		
C.2.11.8 Platinas gastadas del mezclador y deflector		
a. Inspeccione las láminas del fondo y del casco y los puestos del deflector		
b. Inspección erosión y corrosión sobre las platinas gastada: Inspeccione por rigidez, sanidad estructural, corrosión y erosión de las láminas del piso y platinas de refuerzo que están con soldadura de sello a el fondo bajo las patas del lugar del deflector		
c. Mida el ajuste entre el motor entre el fondo del lugar del deflector y el techo cuando el techo esta sobre las patas bajas		
C.2.12 ESTRUCTURAS DE ACCESO		
C.2.12.1 Barandas		
a. Identifique y reporte el tipo (tubería de acero, tubería galvanizada, tubo cuadrado, ángulo) y tamaño de las barandas		
b. Inspeccione picaduras, agujeros, fallas de la pintura.		
c. Inspeccione aditamentos soldados		
d. Identifique uniones defectuosas por no haber aplicado suficiente calor o mover las piezas y bordes cortantes inspeccione las barandas y travesaños (midrails).		
e. Inspeccione la seguridad de las barras (o las cadenas de seguridad) por corrosión, funcionamiento y longitud		
f. Inspeccione las barandas entre las escaleras de rodillos y la plataforma por una abertura peligrosa cuando el techo flotante esta en su nivel más bajo		
C.2.12.2 Estructura de la plataforma		
a. Inspeccione la estructura por corrosión y pintura defectuosa		
b. Inspeccione los aditamentos de la estructura a los soportes y de los soportes al tanque por corrosión y soldaduras defectuosas.		
c. Verifique que las platinas de refuerzo donde los soportes están adheridos al cuerpo o al techo		
d. Inspeccione la superficie que descansa sobre el piso de la lámina o de la reja por adelgazamiento o agujeros.		
e. Verifique que las uniones de superficie plana a superficie plana tiene sello de soldadura		
C.2.12.3 Láminas del piso y rejilla		

a. Inspeccione la lamina del piso por corrosión que haya causado adelgazamiento o agujeros (no agujeros de desagüe) y deterioro en la pintura		
b. Inspeccione las soldaduras de las láminas a la estructura por incremento en la escala del óxido o herrumbre.		
c. Inspeccione la rejilla por corrosión causante de adelgazamiento de las barras y falla de las soldaduras.		
d. Verifique las abrazaderas (clips) que sostienen la rejilla a la estructura. Donde la rejilla ha sido fijada a la lámina de reemplazo, mida la elevación del peldaño arriba y abajo de la superficie de la rejilla y compare con otras elevaciones en la escalera.		
C.2.12.4 Vigas de las escaleras		
a. Inspeccione las vigas de las escaleras de espiral por corrosión, pintura defectuosa, y soldaduras dañadas. Inspeccione la unión de los escalones a las vigas.		
b. Inspeccione los soportes de las escaleras en las soldaduras del cuerpo y las patinas de refuerzo.		
c. Inspeccione los soportes de acero que estén unidos a la base de concreto si presenta corrosión		
C.2.12.5 Escalera rodante		
a. Inspeccione corrosión en las vigas de la escalera rodante		
b. Identifique e inspeccione los peldaños fijos de la escalera (barra cuadrada, barra redonda, ángulos) para soldadura unida a vigas y corrosión, particularmente donde los peldaños en ángulo están soldados a las vigas.		
c. Verifique la presencia de desgaste y corrosión donde la escalera rodante esta atada a la plataforma de calibración (gagin platform)		
d. Inspeccione desgaste y falta de seguridad en la barra pivote		
e. Inspeccione la operación de los escalones de las escaleras de auto nivelación		
f. Inspeccione corrosión y desgaste de las partes móviles		
g. Inspeccione las llantas de la escalera rodante para determinar su libertad de movimiento, sitios aplanados y desgaste en el eje		
h. Inspeccione el alineamiento de la escalera rodante con la cremallera del techo		
i. Inspeccione la superficie superior de la cremallera de la escalera rodante por desgaste y las llantas para asegurar al menos 18" de cremallera no desgastada (cremallera suficientemente larga)		
j. Inspeccione las soldaduras de la cremallera de la escalera rodante para determinar corrosión		
k. Inspeccione los soportes de la cremallera en el techo para determinar soldadura de sello en las patinas de refuerzo a la lámina del piso		
l. Verifique las dimensiones, el ángulo máximo de la escalera rodante cuando el techo está sobre las patas bajas (low legs)		
m. Si la cremallera de la escalera rodante se extiende a 5 pies del borde del techo sobre el lado lejano, verifique la existencia de una baranda en el tope del casco de ese lado.		