


N° de documento: NRF-033-PEMEX-2003	 COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS
Rev.: 0	
Fecha: 17 de mayo de 2003	
PÁGINA 1 DE 31	SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN DE PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN

LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN
DE PETRÓLEOS MEXICANOS
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

LASTRE DE CONCRETO PARA
TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN

No. de documento
NRF-033-PEMEX-2002

Rev.: 0

PÁGINA 2 DE 31

HOJA DE APROBACIÓN

ELABORA:

ING. MANUEL PACHECO PACHECO
COORDINADOR DEL GRUPO DE TRABAJO

PROPONE:

ING. LUIS RAMÍREZ CORZO
PRESIDENTE DEL SUBCOMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN
DE PEMEX EXPLORACIÓN Y PRODUCCIÓN

APRUEBA:

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

México, D. F., a 17 de mayo de 2003.



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN
DE PETRÓLEOS MEXICANOS
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

LASTRE DE CONCRETO PARA
TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN

No. de documento
NRF-033-PEMEX-2002

Rev.: 0

PÁGINA 3 DE 31

C O N T E N I D O

CAPÍTULO	PÁGINA
0. INTRODUCCIÓN.	5
1. OBJETIVO.	5
2. ALCANCE.	6
3. CAMPO DE APLICACIÓN.	6
4. ACTUALIZACIÓN.	6
5. REFERENCIAS.	6
6. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA.	8
7. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS.	9
8. DESARROLLO.	9
8.1 Materiales.	9
8.1.1 Cemento.	10
8.1.2 Arena.	10
8.1.3 Agua.	11
8.1.4 Agregado grueso.	11
8.1.5 Agregado pesado.	13
8.1.6 Acero de refuerzo.	13
8.1.7 Aditivos.	13
8.2 Requisitos de ejecución.	16
8.2.1 Tipos de mezclas para formar el lastre.	16
8.2.2 Granulometría.	16
8.2.3 Trabajabilidad de las mezclas.	17
8.2.4 Densidad o masa específica.	17
8.2.5 Absorción de agua del lastre.	18
8.2.6 Resistencia a la compresión simple.	18
8.2.7 Resistencia al ataque químico.	18
8.3 Métodos de aplicación del lastre de concreto	19
8.3.1 Requisitos de aplicación.	19
8.3.2 Colocación del acero de refuerzo.	19
8.3.3 Colocación del lastrado de concreto.	19
8.3.4 Colocación del lastrado de concreto en tramos con ánodos.	21
8.4 Colocación de concreto en climas calurosos o fríos.	22
8.4.1 Colocación de concreto en clima caluroso.	22
8.4.2 Colocación de concreto en climas fríos.	22
8.5 Curado.	23
8.5.1 Curado con rocío de agua.	23
8.5.2 Curado con membranas y película.	23
8.5.3 Curado al vapor.	24



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN
DE PETRÓLEOS MEXICANOS
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**


**LASTRE DE CONCRETO PARA
TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN**

**No. de documento
NRF-033-PEMEX-2002**

Rev.: 0

PÁGINA 4 DE 31

8.6 Inspección y pruebas.	24
8.6.1 Peso de la tubería.	24
8.6.2 Espesor del revestimiento de concreto.	25
8.6.3 Agrietamiento y desprendimiento del concreto.	25
8.7 Reparaciones.	25
8.7.1 Reparaciones de concreto sin curar.	26
8.7.2 Reparaciones del concreto curado.	26
8.7.3 Reparación de grietas.	26
8.8 Manejo, almacenamiento y marcado.	27
8.8.1 Manejo.	27
8.8.2 Almacenamiento.	27
8.8.3 Marcado.	27
8.9 Sistema de la calidad.	28
9. RESPONSABILIDADES.	28
9.1 Área usuaria de Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y empresas filiales.	28
9.2. Firmas de prestadores de servicios o contratistas.	28
10. CONCORDANCIA CON NORMAS MEXICANAS O INTERNACIONALES.	28
11. BIBLIOGRAFÍA.	28
12. ANEXOS	30
12.1 Disposiciones en materia de seguridad industrial y protección ambiental que deben cumplir los Contratistas.	30

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 5 DE 31</p>
--	--	--

0. INTRODUCCIÓN.

Dentro de las principales actividades que se llevan a cabo en Pemex se encuentran la ingeniería, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones para la extracción, recolección, almacenamiento, medición, transporte, procesamiento de hidrocarburos, así como la adquisición de materiales y equipos requeridos, para cumplir con eficiencia, eficacia, calidad y seguridad con los objetivos de la empresa. En vista de esto, es necesaria la participación de las diversas disciplinas de la ingeniería y la administración, para llevar a cabo la realización de las actividades descritas.

En la definición de los requerimientos en el proceso de lastre de concreto para tubería de conducción, fueron aprovechadas las diversas experiencias y conjuntados los resultados de las investigaciones nacionales e internacionales. Para ello Pemex emite la presente norma.

Este documento normativo se realizó en atención y cumplimiento a:

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
 La Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
 La Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.
 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental.
 Reglas Generales para la Contratación y Ejecución de Obras Públicas.
 Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.
 Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.
 Reglamento de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.
 Guía para la Redacción, Estructuración y Presentación de las Normas Mexicanas NMX-Z-13/1-1997.
 Guía para la Emisión de Normas de Referencia de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

En esta norma participaron:


Pemex Exploración y Producción (PEP)
 Pemex Gas y Petroquímica Básica (PGPB)
 Pemex Petroquímica (PPQ)
 Pemex Refinación (PREF)
 Petróleos Mexicanos

Participación externa:

Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)
 Permaducto, S.A de C.V.
 Grupo Aguilar Bustamante
 Protexa

1. OBJETIVO.

Establecer los requerimientos necesarios en la preparación, manejo y aplicación del concreto para el recubrimiento de lastre en tubería de conducción de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 6 DE 31</p>
--	--	--

2. ALCANCE.

Esta norma de referencia contempla las especificaciones para aplicar lastre de concreto a todo tipo de tuberías metálicas con diámetros y espesores diversos que transportan hidrocarburos, agua o nitrógeno, sumergidas en el mar, cruces de ríos, arroyos, lagunas, pantanos o zonas inundables, donde se especifique según diseño.

3. CAMPO DE APLICACIÓN.

Esta norma de referencia es de aplicación general y de observancia obligatoria en la contratación de los bienes y servicios objeto de la misma, que lleven a cabo los centros de trabajo de Petróleos Mexicanos y sus Organismos Subsidiarios. Por lo que debe ser incluida en los procedimientos de contratación: licitación pública, invitación a cuando menos tres personas, o adjudicación directa, como parte de los requisitos que deben cumplir el proveedor, contratista o licitante.

4. ACTUALIZACIÓN.

Las sugerencias para la revisión de esta norma deben ser enviadas al secretario técnico del SUTEN de PEP, quien debe realizar la actualización de acuerdo a la procedencia de las mismas. Sin embargo, esta norma se debe revisar y actualizar, al menos, cada 5 años o antes, si las sugerencias o recomendaciones de cambio lo ameritan.

Se agradecerá que observaciones o comentarios a este documento, los dirija por escrito a:

Pemex Exploración y Producción

Unidad de Normatividad Técnica

Bahía de Ballenas # 5, edificio "D", 9° piso.

Col. Verónica Anzures.

11300 México, D. F.

Teléfono directo: (01) 55-45-20-35, conmutador: 57-22-25-00, extensión: 3-80-80, fax: 3-26-54

Email:mpacheco@pep.pemex.com


5. REFERENCIAS

NOM-008-SCFI-1993 "Sistema General de Unidades de Medida".

NMX-C-014-1981 "Industria de la construcción – concreto – aditivos químicos - uniformidad y equivalencia – determinación".

NMX-C-030-1997-ONNCCE, "Industria de la construcción – agregados – muestreo".

NMX-C-077-1997-ONNCCE, "Industria de la construcción – agregados para concreto – análisis granulométrico – método de prueba".

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 7 DE 31</p>
--	--	--

NMX-C-081-1981, "Industria de la construcción – aditivos para concreto – curado – compuestos líquidos que forman membrana".

NMX-C-083-1997-ONNCCE, "Industria de la construcción – concreto – determinación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto".

NMX.C-111-1988, "Industria de la construcción – concreto – agregados – especificaciones".

NMX-C-117-1978, "Aditivos estabilizadores de volumen del concreto"

NMX-C-122-1982, "Industria de la construcción – agua para concreto".

NMX-C-146-ONNCCE-2000. "Industria de la construcción - aditivos para concreto - puzolana natural cruda o calcinada y ceniza volante para usarse como aditivo mineral en concreto de cemento portland- especificaciones".

NMX-C-156-ONNCCE-1997. "Industria de la construcción – concreto – determinación del revenimiento en el concreto fresco".

NMX-C-160-1987, "Industria de la construcción – concreto – elaboración y curado en obra de especímenes de concreto".

NMX-C-162-ONNCCE-2000, "Industria de la construcción – concreto – determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido de aire en el concreto fresco por el método gravimétrico".

NMX-C-173-1990, "Industria de la construcción – concreto – determinación de la variación en la longitud de especímenes de mortero de cemento y de concreto endurecidos".

NMX-C-177-1997-ONNCCE, "Industria de la construcción – concreto – determinación del tiempo de fraguado de mezclas de concreto mediante la resistencia a la penetración".

NMX-C-179-1983 "Industria de la construcción – ceniza volante o puzolana natural para utilizarse como aditivo mineral en concreto de cemento Portland – muestreo y pruebas".

NMX-C-191-1986, "Industria de la construcción – concreto – Determinación de la resistencia a la flexión del concreto usando una viga simple con carga en los tercios del claro".

NMX-C-199-1986, "Industria de la construcción - aditivos para concreto y materiales complementarios-terminología y clasificación".


NMX-C-255-1988, "Industria de la construcción - aditivos químicos que reducen la cantidad de agua y/o modifican el tiempo de fraguado del concreto".

NMX-C-277-1979, "Agua para concreto, muestreo".

NMX-C-283-1982, "Agua para concreto, análisis".

NMX-C-298-1980, "Industria de la construcción – concreto - aditivos minerales – determinación de la efectividad para prevenir una expansión excesiva del concreto debida a la reacción álcalis – agregados".


NMX-C-356-1988, "Industria de la construcción- aditivos para concreto- cloruro de calcio".

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 8 DE 31</p>
--	--	--

NMX-CC-9001-IMNC-2000, "Sistemas de gestión de calidad – requisitos", (Quality Management Systems – Requirements).

6. DEFINICIONES Y TERMINOLOGÍA.

- 6.1 Aditivos para concreto.-** Son sustancias que pueden añadirse a la mezcla de concreto diferentes del cemento, agregados y agua con el objeto de mejorar sus cualidades o darle otras nuevas.
- 6.2 Agregado.-** material granular, tal como arena, grava, roca triturada o escoria de hierro de alto horno, que se usa como componente de la mezcla para formar mortero o concreto de cemento hidráulico.
- 6.3 Agregado fino.-** Es la arena pétreo que pasa casi en su totalidad por la malla No. 4 (4.75 mm) y es retenida en la malla 200 (75 µm).
- 6.4 Agregado grueso.-** Es la parte componente de la mezcla de concreto formada por partículas que quedan detenidas por la malla No. 4 (4.75 mm) sin exceder los tamaños máximos comprendidos en la tabla 4 de esta norma de referencia.
- 6.5 Agregado pesado.-** Es un compuesto de alta densidad, de origen mineral, tal como barita, o resultado de procesos como el de la fabricación de acero o incluso hierro o acero, el cual se tritura para satisfacer determinada granulometría y densidad.
- 6.6 Ánodo galvánico o de sacrificio.-** Es un aditamento metálico que se instala a la tubería con el fin de protegerla contra la corrosión.
- 6.7 Barita.-** Sulfato de bario natural (BaSO₄) empleado en su forma pura o impura como agregado para concretos de alta densidad.
- 6.8 Cemento.-** Producto finamente pulverizado de materiales arcillosos y calcáreos que con el agua se endurecen formando una masa, para soportar cargas de compresión.
- 6.9 Concreto.-** Es un material compuesto resultado de la mezcla de cemento, agregados y agua, en ocasiones puede incluir aditivos.
- 6.10 Documentar.-** Es el proceso de registrar y conservar los resultados de pruebas e inspecciones, tanto de campo como de laboratorio, para referencia y consulta, presente o futura, de Pemex, tanto en archivos documentales, como electrónicos.
- 6.11 Granulometría.-** Es la determinación de la cantidad en por ciento de los diversos tamaños de las partículas que constituyen los agregados; se considera tamaño de las partículas al diámetro de ellas cuando es indivisible bajo la acción de una fuerza moderada.
- 6.12 Lastrado de tuberías.-** Es el proceso de agregarle peso a la tubería mediante concreto reforzado en forma de camisa continua, para asegurar su estabilidad en el fondo de un cuerpo de agua.
- 6.13 Lastre rechazado.-** Es el concreto que no ha cumplido con los requisitos especificados en la presente norma de referencia.
- 6.14 Lote.-** Es el establecido entre Pemex y el contratista antes de iniciar los trabajos asignados.

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 9 DE 31</p>
--	--	--

7. SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

ACI	Instituto Americano para el Concreto (American Concrete Institute).
ASTM	Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (American Society for Testing and Materials).
CNPMOS	Comité de Normalización de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.
EMA	Entidad Mexicana de Acreditación.
IMCYC	Instituto Mexicano del Cemento y el Concreto.
ISO	Organización Internacional para la Estandarización (International Standardization Organization)
NMX	Norma Mexicana.
NOM	Norma Oficial Mexicana.
NRF	Norma de Referencia.
ONNCE	Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, S. C.
PEMEX	Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.
PEP	Pemex Exploración y Producción.
SUTEN	Subcomité Técnico de Normalización.
f'c	Resistencia nominal del concreto a compresión.
Ø	Diámetro.

8. DESARROLLO.

En esta norma se establecen las características técnicas mínimas a aplicar en la selección de los materiales, preparación, manejo y aplicación del lastre de concreto, en las tuberías de recolección y transporte de hidrocarburos, agua o nitrógeno, que conlleve a un aseguramiento de la calidad los materiales y trabajos, con el fin de tener instalaciones óptimas y seguras, cuidando el entorno ecológico.

Para cualquier situación sobre las unidades de medida que se citan en esta norma de referencia, aplicarse a la NOM-008-SCFI-1993.

Todas las pruebas requeridas para la aplicación o comprobación de esta norma, deben realizarse en laboratorios acreditados por la EMA. Así mismo todas las pruebas e inspecciones deben registrarse y entregarse los reportes a Pemex.

Los materiales y/o trabajos que no cumplan con los requisitos especificados en esta norma de referencia, serán rechazados, sin costo para Pemex.

Si debido a los procesos de lastrado o de remoción del lastre rechazado, fuera dañado el sistema de protección, los accesorios o el tubo mismo, los costos derivados de las reparaciones o sustituciones respectivas serán con cargo al contratista del lastrado.

8.1 Materiales.

Los materiales empleados en la elaboración del lastre son: acero, grava, arena, cemento, mineral de hierro ó barita, aditivos y agua, los cuales deben cumplir con los requisitos mencionados en esta norma de referencia.

El contratista debe entregar antes del inicio de cualquier trabajo, la documentación que demuestre que los materiales a ser empleados en los trabajos de lastrado cumplen con los requisitos establecidos en esta norma.

8.1.1 Cemento.- El cemento debe ser del tipo especificado en el proyecto y cumplir con los requisitos del estándar ASTM-C150-00 o equivalente.

8.1.2 Arena.- La arena debe cumplir con lo especificado en la norma NMX-C-111-1988. La granulometría de la arena debe ser la indicada en dicha norma, para mayor facilidad en la figura 1 se presentan los límites de granulometría con los que debe cumplir el agregado fino.

El módulo de finura de la arena y su tolerancia se indican en la tabla 1. Podrá utilizarse un agregado con valor menor a la tolerancia indicada, siempre y cuando se hagan mezclas de concreto de prueba, las cuales deben confirmar que el concreto fabricado con la arena de granulometría deficiente cumple con las propiedades de concreto de lastre especificadas en la presente norma de referencia.

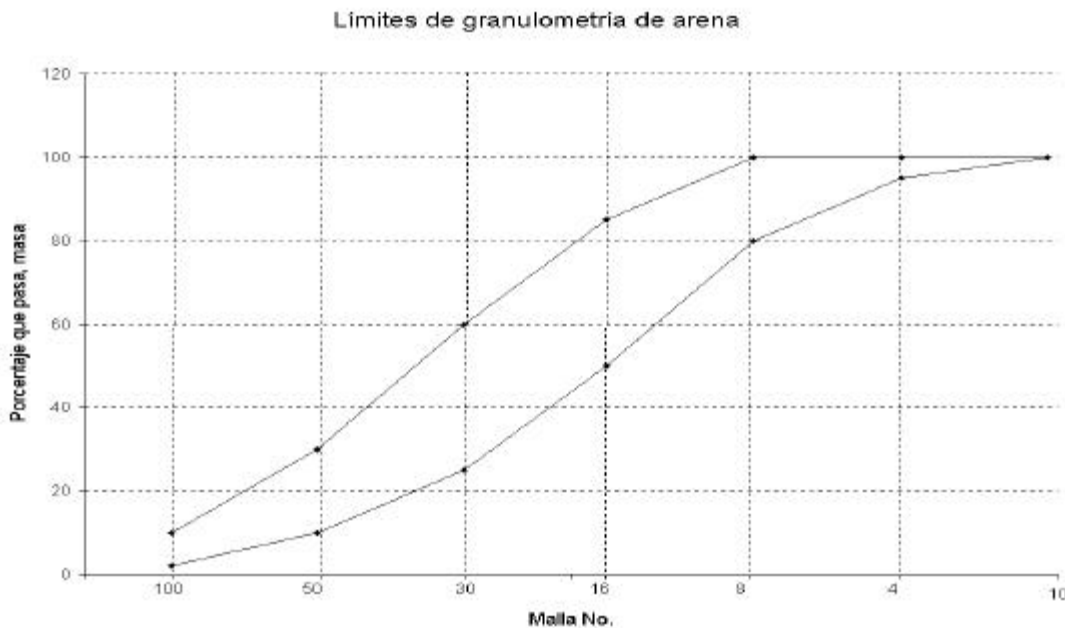



Figura 1, Límites de granulometría para la arena.

Arena	NMX-C-111-1988
Módulo de finura*	2.3 a 3.1
Tolerancia del módulo de finura	+ - 0.20

*El módulo de finura de la arena, es la centésima parte de la suma de los porcentajes retenidos en las mallas 100 (150 μ m), 50 (300 μ m), 30 (600 μ m), 16 (1.18 mm), 8 (2.36 mm), 4 (4.75 mm) y 9.5 mm.

Tabla 1. Módulo de finura y tolerancia.

La granulometría y la limpieza de la arena deben ser evaluadas en cada lote suministrado siguiendo los métodos especificados en las normas NMX-C-030-1997-ONNCCE, NMX-C-077-1997-ONNCCE. Existen sustancias indeseables en la arena empleada en la elaboración del concreto para lastre, de las cuales es permisible su

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 11 DE 31</p>
--	--	---

contenido en un porcentaje máximo, conforme se indica en la tabla 2; si se sobrepasan estos valores, la arena no debe ser utilizada en la elaboración de la mezcla.

Material	Porcentaje máximo en peso
Materiales que pasan la malla No. 200.	3.0
Arcillas y partículas desmenuzables.	0.5
Hulla y lignito.	0.25
Otras sustancias indeseables.	2.0
Total máximo permisible	4.0 *

* EL total máximo permisible es la suma de las tolerancias individuales de los materiales y no debe exceder de 4 %.

Tabla 2. Sustancias indeseables en la arena.

8.1.3 Agua.- El agua para elaborar el concreto debe estar limpia y libre de aceite y grasas. y debe cumplir con los requisitos señalados por la norma NMX-C-122-1982 y adicionalmente para esta norma de referencia se debe cumplir con los requisitos específicos indicados en la tabla 3.

Elemento	Cantidad máxima
Sulfatos.	500 ppm
Cloruros.	500 ppm
Magnesio.	150 ppm
Materia orgánica (oxígeno consumido en ácido).	10 ppm
Sólidos totales en solución.	2000 ppm
Sólidos totales en suspensión.	2000 ppm
Alcalis totales como Na+	350 ppm
pH.	6.5 a 8

Tabla 3. Límite de impurezas en el agua de mezclado, en partes por millón (ppm).

Al inicio de la obra y cuando se cambie la fuente de suministro de agua de mezclado, el contratista debe realizar análisis químicos de dicha agua para verificar el cumplimiento de los requerimientos de esta norma.

Los análisis de agua deben realizarse de acuerdo con la norma NMX-C-283-1982 y las muestras deben tomarse siguiendo lo establecido en la norma NMX-C-277-1979.

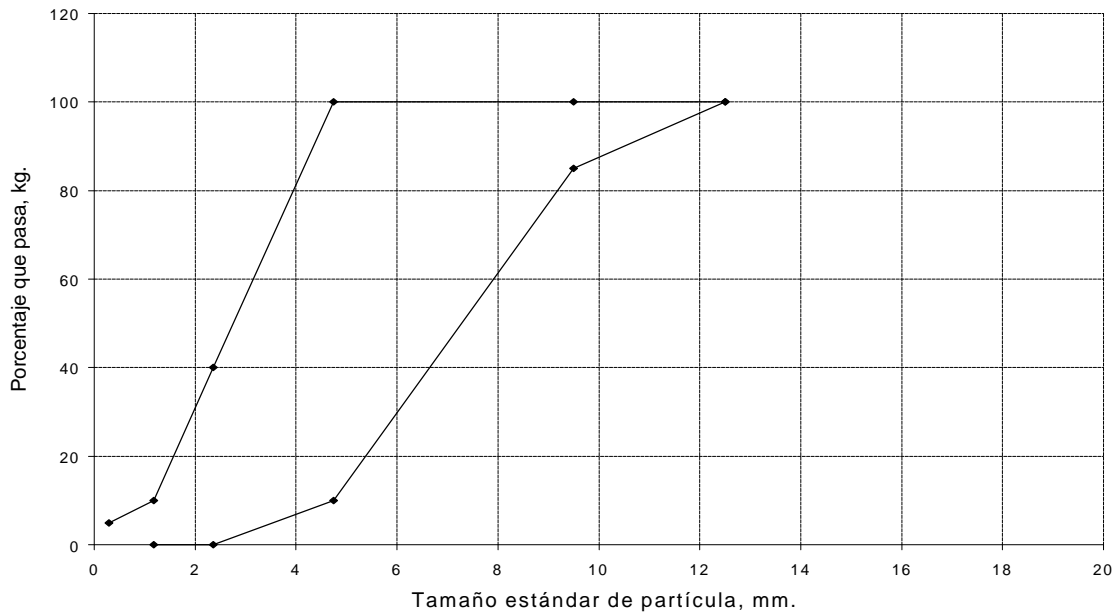
8.1.4 Agregado grueso.- El tamaño mínimo será de 4 mm y el máximo el que se indica en la tabla 4.

Espesor del lastre (cm)	Tamaño máximo de agregado (mm)
Hasta 5	6.3
De 5 a 7	9.5
De 7 a 10	12.7

Tabla 4. Tamaño máximo del agregado grueso.

El agregado grueso debe cumplir con los límites de granulometría señalados en la figura 2. Es importante notar que la figura 2 solo indica los límites correspondientes a la envolvente de las granulometrías aplicables, lo cual no exime del uso de agregados bien graduados.

Envolvente de granulometría,
Agregado grueso



El agregado grueso debe cumplir con los requisitos de sanidad y abrasión indicados en la tabla 5 y de acuerdo con los métodos y procedimientos citados en la norma NMX-C-111-1988, los cuales se deben evaluar en cada lote suministrado.

Requisito	Grava natural, grava triturada o piedra triturada %
Sanidad, pérdida en ciclos, % máximo en peso:	
Sulfato de sodio	12
Sulfato de magnesio	18
Abrasión, pérdida máxima **, % en peso	50


**La pérdida por abrasión se determinará en una muestra preparada de modo que su granulometría sea la más aproximada a la del material tal como se recibe. Cuando se emplee más de una granulometría el límite para la pérdida por abrasión aplica para cada una de ellas.

Tabla 5. Requisitos de sanidad y abrasión del agregado grueso para concreto de lastre en tubería.

Los requisitos en sanidad y abrasión en agregado grueso deben ser determinados cada vez que se cambien los bancos de material, si existen dudas en la variación de las propiedades del material suministrado o a petición expresa de Pemex. Con respecto a las cantidades permisibles de partículas nocivas se deben aplicar los límites de la tabla 6.

Substancias nocivas en agregado grueso	% máximo, en peso
(a) Partículas desmenuzables y suaves	2.0
(b) Pedernal como impureza	3.0
Suma de (a) y (b)	4.0
Material que pasa la malla 200	1.0
Carbón y lignito	0.5

Tabla 6. Substancias indeseables en el agregado grueso para concreto de lastre para tubería.

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 13 DE 31</p>
--	--	---

La granulometría y la limpieza del agregado grueso deben ser evaluadas en cada lote suministrado siguiendo los métodos especificados en las normas NMX-C-030-1997-ONNCCE, NMX-C-077-1997-ONNCCE.

8.1.5 Agregado pesado.- El agregado pesado incluyendo la barita ($Ba SO_4$) debe cumplir con los requisitos para arena citados en el punto 8.1.2 y lo del agregado grueso con el punto 8.1.4, tanto en granulometría como en lo respectivo a arcilla y cantidades nocivas de álcali, sustancias nocivas e impurezas orgánicas, que puedan afectar la resistencia del concreto. En lo referente a densidad debe ser lo establecido en la ASTM-C637-98 y ASTM-C638-97 o equivalentes. Las propiedades del agregado pesado se deben verificar en cada lote suministrado y se deben documentar.

8.1.6 Acero de refuerzo.- El acero de refuerzo del lastre es una malla de alambre de acero galvanizado fabricado de lingote, electrosoldada o trenzada, con las características indicadas en la tabla 7.

La malla de acero de refuerzo, trenzada o electrosoldada, para lastre de concreto debe cumplir con los requisitos del ASTM-A810-00, o equivalente.

El acero para fabricación de malla, trenzada o electrosoldada, debe cumplir con los requerimientos de las especificaciones ASTM-A641/A641M-98, ASTM-A82-97a^{añ} y ASTM-A370-97a o equivalentes.

La malla trenzada debe tener alambre de refuerzo en uno o los dos costados, a fin de evitar que se reduzca la sección transversal, al aplicar tensión en los trabajos de lastrado.

Las propiedades del acero de refuerzo se deben verificar en cada lote suministrado.

Tipo de malla	Calibre alambre	Ø del alambre (mm) longitudinal/ transversal	Separación de alambres (mm)
Rectangular (electrosoldada)	-	1.70-2.69/1.60-2	25.4 X 92.4
Rectangular (electrosoldada)	-	1.90-2.40/1.60-2	25.4 X 92.4
Hexagonal (trenzada)	17	-	3.8 X 3.8
Cuadrada (electrosoldada)	12	-	7.6 X 7.6

Tabla 7. Características del acero de refuerzo.

8.1.7 Aditivos.- Cuando se requiera el uso de aditivos, estos deben ser autorizados por Pemex, debiendo soportarse su uso, sin costo adicional para Pemex. Para este fin el contratista debe presentar las especificaciones del producto y los procedimientos de manejo y aplicación. En ningún caso el empleo de aditivos debe afectar las propiedades finales del concreto requeridas por el diseño o la presente norma de referencia.

Los aditivos deben cumplir con los requisitos de las siguientes normas: NMX-C-014-1981, NMX-C-117-1978, NMX-C-146-ONNCCE-2000, NMX-C-179-1983, NMX-C-199-1986, NMX-C-255-1988, NMX-C-298-1980, NMX-C-356-1988 y ASTM-C494/C494M-99a^{añ} o equivalente. Adicionalmente, se debe de cumplir con los siguientes requisitos que se muestran en la tabla 8.



TIPO DE ADITIVO.	A Reductores de agua de mezclado	B Retardadores	C Aceleradores	D Retardadores y reductores de agua de mezclado	E Aceleradores y reductores de agua de mezclado
Contenido máximo de agua, en porcentaje de referencia.	95	-	-	95	95
Tiempo de fraguado, desviación permisible con respecto al de referencia, en horas y minutos. NMX-C-177-1997-ONNCCE					
Inicial: cuando menos.		1:00 después	1:00 antes	1:00 después	1:00 antes
No más de	1:00 antes, ni 1:30 después	3:30 después	3:30 antes	3:30 después	3:30 antes
Final: cuando menos	-	-	1:00 antes	-	1:00 antes
No más de	1:00 antes ni 1:30 después	3:30 después	-	3:30 después	-
Resistencia mínima a compresión, en porcentaje de la de referencia *: NMX-C-083-1997-ONNCCE					
3 días	110	90	125	110	125
7 días	110	90	100	110	110
28 días	110	90	100	110	110
6 meses	100	90	90	100	100
1 año	100	90	90	100	100
Resistencia mínima a flexión, en porcentaje de la de referencia **: NMX-C-191-1986					
3 días	100	90	110	100	110
7 días	100	90	100	100	100
28 días	100	90	90	100	100
Resistencia en adherencia, en porcentaje de la referencia. 28 días. ASTM-A944-99 o equivalente					
	100	90	100	100	100
Cambio de longitud (requisitos optativos)***.---NMX-C-173-1990					
Porcentaje del de referencia	135	135	135	135	135
Incremento sobre el de referencia	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
*	Los valores de la tabla incluyen tolerancia para variaciones normales en los resultados de ensaye. El objeto del requisito del 90% en la resistencia a compresión para los aditivos retardadores es exigir un nivel de comportamiento comparable al del concreto de referencia.				
**	Las resistencias a compresión y flexión de un concreto que contenga el aditivo ensayado, no deben ser menores del 90% de las alcanzadas en cualquier edad de prueba anterior. El objeto de este límite es exigir que estas resistencias no disminuyan con la edad				
***	Requisitos optativos: El porcentaje se aplica cuando el cambio de longitud del espécimen de referencia sea de 0.030% o mayor. El valor del incremento se aplica cuando el cambio de longitud del espécimen de referencia sea menor de 0.030%.				

Tabla 8. Requisitos para concreto con aditivos reductores de agua, aceleradores y retardadores.

Si se emplean aditivos estabilizadores de volumen para producir una expansión controlada que compense la contracción, la expansión no debe ser mayor del 0.4% a los 28 días, en especímenes de mortero con el aditivo ensayado. Las tolerancias en los tiempos de fraguado de un mortero que contenga el aditivo ensayado, en relación con un mortero de referencia que no lo contenga, son las siguientes:

Fraguado inicial, en horas y minutos $\pm 1:00$
 Fraguado final, en horas y minutos $\pm 2:00$



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN
DE PETRÓLEOS MEXICANOS
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

LASTRE DE CONCRETO PARA
TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN

No. de documento
NRF-033-PEMEX-2002

Rev.: 0

PÁGINA 15 DE 31

Los especímenes de concreto que contengan el aditivo estabilizador ensayado deben alcanzar resistencias a la compresión por lo menos iguales a las de concreto sin aditivos, de acuerdo con la norma NMX-C-083-1997-ONNCCE y adicionalmente se debe cumplir con los requisitos en el punto 8.2.6.

Los aditivos puzolánicos y cenizas volantes deben cumplir con los requisitos químicos de la norma NMX-C-146-ONNCCE-2000, excepto que el contenido máximo de anhídrido sulfúrico (SO_3) no debe ser mayor de 3%, en todos los casos. Los requisitos físicos deben ser los requeridos por la tabla 9.

Todos los aditivos deben almacenarse y aplicarse de acuerdo con las especificaciones que marque el fabricante, lo cual debe estar contemplado en el procedimiento de lastrado que presente el contratista.

Solo se permite el uso de aditivos que estén contenidos en su envase original, que no hayan sido abiertos y que tengan vigente la fecha de caducidad.

Los aditivos inflamables y aquellos cuyo aspiración o contacto representen peligro para la salud del personal deben almacenarse de manera segura, de acuerdo con las indicaciones del fabricante; así mismos, deben estar claramente marcados, indicando las precauciones necesarias para el personal y restricciones de manejo. Los procedimientos de trabajo presentados por el contratista deben de considerar también dichos aspectos de seguridad, tanto para el personal como para las instalaciones.

Finura:	
Area superficial mínima, en cm^2/cm^3	12,000
Cantidad máxima retenida en cribado húmedo, en la malla No. 325 (44 μ), en porcentaje ^a	12.0
Índice de actividad puzolánica^b	
Con cemento Portland, a los 28 días en porcentaje del de referencia, valor mínimo	75
Con cal, a los siete días, en kg/cm^2 , valor mínimo.	56
Demanda de agua máxima, en porcentaje del de referencia	115
Incremento máximo de la contracción por secado de barras de mortero a los 28 días, en porcentajes	0.03
Sanidad^c:	
Expansión o contracción máximas en autoclave, en porcentaje.	0.5
Cantidad máxima aditivo inductor de aire con concreto ^d , relación con respecto al de referencia.	2.0 ^e
Requisito de uniformidad: La superficie específica y el peso específico de muestras individuales no variará del promedio establecido por las diez muestras precedentes, o por todas las muestras precedentes si su número es menor que diez, en más de:	
Superficie específica, máxima variación con respecto al promedio, en porcentaje.	15
Peso específico, máxima variación con respecto al promedio, en porcentaje	5
Además cuando se especifique concreto con aire incluido, la cantidad de agente inductor requerido para producir un contenido de aire de 18.0 % de volumen de mortero no variará del promedio establecido por diez ensayos precedentes, o por todos los precedentes si son menos de diez, en más de (en porcentaje).	20
Reactividad con los álcalis de cemento^f:	
Reducción mínima de la expansión del mortero a los 14 días, en porcentaje	75
Expansión máxima del mortero a los 14 días, en porcentaje.	0.020



COMITÉ DE NORMALIZACIÓN
DE PETRÓLEOS MEXICANOS
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS

LASTRE DE CONCRETO PARA
TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN

No. de documento
NRF-033-PEMEX-2002

Rev.: 0

PÁGINA 16 DE 31

- a Debe evitarse que aglomerados de material extremadamente fino queden detenidos.
- b No se considera que el índice de actividad pozzolánica con cemento Portland o cal sea una medida de la resistencia a la compresión del concreto que cuando tenga la puzolana. El índice de actividad pozzolánica con cemento Portland se determina por medio de una prueba acelerada y se pretende que evalúe la contribución que se espere de la puzolana a un mayor desarrollo de resistencia del concreto, pero sin considerar que el peso de puzolana especificado para la prueba que determina el índice de actividad pozzolánica con cemento Portland sea la proporción recomendada para el concreto que vaya a usarse en el trabajo. La cantidad óptima de puzolana, para cualquier proyecto, se determina por las propiedades que se requieran del concreto y de otros ingredientes del mismo y debe establecerse mediante ensayos.
- c El espécimen debe permanecer firme y duro sin mostrar distorsión, agrietamiento, hendiduras, picaduras o desintegración visible a simple vista cuando se sujeta a la prueba de expansión en autoclave.
- d Se aplica únicamente en el caso del concreto con aire incluido. Al respecto, se recomienda aire incluido en cantidad apropiada para concreto que pueda estar expuesto a congelación y deshielo.
- e Si el límite especificado se excede, la mezcla de prueba debe cumplir con los requisitos para aditivos inclusores de aire, CO₂.
- f Los ensayos indicados para la reactividad con los álcalis del cemento son optativos, y los requisitos correspondientes se aplican solo a solicitud de Pemex Exploración y Producción. No es necesario exigirlos, a menos que la puzolana vaya a emplearse con agregados que se juzgue vaya a producir reacción nociva con los álcalis del cemento. El ensayo para determinar la reducción de expansión del mortero puede hacerse con algún cemento de alto contenido de álcalis de acuerdo con el método de prueba ASTM-C441-97^{al} o equivalente si se desconoce el cemento Portland que está destinado al trabajo, o si no se dispone de él cuando se ensaye la puzolana. En caso de que éste, además de conocer, esté disponible, el ensayo que determina la expansión del mortero es preferible al que determina la reducción de expansión del mismo. El ensayo para la expansión del mortero debe hacerse con cada cemento que vaya a utilizarse en el trabajo.

Tabla 9. Requisitos físicos de aditivos pozzolánicos.

8.2 Requisitos de ejecución.

Es responsabilidad del contratista de servicio garantizar la calidad de los materiales y agregados que se utilicen en las mezclas para el estricto cumplimiento de lo especificado en esta norma de referencia, incluyendo también lo referente a fabricación, aplicación, curado, almacenamiento, transporte y pruebas del concreto.


8.2.1 Tipos de mezclas para formar el lastre.- A continuación se muestran composiciones típicas para alcanzar densidades específicas.

- a. Concreto de peso normal, mínimo de 2,250 kg/m³ (140.42 lb/pie³) elaborado con cemento, arena, grava y agua.
- b. Mortero fabricado con cemento y arena pétreo, con peso volumétrico mínimo de 2,250 kg/m³ (140.42 lb/pie³).
- c. Mortero fabricado con cemento, arena y finos de barita o baritina, con peso volumétrico mínimo de 2,600 kg/m³ (162.27 lb/pie³).
- d. Mortero fabricado con cemento arena pétreo y finos de mineral de hierro, con peso volumétrico mínimo de 3,000 kg/m³ (187.23 lb/pie³).

8.2.2 Granulometría.- La granulometría más adecuada de los agregados se determina haciendo mezclas de prueba, variando dicha granulometría, así como la proporción de los agregados y el cemento, hasta obtener el concreto en la densidad y resistencia requeridos.

El análisis granulométrico debe efectuarse diariamente y al inicio de las actividades, en cada lote de agregado fino y grueso suministrado, y para cada una de las densidades del concreto requeridas en el proyecto, de acuerdo con los métodos especificados por las normas NMX-C-030-1997-ONNCCE y NMX-C-077-1997-ONNCCE, Los resultados de estos análisis deben cumplir con las granulometrías especificadas en los puntos 8.1.2 y 8.1.4 de la presente norma de referencia, así mismo dichos análisis deben ser documentados.

El proporcionamiento de las mezclas debe quedar documentado en el procedimiento del concreto propuesto por el contratista de servicio.

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 17 DE 31</p>
--	--	---

8.2.3 Trabajabilidad de las mezclas.- El revenimiento debe ser determinado por el contratista sin que este afecte la densidad, resistencia mecánica y el peso final de la pieza lastrada, de acuerdo con los requisitos de la presente norma y estará en función del tipo de método de colocación del lastre, siendo para moldes o cimbras la obtención valores altos y en caso de otro método (como compresión o lanzado) estos serán bajos.

El revenimiento de la mezcla debe medirse diario, antes de iniciar las operaciones de lastrado, o cada vez que Pemex lo considere necesario, siguiendo el método especificado por la norma NMX-C-156-ONNCCE-1997, dichos resultados deben quedar registrados y documentados.

8.2.4 Densidad o masa específica.- Las densidades del concreto serán las indicadas en los planos de ingeniería del proyecto, pero en ningún caso debe exceder la máxima indica en el punto 8.2.1. En todos los casos la tolerancia permitida está comprendida entre los siguientes valores:

Mínimo: 0.00 kg/m³
Máximo: 80.16 kg/m³ (5 lb/pie³)

Diariamente, al inicio de los trabajos de lastrado, o cada 40 m³ de concreto, si es dosificado por masa o 12 m³, si es dosificado por volumen, se deben tomar muestras para la determinación de la densidad del concreto fresco, o cada vez que Pemex lo requiera, dichas muestras deben ser documentadas e identificadas para efectos de rastreabilidad. Siempre que se cambie de marca o proveedor de materiales se deben obtener muestras para medición de la densidad del concreto fresco, las cuales deben también ser documentadas.

La determinación de la densidad del concreto fresco se debe realizar de acuerdo con la norma NMX-C-162-ONNCCE-2000 y se deben documentar también los parámetros de contenido de cemento, rendimiento y contenido de aire.


La densidad del concreto endurecido se debe determinar en muestras curadas y endurecidas de al menos cuatro días de edad, de acuerdo con los requisitos de la ASTM-C642-97 o equivalente. Las muestras para obtención de la densidad del concreto endurecido deben ser tomadas ex profeso para esta prueba, en cilindros similares a los utilizados para muestras sujetas a la prueba de resistencia mecánica (ver punto 8.2.6) y deben cumplir con los requisitos de la ASTM-C642-97 o equivalente. Se deben tomar muestras para la determinación de la densidad en concreto endurecido en igual número que las tomadas para medir la densidad del concreto fresco.

Previamente al inicio de los trabajos de lastrado se deben realizar y documentar pruebas para determinar una correlación entre la densidad del concreto fresco y la del concreto endurecido. El número de muestras debe ser tal que la correlación tenga un intervalo de confianza de al menos 90%.

El procedimiento empleado para determinar la correlación entre densidad del concreto fresco y endurecido debe ser registrado como parte de los procedimientos de trabajo.

Durante el desarrollo de los trabajos de lastrado y con el fin de conocer si el concreto de lastre tendrá la densidad especificada por el proyecto, el contratista debe medir la densidad de concreto fresco, de acuerdo con lo establecido al inicio del presente punto. Utilizando los datos de correlación citados en los dos párrafos anteriores y con la densidad del concreto fresco se podrá conocer en forma aproximada si el concreto endurecido alcanzará la densidad requerida por el proyecto. En caso de que la densidad del concreto fresco de indicaciones de duda sobre la densidad que alcanzará el concreto endurecido, el contratista tiene dos opciones:

- Retirar el lastre fresco y limpiar los tubos, a fin de colocar nuevamente el lastre de concreto o
- Podrá esperar a que endurezca el concreto de densidad dudosa y verificar si dicho concreto cumple con la densidad especificada una vez endurecido, así mismo el tubo debe cumplir con el peso requerido. Si los tubos con concreto endurecido no cumplen con la densidad de concreto especificada

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 18 DE 31</p>
--	--	---

o con el peso total requerido por proyecto, dichos tubos serán rechazados y tendrán que lastrarse nuevamente.

8.2.5 Absorción de agua del lastre.- La absorción de agua del lastre se determina a partir de muestras tomadas de la mezcla de concreto, tal como se utiliza en el recubrimiento de lastre, endurecido y curado, que tenga al menos 4 días de edad. La determinación de la absorción de agua y las muestras deben cumplir los requisitos y procedimientos estipulados por la ASTM-C642-97 o equivalente. Lo referente a la frecuencia de tomas de muestras deber ser con el criterio del punto 8.2.4. La absorción de agua no debe ser mayor del 5%.

8.2.6 Resistencia a la compresión simple.- Diariamente, al inicio de los trabajos de lastrado, o cada 40 m³ de concreto, si es dosificado por masa o 12 m³, si es dosificado por volumen, se deben, tomar 3 (tres) muestras e identificarlas para efectos de rastreabilidad y efectuar pruebas de ruptura como criterio para aceptación o rechazo de la resistencia. Cada muestra consiste de 3 (tres) probetas cilíndricas. Una prueba de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de tres cilindros hechos de la misma muestra de concreto y probados a los 28 días o a la edad de prueba designada para la determinación de f'c.

Las probetas cilíndricas deben fabricarse de acuerdo con los requisitos de la norma NMX-C-160-1987.

Las pruebas de resistencia deben de realizarse de la siguiente manera, un cilindro de cada muestra debe ser probado a los 7 días, el otro a los 14 días y el tercero, a los 28 días, conforme a los procedimientos de la NMX-C-083-1997-ONNCCE.

El nivel de resistencia de una clase determinada de concreto será considerado satisfactorio si cumple con los dos requisitos siguientes:


- a. El promedio de todas las series de tres pruebas de resistencia consecutivas es igual o superior a la f'c requerida.
- b. Ningún resultado individual de la prueba de resistencia (promedio de tres cilindros) es menor que f'c por más de 35 kg/cm².

Siempre que se cambie de marca o proveedor de los materiales, se deben obtener 3 (tres) muestras adicionales de concreto e identificarlos para ser sometidas a pruebas. Todas las pruebas de resistencia a la compresión deben ser documentadas.

La resistencia del concreto debe tener un mínimo de 300 kg/cm² (4,267 lb/pulg²) a los 28 días de edad para tuberías submarinas y de 250 kg/cm² (3,555.84 lb/pulg²) para los demás casos (cruces de ríos, arroyos, lagunas, entre otros). Si el proyecto requiere una resistencia mayor a la aquí indicada, regirá la resistencia de proyecto y todos los demás parámetros citados en esta norma de referencia deben ser respetados.

Si el promedio de resistencia obtenida a los 7 y 14 días es inferior al 60% del f'c requerido a los 28 días, el contratista tendrá la opción de revestir nuevamente la tubería recubierta en ese día o esperar los resultados de las pruebas a los 28 días; si estas también resultan menores a los valores especificados, invariablemente la tubería debe revestirse nuevamente. Los costos que impliquen las actividades de quitar el lastre que no cumple y colocarlo nuevamente, el tiempo empleado en ello, así como el daño que pudiera sufrir el tubo de acero a causa de estas operaciones serán responsabilidad del contratista.

8.2.7 Resistencia al ataque químico.- Se debe analizar el agua en la que estará sumergida la tubería lastrada, así como el suelo del lecho en la cual queda alojada, para determinar el contenido de sulfatos o de otras sustancias que ataquen el concreto, con lo cual se determina el tipo de cemento y los aditivos que deben de emplearse para dar al concreto que se emplea en el lastrado la durabilidad necesaria. La tabla 10 proporciona parámetros para definir la agresividad del medio, por lo que respecta a cantidades de sulfatos, y especifica los

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 19 DE 31</p>
--	--	---

tipos de cemento que se deben aplicar en cada caso. Se debe presentar un informe de los resultados de los análisis del agua y del suelo, así como la selección de cemento El tipo de cemento empleado se debe verificar en cada lote de cemento recibido o cada vez que Pemex lo requiera y debe documentarse.

Exposición a sulfatos	Sulfato acuasoluble (SO ₄) en suelo % por peso	Sulfato (SO ₄) en el agua ppm	Tipo de cemento (ASTM-C150 o equivalente)
Insignificante	0.00-0.10	0.00-150	I
Moderada (agua de mar)	0.10-0.20	150-1500	I ¹ , II
Severa	0.20-2.00	1500-10000	II ¹ , V
Muy severa	Más de 2.00	Más de 10000	V ¹

¹ Se agrega puzolana, conforme a propuesta del contratista. Esta propuesta de aditivo debe ser previamente aprobada por Pemex.

Tabla 10.- Contenido de sulfatos en el medio y tipo de cemento
(adaptada para esta norma del IMCYC 97310014, 1997, pág. 14).

8.3 Métodos de aplicación del lastre de concreto.

Los métodos de aplicación del lastre de concreto deben cumplir con los requisitos estipulados en esta norma de referencia. Los métodos de lastrado utilizados en la actualidad por Pemex en la aplicación a tuberías son: Concreto por colisión (lanzado), concreto por compresión o envuelto y concreto en molde o por cimbra. Cualquier otro método debe ser sometido a consideración de Pemex sin que esto lo obligue a su aceptación.

8.3.1 Requisitos de aplicación.- Previo al inicio de los trabajos de lastrado, el contratista debe presentar a Pemex sus procedimientos de trabajo y sistema de calidad, entre otros:

- Proporcionamiento de la mezcla.
- Instalación de ánodos de sacrificio.
- Reparación de recubrimiento anticorrosivo.
- Lastrado.
- Reparación del lastre.
- Discontinuidad eléctrica.
- Manejo.
- Almacenaje y embarque.
- Inspección de colocación del acero de refuerzo.


Así mismo, el contratista debe presentar, entre otros, los certificados de: materiales y equipos. Si Pemex lo especifica contractualmente, los trabajos de lastrado deben ser certificados.

8.3.2 Colocación del acero de refuerzo.- Antes de colocar el acero de refuerzo el recubrimiento anticorrosivo del tubo debe estar limpio, libre de aceite, grasa o materias extrañas, además se debe de inspeccionar dieléctricamente (con holiday detector) para asegurar que no existen partes sin revestir y/o discontinuidades en el recubrimiento anticorrosivo.

Si se emplea malla electrosoldada ésta se debe colocar en espiral, con un traslape de 25.4 mm (1 pulgada).

Las posiciones del acero de refuerzo son las siguientes:

Cuando se requiera una sola capa de acero de refuerzo (malla), ésta se debe colocar entre el 2 y 3 tercio del espesor del lastre de concreto, considerando que es a partir del lomo del tubo.

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 20 DE 31</p>
--	--	---

Cuando se requiera colocar dos capas de refuerzo (malla), debido al espesor del lastre, la primera se debe colocar a 2.5 cm del recubrimiento anticorrosivo del tubo, y la segunda se debe colocar de manera que el recubrimiento de concreto sobre el acero sea de 1.5 cm.

En ambos casos aplica una tolerancia de ± 6.3 mm (0.250 pulgadas).

En el método de lastrado con cimbra se deben utilizar únicamente separadores plásticos, fabricados expreso, para garantizar la posición requerida del acero de refuerzo.

Bajo ninguna circunstancia el acero de refuerzo debe salir sobre la superficie del lastre de concreto o estar en contacto con el recubrimiento anticorrosivo de la tubería, cualquiera que sea el método de lastrado.

Así mismo, durante la colocación del acero refuerzo se debe tener precauciones para no dañar el recubrimiento anticorrosivo del tubo, en el caso de provocar algún daño, éste debe ser reparado aplicando el procedimiento de reparación de recubrimiento anticorrosivo, antes de colocar el concreto.

El acero de refuerzo no debe tener contacto con el ánodo de sacrificio de la protección catódica, en tramos de tubería donde se instale éste.

Excepto en los métodos que utilicen cimbra, diariamente, mediante agua a presión, se debe eliminar el concreto fresco del primer tramo lastrado del día, en una área de 25.4 mm (1 pulgada) de ancho por 229 mm (9 pulgadas) de largo, en dirección longitudinal. En esta área expuesta se debe comprobar que el acero de refuerzo este colocado conforme a lo especificado; es decir, sin que provoque daños a la protección anticorrosiva o ánodos de sacrificio.


En los métodos en los que se utilice cimbra se debe verificar la posición del acero de refuerzo antes de la colocación del concreto y después en uno de cada 500 tubos y un accesorio o si el volumen no es suficiente en un accesorio y un tubo de cada semana de producción. Se debe utilizar herramienta manual para retirar el concreto en una área de 25.4 mm (1 pulgada) de ancho por un máximo de 229 mm (9 pulgadas) de largo, hasta descubrir la malla o acero de refuerzo.

El contratista debe verificar que no exista continuidad eléctrica en todos los tubos, entre el acero de refuerzo y el tubo. La observación obtenida se debe registrar. Todas las ranuras antes mencionadas, deben ser reparadas conforme al punto 8.7.2.

La cantidad de acero de refuerzo, la separación entre capas, traslape y separación de alambre deben cumplir los requisitos de la tabla 11.

Tipo de malla	Espesor concreto cm (pulg)	Cantidad de capas	Calibre alambre	Ø del alambre (mm) longitudinal/ transversal	Separación de alambres (mm)	Traslape cm (pulg)
Rectangular (electrosoldada)	Hasta 5.08 (2)	1	-	1.70-2.69/1.60-2	25.4 X 92.4	2.54 (1)
Rectangular (electrosoldada)	5.72 (2.25) a 10.16 (4)	2	-	1.90-2.40/1.60-2	25.4 X 92.4	2.54 (1)
Hexagonal (trenzada)	Hasta 5.08 (2)	1	17	-	3.8 X 3.8	2.54 (1)
Cuadrada (electrosoldada)	5.72 (2.25) a 10.16 (4)	2 ó 3	12	-	7.6 X 7.6	2.54 (1)

Tabla 11.- Requisitos de cantidad y colocación de acero de refuerzo.

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 21 DE 31</p>
--	--	---

8.3.3 Colocación del lastrado de concreto.- La colocación del lastrado de concreto debe hacerse en planta, usando el equipo y maquinaria capaz de producir un recubrimiento uniforme en espesor, densidad y consistencia de la mezcla.

La colocación se debe hacer dentro de los treinta minutos siguientes a la incorporación del agua a la mezcla. Cuando se requiera colocar más de una capa de concreto para producir el espesor deseado, el tiempo entre la colocación de la primera y la última capa no debe exceder de 30 minutos. Si el lapso de tiempo es excedido, el concreto debe removerse y el tramo de tubería debe ser revestido nuevamente.

Los extremos del lastrado de concreto deben tener un bisel de 60° o menor.

Los extremos del tubo deben estar libres de concreto en una distancia de 38.1 cm (15 pulgadas), para facilitar las uniones de campo. En caso de que el contratista requiera una distancia diferente, este debe presentar para consideración de Pemex los elementos que justifiquen su necesidad. En cualquier caso se debe respetar el peso total requerido del tubo.

La parte no recubierta de la tubería, debe estar limpia y libre de salpicaduras de concreto, aceite, grasa, entre otros.

La frecuencia de verificación de los parámetros señalados en este punto debe ser continua, conforme el proceso lo permita.

En caso de lluvia y/o condiciones atmosféricas adversas, deben taparse con lonas los tubos que hayan sido lastrados en ese día, el contratista tomará la decisión de suspender ó continuar el proceso de lastrado, garantizando que el lastrado no perderá sus propiedades de diseño, en caso de demostrarse lo contrario, será rechazada la producción y los costos que esto ocasione serán absorbidos por el contratista.


8.3.4 Colocación del lastrado de concreto en tramos con ánodos.- La secuencia de aplicación del lastrado de concreto en los tramos de tubería con ánodo podrá variar de acuerdo al método de lastrado que se utilice para el proyecto, de acuerdo con lo siguiente:

- a. Concreto lanzado (por colisión).- El recubrimiento de concreto en los tramos de tubería con ánodo será aplicado antes o después de la instalación de dichos ánodos.
- b. Por compresión o concreto envuelto.- Los ánodos de sacrificio se instalarán en los tubos seleccionados para ello después de la aplicación y fraguado, del lastre de concreto. Para ello se realizan cortes rectos al concreto aplicado a los tubos dependiendo de la longitud de los ánodos, cuidando que dichos cortes no dañen el recubrimiento anticorrosivo.
- c. Con moldes, cimbra o un método distinto.- El contratista debe presentar sus procedimientos previamente al inicio de los trabajos debidamente autorizados, certificados y cumplir con el punto 8.3.1 de esta norma de referencia, dicho procedimiento enfocado a no provocar daños al ánodo, recubrimientos, concreto o tubo.

Independientemente del método de aplicación del concreto las siguientes indicaciones aplican en todos los casos:

Después de la instalación de los ánodos se deben realizar las reparaciones necesarias al recubrimiento anticorrosivo debidas a las conexiones del ánodo con el tubo.

En cualquier caso se debe garantizar la correcta sujeción y conexión eléctrica del ánodo; así como la sanidad del recubrimiento anticorrosivo.

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 22 DE 31</p>
--	--	--

Se debe dejar un espacio de 50.8 mm (2 pulgadas) libres, entre el ánodo y la terminación del concreto. Posteriormente a la instalación del ánodo dicho espacio debe rellenarse con concreto de peso normal, sin agregado mineral.

Se permite que el espesor del ánodo sea hasta 6.25 mm (0.250 pulgadas) menor que el espesor del lastre de concreto. En este caso se debe desbastar el espesor de concreto formando una transición de una longitud de 300 mm, en ambos lados, para evitar cambios bruscos de diámetro. Queda prohibida la instalación de ánodos que tengan espesor mayor que el del recubrimiento de concreto.

La superficie de los ánodos, debe protegerse durante el proceso de aplicación del lastrado de concreto, para evitar daños en el mismo. Dicha protección se debe eliminarse al terminar el proceso.

El acero de refuerzo debe terminar a una distancia de 15 a 20 mm antes del extremo de lastre de concreto.

La superficie del ánodo debe estar libre de concreto, daños y no debe tener contacto con el acero de refuerzo. En cada tubo con ánodo se debe realizar pruebas para verificar que no existe continuidad eléctrica entre el ánodo y el acero de refuerzo del lastre de concreto.

La frecuencia de verificación de los parámetros señalados en este punto debe ser continua, conforme el proceso lo permita.

8.4 Colocación del concreto en climas calurosos o fríos.


Las condiciones climatológicas extremas pueden crear condiciones que requieren atención especial para producir un concreto con las características deseadas. En caso de que el lastrado se realice bajo condiciones climatológicas calurosas o frías se deben aplicar los siguientes requisitos.

8.4.1 Colocación del concreto en clima caluroso.- En climas calurosos, incluyendo zonas tropicales, se deben tomar las medidas necesarias para evitar la evaporación excesiva y los tubos lastrados se deben proteger de la acción directa de los rayos del sol, como mínimo durante el periodo de curado. Para ello pueden utilizarse diversas medidas, incluyendo techados o cobertizos. El contratista debe presentar para consideración de Pemex los métodos y procedimientos propuestos. Si se emplean películas o membranas para curado estas deben ser de color blanco o gris, con propiedades reflejantes, como protección mínima contra la acción de los rayos solares.

Si se prevén condiciones climatológicas adversas, como son alta temperatura, baja humedad relativa y presencia de viento y radiación solar, de acuerdo con lo señalado en la práctica ACI-305R-91 o equivalente, independientemente de la región, por ejemplo árida o tropical, se deben aplicar las recomendaciones de dicha práctica ACI-305R-91 o equivalente. El contratista tomará la decisión de suspender o continuar el proceso de lastrado además debe de garantizar que el lastrado no perderá sus propiedades especificadas en esta norma.

La frecuencia de verificación de los parámetros señalados en este punto debe ser continua, conforme el proceso lo permita. Se deben documentar las medidas tomadas para prever las condiciones climatológicas así como las acciones aplicadas para su protección.

8.4.2 Colocación del concreto en clima frío.- La temperatura ambiente mínima para realizar labores de preparación y aplicación de concreto de lastre es de 5° C, adicionalmente se deben tomar las precauciones necesarias para compensar los efectos de retardo de desarrollo de la resistencia temprana. Si se prevén temperaturas menores se deben aplicar los requisitos de la práctica ACI 306-88 o equivalente, en todo caso el concreto se debe proteger contra la congelación hasta que alcance una resistencia mínima de 35 kg/cm². Dicha resistencia puede estimarse preferentemente por medio del método de madurez, ASTM-C1074-98 o equivalente,

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 23 DE 31</p>
--	--	---

en segundo lugar se puede emplear el método de resistencia a la penetración, ASTM-C803/C803M-97 o equivalente y en su defecto es posible colar probetas cilíndricas ex profeso para esta prueba y determinar su resistencia de acuerdo con la norma NMX-C 083-ONNCCE.

El licitante debe presentar para consideración de Pemex los procedimientos y métodos propuestos para protección del concreto fabricado y aplicado en temperaturas bajas, incluyendo las precauciones necesarias en el manejo de los tubos debido a retrasos en el desarrollo de resistencia temprana y los métodos de prueba propuestos para determinar la resistencia mínima, 35 kg/cm², para mantener la protección contra el congelamiento.

Se deben documentar las medidas tomadas para prever las condiciones climatológicas así como las acciones aplicadas para su protección.

8.5 Curado.

Es responsabilidad del contratista mantener las condiciones de humedad y temperatura necesarias para que el concreto alcance las propiedades especificadas en esta norma. Los métodos aceptables son:

Método de lastrado

Concreto lanzado
Concreto por compresión o envuelto
Concreto con molde, cimbra u otros métodos

Método de curado

Rocío de agua (húmedo) o membranas líquidas de curado.
Película plástica.
Se propone por el contratista con aceptación de Pemex.

El período de curado, independientemente del método, debe ser de 7 días como mínimo, y se debe mantener una temperatura superior a 10° C, excepto sí se cura con acelerantes.

En todos los casos, excepto en el curado con vapor, se debe documentar al menos el tipo de método empleado, fechas de inicio y fecha de terminación del curado.


8.5.1 Curado con rocío de agua.- El curado con rocío de agua solo puede aplicarse cuando la temperatura ambiente es bastante superior a la del punto de congelación y debe iniciarse inmediatamente después de terminado el sangrado o máximo dentro de las 2 horas siguientes a la colocación del concreto. El rocío o niebla de agua debe producirse mediante pulverización o aspersión, empleando boquillas apropiadas. El rocío de agua no debe de aplicarse directamente sobre la superficie del concreto, ni con una presión excesiva que pueda producir lavado de los materiales cementantes. No se acepta la aspersión intermitente si la superficie del concreto se seca entre una y otra aplicación.

8.5.2 Curado con membranas y películas.- La membrana líquida para curado de concreto debe ser de color blanco o gris, ver punto 8.5. La aplicación de la membrana líquida debe realizarse cuando el agua libre de la superficie ha desaparecido, pero antes de que la superficie comience a perder humedad. Las membranas líquidas deben aplicarse por medios mecánicos, en cantidad suficiente, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, para cubrir de manera uniforme y completa la superficie del concreto.

Las membranas líquidas para curado de concreto deben cumplir con los requisitos de la norma NMX-C-081-1981.

Las películas plásticas para curado de concreto deben ser de color blanco o gris, ver punto 8.5, se deben aplicar empleando maquinaria capaz colocarla uniformemente, en forma continua y sin dañar el concreto.

Las películas plásticas empleadas para curado deben cumplir los requisitos del estándar ASTM-C171-97a o equivalente.

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 24 DE 31</p>
--	--	---

8.5.3 Curado al vapor. Se entenderá por “curado al vapor” el curado con vapor saturado a presión atmosférica, necesariamente a temperaturas inferiores a 100° C. El proceso de curado deberá de incluir las siguientes etapas: Período de espera, período de incremento de la temperatura, período de temperatura máxima, período de saturación y período de secado. El procedimiento de curado con vapor debe seguir los requisitos de la práctica recomendada ACI-308-92 o equivalente.

- Período de espera, de 1 a 7 horas, entre la terminación del moldeo del concreto y la aplicación del vapor.
- Período de incremento de la temperatura, podrán emplearse incrementos de temperatura de 11° C por hora o menos inmediatamente después de colocar el concreto.
- Período de temperatura máxima, la temperatura debe variar entre 66° C y 82° C. Si el curado con vapor se prolonga por más de 24 horas, las temperaturas serán del orden de 54° C.
- Período de saturación, después de aplicar el vapor el producto se enfriará a una velocidad moderada, permitiéndose al producto absorber el calor residual y la humedad del sitio de curado.

Ya que la aplicación de calor y humedad del curado con vapor pueden dar lugar a reacciones químicas que no se presentan con los métodos convencionales de curado el contratista debe de presentar para consideración de Pemex los procedimientos de curado y la evidencia que muestre que dicho procedimiento no inducirá efectos dañinos en el concreto ni en el sistema de recubrimiento anticorrosivo y/o mecánico.

En el caso de curado con vapor, se debe documentar las fechas y horario de inicio y terminación, así como la duración de las etapas intermedias del proceso, incluyendo temperaturas.

8.6 Inspección y pruebas.

Todas las pruebas requeridas por esta norma deben realizarse en laboratorios acreditados por la EMA.

8.6.1 Peso de la tubería.- El peso de la tubería revestida debe comprobarse del modo siguiente: Después de aplicado el método de curado el concreto, se pesa cada tramo de tubería en básculas con una precisión certificada. La longitud de cada tramo (de 12 metros a menos que Pemex indique lo contrario) debe medirse con aproximación de 0.3 cm, el peso real obtenido debe compararse con el peso solicitado y especificado en el diseño y no debe exceder de $\pm 2.0\%$. Debe documentarse la calibración de la báscula, así como el peso de cada tubo.

Una forma de corroborar que el peso del tubo lastrado permanecerá estable en el lugar de su instalación es como se indica a continuación:

El peso del tubo lastrado será tal que se cumpla lo siguiente: $P > P_1 R$

En donde:


P = Peso unitario del tubo recubierto de concreto.

P_1 = Empuje ascendente unitario del agua. (Calculado de acuerdo con la densidad del líquido desalojado).

R = Coeficiente que depende de las condiciones del lugar en donde se localice la tubería, de acuerdo con la tabla 12.

Z o n a	Valor de R
Lagunas, zonas inundables y pantanos	1.15
Arroyos	1.20
Ríos	1.30
En el mar	1.35

Tabla 12.- Valores de R

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 25 DE 31</p>
--	--	---

8.6.2 Espesor del revestimiento de concreto.- El lastre de concreto requerido, para garantizar la estabilidad hidrodinámica y el coeficiente de flotación negativa, debe tener los espesores indicados en la ingeniería de proyecto.

El revestimiento de concreto debe tener un espesor uniforme, alrededor de la circunferencia de la tubería y sus tolerancias están comprendidas en los siguientes valores:

Mínimo:	0.00 mm (0.00 pulgada)
Máximo:	6.35 mm (0.25 pulgada)

El diámetro exterior de la tubería revestida será tomado como la media aritmética de 5 (cinco) diámetros, medidos a distancia igualmente espaciada, a lo largo de la tubería.

En caso de no cumplirse con estas tolerancias, la tubería será rechazada y revestida nuevamente, sin perjuicio para Pemex. Debe documentarse el diámetro y espesor de cada tubo.

8.6.3 Agrietamiento y desprendimiento de concreto.- Se debe inspeccionar el tubo en busca de desprendimientos de concreto. Dicha inspección se debe realizar en al menos dos etapas del proceso, cuando el tubo recién lastrado llega al área de curado y cuando el tubo con concreto curado llega al área de almacenamiento. Los desprendimientos encontrados deben tratarse de acuerdo con lo siguiente:

- Concreto fresco.- Todos los desprendimientos de concreto fresco que ocurran fuera del proceso de lastrado, deben ser reparados, de acuerdo con lo establecido en el punto 8.7.1. Si los desprendimientos de concreto fresco son superiores a los permitidos en el punto 8.7.1 el contratista debe suspender el proceso de lastrado para revisar y corregir los parámetros necesarios antes de continuar la producción. Además deberá de volver a lastrar, sin costo para Pemex, los tramos defectuosos.
- Concreto endurecido.- Los desprendimientos en el concreto endurecido podrán permanecer o deberán ser reparadas, según sus características y dimensiones, de acuerdo con los requisitos del punto 8.7.2.

De la misma manera se deben inspeccionar los tubos en busca de grietas y en al menos el mismo número de etapas que en el caso de desprendimientos. Las grietas deben tratarse de acuerdo con los requisitos del punto 8.7.3.


El concreto con agrietamiento por contracción en estado plástico, es decir agrietamiento por pérdida de humedad en las etapas de fraguado inicial, será rechazado.

8.7 Reparaciones.

Los procedimientos de reparación varían dependiendo del método de lastrado; por lo tanto el contratista debe cumplir con los requisitos del punto 8.3.1, incluyendo concreto sin curar, concreto endurecido y grietas.

El curado de las reparaciones en concreto endurecido y grietas debe cumplir con lo señalado en el punto 8.4 de la presente norma de referencia.

El contratista debe especificar los procedimientos de manejo y transporte, debiendo considerar que en condiciones normales (tiempo soleado) en el proceso de lastrado por colisión al terminar la aplicación del concreto fresco, el tubo lastrado se coloca en la cama de reposo que se encuentra a un lado de la lastradora por un lapso de 24 horas, posteriormente se traslada a la cama de curado por 7 días sin que se registre daño alguno al concreto. En caso de desprendimiento de concreto, antes de salir de la lastradora estos deben ser rechazados

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 26 DE 31</p>
--	--	---

y vueltos a lastrar sin costo para Pemex y como caso especial. Solo se aceptarán las reparaciones de desprendimiento de concreto que ocurra fuera del proceso de lastrado, aplicando lo citado en el punto 8.7.1.

8.7.1 Reparaciones de concreto sin curar.- Se pueden efectuar reparaciones a mano, en el revestimiento de concreto, sin curar, si el área dañada es menor de 0.09 m^2 por cada 1.5 m de longitud de tubo lastrado (1 pie² por 5 pies de longitud).

Tales reparaciones se deben llevar a cabo, removiendo el concreto afectado hasta la protección anticorrosiva del tubo, teniendo cuidado de no dañar el lastre de las áreas adyacentes utilizando una mezcla similar a la del proceso de lastrado. La aplicación del concreto puede realizarse a mano o con equipo.

Si el área dañada excede de 0.09 m^2 (1 pie²) y no se extiende más de 0.90 m (3.0 pies), la reparación se debe llevar a cabo retirando todo el concreto en el área afectada, hasta por abajo del nivel del refuerzo y revistiéndola nuevamente, con el equipo adecuado. Solamente se podrán realizar tres reparaciones como esta en tubos de 12 m. (40 pies) de largo. La separación mínima entre las longitudes dañadas o entre daño y el inicio o final del recubrimiento es de 0.90 m (3.0 pies).

Las reparaciones en concreto fresco son permisibles si el plazo entre la terminación de la colocación del lastre y la reparación no excede de 30 minutos. Se deben documentar todos los casos de reparaciones de concreto sin curar.

8.7.2 Reparaciones del concreto curado.- El desprendimiento del concreto debido a esfuerzos cortantes o de compresión, así como los causados por impacto, durante el manejo y almacenamiento, se aceptarán sin reparación siempre que no se haya dañado más del 25% del espesor del revestimiento, en un área menor de 0.09 m^2 (1 pie²), y donde además, el acero de refuerzo no haya quedado expuesto. Se aceptan hasta cuatro reparaciones de este tipo en un solo tubo, la separación mínima entre zonas dañadas o entre zona dañada y extremo del lastre de concreto es 1.5 m (5 pies).


Si el área dañada es mayor de 0.09 m^2 (1 pie²) y menor de 0.28 m^2 (3 pies²), se deben reparar empleando el mismo tipo de mezcla que la del concreto original y retirando todo el concreto de la zona dañada hasta llegar a la superficie del recubrimiento anticorrosivo del tubo. Se aceptan hasta tres reparaciones de este tipo en un tubo de 12 m de longitud.

En el caso de áreas dañadas mayores de 0.28 m^2 (3 pies²), se debe retirar todo el concreto alrededor del tubo, en el ancho de la zona dañada y recubrirse de nuevo. Solamente se acepta una reparación de este tipo en un tubo de 12 m de longitud, la cual debe estar a una distancia mínima de 0.9 m (3 pies) de cualquiera de los extremos inicial o final del lastre de concreto.

En cualquier caso, antes de colocar la mezcla se deben retirar las partículas sueltas, rajaduras o quebraduras del concreto; se debe reparar el acero de refuerzo hasta quedar en su posición original, lavar la zona, de preferencia con agua a presión y se debe mantener húmeda hasta el momento de colocar la mezcla.

Aún cuando el tubo contenga desprendimientos permisibles se debe cumplir con el peso total requerido, ver punto 8.6.1. Se deben documentar todos los casos de reparaciones de concreto endurecido.

8.7.3 Reparación de grietas.- Las grietas en el concreto debidas a flexiones del tubo durante su manejo, que tengan más de 1.6 mm. (1/16 pulgada) de ancho y se extiendan cuando menos hasta la mitad de la circunferencia del tubo y, las grietas mayores de 30.5 cm (12 pulgada) de largo, en dirección longitudinal de la tubería, se deben reparar ampliando la grieta con un cincel hasta 2.54 cm (1 pulgada) de ancho, rellenándola con mortero cemento - arena en proporción 1:3 de consistencia seca, empleando arena que pase la malla No. 16 (1.2 mm). El mortero

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 27 DE 31</p>
--	--	---

colocado se debe compactar con pisón de madera y curarse con agua. Las reparaciones deben permanecer sin tocar por un periodo no menor de 36 horas.

Si para garantizar la unión entre el concreto nuevo y el concreto existente el contratista propone el uso de aditivos, entonces se debe cumplir con lo establecido en el punto 8.1.7. Se deben documentar todos los casos de reparaciones de grietas.

8.8 Manejo, almacenamiento y marcado.

Las actividades de manejo, almacenamiento y marcado deben documentarse de una manera congruente con todo el proceso de lastrado y con los otros puntos de esta norma donde Pemex requiere su documentación.

8.8.1 Manejo.- Las maniobras de carga, para el retiro y transporte de la tubería lastrada al área de reposo, se deben hacer suspendiendo los tubos por sus extremos con ganchos y medias lunas recubiertas de aluminio, dependiendo del diámetro de la tubería lastrada, evitando dañar el interior y los biselados de la tubería, esto debe ser sin ocasionar daño a los tubos, biselados, recubrimiento anticorrosivo, ánodos, conexiones eléctricas y lastre de concreto, tanto antes como después de la aplicación del lastre de concreto. Todos los daños ocasionados a la tubería y/o sus accesorios por efectos de métodos o procedimientos no adecuados de manejo y almacenamiento deben ser reparados sin costo para Pemex.

Se puede utilizar un cargador frontal cuando la tubería lastrada esté recubierta con un material plástico resistente, que eviten que se dañe el recubrimiento de concreto. Estas maniobras de carga pueden hacerse inmediatamente después de lastrado el tubo.

Se debe verificar el manejo adecuado de los tubos de manera continua, conforme el proceso lo requiera. Así mismo, se deben documentar todas las desviaciones al procedimiento de manejo.


8.8.2 Almacenamiento.- Después de 7 días de recubiertos los tubos (24 horas si se usa cemento de fraguado rápido) se podrán estibar en capas (camas) no mayores de 3 tubos, si éstos son ≤ 406.4 mm (16 pulgadas) de diámetro y de dos camas para diámetros mayores a esta última dimensión, colocando la primera capa sobre una plantilla de arena o tierra nivelada y suelta, sin protuberancias o hundimientos ni materiales extraños que puedan dañar el concreto.

Para el caso de tubos lastrados usando el sistema de compresión, el almacenamiento se podrá efectuar inmediatamente después de terminada la aplicación del lastre de concreto, conforme al párrafo anterior.

Se debe verificar el almacenamiento adecuado de los tubos de manera continua, conforme el proceso lo requiera. Se deben documentar todas las desviaciones al procedimiento de almacenamiento.

8.8.3 Marcado.- La superficie interna de los extremos de cada tramo de tubería, debe ser limpiada con chorro de arena (sand blast), sin dañar las leyendas existentes y debe anotarse con pintura indeleble, utilizando una plantilla, lo siguiente: Espesor del recubrimiento de concreto, peso de la tubería recubierta, longitud, fecha de producción, turno, número de control interno del proceso de lastre y longitud del tubo.

El sistema de marcado debe ser compatible con los requisitos de rastreabilidad del sistema de calidad del punto 8.9 de esta norma de referencia. Además debe ser capaz de relacionar tubos individuales con lotes de concreto y de acero de refuerzo, a fin de que si se detectan desviaciones en un lote específico de materiales sea factible identificar con certeza los tubos con materiales o procedimientos de aplicación defectuosos y con ello proceder al retiro o reparación. Se deben documentar todas las desviaciones al procedimiento de marcado.

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 28 DE 31</p>
--	--	--

8.9 Sistema de la calidad.

El contratista debe tener en operación un sistema de calidad, de acuerdo con los requisitos de la norma NMX-CC-9001-IMNC-2000, el que debe ser de observancia y cumplimiento obligatorio durante todo el desarrollo del proyecto.

9. RESPONSABILIDADES.

9.1 Área usuaria de Petróleos Mexicanos, Organismos Subsidiarios y Empresas Filiales.

Vigilar la aplicación de los requisitos y recomendaciones de esta norma, en actividades de lastre de concreto para tuberías de conducción.

La verificación del cumplimiento de esta norma, será realizada por Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios a través de la constancia de cumplimiento de los prestadores de servicio y/o contratistas.

Debe verificarse que los licitantes cuenten con personal técnico especializado con experiencia en lastre de concreto para tubería de conducción, conforme a los lineamientos legales vigentes.

Verificar el cumplimiento del contrato establecido, acordado y firmado por el prestador de servicio y/o contratista incluyendo los anexos técnicos respectivos, los cuales deben cumplir estrictamente los lineamientos marcados por esta norma.

9.2 Firmas de prestadores de servicio o contratistas.

El prestador de servicios o contratista debe cumplir como mínimo los requerimientos especificados en esta norma, para la actividad de lastrado en tuberías de conducción.


Se debe considerar dentro del organigrama del personal especialista designado para ejecutar los trabajos materia de un determinado contrato para ejecución de obra pública y dentro del cual se contemple la aplicación de esta norma, a un responsable técnico con experiencia previa en trabajos similares. Las firmas de ingeniería, prestadores de servicios y/o contratistas se comprometan a mantener durante el desarrollo de los trabajos y hasta su entrega final a un responsable técnico con la finalidad de garantizar la correcta ejecución de los trabajos en estricto apego a los lineamientos marcados por la norma y a las necesidades de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios.

10. CONCORDANCIA CON NORMAS MEXICANAS O INTERNACIONALES.

Los lineamientos de este documento no concuerdan con ninguna norma nacional o internacional.

11. BIBLIOGRAFÍA.

ACI-305R-91 Elaboración, colocación y protección del concreto en clima caluroso y frío, ACI-305, ACI-306. Traducción del IMCYC, 1995.

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 29 DE 31</p>
--	--	---

ACI-308-92 Curado del Concreto, (Standard Practice for Curing Concrete), traducción del IMCYC, 1994, ISBN 968-464-034-X.

ACI-306-88 Elaboración, colocación y protección del concreto en clima caluroso y frío, ACI-305, ACI-306. Traducción del IMCYC, 1995.

ACI-318R-95 Reglamento para las Construcciones de Concreto Estructural y Comentarios. Traducción del IMCYC (97310014), 1997.

ASTM-A82-97a^{añ} Especificación estándar para alambre de acero, liso, para refuerzo de concreto (Standard Specification for Steel Wire, Plain, for Concrete Reinforcement).

ASTM-C150-00 Especificación estándar para cemento Portland, (Standard Specification for Portland Cement).

ASTM-C171-97a Especificación estándar para materiales en forma de película para curar concreto, (Standard Specification for Sheet Materials for Curing Concrete).

ASTM-A370-97a Métodos estándar de prueba y definiciones para pruebas mecánicas de acero (Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products).

ASTM-C441-97 Método de prueba estándar para la efectividad de aditivos minerales o escoria molida de alto horno en la prevención de la expansión excesiva del concreto debida a la reacción alkali-silice, (Standard Test Method for Effectiveness of Mineral Admixtures or Ground Blast-Furnace Slag in Preventing Excessive Expansion of Concrete Due to the Alkali-Silica Reaction).

ASTM-C494/C494M-99a^{añ} Especificación estándar para Aditivos Químicos para Concreto (Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete).

ASTM-A641/A641M-98a Especificación estándar para alambre de acero al carbón recubierto de Zinc (galvanizado) (Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Carbon Steel Wire).

ASTM-A810-00 Especificación estándar para malla recubierta de Zinc (galvanizada) para arrollamiento de tubo de acero. (Standard Specification for Zinc-Coated (Galvanized) Steel Pipe Winding Mesh).


ASTM-A944-99 Método de prueba estándar para comparar la adherencia de las varillas de acero de refuerzo con el concreto usando especímenes de extremo de viga (Standard Test Method for Comparing Bond Strength of Steel Reinforcing Bars to Concrete Using Beam-End Specimens).

ASTM-C33-99a^{añ} Especificación estándar para agregados de concreto, (Standard Specification for Concrete Aggregates).

ASTM-C109/C109M-99 Método de prueba estándar para la resistencia a la compresión de morteros de cemento hidráulico (usando especímenes cúbicos de 2 pulgadas o [50 mm]) (Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Usign 2-in or [50 mm] Cube Specimens)).

ASTM-C150-00 Especificación estándar para cemento Portland, (Standard Specification for Portland Cement).

ASTM-C171-97a Especificación estándar para materiales en forma de película para curar concreto, (Standard Specification for Sheet Materials for Curing Concrete).

 <p>COMITÉ DE NORMALIZACIÓN DE PETRÓLEOS MEXICANOS Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS</p>	<p>LASTRE DE CONCRETO PARA TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN</p>	<p>No. de documento NRF-033-PEMEX-2002</p> <p>Rev.: 0</p> <p>PÁGINA 30 DE 31</p>
--	--	---

ASTM-C309-98 Especificación estándar para los compuestos líquidos para formar membranas de curado para el concreto (Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete).

ASTM-A370-97a Métodos estándar de prueba y definiciones para pruebas mecánicas de acero (Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products).

ASTM-C441-97^{añ} Método de prueba estándar para la efectividad de aditivos minerales o escoria de alto horno molida para prevenir la expansión excesiva del concreto debida a la expansión alcalí silicio (Standard Test Method for Effectiveness of Mineral Admixture or Ground Blast-Furnance Slag in Preventing Excessive Expansion of Concrete Due to the Alkali-Silica Reaction).

ASTM-C637-98a Especificación estándar para agregados de concreto para escudo contra radiación (Standard Specification for Aggregates for Radiation-Shielding Concrete).

ASTM-C638-92 (Reapproved 1997) Nomenclatura descriptiva estándar de constituyentes de agregados de concreto para escudo contra radiación (Standard Descriptive Nomenclature of Constituents of Aggregates for Radiation Shielding Concrete).

ASTM-C642-97 Método estándar de prueba para densidad, absorción y vacíos en concreto endurecido (Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened concrete).

ASTM-C803/C803M-97^{añ} Método estándar de prueba para la resistencia a la penetración del concreto endurecido (Standard Test Method for Penetration Resistance of Hardened Concrete).

ASTM-C1074-98 Práctica estándar para estimar la resistencia del concreto por el método de madurez (Standard Practice for Estimating Concrete Strength by the Maturity Method).

Pemex.- Especificación PEP P.3.0135.02 (1° edición, nov. 2000) Elaboración y control de concreto.

Pemex.- Especificación PEP P.3.135.07 (2° edición, sep. 1999) Lastre de concreto para tuberías de conducción.

Pemex.- Especificación PEP P.3.0137.13 (1° edición, nov. 2000) El Concreto en clima caluroso.

Pemex.- Especificación PEP P.4.0137.02 (1° edición, ago. 2000) Agregados para concreto.

Pemex.- Especificación PEP P.4.137.05 (1° edición, ago. 2000) Aditivos para concreto.

12. ANEXOS.

12.1 Disposiciones en materia de seguridad industrial y protección ambiental que deben cumplir los Contratistas.

Las siguientes medidas de seguridad y protección ambiental son enunciativas más no limitativas. El contratista está obligado a cumplir estas medidas y las que se le establezcan en forma particular en el contrato o en el permiso para desarrollar trabajos con riesgo para Pemex:

- a. Registrar ante Pemex al personal que participará en los trabajos motivo del contrato.
- b. Proporcionar equipo de protección personal a todos sus trabajadores que realizarán actividades amparadas con dicho contrato, dentro de las instalaciones de Pemex.



**COMITÉ DE NORMALIZACIÓN
DE PETRÓLEOS MEXICANOS
Y ORGANISMOS SUBSIDIARIOS**

**LASTRE DE CONCRETO PARA
TUBERÍAS DE CONDUCCIÓN**

**No. de documento
NRF-033-PEMEX-2002**

Rev.: 0

PÁGINA 31 DE 31

- c. Manifiestar por escrito que conoce las medidas de seguridad y protección que deben cumplir los proveedores o contratistas.
- d. Usar el equipo de protección personal correctamente
- e. El personal ejecutor o supervisor que intervenga directamente en la realización de trabajos identificados como de riesgo potencial, debe contar con capacitación específica en trabajos con riesgo.
- f. Debe tramitarse el permiso de trabajo con riesgo, cuando dicho trabajo este identificado como tal.
- g. Cualquier incidente o accidente que suceda deberá notificarlo inmediatamente a Pemex, en los formatos preestablecidos para ese fin.
- h. Las actividades que realice con motivo del contrato deben llevarse a cabo con un total respeto al entorno, en caso de que se presente alguna contaminación hacia el aire, agua, suelo, por causa del contratista, este debe corregir o mitigar los daños.
- i. Cumplir con la normatividad ambiental aplicable vigente.
- j. Es responsabilidad del contratista manejar los residuos peligrosos y no peligrosos que se generen como consecuencia del desempeño de sus actividades, conforme lo establece la legislación ambiental vigente.
- k. El área de trabajo debe mantenerse limpia y libre de residuos.
- l. En el caso de los trabajos marinos, cualquier vertimiento deliberado al mar por parte del proveedor o contratista debe ser conforme la legislación vigente y con permiso respectivo.
- m. En trabajos marinos, los residuos alimenticios deben ser triturados en piezas menores de 25 mm, antes de ser arrojados al mar.
- n. Capacitar al personal que participará en el contrato, en temas tales como seguridad, control de emergencias y prevención de la contaminación ambiental.