

CONSULTORIA ITC

Difusión de Cultura de Confiabilidad y Desempeño Operativo

API-570
CODIGO DE INSPECCIÓN DE
TUBERIAS
INSPECCIÓN, REPARACIÓN,
ALTERACIÓN E INTEGRIDAD DE
SISTEMAS DE TUBERIA



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

Alcance

1.1 APLICACIÓN GENERAL

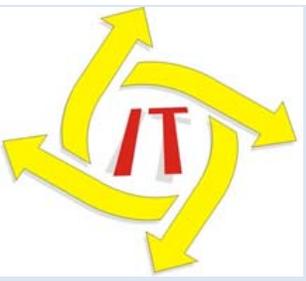
API 570 cubre los procedimientos para inspección, reparación, alteración y reclasificación de sistemas de tuberías metálicas que han estado en servicio.

Intención

API 570 fue desarrollado para industrias de procesos de refinación y químicos pero podrá ser usado, prácticamente, para cualquier sistema de tuberías

Limitaciones

API 570 no deberá ser utilizado como un sustituto de los requerimientos originales de construcción que gobierna un sistema de tuberías después de que este es puesto en servicio; no deberá ser usado en conflictos con ningún requerimiento regulatorio predominante.



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

✓ Tipos de Servicios de Fluidos Incluidos

API 570 aplica a sistemas de tuberías para fluidos de proceso, hidrocarburos, y fluidos de servicio similares inflamables ó tóxicos, tal como se describe a continuación:

- Productos de petróleo crudos, intermedios y terminados.
- Productos químicos crudos, intermedios y terminados.
- Líneas catalíticas
- De hidrogeno, gas natural, gas combustible y sistemas de quemadores.
- Aguas amargas y corrientes de descargas peligrosas.
- Productos químicos peligrosos.

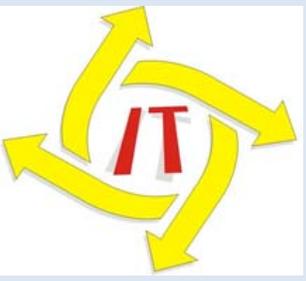
✗ Sistemas excluidos y opcionales

Los siguientes servicios y clases de sistemas de tuberías están excluidos del alcance de API 570:

- FLUIDOS

Productos peligrosos con limites de contaminantes por debajo de lo permitido por los requerimientos jurisdiccionales

Agua, incluyendo sistemas contra incendio, vapor, condensado, agua de enfriamiento de calderas y sistemas clasificados como categoría D en ASME B31.3



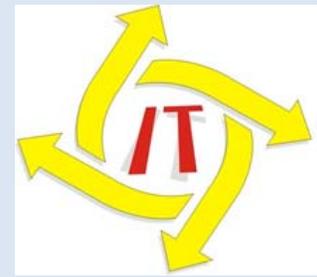
CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

- CLASES DE SISTEMAS DE TUBERÍAS EXCLUIDAS U OPCIONALES
 - ✗ Sistemas de tuberías sobre estructuras móviles cubiertas por requerimientos jurisdiccionales, incluyendo sistemas como camiones, buques, barcasas , etc.
 - ✗ Sistemas de tuberías que son parte integral de equipos rotativos o alternativos
 - ✗ Tubería interna de calentadores y calderas
 - ✗ Tuberías a presión, calentadores, hornos, intercambiadores
 - ✗ Plomería , servicios sanitarios y alcantarillas
 - ✗ Tubería externa con diámetro externo que no supere NPS1/2"
 - ✗ Tuberías no metálicas , polímeros y tuberías revestidas en vidrio

SECCIÓN 2 REFERENCIAS

Incluye referencias a otras normas, códigos y especificaciones. Algunas de ellas son:

- API510 Código de Inspección de Recipientes a Presión
- API 574 Inspección en Tubería
- API 579 Aptitud para el Servicio
- ASME B31.3
- ASME BPVC Sección VIII Div. 1 y 2. Sección IX



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

SECCIÓN 3 TERMINOS UTILIZADOS

Alteración: es un cambio físico de un componente que tiene implicación sobre el diseño y capacidad de retención de presión mas allá de lo indicado en el reporte de datos. No se considera alteración el reemplazo de una parte por otra similar, el agregado de conexiones iguales a las existentes en la misma zona y el agregado de conexiones que no requieren refuerzo.

Aptitud para el Servicio: Metodología por medio de la cual los defectos y condiciones de una estructura son evaluados para determinar la integridad de un equipo para continuar en servicio.

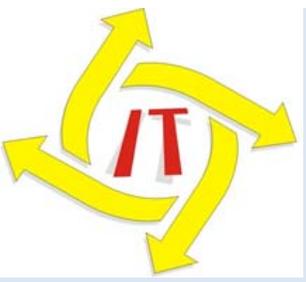
CUI, Corrosion Under Insulation: Corrosión bajo tensiones

Defecto: Imperfección de magnitud o tipo que excede los límites de aceptación

En Servicio: Refiere a sistemas de tuberías que han sido puestos en operación.

Fragilización: Pérdida de ductilidad y tenacidad que se da en aceros de baja aleación susceptibles como los 1.25 y 2.25 Cr debido a exposición prolongada a alta temperatura (700°F a 1070°F) (370°C a 575°C).

Material Aleado: Material que contiene elementos de aleación como Cr, Ni o Mo que son intencionalmente agregados para mejorar las propiedades mecánicas o resistencia a la corrosión.



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

Máxima Presión de Trabajo Admisible: MAWP. Es la máxima presión interior permitida en el sistema de tubería para permitir continuar en servicio en la condición más severa de coincidencia de presión interna o externa y temperatura.

Mínimo Espesor Requerido: Espesor requerido para cada parte del cuerpo. Calculado con base a Presión, Temperatura y otras cargas.

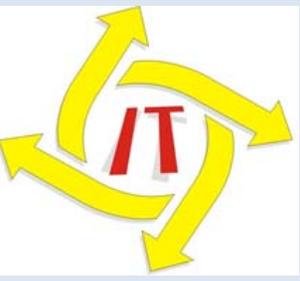
On Stream: Tubería que contiene cantidades de fluido de proceso.

On Stream Inspection: Inspección utilizada para determinar la aptitud para continuar en servicio

Positive Material Identificación: PMI. Una evaluación física o ensayo del material que ha sido o será puesto en servicio para esta de acuerdo con lo especificado.

Reparación Temporal: reparación efectuada para restaurar suficiente integridad para operar en forma segura hasta que una reparación definitiva pueda ser programada y realizada.

Rerating: Un cambio en el rango de temperatura, MAWP o ambos.



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

SECCIÓN 4 ORGANIZACIÓN DE INSPECCIÓN DEL PROPIETARIO GENERAL

Un dueño/usuario de un sistema de tuberías deberá ejercer control del programa de inspección del sistema de tuberías, frecuencia de inspecciones, y mantenimiento y es responsable del funcionamiento de una agencia autorizada de inspección de acuerdo con las previsiones del API 570.

La organización de inspección del dueño/usuario también deberá controlar relativas a reclasificación, reparación y alteraciones del sistema de tuberías.

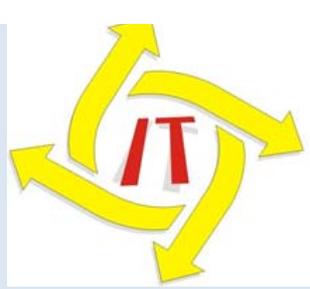
RESPONSABILIDADES DE LA ORGANIZACIÓN DEL PROPIETARIO /USUARIO

Es responsable: Desarrollar, Implementar, Ejecutar y Evaluar el sistema y procedimientos de inspección de tuberías de acuerdo a este código.

El sistema y procedimientos debe estar documentados en un Manual de Inspección de Garantía de Calidad.

Ingeniero en Tuberías: El ingeniero en tuberías es el responsable ante el dueño/usuario para actividades incluyendo diseño, revisión de ingeniería, análisis ó evaluación de sistemas de tuberías cubiertas por API 570.

Organización de Reparaciones: Deberá ser responsable ante el dueño/usuario y deberá proveer materiales, equipo, control de calidad y mano de obra necesaria para mantener y reparar el sistema de tuberías de acuerdo con los requerimientos de API 570.



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

Inspector Autorizado de Tuberías: Cuando inspecciones, reparaciones, ó alteraciones van a desarrollarse en sistemas de tuberías, un inspector API en tuberías autorizado deberá ser responsable ante el dueño/usuario para determinar que los requerimientos del API 570 en inspección, exámenes y pruebas son cumplidos, y deberán ser directamente incluidos en las actividades de inspección.

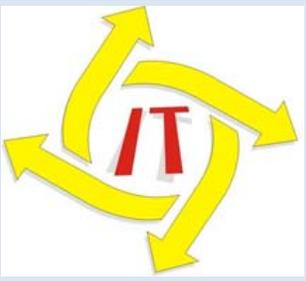
Otro Personal: Operación, mantenimiento u otro personal que tenga conocimientos específicos ó experiencia relativa de un sistema particular de tuberías deberá ser responsable de avisar lo antes posible al inspector ó al ingeniero en tuberías de cualquier condición inusual que este presentando y para proveer otras asistencias, apropiadas.

SECCIÓN 5 PRACTICAS DE INSPECCIÓN, MODOS DE FALLA Y EVALUACIÓN INSPECCIÓN BASADA EN RIESGO

La identificación y evaluación de mecanismos potenciales de degradación son pasos importantes en los cálculos de la probabilidad de la falla de una tubería. La combinación de las probabilidades de fallas con sus consecuencias es un elemento básico de la inspección basada en riesgo (RBI).

RBI es un método para calcular periodos de inspección y basando la extensión de la inspección en el riesgo asociado de cada ítem retenedor de presión. Cuando se aplica este método debe realizarse una evaluación sistemática de ambos componentes: Probabilidad y Consecuencia.

$$\text{Riesgo} = \text{Probabilidad de Falla} * \text{Consecuencia de la falla}$$



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

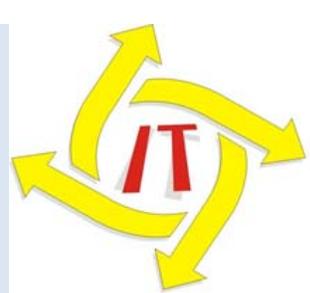
RBI puede ser también utilizado para un eventual aumento del límite de 10 años entre inspecciones interna u “on stream” o el período entre inspecciones externas.

Preparación de los trabajos: Teniendo en cuenta los fluidos manejados, deben adoptarse las precauciones de seguridad necesarias fundamentalmente previo a la apertura del sistema para inspección interior y antes de alguna inspección externa. En general los inspectores deberían estar familiarizados con los resultados de inspecciones y reparaciones previas, antes de realizar las inspecciones requeridas por API 570. API 574 provee recomendaciones suplementarias.

INSPECCION DE TIPOS ESPECÍFICOS DE CORROSIÓN Y FISURACIÓN

Cada dueño/usuario deberá proporcionar atención específica a la necesidad de inspección de sistemas de tuberías que son susceptibles a los siguientes tipos específicos y áreas de deterioro:

•Puntos de inspección	•Corrosión debida al ambiente
•Piernas muertas	•Corrosión bajo recubrimientos y depósitos
•Corrosión bajo el aislamiento (CUI)	•Fracturas por fatiga
•Interfases Suelo-a-aire (S/A)	•Fracturas por termo fluencia (creep)
•Servicios específicos y corrosión puntual	•Fracturas por fragilidad
•Erosión y Corrosión/erosión	•Daños por congelamiento
• Otras áreas de inquietud son enlistadas en IRE Parte II, y Sección 6 de API RP 574.	



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

TIPOS DE INSPECCIÓN Y VIGILANCIA

Dependiendo de la situación las siguientes inspecciones pueden aplicarse:

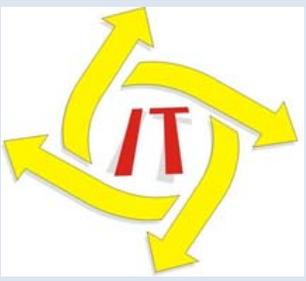
- Inspección visual interna
- Medición de espesores
- Inspección visual externa
- Inspección de tuberías con vibraciones
- Inspecciones suplementaria

PUNTOS DE MEDICIÓN DE ESPESORES

Los puntos de medición de espesores (TMLs) en áreas específicas a lo largo del circuito de tubería es donde se van a realizar las inspecciones. La naturaleza de los puntos de medición de espesores (TMLs), varía de acuerdo a su localización en el sistema de tuberías. La selección de los puntos de medición de espesores (TMLs) deberá considerar la potencialidad para detectar corrosión puntual y corrosión de servicios específicos.

PRUEBAS DE PRESION EN TUBERIAS DE PRESION

Pruebas de presión normalmente no son realizadas como parte de una inspección rutinaria Cuando estas pruebas son realizadas, las pruebas de presión deberán ser llevadas a cabo de acuerdo con los requerimientos del Código ASME B31.3. Consideraciones adicionales son proporcionadas en el Código API RP 574 y API RP 920. Las pruebas a baja presión, las cuales son usadas solo para el apriete de sistemas de tuberías, podrán ser llevadas a cabo a presiones designadas por el dueño/usuario.



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

- **VERIFICACIÓN DE MATERIALES Y TRAZABILIDAD**

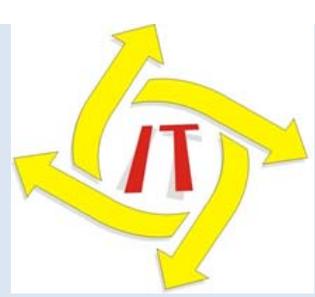
Durante reparaciones ó alteraciones de sistemas de tuberías de baja a altas aleaciones, el inspector deberá verificar la instalación correcta de nuevos materiales

- **INSPECCIÓN DE VÁLVULAS**

Normalmente, las mediciones de espesores no se toman rutinariamente en válvulas de circuitos de tuberías. El cuerpo de la válvula es normalmente más delgado que otros componentes por razones de diseño. Sin embargo, cuando las válvulas son desmanteladas para servicio y reparación, el taller deberá estar alerta a cualquier perfil de corrosión inusual ó adelgazamiento, cuando sea notado, reportar tal información al inspector. Los cuerpos de las válvulas que están expuestos a excesivos ciclos de temperatura (por ejemplo, regeneración de unidades reformadoras catalíticas y limpiezas con vapor) deberán ser examinados periódicamente por fracturas por fatiga térmica.

- **INSPECCIÓN DE SOLDADURAS EN SERVICIO**

La inspección de la calidad de soldaduras para tuberías es normalmente llevada a cabo como una parte de los requerimientos de una nueva construcción, reparación ó alteración. Sin embargo, las soldaduras son a menudo inspeccionadas por corrosión como parte de la inspección por perfil radiográfico ó como parte de la inspección interna



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

- **INSPECCION DE UNIONES BRIDADES**

El marcado de una muestra representativa de tornillos y empaques de nueva instalación deberá ser examinada para determinar que tanto cumplen con las especificaciones de materiales. Las marcas son identificadas en los Códigos aplicables ASME y ASTM. Tornillos cuestionables deberán ser verificados ó cambiados.

SECCIÓN 6 FRECUENCIA Y EXTENSIÓN DE LA INSPECCIÓN

La frecuencia y el alcance de la inspección en circuitos de tuberías dependen de la forma de degradación que pueda afectar a la tubería y sea consecuencia de una falla de la tubería

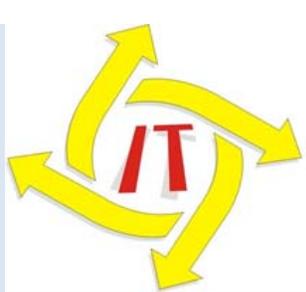
CLASES DE SERVICIOS DE TUBERIAS

La clasificación deberá estar basada en una seguridad potencial y de efectos ambientales cuando una fuga ocurra. Las siguientes tres 3 clases son recomendadas:

Clase 1: Servicios con un alto potencial de resultar en una inmediata emergencia si ocurriera una fuga.

Clase 2: Esta clasificación incluye la mayoría de las tuberías de proceso de las unidades y las tuberías seleccionadas fuera de la obra.

Clase 3: Servicios que son flamables pero que no vaporizan significativamente cuando fugan y no están localizados en áreas de alta actividad.



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

INTERVALOS DE INSPECCIÓN

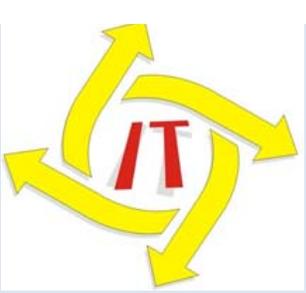
El intervalo entre inspecciones de tuberías deberá ser establecido y mantenido usando el siguiente criterio:

- Índice de Corrosión y cálculos de vida remanente.
- Clasificación del servicio de las tuberías.
- Requerimientos jurisdiccionales.
- Juicio del inspector, el ingeniero de tuberías, el supervisor de tuberías, ó un especialista en corrosión basado en condiciones operativas, histórico de inspección, resultados de inspección actuales, y condiciones que podrán garantizar inspecciones complementarias cubiertas.

ALCANCE DE INSPECCIÓN VISUAL EXTERNA E INSPECCIÓN DE CORROSIÓN BAJO AISLAMIENTO (CUI).

Las inspecciones visuales externas, incluyendo inspecciones para corrosión bajo aislamiento (CUI), deberán ser conducidas en los intervalos máximos listados en la Tabla 6-1

Tipo de Circuito	Mediciones de Espesores	Inspección Visual Externa
Clase 1	5 años	5 años
Clase 2	10 años	5 años
Clase 3	10 años	10 años
Puntos de Inyección ^a	3 años	Por Clase
Interfases Suelo-a-Aire ^b	-----	Por Clase



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

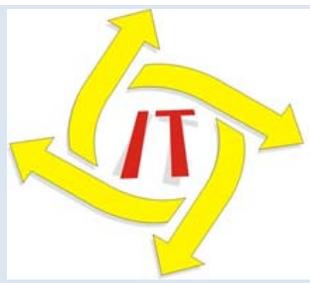
El alcance y el tipo de la inspección adicional para la corrosión bajo aislamiento (CUI) son listadas en la Tabla 6-2

Tabla 6-2 – Alcance Recomendado de Inspección de corrosión bajo aislamiento (CUI) Siguiendo Inspección Visual

Cantidad Aproximada de Exámenes de Seguimiento con NDE ó Remoción de Aislamiento en Áreas con Aislamiento Dañado	Cantidad Aproximada de Inspección de Corrosión Bajo Aislamiento (CUI) por NDE en Áreas Sospechosas (5.3.3.2) en Sistemas de Tuberías con Rangos de Temperaturas Susceptibles (5.3.3.2,e,f,h)	
Clase de Tuberías		
1	75%	50%
2	50%	33%
3	25%	10%

El alcance de la inspección para corrosión bajo aislamiento (CUI) descrita en la Tabla 6-2 deberá ser considerada como un nivel patrón para sistemas de tuberías y puntos con no experiencia en inspección para corrosión bajo aislamiento (CUI). Es reconocido que diferentes factores podrán afectar la probabilidad de corrosión bajo aislamiento (CUI) incluyen:

- Condiciones climáticas locales
- Diseño del aislamiento
- Calidad del recubrimiento
- Condiciones de servicio



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

SECCIÓN 7 REGISTRO, ANALISIS Y EVALUACIÓN DE DATOS DE INSPECCIÓN

Cálculo de Vida Remanente

La vida remanente del sistema de tuberías deberá ser calculado con la siguiente formula:

$$\text{Vida Remanente (años)} = t_{\text{actual}} - t_{\text{mínimo}} / \text{índice de corrosión (pulgadas (mm) por año)}$$

Donde:

t_{actual} = Espesor mínimo actual, en pulgadas (mm)., determinado al tiempo de la inspección.

$t_{\text{mínimo}}$ = Espesor mínimo requerido, en pulgadas (mm), para la sección delimitada ó zona.

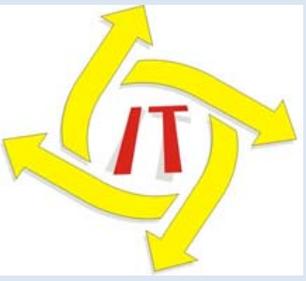
El índice de corrosión a largo plazo (L.T.) de circuitos de tuberías deberá ser calculado con la siguiente formula:

$$\text{Índice de corrosión (L.T.)} = t_{\text{inicial}} - t_{\text{final}} / \text{tiempo (años) entre las inspecciones inicial y final}$$

El índice de corrosión a corto plazo (S.T.) de circuitos de tuberías deberá ser calculado con la siguiente formula:

$$\text{Índice de corrosión (S.T.)} = t_{\text{previo}} - t_{\text{último}} / \text{tiempo (años) entre las inspecciones última y previa}$$

Los índices de corrosión a largo plazo y corto plazo deberán ser comparados para observar cual resulta en la vida remanente más corta (Ver 6.3 para la determinación de intervalos de inspección).



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

DETERMINACIÓN DE LA MÁXIMA PRESIÓN DE TRABAJO PERMISIBLE

La máxima presión de trabajo permisible (MAWP) para el uso continuo del sistema de tuberías se deberá establecer usando el Código aplicable. Se deberán de realizar cálculos para materiales conocidos si todos los detalles esenciales siguientes son conocidos para cumplir con los principios del Código aplicable:

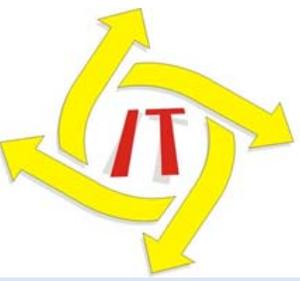
- Límites de temperatura superiores ó inferiores para materiales específicos.
- Calidad de materiales y de mano de obra.
- Requerimientos de inspección
- Refuerzos de aperturas
- Cualquier requerimiento cíclico de servicio

DETERMINACION DEL ESPESOR DE RETIRO

El espesor mínimo requerido de espesor de pared de tuberías, ó el espesor de retiro, deberá estar basado en presión, en consideraciones mecánicas y estructurales usando las formulas apropiadas de diseño y el esfuerzo permisible de Código.

EVALUACIÓN DE HALLAZGOS DE INSPECCIÓN

Los componentes que tengan un deterioro tal que vean comprometida su capacidad de soportar la presión y otras cargas, deben ser evaluados para determinar su aptitud para continuar en servicio



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

ANALISIS DE ESFUERZOS EN TUBERIAS

El análisis de esfuerzos en tuberías para sistemas de evaluación de flexibilidad y adecuación de soportes no es normalmente desarrollado como parte de una inspección de tuberías. Sin embargo, podrán existir sistemas de tuberías que fueron analizados como parte de su diseño original ó como parte de un retazado ó modificación, y los resultados de estos análisis podrán ayudar para el desarrollo de planes de inspección.

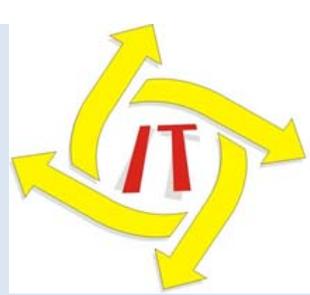
REPORTES Y REGISTROS PARA INSPECCIÓN DE SISTEMAS DE TUBERÍAS

El dueño/usuario deberá mantener registros permanentes apropiados y progresivos de cada sistema de tuberías cubierto por API 570. Estos registros deberán contener datos pertinentes tales como servicio del sistema de tuberías; clasificación; número de identificación; intervalos de inspección; y documentación necesaria para registrar el nombre de la persona que desarrolla las pruebas, la fecha, los tipos de pruebas los resultados de mediciones de temperaturas y otras pruebas, inspecciones, reparaciones (temporales y permanentes), alteraciones, ó retazados. La información de diseño u dibujos de tuberías deberán ser incluidos. Información en actividades de mantenimiento y eventos afectando la integridad del sistema de tuberías también deberán ser incluidas.

SECCIÓN 8 REPARACIONES, ALTERACION Y RECLASIFICACIONES

Reparaciones y Alteraciones

Autorización: Toda reparación o alteración debe ser aprobada por el inspector antes de que sea iniciada por la organización de reparación. No debe darse la autorización para alteraciones hasta que un ingeniero experimentado en diseño de tuberías a presión haya sido consultado.



CODIGO DE INSPECCIÓN DE TUBERIAS

Aprobación: El inspector o ingeniero en tuberías deben aprobar toda la reparación o alteración después de efectuar una inspección que demuestre que los requisitos establecidos han sido cumplidos y que el ensayo de presión, si es requerido, fue presenciado.

Existen los siguientes tipos de reparaciones:

- Reparaciones por Soldadura (Temporales y Permanentes)
- Reparaciones no Soldadas

Las reparaciones soldadas sobre tuberías en servicio, deben ser realizadas siguiendo los lineamientos de API Publ. 2201. Las temperaturas de calentamiento deben estar de acuerdo con el código de construcción y los procedimientos calificados. Para PWHT debería ser realizado siguiendo los lineamientos del ASME B31.3.

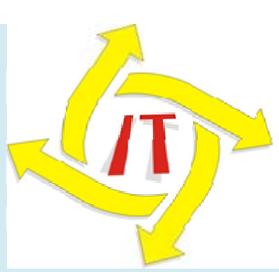
SECCIÓN 9 INSPECCIÓN DE TUBERIAS ENTERRADAS

Indicaciones de pérdidas en tuberías enterradas pueden darse por cambios en la superficie que la rodea, decoloración del suelo, ablandamiento de asfalto, de piso, formación de piletas de líquido, burbujeo, olor, etc.

Métodos de inspección

Se dispone de varios métodos de inspección. Algunos pueden revelar el estado de la pared interior de la tubería y otros revelar el estado del interior:

- Herramienta Inteligente
- Video Cámaras
- Excavación



CONSULTORIA ITC

Difusión de Cultura de Confiabilidad y Desempeño Operativo

Contacto:

Ing. Guillermo Sigüenza González

consultoriaitc@industrialtijuana.com

www.industrialtijuana.com

tel.: 664 6892632