

<b>No. de Documento:</b> <b>NRF-004-PEMEX-2003</b>	 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y</b> <b>ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b> <b>SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PGPB</b>
<b>Rev.: 1</b>	
<b>Fecha: 24 de junio de 2003</b> <b>PÁGINA 1 DE 46</b>	

# **PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS**



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  
PETRÓLEOS MEXICANOS Y  
ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  
ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES  
SUPERFICIALES DE DUCTOS

No. de Documento  
NRF-004 PEMEX-2003

Rev.: 1

PÁGINA 2 DE 46

## HOJA DE APROBACIÓN

**ELABORA:**

**ING. JUAN MANUEL GODÍNEZ ALVAREZ**  
COORDINADOR DEL GRUPO DE TRABAJO  
PEMEX GAS Y PETROQUIMICA BASICA

**PROPONE:**

**ING. MARCOS RAMÍREZ-SILVA**  
PRESIDENTE DEL SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN  
DE PEMEX GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA

**APRUEBA:**

**ING. RAFAEL FERNÁNDEZ DE LA GARZA**  
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  
PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

México D. F. a 24 de Junio de 2003

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 3 DE 46</b>

## CONTENIDO

<b>CAPÍTULO</b>		<b>PÁGINA</b>
0	INTRODUCCIÓN.....	4
1	OBJETIVO .....	5
2	ALCANCE .....	5
3	CAMPO DE APLICACIÓN .....	5
4	ACTUALIZACION.....	5
5	REFERENCIAS .....	5
6	DEFINICIONES .....	6
7	SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.....	7
8	SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA INSTALACIONES SUPERFICIALES. ...	8
8.1	Instalaciones superficiales de ductos a proteger.....	8
8.2	Criterios de aceptación para el suministro y/o aplicación de los recubrimientos anticorrosivos.....	8
8.3	Requisitos a cumplir en la aplicación de los sistemas de recubrimientos anticorrosivos.....	10
8.4	Documentación de los trabajos.....	13
8.5	Sistemas de recubrimientos anticorrosivos cubiertos por esta norma. ....	14
8.6	De la seguridad e higiene industrial y la protección ambiental:.....	38
9	RESPONSABILIDADES.....	38
10	CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS .....	39
11	BIBLIOGRAFIA.....	40
12	ANEXOS .....	43
12.1	ANEXO A PREPARACIÓN DE SUPERFICIE A PROTEGER.....	43
12.2	ANEXO B APLICACIÓN EN CAMPO.....	45
12.3	ANEXO C RESTRICCIONES EN LA APLICACIÓN.....	46

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES  SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento  NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 4 DE 46</b>

## 0 INTRODUCCIÓN

Las instalaciones superficiales de los sistemas de ductos que transportan hidrocarburos y sus derivados, están expuestas a los efectos de la corrosión atmosférica como consecuencia del proceso de oxidación que ocurre cuando las estructuras metálicas, normalmente de acero al carbón están en contacto con el medio ambiente, principalmente con el agua, oxígeno y ácidos derivados del azufre, tendiendo a regresar al acero a su condición original de mineral de hierro.

Para reducir estos efectos e incrementar la seguridad de las instalaciones, Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios aplican barreras de aislamiento entre el acero y el medio ambiente a través de sistemas de recubrimientos anticorrosivos.

En los últimos años, se ha reducido el uso de muchos compuestos químicos utilizados en las formulaciones de los recubrimientos ya que han sido sujeto de regulaciones gubernamentales a nivel mundial debido a la creciente preocupación sobre aspectos de Seguridad, Salud y Protección Ambiental, que aunado a la innovación tecnológica en el campo de los recubrimientos, ha originado nuevos sistemas que se encuentran disponibles en el mercado.

Esta norma fue elaborada con la participación de especialistas de PEMEX, Institutos de Investigación, además de compañías fabricantes o proveedores de recubrimientos.

### LISTA DE PARTICIPANTES

PETRÓLEOS MEXICANOS  
PEMEX GAS Y PETROQUIMICA BASICA  
PEMEX EXPLORACION Y PRODUCCION  
PEMEX REFINACION  
PEMEX PETROQUÍMICA  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS  
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES  
POLIURETANOS Y RECUBRIMIENTOS COMERCIALES, S.A. DE C.V.  
COMEX AMERCOAT MEXICANA S.A. DE C.V.  
NAPKO S.A. DE C.V.  
GALVANIZADORA NACIONAL S.A.DE C.V.  
METALYZINC, S.A. DE C.V.  
EXCEL CORPORACION INDUSTRIAL S.A. DE C.V.  
TYCO POLYKEN PIPELINE COATINGS  
AKZO NOBEL INTERNATIONAL/COMPAÑÍA MEXICANA DE PINTURAS INTERNACIONAL  
PETROPIPE DE MEXICO  
ASOCIACION MEXICANA DE GALVANIZADORES A. C.  
PROTEXA S.A. DE C.V.  
RAM-100 INTERNACIONAL S.A. DE C.V.  
SERVICIOS DE ASESORIA, INGENIERIA Y SUPERVISIÓN S.A. DE C.V.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 5 DE 46</b>

## 1 OBJETIVO

Establecer los requisitos de aceptación para el suministro y/o aplicación de los sistemas de recubrimientos anticorrosivos utilizados para proteger las instalaciones superficiales de ductos de los Organismos Subsidiarios de Pemex.

## 2 ALCANCE

Esta norma establece las especificaciones y requisitos que deben cumplirse para la preparación de superficie, aplicación, inspección y los criterios de aceptación para los trabajos relacionados con los sistemas de recubrimientos anticorrosivos, para las instalaciones superficiales de ductos que transportan hidrocarburos y sus derivados.

Esta norma no aplica para instalaciones superficiales de ductos cuya temperatura de operación este fuera del rango de -2 a 80 °C.

Esta norma solo aplica a sistemas de ductos de tubería de acero al carbón.

Los sistemas genéricos de recubrimientos que contempla esta norma se agrupan en la tabla 8.5.

## 3 CAMPO DE APLICACIÓN

**3.1** Esta norma de referencia es de aplicación general y observancia obligatoria en la adquisición ó contratación de bienes y servicios relativos a las actividades de diseño, suministro, aplicación de los sistemas de recubrimientos anticorrosivos para instalaciones superficiales de ductos que transportan hidrocarburos y sus derivados, que lleven a cabo los centros de trabajo de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios. Por lo que debe ser incluida en los procesos de contratación: licitación pública, invitación a por lo menos tres personas o adjudicación directa, como parte de los requisitos que debe cumplir el proveedor, contratista o licitante.

## 4 ACTUALIZACION

**4.1** Esta norma se debe revisar y en su caso modificar al menos cada 5 años ó antes si las sugerencias y recomendaciones de cambio lo ameritan.

Las sugerencias para la revisión y actualización de esta norma, deben enviarse al Secretario del Subcomité Técnico de Normalización de PGPB, quien debe programar y realizar la actualización de acuerdo a la procedencia de las mismas, y en su caso, a través del Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

Las propuestas y sugerencias deben dirigirse por escrito a:

Pemex Gas y Petroquímica Básica  
Subcomité Técnico de Normalización.  
Marina Nacional 329 Torre Ejecutiva, Piso 15  
Col. Huasteca, C.P. 11311

## 5 REFERENCIAS

**5.1** Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2000: Sistema General de Unidades de Medida.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES  SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento  NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 6 DE 46</b>

## 6 DEFINICIONES

Los conceptos y definiciones en esta sección reflejan el uso común entre el personal que practica el control de la corrosión, y en especial se aplica a la forma en que se usan los términos en esta norma.

**6.1 Acabado.-** Es la capa del sistema de recubrimiento que está en contacto con el medio ambiente y cuyas características protegen las capas subyacentes del sistema, además se utiliza para fines estéticos y para cumplir con un particular código de colores.

**6.2 Acabado Especial.-** Es el recubrimiento final que se usa como acabado en instalaciones metálicas expuestas a condiciones de servicio muy particulares tales como alta temperatura, condensación, formación de colonias de microorganismos, etc.

**6.3 Ambiente local.-** Son las condiciones atmosféricas prevalecientes alrededor de un elemento constituyente de una estructura a proteger. Estas condiciones determinan la categoría de corrosividad e incluyen condiciones meteorológicas como parámetros de contaminación.

**6.4 Atmósfera.-** Es una mezcla de gases, aerosoles y partículas, que rodean a un objeto dado.

**6.5 Atmósfera industrial.-** Es una atmósfera con contaminantes corrosivos de una industria local y regional.

**6.6 Atmósfera marina.-** Es la atmósfera en y cerca del mar.

**6.7 Atmósfera rural.-** Es la atmósfera que prevalece en áreas rurales y ciudades pequeñas, sin contaminación significativa de agentes corrosivos tales como dióxido de azufre y/o cloruros.

**6.8 Atmósfera urbana.-** Es la atmósfera contaminada que prevalece en áreas densamente pobladas sin industria significativa con concentraciones moderadas de contaminantes tales como dióxido de azufre y/o cloruros.

### 6.9 Compatibilidad.-

- a) De productos de un sistema de recubrimiento: Es la capacidad ó afinidad de dos ó más productos para ser usados en un sistema de recubrimiento sin causar efectos indeseables.
- b) De un producto con la superficie metálica: Es la capacidad de un producto para ser aplicado sobre una superficie metálica sin causar efectos indeseables.

**6.10 Contratista.-** Es la persona moral ó física, preparada, capacitada con experiencia técnica para realizar los trabajos de aplicación de los sistemas de recubrimientos.

**6.11 Enlace.-** Es la capa intermedia de un sistema de recubrimiento capaz de adherirse al primario y al acabado, cuando entre éstos existen problemas de compatibilidad o de adherencia, además de funcionar como barrera de protección, para mejorar la eficiencia del sistema de protección anticorrosiva.

**6.12 Grado de limpieza.-** Es la clasificación otorgada a la condición superficial de los ductos que indica la cantidad de residuos y contaminantes.

**6.13 Licitante.-** Es la persona moral o física que participa en los concursos de licitación de Petróleos Mexicanos para el suministro o prestación de un bien o servicio.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 7 DE 46</b>

**6.14 Supervisor.-** Es la persona designada por el Organismo Subsidiario de Pemex, que acredite conocimiento y experiencia en al menos un trabajo de aplicación de protección anticorrosiva para verificar, vigilar y hacer cumplir los requerimientos contractuales especificados en esta norma.

**6.15 Perfil de anclaje.-** Es la profundidad de la rugosidad máxima del perfil que se obtiene mediante la preparación de la superficie del sustrato.

**6.16 Preparación de superficie.-** Acción de eliminar las impurezas presentes en la superficie metálica. Está en función del grado de limpieza y del perfil de anclaje requeridos por el sistema seleccionado.

**6.17 Primario.-** Es la primera capa de un sistema de recubrimiento que provee buena adherencia sobre una superficie metálica lo suficientemente rugosa, limpia y/o sobre un recubrimiento viejo limpio, que asegura una buena base adherente para capas subsecuentes.

**6.18 Proveedor.-** Es la persona moral o física encargada del suministro de los componentes de los sistemas de recubrimientos.

**6.19 Punto de rocío.-** Es la temperatura a la cual la humedad en el aire condensará sobre una superficie sólida.

**6.20 Recubrimiento anticorrosivo.-** Es una barrera firmemente adherida a la superficie metálica a proteger que la aísla de los agentes agresivos del ambiente.

**6.21 Requerimientos de aceptación.-** Son los resultados de pruebas fisicoquímicas y de comportamiento que debe cumplir un sistema de recubrimiento anticorrosivo para considerarlo como un sistema de protección anticorrosiva.

**6.22 Sistema de recubrimiento anticorrosivo.-** Es la suma total de las capas de materiales metálicos y/o pinturas ó productos relacionados que se aplican a una superficie metálica para proveerle protección contra la corrosión.

**6.23 VOC.-** Contenido de orgánicos volátiles.

## 7 ABREVIATURAS.

En esta norma se mencionan diversas siglas, que se describen a continuación:

- 7.1 SSPC.** Consejo de pintado de estructuras metálicas (Steel Structures Painting Council).
- 7.2 NACE.** Asociación Nacional de Ingenieros en Corrosión (National Association of Corrosion Engineers).
- 7.3**
- 7.4 ASTM.** Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials).
- 7.5 ISO** Organización Internacional de Normas (International Standards Organization).
- 7.6 NOM** Norma Oficial Mexicana.
- 7.7 NMX** Norma Mexicana.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 8 DE 46</b>

**7.8 NRF** Norma de Referencia.

**7.9 AWWA** Asociación Americana del Sistema de Agua (American Water Works Association).

**7.10 BS** Estándar Británico (British Standard).

En todo lo correspondiente a la simbología de unidades de medida referirse a la norma NOM-008-SCFI-2000 Sistema General de Unidades de Medida.

## **8 SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA INSTALACIONES SUPERFICIALES.**

En esta sección se establecen los requisitos que deben cumplir los sistemas de recubrimientos anticorrosivos utilizados para la protección exterior de instalaciones superficiales de ductos destinados a la recolección, transporte y distribución de fluidos, así como los requisitos para el suministro, aplicación e inspección de los sistemas mencionados en la tabla 8.1.

### **8.1 Instalaciones superficiales de ductos a proteger.**

- a) Tuberías de llegada y salida y patines de distribución de estaciones de compresión y bombeo
- b) Tuberías de llegada y salida y patines de regulación de estaciones de medición y regulación.
- c) Válvulas de seccionamiento.
- d) Trampas de envío y recibo de diablos.
- e) Cruces aéreos.
- f) Cabezales e interconexiones.

### **8.2 Requisitos de aceptación para el suministro y/o aplicación de los recubrimientos anticorrosivos.**

En esta sección se mencionan los requisitos para aceptar el suministro de los componentes de un sistema de recubrimiento anticorrosivo, además de indicar lo correspondiente a las actividades de aplicación, incluyendo la preparación de la superficie, aplicación de primario, enlace y acabado cuando así se especifique, así como las actividades de inspección; antes, durante y después de aplicado el sistema.

#### **8.2.1 Requisitos a cumplir en la adquisición (suministro).**

Los materiales del sistema de recubrimiento anticorrosivo deben ser suministrados en condiciones tales que estén listos para ser usados por el método de aplicación especificado en el momento de su compra.

Para el suministro de los componentes de un sistema de recubrimiento anticorrosivo se debe considerar la siguiente información:

**8.2.2** El proveedor debe proporcionar la información técnica de respaldo referente a las especificaciones, control de calidad y evaluación en laboratorio del sistema de recubrimiento. Esta información y las evidencias documentales deben cumplir con 8.2 y 8.5.

La información debe incluir lo siguiente:

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES  SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento  NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 9 DE 46</b>

**a) Aspectos generales y pruebas fisicoquímicas.**

- Tipo genérico de recubrimiento.
- Descripción y número de componentes.
- Porcentaje de sólidos en volumen.
- Durabilidad estimada del sistema (mínima 5 años).
- Espesor de capa seca, número de capas y rendimiento teórico.
- Relación de mezcla y tiempo de vida útil de la mezcla.
- Tiempo de caducidad.
- Contenido de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC).
- Temperatura de aplicación y de servicio.
- Preparación de superficie requerida.
- Apariencia del producto, disponibilidad de colores.
- Hoja de seguridad de los materiales.
- Procedimiento de almacenamiento y manejo de los componentes.

La hoja técnica del fabricante debe contener todos los detalles que sean necesarios para el uso del recubrimiento.

Cualquier detalle que no se incluya en la hoja técnica del fabricante que pudiera afectar las condiciones de aplicación ó la calidad final del sistema de recubrimiento anticorrosivo debe ser proporcionado por el fabricante.

El fabricante debe indicar en el o los recipientes que contengan los materiales del sistema de recubrimiento la fecha de caducidad. A menos que otra cosa sea especificada en las instrucciones del fabricante ó especificado en algún otro documento, los materiales de los recubrimientos deben ser almacenados a temperaturas entre 3 y 30 °C.

Los materiales de los recubrimientos y cualquier otro material usado (solventes, adelgazadores, etc.) deben ser almacenados en un área segura.

Los recipientes de los recubrimientos deben mantenerse sellados hasta que sus contenidos sean preparados para su uso; recipientes usados parcialmente pueden ser resellados y usados posteriormente, si no es indicada otra cosa en la hoja técnica del fabricante. Los recipientes usados parcialmente deben ser claramente marcados.

Si alguna prueba adicional a las descritas a continuación es requerida, esta debe ser especificada, indicando los métodos de prueba correspondientes.

**b) Pruebas de comportamiento.**

- Intemperismo acelerado.
- Cámara de niebla salina.
- Adherencia.

Los valores de los parámetros correspondientes a las pruebas fisicoquímicas y de comportamiento del sistema de recubrimiento solicitado en la requisición, deben ser soportados por el fabricante y/o proveedor mediante el reporte emitido por el laboratorio en el que se realizaron las pruebas.

El proveedor debe proporcionar el reporte original con los resultados de las pruebas, con una fecha de emisión máxima de 12 meses previa a la fecha de su cotización. Este reporte debe estar numerado, con antefirmas en

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 10 DE 46</b>

todas sus hojas por el responsable de realizar las pruebas, e invariablemente indicar el método de prueba utilizado en la evaluación.

El proveedor debe presentar evidencias de acreditación del personal y el laboratorio que realice las pruebas, dicha acreditación debe ser emitida por la Entidad Mexicana de Acreditación.

El proveedor debe proporcionar a Petróleos Mexicanos muestras de los componentes del sistema de recubrimiento solicitado, mismas que serán conservadas a las condiciones particulares de esos componentes. Estas muestras se conservan con el objeto de confirmar, en caso de requerirse, la información proporcionada.

Las pruebas deben ser realizadas por un laboratorio externo a la compañía fabricante, con la acreditación correspondiente de la Entidad Mexicana de Acreditación para la prueba que se trate.

### **8.3 Requisitos a cumplir en la aplicación de los sistemas de recubrimientos anticorrosivos.**

Los licitantes deben proporcionar a Petróleos Mexicanos la información técnica y procedimientos de respaldo referente a la preparación de superficie, aplicación e inspección del recubrimiento antes, durante y después de ser aplicado. Esta información y las evidencias documentales deben cumplir con lo especificado en 8.3.1 y 8.5 para su aceptación.

#### **8.3.1 Inicio de trabajos en campo.**

Previo al inicio de los trabajos de aplicación del material anticorrosivo sobre la tubería, el contratista debe presentar al supervisor de Petróleos Mexicanos, los procedimientos relacionados con la aplicación así como el equipo y accesorios que serán utilizados. La estructura de los procedimientos deben incluir como mínimo, los siguientes aspectos:

- a) Título, identificación, fecha de vigencia y firmas de autorización.
- b) Objetivo, alcance, requerimientos, aspectos de seguridad.
- c) Desarrollo, anexos y formatos (para mostrar evidencia de la ejecución de actividades).

##### **8.3.1.1 Preparación de superficies.**

La preparación de la superficie a recubrir debe cumplir con dos criterios: **el grado de limpieza y el perfil de anclaje**. Los valores de aceptación para estos criterios dependen del sistema particular de recubrimiento anticorrosivo, mismos que se agrupan en las tablas correspondientes.

Los métodos de preparación de superficie son descritos en el ANEXO "A" y se debe cumplir con los requisitos señalados en el mismo. Las superficies preparadas previas a la aplicación de los recubrimientos deben ser evaluadas conforme a los métodos descritos en ISO 12944-4 ó equivalente.

Si las condiciones de la preparación de superficie difieren de aquellas descritas en la especificación del recubrimiento, PEMEX debe ser informado.

La temperatura de la superficie debe estar arriba del punto de rocío del aire circundante, a menos que otra cosa se especifique en la hoja técnica del fabricante de recubrimiento.

El contratista debe contar con el o los procedimientos para la preparación de superficie que deben especificar lo siguiente:

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES  SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento  NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 11 DE 46</b>

- a) Equipo de preparación de superficie requerido.
- b) Grado de limpieza requerido (SSPC, NACE ó equivalente).
- c) Método de limpieza.
- d) Tipo y tamaño del abrasivo (cuando aplique).
- e) Perfil de anclaje.
- f) Condiciones meteorológicas de preparación (humedad relativa, punto de rocío, u otros según aplique).

### 8.3.1.2 Aplicación de sistemas de recubrimientos anticorrosivos.

El contratista debe contar con el o los procedimientos para la aplicación del sistema de recubrimiento anticorrosivo solicitado que deben especificar lo siguiente:

- a) Componentes del sistema de recubrimiento.
- b) Equipo de aplicación.
- c) Requerimientos de almacenamiento de los componentes del sistema de recubrimiento.
- d) Mezcla y adelgazamiento de componentes (cuando aplique).
- e) Condiciones meteorológicas de aplicación del sistema de recubrimiento.
- f) Porcentaje de humedad relativa aceptable para la aplicación.
- g) Mínimo y máximo espesor de película seca.
- h) Tiempos de secado, curado y aplicación entre capas.
- i) Detección de defectos.
- j) Métodos de mantenimiento y/o rehabilitación para el parcheo del sistema.
- k) Limitantes y precauciones para la aplicación del sistema de recubrimiento.
- l) Procedimiento de inspección antes, durante y después de la aplicación.

El (los) procedimiento(s) debe(n) cumplir con los requisitos especificados en las tablas correspondientes de los sistemas de recubrimientos.

El supervisor debe suspender las actividades de aplicación del sistema de recubrimiento, cuando observe desviaciones a los procedimientos ó incumplimiento de los requerimientos de aplicación indicados en esta norma, así como de especificaciones del fabricante.

### 8.3.1.3 Inspección y pruebas antes, durante y después de la aplicación.

En estas actividades se deben considerar las condiciones y los criterios de aceptación con base en las especificaciones y procedimientos indicados en 8.2, 8.3 y 8.5.

El contratista y el supervisor de PEMEX, de manera conjunta, deben efectuar las revisiones y pruebas indicadas en 8.3 y 8.5, relacionadas con las etapas antes, durante y después de la aplicación para garantizar que el sistema de recubrimientos anticorrosivos cumple con las especificaciones correspondientes, mismas que el contratista debe incluir en sus procedimientos de inspección.

#### 8.3.1.3.1 Antes de la aplicación se debe verificar lo siguiente:

- a) Materiales para recubrimientos.

Se debe verificar que los materiales para recubrimientos sean los especificados por el usuario o el diseñador en la ingeniería del proyecto, que satisfagan dimensiones y cantidad, que cuenten con identificaciones claras y procedimientos de almacenaje y aplicación, y que no hayan caducado para cuando vayan a ser aplicados. También, que los componentes sean del mismo proveedor, que la mezcla de componentes (cuando aplique) se

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 12 DE 46</b>

realice conforme a las especificaciones del sistema por aplicar y que una vez hecha dicha mezcla se observen con detalle los tiempos de caducidad de los componentes ya mezclados.

- b) Equipos e instalaciones.

El supervisor debe verificar que los equipos e instalaciones del contratista sean los correspondientes a la aplicación para el tipo de recubrimiento en cuestión y en conformidad con lo especificado por el procedimiento de aplicación.

- c) Personal.

El supervisor debe verificar que el personal participante en la aplicación del recubrimiento tenga conocimientos y experiencia sobre el sistema anticorrosivo a aplicar, que esté capacitado, que haya sido autorizado por el fabricante para realizar la aplicación; y que disponga de los equipos de seguridad necesarios para el trabajo.

#### **8.3.1.3.2 Durante la aplicación del recubrimiento se debe verificar lo siguiente:**

- a) Que la temperatura y los tiempos de curado y secado sean los especificados en las tablas de la sección 8.5, y que haya homogeneidad en las diferentes capas del recubrimiento verificando que el espesor de la película se encuentre entre el 80 y 100% del espesor de película por capa.
- b) En el caso de cintas, que la tensión de aplicación y los traslapes se lleven a cabo con lo especificado para este sistema.
- c) También se debe verificar el espesor de película húmeda de acuerdo a lo especificado para cada recubrimiento cubierto por esta norma.

#### **8.3.1.3.3 Después de la aplicación del recubrimiento:**

- a) El contratista debe realizar, una inspección de discontinuidad eléctrica de todo el recubrimiento exterior aplicado a la tubería, para localizar fallas como son: partes sin revestir, picaduras, grietas y discontinuidades e informar al supervisor. Cualquier falla detectada o no cumplimiento de los requerimientos, debe ser marcado en forma visible y registrado para proceder a su reparación. Cuando se haya utilizado un recubrimiento primario que sea conductor de la electricidad, esta prueba de continuidad sólo se podrá hacer después de haber sido aplicados los otros recubrimientos complementarios (enlace y acabado) que sean eléctricamente aislantes.
- b) La inspección de los trabajos de los sistemas de recubrimientos anticorrosivos considerados en esta norma de referencia, debe ser realizada antes, durante y después de la aplicación como se indica en las tablas correspondientes a cada sistema en la sección 8.5.
- c) El supervisor debe contar con experiencia previa (al menos haber supervisado un trabajo similar) y conocimientos teóricos relacionados con la materia de aplicación de recubrimientos.
- d) El contratista debe entregar al supervisor el programa detallado de trabajo acorde al programa del contrato( preparación de superficie, aplicación, inspección, etc.) y los procedimientos aplicables de cada una de las actividades.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 13 DE 46</b>

- e) Si durante la aplicación de los recubrimientos anticorrosivos, el supervisor detecta fallas en el recubrimiento y/o deficiencias en el producto, debe comunicárselo al contratista para su corrección y además asentarlos en la bitácora de la obra.
- f) El supervisor debe verificar que todos los recipientes que contengan pinturas y productos anticorrosivos estén identificados con el tipo de recubrimiento, fecha de fabricación, fecha de caducidad, número de lote, especificaciones del producto, modo de empleo y condiciones de almacenamiento.
- g) El supervisor debe verificar que las actividades se desarrollen con orden y limpieza. El área de trabajo debe ser limpiada por el contratista después de cada jornada de trabajo.
- h) El supervisor debe verificar la ejecución de la limpieza final del área de trabajo de cada instalación que se intervenga, es decir, no debe permitir que queden residuos o manchas de pintura, residuos de material abrasivo, recipientes de pintura y solventes o cualquier otro material extraño a la instalación y áreas aledañas a la misma.
- i) El supervisor debe verificar que todas las actividades inherentes, se realicen de acuerdo a los lineamientos indicado en 8.6 relacionados con la Seguridad, Salud y Protección Ambiental ya sean institucionales y/o locales que apliquen en el centro de trabajo.
- j) El supervisor debe efectuar los muestreos, revisiones y/ o pruebas que sean necesarios para que se garantice que el sistema de recubrimientos anticorrosivos aplicado cumple con los requisitos mínimos de aceptación antes, durante y después de aplicados sobre la tubería metálica:
- Profundidad del perfil de anclaje.
  - Grado de limpieza.
  - Adherencia.
  - Curado.
  - Espesores de película seca y húmeda.
  - Condiciones meteorológicas
  - Apariencia del producto antes y después de aplicado.
  - Solvente especificado por el fabricante del recubrimiento.
  - Vigencia del producto.
  - Tipo, contenido de sales y granulometría del abrasivo.
  - Continuidad de película.
  - Detección de defectos (de acuerdo al sistema de protección utilizado).

#### **8.4 Documentación de los trabajos.**

**8.4.1** El supervisor debe documentar en la bitácora correspondiente las actividades llevadas a cabo durante las etapas de la aplicación del sistema de recubrimiento.

El personal de Pemex responsable de la instalación superficial debe contar, para cada una de ellas, con los documentos generados durante la preparación y aplicación del sistema de recubrimiento.

**8.4.2** El encargado de la instalación superficial debe contar con los registros de seguimiento de un programa de mantenimiento posterior a la aplicación de un sistema de recubrimientos con la finalidad de prolongar su vida útil.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES  SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento  NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 14 DE 46</b>

**8.4.3** Historial del sistema de recubrimientos anticorrosivos.- Los responsables de las instalaciones superficiales de los Organismos Subsidiarios de Pemex deben contar con la documentación referente a las actividades realizadas desde la selección, preparación de superficie, aplicación, inspección y mantenimiento de un sistema de recubrimientos aplicado a las instalaciones superficiales de ductos.

**8.4.4** Los documentos deben estar bajo resguardo y a disposición de la jefatura del centro de trabajo correspondiente.

**8.4.5** Los registros y documentos deben incluir como mínimo lo siguiente:

- a) Los resultados de las pruebas de laboratorio.
- b) Los resultados de las pruebas de campo.
- c) Especificaciones de los recubrimientos anticorrosivos utilizados.
- d) Contratos de obra pública relacionados con la materia.
- e) Planos o croquis de localización de las instalaciones superficiales intervenidas.
- f) Programa de mantenimiento posterior a la aplicación del sistema de recubrimientos y su seguimiento.
- g) Seguimiento de los resultados de la funcionalidad del sistema aplicado.

**8.5 Sistemas de recubrimientos anticorrosivos cubiertos por esta norma.**

A continuación se mencionan para cada sistema de recubrimiento anticorrosivo los requisitos de aceptación para el suministro, aplicación e inspección.

Los sistemas de recubrimientos cubiertos por esta norma de referencia se presentan en la tabla 8.1.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 15 DE 46</b>

**Tabla 8.1 Sistemas genéricos de recubrimientos.**

<b>Número</b>	<b>SISTEMA GENÉRICO</b>	<b>Temperatura máxima de Operación ( °C )</b>	<b>Tiempo de almacenamiento bajo techo T<sub>amb.</sub></b>
1	Epóxico catalizado de altos sólidos + Epóxico modificado + Poliuretano modificado	-5 a 90	Primario 18 meses  Enlace 12 meses  Acabado Parte "A" 18 meses Parte "B" 9 meses
2	Inorgánico de cinc base solvente + Epóxico catalizado de altos sólidos y/ó Poliuretano	-5 a 90	Primario 12 meses Acabado epóxico 12 meses Acabado Poliuretano Parte "A" 18 meses Parte "B" 9 meses
3	Epóxico catalizado + Epóxico catalizado de altos sólidos y/ó Poliuretano	-5 a 90	Primario 18 meses Acabado epóxico 12 meses Acabado Poliuretano Parte "A" 18 meses Parte "B" 9 meses
4	Vinil epóxico modificado ó enlace + Vinil-acrílico	-5 a 90	Primario 6 meses  Acabado 12 meses
5	Inorgánico de cinc base solvente + Vinil epóxico enlace + Vinil-acrílico	-5 a 90	Primario 12 meses  Enlace 6 meses  Acabado 12 meses
6	Elastómero de poliuretano	-20 a 120	6 meses
7	Poliuretano (medias cañas)	0 a 120	Indefinido
8	Polietileno-hule butílico	-34 a 83	Indefinido
9	Ceras microcristalinas de petróleo	-40 a 60	Indefinido
10	Cemento epóxico poliamínico	-5 a 135	60 meses
11	Fibra de vidrio reforzada (medias cañas)	0 a 130	Indefinido
12	Galvanizado en frío	177	3 años
13	Metalizado de aleación de cinc y aluminio (85%Zn,15%Al)	120	No aplica
14	Galvanizado de cinc por inmersión en caliente	120	No aplica

Los requisitos mínimos de aceptación para el suministro, aplicación e inspección de los sistemas de recubrimientos genéricos considerados en esta norma se presentan a continuación en las tablas de requerimientos por sistema.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 16 DE 46</b>

**Tabla 8.2 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE EPÓXICO CATALIZADO DE ALTOS SÓLIDOS + EPÓXICO MODIFICADO + POLIURETANO MODIFICADO.**

**TABLA 8.2.1. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA EL SUMINISTRO.**

<b>Propiedad</b>	<b>Requerimientos físicos</b>	<b>Método de prueba</b>
<b>Epóxico catalizado de altos sólidos</b>		
VOC	168 g/l	ASTM D 2369 ó equivalente
Densidad de mezcla	1.30 g/cm <sup>3</sup> (mínimo)	ASTM D-1475 ó equivalente
% Sólidos en volumen de mezcla	83% (mínimo).	ASTM D 5201 ó equivalente
Viscosidad de mezcla	4,500 cps	ASTM D 2196 ó equivalente
Tiempo de secado: al tacto	4 horas máximo @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	24 horas máximo @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	20 horas @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Espesor de película seca	152.4 µm (6 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
<b>Epóxico modificado</b>		
VOC	319.8 g/l	
Densidad de mezcla	1.34 g/cm <sup>3</sup> (mínimo)	ASTM D-1475 ó equivalente
% de Sólidos volumen de mezcla	65 % (mínimo)	ASTM D-5201 ó equivalente
Viscosidad de mezcla	4,500 cps	ASTM D 2196 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	1 hora @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	24 horas @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	20 horas @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Espesor de película seca	63.5 µm (2.5 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
<b>Poliuretano modificado</b>		
VOC	263 g/l	ASTM D 2369 ó equivalente
Densidad	1.0 a 1.5 g/cm <sup>3</sup> (según color)	ASTM D 1475 ó equivalente
% de Sólidos volumen	73 % ± 3 (según color)	ASTM D 5201 ó equivalente
Viscosidad de mezcla	250 - 400 cps	ASTM D 2196 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	4 horas máximo @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	24 horas máximo @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Espesor de película seca	63.5 µm (2.5 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
<b>Pruebas de comportamiento en laboratorio del sistema completo</b>		
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Cámara salina	1500 horas (mínimo) Grado 9 –10	ASTM B 117 ó equivalente ASTM D 1654 ó equivalente
Prueba Prohesion	1500 horas (mínimo)	ASTM D 5894 ó equivalente
Intemperismo acelerado	1500 horas (mínimo) No debe presentar caleo, sin ampollamiento, ni corrosión bajo película.	ASTM G 153 ó equivalente

**TABLA 8.2.2. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

<b>Propiedad</b>	<b>Requerimientos físicos</b>	<b>Método de prueba</b>
Preparación de superficie	Limpieza química y manual	SSPC-SP1 y SSPC-SP2 ó equivalentes
Perfil de anclaje	63.5 – 83.8 µm (2.5 – 3.3 mils)	ASTM D 4417 ó equivalente
Espesor de película		
Epóxico catalizado de altos sólidos	Húmedo: 279.4 µm (11 mils) por capa Seco: 152.4 µm (6 mils) por capa Total recomendado: 304.8µm (12 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 17 DE 46</b>

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Epóxico modificado	Húmedo: 279.4 $\mu\text{m}$ (11 mils) por capa Seco: 152.4 $\mu\text{m}$ (6 mils) por capa Total recomendado: 304.8 $\mu\text{m}$ (12 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente
Poliuretano modificado	Húmedo: 127 $\mu\text{m}$ (5 mils) por capa Seco: 63.5 $\mu\text{m}$ (2.5 mils) por capa Total recomendado: 127 $\mu\text{m}$ (5 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente
<b>Pruebas del sistema completo</b>		
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Espesor total del sistema	736.6 $\mu\text{m}$ (29 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
Detección de defectos	$\sqrt{e} \times 1250 = \pm 20\%$ Volts	NACE RP0274 ó equivalente

**TABLA 8.2.3. REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Antes de la aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
El número de componentes debe ser: 1 de primario, 1 de acabado	Se debe ajustar la viscosidad del recubrimiento para su aplicación, verificándola mediante la copa Ford No. 4; para aplicación por aspersión se debe ajustar a 25 s $\pm$ 5 s y para aplicación con brocha a 60 s $\pm$ 5 s.	Determinar el tiempo de secado duro o curado total del recubrimiento o sistema aplicado, de acuerdo con el boletín técnico del material emitido por el fabricante.
Verificar la vigencia y fecha de caducidad		Inspeccionar la apariencia de cada capa, verificando que no tenga defectos y que ésta sea uniforme.
Debe cumplirse los requerimientos especificados en la tabla 8.2.1.	Se debe mantener una continua agitación del recubrimiento para lograr tener en suspensión los pigmentos.	Medir los espesores de película húmeda y seca de cada capa y delimitar las áreas que no cumplan lo estipulado en la tabla 8.2.2 para realizar las correcciones debidas.
La superficie debe estar libre de contaminantes tales como: sales solubles, grasa, aceite y polvo que puedan inhibir la buena adherencia del recubrimiento, esto se realiza mediante limpieza química (SSPC-SP1).	El modelo de aplicación debe ser traslapado al 50 % en cada pasada para obtener un espesor uniforme.	
La relación de mezcla en volumen de cada componente se debe hacer conforme a lo especificado en los procedimientos de aplicación.	Se tiene que verificar continuamente el espesor de película húmeda.	Las reparaciones deben realizarse con el mismo material de recubrimiento, ó algún otro producto cuya compatibilidad y características protectoras contra la corrosión soporten su uso.
Las condiciones ambientales deben ser de preferencia; cálidas (21 °C), humedad relativa entre 50 y 60 % y con poco viento.		Realizar la prueba de defectos de acuerdo a lo especificado en la tabla 8.2.2.
Se debe contar con un compresor para asegurar el volumen de aire seco y libre de aceite.		
El equipo de aspersión debe ser de tipo industrial o airless.		
Los materiales de recubrimiento deben presentarse cerrados, con contenido claramente identificado y no haber excedido el tiempo de vida útil.		

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 18 DE 46</b>

**Tabla 8.3 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE INORGÁNICO DE CINC AUTOCURANTE BASE SOLVENTE + EPÓXICO CATALIZADO DE ALTOS SÓLIDOS Y/O POLIURETANO.**

**TABLA 8.3.1. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA EL SUMINISTRO.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Inorgánico de cinc autocurante con base solvente</b>		
VOC	172.3 g/l (máximo)	ASTM D 2369 ó equivalente
Densidad	2.5-2.8 g/cm <sup>3</sup> (mezcla).	ASTM D-1475 ó equivalente
% Sólidos en volumen	62 ± 3%	ASTM D 5201 ó equivalente
Viscosidad (mezcla) Copa Ford No. 4	35 – 50 seg.	ASTM D 1200 ó equivalente
Tiempo de secado: al tacto	20 minutos	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	2 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	72 horas a 60- 95% de HR.	ASTM D 1640 ó equivalente
<b>Epóxico catalizado de altos sólidos</b>		
VOC	319.8 g/l (máximo)	ASTM D 2369 ó equivalente
Densidad (mezcla)	1.35 g/cm <sup>3</sup> (mínimo)	ASTM D-1475 ó equivalente
% de Sólidos volumen	65% mínimo	ASTM D-5201 ó equivalente
Viscosidad Brookfield (mezcla)	900 – 3,000 cps @ 25 °C	ASTM D 2196 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	1 hora	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	24 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	8 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
<b>Poliuretano</b>		
VOC	408 g /l (máximo)	ASTM D 2369 ó equivalente
Densidad	1.0 a 1.5 g/cm <sup>3</sup> (según color)	ASTM D 1475 ó equivalente
% de Sólidos volumen	49% mínimo (según color)	ASTM D 5201 ó equivalente
Viscosidad Brookfield (mezcla)	160 – 300 cps @ 25 °C	ASTM D 2196 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	4 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	24 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	8 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
<b>Pruebas de comportamiento en laboratorio del sistema completo</b>		
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Cámara de niebla salina	1500 horas (mínimo)	ASTM B 117 ó equivalente
	Grado 9-10	ASTM D 1654 ó equivalente
Prueba Prohesion	1500 horas (mínimo)	ASTM D 5894 ó equivalente
Intemperismo acelerado	1500 horas (mínimo) No debe presentar caleo, sin ampollamiento, ni corrosión bajo película	ASTM G 153 ó equivalente

**TABLA 8.3.2. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Preparación superficial	Limpieza con ráfaga, acabado cercano a metal blanco	NACE No. 2/SSPC-SP10 ó equivalente
Perfil de anclaje	63.5 – 83.8 µm (2.5 – 3.3 mils)	ASTM D 4417 ó equivalente
Espesor de película		
Inorgánico de cinc autocurante con base solvente	Húmedo: 152.4 µm (6 mils) por capa Seco: 76.2 µm (3 mils) por capa Total recomendado: 75µm (3 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente
Epóxico catalizado de altos sólidos	Húmedo: 241.3 µm (9.5 mils) por capa Seco: 127 µm (5 mils) por capa Total recomendado: 254 µm (10 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 19 DE 46</b>

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Poliuretano	Húmedo: 127 µm (5 mils) por capa Seco: 50.8 µm (2 mils) por capa Total recomendado: 101.6 µm (4 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente
<b>Pruebas del sistema completo</b>		
Espesor total del sistema	431.8 ± 25 µm (17 ± 1 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Detección de defectos	2,500 Volts	NACE RP0188 ó equivalente

**TABLA 8.3.3. REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Antes de la aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
<p>El número de componentes debe ser: 2 de primario, 2 de acabado</p> <p>Verificar la vigencia y fecha de caducidad</p> <p>Debe cumplir los requerimientos especificados en la tablas 8.3.1.</p> <p>La superficie debe estar libre de contaminantes tales como: sales solubles, grasa, aceite y polvo que puedan inhibir la buena adherencia del recubrimiento.</p> <p>Deberá presentar el grado de limpieza especificado, con el perfil de anclaje recomendado 8.3.2 para el tipo de primario o sistema de recubrimiento por aplicar.</p> <p>Las condiciones ambientales deben ser de preferencia; cálidas (21 °C), humedad relativa entre 50 y 60 % y sin viento.</p> <p>Se deberá contar con un compresor para asegurar el volumen de aire seco y libre de aceite.</p> <p>El equipo de aspersión deberá ser de tipo industrial o airless.</p> <p>Los materiales de recubrimiento deberán presentarse cerrados, con contenido claramente identificado y no haber excedido el tiempo de vida útil.</p>	<p>Se deberá ajustar la viscosidad del recubrimiento para su aplicación, verificándola mediante la copa Ford No. 4; para aplicación por aspersión se debe ajustar a 25 s ± 5 s y para aplicación con brocha a 60 s ± 5 s.</p> <p>Se deberá mantener una continua agitación del recubrimiento para lograr tener en suspensión los pigmentos.</p> <p>El modelo de aplicación deberá ser traslapado al 50 % en cada pasada para obtener un espesor uniforme.</p> <p>Se tendrá que verificar continuamente el espesor de película húmeda.</p>	<p>Determinar el tiempo de secado duro o curado total del recubrimiento o sistema aplicado, de acuerdo con el boletín técnico del material emitido por el fabricante.</p> <p>Inspeccionar la apariencia de cada capa, verificando que no tenga defectos y que ésta sea uniforme.</p> <p>Medir los espesores de película seca de cada capa y delimitar las áreas que no cumplan lo estipulado para realizar las correcciones debidas.</p> <p>Las reparaciones deber realizarse con el mismo material de recubrimiento, ó algún otro producto cuya compatibilidad y características protectoras contra la corrosión soporten su uso.</p> <p>Realizar la prueba de defectos de acuerdo a lo especificado en la tabla 8.3.2.</p>

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 20 DE 46</b>

**Tabla 8.4 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE EPÓXICO CATALIZADO + EPÓXICO CATALIZADO DE ALTOS SÓLIDOS Y/O POLIURETANO.**

**TABLA 8.4.1. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA EL SUMINISTRO.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Epóxico catalizado</b>		
VOC	336 g/l (máximo)	ASTM D 2369 ó equivalente
Densidad	1.35 g/cm <sup>3</sup> (mínimo) Componente epóxico 0.9 g/cm <sup>3</sup> (mínimo) componente poliamídico	ASTM D-1475 ó equivalente
% Sólidos en volumen	62% +/- 3 (mezcla).	ASTM D 5201 ó equivalente
Viscosidad Brookfield	650 cps mínimo @ 25 °C	ASTM D 2196 ó equivalente
Tiempo de secado: al tacto	60 minutos	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	24 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	4 a 24 horas.	ASTM D 1640 ó equivalente
<b>Epóxico catalizado de altos sólidos</b>		
VOC	319 g/l (máximo)	ASTM D 2369 ó equivalente
Densidad (mezcla)	1.35 g/cm <sup>3</sup> (mínimo)	ASTM D-1475 ó equivalente
% de Sólidos volumen (mezcla)	65% ± 3	ASTM D-5201 ó equivalente
Viscosidad Brookfield (mezcla)	900 – 3,000 cps @ 25 °C	ASTM D 2196 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	1 hora	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	24 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	8 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
<b>Poliuretano</b>		
VOC	408 g/l (máximo)	ASTM D 2369 ó equivalente
Densidad	1.0 a 1.5 g/cm <sup>3</sup> (según color)	ASTM D 1475 ó equivalente
% de Sólidos volumen	49% mínimo (según color)	ASTM D 5201 ó equivalente
Viscosidad Brookfield (mezcla)	160 – 300 cps @ 25 °C	ASTM D 2196 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	4 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	24 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	8 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
<b>Pruebas de comportamiento en laboratorio del sistema completo</b>		
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Cámara salina	1500 horas (mínimo) Grado 9 –10	ASTM B 117 ó equivalente ASTM D 1654 ó equivalente
Prueba Prohesion	1500 horas (mínimo)	ASTM D 5894 ó equivalente
Intemperismo acelerado	1500 horas (mínimo) No debe presentar caleo, sin ampollamiento, ni corrosión bajo película.	ASTM G 153 ó equivalente

**TABLA 8.4.2. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Preparación superficial	Limpieza con ráfaga, acabado cercano a metal blanco	NACE No. 2/SSPC-SP10 ó equivalente
Perfil de anclaje	63.5 – 83.8 µm (2.5 – 3.3 mils)	ASTM D 4417 ó equivalente
Esesor de película	Húmedo: 100 a 125 µm (4 a 5 mils) por capa	ASTM D 4414 ó equivalente
Epóxico catalizado	Seco: 50 µm (2 mils) por capa	ASTM D 1186 ó equivalente
	Total: 50 - 75 µm (2 - 3 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 21 DE 46</b>

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Epóxico catalizado de altos sólidos	Húmedo: 238 µm (9.5 mils) por capa Seco: 125 µm (5 mils) por capa Total: 250 µm (10 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente
Poliuretano	Húmedo: 125 µm (5 mils) por capa Seco: 50 µm (2 mils) por capa Total: 50 - 75 µm (2 - 3 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente
<b>Pruebas del sistema completo</b>		
Espesor total del sistema	650 ± 25µm (26 ± 1mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Detección de defectos	3,000 Volts	NACE RP0188 ó equivalente

**TABLA 8.4.3. REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Antes de la aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
El número de componentes debe ser: 1 de primario, 1 de acabado	Se debe ajustar la viscosidad del recubrimiento para su aplicación, verificándola mediante la copa Ford No. 4; para aplicación por aspersión se debe ajustar a 25 s ± 5 s y para aplicación con brocha a 60 s ± 5 s.	Determinar el tiempo de secado duro o curado total del recubrimiento o sistema aplicado, de acuerdo con el boletín técnico del material emitido por el fabricante.
Verificar la vigencia y fecha de caducidad		
Debe cumplir los requerimientos especificados en la tablas 8.4.1.	Se debe mantener una continua agitación del recubrimiento para lograr tener en suspensión los pigmentos.	Inspeccionar la apariencia de cada capa, verificando que no tenga defectos y que ésta sea uniforme.
La superficie debe estar libre de contaminantes tales como: sales solubles, grasa, aceite y polvo que puedan inhibir la buena adherencia del recubrimiento.	El modelo de aplicación debe ser traslapado al 50 % en cada pasada para obtener un espesor uniforme.	Medir los espesores de película seca de cada capa y delimitar las áreas que no cumplan lo estipulado para realizar las correcciones debidas.
Debe presentar el grado de limpieza especificado, con el perfil de anclaje recomendado en 8.4.2 para el tipo de primario o sistema de recubrimiento por aplicar.	Se tiene que verificar continuamente el espesor de película húmeda.	Las reparaciones deber realizarse con el mismo material de recubrimiento, ó algún otro producto cuya compatibilidad y características protectoras contra la corrosión soporten su uso.
Las condiciones ambientales deben ser de preferencia; cálidas (21 °C), humedad relativa entre 50 y 60 % y sin viento.		Realizar la prueba de defectos de acuerdo a lo especificado en la tabla 8.4.2.
Se debe contar con un compresor para asegurar el volumen de aire seco y libre de aceite.		
El equipo de aspersión debe ser de tipo industrial o airless.		
Los materiales de recubrimiento deben presentarse cerrados, con contenido claramente identificado y no haber excedido el tiempo de vida útil.		

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 22 DE 46</b>

**Tabla 8.5 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE VINIL EPÓXICO MODIFICADO + VINIL ACRÍLICO.**

**TABLA 8.5.1. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA EL SUMINISTRO.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Vinil epóxico modificado</b>		
VOC	640 g/l (máximo)	ASTM D 2369 ó equivalente
Densidad	1.12 g/cm <sup>3</sup> (mínimo) como primario	ASTM D-1475 ó equivalente
% Sólidos en volumen	20% ± 3	ASTM D 5201 ó equivalente
Viscosidad Brookfield	600 – 1200 cps @ 25 °C	ASTM D 2196 ó equivalente
Tiempo de secado: al tacto	1.5 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	4 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	6 horas.	ASTM D 1640 ó equivalente
<b>Vinil acrílico</b>		
VOC	619 g/l (máximo)	ASTM D 2369 ó equivalente
Densidad	0.9 a 1.2 g/cm <sup>3</sup>	ASTM D-1475 ó equivalente
% de Sólidos volumen	26% ± 3	ASTM D-5201 ó equivalente
Viscosidad Brookfield	1500 – 2200 cps @ 25 °C	ASTM D 2196 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	30 minutos	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	4 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	2 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
<b>Pruebas de comportamiento en laboratorio del sistema completo</b>		
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Cámara de niebla salina	1,500 horas (mínimo)	ASTM B 117 ó equivalente
	Grado 9 – 10	ASTM D 1654 ó equivalente
Prueba Prohesion	1,500 horas (mínimo)	ASTM D 5894 ó equivalente
Intemperismo acelerado	1,500 horas (mínimo) No debe presentar caleo, ampollamiento, ni corrosión bajo película.	ASTM G 153 ó equivalente

**TABLA 8.5.2. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Preparación superficial	Limpieza con ráfaga, acabado cercano a metal blanco	NACE No. 2/SSPC-SP10 ó equivalente
Perfil de anclaje	63.5 – 83.8 µm (2.5 – 3.3 mils)	ASTM D 4417 ó equivalente
Esesor de película		
Vinil-epóxico modificado	Húmedo: 190 µm (7.5 mils) por capa Seco: 38 µm (1.5 mils) por capa Total: 38 µm (1.5 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente
Vinil acrílico	Húmedo: 212 a 275 µm (8.5 a 11 mils) por capa Seco: 38 a 50 µm (1.5 a 2 mils) por capa Total: 50 µm (2 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente
<b>Pruebas del sistema completo</b>		
Esesor total del sistema	87.5 ± 12.5 µm (3.5 ± 0.5 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Detección de defectos	1,500 Volts	NACE RP0188 ó equivalente

**TABLA 8.5.3. REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Antes de la aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
El número de componentes debe ser: 1 de primario y 1 de acabado	Se debe ajustar la viscosidad del recubrimiento para su aplicación, verificándola	Determinar el tiempo de secado duro o curado total del recubrimiento o sistema aplicado, de

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 23 DE 46</b>

Antes de la aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
<p>Verificar la vigencia y fecha de caducidad</p> <p>Debe cumplir los requerimientos especificados en la tablas 8.5.1.</p> <p>La superficie debe estar libre de contaminantes tales como: sales solubles, grasa, aceite y polvo que puedan inhibir la buena adherencia del recubrimiento.</p> <p>Debe presentar el grado de limpieza especificado, con el perfil de anclaje recomendado en 8.5.2 para el tipo de primario o sistema de recubrimiento por aplicar.</p> <p>Las condiciones ambientales deben ser de preferencia; cálidas (21 °C), humedad relativa entre 50 y 60 % y sin viento.</p> <p>Se debe contar con un compresor para asegurar el volumen de aire seco y libre de aceite.</p> <p>El equipo de aspersion debe ser de tipo industrial o airless.</p> <p>Los materiales de recubrimiento deben presentarse cerrados, con contenido claramente identificado y no haber excedido el tiempo de vida útil.</p>	<p>mediante la copa Ford No. 4; para aplicación por aspersion se debe ajustar a <math>25 \text{ s} \pm 5 \text{ s}</math> y para aplicación con brocha a <math>60 \text{ s} \pm 5 \text{ s}</math>.</p> <p>Se debe mantener una continua agitación del recubrimiento para lograr tener en suspensión los pigmentos.</p> <p>El modelo de aplicación debe ser traslapado al 50 % en cada pasada para obtener un espesor uniforme.</p> <p>Se tiene que verificar continuamente el espesor de película húmeda.</p>	<p>acuerdo con el boletín técnico del material emitido por el fabricante.</p> <p>Inspeccionar la apariencia de cada capa, verificando que no tenga defectos y que ésta sea uniforme.</p> <p>Medir espesores de película seca de cada capa, delimitar las áreas que no cumplan lo estipulado y realizar las correcciones debidas.</p> <p>Las reparaciones deber realizarse con el mismo material de recubrimiento, ó algún otro producto cuya compatibilidad y características protectoras contra la corrosión soporten su uso.</p> <p>Realizar la prueba de defectos de acuerdo a lo especificado en la tabla 8.5.2.</p>

**Tabla 8.6 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE INORGÁNICO DE CINC AUTOCURANTE CON BASE SOLVENTE + VINIL EPÓXICO ENLACE Y VINIL ACRÍLICO.**

**TABLA 8.6.1. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA EL SUMINISTRO.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Inorgánico de cinc autocurante con base solvente</b>		
VOC	172.3 g/l (máximo)	ASTM D 2369 ó equivalente
Densidad	2.5-2.8 g/cm <sup>3</sup> (mezcla).	ASTM D-1475 ó equivalente
% Sólidos en volumen	62 ± 3%	ASTM D 2369 ó equivalente
Tiempo de secado: al tacto	20 minutos	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	2 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	72 horas a 60- 95% de HR.	ASTM D 1640 ó equivalente
<b>Vinil epóxico enlace</b>		
VOC	640 g/l (máximo)	ASTM D 2369 ó equivalente
Densidad	1.10 g/cm <sup>3</sup> (mínimo)	ASTM D-1475 ó equivalente
% Sólidos en volumen	21% ± 3	ASTM D 5201 ó equivalente
Tiempo de secado: al tacto	1.5 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	4 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	6 horas.	ASTM D 1640 ó equivalente
<b>Vinil acrílico</b>		
VOC	619 g/l (máximo)	ASTM D 2369 ó equivalente
Densidad	0.9 a 1.2 g/cm <sup>3</sup>	ASTM D-1475 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 24 DE 46</b>

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
% de Sólidos volumen	26% ± 3	ASTM D-5201 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	30 minutos	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	4 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	2 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
<b>Pruebas de comportamiento en laboratorio del sistema completo</b>		
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Cámara de niebla salina	1500 horas (mínimo) Grado 9 – 10	ASTM B 117 ó equivalente ASTM D 1654 ó equivalente
Prueba Prohesion	1500 horas (mínimo)	ASTM D 5894 ó equivalente
Intemperismo acelerado	1500 horas (mínimo) No debe presentar caleo, ampollamiento, ni corrosión bajo película.	ASTM G 153 ó equivalente

**TABLA 8.6.2. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Preparación superficial	Limpieza con ráfaga, acabado cercano a metal blanco	NACE No. 2/SSPC-SP10 ó equivalente
Perfil de anclaje	63.5 – 83.8 µm (2.5 – 3.3 mils)	ASTM D 4417 ó equivalente
Espesor de película Inorgánico de cinc autocurante con base solvente	Húmedo: 150 µm (6 mils) por capa Seco: 75 µm (3 mils) por capa Total: 50 75 µm (2 - 3 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente
Vinil epóxico enlace	Húmedo: 125 µm (5 mils) por capa Seco: 25 µm (1 mils) por capa Total: 25 µm (1.5 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente
Vinil acrílico	Húmedo: 212 a 275 µm (8.5 a 11 mils) por capa Seco: 38 a 50 µm (1.5 a 2 mils) por capa Total: 50 µm (2 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente
<b>Pruebas del sistema completo</b>		
Espesor total del sistema	187.5 ± 12.5 µm (7.5 ± 0.5 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
Detección de defectos	1,500 Volts	NACE RP0188 ó equivalente

**TABLA 8.6.3. REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Antes de la aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
El número de componentes debe ser: 2 de primario, 1 de enlace y 1 de acabado	Se debe ajustar la viscosidad del recubrimiento para su aplicación, verificándola mediante la copa Ford No. 4; para aplicación por aspersión se debe ajustar a 25 s ± 5 s y para aplicación con brocha a 60 s ± 5 s.	Determinar el tiempo de secado duro o curado total del recubrimiento o sistema aplicado, de acuerdo con el boletín técnico del material emitido por el fabricante.
Verificar la vigencia y fecha de caducidad		
Debe cumplir los requerimientos especificados en la tablas 8.6.1.	Se debe mantener una continua agitación del recubrimiento para lograr tener en suspensión los pigmentos.	Inspeccionar la apariencia de cada capa, verificando que no tenga defectos y que ésta sea uniforme.
La superficie debe estar libre de contaminantes tales como: sales solubles, grasa, aceite y polvo que puedan inhibir la buena adherencia del recubrimiento.	El modelo de aplicación debe ser traslapado al 50 % en cada pasada para obtener un espesor uniforme.	Medir espesores de película seca de cada capa, delimitar las áreas que no cumplan lo estipulado y realizar las correcciones debidas.
Debe presentar el grado de limpieza especificado en 8.6.2, con el perfil de anclaje	Se tiene que verificar continuamente el	Las reparaciones deber realizarse con el mismo material de recubrimiento, ó algún otro

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 25 DE 46</b>

Antes de la aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
<p>recomendado para el tipo de primario o sistema de recubrimiento por aplicar.</p> <p>Las condiciones ambientales deben ser de preferencia; cálidas (21 °C), humedad relativa entre 50 y 60 % y sin viento.</p> <p>Se debe contar con un compresor para asegurar el volumen de aire seco y libre de aceite.</p> <p>El equipo de aspersión debe ser de tipo industrial o airless.</p> <p>Los materiales de recubrimiento deben presentarse cerrados, con contenido claramente identificado y no haber excedido el tiempo de vida útil.</p>	<p>espesor de película húmeda.</p>	<p>producto cuya compatibilidad y características protectoras contra la corrosión soporten su uso.</p> <p>Realizar la prueba de detección de defectos de acuerdo a lo especificado en la tabla 8.6.2.</p>

## Tabla 8.7 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE ELASTÓMERO DE POLIURETANO.

TABLA 8.7.1. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA EL SUMINISTRO.

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Primario orgánico rico en cinc base poliuretano</b>		
VOC	191 g/l máximo	ASTM D 3960 ó equivalente
% sólidos en volumen (mezcla)	80 ± 2	ASTM D 1644 ó equivalente
Densidad (mezcla) g/cm <sup>3</sup>	2.7 a 2.8	ASTM D 1475 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	20-30 minutos	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	24 horas (máximo)	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	2 – 72 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Espesor de película seca	63.5 – 76.2 µm (2.5 – 3 mils)	ASTM G12 ó equivalente
<b>Enlace elastómero de poliuretano</b>		
VOC	210 g/l máximo	ASTM D 3960 ó equivalente
% sólidos en volumen (mezcla)	80 %	ASTM D 1644 ó equivalente
Viscosidad LV-3 V = 6 RPM	6500 – 9000 cps @ 25 °C	ASTM D 2196 ó equivalente
Densidad, g/cm <sup>3</sup>	Parte "A" 1.073 ± 0.02      Parte "B" 1.170 ± 0.02	ASTM D 1475 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	40 ± 10 min.	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	7 días	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo para recubrir	24 horas a 7 días	ASTM D 1640 ó equivalente
Espesor de película seca	203.2 - 254 µm (8 – 10 mils)	ASTM G12 ó equivalente
Finura Hegman	≥ 6.0	ASTM D 1210 ó equivalente
<b>Acabado Poliéster Poliuretano</b>		
VOC	238.4 g/l máximo	ASTM D 3960 ó equivalente
% sólidos en volumen (mezcla)	80 %	ASTM D 1644 ó equivalente
Viscosidad	1450 – 2600 cps	ASTM D 2196 ó equivalente
Densidad (mezcla), g/cm <sup>3</sup>	1.49 – 1.52	ASTM D 1475 ó equivalente
Secado al tacto	40±10 min.	ASTM D 1640 ó equivalente
Secado duro	24 horas	ASTM D 1640 ó equivalente
Espesor de película seca	127 µm ± 25.4 µm (5 ± 1 mils)	ASTM G12 ó equivalente
Brillo a 60°	88 - 93	ASTM D 523 ó equivalente
Finura Hegman	≥ 6.0	ASTM D 1210 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 26 DE 46</b>

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Pruebas de comportamiento en laboratorio del sistema completo</b>		
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Cámara de niebla salina	1,500 horas mínimo Grado 9 – 10	ASTM B 117 ó equivalente ASTM D 1654 ó equivalente
Cámara de humedad	1,500 horas (mínimo) Sin ampollamiento cuarteaduras u óxido.	ASTM D2247 ó equivalente
Intemperismo acelerado	1,500 h (mínimo) superficie talqueada, sin cuarteaduras o quiebres	ASTM G153 ó equivalente

**TABLA 8.7.2. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Preparación superficial	Limpieza con ráfaga, acabado cercano a metal blanco	NACE No. 2/SSPC-SP10 ó equivalente
Perfil de anclaje	63.5 – 83.8 µm (2.5 – 3.3 mils)	ASTM D 4417 ó equivalente
Espesor de película	Húmedo: 63.5 – 88.9 µm (2.5 – 3.5 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente
Primario orgánico rico en cinc base poliuretano	Total seco: 50.8 – 76.2 µm (2 – 3 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
Enlace elastómero de poliuretano	Húmedo: 355.6 – 381 µm (14 – 15 mils) por capa Seco: 228.6 – 254 µm (9 – 10 mils) por capa Total: 482.6 ± 25.4µm (19 ± 1 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente
Acabado Poliéster Poliuretano	Húmedo: 63.5 – 88.9 µm (2.5 – 3.5 mils) Total seco: 50.8 – 76.2 µm (2 – 3 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente ASTM D 1186 ó equivalente
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Espesor de película seca (sistema)	635 ± 50.8 µm (25 ± 2 mils)	ASTM G 12 ó equivalente
Detección de defectos	$\sqrt{E} \times 1250 = \pm 20\%$ Volts	NACE RP0274 ó equivalente

**TABLA 8.7.3C. REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Antes de aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
El número de componentes debe ser: 2 de primario, 2 de enlace y 2 de acabado	La humedad relativa: máxima de aplicación debe ser 80%	Se deba realizar una inspección visual
Verificar la vigencia y fecha de caducidad	La temperatura de aplicación del metal: debe estar entre 20 y 80 °C	La detección de defectos se debe realizar de acuerdo a la tabla 8.7.2.
Debe cumplir los requerimientos especificados en la tablas 8.7.1.	El no de capas deben ser: Primario 1 de 63.5 µm (2.5 mils) Enlace 2 de 254 µm c/u (10 mils c/u) Acabado 1 de 63.5 µm (2.5 mils)	El espesor de película seca debe estar de acuerdo con lo especificado en la tabla 8.7.2, dependiendo del recubrimiento a aplicar.
La preparación superficial debe ser NACE No. 2/SSPC-SP10 limpieza con ráfaga acabado cercano a metal blanco ó equivalente.	El equipo de aplicación debe ser de acuerdo a: Primario y Acabado – Equipo convencional ó equipo airless relación 30:1 boquilla 619	Las reparaciones deber realizarse con el mismo material de recubrimiento, ó algún otro producto cuya compatibilidad y características protectoras contra la corrosión soporten su uso.
La superficie del tubo debe estar seca previo a la aplicación del recubrimiento	Enlace – Equipo airless relación 30:1 boquilla 535.	
Se debe inspeccionar visualmente la superficie	Se debe verificar el espesor de película húmeda con equipo Nordson.	
No se debe aplicar el sistema de recubrimiento sobre superficies húmedas o heladas ó contaminadas.		

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 27 DE 46</b>

**Tabla 8.8 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE POLIURETANO (MEDIAS CAÑAS).**

**TABLA 8.8.1. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA EL SUMINISTRO.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Adhesivo epóxico poliamínico</b>		
VOC	10 g/l	ASTM D 3960 ó equivalente
% sólidos en volumen	99 %	ASTM D 5201 ó equivalente
Densidad	1.06 ± 0.2 g/cm <sup>3</sup> (mínimo)	ASTM D 1475 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	1.3 – 3 horas @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	48 horas @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
<b>Media caña premoldeada de elastómero de poliuretano</b>		
Espesor de media caña	9.6 ± 1 mm (3/8 ")	ASTM D 3960 ó equivalente
Dureza Shore "D"	40 – 70	ASTM D 2240 ó equivalente
<b>Pruebas de comportamiento en laboratorio del sistema completo</b>		
Alargamiento a la ruptura	300 % (mínimo)	ASTM D 471 ó equivalente
Rasgado,	30 kg/cm <sup>2</sup> (mínimo)	ASTM D 470 ó equivalente
Resistencia a la tensión,	300 kg/cm <sup>2</sup> (mínimo)	ASTM D 471 ó equivalente
Cámara de niebla salina	1,500 horas (mínimo)	ASTM B 117 ó equivalente
	Grado 9 – 10	ASTM D 610 ó equivalente
Intemperismo acelerado	1,500 horas (mínimo)	ASTM G 153 ó equivalente

**TABLA 8.8.2. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Preparación de superficie	Limpieza con ráfaga, acabado a metal blanco	NACE No. 1/SSPC-SP5 ó equivalente
Perfil de anclaje	50.8 a 101.6 µm (2 a 4 mils)	ASTM D 4417 ó equivalente
Espesor seco de película (adhesivo)	1.0 mm ( 40 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
Espesor de media caña	9.6 ± 1 mm (3/8 ")	ASTM D 1186 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	30 – 40 minutos @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	20 – 24 horas @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Detección de defectos	$\sqrt{e} \times 1250 = \pm 20\%$ Volts	NACE RP0274 ó equivalente

**TABLA 8.8.3. REQUERIMIENTO DE INSPECCIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Antes de aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
Durante la recepción se debe verificar el número de lotes, cantidad y estado del sistema genérico ducto-soporte para instalar.	Se debe aplicar manualmente adhesivo al interior de la media caña, a la tubería en punto de apoyo y a la zona de contacto ducto-abrazadera.	Se debe realizar inspección visual y revisión del montaje técnico.
Debe cumplir los requerimientos especificados en la tabla 8.8.1.	Se debe colocar la media caña en el punto de apoyo y en la zona de contacto ducto-abrazadera.	Se debe rehabilitar la mocheta
Retirar la abrazadera metálica de sujeción a la tubería, levantamiento de tubería o demolición de mocheta.	Se debe realizar el amarre de las medias cañas mediante un fleje y/o alambre recocado.	Se debe regresar la tubería a su posición normal.
La preparación de superficie debe ser grado SSPC-SP5/NACE #1 ó equivalente y perfil de anclaje de 50.8 – 101.6 µm (2 – 4 mils).	Se debe retirar el fleje ó amarre 8 horas después del montaje.	Se debe aplicar el recubrimiento de acabado de poliuretano sobre la zona de contacto soporte en color especificado.
Los defectos de la superficie metálica como astillas, costras ó rebabas, deben ser removidos.		

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 28 DE 46</b>

Antes de aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
No se debe aplicar el recubrimiento sobre superficies húmedas, heladas ó contaminadas.		

### Tabla 8.9 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE POLIETILENO HULE BUTÍLICO.

TABLA 8.9.1. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA EL SUMINISTRO.

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Primario</b>		
VOC	0 a 420 g/l	ASTM D 3960 ó equivalente
% sólidos en volumen	> 20%	ASTM D 5201 ó equivalente
Espesor de capa húmeda	50.8 a 101.6 µm (2 a 4 mils)	ASTM D 1000 ó equivalente
Punto de flasheo	-12 °C Mínimo	ASTM D 1310 ó equivalente
<b>Cinta</b>		
Espesor de recubrimiento	1524 µm (60 mils) mínimo	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia a la tensión	52 a 88 N/10-mm-ancho (30 a 50 lb/pulg.-ancho)	ASTM D 1000 ó equivalente
Elongación hasta ruptura	100 a 400%	ASTM D 1000 ó equivalente
Adherencia en acero primado	21.9 N/10-mm-ancho (200 oz/pulg.-ancho) promedio	AWWA C-214 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	18,000 a 22,000 V/mm (450 a 550 V/mil)	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia aislante	450,000 a 550,000 Megohms	ASTM D 257 ó equivalente
Resistencia al impacto		
Caída de peso	3.4 J (30 pulg. lb) mínimo	ASTM G 14 ó equivalente
Resistividad volumétrica	6.0 x 10 <sup>15</sup> Ω-cm promedio	ASTM D 257 ó equivalente
Adherencia en acero primado	21.9 N/10-mm-ancho (200 oz/pulg.-ancho) promedio	AWWA C-214 ó equivalente
Cámara de niebla salina	1,500 horas (mínimo)	ASTM B 117 ó equivalente
	Grado 9 – 10	ASTM D 1654 ó equivalente
Intemperismo acelerado	1500 h (mínimo) sin cuarteaduras o quiebres	ASTM G 153 ó equivalente

TABLA 8.9.2. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA LA APLICACIÓN.

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Preparación de superficie	Limpieza con ráfaga, acabado grado comercial	NACE No. 3/SSPC-SP6 ó equivalente
Perfil de anclaje	63.5 – 83.8 µm (2.5 – 3.3 mils)	ASTM D 4417 ó equivalente
Espesor de capa húmeda (primario)	50.8 a 101.6 µm (2 a 4 mils) promedio	ASTM D 1000 ó equivalente
Espesor de recubrimiento (cinta)	60 mils mínimo	ASTM D 1000 ó equivalente
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Detección de defectos	$\sqrt{e} \times 1250 = \pm 20\%$ Volts	NACE RP-0274 ó equivalente

TABLA 8.9.3. REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN PARA LA APLICACIÓN.

Antes de aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
Verificar que el nombre del producto y tipo, sea lo solicitado.	Se deben cumplir los requerimientos mínimos de limpieza. En caso de limpieza con chorro de arena, esta debe cumplir con los requerimientos de calidad, granulometría y limpieza que exige la norma (mínimo SSPC SP-6 ó equivalente).	Verificar visualmente que el recubrimiento quede terso, liso, sin arrugas ni ampollas.
Verificar que la cantidad sea la solicitada y que estén completos todos los componentes.		El recubrimiento debe quedar homogéneo e igual a lo largo de la línea.
Verificar que todos los materiales provengan del mismo fabricante y estén perfectamente	Los procedimientos de aplicación deben	El traslape debe ser de acuerdo con la recomendación del fabricante, o del usuario,

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 29 DE 46</b>

Antes de aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
<p>identificados con nombre y logotipo en el empaque.</p> <p>Debe cumplir los requerimientos especificados en la tabla 8.9.1.</p> <p>Verificar que las especificaciones del material concuerden con las especificaciones del material solicitado, en lo que se refiere a ancho, espesor, no. de componentes, tamaño de rollos, tamaño de centro de rollos, etc.</p> <p>Las especificaciones de aplicación deben contener un manual donde se indique paso por paso todo el procedimiento de aplicación.</p> <p>Se debe almacenar el producto en un lugar cerrado, que la temperatura se encuentre entre -12 y 66°C y las condiciones de humedad y ventilación cumplan con las instrucciones del fabricante; en el caso de las cintas, éstas deberán almacenarse a no más de 1.7 m de altura y no deberán asentarse sobre el costado, evitando con ello que se peguen.</p> <p>Debe existir un manual impreso donde se establezcan los puntos sujetos a inspección para la recepción de la tubería recubierta y acorde a lo indicado en esta norma.</p> <p>Verificar las condiciones de la tubería tales como: Diámetro, longitud, redondez, espesor de pared, condiciones generales.</p> <p>La limpieza: debe ser mínimo SSPC SP-6 acabado grado comercial ó equivalente.</p> <p>Las soldaduras deben ser homogéneas, tersas, bajas y completas.</p> <p>No se requiere perfil de anclaje; pero en caso de limpieza con ráfaga, este debe ser de 25.4 a 63.5 µm (1 a 2.5 mils).</p>	<p>apegarse estrictamente a las instrucciones del fabricante plasmadas en el manual y acordes a lo indicado en esta norma.</p> <p>Todos los componentes del sistema de recubrimiento deben provenir del mismo fabricante, ya que los elementos son complementarios.</p> <p>Las condiciones ambientales deben encontrarse dentro de los parámetros normales en lo que se refiere a humedad, temperatura, vientos, vapores nocivos y contaminación.</p> <p>La temperatura del tubo y de la cinta deben estar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante como mínimo 3°C por encima del punto de rocío.</p> <p>En caso necesario el enfriamiento de la tubería debe realizarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante en cuanto a tiempos y temperaturas.</p> <p>Tanto la maquinaria como el equipo deben ser acorde a lo indicado en los procedimientos de aplicación y encontrarse en condiciones de operación.</p> <p>La tensión de aplicación debe ser la necesaria para producir una reducción en el ancho de la cinta del 1% como mínimo.</p> <p>Se requiere que los supervisores dispongan de instrumentos de medición para verificar espesor de capa húmeda y seca, adherencia y detección de defectos, y que éstos se encuentren calibrados.</p>	<p>pero en ningún caso inferior a ¾"</p> <p>La detección de defectos y adherencia deben realizarse de acuerdo a lo especificado en la tabla 8.9.2.</p> <p>Se debe vigilar que las uniones se integren al resto de la tubería.</p> <p>El manejo de tubería nueva debe realizarse con cuidados extremos para evitar daños a la tubería recubierta, para ello se deberán utilizar los elementos necesarios. El ancho de las eslingas deberá ser de, por lo menos, el diámetro de la tubería.</p> <p>Las soldaduras deben hacerse en los recortes que para tal efecto se dejan en los tubos y protegiendo el recubrimiento con alguna pantalla para evitar se quemé este.</p>

## Tabla 8.10 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE CERAS MICROCRISTALINAS DE PETRÓLEO.

TABLA 8.10.1. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA EL SUMINISTRO.

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
	<b>Primario</b>	
VOC	3.4% máximo	ASTM D 2369 ó equivalente
% sólidos en volumen	100 %	ASTM D 5201 ó equivalente
Penetración de cono a 25 °C	74 a 224	ASTM D 937 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	4 V/µm (100 V/mil) mínimo	ASTM D 149 ó equivalente
Espesor de película	254 µm máximo (10 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 30 DE 46</b>

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Cinta</b>		
VOC	1.7 g/l máximo	ASTM D 2369 ó equivalente
% sólidos en volumen	95 %	ASTM D 5201 ó equivalente
Espesor	1,016 µm (40 mils) mínimo	ASTM D 1000 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	6.7 V/µm (170 V/mil) mínimo	ASTM D 149 ó equivalente
<b>Pruebas de comportamiento en laboratorio del sistema completo</b>		
Penetración de cono a 25 °C	160 a 290	ASTM D 937 ó equivalente
Punto de flasheo	93 °C mínimo	ASTM D 92 ó equivalente
Resistencia dieléctrica	4 V/µm (100 V/mil)	ASTM D 149 ó equivalente
Adsorción de agua	0.2% en 24 h	ASTM D 570 ó equivalente
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Resistencia al impacto	0.16 kg-m (mínimo)	ASTM G 14 ó equivalente
Intemperismo acelerado	2,000 h a 25 °C sin cuarteaduras o quiebres	ASTM G 153 ó equivalente
Cámara de niebla salina	1,500 h (mínimo) Grado 9 – 10	ASTM B 117 ó equivalente ASTM D 1654 ó equivalente

**TABLA 8.10.2. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Preparación de superficie	Limpieza química y manual	SSPC-SP1 y SSPC-SP2 ó equivalentes
Perfil de anclaje	No aplica	NACE RP0375 ó equivalente
Espesor de película (primario)	317.5 ± 25.4 µm (12.5 ± 2.5 mils)	ASTM D 4414 ó equivalente
Espesor cinta	1,016 µm (40 mils) mínimo	ASTM D 1000 ó equivalente
Espesor total del sistema	1,270 a 1,770 µm (50 a 70 mils)	ASTM G12 ó equivalente
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Detección de defectos	$\sqrt{e} \times 1250 = \pm 20\%$ Volts	NACE RP0274 ó equivalente

**TABLA 8.10.3.- REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Antes de aplicar.	Durante la aplicación.	Después de aplicar.
Se debe verificar que en el interior de las latas de primario no exista agua ni polvo	Limpieza la superficie metálica conforme a lo especificado en el procedimiento de preparación de superficies SSPC-SP 2 ó equivalente. Si la superficie está mojada, quitar el exceso de agua con un trapo (o similar).	Realizar pruebas de detección de defectos y adherencia de acuerdo a la tabla 8.10.2.
Verificar la existencia y cantidad necesaria de primario, así como de cinta anticorrosiva.	Efectuar inspección visual para ver puntos en donde se considere que aún se pueda eliminar alguno de los elementos arriba indicados.	Mantener cerradas las latas después de ser utilizadas solo si contienen primario y cerrados los rollos sobrantes de cinta anticorrosiva para evitar contaminación.
Verificar que los materiales no se encuentren contaminados con polvo, arena, agua y cualquier otra sustancia extraña.	Si se considera necesario, repetir la limpieza.	Los desechos de los materiales antes mencionados podrán verterse en un basurero común, ya que no son biodegradables y no causan ningún daño al medio ambiente y al usuario o aplicador.
No estibar mas de 20 camas en latas de primario y no mas de 10 camas en cajas de cinta de cera.	Aplicar manualmente una capa fina y transparente (ver tabla 8.10.2) de primario en toda la superficie metálica a proteger. El exceso de aplicación de primario no afecta el rendimiento del recubrimiento en su conjunto.	
Debe cumplir los requerimientos especificados en la tabla 8.10.1.		
Verificar que el ancho de los rollos de la cinta anticorrosiva sea el indicado para el diámetro de la tubería a recubrir.	Efectuar inspección visual para asegurar que no existen superficies sin aplicación de primario. Si éste fuere el caso, proteger los huecos con primario adicional. Poner especial énfasis en la "panza" del tubo. El primario no requiere de tiempo de curado ó secado.	
Durante su almacenaje, todos los materiales se deben conservar en un lugar fresco y seco, evitando todo contacto directo con los rayos solares y el calor excesivo.		

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 31 DE 46</b>

Antes de aplicar.	Durante la aplicación.	Después de aplicar.
-------------------	------------------------	---------------------

Es importante no aplicar ninguno de los sistemas anticorrosivos si no se cuenta con todos y cada uno de los materiales que los conforman.

Efectuar inspección visual para asegurar que no existen superficies sin aplicación de cinta. Si éste fuere el caso, proteger los huecos con "pedazos" de otro rollo del mismo material. Poner especial énfasis en la "panza" del tubo. La cinta para protección mecánica no requiere de tiempo de curado o secado.

Si se considera necesario, aplicar cinta adicional en los sitios en donde la inspección visual indique falta de cinta. La cinta no requiere de tiempo de curado o secado.

Aplicar la protección anticorrosiva en forma de cinta alrededor del tubo y en forma espiral con un traslape mínimo de 1 pulg. (2.5 cm).

En caso de existir recubrimiento anterior, se deberá efectuar un traslape con éste de al menos 1 pie, para diámetros de hasta 10"; de 2 pies, hasta 20"; y de 3 pies, en diámetros mayores.

La cinta anticorrosiva no requiere de tiempo de curado o secado.

Pasar la palma de la mano en los traslapes para "suavizar" éstos, tratando de "expulsar" el aire que pudiera quedar atrapado en los mismos. Al terminar la aplicación de un rollo en su totalidad, traslapar el siguiente con el inmediato anterior en al menos 4 pulg. (10 cm.).

Repetir esta operación hasta proteger la superficie en su totalidad y, en caso necesario, lograr el traslape con el recubrimiento anterior, tal y como se anotó anteriormente, si éste fuera el caso.

**Tabla 8.11 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE CEMENTO EPÓXICO POLIAMÍNICO + ACABADO DE POLIURETANO.**

**TABLA 8.11.1. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA EL SUMINISTRO.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
	<b>Cemento epóxico poliamínico</b>	
VOC	315 g/l (máximo)	ASTM D 3960 ó equivalente
Densidad (mezcla)	0.900 - 1.69 g/cm <sup>3</sup>	ASTM D 1475 ó equivalente
% sólidos en peso (mezcla)	85 % (mínimo)	ASTM D 5201 ó equivalente
Viscosidad de mezcla	7500 – 4000 cps @ 25 °C	ASTM D 2196 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	4 horas máximo @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	24 horas máximo @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
	<b>Acabado</b>	
Densidad	1.0 a 1.5 g/cm <sup>3</sup> (según color)	ASTM D 1475 ó equivalente
% de Sólidos volumen	48.5 % ± 3 (según color)	ASTM D 5201 ó equivalente
Viscosidad de mezcla	250 - 400 cps	ASTM D 2196 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 32 DE 46</b>

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Espesor de película seca	50.8 – 76.2 $\mu\text{m}$ (2 – 3 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
<b>Pruebas de comportamiento en laboratorio del sistema completo</b>		
Dureza Barcol	70 puntos (mínimo)	ASTM 2240 ó equivalente
Espesor total del sistema	266.5 $\mu\text{m}$ (8 mils) seco + 50.8-76.2 $\mu\text{m}$ (2-3 mils) acabado poliuretano	ASTM D 1186 ó equivalente
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Cámara de niebla salina	1,500 horas (mínimo) Grado 9 – 10	ASTM B 117 ó equivalente ASTM D 1654 ó equivalente
Intemperismo acelerado	1,500 horas (mínimo) No debe presentar caleo, sin ampollamiento, ni corrosión bajo película.	ASTM G 153 ó equivalente
Cámara de humedad	1,500 horas (mínimo) grado 10	ASTM D 2247 ó equivalente

**TABLA 8.11.2. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Preparación de superficie	Limpieza con ráfaga, acabado a metal blanco	NACE No. 1/SSPC-SP5 ó equivalente
Perfil de anclaje	50.8 a 101.6 $\mu\text{m}$ (2 a 4 mils)	ASTM D 4417 ó equivalente
Espesor de recubrimiento	Primario: 203 $\mu\text{m}$ (8 mils) seco Acabado: 50.8-76.2 $\mu\text{m}$ (2-3 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Tiempo de secado	Al tacto: 5 horas Total: 24 horas	ASTM D 1640 ó equivalente ASTM D 1640 ó equivalente
Detección de defectos	$\sqrt{e} \times 1250 = \pm 20\%$ Volts	NACE RP0274 ó equivalente

**TABLA 8.11.3. REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Antes de aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
Verificar el número de componentes: 3 (base, reactor y modificador reológico di-epóxico), 1 para el acabado de poliuretano.	La humedad relativa máxima de aplicación debe ser 95 %.	Se debe inspeccionar visualmente una vez curado el recubrimiento de los espesores secos, prueba de defectos y adherencia de acuerdo a la tabla 8.11.2.
Verificar la vigencia y fecha de caducidad: 60 meses almacenado en lugar oscuro, seco y fresco.	La temperatura de la superficie para aplicación debe estar entre -5 °C y 135 °C.	Se deben parchar las zonas que requieran recubrimiento debido a porosidades, estas deben ser claramente marcadas para su reparación manual.
Debe cumplir los requerimientos especificados en la tabla 8.11.1.	El equipo de aplicación debe ser una bomba AIRLESS 30:1 con presión de operación mínima de 3500 psi, usando boquilla de 1 mm (0.039") de abertura.	Se debe preparar la superficie a resanar mediante lijado superficial para matar el brillo e inmediatamente aplicar el producto nuevo.
La limpieza y preparación de la superficie debe ser grado SSPC-SP5/NACE #1 ó equivalente y perfil de anclaje de 50.8 – 101.6 $\mu\text{m}$ (2-4 mils).	Se debe aplicar por aspersion una capa de 203 $\mu\text{m}$ (8 mils) de espesor de película seca más 50.8 – 76.2 $\mu\text{m}$ (2 – 3 mils) de acabado de poliuretano.	Se debe repetir la prueba de detección de defectos con el detector de poros.
Todos los defectos de la superficie metálica como astillas, costras ó rebabas, deben ser removidos.	Durante la aplicación se deben utilizar goggles y mascarilla de respiración.	
La superficie metálica debe estar seca.	Se deben aplicar 2 (dos) capas con espaciamento no mayor a 24 horas.	
Realizar inspección visual sobre toda la superficie para detectar alguna falla de preparación.	En las uniones soldadas de los tubos se debe tener especial cuidado ya que por su protuberancia el espesor del recubrimiento podría quedar delgado. Se debe hacer una aplicación adicional al tubo, sobre éstas.	

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 33 DE 46</b>

Antes de aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
	<p>Una vez hecha la mezcla de los componentes del sistema debe considerar su maniobrabilidad de 35 a 45 minutos a 30 °C.</p> <p>Debe cuidar que el sistema de recubrimiento no se contamine con factores externos al mismo durante la aplicación.</p> <p>Los traslapes con recubrimientos existentes deben ser de 50.8 mm (2 ") o mayores.</p> <p>La aplicación del acabado sobre el cemento epóxico poliamínico se debe realizar después de 24 horas de curado.</p>	

**Tabla 8.12 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE FIBRA DE VIDRIO REFORZADA (MEDIAS CAÑAS).**

**TABLA 8.12.1. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA EL SUMINISTRO.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Adhesivo epóxico poliamínico</b>		
VOC	10 g/l	ASTM D 3960 ó equivalente
% sólidos en volumen	99 %	ASTM D 5201 ó equivalente
Densidad	1.06 g/cm <sup>3</sup> (mínimo)	ASTM D 1475 ó equivalente
Dureza Shore "D"	91	ASTM D 2240 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	30 – 40 minutos @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	20 – 24 horas @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
<b>Media caña premoldeada de fibra de vidrio reforzada</b>		
% sólidos en volumen	100 %	ASTM D 5201 ó equivalente
Espesor de media caña	6.35 ± 0.5 mm (1/4 ")	ASTM D 3960 ó equivalente
Dureza Shore "D"	75 (mínimo)	ASTM D 2240 ó equivalente
Densidad	1.736 g/cm <sup>3</sup> (máximo)	ASTM D 792 ó equivalente
<b>Pruebas de comportamiento en laboratorio del sistema completo</b>		
Alargamiento a la ruptura	1 %	ASTM D 471 ó equivalente
Resistencia a la flexión, kg/cm <sup>2</sup>	74.60	ASTM D 471 ó equivalente
Resistencia a la tensión, kg/cm <sup>2</sup>	688.28	ASTM D 471 ó equivalente
Cámara de niebla salina	1,500 horas (mínimo)	ASTM B 117 ó equivalente
	Grado 9 – 10	ASTM D 610 ó equivalente
Intemperismo acelerado	1,500 horas (mínimo)	ASTM G 153 ó equivalente

**TABLA 8.12.2. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Preparación de superficie	Limpieza con ráfaga, acabado a metal blanco	NACE No. 1/SSPC-SP5 ó equivalente
Perfil de anclaje	50.8 a 101.6 µm (2 a 4 mils)	ASTM D 4417 ó equivalente
Espesor seco de película (adhesivo)	1.0 mm ( 40 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
Espesor de media caña	6.35 ± 0.5 mm (250 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
Tiempo de secado al tacto	120 – 240 minutos @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Tiempo de secado duro	20 – 24 horas @ 25 °C	ASTM D 1640 ó equivalente
Detección de defectos	$\sqrt{e} \times 1250 = \pm 20\%$ Volts	NACE RP0274 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 34 DE 46</b>

**TABLA 8.12.3. REQUERIMIENTO DE INSPECCIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Antes de aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
<p>Durante la recepción se debe verificar el número de lotes, cantidad y estado del sistema genérico ducto-soporte para instalar.</p> <p>Retirar la abrazadera metálica de sujeción a la tubería, levantamiento de tubería o demolición de mocheta.</p> <p>La preparación de superficie debe ser grado SSPC-SP5/NACE #1 ó equivalente y perfil de anclaje de 50.8 – 76.2 µm (2 – 3 mils).</p> <p>Debe cumplir los requerimientos especificados en la tabla 8.12.1.</p> <p>Los defectos de la superficie metálica como astillas, costras ó rebabas, deben ser removidos.</p> <p>No se debe aplicar el recubrimiento sobre superficies húmedas, heladas ó contaminadas.</p>	<p>Se debe aplicar manualmente adhesivo al interior de la media caña, a la tubería en punto de apoyo y a la zona de contacto ducto-abrazadera.</p> <p>Se debe colocar la media caña en el punto de apoyo y en la zona de contacto ducto-abrazadera.</p> <p>Se debe realizar el amarre de las medias cañas mediante un fleje y/o alambre recocado.</p> <p>Se debe retirar el fleje ó amarre 8 horas después del montaje.</p>	<p>Se debe realizar inspección visual y revisión del montaje técnico.</p> <p>Se deben inspeccionar los defectos de acuerdo a 8.12.2.</p> <p>Se debe rehabilitar la mocheta</p> <p>Se debe regresar la tubería a su posición normal.</p> <p>Se debe aplicar el recubrimiento de acabado de poliuretano sobre la zona de contacto soporte en color especificado.</p>

**Tabla 8.13 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO PARA GALVANIZADO EN FRÍO.**

**TABLA 8.13.1. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA EL SUMINISTRO.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Aglutinante orgánico éster epóxico</b>		
Volátiles totales	14.16 % masa	ASTM D 2369 ó equivalente
VOC	385 g/l	ASTM D 3960 ó equivalente
% sólidos	86% peso	ASTM D 2369 ó equivalentes
	52% volumen	ASTM D 5201 ó equivalente
Contenido de cinc metálico	95 % en peso en película seca	ASTM D 520 ó equivalente
<b>Pruebas de comportamiento en laboratorio del sistema completo</b>		
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Cámara de niebla salina	1,500 horas (Tiempo proporcional a espesor)	ASTM B 117 ó equivalente
	Grado 9 – 10	ASTM D 1654 ó equivalente
Prueba Prohesion	1,500 horas (Tiempo proporcional a espesor)	ASTM D 5894 ó equivalente

**TABLA 8.13.2. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Preparación de superficie	Limpieza con chorro de abrasivo, acabado comercial	NACE No. 3/SSPC-SP6 ó equivalentes
Perfil de anclaje	25 – 38 µm (1 – 1.3 mils)	ASTM D 4417 ó equivalente
Espesor de película	Húmedo: 127 µm (5 mils) por capa	ASTM D 4414 ó equivalente
	Seco: 38 µm (1.5 mils) por capa	ASTM D 1186 ó equivalente
Espesor total recomendado	152.4 µm (6 mils)	ASTM D 1186 ó equivalente
Adherencia	5A (0 % área desprendida)	ASTM D 3359 ó equivalente
Detección del punto más delgado	76 µm (3 mils) mínimo	ASTM A 239 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 35 DE 46</b>

**TABLA 8.13.3. REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Antes de aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
<p>Verificar el número de componentes: 1.</p> <p>Verificar la vigencia y fecha de caducidad: 3 años.</p> <p>Eliminar grasa y aceite de la superficie de acuerdo a SSPC-SP1 (Limpieza con solvente) ó equivalente.</p> <p>Debe cumplir los requerimientos especificados en la tabla 8.13.1.</p> <p>En caso de óxido en escamas en la superficie se debe limpiar de acuerdo a SSPC-SP11 (Limpieza mecánica hasta metal desnudo) ó equivalente.</p> <p>En caso de presencia de cascarilla de laminación y/o pintura en la superficie se debe limpiar a acabado comercial SSPC-SP6 (Limpieza con abrasivo a grado comercial) ó equivalente.</p> <p>En caso de presencia y contacto constante con agua (servicio en inmersión) se debe limpiar de acuerdo a SSPC-SP10 ó equivalente.</p>	<p>No se debe aplicar si la humedad relativa excede el 85%.</p> <p>Antes de aplicar, revolver vigorosamente el contenido de la lata o agitar (en caso de aerosol) para que el producto se mezcle de manera homogénea.</p> <p>Aplicar a brocha, pistola convencional, olla de presión o equipo airless en capas delgadas, dando tiempo (de 5 a 10 minutos), entre capa y capa, a la evaporación total del solvente.</p> <p>Medir espesores en húmedo.</p>	<p>Realizar la inspección visual y pruebas de adherencia y punto más delgado de acuerdo a 8.13.2 para asegurarse que toda la superficie ha sido recubierta y que cuenta con una apariencia uniforme.</p> <p>Medir en seco los espesores de capa, señalar las áreas de espesor bajo y, finalizado el curado (al menos 12 horas), aplicar sobre ellas una nueva capa.</p> <p>Una vez curado el recubrimiento, comprobar con un probador o multímetro (en el modo de continuidad) si hay conductividad a lo largo del recubrimiento. En caso contrario, repetir la aplicación, porque el cinc del recubrimiento no quedó eléctricamente bien unido entre sí ni logró buen contacto eléctrico con la superficie. Ambas cosas necesarias para proveer la protección galvánica.</p> <p>Para la aplicación de acabado sobre el orgánico, esta se realizará después de 24 horas de curado, y únicamente se pueden aplicar recubrimientos como: epóxicos, poliuretanos, acrílicos, hules clorados y vinílicas.</p> <p>No debe utilizarse pinturas alquídicas ó lacas como acabado.</p>

**Tabla 8.14 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE METALIZADO DE ALEACIÓN DE CINC Y ALUMINIO (85%Zn,15%Al).**

**TABLA 8.14.1. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA EL SUMINISTRO.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
<b>Pruebas de comportamiento en laboratorio del sistema completo</b>		
Composición del alambre de aleación	85 %Zn (cinc)- 15%Al (aluminio)	BS EN 22063 ó equivalente
Adherencia	Sin desprendimiento	BS EN 22063 ó equivalente
Cámara de niebla salina	1,500 h (Tiempo proporcional a espesor) Grado 10	ASTM B 117 ó equivalente ASTM D 610 ó equivalente
Prueba Prohesion	1,500 h (Tiempo proporcional a espesor)	ASTM D 5894 ó equivalente

**TABLA 8.14.2. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Preparación de superficie	Limpieza con ráfaga, acabado a metal blanco	NACE No. 1/SSPC-SP5 ó equivalente
Perfil de anclaje	25.4 – 50.8 µm (1 a 2 mils)	ASTM D 4417 ó equivalente
Espesor de recubrimiento	Recubrimiento metálico: 76.2 µm a 152.4µm (3 a 6 mils) Sellador: 25 µm (1 mil)	BS EN 22063 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 36 DE 46</b>

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Adherencia	Sin desprendimiento	BS EN 22063 ó equivalente
Detección del punto más delgado	75. µm (3 mils)	ASTM A 239 ó equivalente

**TABLA 8.14.3. REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Antes de la aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
<p>La superficie debe limpiarse completamente con chorro de abrasivo hasta metal blanco (SSPC-SP5).</p> <p>El abrasivo a emplear debe ser filoso, estar limpio y seco, y tener un tamaño de partícula comprendido entre 0.5mm y 1.5 mm.</p> <p>Debe cumplir los requerimientos especificados en la tabla 8.14.1.</p> <p>Inmediatamente antes de rociar el metal fundido, la superficie debe estar seca y libre de polvo, grasa, óxido, pintura, cascarilla, sales etc.</p> <p>El rociado de metal fundido tiene que hacerse antes de 4 horas, tras la limpieza con abrasivo, y la temperatura de la superficie a rociar debe ser más de 3°C superior al punto de rocío.</p>	<p>El alambre de la aleación ( 85%Zn-15%Al) debe estar integrado por cinc , al menos 99.99% puro (ISO 752) y aluminio, al menos 99.7% puro (ISO 115).</p> <p>El espesor de recubrimiento (Ver tabla 8.14.2) debe alcanzarse mediante sucesivas pasadas perpendiculares que se traslapen unas a otras.</p> <p>El espesor de recubrimiento se debe medir tras cada serie de pasadas, hasta alcanzar el espesor final.</p>	<p>Hacer inspección visual y pruebas de adherencia y punto más delgado de acuerdo a 8.14.2 para asegurarse que toda la superficie ha sido recubierta y que cuenta con una apariencia uniforme.</p> <p>Hacer medición de espesores. Sacar por lo menos el promedio de 5 mediciones, tomadas dentro de un área de 10 cm<sup>2</sup>, por cada 20 m<sup>2</sup> de área recubierta.</p> <p>Si el espesor promedio es inferior al deseado, hacer otro rociado y volver a medir. Repetir en caso necesario.</p> <p>Inmediatamente después de aplicar la capa metálica, proceder a sellar los poros del recubrimiento con recubrimientos vinílicos, lacas o pinturas (BS 5493) a la temperatura de trabajo de la pieza. En caso de ser recubrimientos pigmentados, el tamaño de partícula del pigmento debe ser d una finura de 5 de acuerdo a ASTM D1210.</p> <p>Una vez sellado, el recubrimiento metalizado debe recibir un sistema de pinturas compatibles con cinc y aluminio, ya sea para aumentar la duración del recubrimiento en un ambiente determinado o por simple necesidad de color.</p>

**Tabla 8.15 SISTEMA DE RECUBRIMIENTO DE GALVANIZADO DE CINCO POR INMERSIÓN EN CALIENTE.**

**TABLA 8.15.1. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA EL SUMINISTRO.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
	<b>Componentes</b>	
Porcentaje máximo de impurezas permisibles en el baño de cinc	1.5 % (diferentes del hierro y estaño)	ISO 752 ó equivalente
Composición del baño fundido de cinc	Presencia de cinc no menor a 98 % en peso Presencia de abrillantadores no mayor a 0.02% de la masa del cinc contenido en el baño	NMX-H-074 ó equivalente
	<b>Pruebas de comportamiento en laboratorio del sistema completo</b>	
Espesor de recubrimiento	85 µm (3.3 mils) mínimo promedio para aceros de espesor 6 mm	ISO 1461 ó equivalente
Adherencia (Martillo giratorio)	Sin levantamiento	NMX-H-074 ó equivalente
Cámara de niebla salina	1,500 h (Tiempo proporcional a espesor)	NMX-H-074, ASTM 123 ó equivalente
Detección de defectos	Sin sales de flujo, grumos ó cenizas de cinc	ISO 1461 ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento</b> <b>NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 37 DE 46</b>

**TABLA 8.15.2. REQUERIMIENTOS DE ACEPTACIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Propiedad	Requerimientos físicos	Método de prueba
Preparación de superficie	Decapado ácido	ISO 1461 ó equivalente
Espesor de recubrimiento	85 µm (3.3 mils) mínimo promedio para aceros de espesor 6 mm	ISO 1461 ó equivalente
Porcentaje máximo de áreas no recubiertas	< 0.5%	ISO 1461 ó equivalente
Área máxima de superficies no recubiertas	< 10 cm <sup>2</sup>	ISO 1461 ó equivalente
Detección de defectos	Sin sales de flujo, grumos ó cenizas de cinc	ISO 1461 ó equivalente

**TABLA 8.15.3. REQUERIMIENTOS DE INSPECCIÓN PARA LA APLICACIÓN.**

Antes de la aplicación	Durante la aplicación	Después de la aplicación
<p>Verificar la composición química, forma y dimensiones del material a galvanizar (de hierro o acero) a fin de determinar si el proceso es aplicable.</p> <p>Preparar la pieza para inmersión de manera que no flote, no forme cámaras de aire al sumergirse (salvo cuando así se desee), ni tenga resquicios donde puedan almacenarse líquidos de la limpieza química.</p> <p>Debe cumplir los requerimientos especificados en la tabla 8.15.1.</p> <p>Hacer limpieza química en baños acuosos, que incluya: despintado, desengrasado, decapado ó desoxidado y fluxado.</p> <p>Hacer limpieza con abrasivo a grado comercial (NACE No. 3/SSPC-SP6), cuando la limpieza química no sea suficiente para eliminar pintura vieja y costras de óxido.</p> <p>La superficie de la pieza de hierro o acero debe estar completamente limpia antes de entrar en el zinc fundido.</p> <p>El cinc utilizado para el galvanizado (inmersión en zinc fundido) debe cumplir con alguno de los grados especificados en NMX-W-005 y NMX-H-074.</p>	<p>Monitorear la temperatura del baño.</p> <p>El volumen de metal fundido del baño no debe contener menos de 98 % de cinc en promedio.</p> <p>La temperatura del baño debe mantenerse suficientemente arriba del punto de fusión del cinc (419°C) como para que no exista riesgo de congelación del cinc durante el proceso. Normalmente : 450°C.</p> <p>La pieza debe mantenerse sumergida (como mínimo) hasta que el zinc fundido deje de agitarse y extraerse a igual o menor velocidad que la de escurrimiento del metal líquido.</p>	<p>Hacer inspección visual y prueba de detección de defectos de acuerdo a 8.15.2 a fin de determinar si el recubrimiento es continuo, suficientemente liso y uniforme. Rugosidad menor que no interfiera con el uso, así como variaciones de brillo, no deben ser causa de rechazo.</p> <p>Medir espesores de recubrimiento a fin de checar si se cumple con los estipulados por la norma NMX-H-074 para distintos tipos de piezas.</p> <p>Pequeñas fallas del recubrimiento que no superen el 0.5% del total superficial deben repararse mediante: galvanizado en frío (orgánico de cinc), aleaciones de cinc de bajo punto de fusión ó metalizado (termorrociado) de cinc.</p> <p>Para mayores detalles debe acudir a la norma NMX-H-074 titulada: Productos de Hierro y Acero Galvanizados por el proceso de Inmersión en Caliente – Especificaciones.</p>

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 38 DE 46</b>

### **8.6 De la seguridad e higiene industrial y la protección ambiental:**

**8.6.1** Para la ejecución de los trabajos de preparación y aplicación de recubrimientos anticorrosivos en las instalaciones superficiales de ductos en Petróleos Mexicanos el contratista debe atender las normas y procedimientos de Seguridad, Salud y Protección Ambiental y los reglamentos de las Subsidiarias, cumpliendo con los principios y procedimientos del centro de trabajo particular de que se trate.

**8.6.2** El contratista debe cumplir los ordenamientos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente, para prevenir la contaminación por vertimiento de desechos y otras materias.

## **9 RESPONSABILIDADES**

### **9.1 Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.**

**9.1.1** Vigilar la aplicación de esta norma de referencia, en lo que se refiere a la evaluación documental, de laboratorio y de campo de los sistemas de recubrimientos, así como el cumplimiento de los lineamientos de preparación, aplicación, inspección, seguridad, salud y protección ambiental.

### **9.2 Compañías fabricantes, prestadores de servicio e Instituciones de Investigación y de Educación Superior que presten sus servicios a Pemex, Organismos Subsidiarios y Empresas Filiales, en relación con la protección con recubrimientos.**

**9.2.1** Cumplir lo establecido en esta norma de referencia, promover el desarrollo de procedimientos, metodologías y mejores prácticas en la preparación, aplicación y evaluación de sistemas de recubrimientos.

### **9.3 Del inspector verificador ó supervisor de obra según sea el caso.**

**9.3.1** Verificar el cumplimiento del programa de actividades con el proveedor ó contratista.

**9.3.2** Verificar, vigilar y hacer cumplir los requerimientos especificados en esta norma.

**9.3.3** Llevar un registro de las condiciones ambientales diarias.

**9.3.4** En caso de requerirse, coordinar visitas conjuntas a la obra con el fabricante del recubrimiento.

**9.3.5** El supervisor debe contar con los programas, normas, reglamentos, códigos, especificaciones y procedimientos aplicables a la especialidad.

**9.3.6** El supervisor debe contar, con los equipos e instrumentos de medición de los diferentes parámetros, debidamente calibrados.

**9.3.7** El supervisor también debe contar con un programa o plan de inspección previamente elaborado con el fabricante y el contratista, que cubra todas las fases, iniciando desde la recepción y almacenaje de los productos hasta la fase final del curado.

### **9.4 Del contratista de la aplicación de los recubrimientos.**

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES  SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento  NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 39 DE 46</b>

**9.4.1** Contar con los procedimientos relacionados con las actividades de aplicación de recubrimientos cumpliendo con lo indicado en esta norma, acorde a 8.3.1.

**9.4.2** Contar con las evidencias que demuestren que los componentes del sistema de recubrimiento cumplen con las propiedades fisicoquímicas y de comportamiento indicadas en esta norma para el sistema particular de recubrimiento. Reporte de los resultados del laboratorio que realizó las pruebas acorde a lo indicado en esta norma en 8.2.1.1 inciso b).

**9.4.3** Contar con el equipo, herramientas y accesorios necesarios para realizar la aplicación del recubrimiento indicado en los procedimientos correspondientes de aplicación.

**9.4.4** Efectuar las revisiones y pruebas correspondientes a las etapas antes, durante y después de la aplicación del sistema de recubrimiento.

**9.4.5** Contar con experiencia práctica en trabajos similares de aplicación de recubrimientos en instalaciones superficiales.

**9.4.6** Efectuar la detección de defectos, identificar, registrar y reparar las zonas con falla.

**9.4.7** Elaborar informe – memoria de los trabajos que se desarrollaron en las instalaciones superficiales

**9.4.8** Efectuar los trabajos utilizando los materiales especificados en el contrato.

**9.4.9** Efectuar los trabajos de acuerdo a las características y especificaciones de los productos a aplicar especificados en esta norma.

## **9.5 Del fabricante de recubrimientos.**

**9.5.1** Realizar las pruebas de los recubrimientos en laboratorios especializados, estos resultados deben ser realizados por un laboratorio acreditado por EMA y estar actualizados.

**9.5.2** En caso necesario, proporcionar asistencia técnica al personal de Pemex y al aplicador de los trabajos cuando se utilicen sus productos.

**9.5.3** Proporcionar la hoja técnica de todos los componentes del sistema de recubrimiento anticorrosivo; especificar las temperaturas máxima y mínima de aplicación y curado, así como otras limitantes relevantes relacionadas con las condiciones de aplicación y curado.

**9.5.4** Promover la capacitación y acreditación de sus aplicadores, emitiendo cartas de validación (interna) que indiquen que los aplicadores cuentan con el conocimiento y habilidades para aplicar sus productos.

## **10 CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS**

**10.1** Concuera parcialmente con la norma ISO-12944.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES  SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento  NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 40 DE 46</b>

## 11 BIBLIOGRAFIA

- 11.1** International Standard ISO/EN 12944, Part 1-8, "Paint and Varnishes – Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems", 1998.
- 11.2** Coating and Lining Inspection Manual, SSPC Publication #91-12, revisión, Agosto 1991.
- 11.3** Corrosion Prevention by Protective Coatings. Charles G.Munger. An official NACE publication NACE International 1997.
- 11.4** DCSSI-P-AC-014: Procedimiento para la Elaboración y Actualización de Normas de Referencia en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.
- 11.5** ESPECIFICACIÓN DE PEMEX 2.411.01: Sistemas de Protección Anticorrosiva a Base de Recubrimientos.
- 11.6** ESPECIFICACIÓN DE PEMEX 3.411.01: Preparación de Superficies, Aplicación e Inspección de Recubrimientos para Protección Anticorrosiva.
- 11.7** ESPECIFICACIÓN DE PEMEX 4.411.01: Recubrimientos para Protección Anticorrosiva Requisitos de Calidad.
- 11.8** ESPECIFICACIÓN DE PEMEX 5.132.01: Recubrimientos para Protección Anticorrosiva Muestreo y Pruebas.
- 11.9** ESPECIFICACIÓN DE PEMEX CID-NOR-N-SI-001: Requisitos Mínimos de Seguridad para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento e Inspección de Ductos de Transporte (antes NO. 07.3.13).
- 11.10** Ley Federal de Metrología y Normalización.
- 11.11** ASTM D 2369: Standard Test Method for Volatile Content of Coatings, 2001.
- 11.12** ASTM D 1475: Standard Test Method for Density of Liquid Coatings, Inks, and Related Products, 1998.
- 11.13** ASTM D 5201: Standard Practice for Calculating Formation Physical Constants of Paints and Coatings, 2001.
- 11.14** ASTM D 2196: Standard Test Methods for Rheological Properties of Non-Newtonian Materials by Rotational (Brookfield) Viscometer, 1986 (Reapproved 1991).
- 11.15** ASTM D 1640: Standard Test Methods for Drying, Curing, or Film Formation of Organic Coatings at Room Temperature, 1995 (Reapproved 1999).
- 11.16** ASTM D 1186: Standard Test Methods for Nondestructive Measurement of Dry Film Thickness of Nonmagnetic Coatings Applied to a Ferrous Base, 2001.
- 11.17** ASTM D 3359: Standard Test Methods for Measuring Adhesión by Tape Test, 1995.
- 11.18** ASTM D 1654: Standard Test Method for Evaluation of Painted or Coated Specimens Subjected to Corrosive Environments, 1992 (Reapproved 2000).

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 41 DE 46</b>

**11.19** ASTM D 5894: Standard Practice for Cyclic Salt Fog/UV Exposure of Painted Metal, (Alternating Exposures in a Fog/Dry Cabinet and a UV/Condensation Cabinet), 1996.

**11.20** ASTM G 153: Standard Practice for Operating Enclosed Carbon Arc Light Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials, 2000.

**11.21** ASTM D 4414: Standard Practice for Measurement of Wet Film Thickness by Notch Gages, 1995 (Reapproved 2001).

**11.22** ASTM D 4417: Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned Steel, 1993, (Reapproved 1999).

**11.23** NACE RP0274: Standard Recommended Practice for High-Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coatings, 1998.

**11.24** ASTM D1200: Standard Test Method for Viscosity by Ford Viscosity Cup, 1994.

**11.25** NACE No. 2 / SSPC-SP 10: Near-White Blast Cleaning, 1994.

**11.26** NACE No.1/SSPC-SP 5: White Metal Blast Cleaning, 1994.

**11.27** NACE No. 3/SSPC-SP 6: Commercial Blast Cleaning, 1994.

**11.28** SSPC-SP 1: Solvent Cleaning, 1982.

**11.29** SSPC-SP2: Hand Tool Cleaning, 1995.

**11.30** NACE RP0188: Standard Recommended Practice for Discontinuity (Holiday) Testing of New Protective Coatings on Conductive Substrates, 1999.

**11.31** ASTM D 3960: Standard Practice for Determining Volatile Organic Compound (VOC) Content of Paints and Related Coatings, 2001.

**11.32** ASTM D1644: Standard Test Methods for Nonvolatile Content of Varnishes, 2001.

**11.33** ASTM G 12: Standard Test Method for Nondestructive Measurement of Film Thickness of Pipeline Coatings on Steel, 1983 (Reapproved 1998).

**11.34** ASTM D 1210: Standard Test Method for Fineness of Dispersion of Pigment-Vehicle Systems by Hegman Type Gage, 1996.

**11.35** ASTM G 14: Standard Test Method for Impact Resistance of Pipeline Coatings (Falling Weight Test), 1988 (Reapproved 1996).

**11.36** ASTM D 523: Standard Test Method for Specular Gloss, 1989 (Reapproved 1999).

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 42 DE 46</b>

**11.37** ASTM D 2247: Standard Practice for Testing Water Resistance of Coatings in 100% Relative Humidity, 1999.

**11.38** ASTM D 2240: Standard Test Method for Rubber Property – Durometer Hardness, 1995.

**11.39** ASTM D 610: Standard Test Method for Evaluating Degree of Rusting on Painted Steel Surfaces, 2001.

**11.40** ASTM D 471: Standard Test Method for Rubber Property – Effect of Liquids, 1998.

**11.41** ASTM D 1000: Standard Test Method for Pressure-Sensitive Adhesive-Coated Tapes Used for Electrical and Electronic Applications, 1993.

**11.42** ASTM D 1310: Standard Test Method for Flash Point and Fire Point of Liquids by Tag Open-Cup Apparatus, 1986 (Reapproved 1997).

**11.43** ANSI/AWWA C214: Standard for Tape Coating Systems for Exterior of Steel Water Pipelines, 1995.

**11.44** ASTM D 257: Standard Test Methods for DC Resistance or Conductance of Insulating Materials, 1999.

**11.45** ASTM G14: Standard Test Method for Impact Resistance of Pipeline Coatings (Falling Weight Test), 1988 (Reapproved 1996).

**11.46** ASTM G 62: Standard Test Methods for Holiday Detection in Pipeline Coatings, 1987 (Reapproved 1998).

**11.47** ASTM D 937: Standard Test Method for Cone Penetration of Petrolatum, 1997.

**11.48** ASTM D 149: Standard Test Method for Dielectric Breakdown Voltage and Dielectric Strength of Solid Electrical Insulating Materials at Commercial Power Frequencies, 1997a.

**11.49** ASTM D 92: Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup, 2001.

**11.50** ASTM D 570: Standard Test Method for Water Absorption of Plastics, 1998.

**11.51** NACE RP0375: Wax Coating Systems for Underground Piping Systems-Item No. 21013, 1999.

**11.52** BS EN 22063: Metallic and other inorganic coatings – Thermal spraying – Zinc, aluminium and their alloys, 1994.

**11.53** ASTM A 239: Standard Practice for Locating the Thinnest Spot in a Zinc (Galvanized) Coating on Iron or Steel Articles, 1999.

**11.54** ASTM B 117: Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus, 1997.

**11.55** NMX H 074: INDUSTRIA SIDERÚRGICA-PRODUCTOS DE HIERRO Y ACERO RECUBIERTOS CON CINC (GALVANIZADOS POR INMERSIÓN EN CALIENTE)-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA, 1996.

**11.56** ISO 1461: Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo, 1999.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 43 DE 46</b>

## 12 ANEXOS

### 12.1 ANEXO A PREPARACIÓN DE SUPERFICIE A PROTEGER.

- I. Los contaminantes orgánicos y materiales extraños deben removerse por completo, para evitar una adhesión pobre y una falla prematura de las capas de recubrimiento. Debe de proporcionarse la rugosidad que permita el anclaje del recubrimiento al sustrato metálico.
- II. Debe asegurarse que independientemente del método seleccionado, el equipo, herramienta, accesorios y materiales utilizados en la limpieza de la superficie a proteger, no se contaminará con polvo, aceites, grasas y cualquier otro material extraño que provoque una falta de adherencia o de eficacia anticorrosiva del recubrimiento.
- III. Cuando se utilice el método de limpieza química, la superficie del sustrato debe quedar libre de cualquier contaminante que hubiese quedado como subproducto de la limpieza química que se aplicó.
- IV. Para el caso particular que se utilicen métodos de limpieza con abrasivos, el equipo utilizado debe suministrar la presión adecuada y el aire propulsor debe estar seco y libre de contaminantes. De igual manera se aplica en el caso de utilizar agua u otro material como medio propulsor.
- V. Si se utiliza la arena como abrasivo de limpieza, ésta debe ser sílica y además debe tener la granulometría adecuada, acorde con el estado superficial actual del sustrato y al sistema de recubrimientos seleccionado. El contratista debe contar con un documento que avale que es arena sílica, la granulometría y que se encuentra libre de contaminantes sales de cloruros, principalmente. El supervisor de Pemex debe tomar muestras representativas de la arena a utilizar por el contratista. Lo anterior para el caso en que se requiera realizar un análisis que confirme los resultados del documento presentado por el contratista. Dichas muestras serán conservadas por Pemex.
- VI. En instalaciones confinadas en las que se encuentre equipo dinámico y /o electrónico, no se debe utilizar ningún método de limpieza con abrasivos que generen polvos y/o residuos. Estos métodos están permitidos siempre y cuando se utilicen en áreas abiertas y se tomen toda clase de medidas preventivas para evitar daños en cualquier componente o accesorio cercano.
- VII. Para determinar el grado de limpieza de una superficie metálica, esta se debe comparar visualmente con los patrones de limpieza indicados en normas extranjeras, tales como los del Consejo de pintado de estructuras de acero (SSPC) y los correspondientes a la norma NACE. Para pronta referencia a continuación se indican las características generales de aceptación para los siguientes patrones de preparación de superficies:
  - a) Limpieza Manual (SSPC-SP2) ó equivalente

La superficie por proteger debe quedar libre de óxidos, pintura, herrumbre y cualquier materia extraña que no se encuentra adherida a la superficie metálica.
  - b) Limpieza con chorro de abrasivo a metal blanco (SSPC-SP5/NACE-1) ó equivalente

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES  SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento  NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 44 DE 46</b>

La superficie por proteger debe quedar de color gris claro, metálico y uniforme. Debe quedar libre de óxidos, aceite, grasa, pintura, herrumbre, productos de corrosión y de cualquier materia extraña.

- c)** Limpieza con chorro de abrasivo cercano a metal blanco (SSPC- SP10/NACE-2) ó equivalente

La superficie por proteger debe tener apariencia similar a la descrita en la limpieza de acabado a metal blanco, excepto que se aceptan áreas sombreadas o manchadas en la superficie a proteger; las manchas están limitadas a no más del 5% por cada pulgada cuadrada de superficie.

- d)** Limpieza con chorro de abrasivo grado comercial (SSPC-SP6/NACE-3) ó equivalente

La superficie debe quedar de color gris oscuro y no requiere que sea uniforme. Debe quedar con una apariencia similar a la descrita en la limpieza de acabado cercano a metal blanco, excepto que las manchas se limitan a no más del 33% por cada pulgada cuadrada de superficie. Las manchas pueden consistir de ligeras sombras o decoloraciones de herrumbre.

- e)** Limpieza con chorro de abrasivo grado burdo (SSPC-SP7/NACE-4) ó equivalente

Este tipo de limpieza considera la permanencia de herrumbre, óxidos y residuos de pintura fuertemente adheridos sobre la superficie por proteger.

- VIII. Para la eliminación del polvo, producto de la limpieza, la superficie del metal debe limpiarse con brocha o cepillo de cerda, o con chorro de aire seco y limpio. Tratándose de tableros o instrumentos eléctricos y neumáticos, debe usarse una aspiradora.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES  SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento  NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 45 DE 46</b>

## 12.2 ANEXO B APLICACIÓN EN CAMPO.

Para aplicación en campo, además de lo indicado en los procedimientos de aplicación, el contratista debe tomar en cuenta los siguientes requisitos:

- a) Previo y durante la aplicación del sistema de recubrimiento, los componentes deben ser verificados para asegurar la conformidad de la etiqueta del recipiente con la descripción del producto especificado, que no tenga formación de nata, que no tenga curado irreversible y que pueda usarse para las condiciones específicas del sitio.
- b) Cualquier sedimento presente debe ser fácilmente redispersable.
- c) Cualquier ajuste de viscosidad, el cual puede ser necesario debido a las bajas temperaturas de aplicación ó diferentes métodos de aplicación, deben ser acordes con las instrucciones del fabricante de recubrimiento.
- d) El tiempo máximo entre la limpieza y la protección de la superficie metálica depende de las condiciones climatológicas, pero nunca debe ser mayor de 4 horas.
- e) No debe utilizarse material de recubrimiento que esté contaminado con sustancias extrañas o que no conserven sus propiedades físicas y químicas originales.
- f) Cada extremo de la tubería debe quedar sin recubrir hasta una distancia de 30.48 cm (1 pie) del extremo, para facilitar las maniobras, alineación y soldadura de juntas.
- g) En los accesorios, cuando sea posible y las dimensiones lo permitan, cada extremo debe quedar libre de recubrimiento como mínimo 15.24 cm (6 pulgadas).
- h) El curado se debe llevar a cabo conforme las especificaciones del fabricante del producto utilizado, es decir, se deben respetar los tiempos de curado entre capa y capa.

 <b>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE  PETRÓLEOS MEXICANOS Y  ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</b>	<b>PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS  ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES  SUPERFICIALES DE DUCTOS</b>	<b>No. de Documento  NRF-004 PEMEX-2003</b>
		<b>Rev.: 1</b>
		<b>PÁGINA 46 DE 46</b>

### 12.3 ANEXO C RESTRICCIONES EN LA APLICACIÓN.

No se debe aplicar el recubrimiento anticorrosivo bajo cualquiera de las condiciones siguientes:

- a) Cuando la preparación de la superficie del metal no cumpla con el tipo de preparación superficial.
- b) Cuando el contratista no cuente con los procedimientos para la aplicación del recubrimiento.
- c) Cuando no se tenga la autorización del supervisor de Pemex.
- d) Cuando el intervalo de tiempo entre la preparación de la superficie y la aplicación sea mayor a lo mencionado en el procedimiento de aplicación.
- e) Cuando la temperatura se encuentre a 3 °C por arriba del punto de rocío, determinado de acuerdo con ISO 8502-4.
- f) Cuando exista presencia de humedad en la superficie a recubrir, a menos que el recubrimiento sea para esas características ó cuando no existan las condiciones de humedad especificadas por el fabricante.
- g) Cuando se tenga pronóstico de posibilidades de lluvia antes de que la película vaya a estar completamente seca.
- h) Cuando se anuncien fuertes vientos mayores a 40 km/h.
- i) Cuando la temperatura de la superficie por proteger se eleve más allá de los 70 °C ó cuando no prevalezcan las condiciones de temperatura recomendadas por el fabricante.
- j) Cuando no se tengan las medidas de seguridad, salud y protección ambiental.