

**PROY-NOM-032-SCT2/2009**

**PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS RELATIVAS AL DISEÑO, CONSTRUCCION, INSPECCION Y PRUEBAS DE CISTERNAS PORTATILES DESTINADAS AL TRANSPORTE DE LAS SUBSTANCIAS, MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS DE LAS CLASES 1, 3 A 9.**

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

HUMBERTO TREVIÑO LANDOIS, Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, con fundamento en los artículos 36 fracciones I, IX, XII, XXV y XXVII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracción II, 40 fracciones XIII, XVI y XVII, 41 y 47 fracción I y 51 de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización; 4o. de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 5o. fracción VI de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal; 28, 33 y 39 del Reglamento de la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización; 34, 35 y 36 del Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos; 6o. fracción XIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y demás ordenamientos jurídicos que resulten aplicables; y

Que habiéndose cumplido con el procedimiento establecido en la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización, el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre aprobó el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-032-SCT2/2009, Especificaciones y características relativas al diseño, construcción, inspección y pruebas de cisternas portátiles destinadas al transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de las clases 1, 3 a 9, el cual fue revisado y actualizado en el seno del Subcomité de Normalización número 1 "Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos" y aprobado por el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, en su sesión extraordinaria celebrada el 21 de abril de 2009, por lo cual se ordena su publicación a efecto de que los interesados dentro de los 60 días naturales siguientes a la fecha de publicación, presenten comentarios al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, en las oficinas de Calzada de las Bombas número 411, 11o. piso, colonia Los Girasoles, código postal 04920, Delegación Coyoacán, teléfonos 56 84 88 31 y 56 84 01 88, correo electrónico: elizalde@sct.gob.mx, iflores@sct.gob.mx.

Durante el plazo señalado, los estudios que sirvieron de base para la Manifestación de Impacto Regulatorio, de acuerdo a lo que establece el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, está a disposición del público en general para su consulta, en el domicilio del Comité en mención.

Atentamente

México, D.F., a 3 de junio de 2009.- El Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, **Humberto Treviño Landois**.- Rúbrica.

**PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-032-SCT2/2009,  
PARA EL TRANSPORTE TERRESTRE DE MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS. ESPECIFICACIONES Y  
CARACTERISTICAS RELATIVAS AL DISEÑO, CONSTRUCCION,  
INSPECCION Y PRUEBAS DE CISTERNAS PORTATILES DESTINADAS AL TRANSPORTE  
DE LAS SUBSTANCIAS, MATERIALES Y RESIDUOS PELIGROSOS DE LAS CLASES 1, 3 A 9**

**PREFACIO**

En la elaboración de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana participaron:

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

- DIRECCION GENERAL DE AUTOTRANSPORTE FEDERAL.
- DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE FERROVIARIO Y MULTIMODAL.
- DIRECCION GENERAL DE MARINA MERCANTE.
- DIRECCION GENERAL DE AERONAUTICA CIVIL.
- INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE.
- FIDEICOMISO DE FORMACION Y CAPACITACION PARA EL PERSONAL DE LA MARINA MERCANTE NACIONAL (FIDENA)

SECRETARIA DE GOBERNACION.

- DIRECCION GENERAL DE PROTECCION CIVIL.

- CENTRO NACIONAL DE PREVENCION DE DESASTRES.  
SECRETARIA DE SEGURIDAD PUBLICA.
- POLICIA FEDERAL PREVENTIVA.  
SECRETARIA DE HACIENDA Y CREDITO PUBLICO.
- ADMINISTRACION GENERAL DE ADUANAS.  
SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES.
- DIRECCION GENERAL DE GESTION INTEGRAL DE MATERIALES Y ACTIVIDADES RIESGOSAS.  
PROCURADURIA FEDERAL DE PROTECCION AL AMBIENTE.
- DIRECCION GENERAL DE INSPECCION DE FUENTES DE CONTAMINACION.  
SECRETARIA DE LA DEFENSA NACIONAL.
- DIRECCION GENERAL DEL REGISTRO FEDERAL DE ARMAS DE FUEGO Y CONTROL DE EXPLOSIVOS.
- DIRECCION GENERAL DE INDUSTRIA MILITAR.
- DIRECCION GENERAL DE MATERIALES DE GUERRA.  
SECRETARIA DE ENERGIA.
- COMISION NACIONAL DE SEGURIDAD NUCLEAR Y SALVAGUARDIAS.
- DIRECCION GENERAL DE GAS L. P.  
COMISION FEDERAL PARA LA PROTECCION CONTRA RIESGOS SANITARIOS.
- COMISION DE EVIDENCIA Y MANEJO DE RIESGOS.  
GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL.
- DIRECCION GENERAL DE PROTECCION CIVIL.  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.
- FACULTAD DE INGENIERIA, DIVISION DE INGENIERIA CIVIL Y GEOMATICA
- FACULTAD DE QUIMICA, COORDINACION DE EDUCACION CONTINUA.  
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.
- GERENCIA DE ABASTECIMIENTOS/DEPARTAMENTO DE TRAFICO.  
CAMARA NACIONAL DE LA INDUSTRIA DE TRANSFORMACION.  
CAMARA NACIONAL DEL AUTOTRANSPORTE DE CARGA.  
CONFEDERACION NACIONAL DE TRANSPORTISTAS MEXICANOS, A.C.  
ASOCIACION NACIONAL DE LA INDUSTRIA QUIMICA, A.C.  
ASOCIACION NACIONAL DE TRANSPORTE PRIVADO.  
ASOCIACION MEXICANA DE LA INDUSTRIA FITOSANITARIA, A.C.  
ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE PRODUCTOS AROMATICOS, A.C.  
ASOCIACION MEXICANA DE EMPRESAS DE PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS, A.C.  
ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE PINTURAS Y TINTAS, A.C.  
ASOCIACION DE TRANSPORTISTAS DE CARGA DE LA ZONA CENTRO DEL ESTADO DE VERACRUZ, A.C.  
UNION MEXICANA DE FABRICANTES Y FORMULADORES DE AGROQUIMICOS, A.C.  
SOCIEDAD MEXICANA DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION, S.C.  
NACIONAL DE CARROCERIAS, S.A. DE C.V.  
GRUPO INTERMEX  
DESC CORPORATIVO, S.A. DE C.V.  
BAYER DE MEXICO, S.A. DE C.V.  
VISAPLAST, S.A. DE C.V.  
LIDERAZGO EN TRANSPORTACION, S.A. DE C.V.  
FERROCARRIL Y TERMINAL DEL VALLE DE MEXICO, S.A. DE C.V.  
FERROCARRIL MEXICANO, S.A. DE C.V.

FERROSUR, S.A. DE C.V.

SERVICIOS FERROVIARIOS PROGRESS, S. DE R.L. DE C.V.

## INDICE

1. OBJETIVO
2. CAMPO DE APLICACION
3. REFERENCIAS
4. DEFINICIONES
5. ESPECIFICACIONES Y CARACTERISTICAS GENERALES RELATIVAS AL DISEÑO Y LA CONSTRUCCION
6. CRITERIOS DE DISEÑO
7. ESPESOR MINIMO DEL DEPOSITO
8. EQUIPOS DE SERVICIO
9. ORIFICIOS POR EL FONDO
10. DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD
11. DISPOSITIVOS DE DESCOMPRESION
12. AJUSTE DE LOS DISPOSITIVOS DE DESCOMPRESION
13. ELEMENTOS FUSIBLES
14. DISCOS DE RUPTURA
15. CAUDAL DE LOS DISPOSITIVOS DE DESCOMPRESION
16. MARCADO DE LOS DISPOSITIVOS DE DESCOMPRESION
17. CONEXION DE LOS DISPOSITIVOS DE DESCOMPRESION
18. EMPLAZAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE DESCOMPRESION
19. DISPOSITIVOS INDICADORES
20. SOPORTES, BASTIDORES Y DISPOSITIVOS DE EVALUACION Y DE SUJECION DE LAS CISTERNAS PORTATILES
21. APROBACION DEL DISEÑO
22. INSPECCION Y PRUEBAS
23. MARCADO
24. BIBLIOGRAFIA
25. CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES
26. OBSERVANCIA
27. VIGILANCIA
28. EVALUACION DE LA CONFORMIDAD
29. VIGENCIA.

### **1. Objetivo**

El presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana tiene como objetivo establecer las especificaciones y características para el diseño, construcción, inspección y pruebas de cisternas portátiles destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos de las clases 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9, así como su marcado y certificación con el propósito de ofrecer seguridad en las vías generales de comunicación.

### **2. Campo de aplicación**

Este Proyecto de Norma es de aplicación obligatoria para los fabricantes de las cisternas portátiles y los transportistas involucrados en el manejo de estas unidades.

Este Proyecto de Norma no tiene aplicación en autotanques, carrotranques, contenedores no metálicos, recipientes intermedios para graneles (RIG) y contenedores para el transporte de líquidos que tengan capacidad menor a 450 litros.

### 3. Referencias

Para la correcta aplicación de este Proyecto de Norma es necesario consultar las siguientes normas oficiales mexicanas:

NOM-004-SCT/2008	Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-005-SCT/2008	Información de emergencia para el transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-010-SCT2/2003	Disposiciones de compatibilidad y segregación, para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-023-SCT2/1994	Información técnica que debe contener la placa que portarán los autotanques, recipientes metálicos intermedios para granel (RIG) y envases de capacidad mayor a 450 litros que transportan materiales y residuos peligrosos.
NOM-027-SCT2/1994	Disposiciones generales para el envase, embalaje y transporte de las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la división 5.2 peróxidos orgánicos.
NOM-028-SCT2/1998	Disposiciones especiales para los materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables transportados.
NOM-043-SCT/2003	Documento de embarque de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
NOM-008-SCFI-2002	Sistema general de unidades de medidas.

### 4. Definiciones

**Acero austenítico.-** Los aceros inoxidable que contienen más de un 7% de níquel se llaman austeníticos, ya que tienen una estructura metalográfica en estado recocido, formada básicamente por austenita y de aquí adquieren el nombre. El contenido de Cromo varía de 16 a 28%, el de níquel de 3,5 a 22% y el de Molibdeno de 1,5 a 6%.

**Acero de grano fino.-** Acero que tenga un grosor de granos ferríticos de seis o menos.

**Acero de referencia.-** Acero que tiene resistencia a la tracción de 370 N/mm<sup>2</sup> y un alargamiento a la rotura del 27%.

**Acero dulce.-** Acero que tiene resistencia mínima garantizada a la tracción de 360 N/mm<sup>2</sup> a 440 N/mm<sup>2</sup> y un alargamiento mínimo garantizado de rotura conforme a lo establecido en 6.3.3.

**Cisterna portátil.-** Cisterna multimodal utilizada para el transporte de sustancias de las clases 1 y 3 a 9. La cisterna portátil lleva un depósito provisto del equipo de servicio y los elementos estructurales que sean necesarios para el transporte de sustancias peligrosas. La cisterna portátil debe poder ser llenada y vaciada sin necesidad de desmontar sus elementos estructurales. Debe tener elementos estabilizadores exteriores al depósito y poder ser izada cuando esté llena. Está diseñada principalmente para ser cargada en un vehículo de transporte o en un buque y está equipada con patines, soportes o accesorios que faciliten su manipulación mecánica. Los vehículos cisterna para el transporte por carretera, los carrotranques, las cisternas no metálicas y los recipientes intermedios para graneles (RIG) no se consideran cisternas portátiles.

**Cisterna portátil para instalaciones mar adentro.-** Cisterna portátil especialmente diseñada para su utilización reiterada en el transporte de mercancías peligrosas a, desde, y entre instalaciones situadas mar adentro. Esas cisternas estarán diseñadas y construidas de conformidad con las "directrices para la aprobación de contenedores para instalaciones mar adentro, manipulados en mar abierto".

**Depósito.-** La parte de la cisterna portátil que contiene la sustancia transportada, es decir, la cisterna propiamente dicha, con inclusión de los orificios y sus cierres, pero con exclusión de los equipos de servicio o los elementos estructurales externos.

**Elementos estructurales.-** Los elementos de refuerzo, fijación, protección o estabilización exteriores al depósito.

**Elemento fusible.-** Dispositivo de descompresión no reconectable que se acciona térmicamente.

**Equipos de servicio.-** Los instrumentos de medida y los dispositivos de llenado, vaciado, ventilación, seguridad, calefacción, refrigeración y aislamiento térmico.

**Gama de temperaturas de cálculo para el depósito.-** Esta es de (menos)  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$  en el caso de las sustancias transportadas en condiciones ambientales. En el caso de las otras sustancias manipuladas a temperaturas elevadas, la temperatura de cálculo no debe ser inferior a la temperatura máxima de la sustancia durante el llenado, el vaciado o el transporte. Deben preverse temperaturas de cálculo más rigurosas para las cisternas portátiles sometidas a condiciones climáticas adversas.

**Masa bruta máxima permisible.-** La suma de la tara de la cisterna portátil y la carga máxima cuyo transporte esté autorizado.

**Presión de cálculo.-** La presión que se utilice en los cálculos relativa a los recipientes a presión. La presión de cálculo no debe ser inferior a la mayor de las presiones siguientes:

- a) la presión manométrica efectiva máxima autorizada en el depósito durante el llenado o el vaciado; o
- b) la suma de:
  - i) la presión de vapor absoluta (en bar) de la sustancia a  $65^{\circ}\text{C}$  (a la temperatura máxima alcanzada durante el llenado, el vaciado o el transporte para sustancias que se transportan a más de  $65^{\circ}\text{C}$ ), menos 1 bar;
  - ii) la presión parcial (en bar) del aire o de otros gases que haya en el espacio vacío, determinada por una temperatura máxima en ese espacio de  $65^{\circ}\text{C}$  y que haya una dilatación del líquido debida al aumento de la temperatura media de la carga de  $t_r - t_f$  ( $t_f$  = temperatura de llenado, generalmente  $15^{\circ}\text{C}$ ;  $t_r$  =  $50^{\circ}\text{C}$ , temperatura media máxima de la carga); y
  - iii) la presión hidrostática calculada de acuerdo con las fuerzas estáticas especificadas en 5.12, pero nunca inferior a 0.35 bar; o
- c) Los dos tercios de la presión mínima de prueba indicada en la instrucción sobre cisternas portátiles de la norma aplicable.

**Presión de prueba.-** La presión manométrica máxima en la parte superior del depósito, medida durante la prueba de presión hidráulica, al menos igual a la presión de cálculo multiplicada por 1.5. La presión mínima de prueba para las cisternas portátiles destinadas a determinadas sustancias se indica en la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles de la norma aplicable.

**Presión de servicio máxima autorizada (PSMA).-** Una presión no inferior a la mayor de las dos presiones siguientes, medidas en la parte superior del depósito cuando éste se encuentra en su posición normal:

- a) la presión manométrica efectiva máxima autorizada en el depósito durante el llenado o el vaciado; o
- b) la presión manométrica efectiva máxima para la que esté diseñado el depósito y que no deberá ser inferior a la suma de:
  - I) la presión de vapor absoluta (en bar) de la sustancia a  $65^{\circ}\text{C}$  (a la temperatura máxima alcanzada durante el llenado, el vaciado o el transporte para sustancias que se transportan a más de  $65^{\circ}\text{C}$ ), menos 1 bar;
  - II) la presión parcial (en bar) del aire o de otros gases que haya en el espacio vacío, determinada por una temperatura en ese espacio de no más de  $65^{\circ}\text{C}$  y una dilatación del líquido debida al aumento de la temperatura media de la carga de  $t_r - t_f$  ( $t_f$  = temperatura de llenado, generalmente  $15^{\circ}\text{C}$ ;  $t_r$  =  $50^{\circ}\text{C}$ , temperatura media máxima de la carga).

**Prueba de hermeticidad.-** Prueba en la que se utiliza gas para someter el depósito y sus equipos de servicio a una presión interna efectiva no inferior al 25% de la Presión de Servicio Máxima Autorizada (PSMA).

## **5. Especificaciones y características generales relativas al diseño y la construcción**

**5.1** Los depósitos deben diseñarse y construirse de acuerdo con las disposiciones establecidas en las normas sobre recipientes a presión. Deben ser de materiales metálicos capaces de recibir la forma deseada. En principio, los

materiales deben ajustarse a las normas sobre materiales. Para los depósitos soldados sólo debe utilizarse un material cuya soldabilidad esté plenamente demostrada. Las soldaduras deben estar bien hechas y ofrecer total seguridad.

**5.1.1** Cuando el proceso de fabricación o el material lo exijan, el depósito debe ser sometido a un tratamiento térmico que garantice la resistencia necesaria de las soldaduras y de las zonas afectadas por el calor. Al elegir el material debe tenerse en cuenta la gama de temperaturas de cálculo desde el punto de vista del riesgo de rotura frágil bajo tensión, la aparición de fisuras por corrosión y la resistencia a los choques. Cuando se utilice acero de grano fino, el valor garantizado del límite elástico no superará los 460 N/mm<sup>2</sup> y el valor garantizado del límite superior de la resistencia a la tracción no será superior a 725 N/mm<sup>2</sup> según la especificación del material. El aluminio no debe utilizarse como material de construcción más que en los casos indicados en una especificación especial para cisternas portátiles asignada a una sustancia determinada en la norma respectiva. Si está permitida su utilización, el aluminio debe tener un aislamiento que impida una pérdida considerable de sus propiedades físicas cuando esté sometido a una carga térmica de 110 kW/m<sup>2</sup> durante un periodo no inferior a 30 minutos. El aislamiento debe ser eficaz a todas las temperaturas inferiores a 649°C y debe estar protegido por un revestimiento de un material cuyo punto de fusión no sea inferior a 700°C. Los materiales de las cisternas portátiles deben estar adaptados al medio ambiente exterior en el que vayan a ser transportados.

**5.2** Los depósitos de las cisternas portátiles, sus accesorios y sus tuberías deben estar fabricados con un material que:

- a) sea prácticamente inmune a la acción de las sustancias transportadas;
- b) sea eficazmente neutralizado por reacción química; o
- c) esté revestido de otro material resistente a la corrosión directamente adherido al depósito o fijado por otro método equivalente.

**5.3** Las juntas deben estar hechas de un material que no pueda ser atacado por la(s) sustancia(s) transportada(s).

**5.4** Cuando los depósitos estén revestidos, el revestimiento debe ser prácticamente inalterable por las sustancias transportadas, homogéneo, no poroso, exento de perforaciones, suficientemente elástico y compatible con las características de dilatación térmica del depósito. El revestimiento del depósito y de sus accesorios y tuberías debe ser continuo y cubrir completamente la superficie de cualquier brida. Cuando los accesorios externos estén soldados a la cisterna, el revestimiento debe ser continuo y cubrir completamente los accesorios y la superficie de las bridas exteriores.

**5.5** Las juntas y costuras del revestimiento deben efectuarse por fusión mutua de los materiales o por cualquier otro medio igualmente eficaz.

**5.6** Debe evitarse el contacto entre metales diferentes que pueda causar daños por corrosión galvánica.

**5.7** Los materiales de que esté hecha la cisterna portátil, incluidos los de cualesquiera dispositivos, juntas, revestimientos y accesorios, no deben ser capaces de alterar la sustancia o sustancias que deban transportarse en la cisterna portátil.

**5.8** Las cisternas portátiles deben ser diseñadas y construidas con soportes que les sirvan de base estable durante el transporte y con dispositivos adecuados para elevación y anclaje.

**5.9** Las cisternas portátiles deben ser diseñadas de forma que resistan, sin pérdida de su contenido, al menos la presión interna ejercida por éste, y las cargas estáticas, dinámicas y térmicas en las condiciones normales de manipulación y transporte. El diseño debe mostrar claramente que se han tenido en cuenta los efectos de la fatiga, resultantes de la aplicación reiterada de esas cargas durante la vida de servicio prevista de la cisterna portátil.

**5.10** Los depósitos provistos de dispositivos de descompresión deben ser diseñados de forma que resistan, sin deformación permanente, una presión externa de al menos 0.21 bar por encima de la presión interna. Los dispositivos de descompresión deben estar regulados para que entren en funcionamiento a un grado de vacío no superior a menos (-) 0.21 bar, a no ser que el depósito esté diseñado para soportar una sobrepresión externa superior, en cuyo caso la capacidad de descompresión del dispositivo que vaya a instalarse no debe ser superior al vacío de cálculo de la cisterna. Los depósitos utilizados para el transporte de sustancias sólidas pertenecientes únicamente a los grupos de envase y embalaje II o III y que no se licuen durante el transporte pueden ser diseñados para una presión exterior más baja. En este caso, el dispositivo de descompresión debe ser regulado de manera que entre en funcionamiento a esta presión más baja. Los depósitos que no estén provistos de dispositivos de descompresión deben ser diseñados de forma que resistan, sin deformación permanente, una presión externa de al menos 0.4 bar por encima de la presión interna.

**5.11** Los dispositivos de descompresión utilizados en las cisternas portátiles destinadas al transporte de sustancias que por su punto de inflamación respondan a los criterios de la clase 3, comprendidas las sustancias transportadas en caliente a una temperatura igual o superior a su punto de inflamación, deben impedir la entrada directa de llamas al interior del depósito o, alternativamente, la cisterna portátil debe tener un depósito capaz de resistir, sin fugas, una explosión interna resultante de la entrada de las llamas en el mismo.

**5.12** Las cisternas portátiles y sus elementos de sujeción deben poder soportar, cuando lleven la carga máxima autorizada, las fuerzas estáticas siguientes aplicadas por separado:

- a) En la dirección de transporte: el doble de la masa bruta máxima autorizada multiplicado por la aceleración de la gravedad (g);
- b) Horizontal, perpendicularmente a la dirección de transporte: la masa bruta máxima autorizada (cuando la dirección de transporte no esté claramente determinada, las fuerzas deben ser iguales al doble de la masa bruta máxima autorizada) multiplicada por la aceleración de la gravedad (g);
- c) Verticalmente de abajo a arriba: la masa bruta máxima multiplicada por la aceleración de la gravedad (g); y
- d) Verticalmente de autorizada arriba a abajo: el doble de la masa bruta máxima autorizada (carga total incluido el efecto de la gravedad) multiplicado por la aceleración de la gravedad (g).

a efectos de cálculo,  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

**5.13** Para cada una de las fuerzas mencionadas en 5.12, los coeficientes de seguridad que habrán de aplicarse deben ser los siguientes:

- a) En el caso de los metales que tengan un límite de elasticidad claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1.5 en relación con el límite de elasticidad garantizado; o
- b) En el caso de los metales que no tengan un límite de elasticidad claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1.5 en relación con el límite de elasticidad garantizado del 0.2% y, en el caso de los aceros austeníticos, del 1%.

**5.14** El valor del límite de elasticidad o del límite de elasticidad garantizado debe ser el establecido en las normas sobre materiales. Cuando se utilicen aceros austeníticos, los valores mínimos especificados para esas propiedades en las disposiciones sobre materiales podrán aumentarse hasta en un 15% cuando esos valores superiores consten en el certificado de inspección de los materiales. Cuando no exista ninguna norma para el material en cuestión, los valores que se deben utilizar para el límite de elasticidad aparente o el límite de elasticidad garantizado deben ser los más cercanos a los establecidos en las normas para materiales de construcción.

**5.15** Las cisternas portátiles destinadas al transporte de sustancias que por su punto de inflamación respondan a los criterios de la clase 3, incluidas las sustancias transportadas en caliente a una temperatura igual o superior a su punto de inflamación, deben poder ser conectadas eléctricamente a tierra. Se deben adoptar medidas para impedir descargas electrostáticas peligrosas.

**5.16** Cuando lo exija para determinadas sustancias, la instrucción de transporte sobre cisternas portátiles pertinente indicada en la norma respectiva, las cisternas portátiles deben tener una protección adicional, que puede consistir, bien en un aumento del espesor de la chapa del depósito o bien de la presión de prueba, teniendo en cuenta en ambos casos los riesgos inherentes a las sustancias transportadas.

**5.17** El aislamiento térmico que esté directamente en contacto con un depósito destinado al transporte de sustancias a temperatura elevada deberá tener una temperatura de ignición que sea al menos 50°C superior a la temperatura máxima de cálculo de la cisterna.

## **6. Criterios de diseño**

**6.1** Los depósitos de las cisternas portátiles deben tener un diseño tal que se puedan analizar los esfuerzos matemáticamente o experimentalmente por medio de galgas extensométricas de hilo resistente o por algún otro método.

**6.2** Los depósitos deben ser diseñados y construidos de forma que resistan una presión de prueba hidráulica de al menos 1.5 veces la presión de cálculo. En las instrucciones correspondientes a las cisternas portátiles de la norma respectiva, se indican algunos requisitos específicos para determinadas sustancias. Hay que tener en cuenta los requisitos relativos al espesor mínimo del depósito de esas cisternas que figuran de 7.1 a 7.10.

**6.3** Para los metales que tengan un límite de elasticidad claramente definido o que estén caracterizados por un límite de elasticidad garantizado (en general, límite de elasticidad con el 0.2% de alargamiento o el 1% para los aceros

austeníticos) el esfuerzo primario de membrana  $\sigma$  (sigma) del depósito, debido a la presión de prueba, no deberá exceder del menor de los valores siguientes: 0.75 Re o 0.50 Rm siendo:

Re = Límite de elasticidad aparente en N/mm<sup>2</sup> o límite de elasticidad garantizado con el 0.2% de alargamiento o 1% en el caso de los aceros austeníticos;

Rm = resistencia mínima a la rotura por tracción en N/mm<sup>2</sup>.

**6.3.1** Los valores de Re y Rm que han de utilizarse deben ser los mínimos especificados en las normas sobre materiales. Cuando se utilicen aceros austeníticos, los valores mínimos de Re y Rm especificados según las normas para materiales pueden aumentarse hasta en un 15% cuando estos valores más altos consten en el certificado de inspección de materiales. Cuando no exista ninguna disposición para el metal en cuestión, los valores de Re y Rm que se utilicen deben ser los establecidos en las normas para materiales de construcción.

**6.3.2** No se permitirá la construcción de depósitos soldados con aceros que tengan una relación Re/Rm de más de 0.85. Los valores de Re y Rm que han de utilizarse para determinar esa relación son los especificados en el dictamen de inspección de materiales.

**6.3.3** Los aceros utilizados en la construcción de depósitos deben tener un alargamiento en la rotura de por lo menos 10,000/Rm (en %), con un mínimo absoluto del 16% en el caso de los aceros de grano fino y del 20% en el de los demás aceros. El aluminio y las aleaciones de aluminio que se utilicen en la construcción de depósitos de cisternas deben tener un alargamiento a la rotura no inferior a 10,000/6Rm (en %), con un mínimo absoluto del 12%.

**6.3.4** Para determinar las características reales de los materiales, se debe observar que, en el caso del metal en láminas, el eje de las probetas para pruebas de tracción debe ser perpendicular (transversalmente) al sentido del laminado. El alargamiento permanente a la rotura debe medirse en probetas de sección transversal rectangular, utilizando una distancia entre marcas de 50 mm.

## **7. Espesor mínimo del depósito**

**7.1** El espesor mínimo del depósito debe ser el mayor de los siguientes:

- a) el espesor mínimo determinado de conformidad con las especificaciones de 7.2 a 7.10;
- b) el espesor mínimo determinado para recipientes a presión, habida cuenta de las especificaciones del numeral 6; y
- c) el espesor mínimo especificado en la instrucción de transporte pertinente sobre cisternas portátiles de la norma respectiva.

**7.2** En los depósitos cuyo diámetro no sea superior a 1.80 m, la virola, los fondos y las tapas de las boquillas para entrada de un hombre deben tener al menos 5 mm de espesor si son de acero de referencia o un espesor equivalente si son de otro metal. En los depósitos cuyo diámetro exceda de 1.80 m, deben tener al menos 6 mm de espesor si son de acero de referencia o el espesor equivalente del metal que se utilice, aunque cuando se trate de sustancias sólidas en polvo o granulares pertenecientes a los grupos de envase y embalaje II o III, este espesor mínimo puede reducirse a un valor no inferior a 5 mm de acero de referencia o al espesor equivalente del metal que se utilice.

**7.3** Cuando el depósito tenga una protección adicional contra el deterioro, en las cisternas portátiles que tengan una presión de prueba inferior a 2.65 bar, se puede realizar una reducción del espesor mínimo del depósito proporcional a la protección adicional. Sin embargo, los depósitos cuyo diámetro sea inferior o igual a 1.80 m deben tener como mínimo 3 mm de espesor si son de acero de referencia o un espesor equivalente si son de otro metal. Los depósitos cuyo diámetro exceda de 1.80 m deben tener como mínimo 4 mm de espesor si son de acero de referencia o un espesor equivalente si son de otro metal.

**7.4** La virola, las extremidades y las tapas de las boquillas para la entrada de un hombre de todos los depósitos deben tener al menos 3 mm de espesor, sea cual fuere el material empleado en su construcción.

**7.5** La protección adicional mencionada en 7.3 puede conseguirse con una protección estructural externa completa, tal como una construcción adecuada de tipo "emparedado" cuya cubierta exterior esté sujeta al depósito, o con una construcción de paredes dobles, o rodeando el depósito con un bastidor completo formado por elementos estructurales longitudinales y transversales.

7.6 En el caso de un metal distinto del acero de referencia, el espesor equivalente al prescrito para éste en 7.3 se determina mediante la siguiente ecuación:

$$e_1 = \frac{21,4 e_0}{\sqrt[3]{Rm_1 \times A_1}}$$

siendo:

- $e_1$  = espesor equivalente requerido (en mm) del metal que se utilice;
- $e_0$  = espesor mínimo (en mm) del acero de referencia especificado en la instrucción de transporte pertinente sobre cisternas portátiles que se indica en la Norma respectiva;
- $Rm_1$  = resistencia mínima garantizada a la tracción (en N/mm<sup>2</sup>) del metal que se utilice (véase 6.3);
- $A_1$  = alargamiento mínimo garantizado a la rotura (en %) del metal que se utilice.

7.7 En los casos en que la instrucción de transporte sobre cisternas portátiles pertinente a la norma aplicable especifique un espesor mínimo de 8 mm, o 10 mm, se tendrá en cuenta que esos espesores se basan en las propiedades del acero de referencia y en un depósito de 1.80 m de diámetro. Cuando se utilice un metal distinto del acero dulce (véase “definiciones”) o el depósito tenga un diámetro de más de 1.80 m, el espesor se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$e_1 = \frac{21,4 e_0 d_1}{1,8 \sqrt[3]{Rm_1 \times A_1}}$$

siendo:

- $e_1$  = espesor equivalente requerido (en mm) del metal que se utilice;
- $e_0$  = espesor mínimo (en mm) del acero de referencia especificado en la instrucción de transporte sobre cisternas portátiles pertinente de la norma respectiva.
- $d_1$  = diámetro del depósito (en m), que no debe ser inferior a 1.80 m;
- $Rm_1$  = resistencia mínima garantizada a la tracción (en N/mm<sup>2</sup>) del metal que se utilice (véase 6.3);
- $A_1$  = alargamiento mínimo garantizado a la rotura del metal que se utilice (en %), conforme a las normas para materiales de construcción.

7.8 El espesor de la chapa no debe, en ningún caso, ser inferior al indicado en 7.2, 7.3 y 7.4. Todas las partes del depósito deben tener el espesor mínimo determinado de 7.2 a 7.4. En este espesor no se incluye una tolerancia por corrosión.

7.9 Cuando se utilice acero dulce (véase 4), no es preciso utilizar la ecuación del 7.6.

7.10 No deber haber una variación brusca del espesor de la chapa en las uniones entre los fondos y la virola del depósito.

**8. Equipos de servicio**

8.1 Los equipos de servicio deben estar dispuestos de forma que no corran el riesgo de ser arrancados o dañados durante las operaciones de transporte y manipulación. Si la unión entre el bastidor y el depósito permite un movimiento relativo entre ellos, los equipos de servicio deben estar sujetos de forma que ese movimiento no produzca ningún daño a los órganos activos. Los accesorios exteriores de vaciado (conexiones de tubería, dispositivos de cierre), la válvula y su asiento deben estar protegidos contra el riesgo de ser arrancados por fuerzas exteriores (por ejemplo, mediante el uso de dispositivos de cizallamiento. Los dispositivos de llenado y vaciado (incluidas las bridas y los tapones roscados) y las tapas protectoras, si las hubiere, deben poder fijarse para evitar su apertura fortuita.

8.2 Todos los orificios del depósito destinados al llenado o vaciado de la cisterna portátil deben estar provistos de un obturador manual situado lo más cerca posible del depósito. Los otros orificios, salvo los correspondientes a los dispositivos de aireación o descompresión, deben estar provistos de una válvula o de cualquier otro medio de cierre adecuado situado lo más cerca posible del depósito.

**8.3** Toda cisterna portátil debe ir provista de una boquilla para la entrada de un hombre o boquilla de inspección de tamaño adecuado para permitir una inspección y un acceso adecuados para los trabajos de mantenimiento y reparación del interior. Las cisternas portátiles con compartimentos deben estar provistas de una boquilla para la entrada de un hombre o boquilla de inspección para cada compartimento.

**8.4** Siempre que sea posible, los accesorios exteriores deben estar agrupados. En las cisternas portátiles con aislamiento, los accesorios superiores deben ir rodeados de una cubeta colectora de derrame con sumideros apropiados.

**8.5** Todas las conexiones de la cisterna portátil deben llevar inscripciones que indiquen claramente su función.

**8.6** Las válvulas y demás medios de cierre deben estar diseñadas y construidas para que resistan una presión nominal que no debe ser inferior a la PSMA del depósito, teniendo en cuenta las temperaturas previstas durante el transporte. Todas las válvulas con vástago roscado deben cerrarse por rotación en el sentido de las agujas del reloj. Para las demás válvulas debe indicarse claramente la posición (abierta y cerrada) y el sentido de cierre. Todas las válvulas deben diseñarse de manera que no pueda producirse una apertura fortuita.

**8.7** Ninguna pieza móvil, tal como las tapas, los elementos de cierre, etc., susceptibles de entrar en contacto, por rozamiento o por choque, con cisternas portátiles de aluminio destinadas al transporte de sustancias que por su punto de inflamación respondan a los criterios de la clase 3, incluidas las sustancias transportadas en caliente a una temperatura igual o superior a su punto de inflamación, no deben ser de acero susceptible de corrosión no protegido.

**8.8** Las tuberías se deben diseñar, construir e instalar de manera que no corran el riesgo de ser dañadas por la dilatación y la contracción térmicas, los choques mecánicos y las vibraciones. Todas las tuberías deben ser de un metal apropiado. Siempre que sea posible, las uniones de las tuberías deben estar soldadas.

**8.9** Las juntas de las tuberías de cobre deben hacerse con soldadura fuerte o tener una unión metálica de igual resistencia. El punto de fusión de los materiales utilizados para la soldadura no debe ser inferior a 525°C. Las juntas no deben reducir la resistencia de las tuberías, como puede ocurrir con las uniones roscadas.

**8.10** La presión de rotura de todas las tuberías y de todos sus accesorios no debe ser inferior al mayor de los dos valores siguientes: el cuádruple de la PSMA del depósito o el cuádruple de la presión a la que puede estar sometido el depósito en servicio por la acción de una bomba u otro dispositivo (excepto los dispositivos de descompresión).

**8.11** Se deben utilizar metales dúctiles para la fabricación de las válvulas y de los accesorios.

**8.12** El sistema de calentamiento deberá estar diseñado o regulado de manera que ninguna sustancia pueda alcanzar una temperatura a la que la presión en la cisterna sobrepase la PSMA o pueda ocasionar otros riesgos (por ejemplo, una descomposición térmica peligrosa).

**8.13** El sistema de calentamiento deberá estar diseñado o regulado de tal forma que los elementos internos de calentamiento no reciban energía a menos que dichos elementos estén totalmente sumergidos. La temperatura superficial de los elementos calefactores en el caso de un sistema de calentamiento interno o la temperatura en el depósito en el caso de un sistema de calentamiento externo no será superior, en ningún caso, al 80% de la temperatura de autoignición (en °C) de la sustancia transportada.

**8.14** Si el sistema de calentamiento eléctrico se instala en el interior de la cisterna, éste estará equipado de un interruptor de derivación a tierra cuya corriente de desconexión sea inferior a 100 mA.

**8.15** Las cajas de distribución eléctrica instaladas en cisternas no tendrán ninguna conexión directa con el interior de la cisterna y deberán proporcionar una protección.

## **9. Orificios por el fondo**

**9.1** Ciertas sustancias no deben ser transportadas en cisternas portátiles con orificios por el fondo. Cuando la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles de la norma respectiva prohíba los orificios por el fondo, no podrá haber orificios por debajo del nivel del líquido en el depósito llenado hasta el límite máximo autorizado. Cuando se obturen los orificios existentes, la operación debe efectuarse soldando una placa interior y exteriormente al depósito.

**9.2** Los orificios de vaciado por el fondo de las cisternas portátiles utilizadas para el transporte de ciertas sustancias sólidas, cristalizables o muy viscosas deben estar provistos, como mínimo, de dos dispositivos de cierre, montados en serie e independientes entre sí, y debe comprender:

- a) una válvula externa instalada lo más cerca posible del depósito; y
- b) un dispositivo de cierre hermético a los líquidos en la extremidad de la tubería de vaciado, que puede ser una brida ciega sujeta por tornillos o un tapón roscado.

**9.3** Cada abertura de vaciado por el fondo, con la salvedad de lo dispuesto en 9.2, debe estar provista de tres dispositivos de cierre, montados en serie e independientes entre sí, y debe comprender:

- a) Una válvula interna de cierre automático, es decir, una válvula montada dentro del depósito, o en una brida soldada o en su contrabrida, de modo que:
  - i) los dispositivos de control del funcionamiento de la válvula estén diseñados para impedir cualquier apertura fortuita por choque o por inadvertencia;
  - ii) la válvula pueda ser accionada desde arriba o desde abajo;
  - iii) se pueda verificar desde el suelo, en la medida de lo posible, la posición de la válvula (abierta o cerrada);
  - iv) salvo en el caso de las cisternas portátiles con una capacidad no superior a los 1,000 litros, se pueda cerrar la válvula desde un lugar accesible de la cisterna portátil situada a distancia de la propia válvula; y
  - v) la válvula conserve su eficacia en caso de avería del dispositivo exterior de control de funcionamiento de la válvula;
- b) una válvula externa situada lo más cerca posible del depósito; y
- c) un dispositivo de cierre hermético a los líquidos, en la extremidad de la tubería de vaciado, que puede ser una brida ciega sujeta por tornillos o un tapón roscado.

**9.4** En el caso de los depósitos con revestimiento, la válvula interna que se prescribe en 9.3 a) puede ser reemplazada por una válvula externa adicional.

## **10. Dispositivos de seguridad**

**10.1** Todas las cisternas portátiles deben estar provistas, como mínimo, de un dispositivo de descompresión. Dichos dispositivos deberán diseñarse, construirse y marcarse de manera que satisfagan las disposiciones establecidas en las normas respectivas.

## **11. Dispositivos de descompresión**

**11.1** Toda cisterna portátil con una capacidad no inferior a 1,900 litros y todo compartimiento independiente de una cisterna portátil con una capacidad similar, deben estar provistos de al menos un dispositivo de descompresión de muelle y pueden, además, estar provistos de un disco de ruptura o de un elemento fusible montado en paralelo con los dispositivos de muelle, excepto cuando en la instrucción pertinente de transporte sobre cisternas portátiles de la norma respectiva haya una referencia al numeral 11.3 que lo prohíba. Los dispositivos de descompresión deben tener un caudal suficiente para impedir la rotura del depósito como consecuencia de un exceso de presión o de un vacío resultantes del llenado, el vaciado o del calentamiento del contenido.

**11.2** Los dispositivos de descompresión deben estar diseñados de manera que impidan la entrada de sustancias extrañas, fugas de líquido o todo aumento peligroso de la presión.

**11.3** Cuando así lo disponga para determinadas sustancias la instrucción pertinente de transporte sobre cisternas portátiles de la norma respectiva, las cisternas portátiles estarán provistas de un dispositivo de descompresión. Excepto en el caso de las cisternas portátiles destinadas especialmente al transporte de una sustancia y provistas de un dispositivo de descompresión, que esté construido con materiales compatibles con la carga, tal dispositivo debe llevar un disco de ruptura por encima de un dispositivo de descompresión de muelle. Cuando se inserte en serie un disco de ruptura con el dispositivo de descompresión prescrito, el espacio comprendido entre el disco de ruptura y dicho dispositivo deberá conectarse a un manómetro u otro indicador adecuado que permita detectar una rotura, una perforación o un defecto de hermeticidad del disco, susceptible de perturbar el funcionamiento del sistema de descompresión. El disco de ruptura debe ceder a una presión nominal superior en un 10% a aquella a la que empieza a funcionar el dispositivo de descompresión.

**11.4** Toda cisterna portátil de una capacidad inferior a 1,900 litros debe estar provista de un dispositivo de descompresión, que puede consistir en un disco de ruptura si éste reúne los requisitos que se establecen en el numeral 14.1. Si no se utiliza un dispositivo de descompresión de muelle, el disco de ruptura debe ceder a una presión nominal igual a la presión de prueba.

**11.5** Cuando el depósito está preparado para el vaciado a presión, el conducto de alimentación debe estar provisto de un dispositivo de descompresión adecuado, que se debe ajustar para que funcione a una presión no superior a la PSMA del depósito, y se debe instalar una válvula lo más cerca posible del depósito.

## 12. Ajuste de los dispositivos de descompresión

**12.1** Se debe observar que el dispositivo de descompresión sólo debe funcionar si se produce un aumento excesivo de la temperatura, ya que el depósito no se verá sometido a variaciones excesivas de la presión en condiciones normales de transporte (véase 15.2).

**12.2** El dispositivo de descompresión debe ser ajustado de modo que empiece a abrirse a una presión nominal igual a cinco sextos de la presión de prueba en el caso de los depósitos cuya presión de prueba no sea superior a 4.5 bar, y al 110% de dos tercios de la presión de prueba en el caso de los depósitos con una presión de prueba superior a 4.5 bar. Tras la descarga, el dispositivo debe cerrarse a una presión que no sea inferior en más del 10% a la presión a la que empiece a abrirse. El dispositivo debe permanecer cerrado a todas las presiones más bajas. Esta especificación no impide el uso de dispositivos de vacío o de dispositivos mixtos de descompresión y de vacío.

## 13. Elementos fusibles

**13.1** Los elementos fusibles deben funcionar a una temperatura comprendida entre 110°C y 149°C, a condición de que la presión en el depósito a la temperatura de fusión no sea superior a la presión de prueba. Se deben instalar en la parte superior del depósito con las entradas en la fase de vapor y en ningún caso deben estar protegidos del calor exterior. No se deben utilizar elementos fusibles en cisternas portátiles cuya presión de prueba sea superior a 2.65 bar. Los elementos fusibles que se utilicen en cisternas portátiles destinadas al transporte de sustancias en caliente deben diseñarse de manera que funcionen a una temperatura superior a la temperatura máxima prevista durante el transporte.

## 14. Discos de ruptura

**14.1** Sin perjuicio de lo dispuesto en el numeral 11.3, los discos de ruptura se deben ajustar para que cedan a una presión nominal igual a la presión de prueba en toda la gama de temperaturas de cálculo. Si se utilizan discos de ruptura se debe prestar especial atención a las especificaciones de 8.1 y 11.3.

**14.2** Los discos de ruptura deberán estar adaptados a las depresiones que pueden producirse en la cisterna portátil.

## 15. Caudal de los dispositivos de descompresión

**15.1** El dispositivo de descompresión de muelle al que se refiere el numeral 11.1 debe tener una sección de paso mínima equivalente a un orificio de 31.75 mm de diámetro. Los dispositivos de vacío, si se utilizan, deben tener una sección de paso mínima de 284 mm<sup>2</sup>.

**15.2** El caudal combinado de los dispositivos de descompresión en las condiciones en que la cisterna portátil esté completamente envuelta en llamas (habida cuenta de la disminución de ese caudal cuando la cisterna portátil esté equipada con un disco de ruptura por encima de un dispositivo de descompresión de muelle o cuando el dispositivo de descompresión de muelle está provisto de un dispositivo para impedir el paso de las llamas), debe ser suficiente para limitar la presión en el depósito a un valor que no sobrepase en más del 20% la presión a la que empiece a abrirse el dispositivo de descompresión. Pueden utilizarse dispositivos de descompresión de emergencia para alcanzar el caudal de descompresión prescrito. Estos dispositivos pueden ser elementos fusibles, dispositivos de muelle o discos de ruptura, o una combinación de dispositivos de muelle y discos de ruptura. El caudal total requerido de los dispositivos de descompresión puede determinarse utilizando la fórmula del numeral 15.2.1 o la Tabla "2".

**15.2.1** Para determinar el caudal total requerido de los dispositivos de descompresión, que se debe considerar igual a la suma de los caudales individuales de cada uno de ellos, se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$Q = 12,4 \frac{FA^{0.82}}{LC} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

siendo:

Q = caudal mínimo de descarga del aire en metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s) en condiciones normales: 1 bar y 0°C (273 K);

F = coeficiente cuyo valor es el siguiente:

en los depósitos sin aislamiento térmico F = 1;

en los depósitos con aislamiento térmico F = U\*(649 - t)/13.6, pero en ningún caso inferior a 0.25, siendo:

U = conductividad térmica del aislamiento a 38 °C, expresada en kW·m<sup>-2</sup>·K<sup>-1</sup>,

- t = temperatura real de la sustancia durante el llenado (en °C); cuando se desconoce esta temperatura deberá tomarse, t = 15°C:  
Puede tomarse el valor de F dado anteriormente para los depósitos con aislamiento térmico a condición de que éste se ajuste a las especificaciones del numeral 15.2.4;
- A = superficie total externa del depósito, en metros cuadrados;
- Z = factor de compresibilidad del gas en las condiciones de saturación (cuando no se conoce este factor, deberá tomarse Z = 1.0);
- T = temperatura absoluta en grados Kelvin (°C + 273) por encima de los dispositivos de descompresión en las condiciones de saturación;
- L = calor latente de vaporización del líquido, en kJ/kg, en las condiciones de saturación;
- M = masa molecular del gas que se descarga;
- C = constante que se calcula mediante una de las fórmulas siguientes como función del cociente k de los calores específicos:

$$k = \frac{C_p}{C_v}$$

siendo:

C<sub>p</sub> = calor específico a presión constante; y

C<sub>v</sub> = calor específico a volumen constante.

Cuando k > 1:

$$C = \sqrt{k \left[ \frac{2}{k+1} \right]^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

Cuando k = 1 o se desconoce su valor:

$$C = \frac{1}{\sqrt{e}} = 0.607$$

siendo e la constante matemática 2.7183

C puede tomarse también de la tabla siguiente:

Tabla "1"

K	C	K	C	K	C
1.00	0.607	1.26	0.660	1.52	0.704
1.02	0.611	1.28	0.664	1.54	0.707
1.04	0.615	1.30	0.667	1.56	0.710
1.06	0.620	1.32	0.671	1.58	0.713
1.08	0.624	1.34	0.674	1.60	0.716
1.10	0.628	1.36	0.678	1.62	0.719
1.12	0.633	1.38	0.681	1.64	0.722
1.14	0.637	1.40	0.685	1.66	0.725
1.16	0.641	1.42	0.688	1.68	0.728
1.18	0.645	1.44	0.691	1.70	0.731
1.20	0.649	1.46	0.695	2.00	0.770
1.22	0.652	1.48	0.698	2.20	0.793
1.24	0.656	1.50	0.701		

15.2.2 En vez de aplicar las fórmulas anteriores, se puede utilizar la Tabla "2" para determinar las dimensiones de los dispositivos de descompresión de los depósitos destinados al transporte de líquidos. En este cuadro se supone que el coeficiente de aislamiento es F = 1, por lo que si el depósito está aislado térmicamente se deben modificar los valores en consecuencia. Los valores de los demás parámetros aplicados en el cálculo de esta tabla son los que se indican a continuación:

M = 86.7

T = 394 K

L = 34.94 kJ/kg

C = 0.607

Z = 1

15.2.3 Tabla "2". Caudal mínimo de descarga, Q, en metros cúbicos de aire por segundo a 1 bar y 0°C (273 K)

**Tabla "2"**

A SUPERFICIE EXPUESTA (M <sup>2</sup> )	Q (M <sup>3</sup> /S)	A SUPERFICIE EXPUESTA (M <sup>2</sup> )	Q (M <sup>3</sup> /S)
2	0.230	37.5	2.539
3	0.320	40	2.677
4	0.405	42.5	2.814
5	0.487	45	2.949
6	0.565	47.5	3.082
7	0.641	50	3.215
8	0.715	52.5	3.346
9	0.788	55	3.476
10	0.859	57.5	3.605
12	0.998	60	3.733
14	1.132	62.5	3.860
16	1.263	65	3.987
18	1.391	67.5	4.112
20	1.517	70	4.236
22.5	1.670	75	4.483
25	1.821	80	4.726
27.5	1.969	85	4.967
30	2.115	90	5.206
32.5	2.258	95	5.442
35	2.400	100	5.676

15.2.4 Los sistemas de aislamiento, utilizados para reducir el caudal de descarga, deben:

- a) mantener su eficacia a cualquier temperatura hasta 649°C; y
- b) estar rodeados por un material cuyo punto de fusión sea igual o superior a 700°C.

**16. Marcado de los dispositivos de descompresión**

16.1 En cada dispositivo de descompresión deben marcarse, con caracteres claramente legibles e indelebles, las indicaciones siguientes:

- a) La presión (en bar o kPa) o la temperatura (en °C) nominal de descarga;
- b) La tolerancia autorizada para la presión de descarga de los dispositivos de descompresión de muelle;
- c) La temperatura de referencia correspondiente a la presión nominal de los discos de ruptura;
- d) La tolerancia de la temperatura autorizada para los elementos fusibles; y
- e) El caudal nominal de los dispositivos de descompresión de muelle, discos de ruptura o elementos de fusibles en metros cúbicos de aire por segundo (m<sup>3</sup>/s)

En la medida de lo posible debe indicarse igualmente la información siguiente:

- f) El nombre del fabricante y el número de referencia correspondiente.

16.2 El caudal nominal indicado en los dispositivos de descompresión de muelle se determina de conformidad con la especificaciones aplicables.

## **17. Conexión de los dispositivos de descompresión**

**17.1** Las conexiones de los dispositivos de descompresión deben ser de tamaño suficiente para que el caudal requerido pueda circular sin obstáculos hasta el dispositivo de seguridad. No se debe instalar ninguna válvula entre el depósito y los dispositivos de descompresión, salvo si éstos están duplicados por dispositivos equivalentes para permitir el mantenimiento o para otros fines y si las válvulas que comunican los dispositivos efectivamente en funcionamiento están inmovilizados en posición abierta o si las válvulas están interconectadas de forma que al menos uno de los dispositivos duplicados se encuentre siempre en funcionamiento. Nada debe obstruir una abertura hacia un dispositivo de ventilación o un dispositivo de descompresión que pueda limitar o interrumpir el flujo de salida del depósito hacia estos dispositivos. Los dispositivos de ventilación o los conductos de escape situados por debajo de los dispositivos de descompresión, cuando se utilicen, deben permitir la evacuación de los vapores o de los líquidos a la atmósfera, no ejerciendo más que una contrapresión mínima sobre los dispositivos de descompresión.

## **18. Emplazamiento de los dispositivos de descompresión**

**18.1** Cada una de las entradas de los dispositivos de descompresión deben estar situadas en la parte superior del depósito, lo más cerca posible del centro longitudinal y transversal del mismo. Todas las entradas de los dispositivos de descompresión, en las condiciones de llenado máximo, deben estar situados en el espacio de vapor del depósito y los dispositivos deben estar dispuestos de forma que el vapor salga libremente. En el caso de sustancias inflamables, la salida de vapor debe estar dirigida de manera que el vapor no pueda volver al depósito. Se permite el uso de dispositivos de protección para desviar el chorro de vapor, a condición de que no reduzcan el caudal requerido del dispositivo de descompresión.

**18.2** Se deben tomar medidas para impedir que las personas no autorizadas tengan acceso a los dispositivos de descompresión y para evitar que éstos sufran daños en caso de vuelco de la cisterna portátil.

## **19. Dispositivos indicadores**

**19.1** No se deben utilizar indicadores de nivel hechos de vidrio ni indicadores hechos de otros materiales frágiles que comuniquen directamente con el contenido de la cisterna.

## **20. Soportes, bastidores y dispositivos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles**

**20.1** Las cisternas portátiles deben ser diseñadas y construidas con un soporte que asegure su estabilidad durante el transporte. En relación con este aspecto del diseño, se deben tener en cuenta las fuerzas que se indican en el numeral 5.12 y el coeficiente de seguridad indicado en 5.13. Se consideran aceptables los patines, los bastidores, las cunas y otras estructuras similares.

**20.2** Los esfuerzos combinados ejercidos por los soportes (cunas, bastidores, etc.) y por los dispositivos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles no deben generar esfuerzos excesivos en ninguna parte del depósito. Todas las cisternas portátiles deben estar provistas de dispositivos permanentes de elevación y de sujeción. Es preferible que éstos estén montados en los soportes de la cisterna portátil, pero pueden estar montados sobre placas de refuerzo fijadas en el depósito en los puntos de apoyo.

**20.3** En el diseño de soportes y bastidores se deben tener en cuenta los efectos de corrosión debidos al medio ambiente.

**20.4** Se deben poder obturar los huecos de entrada de las horquillas elevadoras. Los medios de obturación deben ser un elemento permanente del bastidor o estar permanentemente fijados a éste. No es necesario que las cisternas portátiles de compartimiento único con una longitud inferior a 3.65 m estén provistas de huecos obturados, a condición de que:

- a) El depósito y todos sus accesorios estén bien protegidos contra los choques de las horquillas elevadoras; y
- b) La distancia entre los centros de los huecos para las horquillas elevadoras sea por lo menos igual a la mitad de la longitud máxima de la cisterna portátil.

**20.5** Cuando las cisternas portátiles no estén protegidas durante el transporte, conforme a las disposiciones establecidas para las mismas, los depósitos y los equipos de servicio deben estar protegidos contra los daños resultantes de choques laterales y longitudinales y de vuelcos. Los accesorios externos deben estar protegidos de modo

que se impida el escape del contenido del depósito en caso de choque o de vuelco de la cisterna portátil sobre sus accesorios. Constituyen ejemplos de protección:

- a) La protección contra los choques laterales, que puede consistir en barras longitudinales que protejan el depósito por ambos lados a la altura de su eje medio;
- b) La protección de la cisterna portátil contra los vuelcos, que puede consistir en aros de refuerzo o barras fijadas transversalmente sobre el bastidor;
- c) La protección contra los choques por la parte posterior, que puede consistir en un parachoques o un bastidor;
- d) La protección del depósito contra los daños resultantes de choques o vuelcos utilizando un bastidor.

## **21. Aprobación del diseño**

**21.1** Para cada nuevo diseño de cisterna portátil, se debe contar con el dictamen de aprobación del diseño. En ese dictamen debe constar que la cisterna portátil ha sido examinada, que es adecuada para el fin al que se le destina y que responde a las normas que se establecen y, cuando procede, a las especificaciones relativas a las sustancias enunciadas en la norma respectiva. Si se fabrica una serie de cisternas portátiles sin modificación del diseño, el dictamen debe ser válido para toda la serie. El dictamen debe mencionar el informe de prueba del prototipo, las sustancias o grupos de sustancias que se permite transportar, los materiales de construcción del depósito y del revestimiento (cuando lo haya) y el número de aprobación. El número de aprobación estará formado por el signo o marca distintivos del país en cuyo territorio se haya concedido la aprobación de conformidad con las disposiciones aplicables en el comercio internacional, y por un número de matriculación. En el dictamen debe indicarse, si la hubiere, cualquier otra especificación alternativa con arreglo a lo indicado en la norma aplicable. La aprobación de un diseño puede aplicarse a cisternas portátiles más pequeñas hechas de materiales de la misma clase y del mismo espesor, con las mismas técnicas de fabricación, con soportes idénticos y sistemas de cierre y otros accesorios equivalentes.

**21.2** El informe de prueba del prototipo para la aprobación del diseño debe incluir, por lo menos, los siguientes datos:

- a) los resultados de la prueba aplicable al bastidor;
- b) los resultados de la inspección y la prueba iniciales previstos en el numeral 22.3; y
- c) los resultados de la prueba de choque prevista en el numeral 22.1, cuando proceda.

## **22. Inspección y pruebas**

**22.1** Las cisternas portátiles que responden a la definición de contenedor dada en 22.1.1, no deberán emplearse a menos que hayan sido aprobadas después de que un prototipo representativo de cada modelo se haya sometido con éxito la prueba dinámica de impacto longitudinal de conformidad con la norma respectiva.

**22.1.1** Por "contenedor" se entiende un elemento de equipo de transporte:

- a) de carácter permanente, y por tanto, suficientemente resistente para permitir su empleo repetido;
- b) especialmente ideado para facilitar el transporte de mercancías, por uno o varios modos de transporte, sin manipulación intermedia de la carga;
- c) construido de manera que pueda sujetarse y/o manipularse fácilmente, con cantoneras para ese fin;
- d) de un tamaño tal que la superficie delimitada por las cuatro esquinas inferiores exteriores sea:
  - i) por lo menos 14 metros cuadrados (150 pies cuadrados) o
  - ii) por lo menos 7 metros cuadrados (75 pies cuadrados), si lleva cantoneras superiores.

El término "contenedor" no incluye los vehículos ni los embalajes; no obstante, incluye los contenedores transportados sobre chasis.

**22.2** El depósito y los distintos componentes del equipo de cada cisterna portátil deben ser inspeccionados y probados, primero antes de ser puestos en servicio (inspección y prueba iniciales) y después a intervalos de cinco años como máximo (inspección y prueba periódicos quinquenales) con una inspección y prueba periódicos intermedios (inspección y prueba a intervalos de dos años y medio), que se efectuará a mitad del periodo de cinco años. Esta última inspección y prueba pueden efectuarse dentro de los tres meses anteriores o posteriores a la fecha especificada.

Cuando sea necesario en virtud del 22.7, se efectuará una inspección y prueba excepcionales, independientemente de la fecha de la última inspección y prueba periódicas.

**22.3** Como parte de la inspección y prueba iniciales de una cisterna portátil se debe proceder a una comprobación de las características del diseño, a un examen interior y exterior de la cisterna portátil y de sus accesorios teniendo en cuenta las substancias que se han de transportar en ella, y a una prueba de presión. Antes de que la cisterna portátil sea puesta en servicio, también debe efectuarse una prueba de hermeticidad y una prueba del funcionamiento satisfactorio de todos los equipos de servicio. Si el depósito y los accesorios han sido sometidos por separado a una prueba de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a una prueba de hermeticidad.

**22.4** La inspección y prueba periódicos quinquenales deben comprender una prueba interior y exterior y también, por lo general, una prueba de presión hidráulica. En el caso de las cisternas que sólo se utilicen para el transporte de substancias sólidas que no sean tóxicas ni corrosivas, y que no se licuen durante el transporte, la prueba de presión hidráulica podrá ser reemplazada por una prueba de presión adecuada a 1.5 veces la presión de servicio máxima autorizada, siempre que lo apruebe la autoridad competente. Los revestimientos, termoaislamientos, etc., de que esté provista la cisterna portátil no se retirarán sino en la medida necesaria para apreciar bien el estado en que ésta se encuentra. Si el depósito y los equipos de servicio han sido sometidos por separado a una prueba de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a una prueba de hermeticidad.

**22.5** La inspección y prueba periódicos intermedios (a intervalos de dos años y medio) deben comprender, por lo menos, un examen interior y exterior de la cisterna portátil y de sus accesorios, teniendo en cuenta las substancias que se han de transportar, una prueba de hermeticidad y una prueba de funcionamiento satisfactorio de todos los equipos de servicio. Los revestimientos y termoaislamientos, de que esté provista la cisterna portátil no se retirarán sino en la medida necesaria para apreciar bien el estado en que ésta se encuentra. En el caso de cisternas portátiles destinadas al transporte de una sola substancia, las autoridades competentes pueden renunciar a la prueba interior a los dos años y medio o sustituirlo por otros métodos de prueba o procedimientos de inspección.

**22.6** No se puede llenar ni presentar para el transporte una cisterna portátil después de la fecha de vencimiento de la última inspección y prueba periódicas quinquenales o de los dos años y medio previstos en 22.2. Sin embargo, una cisterna portátil que se haya llenado antes de la fecha de expiración de la última inspección y prueba periódicas puede ser transportada durante un periodo que no exceda de tres meses de dicha fecha. Además, las cisternas portátiles pueden transportarse después de la fecha de vencimiento de la última prueba e inspección periódicas:

- a) después del vaciado pero antes de la limpieza, con objeto de someterlas a la siguiente prueba o inspección requeridos antes de volver a llenarlas; y
- b) salvo especificación contraria, durante un periodo máximo de seis meses después de la fecha de vencimiento de la última prueba o inspección periódicos, con objeto de posibilitar la recuperación de mercancías peligrosas para su eliminación o reciclaje. En el documento de transporte de la norma respectiva debe constar esta exención.

**22.7** La inspección y prueba excepcionales son necesarios cuando hay indicios de que la cisterna portátil tiene zonas dañadas o corroídas, o tiene escapes u otros defectos que puedan poner en peligro su integridad. El nivel de la inspección y prueba excepcionales dependerá de la importancia de los daños o deterioros sufridos por la cisterna portátil. Deben incluir por lo menos la inspección y prueba efectuadas a los dos años y medio con arreglo al 22.5.

**22.8** En las pruebas interiores y exteriores se debe comprobar que:

- a) se inspecciona el depósito para comprobar si tiene picaduras, corrosiones, abrasiones, abolladuras, deformaciones, defectos de soldadura o cualquier otra anomalía, incluidos los escapes, que puedan hacer que la cisterna no sea segura para el transporte;
- b) se inspeccionan las tuberías, las válvulas, el sistema de calefacción/refrigeración y las juntas para comprobar si existen zonas de corrosión, defectos y cualquier otra anomalía, incluidos los escapes, que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura durante el llenado, el vaciado o el transporte;
- c) los dispositivos de cierre de las tapas pasa hombre funcionan correctamente y no hay escapes en las tapas o las juntas;
- d) se reponen los pernos o tuercas que falten o se aprietan los pernos o tuercas sueltos en las juntas con brida o en las bridas ciegas;

- e) todos los dispositivos y válvulas de emergencia están exentos de corrosión, deformación o cualquier daño o defecto que pueda impedir su funcionamiento normal. Deben hacerse funcionar los dispositivos de cierre a distancia y las válvulas de cierre automático para comprobar que funcionan correctamente;
- f) los revestimientos que haya se inspeccionan conforme a los criterios indicados por su fabricante;
- g) las marcas prescritas sobre la cisterna portátil son legibles y cumplen las especificaciones aplicables; y
- h) el bastidor, los soportes y los dispositivos de elevación de la cisterna portátil se encuentran en buen estado.

**22.9** La Unidad de Verificación, debe realizar o presenciar las inspecciones y prueba indicados en los numerales 22.1, 22.3, 22.4, 22.5 y 22.7. Si la prueba de presión forma parte de la inspección y las pruebas, la presión de prueba debe ser la que se indique en la placa de inspección de la cisterna portátil. La cisterna debe ser inspeccionada a presión para detectar cualquier fuga en el depósito, las tuberías o los equipos de servicio.

**22.10** Todos los trabajos de corte, calentamiento o soldadura que se realicen en el depósito deben de llevarse a cabo, teniendo en cuenta las disposiciones para recipientes a presión utilizada en la construcción del depósito. Una vez terminados los trabajos, se debe efectuar una prueba de presión a la presión de prueba inicial.

**22.11** Si se comprueba que la cisterna portátil tiene un defecto que la hace insegura, la cisterna no debe ponerse de nuevo en servicio mientras no haya sido reparada y haya superado una nueva prueba.

**23. Marcado**

**23.1** Toda cisterna portátil debe tener una placa de metal resistente a la corrosión, fijada de modo permanente en un lugar visible y de fácil acceso para la inspección. Si por la configuración de la cisterna portátil la placa no puede fijarse de modo permanente sobre el depósito, se deberá indicar sobre éste al menos la información contenida en las disposiciones para recipientes a presión. En la placa se grabará, por estampación o por otro método similar, como mínimo la siguiente información:

- País de fabricación
- U País de                      Número de      Especificaciones alternativas (normas aplicables)
- N aprobación                      aprobación                      "AA"
- Nombre o marca del fabricante
- Número de serie del fabricante
- Organismo autorizado para la aprobación del diseño
- Número de matrícula del propietario
- Año de fabricación
- Normatividad aplicable para recipientes a presión al que se ajusta el diseño del depósito
- Presión de prueba \_\_\_bar/kPa<sup>1</sup> (presión manométrica)
- Presión de servicio máxima autorizada \_\_\_bar/kPa<sup>1</sup> (presión manométrica)
- Presión de cálculo externa<sup>2</sup> \_\_\_bar/kPa<sup>1</sup> (presión manométrica)
- Gama de temperaturas de cálculo \_\_\_°C a \_\_\_°C
- Capacidad de agua a 20 °C \_\_\_litros
- Capacidad de agua de cada compartimiento a 20°C \_\_\_litros
- Fecha de la prueba de presión inicial e identidad del testigo
- PSMA para el sistema de calefacción/refrigeración \_\_\_bar/kPa<sup>1</sup> (presión manométrica)
- Material(es) del depósito y referencia(s) de la norma o normas de los materiales

<sup>1</sup> Se indicará la unidad utilizada

<sup>2</sup> véase 5.10

Espesor equivalente en acero de referencia \_\_\_mm

Material de revestimiento (si lo hubiere)

Fecha y tipo de la(s) prueba (s) periódico(s) más reciente(s)

Mes \_\_\_ año \_\_\_ presión de prueba \_\_\_bar/kPa<sup>1</sup> (presión manométrica)

Sello de La Unidad de Verificación que realizó o presenció la prueba más reciente

**23.2** En la misma cisterna portátil o en una placa de metal sólidamente fijada a la cisterna se deben marcar, además, los siguientes datos:

Nombre de la empresa explotadora

Masa bruta máxima autorizada \_\_\_kg

Tara \_\_\_kg

#### **24. Bibliografía**

Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas, Regulación Modelo, emitida por la Organización de las Naciones Unidas, decimoquinta edición revisada, Nueva York y Ginebra, 2007.

Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA), primera edición revisada, emitido por la Organización de las Naciones Unidas, Nueva York y Ginebra, 2005.

Manual de Pruebas y Criterios, Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas, emitido por la Organización de las Naciones Unidas, cuarta edición revisada, Nueva York y Ginebra, 2003.

#### **25. Concordancia con normas internacionales**

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana es idéntico a:

Recomendaciones relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas, Regulación Modelo, emitido por la Organización de las Naciones Unidas, decimoquinta edición revisada, Nueva York y Ginebra, 2007. Volumen II, Capítulo 6.7.2.

#### **26. Observancia**

Con fundamento en lo dispuesto en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, y Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, el presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana tiene carácter de obligatorio.

#### **27. Vigilancia**

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por conducto de la Dirección General de Autotransporte Federal, así como la Secretaría de Seguridad Pública, a través de la Policía Federal, son las autoridades competentes para vigilar el cumplimiento del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

#### **28. Evaluación de la conformidad**

Se realizará a través de los siguientes lineamientos:

Para el caso del transporte carretero, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la Secretaría de Seguridad Pública, en el ámbito de sus respectivas competencias, se coordinarán en la vigilancia, verificación, e inspección de cisternas portátiles destinadas al transporte de substancias, materiales y residuos peligrosos de las clases 1, 3 a 9.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes podrá realizar visitas de inspección, a través de los servidores públicos comisionados que exhiban identificación vigente y orden de visita, en la que se enumeren las especificaciones cuyo cumplimiento habrá de inspeccionarse y quienes también podrán imponer las sanciones respectivas.

De toda visita de inspección se levantará acta debidamente circunstanciada, en presencia de dos testigos propuestos por la persona que haya atendido la visita o por el servidor público comisionado, la cual deberá contener nombre y firma del servidor público que realiza la inspección. Una vez elaborada el acta, el servidor público que realiza la inspección proporcionará una copia de la misma a la persona que atendió la visita.

Los concesionarios y permissionarios, están obligados a proporcionar a los servidores públicos comisionados por la Secretaría, todos los datos o informes que le sean requeridos y permitir el acceso a sus instalaciones para cumplir su cometido.

Así mismo, en caminos y puentes de jurisdicción federal se verificarán los siguientes aspectos de las cisternas portátiles:

1. Construcción con materiales que no sean capaces de alterar la substancia o substancias a transportar de acuerdo a la información contenida en la placa de metal de la cisterna portátil, la cual deberá estar fija de manera permanente y en un lugar visible y de fácil acceso, así como ser resistente a la corrosión.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes podrá autorizar a terceros para que lleven a cabo verificaciones de acuerdo con lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

A su vez, las unidades de verificación aprobadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para esta Norma, examinarán las cisternas portátiles con base en lo siguiente:

1. Verificar que los materiales utilizados para la construcción de los depósitos deberán ajustarse a las normas sobre materiales, de acuerdo a la información contenida en la placa de metal de la cisterna portátil y documental (memoria de cálculo) proporcionada por el fabricante, que la cisterna portátil fue diseñada y construida con las especificaciones y los materiales para contener y transportar materiales o residuos peligrosos en específico.
2. Verificar que los sistemas de aislamiento, utilizados para reducir el caudal de descarga, cumplan con:
  - a) Mantener su eficacia a cualquier temperatura hasta 649°C; y
  - b) Estar rodeados por un material cuyo punto de fusión sea igual o superior a 700°C.
3. Verificar que todos los materiales que componen a la cisterna portátil no deben tener la capacidad de alterar los productos que se transportarán.
4. Verificar si existe revestimiento en el depósito, debe ser inalterable por las substancias y homogéneo, no poroso, exento de perforaciones y compatible con la dilatación térmica del depósito.
5. Verificar que no haya contacto entre materiales diferentes que puedan causar daños por corrosión.
6. Verificar que las cisternas portátiles deben ser diseñadas y construidas con soportes que les sirvan de base estable durante el transporte y con dispositivos adecuados para elevación y anclaje.
7. Verificar que los dispositivos de descompresión sean diseñados de forma que resistan, sin deformación permanente las presiones especificadas en la norma.
8. Verificar que las cisternas portátiles y sus elementos de sujeción, puedan soportar, cuando lleven la carga máxima autorizada, las fuerzas estáticas siguientes aplicadas por separado:
  - a) En la dirección de transporte: el doble de la masa bruta máxima autorizada multiplicado por la aceleración de la gravedad (g);
  - b) Horizontal o perpendicularmente a la dirección de transporte: la masa bruta máxima autorizada (cuando la dirección del transporte no esté claramente determinada, las fuerzas deben ser iguales al doble de la masa bruta máxima autorizada) multiplicada por la aceleración de la gravedad (g);
  - c) Verticalmente, de abajo a arriba: la masa bruta máxima autorizada multiplicada por la aceleración de la gravedad (g); y
  - d) Verticalmente, de arriba a abajo: el doble de la masa bruta máxima autorizada (carga total incluido el efecto de la gravedad) multiplicado por la aceleración de la gravedad (g).
9. Los depósitos de las cisternas portátiles deben tener un diseño que permita el análisis de esfuerzos de manera matemática o experimental.
10. Verificar que los depósitos estén diseñados y construidos de forma que resistan una presión de la prueba de al menos 1.5 veces la presión de cálculo.
11. Verificar que el espesor mínimo del depósito, sea mayor a los siguientes:
  - a) el espesor mínimo determinado de conformidad con las especificaciones de 7.2 a 7.10;
  - b) el espesor mínimo determinado para recipientes a presión, habida cuenta de las especificaciones del numeral 6; y

- c) el espesor mínimo especificado en la instrucción de transporte pertinente sobre cisternas portátiles de la norma respectiva.
12. Verificar que en los depósitos cuyo diámetro no sea superior a 1.80 m, la virola, los fondos y las tapas de las boquillas para entrada de un hombre deben tener al menos 5 mm de espesor, y cuyo diámetro exceda de 1.80 m, deben tener al menos 6 mm de espesor.
  13. Verificar que cuando el depósito tenga una protección adicional contra el deterioro, en las cisternas portátiles que tengan una presión de prueba inferior a 2.65 bar, cuyo diámetro sea inferior a 1.80 m deben tener como mínimo 3 mm de espesor y los depósitos cuyo diámetro exceda 1.80 m deben tener como mínimo 4 mm de espesor.
  14. Verificar que los equipos de servicio deben estar protegidos para no ser dañados durante las operaciones de transporte.
  15. Verificar que el dispositivo de descompresión esté diseñado de manera que impidan la entrada de sustancias extrañas, fugas de gas todo aquello que aumente peligrosamente la presión.
  16. Verificar que las conexiones de los dispositivos de descompresión sean de tamaño suficiente para que el caudal requerido pueda circular sin obstáculos hasta el dispositivo de seguridad.
  17. Verificar que las cisternas portátiles estén provistas de uno o varios dispositivos indicadores, diseñados y contruidos con un soporte que asegure su estabilidad durante el transporte.
  18. Verificar, que las pruebas iniciales de una cisterna portátil, en sus características de diseño, tanto interior, exterior y de sus accesorios, no permitan ninguna de las siguientes:  
El depósito de una cisterna portátil no tiene picaduras, corrosiones, abrasiones, abolladuras, deformaciones, defectos de soldadura o cualquier otra anomalía, incluidos los escapes, que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura para el transporte;
    - a) El depósito de una cisterna portátil no tiene picaduras, corrosiones, abrasiones, abolladuras, deformaciones, defectos de soldadura o cualquier otra anomalía, incluidos los escapes, que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura para el transporte;
    - b) Incluidos las tuberías, las válvulas y las juntas para comprobar si existen zonas de corrosión, defectos y cualquier otra anomalía, incluidos los escapes, que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura durante el llenado, el vaciado o el transporte
    - c) Que los dispositivos de cierre de las tapas de las bocas de hombre funcionan correctamente y no hay escapes en las tapas o las juntas;
    - d) Que todos los dispositivos y válvulas de emergencia están exentos de corrosión, deformación o cualquier daño o defecto que pueda impedir su funcionamiento normal.
    - e) No funcionan los dispositivos de cierre a distancia y los obturadores de cierre automático.
    - f) Que las marcas prescritas sobre la cisterna portátil sean legibles y no cumplen las especificaciones aplicables; y
    - g) Que el bastidor, los soportes y los dispositivos de elevación de la cisterna portátil se encuentran en buen estado.
  19. Verificar que para cada nuevo diseño de cisterna portátil, se cuente con el Dictamen de aprobación del diseño, el cual debe contener:
    - a) El informe de pruebas del prototipo,
    - b) Los gases que se permite transportar,
    - c) Los materiales de construcción del depósito y el número de aprobación, el cual debe incluir el signo o marca distintivos de México y el número de matrícula.
  20. Verificar que el Informe de pruebas del prototipo, incluya los resultados de la prueba aplicable al bastidor, resultados de inspección y pruebas iniciales y de choque cuando proceda.
  21. Verificar que cada cisterna portátil cuente con resultados de pruebas e inspecciones iniciales, intermedias y periódicas quinquenales según corresponda.

22. Verificar Las cisternas no deben perder su contenido debido a la presión interna, cargas estáticas, dinámicas y térmicas.
23. Contar con resultados de pruebas iniciales, intermedias y quinquenales según corresponda.
24. Contar con inspección de soldaduras.
25. Las cisternas que transportan sustancias de la clase 3 estarán conectadas eléctricamente a tierra.
26. Contar con una válvula manual situada lo más cerca posible del depósito, en los orificios destinados al llenado y vaciado.
27. La cisterna portátil debe ir provista de una entrada de hombre adecuada para permitir una inspección.
28. Las conexiones de la cisterna portátil deben tener inscripciones que indiquen su función.
29. Se Verificará que toda cisterna portátil tenga una placa de metal resistente a la corrosión, fijada de modo permanente en un lugar visible y de fácil acceso para la inspección, la cual debe contener como mínimo la información establecida en el punto 23.1 de la norma.

### **29. Vigencia**

El presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana entrará en vigor 60 días naturales después de la fecha de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

### **30. Transitorio**

**UNICO.-** Con la entrada en vigor de la Norma Oficial Mexicana, se aboga la NOM-032-SCT2/1995, Para el transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos. Especificaciones y características para la construcción y reconstrucción de contenedores cisterna destinados al transporte multimodal de materiales de las clases 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de diciembre de 1997.

México, D.F., a 3 de junio de 2009.