

SEGUNDA SECCION

SECRETARIA DE ENERGIA

NORMA Oficial Mexicana NOM-007-SECRE-1999, Transporte de gas natural.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-007-SECRE-1999, TRANSPORTE DE GAS NATURAL.

La Secretaría de Energía con la participación que le corresponde a la Comisión Reguladora de Energía; con fundamento en los artículos 38 fracción II, 39, 40 fracción XVII, 41 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 33 fracción IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o. y 3o. fracción XV de la Ley de la Comisión Reguladora de Energía; 4o., 9o., 14 fracción IV, y 16 de la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo; 28, 34 y segundo transitorio del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 7o. y 70 fracción VII del Reglamento de Gas Natural; y 2o. y 31 del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, aprobada por consenso del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por Medio de Ductos, en su sexta sesión ordinaria del 17 de noviembre de 1999, y

CONSIDERANDO

Primero. Que con fecha 25 de noviembre de 1998, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por Medio de Ductos publicó en el **Diario Oficial de la Federación**, el Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-007-SECRE-1998, Transporte de gas natural, a efecto de recibir comentarios de los interesados;

Segundo. Que transcurrido el término de 60 días a que se refiere el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para recibir los comentarios que se mencionan en el considerando anterior, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por Medio de Ductos estudió los comentarios recibidos y, en su caso, modificó el Proyecto de Norma en cita;

Tercero. Que con fecha 22 de diciembre de 1999, en el **Diario Oficial de la Federación** se publicaron las respuestas a los comentarios recibidos al Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-007-SECRE-1998, Transporte de gas natural;

Cuarto. Que de lo expuesto en los considerandos anteriores se concluye que se ha dado cumplimiento con el procedimiento que señalan los artículos 38, 44, 45, 47 y demás relativos a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, por lo que se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-007-SECRE-1999, TRANSPORTE DE GAS NATURAL

INDICE

0. Introducción
1. Objeto
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Disposiciones generales
6. Materiales
7. Diseño
8. Soldadura
9. Construcción de los ductos de transporte
10. Pruebas de presión
11. Operación, mantenimiento y reclasificación
 - I. Operación
 - II. Mantenimiento
 - A. Patrullaje
 - B. Señalamientos
 - C. Reparaciones
 - D. Control de corrosión
 - E. Estaciones de compresión
 - F. Estaciones de medición y regulación

III. Reclasificación

12. Plan Integral de Seguridad y Protección Civil

13. Vigilancia

14. Concordancia con normas internacionales

15. Bibliografía

16. Vigencia

Apéndice A Calificación de tubos

Apéndice B Pruebas a soldadores

Apéndice C Procedimientos de emergencia

0. Introducción

La Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo establece en el segundo párrafo de su artículo 4o., que los sectores social y privado podrán llevar a cabo, previo permiso de la Secretaría de Energía dado por conducto de su órgano desconcentrado Comisión Reguladora de Energía, el transporte, almacenamiento y distribución de gas, para lo cual podrán construir, operar y ser propietarios de ductos, instalaciones y equipo en los términos de las disposiciones reglamentarias, técnicas y de regulación que se expidan.

Para contribuir a salvaguardar la prestación de los servicios de transporte de gas natural, fomentar una sana competencia entre los permisionarios del ramo, proteger los intereses de los usuarios correspondientes, propiciar una adecuada cobertura nacional y atender a la confiabilidad, estabilidad y seguridad en el suministro de gas natural y prestación del mencionado servicio, es necesario contar con una norma técnica de observancia obligatoria que establezca las especificaciones y los requisitos mínimos de seguridad que deben satisfacer los materiales, equipos e instalaciones destinados al transporte de dicho gas; razones por las cuales se emite la presente Norma Oficial Mexicana, que en lo sucesivo se denominará la "Norma", misma que se publica de conformidad con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y con el objeto de cumplir con la finalidad prevista en la fracción XVII del artículo 40 del mismo ordenamiento.

1. Objeto

Esta Norma tiene por objeto establecer las especificaciones técnicas que deben cumplir los materiales, tuberías, equipos, instalaciones principales y accesorias y dispositivos que son necesarios para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de los sistemas de transporte de gas natural, así como los requisitos mínimos que deben satisfacer las medidas de seguridad y los planes de atención a emergencias.

2. Campo de aplicación

2.1 Esta Norma es aplicable a los ductos de transporte de gas natural por medio de ductos que se construyen en el territorio nacional y aquellos sistemas de transporte que ya estando construidos se modifican en su diseño original por reparaciones mayores, cambios de trazo o de especificaciones y/o códigos técnicos originales o por cualquier otra causa análoga a las anteriores.

2.2 Cuando se esté en presencia de cualquiera de los supuestos de modificación previstos en el párrafo anterior, se deberá detallar en la forma y términos que se establecen en la presente Norma y según sea el caso, las modificaciones al diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección del sistema de transporte de gas natural por medio de ductos de que se trate, y las modificaciones a las medidas de seguridad y a los planes de atención a emergencias correspondientes.

2.3 La aplicación de la Norma a los sistemas de transporte de gas natural por medio de ductos que se construyan en territorio nacional, comprende desde el punto de origen del ducto hasta las estaciones de medición y regulación del distribuidor o instalaciones del usuario final en su caso (ver diagrama 1).

2.4 Esta Norma no es aplicable a los sistemas de transporte de gas natural por medio de ductos indispensables y necesarios para interconectar la explotación y producción del gas natural.

2.5 Para los efectos de la presente Norma, el término transporte comprenderá también al transporte para usos propios que se establece en los artículos 94, 95 y siguientes del Reglamento de Gas Natural.

2.6 Esta Norma es aplicable a los materiales, tuberías, equipos, instalaciones principales y accesorias y dispositivos que son necesarios para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de los sistemas de transporte de gas natural, así como los requisitos mínimos que deben satisfacer las medidas de seguridad y los planes de atención a emergencias. Esta Norma no pretende ser un manual técnico y se debe aplicar con un criterio apoyado en prácticas reconocidas de ingeniería y de la industria del gas natural.

2.7 El alcance de esta Norma abarca todas las tuberías destinadas a operar a esfuerzos mayores o iguales al 30% (treinta por ciento) de la RMC.

3. Referencias

NOM-Z-13-1977	Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas oficiales mexicanas.
NOM-001-SECRE-1997	Calidad del gas natural.
NOM-027-STPS-1994	Señales y avisos de seguridad e higiene.
NOM-B-177-1990	Tubos de acero con o sin costura, negros y galvanizados por inmersión en caliente.

4. Definiciones

Para los efectos de esta Norma se entiende por:

4.1 Análisis de riesgo: Actividades realizadas para conocer, a partir del análisis de las acciones proyectadas de una obra o actividad, los riesgos que dichas obras o actividades representan para el equilibrio ecológico o el ambiente, así como las medidas tendientes a mitigar o minimizar los efectos en caso de un posible accidente.

4.2 Area unitaria: Porción de terreno que, teniendo como eje longitudinal la tubería que transporta gas natural, mide 1600 metros de largo por 200 metros a ambos lados del centro de la línea de transporte.

4.3 Clase de localización: Area unitaria clasificada de acuerdo con la densidad de población para el diseño y la presión de prueba de los ductos localizados en esa área.

4.4 Comisión: Comisión Reguladora de Energía.

4.5 Corrosión: Destrucción del metal por la acción electroquímica de ciertas sustancias.

4.6 Derecho de vía: Franja de terreno donde se alojan las tuberías, requerido para la construcción, operación, mantenimiento e inspección de los ductos para el transporte de gas natural.

4.7 Ductos: Tuberías, conexiones y accesorios para la conducción del gas natural.

4.8 Esfuerzo tangencial: Esfuerzo producido por la presión de un fluido en la pared de un tubo que actúa circunferencialmente en un plano perpendicular al eje longitudinal de la tubería.

4.9 Estación de medición y regulación: La instalación destinada a medir, reducir y regular la presión del gas natural que se suministra a un distribuidor o a un permisionario de transporte para usos propios.

4.10 Estación de regulación: La instalación destinada a reducir y regular la presión del gas natural que se suministra a un distribuidor o a un permisionario de transporte para usos propios.

4.11 Evaluación de ingeniería: Documento derivado de una evaluación de variables usando principios de ingeniería.

4.12 Explosión: Reacción fisicoquímica de una mezcla combustible de gas iniciada por un proceso de combustión, seguida de la generación violenta y propagación rápida de la flama y de una onda de presión confinada, misma que al ser liberada produce daños al recipiente, estructura o elemento en el que se encontraba contenida dicha mezcla.

4.13 Gas inerte: Gas no combustible.

4.14 Gas natural: Mezcla de hidrocarburos compuesta primordialmente por metano.

4.15 Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

4.16 Línea de transporte: Tubería instalada con el propósito de conducir y entregar gas natural.

4.17 Mantenimiento mayor: Actividades de sustitución o modificación de partes de los sistemas de tuberías para el transporte de gas natural.

4.18 Máxima presión de operación permisible o MPOP: Presión máxima a la cual un ducto puede ser operado de acuerdo con lo establecido por esta Norma.

4.19 Medidor: Instrumento utilizado para cuantificar el volumen de gas natural que fluye a través de un ducto.

4.20 Permisionario: Titular de un permiso de transporte en los términos del Reglamento de Gas Natural.

4.21 Plan de emergencia: Procedimientos detallados de acción tendientes a minimizar los efectos de un acontecimiento anormal y dar una respuesta oportuna, adecuada y coordinada ante una situación fuera de control mediante la adopción de medidas inmediatas que superan los procedimientos normales destinados a proteger la vida de las personas y sus bienes, retomar el control del sistema de transporte de gas natural y minimizar los efectos al medio ambiente.

4.22 Presión: Fuerza de un fluido ejercida perpendicularmente sobre una superficie, expresada en Pascales (Pa).

4.23 Presión de diseño: Presión permitida por esta Norma, de acuerdo con los procedimientos aplicables a materiales y clase de localización.

4.24 Programa de prevención de accidentes: Procedimientos, recursos humanos y materiales y acciones para proteger a la población y sus bienes, así como al medio ambiente y sus ecosistemas, de los accidentes que pudieran ser ocasionados por la realización de actividades peligrosas.

4.25 Recubrimiento: Material que se aplica y adhiere a las superficies externas de una tubería metálica para protegerla contra los efectos corrosivos producidos por el medio donde se encuentra instalada.

4.26 Registro: Espacio subterráneo en forma de caja, destinado a alojar válvulas, accesorios o instrumentos para su protección.

4.27 Reparación definitiva: Sustitución o reemplazo del tramo de tubo que contiene una imperfección, por otro de especificación similar o superior al del ducto original y de una longitud no menor de un diámetro del tubo.

4.28 Reparación permanente: Refuerzo de una sección de ducto que tiene un defecto o daño, consistente en la colocación de una envolvente metálica soldada longitudinalmente o corte y reemplazo por un carrete de tubería.

4.29 Reparación provisional: Colocación de dispositivos como grampas atornilladas en la sección del ducto que tiene un daño o defecto o por la presencia de fuga de gas natural y que debe ser reparada en forma definitiva o permanente lo más pronto posible.

4.30 Resistencia mínima a la cedencia o RMC: Resistencia mínima a la cedencia prescrita por la especificación con la cual una tubería se compra al fabricante.

4.31 Sistema de transporte: Todos los componentes o dispositivos físicos a través de los cuales el gas natural fluye y que incluyen, además de la tubería, válvulas, accesorios unidos al tubo, estaciones de compresión, medición, regulación y ensambles fabricados.

4.32 Transporte: Actividad que consiste en recibir, conducir y entregar gas natural por medio de ductos a personas que sean usuarios finales localizados dentro o fuera de una zona geográfica en los términos del Reglamento de Gas Natural y la Directiva de Zonas Geográficas. Para efecto de esta Norma, el término transporte se utiliza indistintamente para transporte y transporte para usos propios.

4.33 Válvula: Dispositivo colocado en la tubería para controlar o bloquear el flujo de gas natural.

4.34 Válvula de seccionamiento: Dispositivo instalado en la tubería para bloquear el flujo de gas natural hacia cualquier sección del sistema de transporte.

5. Disposiciones generales

5.1 Forma parte de esta Norma cualquier documento o parte del mismo que se incorpore como referencia, lo aplicable de las publicaciones que se señalan en la bibliografía y lo indicado en los Apéndices A, B y C.

5.2 Se debe cumplir con lo establecido en esta Norma para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de un ducto nuevo o uno que se reemplace y/o realice.

6. Materiales

Este capítulo establece los requisitos mínimos para la selección y calificación de los ductos y sus componentes que se utilizan en los sistemas de transporte.

6.1 Requisitos generales: Los materiales de los ductos y sus componentes deben:

- a) Mantener su integridad estructural de acuerdo con las condiciones previstas de presión, temperatura y medio ambiente;
- b) Ser químicamente compatibles con el gas natural que se transporte;
- c) Ser compatibles con cualquier otro material que esté en contacto con la tubería, y
- d) Obtener la calificación correspondiente de acuerdo con los requerimientos de este capítulo.

6.2 Tubos de acero: Para que la tubería nueva de acero califique para uso bajo esta Norma debe:

- a) Estar fabricada de acuerdo con las especificaciones para tubería señalada en la bibliografía de esta Norma;
- b) Cumplir con las disposiciones de la sección A.1 del Apéndice A de esta Norma o que haya sido fabricada de acuerdo con lo dispuesto en la sección A.2 del mismo apéndice;
- c) Cumplir con la especificación API 5L "Especificación de tubería", cuando la tubería nueva sea expandida en frío, o
- d) Va a ser usada de acuerdo con el párrafo 6.2.1 (c).

La tubería de acero que no ha sido usada previamente, se podrá utilizar como tubería de reemplazo en un tramo si fue fabricada con la misma especificación que la tubería utilizada en la construcción de dicho tramo.

6.2.1 Para que la tubería de acero usada califique bajo esta Norma deberá:

- a) Estar fabricada de acuerdo con alguna de las especificaciones para tubería señaladas en la bibliografía o cumplir con los requerimientos del Apéndice A de esta Norma;

- b) Cumplir con los requerimientos de la sección A.1(c) del Apéndice A de esta Norma y haber sido utilizada a una presión igual o mayor a la requerida, o
- c) Ser utilizada de acuerdo con lo siguiente:
 - A presiones que resulten en esfuerzos tangenciales menores a 41,376 kPa;
 - Donde no se realicen cambios de dirección o dobleces;
 - Cuando la inspección visual indique que la tubería está libre de defectos que ocasionen fugas, y
 - Cuando pase las pruebas de soldabilidad establecidas en la sección A.1 (c) del Apéndice A de esta Norma, en aquellas ocasiones donde se desconozca la especificación de la tubería que va a ser soldada.

6.3 Transporte de tubería. La transportación de tubería por ferrocarril, ríos o vías marinas que tenga una relación de diámetro externo-espesor de pared de 70 a 1 o mayor y que van a operar a esfuerzos del 20% (veinte por ciento) o mayores de la RMC, deberá realizarse de acuerdo con lo establecido en los códigos API RP 5L o API RP 5LW.

Cuando no sea posible establecer si una tubería fue transportada de acuerdo con los códigos mencionados en el párrafo anterior, dicha tubería deberá ser probada hidrostáticamente por un periodo de cuando menos 8 horas, conforme con lo siguiente:

- A 1.25 veces la MPOP para clase de localización 1, y
- A 1.5 veces la MPOP para clases de localización 2, 3 y 4.

6.4 Imperfecciones superficiales en tuberías de acero. Las imperfecciones superficiales como ralladuras, muescas, hendiduras, entre otras, se deberán tomar en cuenta cuando la tubería opere a esfuerzos de 50 MPa o mayores o en tuberías mayores a 114.3 mm de diámetro exterior con un espesor de pared nominal de 6.0 mm. Estas tuberías se deben probar a una presión igual a su presión de diseño antes de ser usadas para el transporte de gas natural.

6.5 Registro de materiales. Se debe registrar y conservar los registros relativos a la especificación de la tubería, componentes y materiales usados en la construcción de sistemas de transporte durante la vida del sistema. Asimismo, los materiales deben ser identificados y verificados antes de su uso.

7. Diseño

7.1 Requisitos generales. El diseño de un sistema de transporte debe incluir: el diagrama de flujo, los planos del proyecto, las especificaciones, la memoria de cálculo y la información básica de los diferentes aspectos considerados en el diseño del ducto.

7.1.1 Los ductos se deben diseñar con un espesor de pared suficiente para soportar la presión interna y las cargas externas a las cuales se prevé que estarán expuestos durante y después de su instalación.

7.1.2 En el diseño de las tuberías se deben considerar aspectos como:

- a) Características físicas y químicas del gas natural;
- b) Máxima presión de operación en condiciones normales de flujo, y
- c) Máxima temperatura de operación.

7.2 Cargas adicionales. En el diseño de los ductos se deben considerar las cargas externas que puedan presentarse sobre el ducto, de acuerdo con las características del medio ambiente y condiciones de trabajo, tales como:

- a) Cargas vivas, como son el peso del gas natural (considerar el peso del agua para efecto del cálculo), nieve, hielo y viento, entre otros;
- b) Cargas por tráfico cíclico de vehículos;
- c) Cargas muertas tales como: el peso propio de la tubería, recubrimientos, rellenos, válvulas y otros accesorios no soportados;
- d) Esfuerzos provocados por sismos;
- e) Vibración y/o resonancia;
- f) Esfuerzos provocados por asentamientos o derrumbes en regiones de suelos inestables;
- g) Efectos de contracción y expansión térmica;
- h) Movimiento de los equipos conectados al ducto;
- i) Esfuerzos provocados por corrientes fluviales o pluviales;
- j) Esfuerzos provocados en los cruces con vías de comunicación;
- k) Factor de seguridad por densidad de población (F), ver fórmula del inciso 7.7;
- l) Factor por eficiencia de junta (E), ver fórmula del inciso 7.7;
- m) Espesor adicional por desgaste natural o margen de corrosión.

7.3 Clase de localización. Determinación inicial y confirmación de la clase de localización y establecimiento de la MPOP. Para cada tramo de ducto con una MPOP que produzca un esfuerzo tangencial mayor del 30% (treinta por ciento) de la RMC, se debe realizar un estudio de campo y gabinete para verificar:

- a) La clase de localización real de todo el sistema de transporte, y

b) Que el esfuerzo tangencial de la MPOP en cada tramo de tubería corresponda a la clase de localización determinada conforme con esta Norma.

7.3.1 Se debe verificar, de acuerdo con el inciso 11.13, que cada tramo de tubería que tenga una MPOP que produzca un esfuerzo tangencial que no corresponda a la clase de localización, se encuentre en condiciones satisfactorias de operación.

7.4 Se debe preparar un plan integral que incluya el programa para realizar las revisiones del ducto a que hace referencia el inciso anterior. El plan integral debe considerar, adicionalmente, las revisiones que se determinen como necesarias de acuerdo con el inciso 11.14.

Para determinar la clase de localización por donde pasará un ducto, se debe considerar lo siguiente:

- a) Localización clase 1. Area unitaria que cuenta con diez o menos construcciones o aquella en la que la tubería se localiza en la periferia de las ciudades, poblados agrícolas o industriales.
- b) Localización clase 2. Area unitaria que cuenta con más de diez y menos de cuarenta y seis construcciones.
- c) Localización clase 3. Area unitaria en la que exista alguna de las características siguientes:
- Más de cuarenta y seis construcciones destinadas a actividad humana o uso habitacional;
 - Una o más construcciones ocupadas normalmente por veinte o más personas a una distancia menor de cien metros del eje del ducto;
 - Un área al aire libre bien definida que se encuentra a una distancia menor de cien metros del eje de la tubería y que dicha área sea ocupada por veinte o más personas durante su uso para la cual fue destinada, por ejemplo, un campo deportivo, un parque de juegos, un teatro al aire libre u otro lugar público de reunión;
 - Areas destinadas a fraccionamientos residenciales, conjuntos, unidades y condominios habitacionales o comerciales que se encuentran a una distancia menor de cien metros del eje longitudinal del ducto, aun cuando al momento de construirse únicamente existan edificaciones en la décima parte de los lotes adyacentes al trazo del ducto, y
 - Un área que registre tránsito intenso o donde se encuentren instalaciones subterráneas como ductos de agua, líneas telefónicas, líneas de comunicación como fibra óptica u otras, líneas eléctricas, líneas de distribución, etc., a una distancia menor de 100 (cien) metros del eje longitudinal donde se pretenda instalar el ducto. Se considera tránsito intenso un camino o carretera pavimentada con un flujo de 200 (doscientos) o más vehículos en una hora pico de aforo.
- d) Localización clase 4. Area unitaria en la que se localizan edificios de cuatro o más niveles incluyendo la planta baja donde el tránsito sea intenso, o donde existen otras instalaciones subterráneas.

7.4.1 Se debe tomar una longitud de 1600 (un mil seiscientos) metros y de 200 (doscientos) metros de ancho en ambos lados de la tubería al determinarse los límites de un área clasificada, excepto cuando existan barreras físicas o factores de otra índole que limiten la expansión futura de las áreas pobladas, en cuyo caso, los márgenes del área clasificada que se deben ampliar quedarán delimitados por dichas barreras, sin exceder la distancia marcada.

7.4.2 Cuando el trazo del ducto se encuentre en las clases de localización 1, 2 y 3 en que se encuentre una construcción donde haya concentración de personas, como escuelas, hospitales, iglesias, salas de espectáculos, cuarteles, entre otros, se debe considerar como criterio de diseño la clase de localización siguiente a la cual corresponda originalmente, en orden ascendente.

7.5 Espaciamiento entre estructuras subterráneas. Las tuberías de transporte subterráneas se deben instalar con una separación mínima de 30 cm de cualquier otra estructura enterrada ajena a la tubería de transporte. Cuando no sea posible tener la separación indicada, la línea se debe proteger contra daños que puedan resultar de la proximidad con la estructura vecina.

7.5.1 Las tuberías se deben instalar de tal manera que la separación con cualquier otra estructura enterrada, permita su mantenimiento y las proteja contra daños que puedan resultar por la proximidad con otras estructuras.

7.6 Profundidad de la zanja. Para tuberías de transporte enterradas, la profundidad de cubierta mínima medida a lomo de tubo hasta la superficie debe cumplir con lo que indica el cuadro 1 siguiente:

CUADRO 1.- Profundidad de zanja o cubierta mínima

Localización	Suelo normal	Roca consolidada
	Centímetros (a lomo de tubo)	

Clase de localizaciones 1, 2, 3 y 4	60	60
Cruzamiento con carreteras y vías férreas	75	75
Zanjas de drenaje en caminos públicos y cruces de ferrocarril	120	120

7.6.1 Cuando se encuentre una estructura subterránea que impida la instalación del ducto a la mínima profundidad especificada, éste se podrá instalar a una menor profundidad siempre y cuando se proporcione la protección adicional para resistir las cargas externas previstas.

7.6.2 Las tuberías que se instalen en un río navegable, cuerpo de agua o en puerto marítimo deben tener una cubierta mínima de 120 cm en suelo normal o 60 cm en roca consolidada. Sin embargo, en estos casos se permite una profundidad de zanja menor al mínimo establecido de acuerdo con el inciso anterior.

A. Fórmula de diseño para tubería de acero

7.7 Para efectos de esta Norma, el espesor de la tubería de acero que transporta gas se determina de conformidad con la fórmula siguiente:

$$t = \frac{P \times D}{2 \times S \times F \times E \times T}$$

Donde:

t = espesor de pared mínimo requerido, en cm. En caso que se desconozca este valor, se determinará conforme con lo establecido en el inciso 7.10. El espesor de pared adicional requerido para cargas externas será determinado tomando en consideración lo establecido en el inciso 7.2.

P = presión de diseño, en kilopascales (kPa).

S = resistencia mínima a la cedencia en kilopascales (kPa), determinada conforme con lo establecido en el inciso 7.9.

D = diámetro exterior especificado para la tubería, en cm.

F = factor de diseño determinado conforme con lo establecido en el inciso 7.11.

E = factor de eficiencia de junta longitudinal determinado conforme con lo establecido en el inciso 7.12.

T = factor de corrección por temperatura determinado conforme con lo establecido en el inciso 7.13.

7.8 Limitación de valores en el diseño de tuberías. La presión de diseño de una tubería de acero se limita al 75% (setenta y cinco por ciento) del valor determinado conforme con lo establecido en el inciso 7.7, si ha estado sujeta a expansión en frío para alcanzar la RMC y ha sido calentada posteriormente a una temperatura que exceda, en algún momento, 755 K o si la tubería ha sido mantenida por más de una hora a una temperatura superior a 589 K, salvo que este calentamiento sea por soldadura o relevado de esfuerzos.

7.9 Resistencia mínima de cedencia o RMC para tuberías de acero. En caso de desconocerse el valor de S en la fórmula anterior, para tubos de acero fabricados de acuerdo con las especificaciones señaladas en la bibliografía de esta Norma, la resistencia de cedencia a usarse en la fórmula del inciso 7.7, será la RMC establecida en la especificación de la tubería.

7.9.1 Para tuberías fabricadas con una especificación diferente a la establecida en la bibliografía de esta Norma o cuya especificación o propiedades de tensión sean desconocidas, el valor de la resistencia mínima de cedencia que se debe utilizar en la fórmula del párrafo 7.7, debe ser uno de los siguientes:

- a) Si el tubo es probado a la tensión de acuerdo con la sección A.1-(e) del Apéndice A de esta Norma, se toma el valor más bajo de las opciones siguientes:
 - 80% del promedio de resistencia a la cedencia determinada por las pruebas de tensión, o
 - El valor más bajo de la resistencia a la cedencia determinada por las pruebas de tensión, pero no mayor a 358,592 kPa.
- b) Si el tubo no se prueba a la tensión de acuerdo con la sección A.1-(e) del Apéndice A, el valor máximo será de 165,500 kPa.

7.10 Espesor de pared de la tubería. En caso de desconocerse el espesor nominal de la pared de una tubería de acero, éste se determinará midiendo el espesor de un extremo de la tubería en cuatro puntos (cuadrantes) como lo marca el párrafo 11.66.

7.10.1 Cuando se tenga un lote de tubería de grado, diámetro y espesor uniformes y existan más de 10 tramos de tubería en el mismo, se debe medir el 10% (diez por ciento) de los tramos individuales o más de 10 piezas, lo que sea mayor.

7.10.2 El espesor de pared que se debe usar en la fórmula de diseño, es el espesor nominal de la especificación comercial, inmediata superior al promedio de las mediciones tomadas en la muestra. Sin embargo, para tubos de diámetro exterior menor a 500 mm, el espesor nominal de pared no debe ser 1.14 veces mayor de la medición más pequeña.

7.10.3 El espesor especificado no se debe reducir en ninguna parte del tubo más allá de las tolerancias del espesor contenido en las tablas de fabricación ANSI/ASME B36.10 M y del API Especificación 5L.

7.11 Factor de diseño (F) para tubos de acero. El factor a utilizar en la fórmula de diseño en el inciso 7.7 se determina de acuerdo con lo indicado en el cuadro 2, a excepción de lo previsto en los incisos (a), (b) y (c) siguientes:

CUADRO 2.- Factor de diseño por densidad de población

Clase de localización	Factor de diseño (F)
1	0.72
2	0.60
3	0.50
4	0.40

- a)** En la fórmula de diseño del inciso 7.7 en clase de localización 1, se debe usar un factor de diseño de 0.60 o menor para ductos de acero que:
- Cruzen sin encamisado un camino público o carretera sin pavimentar;
 - Cruzen sin encamisado o invadan en forma paralela el derecho de vía de carreteras, autopistas, calles o vías de ferrocarril;
 - Se encuentren sobre puentes vehiculares, peatonales, ferroviarios o de tuberías, o
 - Use ensambles fabricados, incluyendo accesorios para separadores, ensambles de válvulas en cabezales, conexiones en cruz, cabezales en cruces de ríos, entre otros, o sea utilizado a una distancia menor a cinco diámetros de tubería de cualquier accesorio del ensamble fabricado, con excepción de alguna pieza transitoria o de un codo usado en un doblaje del ducto que no esté asociada al ensamble.
- b)** En localizaciones clase 2, se debe utilizar un factor de diseño (F) igual o menor a 0.50 en la fórmula del inciso 7.7, para la tubería de acero sin encamisado que cruce el derecho de vía de un camino pavimentado, carretera, calle pública o vía de ferrocarril;
- c)** En localizaciones clases 1 y 2, se debe utilizar un factor de diseño de (F) igual o menor a 0.50 en la fórmula de diseño del inciso 7.7 para:
- Tubería de acero en una estación de compresión, regulación o medición, y
 - Tubería de acero, que incluye un tubo ascendente colocado en aguas navegables.
 - Tubería de acero cercana (100 metros) a lugares como iglesias, escuelas, hospitales, casas y centros recreativos donde concurren o habitan como mínimo 20 personas (ver párrafo 7.4 c).

7.12 Factor de eficiencia de junta longitudinal (E) para tubos de acero. El factor de junta longitudinal que se utiliza en la fórmula del inciso 7.7, se determina de acuerdo con el cuadro 3 siguiente:

CUADRO 3.- Factor de eficiencia de junta longitudinal soldada (E)

Especificación	Clase de tubo	Factor de junta longitudinal (E)
ASTM A 53	Sin costura	1.00
	Soldado por resistencia eléctrica	1.00
	Soldado a tope en horno	0.60
ASTM A 106	Sin costura	1.00
ASTM A 333/A333M	Sin costura / Soldado por resistencia eléctrica	1.00
ASTM A 381	Soldado con doble arco sumergido	1.00
ASTM A 671	Soldado por fusión eléctrica	1.00
ASTM A 672	Soldado por fusión eléctrica	1.00
ASTM A 691	Soldado por fusión eléctrica	1.00
API 5 L	Sin costura	1.00
	Soldado por resistencia eléctrica	1.00
	Soldado por "flasheo" eléctrico	1.00
	Soldado por arco sumergido	1.00
	Soldado a tope en horno	0.60
A	Tubos mayores a 101 mm de diámetro	0.80

B	Tubos de 101 mm de diámetro o menores	0.60
---	---------------------------------------	------

7.12.1 Los valores sobre el factor de eficiencia de junta mencionados en el cuadro 3 anterior se podrán utilizar para tubería fabricada con otro estándar diferente a ASTM o API siempre y cuando se compruebe su equivalencia a estos estándares.

7.12.2 En caso de que el tipo de junta longitudinal no pueda ser determinado, se debe usar el factor de la categoría de A o B del cuadro 3 y en ningún caso debe exceder el valor designado.

7.13 Factor de corrección por temperatura (T) para tubos de acero.- El factor de corrección por temperatura que se debe usar en la fórmula de diseño del inciso 7.7, se determina de acuerdo con el cuadro 4 siguiente:

CUADRO 4.- Factor de corrección por temperatura (T)

Temperatura del gas (K)	T
400 o menor	1.000
* 420	0.967
* 450	0.933
* 480	0.900
* 500	0.867

(*) Para temperaturas intermedias del gas, el factor de corrección por temperatura se determina por interpolación directa.

B. Componentes de la tubería

7.14 Esta sección establece las especificaciones técnicas, así como los requerimientos de seguridad mínimos que deben satisfacer los componentes de tuberías e instalaciones para el transporte de gas natural. Adicionalmente, establece los requerimientos para la protección contra sobrepresiones accidentales y proporciona:

- a) Especificaciones y selección de las partes y accesorios de ductos de transporte;
- b) Métodos adecuados para hacer las conexiones de los ramales;
- c) Considerar relativas a los efectos por cambios de temperatura, y
- d) Métodos apropiados para soportar y dar anclaje a los ductos, ya sean expuestos o enterrados.

7.15 Requisitos generales. Cada componente de un ducto debe ser capaz de resistir las presiones de operación y otras cargas previsible, sin que se afecte su capacidad de servicio. Sin embargo, si el diseño basado en unidades de esfuerzo es impráctico para un componente en particular, el diseño se podrá basar en el rango de presión establecido por el fabricante con la presión de prueba de ese componente o de un prototipo del componente.

7.15.1 Los criterios de diseño, los requerimientos establecidos en esta Norma y las prácticas de ingeniería reconocidas internacionalmente que incluyendo las presiones de operación y otras cargas impuestas, deberán aplicarse a válvulas, bridas, accesorios, cabezales y ensambles especiales, entre otros.

7.16 Calificación de los componentes metálicos. Los componentes metálicos que se hayan fabricado de acuerdo con una edición diferente a la especificación correspondiente contenida en la bibliografía de esta Norma, calificarán para utilizarse en los casos siguientes:

- a) Cuando de la inspección visual del componente pueda determinarse que no contiene defectos que puedan afectar o dañar la resistencia, hermeticidad o propiedades del mismo, y
- b) Cuando la norma, código o estándar bajo el cual el componente fue fabricado cumple o supera los requerimientos indicados en las especificaciones que se incluyen en la bibliografía para:
 - Pruebas de presión;
 - Materiales, y
 - Rangos de presión y temperatura.
- c) Cuando se utilice tubería nueva, bridas y conexiones soldables de especificación conocida, destinadas a un sistema de transporte de gas natural, deben satisfacer las especificaciones y requisitos metalúrgicos, de fabricación y calidad de los materiales de los códigos y estándares mencionados en la bibliografía de esta Norma.
- d) Cuando se utilice tubería nueva o usada de especificación desconocida o ASTM A 120, se deben considerar los conceptos y pruebas aplicables de acuerdo con el Apéndice A de esta Norma.

7.17 Válvulas. Todas las válvulas deben satisfacer los requerimientos mínimos o equivalentes de la especificación API 6D o ASME B31.8 párrafo 831.11. Una válvula no se debe utilizar bajo condiciones de operación que superen los rangos aplicables de presión-temperatura contenidos en las especificaciones correspondientes de fabricación.

7.18 Bridas y sus accesorios. Las bridas y sus accesorios (diferentes al hierro forjado) deben cumplir los requerimientos mínimos de ASME/ANSI B16.5, MSS SP-44, o su equivalente.

7.18.1 Los ensambles bridados deben resistir la máxima presión a la cual operará la tubería y mantener sus propiedades físicas y químicas a cualquier temperatura a la que se prevé puedan llegar a estar sujetos en servicio.

7.18.2 Las bridas o uniones bridadas en tubos de hierro forjado deben cumplir con las dimensiones, perforaciones, diseño de cara y empaquetadura que señala ASME/ANSI B16.1 y deben coincidir íntegramente con el tubo, válvula, unión o accesorio.

7.19 Accesorios estándar. El espesor mínimo de pared de los accesorios roscados, debe ser mayor al especificado para las presiones y temperaturas de los estándares o sus equivalentes aplicables en esta Norma.

7.19.1 Cada accesorio de acero soldado a tope debe tener rangos de presión y temperatura de operación de acuerdo con los esfuerzos de la tubería donde será instalado. La resistencia a la falla o ruptura real del accesorio debe ser, como mínimo, igual a la resistencia a la ruptura de la tubería, tal y como se determina en un prototipo. En éste, la resistencia a la ruptura se prueba, cuando menos, a la presión requerida por la tubería a la cual se integra.

7.20 Corrida de dispositivos de inspección interna. Los ductos nuevos y cada tramo de tubería en operación, en donde se reemplacen tuberías, válvulas, accesorios u otro componente, se deben diseñar y construir para permitir el paso o corrida de dispositivos instrumentados de inspección interna. Esta disposición no es aplicable a:

- a) Cabezales;
- b) Tuberías en estaciones de compresión, medición o regulación;
- c) Tubería asociada con las instalaciones de almacenamiento y otras líneas de transporte continuo entre estaciones de compresión e instalaciones de almacenamiento;
- d) Cruzamientos especiales;
- e) Diámetros de tubería para los cuales no existe un dispositivo instrumentado de inspección interna;
- f) Tuberías operadas en conjunto con un sistema de distribución que estén instaladas en localizaciones Clase 4, y
- g) Tuberías en las que el diseñador determine que resulta impráctico construir instalaciones para el paso de instrumentos de inspección interna.

7.21 Perforaciones al ducto. Cada accesorio mecánico utilizado para realizar una perforación a un ducto de acero en servicio, se debe diseñar, como mínimo, para la presión de operación de la tubería o de acuerdo con el código API 2201.

7.22 Componentes fabricados por soldadura. La presión de diseño de todo componente fabricado por medio de soldadura, cuya resistencia no se pueda determinar, debe cumplir con lo establecido por el Código ASME para calderas y recipientes a presión. Quedan exceptuadas las conexiones de ramales, ensambles de tuberías estándar y accesorios unidos por soldadura circunferencial.

7.22.1 Los componentes prefabricados por medio de soldadura que utilicen placa y costuras longitudinales se deben diseñar, construir y probar de conformidad con el Código ASME sección VIII, División 1 y 2 para calderas y recipientes a presión; se exceptúan los componentes siguientes:

- a) Accesorios normalmente fabricados para soldarse a tope;
- b) Tubos que han sido fabricados y probados conforme con la especificación del Apéndice A de esta Norma;
- c) Ensamblajes parciales tales como anillos divididos o collarines, y
- d) Unidades prefabricadas que el fabricante certifique que han sido probadas cuando menos al doble de la presión máxima a la que serán sometidas bajo las condiciones de operación previstas.

7.22.2 En tuberías que van a operar a un esfuerzo tangencial mayor al 30% del RMC no se deben utilizar tapones fuera de norma conocidos comúnmente como "punta de lápiz", "cáscara de naranja" y otros.

7.22.3 Con excepción de los cierres planos diseñados de conformidad con la sección VIII del Código ASME de calderas y recipientes a presión, los "cierres planos" y "colas de pescado" no se deben utilizar en tubos que operen a 685 kPa o más, o que sean mayores de 76 mm de diámetro nominal.

7.23 Conexiones soldadas para ramales. La conexión soldada al ducto para un ramal, ya sea en forma de una conexión sencilla, o de un cabezal aislado o múltiple como una serie de conexiones, se debe diseñar de tal forma que la resistencia del ducto no se vea disminuida. Se deben considerar los esfuerzos remanentes en la pared del ducto debidos a las aberturas en él o en el cabezal, los esfuerzos de corte producidos por la presión que actúa sobre el área del ramal abierto y cualquier carga externa debida a efectos térmicos, peso y vibración.

7.24 Salidas extruidas. Las salidas extruidas se deben diseñar para las condiciones de servicio previstas y tener, cuando menos, una resistencia igual a la de fabricación del tubo y de otros accesorios en la tubería a la cual están integradas.

7.25 Flexibilidad. El ducto se debe diseñar con flexibilidad para evitar que la expansión o contracción térmica cause esfuerzos excesivos en la tubería o sus componentes, como deformaciones, dobleces muy pronunciados, cargas anormales en las uniones, fuerzas indeseables, o momentos de palanca en puntos de conexión al equipo, o en los puntos de anclaje o guía.

7.26 Soportes y anclajes. La tubería y su equipo asociado debe tener anclajes y soportes para:

- a) Evitar esfuerzos excesivos al conectarla con equipos en operación;
- b) Resistir las fuerzas longitudinales causadas por una flexión o desviación en la tubería, y
- c) Evitar o amortiguar la vibración excesiva.

7.26.1 La tubería expuesta debe tener soportes o anclajes para proteger las uniones de los tubos sometidos a fuerzas causadas por presión interna o por cualquier otra fuerza adicional debida a la expansión, contracción térmica o por el peso del tubo, los componentes y sus contenidos.

7.26.2 Los soportes o anclajes en una tubería expuesta se deben construir con material durable, no combustible y ser diseñados e instalados considerando lo siguiente:

- a) Una libre expansión y contracción de la tubería entre soportes o anclajes;
- b) Las condiciones de servicio involucradas, y
- c) Que el movimiento de la tubería pueda provocar desacoplamiento del equipo y del soporte.

7.26.3 Los soportes en una tubería expuesta operada a un nivel de esfuerzo de 30% o más de la RMC deben cumplir con lo siguiente:

- a) Evitar ser soldados directamente a la tubería;
- b) Estar contruidos por un elemento que circunde completamente a la tubería, y
- c) Cuando un miembro circundante se suelde a la tubería, la soldadura deberá ser continua y cubrir la totalidad de la circunferencia.

7.26.4 La tubería subterránea que esté conectada a otra tubería de mayor rigidez u otro objeto fijo debe tener flexibilidad para amortiguar posibles movimientos, o tener el anclaje suficiente que limite el movimiento de la tubería. Asimismo, las tuberías subterráneas donde se conecten ramales nuevos deben tener cimientos firmes para el cabezal a fin de evitar movimientos laterales y verticales excesivos.

C. Estaciones de compresión

7.27 Localización del área de compresión. Las estaciones de compresión se deben localizar en terrenos que estén bajo el control del operador. La estación debe estar en un área libre, con el objeto de prevenir, en la eventualidad de un incendio, que éste traspase los límites de propiedad o se extienda hacia otras propiedades colindantes. El espacio libre alrededor del área principal de compresión debe permitir la libertad de movimiento del equipo contra incendio.

7.28 Construcción de la estación de compresión. El edificio de la estación de compresión se debe construir con materiales no combustibles.

7.29 Salidas. El piso de operación de una instalación de compresión debe tener, al menos, dos salidas separadas y no obstaculizadas, ubicadas de tal manera que proporcionen posibilidad de escape y paso sin obstrucción a un lugar seguro. El cerrojo de las puertas de salida de emergencia debe accionar rápidamente desde el interior sin necesidad de una llave. Las puertas oscilatorias localizadas en una pared exterior deben abrir hacia afuera del recinto correspondiente.

7.30 Areas cercadas. La cerca perimetral de la estación de compresión debe tener, al menos, dos puertas localizadas de manera que faciliten la salida a un lugar seguro o contar con otras vías de escape que permitan evacuar rápidamente el área. Las puertas se deben localizar en un radio de 30 m de cualquier edificio de la estación de compresión y deben abrir hacia afuera libremente y desde el interior sin llave.

7.31 Instalaciones eléctricas. El equipo eléctrico y la instalación del alumbrado en las estaciones de compresión deben cumplir con la NOM-001-SEMP-1994 o la que en su momento sea aplicable.

7.32 Remoción de líquidos. Se debe instalar un separador para evitar la entrada de líquidos al compresor cuando los vapores contenidos en el gas se puedan licuar bajo condiciones previstas de presión y temperatura.

7.32.1 Los separadores usados para remover líquidos entrampados en una estación de compresión deben:

- a) Contar con medios de operación manual para remover los líquidos.
- b) Disponer de instalaciones automáticas de remoción de líquidos, dispositivos de paro automático del compresor, o una alarma de alto nivel de líquido, cuando exista la posibilidad de que el líquido pueda introducirse al compresor.

- c) Fabricarse en conformidad con la sección VIII del Código ASME de calentadores y recipientes a presión, excepto para aquellos separadores de líquido construidos de tubo y accesorios sin costura interna, a los cuales se les aplicará un factor de diseño máximo de 0.4.

7.33 Paro de emergencia. A excepción de las estaciones de compresión de 746 kW (1,000 caballos de fuerza) o menores instaladas en campo y operadas automáticamente, las demás deben tener un sistema de paro de emergencia que:

- a) Bloquee el gas natural que entra o sale de la estación dependiendo de la filosofía de operación;
- b) Descargue el gas natural por la tubería de desfogue a un cabezal de venteo o a quemador;
- c) Proporcione los medios para el paro del equipo de compresión, es decir que no se bloqueen los circuitos eléctricos que abastecen el alumbrado de emergencia necesario para apoyar al personal de la estación en la evacuación del área de compresión ni tampoco los circuitos eléctricos necesarios para proteger al equipo en caso de permanecer energizado.
- d) Opere por lo menos en dos localizaciones, cada una de las cuales esté:
 - Fuera del edificio de compresión;
 - Cerca de las puertas de salida, si la estación de compresión está cercada, o cercano de las salidas de emergencia si la estación no está cercada, y
 - A no más de 152 m de los límites de la cerca de la estación de compresión.
- e) En aguas navegables esté diseñado de tal forma que pueda accionarse automáticamente en los casos siguientes:
 - Cuando en una estación de compresión que es operada automáticamente la presión de gas natural exceda un 15% la máxima presión de operación permisible.
 - En el caso de que se involucre el edificio de una estación de compresión:
 - i) Cuando ocurra un incendio no controlado en el edificio, o
 - ii) Cuando la concentración de gas natural en aire alcance el 10% o más del límite inferior de explosividad dentro del edificio y que tenga una fuente de ignición.

7.33.1 Para propósitos del párrafo anterior una instalación eléctrica que cumpla con la Clase 1, Grupo D de la NOM-001-SEMP-1994 no constituye una fuente de ignición.

7.34 Dispositivos de limitación de presión. Las estaciones de compresión deben contar con dispositivos de relevo de presión u otros dispositivos de protección de capacidad y sensibilidad para asegurar que la MPOP de la tubería y equipo de la estación de compresión no se exceda en más de 10%.

7.34.1 Las líneas de venteo que liberen el gas natural de las válvulas de relevo de presión de una estación de compresión se deben prolongar hasta un lugar donde el gas natural pueda ser descargado sin peligro.

7.35 Equipo de seguridad adicional. El equipo de seguridad de una estación de compresión debe tener lo siguiente:

- a) Instalaciones de protección contra incendio. Si las bombas contra incendio son parte de estas instalaciones, su operación no se debe interrumpir con el sistema de paro de emergencia;
- b) Además del paro de emergencia, los compresores deben incluir sistemas de paro por sobrevelocidad (excepto en motores de inducción eléctrica o sincrónicos), baja o alta presión del combustible, falla de lubricación, adicionalmente a las que el fabricante especifique.
- c) Un dispositivo de paro o alarma que opere en caso de enfriamiento deficiente de la unidad;
- d) Los motores que operen con inyección de gas natural, deben contar con un dispositivo que cierre automáticamente la alimentación del gas natural y ventile el múltiple de distribución al paro del motor, y
- e) Los silenciadores de los motores de gas deben tener ranuras u orificios de ventilación en los difusores de cada compartimento para evitar que el gas natural quede atrapado en el silenciador.

7.36 Ventilación. Los edificios de las estaciones de compresión deben estar perfectamente bien ventilados para asegurar que el personal no esté en peligro por la acumulación de gas natural en los cuartos, sumideros, áticos, fosas u otros lugares cerrados.

D. Válvulas en tuberías de transporte

7.37 Válvulas de seccionamiento en sistemas de transporte. El ducto debe contar con válvulas de seccionamiento a lo largo de su trayectoria, instalándose como a continuación se menciona pero sin exceder la distancia marcada de acuerdo con su clase de localización:

- a) En ductos ubicados en localizaciones clase 1, cada 32 (treinta y dos) kilómetros;
- b) En las tuberías ubicadas en localizaciones clase 2, cada 24 (veinticuatro) kilómetros;
- c) En las tuberías ubicadas en localizaciones clase 3, cada 16 (dieciséis) kilómetros, y
- d) En las tuberías ubicadas en localizaciones clase 4, cada 8 (ocho) kilómetros.

7.37.1 En caso de restricciones físicas o de accesibilidad, el espaciamiento entre válvulas de seccionamiento puede ser modificado para permitir que la válvula sea instalada en un lugar accesible.

7.38 Las válvulas de seccionamiento y sus dispositivos operativos en el ducto deben cumplir con lo siguiente:

- a) Localizarse en lugares accesibles, pero protegidas de manipulaciones y daños provocados por terceros;
- b) Estar soportadas adecuadamente para evitar asentamiento o movimiento del tubo al cual están unidas;
- c) Los tramos de tubería que se encuentren entre válvulas deben tener una válvula con una capacidad de desfogue que permita que la tubería sea desfogada de acuerdo con las necesidades del sistema de transporte;
- d) El desfogue de la válvula se debe dirigir de tal manera que el gas natural pueda ser liberado a la atmósfera sin peligro, y
- e) Si el ducto se encuentra adyacente a una línea de transmisión eléctrica, el desfogue se debe situar de manera que el gas natural liberado sea dirigido lejos de los conductores eléctricos.

E. Registros

7.39 Requisitos de diseño. Los registros subterráneos para válvulas, estaciones de relevo de presión o de regulación de presión, deben:

- a) Resistir las cargas externas a las que se pueden ver sometidos y proteger el equipo instalado;
- b) Contar con un espacio de trabajo que permita que el equipo requerido en el registro se pueda instalar, operar y mantener;
- c) Construirse de manera que los tubos que crucen las paredes o que se encuentren dentro de un registro sean de acero, exceptuando la tubería de control y calibración que puede ser de cobre. Cuando un tubo cruce la estructura del registro, se debe evitar el paso de gases o líquidos a través de la abertura y evitar deformaciones en el tubo, y
- d) Estar diseñados con equipo eléctrico que satisfaga los requerimientos aplicables de la NOM-001-SEMP-1994.

7.40 Accesibilidad. Los registros deben estar localizados en lugares accesibles y lo más alejado posible de:

- a) Cruzamientos de calles o puntos donde el tráfico sea pesado o intenso;
- b) Puntos de elevación mínima, cuencas de recolección, o lugares donde la cubierta de acceso estuviera en el cauce de aguas superficiales, y de
- c) Instalaciones de agua, eléctricas, telefónicas, tuberías de vapor, entre otras.

7.41 Sellado, venteo y ventilación. Los registros subterráneos o fosa de techo cerrado deben estar sellados, venteados o ventilados como se indica a continuación:

- a) Cuando el volumen interno exceda 6 m³:
 1. Contar con dos ductos de ventilación que tengan al menos el efecto de ventilación de una tubería de 10 cm de diámetro;
 2. Disponer de ventilación suficiente para minimizar la formación de una atmósfera explosiva en el interior, y
 3. Los ductos deben contar con una altura que permita la descarga y dispersión del gas natural y evitar la formación de una mezcla explosiva.
- b) Cuando el volumen interno sea mayor de 2 m³ pero menor de 6 m³:
 1. Si el registro o fosa está sellado, la cubierta de ajuste hermético debe tener orificios que puedan abrirse con el objeto de detectar una mezcla explosiva. Se debe contar con los medios para probar la atmósfera interna antes de retirar la cubierta;
 2. Si el registro o fosa cuenta con ventilación, debe existir un medio para evitar que fuentes externas de ignición alcancen la atmósfera del registro, o
 3. Si el registro o fosa está ventilado deberán aplicarse los incisos a) o c) de este inciso.
- c) Si un registro o fosa considerado en el inciso 7.41 (b) está ventilado por las aberturas en las cubiertas o por rejillas y la relación entre el volumen interno (en m³) y el área efectiva de ventilación de la cubierta o rejilla (en m²), está en el rango de 6 a 1, no se requiere de una ventilación adicional.

7.42 Drenaje. Los registros deben diseñarse para reducir al mínimo la entrada de agua a los mismos.

7.42.1 Un registro que contenga una tubería de gas natural no debe estar conectado al drenaje municipal o a ninguna otra estructura subterránea.

F. Protección contra sobrepresión accidental

7.43 Requerimientos generales. La tubería que pueda exceder la MPOP como resultado de una falla de control de presión o de algún otro tipo de falla, debe tener dispositivos de relevo o de limitación de presión

que cumplan con los requerimientos de los incisos 7.44 y 7.45 y adicionalmente, ser un sistema redundante. Se debe instalar un sistema para prevenir una sobrepresión accidental tal como: válvula de relevo, un regulador en monitor instalado en serie con el regulador primario o una serie de reguladores instalados corriente arriba del regulador primario.

7.44 Requerimientos para el diseño. A excepción de los discos de ruptura, cada dispositivo de relevo y de limitación de presión debe cumplir con lo siguiente:

- a) Estar construido con materiales que no se dañen por la corrosión durante la operación del dispositivo;
- b) El dimensionamiento y la selección debe estar de acuerdo con los estándares API RP 520, API RP 521 y API RP 526. Las válvulas y los asientos de válvulas deben estar diseñados de tal forma que eviten trabarse en una posición que haga inoperante al dispositivo;
- c) Estar instalados de tal manera que sea posible determinar:
 - Que la válvula está libre;
 - La presión a la cual están operando, y
 - La inexistencia de fugas cuando están en posición cerrada.
- d) Estar sostenido con soportes de material que no sea combustible;
- e) Tener tiros, ventilas o puertos de salida diseñados para prevenir la acumulación de agua, hielo o nieve, localizados donde el gas pueda descargarse a la atmósfera sin riesgos innecesarios;
- f) Estar diseñado e instalado de tal manera que el tamaño de las aberturas, el tubo, los accesorios localizados entre el sistema a ser protegido y el dispositivo de relevo de presión y el tamaño de la línea de venteo, sean adecuados para evitar la vibración de la válvula y prevenir la disminución de su capacidad de desfogue;
- g) Cuando se instale un dispositivo para proteger de sobrepresión al sistema de transporte, dicho dispositivo se debe diseñar e instalar previendo cualquier incidente aislado, tal como una explosión por acumulación de gas o ser dañado por un vehículo, que afecte su operación;
- h) A excepción de la válvula que aísla el sistema de su fuente de presión, el dispositivo se debe diseñar para impedir la operación no autorizada, que provoque la inoperancia del dispositivo regulador de presión o la de la válvula de desfogue, y
- i) Tener la capacidad para liberar el gas a un sistema de desfogue a quemador.

7.45 Capacidad requerida. Los dispositivos de desfogue, de limitación de presión o grupo de dispositivos instalados para proteger una tubería deben contar con la capacidad que requiera el sistema e instalarse para operar dentro de los límites de seguridad.

G. Estaciones de medición y regulación

7.46 Ubicación. La localización de las estaciones de medición y regulación, debe cumplir con los lineamientos siguientes:

- a) Tener las distancias mínimas de protección de acuerdo con el cuadro 5 siguiente.

CUADRO 5.- Distancias mínimas de protección

Concepto	Estación para uso industrial hasta 2059 kPa (21 kg/cm²) (en metros)
Concentración de personas	5
Fuentes de ignición	5
Motores eléctricos	5
Subestaciones eléctricas	5
Torres de alta tensión	5
Vías de ferrocarril	5
Caminos o calles con paso de vehículos	5
Almacenamiento de materiales peligrosos	15

- a) Estar fuera de las zonas fácilmente inundables o aquéllas en las que pudiera haber acumulamiento de gases en caso de fuga.
- b) Estar en lugares de fácil acceso.

7.47 Obra civil. La estación de medición y regulación debe cumplir con los requisitos siguientes:

- a) Diseñarse con materiales no combustibles (ver Boletín 294 de la American Insurance Association);
- b) Construirse en función de las dimensiones de la tubería y considerar el espacio necesario para la protección de los equipos e instrumentos que permita las actividades de operación y mantenimiento;

- c) Tener una ventilación cruzada a favor de los vientos dominantes para garantizar que el personal que opera, mantiene, inspecciona y supervisa la instalación no corra riesgos por acumulación de gases;
- d) Estar cercada y tener puertas que permitan el acceso al personal y al equipo para que se realicen los trabajos de operación, mantenimiento e inspección. El acceso debe ser restringido y las puertas contar con candado, y
- e) Contar con accesos para atención a emergencias.

7.48 Obra eléctrica. La instalación eléctrica de la estación debe ser a prueba de explosión y cumplir con los lineamientos de la NOM-001-SEMP-1994.

7.49 Obra mecánica. La estación de medición y regulación debe cumplir con los requisitos siguientes:

- a) Contar con una válvula de seccionamiento en la tubería de alimentación a la estación de regulación y medición que cumpla con las características siguientes:
 - Estar ubicada en un lugar accesible y protegida contra daños que pudieran ocasionar terceras personas y a una distancia segura de la estación;
 - Contar con mecanismos para accionarla de acuerdo con sus especificaciones;
 - Estar bien soportada mecánicamente para prevenir esfuerzos en la tubería, y
 - Estar diseñada para que la presión de diseño sea igual o mayor a la presión de operación del ducto.
- b) Tener instalado un separador de líquidos antes del cabezal de medición y regulación en caso de considerarse necesario;
- c) Contar con líneas de desvío (by-pass) para mantenimiento, sin necesidad de interrumpir el suministro de gas;
- d) Contar con dispositivos de seguridad para protegerla de cualquier sobrepresión;
- e) La válvula de seguridad debe desfogar a la atmósfera y el venteo prolongarse hasta una altura que permita dispersar el gas natural sin que presente riesgos al personal o a las instalaciones;
- f) Los procedimientos de soldadura empleada para instalación de la estación se deben calificar de acuerdo con el Estándar API 1104 y ASME V y IX;
- g) En tubería superficial, la parte inferior de ésta, debe tener una altura mínima de 0.65 metros sobre el nivel del piso y de acuerdo con esta altura, construir los soportes;
- h) Se deben considerar los esfuerzos previsible en los soportes de la tubería y accesorios;
- i) La tubería y los accesorios que van enterrados se deben proteger contra la corrosión de acuerdo con lo que establece la norma vigente correspondiente;
- j) La tubería de acero se debe proteger contra la corrosión exterior de acuerdo con la norma vigente correspondiente;
- k) Se deben instalar válvulas de bloqueo en las conexiones para la instalación de instrumentos, y
- l) Contar con el diagrama de arreglo típico de la niplería.

7.50 Reguladores. Los reguladores deben cumplir con los requisitos siguientes:

- a) La capacidad nominal debe ser superior al consumo estimado para la hora pico de la demanda;
- b) La presión de diseño debe ser superior a la máxima presión de operación esperada en la estación de regulación y medición;
- c) El diámetro de la tubería a la que se conecta el regulador no debe ser menor al diámetro de las conexiones de éste;
- d) En la instalación del regulador se debe tomar en cuenta las recomendaciones del fabricante;
- e) Cuando el diseñador lo considere conveniente, puede diseñar la estación de regulación y medición con uno o más pasos de regulación;
- f) Prevenir un fallo en el regulador para lo cual se deberá contar con un dispositivo de seguridad que proteja de sobrepresión a la estación de regulación y medición y a las instalaciones aguas arriba que se les suministra gas natural;
- g) En caso de que la reducción de presión ocasione congelamiento en los reguladores, éstos deben contar con los elementos necesarios para evitarlo, y
- h) En caso de considerarse necesario, además de los separadores de líquidos, se pueden instalar filtros para retener partículas sólidas que pueda tener el gas.

7.51 Medidores. En la estación de medición y regulación se pueden instalar medidores de diferentes tipos, de acuerdo con sus rangos de capacidad. La instalación de medidores deberá considerar lo siguiente:

- a) Se debe realizar de acuerdo con las especificaciones del fabricante y a las prácticas recomendadas por los reportes números 7 y 12 de AGA.

- b) En todos los casos se deben respetar las recomendaciones de los fabricantes de los medidores, respecto a diámetros de las tuberías, conexiones y distancia a otros aparatos o accesorios en la instalación.
- c) Los medidores instalados en las estaciones de medición y regulación deben ser del tipo generalmente utilizado en la industria del gas natural.
- d) La instalación de los medidores de orificio se debe hacer de conformidad con el reporte número 3 de AGA de agosto de 1993.
- e) El diámetro de la tubería donde esté instalado el medidor no debe ser de menor diámetro que las conexiones de éste.
- f) Cuando la presión máxima de operación de la estación de medición y regulación sea mayor a la presión de trabajo del medidor, se debe instalar antes de éste, un regulador para reducir la presión a la de operación del medidor. En este caso también se debe instalar un dispositivo de seguridad o un regulador en monitor.
- g) Cuando la presión del gas natural no sea constante, se debe instalar al medidor un corrector de la lectura por presión y si es el caso por temperatura.
- h) La verificación de la calibración de los medidores se debe hacer siguiendo las recomendaciones del fabricante. El periodo de tiempo entre las verificaciones de los medidores se debe establecer en los procedimientos de operación y mantenimiento.

8. Soldadura

8.1 Soldadura en tuberías de acero. Esta sección establece los requisitos mínimos para soldar tuberías de acero en un sistema de transporte. No es aplicable a la soldadura que se realiza en la fabricación de los tubos y componentes de tubería de acero.

8.2 Requisitos generales. La soldadura la debe realizar un soldador calificado tomando de acuerdo con los requerimientos de esta sección. Las pruebas de soldadura utilizadas para calificar se determinan con base en pruebas destructivas.

8.2.1 Los procedimientos de soldadura aplicados a un sistema de transporte se deben explicar a detalle, e incluir los resultados de las pruebas de calificación de soldadura. Estos procedimientos escritos se deben conservar y aplicar siempre que se lleve a cabo el proceso de soldadura.

8.3 Calificación del procedimiento de soldadura. Antes de que se realicen las soldaduras en una tubería de acero se debe contar con un procedimiento de soldadura aprobado por la empresa que solicite dicho servicio. Los detalles que surjan durante el proceso de calificación de soldadura deben ser registrados en una bitácora así como la calificación del procedimiento de soldadura. Las copias de este documento deben estar disponibles para referencia o consulta cuando una unidad de verificación realice una verificación al sistema.

8.4 Procedimiento de soldadura. El procedimiento debe contar con alcances y limitaciones definidas para su aplicación y debe ser aplicado en soldadura a tope, soldadura de tubería a tubería, conexiones de ramales, conexiones de tuberías soldadas en curvas y en reparaciones de soldadura.

8.5 Calificación de soldadores. Los procedimientos de soldadura así como la calificación de soldadores que lleven a cabo estos trabajos en campo serán calificados de acuerdo con lo establecido en el estándar API 1104 o en la sección IX del Código ASME, calderas y recipientes a presión en su última edición. Para calificar a un soldador deberá considerarse lo siguiente:

- a) Un soldador que haya sido calificado bajo una edición anterior a la señalada en la bibliografía, puede soldar pero no se debe recalificar bajo dicha edición.
- b) Un soldador puede considerarse calificado para realizar soldaduras en tuberías que van a operar a una presión que provoque un esfuerzo tangencial menor al 20% (veinte por ciento) de la RMC, cuando realice una prueba de soldadura aceptable, de acuerdo con la prueba establecida en la sección B.1 del Apéndice B de esta Norma.
- c) Un soldador que realice soldaduras en conexiones de tuberías de servicio a tuberías principales debe realizar, como parte de su prueba de calificación, una prueba de soldadura aceptable de acuerdo con la sección B.2 del Apéndice B de esta Norma. Después de la calificación inicial, un soldador no podrá realizar soldaduras a menos que:
 - i) Dentro de los 15 (quince) meses calendario siguientes, el soldador haya recalificado. Esta recalificación debe ser por lo menos una vez cada año calendario, o
 - ii) Dentro de los 7½ (siete y medio) meses calendario siguientes pero, como mínimo, dos veces al año el soldador haya desarrollado trabajos de soldadura, probados y encontrados aceptables de acuerdo con las pruebas de calificación.

8.6 Limitaciones de los soldadores. Las personas que realicen trabajos de soldadura deberán observar lo siguiente:

- a) Ningún soldador cuya calificación esté basada en pruebas no destructivas puede soldar tubos y sus componentes en estaciones de compresión;

- b) Ningún soldador puede soldar con un proceso de soldadura específico a menos que dentro de los 6 meses calendario anteriores haya realizado trabajos de soldadura empleando este proceso, y
- c) Un soldador que haya sido calificado conforme con el inciso 8.5 a), no puede soldar a menos que dentro de los 6 meses calendario anteriores, por lo menos una de sus soldaduras se haya probado y se haya determinado aceptable de acuerdo con la sección 3 o 6 del estándar API 1104; a menos que el soldador haya sido calificado bajo una edición anterior, situación que le permitirá soldar pero no recalificarse bajo esa edición.

8.7 Protección de las soldaduras. Las soldaduras en tuberías se deben proteger de condiciones ambientales adversas que pudieran perjudicar la calidad de la soldadura terminada.

8.8 Juntas a inglete. Las juntas a inglete deben presentar las características siguientes:

- a) No se permiten juntas a inglete en tuberías que operen al 30% (treinta por ciento) de la RMC o mayores.
- b) Una junta a inglete en tubos de acero que van a ser operados a presiones que provocan esfuerzos tangenciales menores de 30% (treinta por ciento), pero mayores de 10% (diez por ciento) de la RMC, no debe desviar o deflexionar el tubo más de 12.5° (doce punto cinco grados). La distancia entre soldaduras debe ser igual o mayor a un diámetro de la tubería que se va a soldar, y
- c) No se debe desviar o deflexionar el tubo más de 90° (noventa grados) en una unión a inglete en un tubo de acero que va a operar a presiones que provocan esfuerzos tangenciales iguales o menores al 10% (diez por ciento) de la RMC.

8.9 Preparación para soldar. Antes de iniciar cualquier proceso de soldadura, las superficies a soldar deben estar limpias y libres de cualquier material que pueda afectar la calidad de la soldadura. La tubería y sus componentes deben estar alineados para proporcionar las condiciones más favorables para la deposición de la soldadura en la raíz del área a soldar. Dicha alineación se debe conservar mientras la soldadura de fondeo está siendo depositada.

8.9.1 Los aceros que tengan un contenido de carbón o carbón equivalente mayor de 0.32% (cero punto treinta y dos por ciento) y 0.65% (cero punto sesenta y cinco por ciento), respectivamente, se deben precalentar para soldar.

8.10 Inspección y prueba de soldaduras. Se debe realizar una inspección visual de la soldadura para asegurar que se aplique de acuerdo con el procedimiento mencionado en el inciso 8.4 y que sea aceptable de acuerdo con el inciso 8.10.1. Asimismo, las soldaduras en una tubería que va a operar a una presión que ocasione esfuerzos tangenciales iguales o mayores al 30% (treinta por ciento) de la RMC, se deben probar no destructivamente de acuerdo con el inciso 8.11. Aquellas soldaduras que son visualmente inspeccionadas y aprobadas por un inspector de soldadura calificado, no necesitarán ser probadas destructivamente en las situaciones siguientes:

- a) Cuando la tubería tiene un diámetro nominal menor de 152 mm, o
- b) Cuando la tubería va ser operada a una presión que provoca un esfuerzo tangencial menor de 30% (treinta por ciento) de la RMC y el número de soldaduras es tan reducido que las pruebas no destructivas son imprácticas.

8.10.1 La aceptación de una soldadura visualmente inspeccionada o probada no destructivamente, se determina de acuerdo con lo establecido en la sección 6 del estándar API 1104.

8.11 Pruebas no destructivas. Las pruebas no destructivas de soldaduras se deben llevar a cabo con procedimientos que indiquen claramente los defectos que pueden afectar la integridad de la soldadura.

8.11.1 Los procedimientos para pruebas no destructivas se deben establecer con el objeto de obtener una interpretación adecuada de cada prueba, para asegurar la aceptabilidad de la misma de acuerdo con lo establecido en la sección 6 del estándar API 1104.

Las pruebas no destructivas en soldaduras se deben realizar:

- a) De acuerdo con los procedimientos escritos, y
- b) Por personas que hayan sido capacitadas y calificadas en la aplicación de los procedimientos, así como en el manejo del equipo utilizado en las pruebas.
- c) Seleccionando al azar las soldaduras que serán objeto de pruebas no destructivas.
- d) En aquellas soldaduras donde no se haya llevado a cabo una prueba hidrostática.
- e) Considerando las imperfecciones que resulten del proceso de soldadura, por ejemplo, socavados, fracturas, quemaduras, porosidad, etc., y reparar éstas en caso de que se encuentren fuera de norma. No debe repararse más de dos veces la misma soldadura. Si esto llegara a suceder se deberá eliminar la soldadura y colocar un carrete de tubería de acero nuevo.

8.12 Cuando se requiera realizar pruebas no destructivas, se debe seleccionar el porcentaje de las soldaduras realizadas diariamente que van a probarse sobre toda la circunferencia de la tubería. El porcentaje de soldaduras a probarse debe ser como mínimo:

- a) El 15% (quince por ciento) en localizaciones clase 1 y 2;
- b) El 100% (cien por ciento) en localizaciones clase 3 y 4, en cruzamientos de ríos principales o navegables y dentro de los derechos de vías de ferrocarril o de carreteras públicas, incluyendo túneles, puentes y cruces aéreos de carreteras. Cuando esto no sea posible se debe realizar el 90%, y
- c) El 100% (cien por ciento) en las interconexiones de tubería.

8.12.1 Se debe probar no destructivamente una muestra diaria de cada trabajo del soldador, de acuerdo con lo especificado por el inciso 8.10.

8.13 Archivo de las pruebas. Se debe conservar en archivo durante el periodo de vida operativa del ducto, un registro histórico por kilómetro y por estación operativa correspondiente, la cantidad de soldaduras circunferenciales, pruebas no destructivas, número de rechazos realizados.

8.14 Reparación o remoción de defectos. La soldadura que sea inaceptable de acuerdo con el punto 8.10.1, se debe reparar o remover. La soldadura se debe retirar cuando tenga una grieta que represente más de 8% (ocho por ciento) de la longitud total de dicha soldadura.

8.14.1 En soldadura reparada se debe remover el defecto de raíz. Después de repararse la soldadura, el tramo de tubería se debe inspeccionar para asegurar su aceptabilidad.

8.14.2 La reparación de una grieta o de cualquier defecto, se debe realizar de acuerdo con los procedimientos de reparación de soldadura descritos en el punto 9 de la bibliografía de esta Norma.

8.15 Juntas. El diseñador del sistema de juntas deberá tomar en cuenta la fricción de la junta, además de especificar la tensión axial, la compresión axial y el esfuerzo tangencial. Estas características deben ser validadas por medio de pruebas. Asimismo, deberá desarrollarse un procedimiento a detalle que incluya la preparación final y los requerimientos de operación de las juntas.

9. Construcción de los ductos de transporte

Requisitos generales

9.1 Cumplimiento de especificaciones o estándares. Cada ducto de transporte de gas natural se debe construir de acuerdo con las especificaciones o estándares que sean congruentes con esta Norma.

9.2 Inspección de materiales. Cada tramo de tubo y sus componentes se deben inspeccionar visualmente en el sitio de la instalación (derecho de vía) por personal calificado para asegurar que cualquier daño identificado sea corregido y no afecte la operación y seguridad del sistema.

9.3 Actividades sobre el derecho de vía del ducto. Se deberá tener cuidado en la selección del equipo y los métodos usados en el manejo, transportación, almacenamiento y colocación de la tubería en el derecho de vía para prevenir daños al recubrimiento.

9.3.1 El ancho mínimo del derecho de vía para tuberías de transporte se indica en el cuadro 6 siguiente y considera la franja para mantenimiento, la zanja donde se aloje la tubería y la franja de terreno donde se deposite el material producto de la excavación.

CUADRO 6.- Ancho mínimo del derecho de vía

Diámetro nominal del ducto, en pulgadas	Ancho, en metros
Hasta 8	10.0
De 10 a 18	13.0
De 20 a 36	15.0
Mayores de 36	25.0

9.4 Curvas y codos. Una curvatura no debe afectar la capacidad de servicio del tubo. Las curvas realizadas en campo deben cumplir con lo siguiente:

- a) Para tubos mayores de 100 mm de diámetro nominal, la diferencia entre el diámetro máximo y mínimo de la sección en curva debe ser menor de 2.5% (dos punto cinco por ciento) del diámetro nominal;
- b) En tubos de soldadura longitudinal, debe cuidarse que la soldadura longitudinal esté tan cerca como sea posible del eje neutral de la curvatura, a menos que:
 - La curvatura se realice con un mandril curvador interno, o
 - El tubo sea de un diámetro externo de 305 mm o menor, o
 - Tenga una relación diámetro a espesor de la pared menor a 70.

- c) Las curvaturas deberán estar libres de abolladuras, fracturas, ovalamiento y otros daños mecánicos evidentes. Las curvas se deberán controlar de tal forma que no se perjudique la integridad estructural y operacional de la tubería.
- d) Todas las soldaduras que estén sujetas a esfuerzos después del doblado deberán ser calificadas por pruebas no destructivas.
- e) La soldadura circunferencial en tubos de acero que se localice en un área que se vaya a someter a un proceso de curvado, se debe probar por métodos no destructivos antes y después de dicho proceso, ya que la tensión que se produce durante el mismo puede causar una deformación permanente en el tubo.
- f) Los codos de acero forjado para soldar y los segmentos transversales de los mismos, no se deben usar para cambios de dirección en tubos de acero de 50 mm de diámetro o mayor, a menos que la longitud del arco, medido sobre la curva interna, sea de 25.4 mm, como mínimo.

9.5 Protección contra factores externos. Los ductos deben estar protegidos contra deslaves, inundaciones, suelos inestables, deslizamientos de tierra u otros riesgos que puedan provocar que la tubería se mueva o que esté sometida a cargas anormales. Para obtener una adecuada protección de la tubería, se deberá considerar lo siguiente:

- a) Los ductos alojados en la superficie deben estar protegidos de daño accidental ocasionado por tráfico vehicular u otras causas similares y colocarse a una distancia segura del tráfico o en su defecto colocar barricadas.
- b) Cuando los ductos crucen áreas que normalmente se hallan bajo agua o instaladas en áreas que tienen la probabilidad de inundarse como lagos, bahías, pantanos y cruces de ríos, se debe aplicar a la tubería un peso o anclaje (lastre) suficiente para impedir que flote. El cruce de tubería en un cuerpo de agua se ubicará en el margen y lecho más estable. La profundidad, la localización de las curvas instaladas en las márgenes y el espesor de pared de la tubería se deben seleccionar con base en las características del cruce, siguiendo las prácticas de la industria y técnicas de ingeniería correspondientes.
- c) Cuando los ductos de transporte crucen áreas expuestas a movimientos sísmicos o actividad volcánica, el proyecto se debe someter a consideración del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), con el objeto de tomar las medidas pertinentes para protegerlos.
- d) Se deben tomar las medidas necesarias para proteger a un ducto de transporte de peligros naturales y considerar lo siguiente: aumentos de espesor de pared, construcción de muros de contención de tierras, medidas preventivas contra la erosión, instalación de anclajes e incorporación de medidas que aumenten la flexibilidad, recubrimientos especiales, etc.

9.6 Instalación de tubos en zanja. Las líneas de transporte que van a operar a presiones que provocan esfuerzos tangenciales iguales o mayores al 30% (treinta por ciento) de la RMC, se deben instalar en una zanja de tal manera que el tubo se adapte y ajuste al fondo de ésta con objeto de minimizar los esfuerzos y proteger el recubrimiento del tubo contra daños.

9.6.1 Cuando se cubre la zanja donde se aloja un ducto, ésta se debe rellenar de manera que:

- a) Se proporcione un soporte firme bajo el ducto, y
- b) Se eviten daños al ducto y a su recubrimiento provocados por el equipo de maniobras o material de relleno.

9.7 Encamisado. El encamisado que se instale a una línea de transporte que cruce una vía de ferrocarril o carretera debe cumplir con lo siguiente:

- a) Estar diseñado para resistir las cargas impuestas;
- b) Se deben sellar los extremos del encamisado si existe la posibilidad de que pudiera penetrar agua en el ánulo que forman la tubería con el encamisado;
- c) Estar diseñado para soportar la MPOP a un nivel de esfuerzo menor al 72% (setenta y dos por ciento) de la RMC. Cuando se sellan los extremos de un encamisado sin venteo, el sello debe ser lo suficientemente resistente para soportar la MPOP del tubo.
- d) En cruzamientos, se permite instalar una tubería sin encamisar siempre y cuando se incremente el espesor de pared de ésta, y el diseño haya tomado en cuenta las cargas externas.
- e) Si se instalan venteos se deben proteger contra agentes atmosféricos para evitar que entre agua al encamisado.

9.8 Reparaciones de socavaduras y estrías en campo. Los defectos en forma de socavaduras, hendiduras, estrías deben ser:

- a) Removidos por esmerilado siempre que el espesor de pared remanente esté de acuerdo con los requerimientos establecidos en el párrafo 11.29.

- b) Eliminar la parte dañada de la tubería cortando un carrete donde se encuentra el defecto y sustituirse por otro de las mismas especificaciones, cuando las condiciones del inciso anterior no puedan cumplirse.

9.9 Abolladuras, mellas y hendiduras. La profundidad de una hendidura se deberá medir entre el punto más bajo de la hendidura y el contorno original de la tubería. Donde exista una hendidura que tiene una profundidad mayor de 6% (seis por ciento) del diámetro exterior de la tubería, se debe eliminar la porción afectada en forma de carrete. Lo anterior se aplicará para tuberías con diámetro exterior mayores a 101.6 mm, o repararse de acuerdo con los párrafos 11.29 y 11.30 de esta Norma.

9.10 Reparaciones por parche. No se permite reparar los defectos de la tubería por medio de parches.

9.11 Precauciones para evitar explosiones y fuegos no controlados durante la instalación. Las actividades de construcción, tales como soldadura con gas, soldadura eléctrica y corte con soplete se deben realizar en forma segura. Siempre que la tubería contenga gas, se debe evitar las mezclas gas-aire midiendo los límites de explosividad.

10. Pruebas de presión

Requisitos de prueba para detección de fugas

10.1 Requisitos generales. Esta sección establece los requisitos mínimos para realizar pruebas de hermeticidad y para determinar la resistencia en tuberías. No está permitido el uso de gas natural como medio de prueba.

10.2 Antes de operar un ducto nuevo de transporte o poner en servicio un tramo de tubería que haya sido reubicado o sustituido, se debe realizar lo siguiente:

- a) Probar el tramo de tubería en conformidad con esta sección y con el inciso 11.14, para comprobar la MPOP. El medio de prueba puede ser líquido, aire o gas inerte y debe:
- Ser compatible con el material de que está construida la tubería, y
 - Estar libre de materiales sedimentados.
- b) Localizar y eliminar todas las fugas.

10.2.1 Con excepción de lo previsto en el inciso 10.3, si se utiliza aire o gas inerte como medio de prueba, se deben aplicar las limitaciones máximas de esfuerzo tangencial siguientes:

CUADRO 7.- Esfuerzo tangencial máximo permitido

Clase de localización	Esfuerzo tangencial máximo permitido como % de la RMC
	Aire o gas inerte
1	80
2	75
3	50
4	40

10.3 Requisitos de prueba de resistencia en tuberías de acero que van a operar a esfuerzos tangenciales de 30% (treinta por ciento) o más de la RMC.

- a) Se debe probar la resistencia de cada tramo de tubería de acero que va a operar a un esfuerzo tangencial de 30% (treinta por ciento) o más de la RMC;
- b) Todas las tuberías y cabezales localizadas en la clase de localización 1 y 2 se deben probar neumática o hidrostáticamente a 1.25 veces la MPOP;
- c) Todas las tuberías y cabezales en clases de localización 3 y 4 se deben probar hidrostáticamente a 1.5 veces la MPOP, y
- d) En localizaciones clases 1 o 2, cada estación de compresión, regulación o de medición, se deben probar en conformidad con los requerimientos de prueba de localización clase 3, como mínimo.

10.4 Duración de la prueba. La presión en la tubería se debe mantener por un periodo continuo mínimo de 8 horas. Las pruebas para detectar fugas se deben mantener por un periodo continuo mínimo de 8 horas cuando se use líquido como medio de prueba. Cuando se use un medio gaseoso para las pruebas de esfuerzo y detección de fugas, la presión en el ducto se debe mantener por un periodo de 24 horas.

10.5 Rupturas y fugas.

- a) Fugas. En caso de ocurrir fugas durante la prueba de resistencia y en consecuencia no se mantenga la presión de prueba, la tubería deberá repararse y repetir la prueba.
- b) Rupturas. Cuando ocurran fugas por rupturas en la tubería durante la prueba de resistencia y no se mantenga la presión, la tubería se debe reparar y posteriormente repetir la prueba hasta su aceptación.

10.5.1 Con excepción de lo previsto en el último párrafo de esta sección, las pruebas de resistencia se deben realizar manteniendo la presión de prueba, por un mínimo de 8 horas.

10.6 Si un componente distinto de la tubería es la única pieza que va a ser reemplazada o agregada a una tubería, no requerirá de prueba de resistencia después de su instalación, si el fabricante del componente certifica que:

- a) El componente se probó, como mínimo, a la presión requerida del sistema al cual se adiciona, o
- b) El componente se fabricó bajo un sistema de control de calidad que asegura que cada pieza fabricada es, cuando menos, de resistencia equivalente a un prototipo que fue probado a la presión requerida del sistema al cual se adiciona.

10.6.1 Para unidades fabricadas y tramos cortos de tubo en donde no es práctico realizar pruebas después de la instalación, se deben realizar pruebas de resistencia antes de su instalación manteniendo la presión de prueba por un mínimo de 4 horas.

10.7 Requisitos de prueba para tuberías que operan a un esfuerzo tangencial menor de 30% de la RMC y a valores de presión superiores, igual o menor de 685 kPa.

10.7.1 Los tramos de tubería que van a operar a un esfuerzo tangencial menor al 30% (treinta por ciento) de la RMC o 685 kPa, o mayor, se deben probar de acuerdo con lo siguiente:

- a) Se debe utilizar un procedimiento de prueba que asegure la detección de todas las fugas en el tramo que se está probando.
- b) Si durante la prueba el tramo se somete a esfuerzos iguales o mayores al 30% (treinta por ciento) de la RMC y se utiliza gas natural, gas inerte o aire como medio de prueba, la prueba de verificación de fugas se debe realizar como sigue:
 - A una presión entre 685 kPa y la presión requerida para producir un esfuerzo tangencial de 30% (treinta por ciento) de la RMC;
 - La línea se debe inspeccionar para verificar fugas, mientras el esfuerzo tangencial se sostiene al 30% (treinta por ciento) de la RMC, aproximadamente, y
 - La presión se debe mantener igual o mayor a la presión de prueba por un mínimo de 1 hora.

10.7.2 El procedimiento de prueba utilizado para tuberías que operen a menos de 685 kPa, debe asegurar la detección de todas las fugas potencialmente peligrosas en el tramo que esté siendo probado. La presión mínima de prueba para estas tuberías debe ser de 685 kPa.

10.8 Requisitos de seguridad y protección. Al realizar las pruebas conforme con esta sección, se deben tomar las precauciones necesarias para proteger a los operadores y técnicos del sistema de transporte y al público en general durante la realización de las mismas.

10.8.1 Cuando se use aire o gas inerte, las personas que no forman parte de la prueba deberán permanecer fuera del área durante el periodo en el cual la presión se eleve al 50% (cincuenta por ciento) de la presión de prueba, hasta que la presión sea reducida a la presión de operación del ducto. Asimismo, se debe asegurar que el medio de prueba no ocasione daño al medio ambiente.

10.9 Documentación. Se deben realizar y mantener, durante la vida útil del ducto, un registro de las pruebas realizadas de los incisos 10.3 y 10.7, el cual debe contener, como mínimo, la información siguiente:

- a) Nombre de la empresa que efectúa la prueba;
- b) Medio de prueba empleado;
- c) Presión de prueba;
- d) Duración de la prueba;
- e) Gráficas de registro de pruebas u otros reportes de lecturas de presión;
- f) Variaciones de los incrementos de presión, siempre que sean significativas para la prueba en particular, y
- g) Fugas y fallas observadas y, en su caso, las medidas tomadas para corregirlas, así como los registros de pruebas e información que se generó durante las mismas.

10.10 Eliminación de los medios de prueba de presión. Los fluidos utilizados durante la prueba de presión se deben desechar de tal manera que se minimice el impacto al medio ambiente.

11. Operación, mantenimiento y reclasificación

I. Operación.

11.1 Requisitos generales. La operación de un ducto de transporte se debe realizar de acuerdo con lo establecido en este capítulo, y

11.2 Disponer de la documentación necesaria para supervisar los procedimientos establecidos en conformidad con el inciso 11.3.

11.3 Manual de procedimientos para la operación, mantenimiento y emergencias. Las personas que realicen actividades de transporte deberán elaborar y cumplir con lo establecido en el manual de

procedimientos para realizar las actividades de operación, mantenimiento y emergencias relacionadas con el sistema de transporte.

11.3.1 El manual debe incluir los planos actualizados de cada sección del sistema de transporte y los procedimientos para el manejo de las operaciones anormales. Se debe revisar y actualizar el manual, como mínimo, una vez cada año calendario y tenerlo preparado antes de iniciar las operaciones del sistema de transporte. Los manuales deben estar disponibles en los lugares donde se realicen las actividades de operación y mantenimiento.

11.4 Características del manual de operación y mantenimiento.

11.4.1 Mantenimiento y operaciones normales. El manual debe incluir los procedimientos que garanticen que las actividades de mantenimiento y operación se realicen de manera segura y debe considerar, como mínimo, lo siguiente:

- a) La operación, mantenimiento y reparación de tuberías, válvulas y accesorios;
- b) El control de la corrosión de tuberías de acero para el transporte de gas natural;
- c) Las especificaciones de construcción, planos y datos históricos de las operaciones debe ponerse a disposición del personal operativo;
- d) La documentación que comprenda la recolección de datos para el reporte de incidentes debe realizarse conforme con los procedimientos de evaluación de incidentes/accidentes establecidos en el *Apéndice C*;
- e) El arranque y paro de cualquier parte del sistema de transporte;
- f) El mantenimiento de las estaciones de compresión, regulación y medición;
- g) El arranque, operación y paro de las unidades de compresión, regulación y medición de gas natural;
- h) La revisión periódica del trabajo realizado por el personal para determinar la efectividad y aplicabilidad de los procedimientos utilizados en la operación y mantenimiento normales. Cuando se encuentren deficiencias en su aplicación, deben modificarse los procedimientos;
- i) Las precauciones que deben tomarse en las zanjas excavadas para proteger al personal del riesgo en caso de presencia de gas o de acumulación de vapores y poner a su disposición el equipo de rescate de emergencia, y
- j) Inspección y pruebas periódicas del equipo de limitación de presión para determinar que se encuentre en condiciones seguras de operación y con la capacidad adecuada.

11.4.2 Operación anormal. Para los ductos de transporte, el manual debe incluir los procedimientos que proporcionen las condiciones de seguridad necesaria cuando se hayan excedido los límites de diseño de operación y deben considerarse:

- a) La respuesta, investigación y corrección relativa al:
 - Cierre de válvulas y paros no intencionales;
 - Incremento o disminución en la presión o en el rango de flujo fuera de los límites de operación normal;
 - Pérdida de comunicaciones;
 - Operación de cualquier dispositivo de seguridad, y
 - Cualquier otra disfunción no deseable de un componente, desviación de la operación normal, o error humano que pueda resultar en un riesgo para las personas o la propiedad.
- b) Revisión de las variaciones de la operación normal después de que han terminado las operaciones anormales. Esto debe realizarse las veces que sea necesario, principalmente en las localizaciones críticas del sistema para determinar su integridad y operación segura;
- c) Notificación al personal operativo responsable cuando se reciba un aviso sobre una operación anormal, y
- d) Revisión periódica de la respuesta del personal operativo para determinar la efectividad de los procedimientos para controlar operaciones anormales y, en su caso, tomar las acciones correctivas donde se encuentren deficiencias.

11.5 Los procedimientos establecidos en los incisos 11.16, 11.17 y 11.18 de esta Norma, se deben incluir en el manual de operación y mantenimiento.

11.6 Investigación de fallas. Estas se deben investigar para determinar las causas que las originaron e implementar medidas preventivas para evitarlas. Se deberá contar con medidas de mitigación o sustitución de tubería donde los reportes de fuga indiquen una incidencia que rebase los límites establecidos por la práctica general de la industria del gas natural.

11.7 Fugas y rupturas. Cualquier fuga o ruptura en el ducto se debe documentar y registrar, así como sus reparaciones. El registro de un incidente se deberá realizar conjuntamente con la inspección de la fuga. Los registros de patrullajes, inspecciones y otros se deben conservar por el tiempo que permanezca operando el sistema de transporte.

11.8 Programas de entrenamiento. Las personas que realicen actividades de transporte deberán contar con programas de entrenamiento enfocados a la seguridad del sistema en cuanto a operación, mantenimiento y seguridad. Estos programas deberán ser impartidos a los empleados y técnicos involucrados con actividades de transporte.

11.9 Combate al fuego. Se debe contar con equipo contraincendio, el cual debe estar disponible, accesible, claramente identificado y en condiciones de operación.

11.10 Tuberías en servicio. Cuando se lleven a cabo trabajos de mantenimiento en tuberías en operación se deben reducir las presiones a niveles de óptimos de seguridad. Las condiciones para realizar trabajos de mantenimiento en condiciones óptimas de seguridad se deberán dar con base en una evaluación de ingeniería, donde se incluya el material, espesor de pared y niveles de esfuerzo de la tubería, entre otros.

11.11 Flamas abiertas y humeantes. Está prohibido tener flamas abierta y humeantes en áreas donde existan vapores o gases inflamables.

11.12 Cambio en la clase de localización. Estudio requerido. Cuando se registre un incremento en la densidad de población éste ocasionará un posible cambio en la clase de localización en un tramo de tubería de acero existente. Se debe realizar un estudio para determinar:

- a) La clase de localización del tramo de tubería involucrado;
- b) El diseño y procedimientos de prueba utilizados en la construcción original. Se deben comparar estos procedimientos con los requeridos para la clase de localización nueva, de acuerdo con lo señalado en esta Norma;
- c) Las condiciones físicas del tramo a partir de los reportes disponibles;
- d) El historial de operación y mantenimiento del tramo, y
- e) La presión de operación máxima permisible y el esfuerzo tangencial de operación correspondientes.

11.13 Confirmación y revisión de la MPOP. Cuando el esfuerzo tangencial correspondiente a la MPOP establecida en un tramo de tubería no corresponde con la clase de localización y el tramo se encuentra en condiciones físicas satisfactorias, la MPOP de ese tramo de tubería se debe revisar y confirmar su valor de acuerdo con los criterios siguientes:

- a) La MPOP del tramo se debe reducir de manera que el esfuerzo tangencial correspondiente sea menor que el permitido por esta Norma para tuberías en esa misma clase de localización.
- b) Si el tramo ha sido probado previamente durante un periodo de prueba mayor de 8 horas de acuerdo con lo establecido en el capítulo 10 sobre requerimientos de prueba de esta Norma, la MPOP debe ser la que indica el cuadro 8 siguiente:

CUADRO 8. Esfuerzo tangencial máximo

Clase de localización	MPOP	Esfuerzo tangencial máximo
1 y 2	0.800 veces la presión de prueba	72% de la RMC
3	0.667 veces la presión de prueba	60% de la RMC
4	0.555 veces la presión de prueba	50% de la RMC

- c) Si el tramo no ha sido probado, se debe probar de acuerdo con lo establecido en el capítulo de Requerimientos de Prueba de esta Norma y su MPOP se debe establecer de acuerdo con los criterios siguientes:
 - La MPOP confirmada no debe exceder a aquella existente antes de la prueba;
 - La MPOP después de la prueba de revaloración debe ser la indicada en el cuadro 6, y
 - El esfuerzo tangencial máximo debe ser el indicado en el cuadro 6.
- d) La confirmación y revisión de la MPOP de un tramo de tubería de acuerdo con este inciso, no excluye la aplicación de los incisos 11.60 y 11.64 de esta Norma.
- e) La confirmación y revisión de la MPOP que se requiera como resultado de un estudio de acuerdo con el inciso 11.12 de esta Norma, así como la reducción de presión, se deben realizar dentro de los 18 meses siguientes al cambio de clase de localización. Durante este periodo, se debe establecer la MPOP real que tendrá el tramo del ducto.
- f) Se permite operar el ducto con la misma clase de localización siempre y cuando se reduzca la presión de operación y se mejore o se reemplace la tubería de acuerdo con lo establecido por esta Norma.

11.14 Máxima presión de operación permisible: Con excepción con lo previsto en el último párrafo del inciso 11.13 c) no se debe operar una tubería de acero a una presión que exceda los valores siguientes:

- a) La presión de diseño del elemento más débil en el tramo que se determine de acuerdo con el capítulo 7 sobre diseño de tuberías de esta Norma.

- b) La presión que resulte de dividir la presión a la cual se probó el tramo de tubería después de ser construido, entre el factor que se establece a continuación:
- Para tubos de acero operados a 6900 kPa o mayor, la presión de prueba se divide entre el factor determinado en el cuadro siguiente:

CUADRO 9

Clase de localización	Factor
1	1.25
2	1.25
3	1.50
4	1.50

- c) La presión de operación más elevada a la cual el tramo estuvo sujeto durante los últimos 5 años, a no ser que el tramo haya sido probado de acuerdo con el inciso b) de este párrafo, o que se haya revaluado de acuerdo con el capítulo 11 subcapítulo III sobre reclasificación de tuberías de esta Norma;
- d) Para tubos de acero soldados a tope, una presión igual al 60% (sesenta por ciento) de la presión de prueba de fabricación a la cual se sometió el tubo;
- e) Para tubos de acero diferente a los tubos soldados a tope, una presión igual al 85% (ochenta y cinco por ciento) de la presión de prueba más alta a la cual el ducto ha estado sometido, ya sea por prueba de fabricación o por la prueba posterior a la instalación, y
- f) La presión determinada como la máxima segura será establecida después de considerar la historia del tramo, particularmente el nivel de corrosión conocido y la presión de operación real de la tubería.

11.14.1 No se debe operar un tramo al cual es aplicable el inciso 11.14 anterior, salvo que se instalen dispositivos protectores de sobrepresión de manera que se evite exceder la MPOP de acuerdo con el capítulo 7 de esta Norma.

11.15 Dispositivos de control de presión, limitadores de presión y relevo de presión.

Se deberán observar las consideraciones siguientes en estos dispositivos:

- a) Cuando se considere que la tubería debe operar por debajo de la máxima presión de operación permisible, ésta se reducirá a la presión de operación adecuada y se deberán ajustar los controles de presión de acuerdo con los dispositivos de relevo y limitadores de presión.
- b) Los dispositivos de relevo, limitadores de presión y control de presión deberán ser inspeccionados cuando menos una vez cada año calendario, con un intervalo máximo de 15 meses entre inspección e inspección. Lo anterior con la finalidad de determinar que se encuentren bien instalados y operando adecuadamente y valorar que tienen la capacidad y confiabilidad para el servicio para el cual fueron diseñados.

11.16 Perforación de tuberías bajo presión. Cada perforación en una tubería bajo presión, debe ser realizada por personal especializado y competente, con el equipo especial y utilizando un procedimiento previamente aprobado que considere cuando menos lo siguiente:

- a) Calificación de personal. El personal que realice las perforaciones bajo presión debe:
- Estar familiarizado con las limitaciones de presión del equipo a utilizar, y
 - Estar capacitado en los procedimientos mecánicos y en las medidas de seguridad relacionadas con el uso del equipo en cuestión.
- b) Identificación de tuberías. Cuando se lleven a cabo actividades de operación y mantenimiento se debe actuar con precaución cuando se conozca o sospeche la existencia de otras instalaciones subterráneas en la zona o cuando no se esté familiarizado con las instalaciones. El personal debe conocer los materiales utilizados por otros servicios públicos en esa zona y la localización de las mismas. Asimismo:
- Se deben revisar los planos y ponerse en contacto con los propietarios de otras instalaciones subterráneas, para determinar su ubicación, y
 - Para asegurar que la tubería expuesta sea la que se necesita perforar, se debe considerar la extensión de la excavación, el diámetro de la tubería, tipo de revestimiento y material base de tubo, las conexiones involucradas y las características necesarias del tubo en cuestión, para proceder a realizar los trabajos requeridos.

11.17 Purgado de las tuberías. Cuando se va a purgar una tubería usando gas, éste se debe liberar en un extremo de la tubería con un flujo moderadamente rápido y continuo. Si el gas no se puede abastecer en cantidades suficientes para evitar la formación de una mezcla explosiva, se debe introducir gas inerte dentro de la línea antes del flujo de gas natural.

Cuando en una tubería se purga el gas natural utilizando aire, éste se debe liberar en un extremo de la tubería con un flujo moderadamente rápido y continuo. Si no se puede suministrar aire en cantidad suficiente para evitar la formación de una mezcla explosiva de gas natural y aire, se debe introducir gas inerte antes del aire.

II. Mantenimiento

11.18 Disposiciones generales. Para operar cualquier tramo de tubería se debe llevar a cabo el mantenimiento del mismo de acuerdo con este capítulo. Cualquier tramo de tubería que represente riesgo se debe reparar, reemplazar o remover de servicio. Las fugas se deben reparar en el plazo que se establece en la normatividad vigente.

11.19 Vigilancia continua. Las personas que realicen actividades de transporte deben tener un procedimiento para la vigilancia continua de sus instalaciones, para determinar y tomar la acción apropiada en casos de cambios en la clase de localización, fallas, historial de fugas, corrosión, cambios sustanciales en los requerimientos de protección catódica, y otras condiciones no usuales de operación y mantenimiento.

11.19.1 En caso de determinar que un tramo de tubería se encuentra en condiciones no satisfactorias, pero no existe un riesgo inmediato, se debe iniciar un programa para reacondicionar o eliminar el tramo involucrado y en caso de que dicho tramo no se pueda reacondicionar o eliminar, en ese momento, se debe reducir la MPOP de acuerdo con inciso 11.14.

11.19.2 Se debe realizar vigilancia continua del sistema de transporte para poder determinar las condiciones operativas o de mantenimiento anormales o inusuales. La vigilancia se debe realizar mediante:

- a) Inspección visual de las instalaciones, con relación a:
 - Modificación en la densidad de población y cambio de clase de localización;
 - Efecto de la exposición a la intemperie o movimiento de las tuberías;
 - Cambios en la topografía que pudieran afectar a las instalaciones;
 - Posible manipulación peligrosa, vandalismo o daños o evidencia de tales situaciones;
 - Acciones de terceros sobre las tuberías, y
 - Posible filtración de gas natural a edificios desde los registros y fosas a través de entradas de aire.
- b) Revisión y análisis periódicos de documentación que incluyan:
 - Inspección de fugas;
 - Inspección de válvulas;
 - Inspección de equipos de regulación, alivio y limitación de presión;
 - Inspección de control de corrosión, e
 - Investigación de fallas de las instalaciones en general.

A. Patrullaje

11.20 Se debe establecer un programa de patrullaje para observar las condiciones superficiales adyacentes a las tuberías de transporte en el derecho de vía en busca de indicios de fugas, condiciones inseguras del ducto, actividades de construcción, excavaciones, sustracción de dispositivos de protección catódica, tomas clandestinas de producto, perforaciones en los ductos y cualquier otro factor que pueda afectar la seguridad y operación del sistema.

Los patrullajes deben ser como sigue:

- a) En vehículo terrestre, o
- b) A pie,
- c) El método aéreo se considera como una alternativa opcional, que se debe evaluar de acuerdo con las necesidades específicas del caso.

11.20.1 La frecuencia de los patrullajes se determina en función de la longitud, topografía, acceso y problemáticas particulares de cada línea involucrada, presiones de operación, clase de localización, tipo de terreno, clima y otros factores relevantes. Los intervalos entre celajes no deben ser mayores de los establecidos en el cuadro siguiente:

CUADRO 10

Clase de localización	Intervalos mínimos de celajes
1 y 2	1 vez al mes
3	1 vez al mes
4	1 vez al mes

11.20.2 Se debe poner particular atención a las áreas pobladas y/o protegidas de biosferas, carreteras, cruces de ríos y ferrocarril, y áreas públicas de recreo como parques y campos de juego. El personal de

vigilancia debe estar alerta a cualquier cambio de coloración en el suelo o en la detección de vegetación muerta que pudiera indicar posibles fugas.

11.21 Inspección de fugas. Las inspecciones se deben realizar a intervalos que no excedan 15 meses, pero como mínimo 1 vez cada año calendario. Se debe utilizar equipo especializado en la inspección para la detección de fugas considerando lo siguiente:

- a) En clase localizaciones 3 se realizarán inspecciones a intervalos que no excedan de 7½ (siete y medio) meses, pero al menos 2 veces cada año calendario, y
- b) En clase localizaciones 4 se realizarán inspecciones a intervalos que no excedan de 4½ (cuatro y medio) meses, pero al menos 4 veces cada año calendario.

B. Señalamientos

11.22 En tuberías enterradas. Los señalamientos de la tubería de transporte se deben colocar en ambos lados del derecho de vía, en cada cruce de una carretera, camino público y de ferrocarril.

11.22.1 Se deben instalar las señales necesarias para localizar e identificar la tubería de transporte, así como delimitar la franja de terreno donde se aloja y reducir consecuentemente la posibilidad de daño o interferencia.

11.23 Excepciones en tuberías enterradas.

- a) En cruces fluviales y otros cuerpos de agua se deben instalar señalamientos tan cerca de ambas márgenes como sea posible, y
- b) En clase localizaciones 3 o 4 se exime de este requerimiento en donde exista la aplicación de un Programa de Prevención de Daños y en las que, debido a impedimentos del lugar o físicos, no sea posible instalarlos.

11.24 Tuberías superficiales. Se deben colocar señalamientos a lo largo y en ambos lados del derecho de vía de cada tramo superficial de una línea de transporte y, principalmente, en las áreas de fácil acceso al público.

11.25 Señalamientos de advertencia. Para los señalamientos se debe utilizar letra clara en un fondo de color distintivo y contrastante, en los cuales debe escribirse en ambos lados de cada señalamiento, según corresponda, datos de: tubería, de alta o baja presión bajo tierra, gas natural, no cavar, ancho del derecho de vía, teléfonos: lada del área y a dónde dirigirse en caso de emergencia, símbolo con pico y pala y el nombre y símbolo de la compañía responsable del transporte del gas natural, principalmente. Las letras deberán tener un alto de 25.4 por 6 mm de ancho.

11.26 Documentación histórica de cada ducto. Se debe mantener un historial de los reportes de cada inspección de fugas, vigilancia de la línea, fuga descubierta, reparación realizada y consecuencias de la ruptura, por el tiempo que el tramo de la tubería de transporte involucrada permanezca en servicio, así como la documentación relativa al diseño, construcción, operación y mantenimiento.

11.27 Disposiciones Generales. Para que un ducto de acero que haya estado en servicio antes de la entrada en vigor de esta Norma califique para ser utilizado, se debe realizar lo siguiente:

- a) Revisar el historial de diseño, construcción, operación y mantenimiento de la tubería. Cuando no se cuente con dicha información, se debe valorar de conformidad con el inciso 6.2.1 de esta Norma para determinar si el ducto se encuentra en condiciones satisfactorias de operación de acuerdo con esta Norma;
- b) Inspeccionar el ducto para identificar las condiciones de operación que pudieran afectar el derecho de vía de los tramos superficiales y de los subterráneos;
- c) Corregir los defectos y condiciones inseguras detectadas de acuerdo con esta Norma;
- d) Probar las tuberías de acuerdo con el capítulo Requisitos de Prueba para garantizar que se proporcione la MPOP definida en el capítulo de Operación, y
- e) Mantener, durante el periodo de operación de cada tubería, un registro de las operaciones realizadas, pruebas, reparaciones, reemplazos y modificaciones o alteraciones hechas bajo los requisitos de este inciso.

C. Reparaciones

11.28 Requisitos generales de los procedimientos de reparación. Se deben tomar medidas inmediatas para proteger al público siempre que:

- a) Se detecte una fuga, imperfección o daño que afecte el servicio de un tramo de línea de transporte y
- b) No sea posible realizar una reparación definitiva en el momento de su detección, la cual se programará a la brevedad posible.

11.28.1 No se deben utilizar parches soldados como medio de reparación definitiva.

11.28.2 Las reparaciones se deben realizar mediante un procedimiento aprobado, el cual debe ser supervisado por personal calificado, entrenado y que tenga conocimientos de los riesgos a que puede estar expuesto.

11.28.3 Cuando en una tubería de transporte se realice una reparación con carácter provisional, tal como el uso de abrazaderas, se debe programar la reparación definitiva dentro de los 30 (treinta) días siguientes a

la fecha de la reparación provisional, a excepción de las reparaciones en instalaciones situadas en clases de localización 3 y 4, las cuales se deben realizar de inmediato.

11.29 Reparación de tubos de acero. Cada imperfección o daño que afecte las propiedades físicas de un tramo de tubo de acero se debe reparar o retirar. Si la reparación provoca una disminución de la pared del tubo, el espesor de pared remanente deberá presentar las características siguientes:

- a) El espesor mínimo será el requerido por las tolerancias que señale la especificación bajo la cual se fabricó, y
- b) El espesor nominal de la pared del ducto será requerido por la presión de diseño de la tubería.

11.29.1 Las abolladuras y hendiduras se deben retirar de los tubos de acero que van a operar a presiones que producen un esfuerzo tangencial del 30% (treinta por ciento), o más de la RMC, en los casos siguientes:

- a) En situaciones tales como una raspadura, muesca, ranura, o quemadura de arco de soldadura que puedan causar concentraciones de esfuerzos, y
- b) Cuando afecten la soldadura longitudinal o circunferencial.

11.29.2 En tubos que van a operar a presiones que provocan esfuerzos tangenciales del 30% (treinta por ciento) o más de la RMC, en donde las hendiduras tengan profundidades de:

- a) Más de 6 mm en tubos de 300 mm o menor en diámetro exterior, y
- b) Más del 2% (dos por ciento) del diámetro nominal en tubos mayores de 300 mm de diámetro exterior.

11.29.3 Para el propósito de esta fracción, una abolladura es una depresión que provoca una deformación o perturbación en la curvatura de la pared del tubo sin reducir el espesor de pared del mismo. La profundidad de una abolladura se mide como la separación entre el punto más bajo de la misma y la prolongación del contorno original del tubo, como se especifica en el inciso 11.29 de esta Norma.

11.29.4 Cada quemadura con soldadura de arco en tubos de acero que van a operar a presiones que provocan esfuerzos tangenciales de 30% (treinta por ciento) o mayores de RMC, se debe reparar o remover. Si se realiza una reparación por esmerilado, la quemadura de la soldadura de arco debe ser completamente removida y el espesor de pared remanente debe ser, como mínimo, igual a:

- a) El espesor de pared mínimo requerido por las tolerancias de la especificación a la cual se fabricó el tubo;
- b) El espesor de pared nominal requerido para la presión de diseño de la tubería.

11.29.5 Una depresión, muesca, quemadura por soldadura de arco o hendidura no se debe reparar con parches de inserción, golpeo y/o martillado, y

11.29.6 Cada depresión, muesca, quemadura por soldadura de arco o hendidura que vaya a ser removida de un tramo de tubo, debe ser retirada cortando la parte dañada como un carrete.

11.30 Reparación permanente de imperfecciones y daños en campo. La imperfección o daño que afecte la capacidad de servicio de un tramo de una tubería de acero de transporte que esté operando al 30% (treinta por ciento) de la RMC o más, se debe reparar como se establece a continuación:

- a) Las hendiduras con una profundidad mayor de 10% (diez por ciento) de espesor nominal de pared se deben retirar o reparar;
- b) Salvo lo establecido en el inciso d) siguiente, las abolladuras se deben retirar cuando reúnan cualquiera de las condiciones siguientes:
 - Las que afectan la curvatura de un tubo en la soldadura longitudinal o en cualquier soldadura circunferencial a tope;
 - Las que contengan una raspadura o ranura;
 - Las que excedan una profundidad de 6 mm para tubos iguales o menores de 300 mm de diámetro nominal, y
 - Las que excedan el 2% (dos por ciento) del diámetro nominal de tubos mayores de 300 mm.
- c) Si es posible sacar de servicio el tramo se cortará el carrete dañado y se reemplazará por otro de resistencia igual o mayor;
- d) En caso de no ser posible sacar de servicio el tramo, se debe reducir la presión de operación hasta un nivel que garantice la seguridad durante las operaciones de reparación y colocarse envoltentes bipartidas soldadas sobre el área total dañada del tubo;
- e) Las tuberías sumergidas en aguas navegables continentales se pueden reparar por medios mecánicos, instalando abrazaderas atornilladas de diseño apropiado sobre el daño o imperfección;
- f) Antes de reparar permanentemente por medios mecánicos o por soldadura una tubería de acero que opera por encima del 30% (treinta por ciento) de la RMC, se debe determinar el espesor y la integridad de la pared del tubo por medio de ultrasonido u otro medio. Donde se encuentre deterioro o laminación, se deben tomar las medidas para realizar una reparación segura.

11.31 Reparación permanente de soldaduras en campo. Cada soldadura que no sea aceptable de acuerdo con el 8.10.1 se debe reparar como se describe a continuación:

- a) Si es posible, se sacará de servicio el tramo de tubería de transporte para reparar la soldadura de acuerdo con los requerimientos aplicables que señala el inciso 8.14.
- b) Una soldadura se puede reparar de acuerdo con el inciso 8.14, mientras el tramo de la tubería de transporte está en servicio si:
 - No existe fuga en la soldadura;
 - La presión en el tramo se reduce de manera que no produzca un esfuerzo tangencial que sea mayor del 20% (veinte por ciento) de la RMC del tubo, y
 - El esmerilado del área dañada o defectuosa no penetre más de 3 mm del espesor de la soldadura del tubo.
- c) Cuando los tubos presenten grietas o fisuras se deben retirar y sustituir por tubería nueva de especificación similar;
- d) Las soldaduras de campo que tengan imperfecciones o se encuentren en los límites de aceptación de acuerdo con las especificaciones para el grado y tipo de tubo se deben retirar de servicio. Se debe aplicar el mismo criterio para las quemaduras por soldadura de arco, y
- e) Una soldadura defectuosa que no se pueda reparar de acuerdo con los subincisos (a) o (b) anteriores, se debe corregir mediante la instalación de envolventes bipartidas soldadas de diseño apropiado.

11.32 Reparación permanente de fugas en campo. A excepción de lo señalado en el párrafo siguiente de esta sección, la reparación definitiva en campo de una fuga en un ducto de transporte se debe realizar como se menciona a continuación:

- a) Cuando sea posible, el tramo de ducto se debe sacar de servicio y reparar cortando el carrete de tubería y reemplazándolo con un tramo de tubo que posea una resistencia de diseño igual o mayor.
- b) En caso de no ser posible sacar de servicio el tramo de la línea de transporte, la reparación se realizará mediante la instalación de envolventes bipartidas soldadas o atornilladas de diseño apropiado, a menos que la línea de transporte:
 - Esté unida por acoplamientos mecánicos, y
 - Opere a menos del 30% (treinta por ciento) de la RMC.
- c) En caso que la fuga se deba a corrosión con picadura, la reparación se debe realizar instalando una abrazadera atornillada de diseño apropiado. Si el tubo no tiene más de 276,000 kPa de RMC, la reparación se puede realizar en el área con picaduras mediante la aplicación de soldadura en el área corroída o por la metodología de resistencia remanente en tuberías, utilizando el procedimiento descrito en ASME/ANSI B31G, o por el indicado por la American Gas Association (AGA). Ambos métodos se pueden aplicar con las limitaciones que se señalan en los mismos.

11.32.1 Las tuberías sumergidas en aguas navegables continentales se pueden reparar mecánicamente mediante la instalación de envolventes bipartidas de diseño apropiado. No se deben utilizar parches en estas instalaciones.

11.33 Prueba en tubería de reemplazo. Si un tramo de línea de transporte se repara cortando el carrete dañado, el tubo de reemplazo se debe probar a la presión requerida para una línea nueva que se instale en la misma localización. Esta prueba se debe realizar en el tubo antes de su instalación.

11.34 Prueba de las reparaciones realizadas por soldadura. Las reparaciones que se realicen por soldadura de acuerdo con los incisos 11.28 a), 11.30 y 11.32 anteriores deben examinarse bajo el criterio establecido en el inciso 8.10 de esta Norma.

11.35 Envolventes. Las envolventes de refuerzo que ayudarán a contener la presión interna de la tubería se deben considerar como reparaciones permanentes, siempre y cuando sea soldada y se extienda longitudinalmente por lo menos 50 mm más allá del extremo del defecto o imperfección.

Las envolventes deberán presentar las características siguientes:

- La concentración de esfuerzos a la flexión de la tubería deben localizarse dentro de la envolvente;
- El material de la envolvente debe ser compatible con el material de la tubería;
- Tener un espaciado adecuado con otros dispositivos de la tubería;
- Tener un soporte adecuado durante la instalación y operación, y
- Ser probada a la presión de prueba que marca esta Norma.

11.36 Envolventes de refuerzo. Las envolventes deben tener una capacidad de carga nominal cuando menos igual al de la tubería instalada. Se deben usar pruebas destructivas y no destructivas para demostrar su resistencia a la fractura de la soldadura y comparar con las pruebas de soldadura del material original. La envolvente que esté soldada a la tubería debe estar sellada en sus extremos para evitar que el agua migre

hacia el espacio entre la tubería y ésta; se debe asegurar la continuidad eléctrica entre la tubería y la envolvente de refuerzo.

11.37 Envolventes contenedoras de presión. Se permite el uso de envolventes atornillables para contener la presión interna de la tubería como reparación permanente si están diseñadas y construidas de material que sea adecuado para soldadura y que pueda contener la presión de la tubería de acuerdo con los requerimientos de diseño. La tubería debe ser sellada a presión entre el ánulo de la tubería y la envolvente para relevar los esfuerzos asociados a la imperfección o defecto. Se debe llevar a cabo una evaluación de ingeniería que indique que el defecto no se extenderá más allá de la envolvente.

11.38 Remoción de defectos por perforación (Hot tapping). Se permite remover defectos por perforación de la tubería, siempre y cuando la localización, ancho y largo del defecto se determine por una inspección visual y prueba no destructiva.

11.39 Retiro de servicio de instalaciones. Se debe elaborar un procedimiento para retirar las tuberías de servicio que incluya como mínimo lo siguiente:

- a) La tubería que se deje abandonada en el lugar se debe desconectar de todas las fuentes de abastecimiento de gas y purgarse;
- b) La tubería inactiva a la cual no se le proporcione mantenimiento conforme con esta sección, se debe desconectar de todas las fuentes de abastecimiento de gas;
- c) Si se utiliza aire para purgado se debe asegurar que no esté presente una mezcla explosiva después del purgado, y
- d) Los registros abandonados deben llenarse con material compacto adecuado.

11.40 Mantenimiento de las válvulas. Las válvulas de una tubería de transporte que se puedan requerir durante una emergencia, se deben inspeccionar y checar su viabilidad operativa a intervalos que no excedan 15 meses pero, como mínimo, una vez cada año calendario.

11.41 Mantenimiento de registros. Los registros o fosas que alojen válvulas, equipo de regulación y limitación de presión, y que tengan una capacidad interna volumétrica igual o mayor de 6 m³, se deben inspeccionar a intervalos que no excedan de 15 meses, pero al menos una vez cada año calendario, para determinar que se encuentren en condiciones operativas y con ventilación. Asimismo:

- a) En caso de que se detecte gas en el registro, el equipo en su interior se debe inspeccionar en busca de fugas, las que se deben reparar de inmediato;
- b) Se debe inspeccionar la ventilación, para determinar que funcione adecuadamente, y
- c) Se deben inspeccionar las cubiertas de las bóvedas para asegurarse que no presenten riesgo para la seguridad pública.

D. Control de la corrosión

11.42 Esta sección establece los requerimientos mínimos para la protección de los sistemas de tuberías y sus componentes metálicos contra la corrosión interna y atmosférica. Las tuberías existentes y nuevas que califiquen para uso bajo esta Norma deben satisfacer los requerimientos de esta sección. Estos requerimientos se deben considerar en conjunto con la publicación de NACE referida en la bibliografía.

11.43 Adicionalmente a la protección catódica, las tuberías subterráneas se deben proteger contra la corrosión con un recubrimiento que debe cumplir con lo siguiente:

- a) Ser aplicado a la superficie de la tubería previamente preparada y limpia;
- b) Tener la suficiente adhesión a la superficie metálica del tubo para evitar la introducción de la humedad entre el recubrimiento y el tubo;
- c) Ser suficientemente dúctil para evitar agrietamientos;
- d) Ser suficientemente resistente contra daños por el manejo de la tubería y por esfuerzos ocasionados por el suelo;
- e) Ser de alta resistividad eléctrica y baja capacidad de absorción de humedad;

11.43.1 Asimismo deben tomarse las medidas siguientes:

- a) El recubrimiento debe ser revisado y reparado de cualquier daño que tenga inmediatamente antes de bajar y tapar la tubería en la zanja;
- b) El recubrimiento debe protegerse de cualquier daño causado por los soportes de la tubería o por las irregularidades que se encuentren en la zanja;
- c) Si la tubería recubierta va a ser introducida por perforación horizontal en cualquiera de sus modalidades (direccional, rompimiento, incado o por topo) o por algún método similar, se debe poner especial atención para minimizar daños al recubrimiento;
- d) Todos los ductos enterrados o sumergidos deberán contar con recubrimiento anticorrosivo y se deberán tomar las medidas adecuadas para su selección, instalación, inspección y evaluación, y
- e) Por sus efectos nocivos a la salud y al medio ambiente no se debe utilizar recubrimiento a base de alquitrán de hulla.

11.44 Control de corrosión interna: Cuando se retire un tramo de tubería, se debe inspeccionar su superficie interna en busca de evidencias de corrosión, en cuyo caso se debe:

- a) Investigar los tramos adyacentes (posterior y anterior) de la tubería para determinar si existe extensión de la corrosión interna.
- b) Realizar el reemplazo de la extensión requerida de acuerdo con los criterios establecidos por los incisos 11.47 y 11.48 de esta Norma.
- c) Tomar las medidas necesarias para minimizar la corrosión interna.

11.45 Monitoreo de la corrosión interna. En la eventualidad de presencia de gas corrosivo en el sistema de transporte, se deben utilizar probetas u otro dispositivo adecuado para determinar la efectividad de las medidas adoptadas para minimizar la corrosión interna. Cada probeta u otro medio de monitoreo de corrosión interna se debe implementar dos veces cada año calendario, pero con intervalos que no excedan 7½ (siete y medio) meses.

11.45.1 Los dispositivos que se pueden emplear para medir la corrosión interna o la eficiencia de los inhibidores incluyen sondas de hidrógeno, sondas de corrosión, probetas con pérdida de peso, embobinadoras de ensayo y equipo para ensayos no destructivos capaces de indicar pérdida del espesor de pared.

11.46 Control de la corrosión atmosférica.

- a) **Tuberías existentes.** La tubería superficial o parte de la misma que esté expuesta a la atmósfera se debe limpiar y proteger con recubrimientos o forrarse con un material adecuado para prevenir la corrosión atmosférica. Se debe contar con un programa para monitorear la corrosión en ductos superficiales y partes expuestas, y llevar a cabo reparaciones donde sea necesario.
- b) **Tuberías nuevas.** En las tuberías superficiales o parte de las mismas expuestas a la atmósfera se requiere:
 - Tomar las medidas de acuerdo con los incisos 11.47 y 11.48 de esta Norma si se determina que existe corrosión atmosférica, y
 - Limpiar y aplicar recubrimientos o forrar las áreas afectadas por corrosión atmosférica en la tubería con un material adecuado para su prevención.

11.46.1 Después de cumplir con los requerimientos del inciso 11.47, se debe evaluar cada tubería que esté expuesta a la atmósfera y tomar las medidas correspondientes para proteger la tubería de la corrosión atmosférica a intervalos que no excedan de tres años.

11.47 Medidas correctivas. Se debe observar lo siguiente:

- a) Se debe proveer de un recubrimiento externo protector a cada tramo de tubería metálica que reemplace a tubos enterrados o sumergidos dañados por corrosión externa;
- b) Cada tramo metálico de tubería que reemplace a tramos removidos de una tubería enterrada o sumergida debido a corrosión externa, debe ser catódicamente protegido de acuerdo con este capítulo y a la norma oficial mexicana aplicable en la materia;
- c) Debe ser protegido catódicamente cada tramo de tubo enterrado o sumergido que se requiera reparar debido a corrosión externa;
- d) Cada tramo de una línea de transporte con corrosión generalizada y con un espesor de pared remanente menor que el requerido para la MPOP de la tubería, se debe reemplazar o reducir la presión de operación, de acuerdo con la resistencia calculada del tubo, basándose en el espesor de pared real remanente. Sin embargo, si el área con corrosión generalizada es reducida, el tubo corroído se puede reparar. La corrosión por picadura cercanamente agrupada puede afectar la resistencia total del tubo, lo cual se considera como corrosión generalizada para el propósito de este punto;
- e) Cada tramo de tubería en líneas de transporte con corrosión por picadura que pueda provocar fugas se debe reemplazar, reparar o reducir la presión de operación de acuerdo con la resistencia del tubo basada en el espesor real de pared remanente en las picaduras;
- f) A fin de determinar las posibilidades de continuar en servicio, la evaluación de la resistencia remanente en tuberías de una zona que sufrió corrosión se puede realizar por un método analítico, por pruebas de presión o por un método alternativo, y
- g) Se deben reparar las secciones de tuberías y juntas basados en una evaluación de ingeniería por medio de la cual se determinará el método a emplear.

11.48 Reportes escritos de control de la corrosión. Se deben conservar los reportes escritos o mapas que muestren la localización de la tubería e instalaciones catódicamente protegidas, así como otras instalaciones y estructuras vecinas protegidas catódicamente.

11.48.1 Los mapas, reportes de cada prueba, investigación o inspección requeridos en el párrafo anterior que contengan información relativa a un adecuado control de la corrosión deberán conservarse por el tiempo que la tubería permanezca en servicio.

11.49 Recubrimiento externo. Los procedimientos o especificaciones deberán incluir la metodología para la aplicación, manejo e inspección del recubrimiento. Este debe ser inspeccionado antes, durante y después de la instalación de la tubería para detectar imperfecciones o fallas.

E. Estaciones de compresión

11.50 Inspección y prueba de dispositivos de relevo. Los dispositivos de relevo de presión en una estación de compresión, a excepción de los discos de ruptura, se deben inspeccionar y probar de acuerdo con lo establecido en los incisos 11.55 y 11.56 de esta Norma. Asimismo, se deben operar periódicamente para determinar que abren a la presión establecida.

11.50.1 Cualquier defecto o inadecuación del equipo de la estación de compresión se debe reparar o reemplazar de inmediato.

11.50.2 Los dispositivos de paro a control remoto se deben inspeccionar y probar a intervalos que no excedan de quince meses pero, como mínimo, una vez cada año calendario para determinar que funcionen conforme con lo programado.

11.51 Aislamiento de equipos para mantenimiento o modificaciones. Se deben establecer procedimientos para el mantenimiento de estaciones de compresión, incluyendo las disposiciones para aislar los equipos o tramos de tubería, antes de su retorno a servicio. También deben establecerse los procedimientos para el purgado del equipo.

11.52 Almacenamiento de materiales combustibles. Los materiales combustibles que estén presentes en cantidades mayores a las requeridas para el uso diario, o que sean distintos a los requeridos en las instalaciones de compresión, se deben almacenar a una distancia segura de la instalación de compresión.

11.52.1 Los tanques superficiales de almacenamiento de petróleo o gasolina se deben proteger de acuerdo con el código NFPA, número 30.

11.53 Detección de gas. Las áreas que forman parte de una estación de compresión deben contar con sistemas fijos de detección de gas natural y alarma, salvo que:

- a) El edificio esté construido de tal manera que el 50% (cincuenta por ciento) de su área lateral vertical, como mínimo, esté permanentemente abierta, o
- b) La estación de compresión sea de hasta de 1,000 caballos de fuerza y no esté tripulada.

11.53.1 Salvo cuando se requiera parar el sistema para mantenimiento de acuerdo con el párrafo siguiente, los sistemas de detección de gas natural y alarma requeridos por esta sección deben monitorear continuamente la estación de compresión para detectar concentraciones de gas natural en aire menores del 25% (veinticinco por ciento) del límite inferior de explosividad. En caso de que dichas concentraciones se detecten, se debe advertir del peligro que representa a las personas que se encuentran en el interior de la estación de compresión y a las que se encuentren fuera de ella.

11.53.2 Los sistemas de detección de gas natural y alarma aquí requeridos, se deben mantener en condiciones óptimas de funcionamiento. El mantenimiento debe incluir pruebas operativas.

11.54 Compresor.

- a) El compresor de gas debe arrancar, operar y parar de acuerdo con los procedimientos establecidos en el manual de operación. Los dispositivos de paro deben ser inspeccionados y probados periódicamente para determinar su funcionamiento óptimo.
- b) Para las estaciones donde existan condiciones de corrosión elevadas se deben contar con procedimientos que establezcan la inspección periódica en intervalos frecuentes que permitan descubrir los deterioros causados a la tubería y a los equipos.
- c) El equipo y la tubería deben ser aislados y purgados para su mantenimiento.

F. Estaciones de medición y regulación

11.55 Inspección y pruebas. Las estaciones de medición, dispositivos de relevo de presión (excepto discos de ruptura) y estaciones de regulación de presión y su equipo, se deben sujetar a inspecciones y pruebas a intervalos que no excedan de quince meses pero, como mínimo, una vez cada año calendario para determinar que:

- a) Se encuentran en una condición mecánica adecuada desde el punto de vista de capacidad y confiabilidad operativa;
- b) Trabaja a la presión correcta, y
- c) Están protegidas del polvo, líquidos u otras condiciones que pudieran afectar su funcionamiento.

11.56 Prueba de dispositivos de relevo de presión. Los dispositivos de relevo de presión (excepto discos de ruptura), cuando sea posible, se deben probar en el sitio a intervalos que no excedan de quince meses

pero, como mínimo, una vez cada año calendario para determinar que cuentan con suficiente capacidad para limitar la presión en las instalaciones a las que están conectados, hasta obtener la presión máxima deseada.

11.56.1 En caso de no poder realizar una prueba, se debe revisar y calcular la capacidad requerida del dispositivo de relevo a intervalos que no excedan de quince meses pero, como mínimo, una vez cada año calendario, y comparar estas capacidades requeridas con la capacidad de relevo del dispositivo o experimentalmente determinada para las condiciones de operación bajo las cuales trabaja.

11.56.2 Después de los cálculos iniciales, no se requieren cálculos subsecuentes si la revisión de documentos indica que los parámetros no han cambiado de una manera que ocasione que la capacidad sea menor a la requerida.

11.56.3 Si el dispositivo de relevo es de capacidad insuficiente, se debe instalar un dispositivo nuevo o adicional para proporcionar la capacidad requerida.

11.56.4 Se permite llevar a cabo pruebas a los dispositivos en un sitio fuera de su localización.

11.57 Prevención de incendios accidentales. Derivado de una previa valoración del riesgo, se deben instrumentar las medidas de seguridad aplicables para minimizar el peligro de un incendio accidental en áreas donde la presencia de gas constituya un riesgo de fuego o explosión

11.58 En áreas donde la presencia de gas constituya un riesgo se deberán tomar en cuenta, entre otras, lo siguiente:

- a) Cuando un volumen de gas es liberado al aire, se debe tener cuidado de retirar del área cualquier fuente potencial de incendio y contar con el equipo adecuado en caso de emergencia.
- b) La soldadura o corte eléctrico o con gas no se debe realizar en el tubo o en componentes de tubo que contengan una mezcla explosiva de gas - aire en el área de trabajo, e

III. Reclasificación

11.59 Reclasificación de tuberías por incremento de presión. Esta sección establece los requerimientos mínimos que se deben cumplir en tuberías de gas natural en operación que se van a someter a incrementos de presión. Para lo anterior, es necesario determinar la MPOP de las tuberías bajo las nuevas condiciones de operación.

11.60 Requisitos generales, incrementos de presión. En caso de que se requieran modificar las condiciones de operación de una tubería para aumentar la presión, el incremento se debe realizar gradualmente a valores que puedan ser controlados y de acuerdo con lo siguiente:

- a) Al final de cada incremento gradual, la presión se debe mantener constante, en tanto se verifica la existencia de fugas en el tramo de tubería afectado, y
- b) Las fugas detectadas se deben reparar antes de realizar un nuevo incremento de presión.

11.61 Documentación. Cuando se someta un tramo de tubería a condiciones de operación más exigentes, se deben contar con un registro de las acciones realizadas en los ductos, investigaciones, trabajos y pruebas de presión desarrolladas.

11.62 Plan escrito. Cuando se modifiquen las condiciones de operación de un tramo de tubería, se deben seguir los procedimientos escritos que aseguren el cumplimiento de los requisitos aplicables de esta sección.

11.63 Limitaciones para incrementar la MPOP. Al establecer una nueva MPOP conforme con esta sección, no se podrá exceder el valor máximo permitido para un tramo nuevo de tubería construido de los mismos materiales en la misma localización a excepción de lo previsto en el inciso 11.64 de esta Norma.

11.64 Reclasificación de tuberías de acero que operarán a una presión que producirá un esfuerzo tangencial de 30% o mayor de la RMC. En caso de que sea necesario someter un tramo de tubería de acero a una presión de operación que produzca un esfuerzo tangencial de 30% (treinta por ciento) o más de la RMC y que dicha presión sea mayor que la MPOP establecida, se deben cumplir los requerimientos establecidos en esta sección.

11.64.1 Antes de incrementar la presión de operación por encima de la MPOP establecida, se debe:

- a) Revisar el diseño, operación e historial de mantenimiento del ducto;
- b) Realizar las pruebas previas del tramo de tubería y determinar si el incremento propuesto es seguro y congruente con los requerimientos de esta Norma, y
- c) Realizar cualquier reparación, reemplazo y/o alteración en el tramo de la tubería que sean necesarios para disponer de una operación segura a la presión incrementada.

11.64.2 Una vez satisfechos los subincisos 11.64 (a), (b) y (c) anteriores, se podrá aumentar la MPOP de un tramo de tubería a la máxima presión permitida conforme con el inciso 11.14 de esta Norma, utilizando como presión de prueba la presión más alta a la cual dicho tramo de tubería estuvo sujeto (ya sea en una prueba de resistencia o en operación).

11.64.3 En caso de que el ducto o tramo de tubería no califique según se indica en el párrafo anterior, se podrá aumentar la MPOP establecida si la tubería cumple, como mínimo, con uno de los requerimientos siguientes:

- a) Que el tramo de tubería sea exitosamente probado de acuerdo con los requerimientos de esta Norma para una línea nueva del mismo material y especificación en la misma localización;
- b) Si un tramo de tubería de clase localización 1 no ha sido probado previamente podrá establecerse un incremento en la MPOP cuando:
 - La nueva MPOP no exceda 80% (ochenta por ciento) de lo permitido para una línea nueva del mismo diseño y en la misma localización, y
 - Se determine que la nueva MPOP es congruente con la condición del tramo de tubería y los requerimientos de diseño de esta Norma.

11.64.3.1 Cuando se va a reclasificar un tramo de tubería para someterla a nuevas condiciones de operación de acuerdo con esta sección, el aumento de presión se debe realizar mediante incrementos iguales al 10% (diez por ciento) de la presión de operación original o al 25% (veinticinco por ciento) de la presión total a la que se va a operar el ducto, el que implique el menor número de incrementos.

11.64.4 Reclasificación de tuberías de acero que operarán a una presión que producirá un esfuerzo tangencial menor de 30% de la RMC. Para someter un tramo de tubería de acero con una presión de operación que producirá un esfuerzo tangencial menor de 30% de la RMC, y que se encuentre por arriba de la MPOP, previamente establecida, deben cumplirse los requerimientos de este inciso.

Antes de incrementar la presión de operación sobre la MPOP, previamente establecida, se debe:

- a) Revisar el diseño, operación e historial de mantenimiento del tramo de tubería en cuestión;
- b) Realizar una investigación retrospectiva de fugas (en caso de que no se haya realizado en más de 1 año);
- c) Reparar las fugas que se encuentren;
- d) Realizar las reparaciones, reemplazos o cambios que sean necesarios en los tramos de tubería para que operen con seguridad cuando se incremente la presión;
- e) Reforzar las derivaciones, codos y terminaciones de las uniones de tubos que hayan sido acoplados por compresión en las uniones macho o campana, con el objeto de evitar fallas en los ramales, curvaturas o terminaciones de las tuberías, en caso de encontrarse expuestos;
- f) Aislar el tramo de tubería en el que se incrementará la presión de cualquier tramo adyacente que continuará operando a una presión menor, y
- g) Instalar reguladores de presión en la instalación de los usuarios finales, en caso de ser necesario, para asegurar que la tubería funcione correctamente al incrementarse la presión en el ducto.

11.64.4.1 Después de cumplir con lo señalado en este inciso, el incremento de la MPOP se hará gradualmente con incrementos iguales a 70 kPa, o 25% (veinticinco por ciento) del total de la presión que se incrementará, lo que implique el menor número de incrementos. Siempre que apliquen los requerimientos del inciso 11.64.4 f) de esta Norma, será necesario realizar, al menos, dos incrementos de presión de la misma proporción.

11.65 Máxima profundidad de la zanja. Cuando se reclasifica un ducto y se requiere determinar la profundidad de la zanja, se debe medir la profundidad cuando menos en tres lugares del trayecto y tomar el valor mayor encontrado.

11.66 Espesor nominal de la pared del ducto.

- a) Si se desconoce el espesor nominal de pared de un ducto, éste se puede determinar cortando y midiendo especímenes en al menos tres tramos diferentes. El promedio de todas las medidas tomadas será el espesor con que se calcule el incremento de presión.
- b) El espesor de pared también se puede determinar usando aparatos de ultrasonido.

11.67 Calibración de espesores. Con la finalidad de controlar el desgaste de la tubería por corrosión o erosión se debe realizar la medición de espesores de pared de la tubería en instalaciones superficiales, como son entradas y salidas de estaciones de compresión, estaciones de regulación y medición de válvulas, pasos aéreos y trampas de diablos. Estas mediciones se deben efectuar anualmente y una vez que se cuenten con suficientes datos para estimar la velocidad de desgaste, se debe establecer un programa de calibración.

11.68 Documentación. Los reportes de las revisiones, estudios, trabajos y resultados de las pruebas para reclasificar una tubería se deben conservar durante la vida operativa de la instalación.

11.69 Evaluación de ingeniería. Para conocer la integridad del sistema se debe llevar a cabo una evaluación de ingeniería la cual debe considerar el historial de diseño, construcción, operación, mantenimiento y seguridad. Cuando la información anterior no se encuentre disponible o en malas condiciones para su interpretación, se deben realizar las pruebas e inspecciones necesarias. Entre éstas se encuentran la medición de espesores, pruebas de presión, inspección de protección catódica, excavaciones para verificar el estado del recubrimiento, entre otras.

11.70 Desactivación de tuberías. En los procesos de desactivación de tuberías, se deberán tomar las medidas siguientes:

- a) Cuando se desactive una tubería, ésta debe ser retirada y taponada usando bridas ciegas, cabezas soldadas, comales o el que se considere apropiado, y donde se requiera se debe instalar un sistema de relevo. Cuando la tubería se llene con algún medio se deberá poner especial cuidado en su desactivación y los efectos que se le puedan causar a la misma y las consecuencias que se puedan tener en la eventualidad de una fuga.
- c) En tuberías desactivadas se deberá mantener el control de la corrosión interna y externa y el mantenimiento de la tubería deberá realizarse de acuerdo con lo establecido por esta Norma (secciones 11 A y D).
- d) Para tuberías que no han sido utilizadas por un tiempo mayor a 15 meses se debe comprobar anualmente la efectividad del método de desactivación usado, el control de la corrosión y otras actividades de mantenimiento.

11.71 Reactivación.

- a) Antes de la reactivación de una tubería se debe llevar a cabo una evaluación de ingeniería para determinar si dicha tubería es operativamente viable para entrar en servicio.
- b) Cuando la evaluación indique que no es viable de entrar en servicio se deben implementar las medidas correctivas que sean necesarias para su reactivación.

11.72 Tubería abandonada. La tubería que es abandonada en un lugar se debe purgar o limpiar, debe estar físicamente separada de cualquier servicio y se debe taponar haciendo un sello efectivo.

12. Plan integral de seguridad y protección civil

12.1 Se debe tener previsto un plan integral de seguridad y protección civil en el cual se establezcan las acciones preventivas y de auxilio destinadas a salvaguardar la integridad física de la población y sus bienes, y proteger el sistema de transporte ante la ocurrencia de un siniestro. El plan integral de seguridad y protección civil debe constar como mínimo de:

- a) Programa de prevención de accidentes;
- b) Programa de auxilio, y
- c) Programa de recuperación.

12.2 Programa de prevención de accidentes. Este programa tiene por objeto establecer las medidas para evitar y/o mitigar el impacto destructivo de un siniestro sobre la población, sus bienes y el medio ambiente, por lo que éste debe estar basado en un estudio de análisis de riesgos e impacto ambiental. Por lo anterior, es necesario la creación de una unidad interna de protección civil y designar a un titular responsable del programa de prevención de accidentes.

12.3 Programa de prevención de daños. Se debe instrumentar un procedimiento escrito para prevenir daños a las tuberías enterradas ocasionados por actividades de excavación.

12.3.1 Las actividades de excavación incluyen: la excavación misma, explosión, perforación, limpieza y descubrimiento de la tubería, excavación de túneles, relleno, remoción de estructuras superficiales, ya sea con explosivos o por medios mecánicos, y por cualquier otra operación de movimiento de tierra. Se deben realizar las acciones requeridas en el párrafo siguiente a través de la participación en programas de servicio público, en los que intervengan las autoridades de gobierno y personas físicas o morales afectadas. Esta participación no exime a la persona que realice actividades de transporte del cumplimiento de las obligaciones aquí señaladas.

El programa de prevención de daños debe, como mínimo:

- a) Incluir la identidad de las personas que normalmente están involucradas en actividades de excavación en el área en donde se localiza la tubería;
- b) Distribuir folletos informativos sobre el programa de prevención de daños a las dependencias, organismos o empresas identificados en el párrafo a), tan frecuentemente como sea posible para concientizarlas sobre el programa.
- c) Proporcionar los medios para recibir y registrar las notificaciones de las actividades planeadas de excavación;
- d) Proporcionar a la autoridad local información actualizada de las tuberías e instalaciones existentes en su territorio, marcando el área para una fácil identificación;
- e) Contar con un sistema de una llamada (one call-system);
- f) Identificar con señalamientos temporales las tuberías enterradas en el área de excavación antes de que la actividad se inicie, y
- g) Solicitar las inspecciones que deban realizarse a tuberías cuando puedan ser dañadas por las actividades de excavación:

- La inspección debe realizarse tan frecuentemente como sea necesario durante y después de las actividades para verificar la integridad de la tubería, y
- En el caso de una explosión las inspecciones deben incluir supervisión de fugas.

12.4 Programa de auxilio. Este programa tiene como objeto establecer las actividades destinadas a rescatar y salvaguardar a la población que se encuentre en peligro en caso de un siniestro y mantener en funcionamiento los servicios y equipo estratégico. El instrumento operativo de este programa es el plan de emergencia y comprende el desarrollo de lo siguiente:

- a) Alerta. Se debe establecer un Sistema de Alerta interno utilizando sirenas, luces, altavoces o cualquier otro medio que determine que existe una emergencia, cuyo significado debe ser oportunamente identificable;
 - b) Plan de emergencia. Se debe elaborar un plan de actividades y procedimientos específicos de actuación para hacer frente a fallas en el sistema de transporte y siniestros. El objetivo fundamental de este plan es la puesta en marcha y la coordinación del operativo de emergencia en función del siniestro, los recursos disponibles y los riesgos previsibles. El plan debe considerar los procedimientos por escrito en caso de emergencia y minimizar los riesgos que resulten de las emergencias en tuberías de gas natural.
- 1 El plan de emergencia debe incluir, como mínimo con:
 - Un responsable de la operación y su suplente;
 - Un centro de comando identificado e intercomunicado para emergencias;
 - Un sistema de comunicación y alerta entre las personas que realicen actividades de transporte y los cuerpos de emergencia de la zona geográfica;
 - Un protocolo de alerta a los cuerpos de seguridad pública;
 - Una relación de funciones y responsabilidades de los organismos involucrados;
 - Reglas de actuación en las emergencias;
 - Los procedimientos para la supresión de fugas, uso y manejo de planos de localización de líneas, válvulas y accesorios, y
 - Las reglas generales para el combate de incendios.
 - 2 Procedimientos en caso de emergencia. Las personas que lleven a cabo actividades de transporte deben establecer procedimientos escritos para minimizar los riesgos que resulten de emergencias en tuberías de gas. Estos procedimientos deben incluir, como mínimo, con lo siguiente:
 - Recepción, identificación y clasificación de información de los eventos que requieran de una respuesta inmediata por parte de las personas que realicen actividades de transporte;
 - Establecer y mantener los medios de comunicación con funcionarios de la Dirección de Protección Civil correspondiente, policía, bomberos y otros organismos públicos involucrados relacionados con lo siguiente:
 - Detección de fugas de gas dentro de un edificio o en las inmediaciones;
 - Atención de un incendio dentro o en las proximidades de las instalaciones de tuberías;
 - Atención de una explosión cerca o en una instalación de tubería, y
 - Desastre provocado por fenómeno natural o daños por terceros.
 - 3 Disponer del personal, equipo, herramientas y materiales, de acuerdo a necesidades en la escena de una emergencia;
 - 4 Definir y tomar acciones dirigidas hacia la protección de las personas y de la propiedad, bienes materiales y su entorno;
 - 5 Realizar, cuando se requiera, paros de emergencias y reducción de la presión en cualquier parte del sistema de tubería del permissionario que sean necesarios para minimizar los riesgos a la vida o a la propiedad;
 - 6 Tomar todas las medidas de seguridad ante cualquier riesgo real o potencial que pudiera afectar a las personas, propiedad y su entorno, y asegurarse de su efectividad;
 - 7 Notificar a la Dirección de Protección Civil correspondiente, policía, bomberos y demás sectores públicos involucrados en las emergencias de tuberías de gas sobre cualquier situación de emergencia, y coordinar con ellos las respuestas planeadas y las respuestas reales durante el evento;
 - 8 Restaurar, con base en las medidas de seguridad definidas, cualquier interrupción de los servicios.
 - 9 De acuerdo con el 12.7 iniciar las acciones de investigación de fallas al finalizar la emergencia.
 - 10 Las personas que lleven a cabo actividades de transporte deben:
 - a) Proporcionar a sus supervisores responsables de las acciones de emergencia una copia de la edición más reciente de los procedimientos de emergencia establecidos en esta sección;

- b) Entrenar al personal de operación apropiado para asegurar que conozcan los procedimientos de emergencia y verificar que el entrenamiento sea efectivo, y
- c) Revisar las actividades de todos los empleados para determinar si los procedimientos fueron seguidos efectivamente en cada emergencia.
- 11 Las personas que lleven a cabo actividades de transporte deben establecer, mantener y promover el enlace apropiado con los Comités de Protección Civil, policía, bomberos y con los demás organismos públicos de la localidad para:
 - d) Conocer la responsabilidad y recursos de cada organización gubernamental para hacer frente a una emergencia en sistemas de gas;
 - e) Hacer del conocimiento de los funcionarios públicos las habilidades y capacidad de respuesta ante una situación de emergencia en sistemas de gas;
 - f) Identificar y clasificar los tipos de emergencias en sistemas de gas para que notifiquen a los funcionarios responsables, y
 - g) Planear la forma en que las personas que lleven a cabo actividades de transporte y los funcionarios públicos puedan comprometerse para asistirse mutuamente con el objeto de minimizar los riesgos a la vida o a la propiedad.

12.5 Programa de Recuperación. Este programa tiene como objeto restablecer, en el menor tiempo posible, las actividades del sistema de transporte posteriores a la ocurrencia de un siniestro. El instrumento operativo de este programa debe incluir, como mínimo, lo indicado en los párrafos siguientes:

- a) Evaluación de daños. Se deben tener previstos los mecanismos y parámetros para determinar la dimensión de un siniestro, la estimación de daños humanos y materiales que dicho siniestro pueda causar y la posibilidad de que ocurran eventos secundarios o encadenados, con el objeto de solicitar oportunamente la colaboración de los cuerpos de emergencia adicionales y de apoyo técnico especializado;
- b) Programa de reparación de las áreas afectadas. Se deben tener previstos los procedimientos para la restitución, modificación o reemplazo de las zonas afectadas, y
- c) Restitución del servicio. Una vez reparadas las áreas afectadas, se debe restituir el servicio a los usuarios.

12.6 Educación al público. La persona que realice actividades de transporte debe establecer un programa de educación continua dirigido a los clientes, al público, a organizaciones gubernamentales y a las personas físicas o morales con quien tengan relación con objeto de que se conozcan cuáles son las actividades relativas a la prestación del servicio de transporte y las emergencias que se pueden presentar en el sistema. El propósito es que se reporte cualquier situación extraordinaria y las personas se familiaricen con los procedimientos en situaciones de emergencia. El programa y los medios utilizados para su difusión deben ser tan extensos y detallados como sea necesario, para llegar a todas las áreas en las que se preste el servicio de transporte de gas natural.

12.7 Investigación de fallas. Se deben establecer los procedimientos para el análisis de accidentes y fallas, incluyendo la selección de muestras de la instalación o equipo que falló para el análisis de laboratorio, cuando sea necesario, con el propósito de determinar sus causas y minimizar la posibilidad de recurrencia.

13. Vigilancia

13.1 La Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Reguladora de Energía, es la autoridad competente para vigilar, verificar y hacer cumplir las disposiciones contenidas en la presente Norma.

13.2 En conformidad con lo previsto en el artículo 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Reguladora de Energía, establecerá los procedimientos para la evaluación de la conformidad de los sistemas de transporte de gas natural.

14. Concordancia con normas internacionales

No es posible concordar con el concepto internacional por razones particulares de este país.

15. Bibliografía

15.1 La bibliografía que se considera es la publicada de acuerdo con la última edición del documento correspondiente.

15.2 Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

15.3 Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

15.4 Ley de la Comisión Reguladora de Energía.

15.5 Reglamento de Gas Natural.

15.6 Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

15.7 Norma CID-NOR-N-SI-0001 de Petróleos Mexicanos, requisitos mínimos de seguridad para el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de ductos de transporte, edición 1998.

15.8 Norma NO.03.0.02 de Petróleos Mexicanos, Derechos de vía de las tuberías de transporte de fluidos (1990).

American Petroleum Institute:

15.9 Especificación API 5L "Especificación de Tubería" (1990).

15.10 Práctica Recomendada API 5L1 "Práctica Recomendada para el Transporte por Ferrocarril de Tubería de Línea" (1990).

15.11 Especificación API 6D "Especificación para Válvulas de Tubería (Válvulas de compuerta, de Flotador, de Paso y de Retención)" (1994).

15.12 Estándar API 1104 "Soldadura de Tuberías e Instalaciones Relacionadas" (1994).

The American Society for Testing and Materials (ASTM):

15.13 ASTM: A 53 "Especificación Estándar para Tubería, Acero, Negra y Galvanizada, Soldada con y sin Costura" (1955).

15.14 ASTM: A 106 "Especificación Estándar para Tubería de Acero al Carbono sin Costura para Servicio de Alta Temperatura" (1994).

15.15 ASTM: A 120 "Tubos de acero negro y galvanizado con o sin costura para uso ordinario" (1984).

15.16 8.20.3 Bis.- ASTM: A 333/A 333M "Especificación Estándar para Tubería de Acero Sin Costura y Soldada para Servicio de Baja Temperatura" (1994).

15.17 ASTM: A 372/A 372M "Especificación Estándar para piezas forjadas de Carbono y Aleación de Acero para Recipientes a Presión de Pared Delgada" (1955).

15.18 ASTM: A 381 "Especificación Estándar para Tubería de Acero Soldada al Arco Metálico para Uso en Sistemas de Transporte de Alta Presión" (1993).

15.19 ASTM: A 671 "Especificación Estándar para Tubería de Acero Soldada por Fusión Eléctrica para Temperaturas Atmosférica y Menores" (1994).

15.20 ASTM: A 672 "Especificación Estándar para Tubería de Acero Soldada por Fusión Eléctrica para Servicio a Alta Presión a Temperaturas Moderadas" (1994).

15.21 ASTM: A 691 "Especificación Estándar para Tubos al Carbón y Aleación de Acero Soldado por Fusión Eléctrica para Servicio a Alta Presión y Temperatura" (1993).

La Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (The American Society of Mechanical Engineers-ASME):

15.22 ASME/ANSI B16.1 "Bridas para Tuberías de Hierro Forjado y Accesorios Bridados" (1989).

15.23 ASME/ANSI B16.5 "Bridas para Tuberías y Accesorios Bridados" (1988).

15.24 ASME/ANSI B 31G o B31G modificado (1991).

15.25 ASME/ANSI B 31.8 "Gas Transmission and Distribution Piping Systems" (1995).

15.26 ASME Código para Recipientes y Calderas a Presión Sección I "Calderas a Presión" (1995).

15.27 ASME Código para Recipientes y Calderas a Presión Sección VIII, División 1 "Recipientes de Presión" (1995).

15.28 ASME Código para Recipientes y Calderas a Presión, Sección VIII, División 2 "Recipientes de Presión: Reglas Alternativas" (1995).

15.29 ASME Código para Recipientes y Calderas a Presión, Sección IX, "Requisitos para Soldadura y Soldadura de Latón" (1995).

Sociedad de Estandarización de Fabricantes de la Industria de Válvulas y Accesorios (Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fitting Industry, Inc.) (MSS):

15.30 MSS SP-44 "Bridas para Tuberías de Línea de Acero" (1991).

15.31 MSS-SP-58 "Soportes para Tubería, Diseño y Materiales" (1983).

15.32 MSS-SP-75 "Estándares de Conexiones para Tuberías" (1988).

Asociación Nacional de Protección Contra Incendios (National Fire Protection Association-NFPA):

15.33 ANSI/NFPA 30 "Código para Líquidos Inflamables y Combustibles" (1993).

15.34 ANSI/NFPA 70 "Código Eléctrico Nacional" (1993).

U.S. Department of Transportation (DOT)

15.35 "Pipeline Safety Regulations" 49 Code, parts 191 y 192 (1995).

16. Vigencia

Esta Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 60 días naturales después de la fecha de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

APENDICE A

Calificación de tubos

La tubería debe cumplir con los requisitos señalados en esta Norma de acuerdo con la última edición publicada de los estándares correspondientes.

A.1. Tubería de acero de especificación desconocida**Propiedades de doblado**

- a) Para tubería de 50 mm de diámetro o menor, un tramo del tubo se debe doblar en frío 90° (noventa grados), como máximo, alrededor de un mandril cilíndrico que tenga doce veces el diámetro de la tubería, el tubo no debe desarrollar grietas en ningún tramo o presentar fracturas en la soldadura longitudinal, y
- b) Para tubería de más de 50 mm de diámetro, el tubo debe cumplir con los requerimientos de las pruebas de aplastamiento establecidas en ASTM A53. El número de pruebas para determinar la resistencia mínima a la cedencia, debe ser igual o mayor al mínimo requerido en el párrafo e) de este Apéndice.

Soldabilidad

- c) La soldadura circunferencial se debe realizar en tubería por un soldador calificado conforme con el capítulo de soldadura en tuberías de acero de esta Norma. La soldadura se debe realizar bajo las condiciones más severas permitidas en campo y con el mismo procedimiento utilizado en campo. En tubería de más de 100 mm de diámetro, se debe realizar por lo menos una soldadura de prueba por cada 100 tramos de tubo. La soldadura se debe probar de acuerdo con la Especificación API Estándar 1104.

Inspección

- d) La tubería debe estar limpia para permitir su inspección. Se deben realizar inspecciones visuales para asegurar que la tubería sea redonda, recta y que no tenga defectos que pudieran afectar la resistencia o hermeticidad de la misma.

Propiedades de tensión

- e) Si las propiedades de tensión de la tubería no se conocen, la RMC se puede tomar como 165,500 kPa o se puede determinar estableciendo y efectuando pruebas de tensión como se establece en la especificación API 5L. Todos los especímenes de prueba se deben seleccionar al azar y realizar el número de pruebas siguiente:

Número de pruebas de tensión en especímenes de todas las medidas	
10 tramos o menos	1 serie de pruebas para cada tramo
11 a 100 tramos	1 serie de pruebas para cada 5 tramos, pero no menos de 10 pruebas
Más de 100 tramos	1 serie de pruebas para cada 10 tramos, pero no menos de 20 pruebas

Si la relación resistencia-tensión, basada en las propiedades determinadas por las pruebas anteriores, excede 0.85, la tubería se puede utilizar solamente como se menciona en el capítulo de materiales de esta Norma.

A.2 Tubería de acero fabricada bajo especificaciones anteriores a las actualmente usadas

Es apta para su uso conforme con esta Norma, si cumple los requisitos siguientes:

- a) **Inspección.** La tubería debe estar limpia para permitir su inspección. Se deben realizar inspecciones visuales para asegurar que la tubería está redonda, recta y que no tiene defectos que pudieran afectar la resistencia o hermeticidad del tubo.
- b) **Semejanza con los requerimientos de la especificación.** Cuando una tubería es fabricada de acuerdo con una edición anterior de las especificaciones aquí señaladas, dicha tubería debe cumplir con lo que señala la última edición de las especificaciones y como mínimo, con:
 - Las propiedades físicas de la tubería, incluyendo la resistencia mínima a la cedencia, la de tensión, alargamiento y la relación resistencia-tensión, así como con los requisitos de prueba para verificar esas propiedades.
 - Las propiedades químicas de la tubería y en los requisitos de prueba para verificar esas propiedades.
- c) **Inspección o prueba de tubería soldada.** En la tubería con costura se deben cumplir los requisitos siguientes:

- La edición de las especificaciones con base en las cuales la tubería fue fabricada debe tener los mismos requisitos que la última versión de la misma, con relación a la inspección no destructiva de la costura soldada, de los estándares para la aceptación, rechazo y reparación.
- La tubería se debe probar de acuerdo con el capítulo de requisitos de prueba de esta Norma por lo menos a 1.25 veces la presión máxima de operación permisible si ésta se va a instalar en una ubicación de clase 1 y, por lo menos, a 1.5 veces la presión de operación máxima permisible si dicha tubería se va a instalar en una ubicación de clase 2, 3 o 4.

APENDICE B

Pruebas

B.1 Prueba básica. Requisitos que deben cumplir los soldadores para realizar trabajos en tubería de bajos niveles de tensión.

- a) La prueba se debe realizar en una tubería con un diámetro máximo de 300 mm;
- b) La soldadura de prueba se debe realizar con la tubería en una posición horizontal fija, de manera que la soldadura de prueba incluya, por lo menos, una sección de la soldadura de posición superior;
- c) El biselado, la abertura de raíz y otros detalles deben cumplir con la especificación del procedimiento bajo el cual el soldador está siendo calificado, y
- d) A la terminación, la soldadura de prueba se debe cortar en cuatro partes y ser sometida a una prueba de flexión de la raíz. Si como resultado de esta prueba dos o más de los cuatro cupones presentan señales de grietas en el material de aporte, o entre el material de aporte y el metal de la base, que sean de más de 3 mm de largo, en cualquier dirección, la soldadura es inaceptable. Las grietas que ocurran en la esquina del espécimen durante la prueba no se toman en cuenta.

B.2 Pruebas adicionales para soldadores de conexiones de la línea de servicio a tubería principal.

- a) Como prueba, un empalme de conexión de la línea de servicio se suelda a una sección de la tubería con el mismo diámetro como en una línea principal típica;
- b) La soldadura se debe realizar en la misma posición como se realiza en el campo;
- c) La soldadura es inaceptable si muestra un socavamiento serio o si tiene cantos laminados;
- d) La soldadura se prueba intentando romper el empalme fuera del tubo principal, y
- e) La soldadura es inaceptable si se rompe y muestra fusión incompleta, superposición o penetración pobre en la unión del empalme y el tubo principal.

B.3 Pruebas periódicas para soldadores de líneas de servicio pequeñas.

- a) Dos muestras del trabajo del soldador, cada una de aproximadamente 200 mm de longitud con la soldadura localizada al centro, se cortan de la línea de servicio y se prueban como sigue:
 - Una muestra se centra en una máquina de prueba de flexión guiada y se dobla al contorno de la matriz a una distancia de 25 mm de la soldadura. Si la muestra revela cualquier rotura o grieta después de removerla de la máquina de flexión, ésta es inaceptable, y
 - Los extremos de la segunda muestra se aplastan y la unión completa se somete a una prueba de resistencia a la tracción. Si ocurre la falla en el metal adyacente de la soldadura o en ésta, la prueba es inaceptable. Si una máquina de prueba de resistencia a la tracción no está disponible, esta muestra debe pasar también la prueba de flexión descrita en el párrafo anterior.

APENDICE C

Procedimientos de emergencia

Los procedimientos de emergencia deben incluir lo siguiente:

- a) El establecimiento del alcance de aplicación de los procedimientos de emergencia;
- b) La descripción detallada de las instalaciones a las cuales aplica el procedimiento, que incluya:
 - La localización y los medios de acceso a las instalaciones, y
 - La cantidad, longitud y diámetro de las tuberías involucradas.
- c) La descripción de la presión, rango de flujo y otras condiciones de operación de la tubería;
- d) Los procedimientos y documentación necesaria para las emergencias;
- e) Instructivos descriptivos que se facilitan a las personas que reportan las emergencias;
- f) La acción inicial a tomar ante la aparición de una emergencia;
- g) Los nombres y teléfonos del personal de los departamentos con los cuales se debe contactar en caso de una emergencia y las responsabilidades que les competen;
- h) Los nombres y teléfonos de los servicios públicos y de otros sectores involucrados en la Dirección de Protección Civil, o de ayuda mutua a los que se podría contactar en caso de una emergencia;
- i) La descripción de los equipos de emergencia disponibles y su localización;

- j) Los procedimientos que se utilizarán en el sitio de la emergencia;
- k) Las medidas de seguridad que se toman durante la emergencia, que incluyen:
 - Acciones tomadas sobre el producto que fuga y que se transporta por tuberías;
 - Aislamiento y procedimientos de paro de las estaciones de compresión, y
 - Los métodos para monitorear el nivel de riesgo en el sitio.
- l) La lista de las áreas ambientalmente sensibles que requieran atención especial durante la emergencia;
- m) Los planes de contingencias para la protección inmediata del ambiente, y
- n) Los procedimientos de evacuación.

Se deben actualizar los manuales de operación y mantenimiento anualmente en lo referente a los planes y procedimientos descritos, considerando su vinculación con las autoridades competentes.

Notificación de la construcción de cruzamientos

Cuando se construya una tubería que cruce una vía de comunicación pública o privada se debe:

- a) Informar y proporcionar a detalle el impacto técnico, ambiental y de riesgo, entre otros, a las autoridades gubernamentales, federales, estatales y municipales competentes, para obtener la autorización correspondiente;
- b) Indicar la descripción de la obra, la localización y las afectaciones o cruces que implica, e
- c) Indicar el nombre del propietario y de la entidad o autoridad que está a cargo de la vía que se afecte.

Atentamente

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 6 de enero de 2000.- El Presidente de la Comisión Reguladora de Energía y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Gas Natural y Gas Licuado de Petróleo por medio de Ductos, **Héctor Olea**. Rúbrica