

N° de Documento: NRF-004-PEMEX-2000	 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS
Rev.: 0	
Fecha: 18-Diciembre-2000	
PÁGINA 1 DE 27	SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PGPB

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-2000
DOCUMENTO NORMATIVO		Rev.: 0
FECHA: 18-Diciembre-2000		PÁGINA 2 DE 27

HOJA DE AUTORIZACIÓN

ELABORA:

ING. MARIO NIETO GARZA
COORDINADOR DEL GRUPO DE TRABAJO

PROPONE:

ING. MARCOS RAMÍREZ SILVA
PRESIDENTE DEL SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PGPB

AUTORIZA:

ING. RAFAEL FERNÁNDEZ DE LA GARZA
PRESIDENTE DEL CNPMOS

México D.F. a 18 de Diciembre del 2000

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 3 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

CONTENIDO

CAPITULOS	PÁGINA
0. INTRODUCCIÓN	5
1. OBJETIVO.....	6
2. ALCANCE.....	6
3. ACTUALIZACIÓN.....	6
4. CAMPO DE APLICACIÓN.....	6
5. REFERENCIAS	7
6. DEFINICIONES	7
7. SIMBOLOS Y ABREVIATURAS	10
8. SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA INSTALACIONES SUPERFICIALES DE LOS SISTEMAS DE DUCTOS	11
8.1 Estructuras a proteger.....	11
8.2 Selección de los recubrimientos anticorrosivos.....	11
8.3 Preparación de superficies.....	12
8.4 Aplicación de Recubrimientos.....	15
8.5 Inspección, muestreo y pruebas.....	16
8.6 Mantenimiento, reparación y/o rehabilitación.....	18
8.7 Aspectos de Seguridad, Salud y Protección Ambiental.....	18
8.8 Evaluación de los Nuevos Sistemas de Recubrimientos.....	20
8.9 Registros y documentos.....	24

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
DOCUMENTO NORMATIVO		Rev.: 0
FECHA: 18-Diciembre-2000		PÁGINA 4 DE 27

9. RESPONSABILIDADES	25
10. CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS	27
11. BIBLIOGRAFIA.....	27
12. ANEXOS.....	27

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 5 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

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, las Subsidiarias y Empresas Filiales de Pemex aplican barreras de aislamiento entre el acero y el medio ambiente a través de sistemas de recubrimientos anticorrosivos, cuyos lineamientos de selección, preparación, inspección, muestreo y requisitos de calidad están basados en normas de uso interno.

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 y que no están contemplados en las normas internas actuales.

Esta norma fue elaborada de acuerdo a los lineamientos corporativos de la Dirección de Corporativa Seguridad Industrial y Protección Industrial, con la participación de especialistas del Corporativo y de los 4 Organismos Subsidiarios de Petróleos Mexicanos, Institutos de Investigación, Instituciones de Educación Superior, además de 12 compañías fabricantes o proveedores de recubrimientos.

LISTA DE PARTICIPANTES

PETROLEOS MEXICANOS
 PEMEX GAS Y PETROQUIMICA BASICA
 PEMEX EXPLORACION Y PRODUCCION
 PEMEX REFINACION
 PEMEX PETROQUÍMICA
 INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 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.
 EXCEL CORPORACION INDUSTRIAL S.A. DE C.V.
 DUPONT MEXICO 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.
 SHERWIN WILLIAMS MEXICO S.A. DE C.V.
 RAYCHEM

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 6 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

1. OBJETIVO

Esta Norma tiene como objetivo establecer los criterios generales para proteger con recubrimientos anticorrosivos las instalaciones superficiales de ductos de las Subsidiarias y Empresas Filiales de Pemex.

2. ALCANCE

Esta Norma establece los criterios generales y requisitos mínimos que deben cumplirse para la selección, preparación de superficie, aplicación, inspección, mantenimiento, evaluación y aspectos relacionados con la seguridad, salud y protección ambiental de los sistemas de recubrimientos anticorrosivos, en instalaciones superficiales de sistemas de ductos que transportan hidrocarburos y petroquímicos.

3. ACTUALIZACION

- 3.1** La solicitud de actualización de esta norma, podrá ser generada por cualquier área usuaria de PEMEX, presentándola al Subcomité Técnico de Normalización del Organismo correspondiente quien analizará la viabilidad de ésta y en su caso procederá, en primera instancia, a inscribirla en el Programa Anual de Normalización de PEMEX a través del Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios (CNPMOS) y posteriormente integrará el Grupo de Trabajo que elaborará la actualización de la Norma de Referencia.
- 3.2** La Norma debe revisarse para refrendar su aplicación, efectos y observancia, cuando menos una vez cada cinco años o en periodos más cortos cuando así se requiera y sea procedente con base en el análisis del CNPMOS.

Las propuestas y sugerencias deben dirigirse por escrito a:

Pemex Gas y Petroquímica Básica
Subcomité Técnico de Normalización
Av. Marina Nacional 329 Edif. B-1 Piso 8
Col. Huasteca México D.F.
C.P. 11311
Tel. Dir. 5232-5437
Mic. 55-440

4. CAMPO DE APLICACIÓN

- 4.1.** Esta norma es de observancia obligatoria en la adquisición, arrendamiento o contrataciones de los bienes objetos de las misma y que se lleven a cabo por todas las áreas de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios y aplica a la selección, preparación de superficie, aplicación, inspección, mantenimiento y evaluación de los recubrimientos anticorrosivos en las instalaciones superficiales metálicas de los sistemas de ductos que transportan hidrocarburos, en los siguientes casos:
- Sistemas de Ductos de nueva construcción y existentes.
 - Estaciones de compresión y bombeo, estaciones de medición y regulación, válvulas de seccionamiento, trampas de envío y recibo de diablos y cruces aéreos. Incluye todas las instalaciones superficiales de los ductos como los cabezales e interconexiones, etc.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 7 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

- Las zonas de contacto ducto - soporte.

4.2 Esta Norma no aplica a las tuberías "Marinas Sumergidas" (aquellas que están inmersas en el mar), "Subterráneas" (enterradas), "Sumergidas" (inmersas en cuerpos de agua tales como ríos, lagunas, pantanos, arroyos, etc.), ni Interfaces Tierra-Aire, ni Agua-Aire, de los Ductos.

4.3 Ninguna parte del contenido en esta norma se debe interpretar que otorga derecho alguno, por implicación o de otra manera, para fabricar, vender, o usar productos, procesos o procedimientos protegidos por una patente, ni de indemnizar o proteger a persona alguna en contra de la responsabilidad que le resulte por infringir patentes.

5. REFERENCIAS

- 5.1** Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993, que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- 5.2** Norma Oficial Mexicana NOM Z-3-13: Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas oficiales mexicanas.
- 5.3** Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-1993: Sistema General de Unidades de Medida.

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 Especial.-** Es el recubrimiento 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.
- 6.2 Acabado.-** Es la capa del sistema 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.
- 6.3 Ambiente húmedo con o sin salinidad y gases derivados del azufre.-** Es el que predomina en aquellos lugares cuya humedad relativa es del 60% o mayor con brisa marina en su caso y gases derivados del azufre.
- 6.4 Ambiente húmedo y salino.-** Es el que predomina en zonas climatológicas cuya humedad relativa es del 60% o mayor y con brisa marina.
- 6.5 Ambiente húmedo.-** Es el que predomina en zonas climatológicas cuya humedad relativa es del 60% o mayor.
- 6.6 Ambiente seco.-** Es el que predomina en zonas climatológicas cuya humedad relativa es menor del 60%.
- 6.7 Condiciones de exposición.-** Ambiente del lugar donde se localiza la instalación a proteger.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 8 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

- 6.8 Contrato.-** Convenio escrito entre dos o más personas físicas o morales, en las cuales se establecen las obligaciones recíprocas o correlativas entre las partes firmantes, con relación a la realización y/o entrega de un bien o servicio determinado, por un monto y una duración determinados
- 6.9 Ejecutor:-** Es la persona o compañía contratista encargada de realizar los trabajos.
- 6.10 Enlace.-** Es la capa intermedia 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 anticorrosivo.
- 6.11 Exposición a altas temperaturas. -**
- a) Fluidos a alta temperatura:**
- Son las condiciones existentes en tuberías que operan en el rango de 80°C a 120°C
- b) Gases de combustión:**
- Son las condiciones existentes en el exterior de chimeneas y equipo en general, sujetos a temperaturas entre 560° y 800°C.
- 6.12 Fabricante. -** Es la persona o Compañía encargada de fabricar los recubrimientos.
- 6.13 Grado de limpieza.-** Se determina de acuerdo a la definición de la norma que aplique (SSPC) así como por comparación visual de la superficie con los patrones visuales (SSPC-VIS-I-89) de organismos internacionalmente aceptados. Para la detección de contaminantes no visibles se utilizan técnicas químicas.
- 6.14 Galvanizado por inmersión en caliente.-** Recubrir con cinc fundido, los productos de hierro o acero, después de que han sido sometidos a un proceso de preparación, para lograr que se adhiera en ellos una capa de este metal.
- 6.15 Inspector.-** Es la persona designada por el Organismo Subsidiario o Empresa Filial de Pemex, y su función es verificar, vigilar y hacer cumplir los requerimientos especificados.
- 6.16 Limpieza con abrasivos.-** Es la preparación de la superficie metálica que se va a recubrir, mediante la aplicación de un chorro de abrasivos a presión; los abrasivos comúnmente empleados son arena sílica y granalla metálica.
- 6.17 Limpieza con chorro de abrasivo a metal blanco.-** Este grado de limpieza se aplica cuando se requiere una excelente preparación de superficie. Se le considera la limpieza ideal del acero, remueve completamente a toda la herrumbre y la escoria dejando una superficie de color gris ligero, uniforme y sin manchas.
- 6.18 Limpieza con chorro de abrasivo cercano a metal blanco.-** Este grado de limpieza remueve completamente toda la herrumbre y la escoria dejando una superficie de color gris ligero, uniforme pero con ligeras sombras, o coloraciones causadas por la herrumbre, o por la

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 9 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

pintura que se encontraba en la superficie. Estas sombras no deben ser mayores al 5% de cada unidad de área de superficie.

- 6.19 Limpieza con chorro de abrasivo grado comercial.-** Este grado de limpieza remueve oxido, escoria, aceite, pintura y otras sustancias extrañas, dejando una superficie de color gris oscuro y no se requiere que sea uniforme, con ligeras sombras o coloraciones. Estas sombras no deben ser mayores del 33% de cada unidad de área de superficie.
- 6.20 Limpieza con chorro de abrasivo grado ráfaga.-** Este tipo de limpieza remueve las escamaciones sueltas, productos de óxidos y residuos de pintura sueltos. La superficie debe quedar libre de grasa, polvo o de cualquier sustancia extraña o suelta. Las escamaciones, óxidos, o pinturas fuertemente adheridas pueden observarse sobre la superficie y para cerciorarse de su adherencia puede utilizarse una espátula sin filo.
- 6.21 Limpieza manual.-** Es la preparación de la superficie metálica que se va a recubrir, mediante el uso de martillo, cincel, cepillo de alambre de acero, lijas, brochas, etc., o auxiliándose de herramientas neumáticas o eléctricas portátiles. Se utiliza generalmente para eliminar herrumbre y costras superficiales que no tengan gran adherencia al metal en áreas pequeñas e inaccesibles a otros métodos de limpieza.
- 6.22 Limpieza química.-** Es la preparación de una superficie metálica que se va a recubrir, mediante la acción de productos químicos.
- 6.23 Metalizado.-** Proceso de recubrimiento de una superficie con una capa de metal, que puede ser aplicada por rocío, deposición al vacío, penetración en la superficie, inyección por plasma y cimentación entre otras formas.
- 6.24 Película.-** Capa de recubrimiento.
- 6.25 Perfil de anclaje.-** Es la profundidad de la rugosidad máxima del perfil que se obtiene mediante la preparación de la superficie del sustrato.
- 6.26 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.
- 6.27 Primario.-** Parte de un sistema de recubrimientos cuyas funciones principales son adherirse al sustrato metálico, inhibir la corrosión y presentar una superficie compatible para que las capas de enlace o acabado logren adherirse a ella.
- 6.28 Punto de rocío.-** es la temperatura a la cual se inicia la condensación sobre la superficie del acero.
- 6.29 Recubrimiento anticorrosivo.-** Es una barrera firmemente adherida a la superficie metálica a proteger que la aísla de los agentes agresivos del ambiente.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 10 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

6.30 Sistema de recubrimientos anticorrosivos.- Es la combinación compatible de un recubrimiento primario, acabado y/o acabado especial; considerando si es necesario un enlace o intermedio para proveer una barrera protectora a un sustrato metálico de un ambiente corrosivo.

6.31 Tubería húmeda.- condiciones prevalecientes en las instalaciones superficiales, principalmente tuberías, en las que en su superficie esta presente de manera continua el fenómeno de condensación.

6.32 Tuberías existentes. - Ductos que actualmente se encuentran en operación.

6.33 Tuberías nuevas. - Ductos de nueva construcción.

7 SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.

En el contenido de este documento se mencionan diversas siglas y símbolos, que se describen a continuación:

7.1	ASTM.	Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials)
7.2	CNN.	Comisión Nacional de Normalización.
7.3	CNPMOS	Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios
7.4	LA	Limpieza con abrasivos
7.5	LM	Limpieza manual
7.6	LQ	Limpieza química
7.7	NACE.	Asociación Nacional de Ingenieros en Corrosión (National Association of Corrosion Engineers)
7.8	NOM.	Norma Oficial Mexicana.
7.9	NRF.	Norma de Referencia.
7.10	PEMEX.	Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.
7.11	PEP.	Pemex- Exploración y Producción.
7.12	PGPB.	Pemex- Gas y Petroquímica Básica.
7.13	PPQ.	Pemex- Petroquímica.
7.14	PREF.	Pemex- Refinación.
7.15	SSPC.	Consejo de Pintado de Estructuras de Acero (Steel Structures Painting Council)
7.16	°C	Grados centígrados

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 11 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

8 SISTEMAS DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS PARA INSTALACIONES SUPERFICIALES DE LOS SISTEMAS DE DUCTOS.

Los criterios presentados en esta sección deben emplearse como guía para establecer las bases de concurso, o bien, los requisitos contractuales, que requieran la definición de un tipo específico de recubrimiento, o bien para indicar a los fabricantes de equipos o estructuras metálicas acerca de las técnicas aprobadas para prevenir la corrosión de las mismas.

8.1 Estructuras a proteger

8.1.1 Se debe considerar la protección anticorrosiva de todas las instalaciones superficiales de los Sistemas de Ductos, tanto de las tuberías de nueva construcción como de las tuberías existentes, así como también de sus accesorios y componentes.

8.1.1.1 Instalaciones superficiales.- son las siguientes:

- Estaciones de Compresión.
- Estaciones de Bombeo.
- Estaciones de Medición y Regulación.
- Válvulas de Seccionamiento.
- Trampas de Envío y Recibo de Diablos.
- Cruces Aéreos.
- Cabezales e Interconexiones.
- Las Zonas de Contacto Ducto-Soporte.

8.2 Selección de los recubrimientos anticorrosivos

8.2.1 Algunas de las características deseadas de los recubrimientos son: aislador eléctrico efectivo, buena adhesión a la estructura por proteger, no tóxico al medio ambiente, capacidad de resistir cambios y deterioro durante su vida útil, facilidad en el método de aplicación y que no afecte las propiedades e integridad de la estructura, facilidad de reparación, atractiva relación costo-beneficio, entre otros.

8.2.2 Una causa importante de las fallas en los recubrimientos es la selección errónea del tipo de recubrimientos empleados. La Selección de un Sistema de Recubrimientos Anticorrosivos debe basarse en las siguientes consideraciones generales mínimas:

8.2.2.1 Resultados en aplicaciones anteriores.- Este factor se refiere al conocimiento del desempeño de un recubrimiento en aplicaciones anteriores bajo condiciones similares, así como del respaldo técnico y servicio oportuno de la compañía fabricante del mismo.

8.2.2.2 Propiedades físicas y químicas del recubrimiento.- Estas propiedades le confieren al sistema su resistencia sin embargo, ningún recubrimiento es resistente a todas las condiciones ambientales, ni exposiciones de químicos, por consiguiente debe seleccionarse el sistema más adecuado. La formulación

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 12 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

de un sistema dado puede conferir excelente comportamiento en algunas condiciones de exposición pero ofrecer pobre o nulo desempeño en otras.

- 8.2.2.3 Condiciones de exposición y de servicio.-** Estas condiciones son relevantes ya que en ella se considera los agentes químicos, ambientales, climatológicos, ubicación geográfica y física, etc. así como las condiciones de operación y servicio de la instalación que el recubrimiento debe soportar

Para el caso particular de esta norma, se consideran las siguientes seis condiciones generales de exposición, cuyo concepto quedó establecido en el punto 5:

- Seco.
- Húmedo.
- Húmedo y salino.
- Húmedo, con o sin salinidad y gases derivados del azufre.
- Altas temperaturas.
- Tubería húmeda.

- 8.2.2.4 Espacios confinados o reducidos.-** El sistema propuesto deberá ser factible de aplicarse en caso de limitación de espacios y además considerar los efectos adversos a otras estructuras vecinas como por ejemplo dentro de las casas de maquinas de las estaciones de compresión y bombeo.

- 8.2.2.5 Costo-Beneficio.-** Se debe seleccionar aquel sistema de recubrimientos que proporcione un beneficio de acuerdo a los requerimientos del proyecto en particular.

- 8.2.2.6 Innovación Tecnológica.-** Se debe considerar este factor, ya que sistemas con tecnología de punta favorecen aspectos tales como: mayor durabilidad, facilidad y versatilidad de aplicación, menor impacto ambiental, menor toxicidad e incremento en la seguridad de los trabajadores, entre otros.

8.3 Preparación de superficies

- 8.3.1** La preparación de la superficie a recubrir debe cumplir con dos criterios: **el grado de limpieza y el perfil de anclaje**. El sistema de recubrimientos seleccionado que se aplicará sobre la superficie determina estos dos parámetros. Los contaminantes orgánicos y materiales extraños deben removerse por completo, para evitar una adhesión pobre y una falla prematura de la película. Debe de proporcionarse la rugosidad que permita el anclaje del recubrimiento al sustrato metálico. El proveedor debe proporcionar los requerimientos de preparación de superficie de su sistema particular.

- 8.3.2 Tiempo máximo para recubrir.-** El tiempo máximo permitido entre la limpieza y la protección de la superficie metálica depende del ambiente, pero nunca debe ser mayor de 4 horas, en zona costera se ambiente marino.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 13 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

8.3.3 La preparación de la superficie se puede realizar por diferentes métodos, entre los más comunes se encuentran:

- Limpieza manual.
- Limpieza química.
- Limpieza mecánica.
- Limpieza con abrasivos.
- Limpieza con agua a presión.

8.3.4 Debe asegurarse que independientemente del método seleccionado, el equipo, herramienta, accesorios y materiales utilizados en la limpieza, no contaminarán la superficie a proteger con polvo, aceites, grasas y cualquier otro material extraño que provoque una falta de adherencia.

8.3.5 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.

8.3.6 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.

8.3.7 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 ejecutor debe contar con un documento que avale que es sílica, la granulometría y que se encuentra libre de contaminantes principalmente sales de cloruros. El inspector de Pemex debe tomar muestras representativas de la arena a utilizar por el ejecutor. Lo anterior para el caso en que se requiera realizar un análisis que confirme los resultados del documento presentado por el ejecutor.

8.3.8 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.

8.3.9 Para determinar el grado de limpieza de una superficie metálica, esta se debe comparar visualmente con los patrones de limpieza indicados en normas reconocidas internacionalmente, tales como los del Consejo de Pintado de Estructuras de Acero (SSPC) o su equivalente y los correspondientes a la norma de la Asociación Nacional de Ingenieros en Corrosión (NACE) o su equivalente; así como los indicados en la norma de Pemex 3.411.01 "Preparación de Superficies, Aplicación e Inspección de Recubrimientos para Protección Anticorrosiva". Para pronta referencia a continuación se indican las

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 14 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

características generales de aceptación para los siguientes patrones de preparación de superficies:

- Limpieza Manual (SSPC-SP2) o su equivalente
La superficie por proteger debe quedar libre de óxidos, pintura, herrumbre y cualquier materia extraña que no se encuentra adherida al sustrato metálico.
- Limpieza con chorro de abrasivo a metal blanco (SSPC-SP5/NACE-1)) o su equivalente
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.
- Limpieza con chorro de abrasivo cercano a metal blanco (SSPC- SP10/NACE-2)) o su 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.
- Limpieza con chorro de abrasivo grado comercial (SSPC-SP6/NACE-3)) o su 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.
- Limpieza con chorro de abrasivo grado ráfaga (SSPC-SP7/NACE-4)) o su equivalente
Este tipo de limpieza considera la permanencia de herrumbre, óxidos y residuos de pintura fuertemente adheridos sobre la superficie por proteger.

8.3.10 Para la eliminación del polvo, producto de la limpieza, la superficie del sustrato 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.

8.3.11 Aspectos a revisar.

- Grado de limpieza.**- Se considera la superficie limpia o preparada para recubrirse, cuando no haya huellas de grasa, aceite u otras sustancias extrañas. Su aceptación es bajo un criterio de examen visual según los patrones antes mencionados. Se selecciona previamente un área de un metro cuadrado que nos servirá como patrón representativo de las condiciones de la superficie por limpiar. La superficie preparada se compara con el área patrón.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 15 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

- b) **Perfil de anclaje.**- Para comprobar que la profundidad del anclaje es la especificada, la superficie preparada se comparará con la del patrón aceptado, utilizando la lámpara comparadora de anclaje.

8.4 Aplicación de recubrimientos

Los recubrimientos anticorrosivos y en particular los utilizados en trabajos de mantenimiento se aplican sobre estructuras permanentes o fijas; por lo tanto, ya se encuentran establecidas las condiciones climatológicas generales.

- 8.4.1 Condiciones ambientales.**- El tiempo ideal para recubrir es cuando el clima se encuentra caliente, seco y con poco viento.

8.4.2 Restricciones en la aplicación:

- 8.4.2.1** No se debe aplicar el recubrimiento anticorrosivo si se presenta cualquiera de las condiciones siguientes:

- a Cuando la preparación de la superficie del sustrato no cumpla con los criterios de aceptación.
- b Cuando el aplicador no cuenta con el procedimiento para la ejecución del trabajo.
- c Cuando no se tiene la autorización del inspector.
- d Cuando el aplicador, a criterio del inspector no cuenta con la habilidad y destreza necesarios.
- e Cuando el intervalo de tiempo entre la preparación de la superficie y la aplicación es mayor a 4 horas.
- f Cuando la temperatura se encuentra debajo de 10°C ó cuando no prevalezcan las condiciones de temperatura recomendadas por el fabricante.
- g Cuando exista presencia de humedad en el sustrato a recubrir, a menos que el recubrimiento sea para esas características ó cuando no existan las condiciones de humedad especificadas por el fabricante.
- h Cuando se tiene el pronóstico de posibilidades de lluvia antes de que la película este completamente seca.
- i Cuando se anuncian fuertes vientos.
- j Cuando la temperatura del sustrato se eleva mas allá de los 70°C ó cuando no prevalezcan las condiciones de temperatura recomendadas por el fabricante.
- k Cuando no se tengan las medidas de seguridad y salud apropiadas.

- 8.4.3 Curado.**- 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.

- 8.4.4 Métodos de aplicación.**- El método de aplicación del recubrimiento debe ser indicado por el fabricante de acuerdo a las especificaciones del producto.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 16 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

8.4.4.1 En el caso particular de la aplicación por aspersión, el equipo de atomización debe, antes que nada ser limpiado con un solvente adecuado. Se recomienda, si es posible, el empleo de mangueras nuevas.

8.4.5 Esquinas y bordes filosos.- Debido a que la mayoría de los recubrimientos no pueden ser aplicados exitosamente en las esquinas pronunciadas y en los bordes filosos, ya que el recubrimiento retrocede del filo durante su secado, no importa que tan cuidadoso sea aplicado, el recubrimiento estará delgado en todos los bordes filosos, se recomienda lo siguiente:

- ☐ Los cordones de soldadura y otros bordes filosos deben ser esmerilados a fin de dejar una superficie lisa.
- ☐ Las salpicaduras de soldadura deben desprenderse con rasqueta o cincel.
- ☐ Las uniones punteadas con soldadura deben resoldarse o rellenarse con un cordón continuo.
- ☐ Los remaches y tornillos deben estar bien apretados.

8.4.6 Si se requiere soldadura adicional esta debe efectuarse antes del sopleteo con abrasivo y el esmerilado también debe llevarse a cabo antes de la preparación de la superficie.

8.5 Inspección, muestreo y pruebas.

8.5.1 En estas actividades se definen entre el inspector y el ejecutor las condiciones, los criterios de aceptación y los programas de ejecución de los trabajos, en base a las normas, especificaciones, reglamentos, códigos y procedimientos que apliquen.

8.5.2 La inspección de los trabajos de un sistema de recubrimientos anticorrosivos, es una actividad sistemática que involucra un programa por fases que deben ser revisadas antes, durante y después de la aplicación.

8.5.3 El inspector debe contar con la experiencia suficiente y el conocimiento teórico para seleccionar y evaluar la calidad de los productos, materiales y equipos, dominar las técnicas de aplicación, así como saber resolver los problemas que se presenten en el campo.

8.5.4 El inspector debe contar con los programas, normas, reglamentos, códigos, especificaciones y procedimientos aplicables a la especialidad.

8.5.5 El inspector debe contar, con los equipos e instrumentos de medición de los diferentes parámetros, debidamente calibrados y certificados por un laboratorio acreditado en la materia.

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

8.5.7 El inspector debe establecer con el ejecutor de los trabajos, las condiciones de aceptación de los mismos, las condiciones climatológicas propicias para la ejecución o suspensión de

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
DOCUMENTO NORMATIVO		Rev.: 0
FECHA: 18-Diciembre-2000		PÁGINA 17 DE 27

los trabajos de acuerdo a lo indicado en 8.4.2.1 y llevar un registro de las condiciones ambientales diarias.

- 8.5.8** El ejecutor debe entregar al inspector 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.
- 8.5.9** Si durante la aplicación de los recubrimientos anticorrosivos, el inspector detecta fallas en el recubrimiento y/o deficiencias que pudieran haber en el producto, debe comunicárselo al ejecutor para su corrección y además asentarlo en la bitácora de la obra.
- 8.5.10** El inspector 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, numero de lote, especificaciones del producto, modo de empleo y condiciones de almacenamiento.
- 8.5.11** El inspector debe verificar que las actividades se desarrollen con orden y limpieza. El área de trabajo debe ser limpiada por el ejecutor después de cada jornada de trabajo.
- 8.5.12** El inspector 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 material extraño a la instalación ni en las áreas aledañas a la misma, ya que éstos son considerados peligrosos.
- 8.5.13** El inspector debe verificar que todas las actividades inherentes, se realicen de acuerdo a los lineamientos indicado en 8.7 relacionados con la Seguridad, Salud y Protección Ambiental institucionales y/o locales que apliquen en el centro de trabajo.
- 8.5.14** El inspector debe efectuar los muestreos, revisiones y/ o pruebas que sean necesarios para que se garantice que el sistema de recubrimientos anticorrosivos aplicado cumple con las recomendaciones y especificaciones estipuladas:
- ☐ Profundidad del perfil de anclaje.
 - ☐ Grado de limpieza.
 - ☐ Adherencia.
 - ☐ Curado.
 - ☐ Espesores de película seca y húmeda.
 - ☐ Condiciones climatológicas.
 - ☐ Apariencia del producto antes y después de aplicado.
 - ☐ Compatibilidad del solvente con el recubrimiento.
 - ☐ Vigencia del producto.
 - ☐ Tipo, contenido de sales y granulometría del abrasivo.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 18 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

- ☐ Continuidad de película.
- ☐ Viscosidad de aplicación.

8.6 Mantenimiento, reparación y/o rehabilitación

- 8.6.1** Los recubrimientos aplicados a las instalaciones superficiales pueden sufrir durante su vida útil, daños en la integridad de la película que pueden repercutir en su funcionalidad, reduciendo su durabilidad y su capacidad de protección contra la corrosión. Estos daños pueden ser de tipo mecánico, químico u otros, los cuales pueden ser ocasionados por la naturaleza de las actividades inherentes a la operación y mantenimiento de los sistemas de ductos, por terceros o por casos fortuitos.
- 8.6.2** Considerando lo anterior y debido a que el sistema de recubrimientos requiere de mantenimiento periódico para proporcionar la durabilidad estimada, el usuario de la instalación debe elaborar, ejecutar, supervisar y documentar un programa de mantenimiento, reparación o rehabilitación del recubrimiento durante su vida útil. Este programa debe considerar las recomendaciones particulares del fabricante para cada producto o sistema. Los materiales utilizados en la reparación de los recubrimientos deben ser compatibles con el recubrimiento existente

8.7 Aspectos de Seguridad, Salud y Protección Ambiental

- 8.7.1** Las actividades involucradas en la preparación y aplicación de los sistemas de recubrimientos en las instalaciones de ductos, implican riesgos debido a las condiciones de los escenarios en donde se realizan. Los escenarios contemplan entre otras condiciones, la inflamabilidad de los productos transportados por los ductos, las condiciones operativas de los mismos, los trabajos en altura, los espacios confinados, así como la naturaleza química de los componentes de los recubrimientos y las implicaciones derivadas en aplicación de los abrasivos en la preparación de la superficie.
- 8.7.2** Para la ejecución de los trabajos de preparación y aplicación de recubrimientos anticorrosivos en las instalaciones de Petróleos Mexicanos, deben atenderse las normas y procedimientos de Seguridad, Salud y Protección Ambiental y los reglamentos de las Subsidiarias y Empresas Filiales de Pemex, cumpliendo con los principios y procedimientos del Centro de Trabajo particular de que se trate.
- 8.7.3** En esta sección de la norma se mencionan las medidas generales que deben cumplirse en relación con los aspectos de seguridad, salud y protección ambiental.
- 8.7.4** Previamente al inicio de cualquier trabajo en alguna de las instalaciones de Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y sus Empresas Filiales, personal de Pemex debe impartir al personal que ejecutará los trabajos, una plática de inducción en materia de seguridad, salud y protección ambiental, comentando entre otros aspectos los siguientes:
- Trabajos considerados con riesgo.
 - Acceso a las instalaciones.
 - Uso de equipo de protección personal

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 19 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

- Medidas de seguridad. Protección ambiental.
- Almacenamiento de materiales.
- Trabajos en altura y en espacios confinados.

- 8.7.5** Ninguna acción que involucre un riesgo podrá realizarse en las instalaciones de Petróleos Mexicanos sin la debida documentación que autorice el permiso de trabajo respectivo además de contar con los permisos inherentes.
- 8.7.6** El ejecutor de los trabajos debe contar con un representante que se responsabilice por la conducta del personal en las instalaciones de Pemex ,en forma permanente desde el inicio y hasta la terminación de los trabajos.
- 8.7.7** Queda estrictamente prohibido al ejecutor accionar, mover, operar o manipular válvulas, instrumentos , controles eléctricos, etc. de las instalaciones de ductos
- 8.7.8** Para el control de energía riesgosa, el inspector debe proporcionar al ejecutor una copia del procedimiento genérico ETIQUETA, CANDADO, DESPEJE Y PRUEBA, mismo que el ejecutor debe cumplir estrictamente antes, durante y después de las actividades de mantenimiento a un equipo o instalación.
- 8.7.9** Queda estrictamente prohibido fumar en las instalaciones de Pemex.
- 8.7.10** El ejecutor debe invariablemente cumplir los ordenamientos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección del Medio Ambiente y sus respectivos acuerdos y arreglos, para prevenir la contaminación por vertimiento de desechos y otras materias.
- 8.7.11** Queda estrictamente prohibido descargar a los drenajes pluviales o en áreas que puedan ser contaminadas desechos como aceites, solventes, componentes de los sistemas de recubrimientos, polvos, estopas, etc.
- 8.7.12** El ejecutor de los trabajos debe proporcionar a sus trabajadores la ropa, calzado y equipo de protección personal adecuado acorde con el escenario y las actividades a realizar.
- 8.7.13** Las tendencias actuales para proteger al medio ambiente y la salud humana, es incrementar los parámetros de control de calidad de los recubrimientos anticorrosivos, en cuanto a los contenidos de compuestos orgánicos volátiles COV, desarrollar formulaciones de base acuosa, así como la restricción en el uso de ciertos compuestos químicos tales como plomo, cromo, isocianatos, aminas aromáticas o alifáticas de bajo peso molecular, etoxi etanol, fenol libre y disolventes clorados y de todas aquellas sustancias dañinas al organismo y de impacto ambiental.
- 8.7.14** Las regulaciones en materia ambiental demandan una reducción significativa en la emisión de componentes orgánicos a la atmósfera. Algunos componentes orgánicos (muchos solventes en el caso de los recubrimientos anticorrosivos) reaccionan con los óxidos de nitrógeno bajo la influencia de luz solar produciendo ozono y partículas de materia conocidas como smog, los cuales son contaminantes perjudiciales para el ambiente y la salud. El contenido aceptable de componentes orgánicos volátiles en un sistema de

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 20 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

recubrimientos, depende de la legislación ambiental de la región donde se apliquen los recubrimientos, en general un rango internacionalmente aceptado es de 340 g/l a 420 g/l .

- 8.7.15** Para definir y clasificar residuos peligrosos en cualquier estado físico por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, venenosas y/o biológico infecciosas que representan un peligro para el equilibrio ecológico se deben aplicar los lineamientos indicados en la norma NOM-052-ECOL-1993, la cual establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al medio ambiente.

8.8 Evaluación de los Nuevos Sistemas de Recubrimientos

Existen en el mercado actual, una amplia variedad de nuevos recubrimientos anticorrosivos que potencialmente pueden aplicarse a las instalaciones superficiales de los sistemas de ductos.

- 8.8.1** En todos los casos, los recubrimientos deben ser sometidos a una evaluación que involucre tres etapas generales, *Respaldo documental*, *pruebas de laboratorio* y *pruebas de campo*. El recubrimiento debe ser rechazado en caso de no cumplir con este requisito o si los resultados de la evaluación no son plenamente satisfactorios.

8.8.1.1 Respaldo documental.

- 8.8.1.1.a** El personal de Pemex debe revisar y analizar la información técnica de respaldo referente a las especificaciones, control de calidad y funcionalidad del sistema de recubrimiento. Esta información y las evidencias documentales deben ser proporcionadas por el fabricante y/o proveedor.

La información debe incluir lo siguiente:

- i) Especificaciones:
- Tipo genérico de recubrimiento.
 - Descripción y número de componentes.
 - Porcentaje de sólidos en volumen.
 - Durabilidad estimada del sistema.
 - 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.
 - Temperatura de aplicación y de servicio.
 - Preparación de superficie requerida.
 - Porcentaje de humedad relativa en la aplicación.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 21 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

- Equipos de aplicación.
- Apariencia del producto, disponibilidad de colores.
- Aspectos de Seguridad, Salud y Protección Ambiental.
- Aspectos de mantenimiento y/o rehabilitación.
- Aspectos de almacenamiento y manejo.

ii) Control de calidad.

El fabricante debe proporcionar los resultados más recientes de las pruebas de control de calidad realizadas a los componentes del sistema, indicando invariablemente la norma o práctica recomendada aplicada así como el laboratorio, fecha y lugar en el que se realizaron.

A continuación se refieren las pruebas mínimas de control de calidad:

- Intemperismo acelerado.
- Cámara salina.
- Cámara húmeda.
- Continuidad de película.
- Resistencia eléctrica.
- Adherencia.
- Flexibilidad.
- Resistencia al impacto.
- Resistencia a pruebas químicas.
- Dureza.
- Choque térmico.

En el caso de que algunas pruebas no tengan aplicación para un tipo particular de tecnología, el fabricante y/o proveedor debe indicar la justificación correspondiente y las pruebas adicionales que apliquen.

iii) Funcionalidad del sistema

El fabricante debe proporcionar evidencias de los resultados históricos del desempeño en campo del sistema de recubrimiento propuesto, indicando entre otros aspectos los siguientes:

- Subsidiarias, Dependencias o Compañías a cargo de las instalaciones protegidas.
- Tipo de instalaciones protegidas.
- Condiciones de exposición y de servicio de las instalaciones protegidas.
- Especificaciones del sistema aplicado.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 22 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

- Lugar y fecha de aplicación del sistema.
- Reportes de evaluación y seguimiento del sistema.
- Mantenimiento y rehabilitación al sistema.

8.8.1.2 Evaluación de laboratorio.

El personal de Pemex debe conjuntamente con el fabricante coordinar y supervisar, desde el muestreo, las pruebas de control de calidad del recubrimiento, apropiadas para el servicio a que está destinado, a fin de confirmar la información técnica de respaldo. Estas pruebas deben ser realizadas por un laboratorio especializado externo a la compañía fabricante o por los Institutos de Investigación Nacionales.

8.8.1.3 Evaluación de campo.

- Estas pruebas deben realizarse en instalaciones superficiales de ductos, bajo condiciones ambientales específicas, y además con la participación de representantes de uno o varios Organismos Subsidiarios de Pemex. Los especialistas involucrados en la prueba deben elaborar un procedimiento o protocolo de evaluación y establecer los registros y documentos que servirán de evidencia documental de los resultados del desempeño obtenidos.
- La preparación y aplicación del sistema debe realizarse conforme a las especificaciones, procedimientos y prácticas recomendadas por el fabricante y/o proveedor.
- El tiempo mínimo de duración de la evaluación de campo es de tres años, durante este periodo los especialistas involucrados deben realizar inspecciones de seguimiento a la instalación protegida con una frecuencia mínima de cada seis meses.

8.8.2 Los sistemas genéricos mencionados en esta norma y agrupados en la tabla 1, únicamente se dan a conocer con carácter **INFORMATIVO**, ya que fueron seleccionados con base a la evidencia documental proporcionada por las compañías fabricantes de recubrimientos, específicamente a los resultados de pruebas de laboratorio y de desempeño en campo. El grupo encargado de elaborar esta norma no coordinó ni supervisó el desarrollo de ninguna prueba para confirmar los resultados presentados.

8.8.3 Una vez que la norma se emita y aplique en los organismos subsidiarios y Empresas Filiales de Pemex, el fabricante debe promover la realización de las pruebas de laboratorio y de campo para confirmar el desempeño del sistema. Estas pruebas deben realizarse en laboratorios especializados en la materia. Previo a la ejecución de las pruebas, se debe elaborar el protocolo o procedimiento de evaluación correspondiente y establecer los registros y documentos que servirán de evidencia documental de los resultados obtenidos.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 23 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

Tabla No. 1 Sistemas Genéricos de Recubrimientos

Sistema Genérico	Tipo de instalación	Condición de exposición
Poliuretano.	- Instalaciones superficiales. - Zonas de contacto ducto-soporte.	- Seco. - Húmedo - Húmedo y salino - Húmedo con o sin salinidad y presencia de gases derivados del azufre.
Polietileno-hule butílico	Zonas de contacto ducto-soporte.	- Seco. - Húmedo - Húmedo y salino - Húmedo con o sin salinidad y presencia de gases derivados del azufre. - Tubería húmeda.
Ceras microcristalinas de petróleo.	Instalaciones superficiales.	- Seco. - Húmedo. - Húmedo y salino. - Húmedo con o sin salinidad y presencia de gases derivados del azufre. - Tubería húmeda.
Cemento epóxico poliamínico.	Instalaciones superficiales.	- Seco. - Húmedo. - Húmedo y salino. - Húmedo con o sin salinidad y presencia de gases derivados del azufre. - Alta temperatura hasta 135° C
Fibra de vidrio reforzada.	Zonas de contacto ducto-soporte	- Seco. - Húmedo. - Húmedo y salino. - Húmedo con o sin salinidad y presencia de gases derivados del azufre. - Alta temperatura hasta 135° C
Orgánico de Zinc.	Instalaciones superficiales.	- Seco. - Húmedo - Húmedo y salino - Húmedo con o sin salinidad y presencia de gases derivados del azufre.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 24 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

Sistema Genérico	Tipo de instalación	Condición de exposición
• Metalizado de Zinc y Aluminio.	• Instalaciones superficiales.	• Seco. • Húmedo • Húmedo y salino • Húmedo con o sin salinidad y presencia de gases derivados del azufre. • Alta temperatura hasta 120° C
• Galvanizado por inmersión en caliente	• Componentes de instalaciones superficiales. *Aplicación en planta, no utilizar en medios con pH. Menor a 6 y mayor a 12	• Seco. • Húmedo • Húmedo y salino • Húmedo con o sin salinidad y presencia de gases derivados del azufre.

8.9 Registros y documentos.

- 8.9.1** El personal designado por Pemex debe documentar los registros generados durante las tres etapas de evaluación de un determinado recubrimiento.
- 8.9.2** El personal de Pemex debe contar, para cada instalación superficial, con los documentos generados durante la preparación y aplicación del sistema de recubrimientos seleccionado.
- 8.9.3** El personal de Pemex 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.
- 8.9.4** Historial del sistema de recubrimientos anticorrosivos.- 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.
- 8.9.5** Los documentos deben estar bajo resguardo y a disposición de la jefatura del centro de trabajo correspondiente.
- 8.9.6** Los registros y documentos deben incluir como mínimo lo siguiente:
- Los resultados de las pruebas de laboratorio.
 - Los resultados de las pruebas de campo.
 - Especificaciones de los recubrimientos anticorrosivos utilizados.
 - Contratos de obra pública.
 - Planos o croquis de localización de las instalaciones superficiales intervenidas.
 - Programa de mantenimiento posterior a la aplicación del sistema de recubrimientos y su seguimiento.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 25 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

9 RESPONSABILIDADES

9.1 Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y sus Empresas Filiales.

- 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 y seguridad, salud y protección ambiental principalmente.

9.2 Compañías fabricantes, prestadores de servicio e Instituciones de Investigación y de Educación Superior que presten sus servicios a Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y sus 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 Subcomités Técnicos de Normalización de Organismos Subsidiarios.

- 9.3.1** Establecer vías de comunicación con las áreas usuarias de los Centros de trabajo de Petróleos Mexicanos, fabricantes e Institutos de Investigación y de Educación Superior, para promover la aplicación y mejoras al contenido de esta norma.

De manera más específica a continuación se describen las responsabilidades del inspector, ejecutor y fabricante.

9.4 Del inspector de obra.

- 9.4.1** Coordinar el programa de actividades con el ejecutor de los trabajos.
- 9.4.2** Definir con el ejecutor y el fabricante los criterios de aceptación de los trabajos, basándose en el cumplimiento de esta norma.
- 9.4.3** Verificar, vigilar y hacer cumplir los requerimientos especificados en esta norma.
- 9.4.4** Contar con Especificaciones y Procedimientos aplicables.
- 9.4.5** Contar con equipos e instrumentos de medición de los diferentes parámetros, debidamente calibrados y certificados.
- 9.4.6** Contar con un plan de inspección que cubra todas las fases de la obra.
- 9.4.7** Llevar un registro de las condiciones ambientales diarias.
- 9.4.8** Verificar que las actividades se realicen dentro de los lineamientos de seguridad, salud y protección ambiental.
- 9.4.9** Coordinar visitas conjuntas a la obra con el fabricante del recubrimiento.
- 9.4.10** Llevar los registros diarios en bitácora.

SI LOS SELLOS DE ESTE DOCUMENTO NO ESTAN EN ORIGINAL, NO ES DOCUMENTO CONTROLADO

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 26 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

9.5 Del ejecutor de la aplicación de los recubrimientos.

- 9.5.1** Elaborar y entregar el programa detallado de la obra al inspector.
- 9.5.2** Efectuar los trabajos con personal capacitado.
- 9.5.3** Efectuar los trabajos con equipos y herramientas que se encuentren en óptimas condiciones.
- 9.5.4** Efectuar los trabajos utilizando los materiales y condiciones especificadas en el contrato.
- 9.5.5** Efectuar los trabajos de acuerdo a las características y especificaciones de los productos a aplicar.
- 9.5.6** Cumplir con los lineamientos de seguridad, salud y protección ambiental, de Pemex y Organismos Subsidiarios.
- 9.5.7** Efectuar las actividades con base en procedimientos de trabajo actualizados por el fabricante y aprobados por el fabricante y Pemex.

9.6 Del fabricante de recubrimientos.

- 9.6.1** Entregar al personal de Pemex la información técnica de respaldo referente a las especificaciones, control de calidad y funcionalidad del sistema de recubrimiento
- 9.6.2** Realizar las pruebas de los recubrimientos en laboratorios especializados.
- 9.6.3** Realizar las pruebas de campo de los recubrimientos, en coordinación con el personal de Pemex.
- 9.6.4** Documentar las pruebas de campo y de laboratorio.
- 9.6.5** Proporcionar asistencia técnica al personal de Pemex y al ejecutor de los trabajos cuando se utilicen sus productos.
- 9.6.6** Especificar las temperaturas máxima y mínima de aplicación y curado, así como otras limitantes relevantes relacionadas con las condiciones de aplicación y curado.

10 CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS

- 10.1** Esta norma no concuerda con ninguna norma mexicana o internacional, ya que su contenido, campo de aplicación y alcance particular no está contemplado.

 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS	PROTECCION CON RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A INSTALACIONES SUPERFICIALES DE DUCTOS	No. de Documento NRF-004-PEMEX-2000
		Rev.: 0
		PÁGINA 27 DE 27
DOCUMENTO NORMATIVO		
FECHA: 18-Diciembre-2000		

11 BIBLIOGRAFIA

- 11.1 Práctica recomendada NACE RP169-92. Control de la corrosión externa en sistemas de tubería metálicas enterradas o sumergidas. Sección 1, 2 y 5. Revisión, abril de 1992
- 11.2 International Standard ISO/EN 12944, Part 1-8, "Paint and Varnishes – Corrosion Protection of Steel Structures by Protective Paint Systems", 1998.
- 11.3 NORSOK Standard, "Surface preparation and protective coating", Rev 3, September 1997
- 11.4 Coating and Lining Inspection Manual, SSPC Publication #91-12, revisión , Agosto 1991.
- 11.5 Corrosion Prevention by Protective Coatings. Charles G.Munger. An official NACE publication NACE International 1997.
- 11.6 DCSSI-P-AC-014: Procedimiento para la Elaboración y Actualización de Normas de Referencia en Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.
- 11.7 NORMA PEMEX 2.411.01: Sistemas de Protección Anticorrosiva a Base de Recubrimientos
- 11.8 NORMA PEMEX 3.411.01: Preparación de Superficies, Aplicación e Inspección de Recubrimientos para Protección Anticorrosiva.
- 11.9 NORMA PEMEX 4.411.01: Recubrimientos para Protección Anticorrosiva Requisitos de Calidad.
- 11.10 NORMA PEMEX 5.132.01: Recubrimientos para Protección Anticorrosiva Muestreo y Pruebas.
- 11.11 NORMA 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).
- 11.12 NORMA PEMEX NO 03.0.02: Derechos de Vía de las Tuberías de Transporte de Fluidos.
- 11.13 NORMA PEMEX 2.421.01: Sistema de Tuberías para Transporte y Recolección de Hidrocarburos. Partes I, II y III.
- 11.14 NORMA PEMEX 2.423.01: Sistema de Tuberías de Transporte y Distribución de Gas.
- 11.15 PEP P.3.411.01: Especificaciones para la Aplicación e Inspección de Recubrimientos para Protección Anticorrosiva. 1999.
- 11.16 Ley Federal de Metrología y Normalización.

12. ANEXOS

No aplica.