

Capítulo 6.7

Disposiciones relativas al proyecto, la construcción, la inspección y el ensayo de cisternas portátiles y los contenedores de gas de elementos múltiples (CGEM)

Nota:

Las disposiciones del presente capítulo son asimismo aplicables a los vehículos cisterna para el transporte por carretera en la medida indicada en el capítulo [6.8](#).

6.7.1 Aplicación y disposiciones generales

6.7.1.1 Las disposiciones del presente capítulo se aplican a las cisternas portátiles destinadas al transporte de mercancías peligrosas de las clases 2, 3, 4, 5, 6, 8 y 9, y a los CGEM destinados al transporte de gases no refrigerados de la Clase 2, por todos los modos de transporte. Además de las disposiciones del presente capítulo, y a menos que se indique otra cosa, toda cisterna portátil para el transporte multimodal o CGEM que responda a la definición de "contenedor" que se formula en el Convenio internacional sobre la seguridad de los contenedores (CSC), de 1972, en su forma enmendada, deberá cumplir las disposiciones establecidas en ese Convenio que le sean aplicables. En el caso de las cisternas portátiles para las instalaciones mar adentro manipuladas en mar abierta podrán aplicarse otras disposiciones adicionales.

6.7.1.1.1 El Convenio internacional sobre la seguridad de los contenedores no es aplicable a los contenedores cisterna para instalaciones mar adentro que se manipulan en mar abierta. En el proyecto y los procedimientos de ensayo de contenedores cisterna para instalaciones mar adentro deberán tenerse en cuenta la izada dinámica y las fuerzas de impacto que pueden ejercerse durante la manipulación en mar abierta, bajo condiciones meteorológicas o estado de la mar desfavorable. Las autoridades competentes aprobadoras deberán determinar las disposiciones para tales cisternas (véase asimismo la circular MSC/Circ.860, "Directrices para la aprobación de contenedores para instalaciones mar adentro manipulados en mar abierta").

6.7.1.2 Para tener en cuenta el progreso de la ciencia y de la técnica, las disposiciones técnicas del presente capítulo podrán modificarse mediante otras disposiciones, que deberán ofrecer al menos el mismo nivel de seguridad que garantizan las del presente capítulo en cuanto a la compatibilidad con las sustancias transportadas y la capacidad de la cisterna para resistir a los choques, a las cargas y al fuego. En el caso del transporte internacional, las cisternas portátiles o CGEM que se rijan por disposiciones diferentes deberán ser aprobadas por las autoridades competentes.

6.7.1.3 Cuando no se asigne a determinada sustancia ninguna de las instrucciones sobre cisternas portátiles (T1 a T75) en la Lista de mercancías peligrosas del capítulo [3.2](#), la autoridad competente del país de origen podrá extender una aprobación provisional de transporte. La aprobación deberá incluirse en la documentación del envío y contendrá como mínimo la información que se proporciona normalmente en las instrucciones sobre cisternas portátiles y las condiciones de transporte de la sustancia. La autoridad competente deberá adoptar las medidas adecuadas para incluir la asignación en la Lista de mercancías peligrosas

6.7.2 Disposiciones relativas al proyecto, la construcción, la inspección y el ensayo de cisternas portátiles destinadas al transporte de las sustancias de las clases 1 y 3 a 9

6.7.2.1 Definiciones

A los efectos de la presente sección:

Acero de grano fino: acero que tenga un grosor de granos ferríticos de seis o menos, tal como se determina en la norma ASTM E 112-96 o tal como se define en EN 10028-3, Parte 3.

Acero de referencia: acero que tiene una resistencia a la tracción de 370 N/mm² y un alargamiento de rotura del 27%.

Acero dulce: acero que tiene una resistencia mínima garantizada a la tracción de 360 N/mm² a 440 N/mm² y un alargamiento mínimo garantizado de rotura conforme a lo establecido en el párrafo [6.7.2.3.3.3](#).

Cisterna portátil: cisterna multimodal utilizada para el transporte de sustancias de las clases 1 y 3 a 9. La cisterna portátil comprende un depósito provisto de los elementos 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 proyectada 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 vagones cisterna, las cisternas no metálicas y los recipientes intermedios para graneles (RIG) no se consideran cisternas portátiles.

Cisterna portátil para instalaciones mar adentro: cisterna portátil proyectada especialmente para usarse reiteradamente en el transporte de mercancías peligrosas hacia, desde o entre instalaciones mar adentro. Tales cisternas estarán diseñadas y construidas de conformidad con la circular MSC/Circ.860, titulada "Directrices para la aprobación de contenedores para instalaciones mar adentro manipulados en mar abierta".

Depósito: parte de la cisterna portátil que contiene la sustancia transportada, es decir, la cisterna propiamente dicha, con inclusión de las aberturas y sus cierres, pero con exclusión de los elementos de servicio o los elementos estructurales externos.

Elementos estructurales: elementos de refuerzo, sujeción, protección o estabilización exteriores al depósito.

Elemento fusible: un dispositivo de reducción de la presión no reconectable que se acciona térmicamente.

Ensayo de estanquidad: ensayo en el que se utiliza gas para someter el depósito y su equipo de servicio a una presión interna efectiva no inferior al 25% de la presión de servicio máxima autorizada.

Equipos de servicio: instrumentos de medida y dispositivos de llenado, vaciado, aireación, seguridad, calefacción, refrigeración y aislamiento térmico.

Masa bruta máxima permisible: 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 con arreglo a un código convenido relativo a los recipientes a presión. La presión de cálculo no debe ser inferior a la mayor de las presiones siguientes:

- .1 la presión manométrica efectiva máxima autorizada en el depósito durante el llenado o el vaciado; o
- .2 la suma de:
 - .1 la presión de vapor absoluta (en bar) de la sustancia a 65°C (a la temperatura máxima alcanzada durante el llenado, el vaciado o el transporte para sustancias de temperatura elevada que se transportan a más de 65°C), menos 1 bar; y
 - .2 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°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°C; t_r = 50°C, temperatura media máxima de la carga); y
 - .3 la presión hidrostática determinada sobre la base de las fuerzas estáticas especificadas en el párrafo 6.7.2.2.12, pero nunca inferior a 0,35 bar;
- .3 las dos terceras partes de la presión mínima de ensayo indicada en la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.5.2.6.

Presión de ensayo: la presión manométrica máxima en la parte superior del depósito, medida durante el ensayo de presión hidráulica, al menos igual a la presión de cálculo multiplicada por 1,5. La presión mínima de ensayo para las cisternas portátiles destinadas a determinadas sustancias se indica en la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.5.2.6.

Presión de servicio máxima autorizada (PSMA): 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:

- .1 la presión manométrica efectiva máxima autorizada en el depósito durante el llenado o el vaciado; o
- .2 la presión manométrica efectiva máxima para la que esté proyectado el depósito y que no deberá ser inferior a la suma de:
 - .1 la presión de vapor absoluta (en bar) de la sustancia a 65°C (a la temperatura máxima alcanzada durante el llenado, el vaciado o el transporte para sustancias de temperatura elevada que se transportan a más de 65°C), menos 1 bar; y
 - .2 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°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°C; t_r = 50°C, temperatura media máxima de la carga).

La *gama de temperaturas de cálculo* para el depósito es de -40°C a 50°C en el caso de las sustancias transportadas en las condiciones ambientales. En el caso de las otras sustancias que se llenan, descargan o transportan a temperaturas superiores a 50°C, la temperatura de cálculo no debe ser inferior a la temperatura máxima de la sustancia durante el llenado, la descarga o el transporte. Deben preverse temperaturas de cálculo más rigurosas para las cisternas portátiles sometidas a condiciones climáticas adversas.

6.7.2.2 Disposiciones generales relativas al proyecto y la construcción

6.7.2.2.1 Los depósitos deberán proyectarse y construirse de conformidad con las disposiciones de un código sobre recipientes a presión aceptado por la autoridad competente. Deberán ser de materiales metálicos capaces de recibir la forma deseada. En principio, los materiales deberán ajustarse a las normas nacionales o internacionales sobre materiales. Para los depósitos soldados sólo deberán utilizarse un material cuya soldabilidad esté plenamente demostrada. Las soldaduras deberán estar bien hechas y ofrecer total seguridad. Cuando el proceso de fabricación o el material lo exija, el depósito deberá ser sometido a un tratamiento térmico adecuado que garantice la resistencia necesaria de las soldaduras y de las zonas afectadas por el calor. Al elegir el material deberá tenerse en cuenta la gama de temperaturas de cálculo con respecto al riesgo de fractura frágil bajo tensión, la aparición de fisuras por corrosión y la resistencia a los impactos. Cuando se utilice acero de grano fino, el valor garantizado del límite de fluencia no deberá superar los 460 N/mm² y el valor garantizado del límite superior de la resistencia a la tracción no deberá ser superior a 725 N/mm² según la especificación del material. El aluminio no deberá utilizarse como material de construcción más que en los casos indicados en una disposición especial para cisternas portátiles asignada a una sustancia determinada en la Lista de mercancías peligrosas, o cuando lo apruebe la autoridad competente. Si está autorizada su utilización, el aluminio deberá tener un aislamiento que impida una pérdida considerable de sus propiedades físicas cuando esté sometido a una carga térmica de 110 kW/m² durante un periodo no inferior a 30 minutos. El aislamiento deberá ser eficaz a todas las temperaturas inferiores a 649°C y deberá estar protegido por un revestimiento de un material cuyo punto de fusión no sea inferior a 700°C. Los materiales de las cisternas portátiles deberán estar adaptados al medio ambiente exterior en el que vayan a ser transportados.

6.7.2.2.2 Los depósitos de las cisternas portátiles, sus accesorios y sus tuberías deberán estar fabricados con un material que:

- .1 sea virtualmente inatacable por la(s) sustancia(s) transportada(s);
- .2 sea eficazmente pasivado o neutralizado por reacción química; o
- .3 esté revestido de otro material resistente a la corrosión directamente adherido al depósito o fijado por otro método equivalente.

6.7.2.2.3 Las juntas obturadoras deberán estar hechas de un material inatacable por la(s) sustancia(s) transportada(s).

6.7.2.2.4 Cuando los depósitos estén revestidos, el forro deberá ser virtualmente inatacable por las sustancias transportadas, homogéneo, no poroso, exento de perforaciones, suficientemente elástico y compatible con las características de dilatación térmica del depósito. El forro del depósito y de sus accesorios y tuberías debe ser continuo y cubrir completamente la superficie de cualquier brida. Cuando los accesorios exteriores vayan soldados a la cisterna, el forro se deberá extender de forma continua y cubrir completamente la cara de las bridas exteriores.

6.7.2.2.5 Las juntas y costuras del forro deberán efectuarse por fusión mutua de los materiales o por cualquier otro medio igualmente eficaz.

6.7.2.2.6 Deberá evitarse el contacto entre metales diferentes que pueda causar daños por efecto de la acción galvánica.

6.7.2.2.7 Los materiales de que esté hecha la cisterna portátil, incluidos los de cualesquiera dispositivos, juntas, forros y accesorios, no deberán tener un efecto adverso en la(s) sustancia(s) que ha(n) de transportarse.

6.7.2.2.8 Las cisternas portátiles deberán estar proyectadas y construidas con soportes que proporcionen una base segura durante el transporte e ir provistas de dispositivos de izada y sujeción adecuados.

6.7.2.2.9 Las cisternas portátiles deberán estar proyectadas 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 proyecto deberá mostrar claramente que se han tenido en cuenta los efectos de la fatiga, resultantes de la aplicación reiterada de esas cargas durante la vida prevista de la cisterna portátil.

6.7.2.2.9.1 En el caso de cisternas portátiles que hayan de ser utilizadas como contenedores cisterna para instalaciones mar adentro, habrá que tener en cuenta los esfuerzos dinámicos impuestos por la manipulación en mar abierta.

6.7.2.2.10 Los depósitos provistos de dispositivos de alivio de presión deberán estar proyectados de forma que resistan, sin deformación permanente, una presión exterior de al menos 0,21 bar por encima de la presión interna. Los dispositivos de alivio de presión deberán estar regulados para que entren en funcionamiento a un grado de vacío no superior a -0,21 bar, a no ser que el depósito esté proyectado para soportar una sobrepresión exterior superior, en cuyo caso la capacidad de alivio de presión del dispositivo que vaya a instalarse no debe ser superior a la depresión de cálculo de la cisterna. A reserva de la aprobación de la autoridad competente, los depósitos que se utilicen para el transporte de sustancias sólidas adscritas a los Grupos de embalaje/envase II o III solamente que no se licúen durante el transporte podrán estar proyectados para una presión exterior más baja, en cuyo caso el dispositivo de alivio de presión estará regulado para entrar en funcionamiento a esta presión inferior. Los depósitos que no estén provistos de dispositivos de alivio de presión deberán estar proyectados de forma que resistan, sin deformación permanente, una presión exterior de al menos 0,4 bar por encima de la presión interna.

6.7.2.2.11 Los dispositivos de depresión utilizados en las cisternas portátiles destinadas al transporte de sustancias que cumplan los criterios relativos al punto de inflamación de la Clase 3, inclusive sustancias transportadas a temperaturas elevadas iguales o superiores a su punto de inflamación, deberán impedir la entrada directa de llamas al interior del depósito, o bien la cisterna portátil deberá tener un depósito capaz de resistir, sin escapes, la explosión interna resultante de la entrada de llamas en el mismo.

6.7.2.2.12 Las cisternas portátiles y sus elementos de sujeción deberán poder soportar, cuando lleven la carga máxima autorizada, las siguientes fuerzas estáticas aplicadas separadamente:

.1 en la dirección del transporte: el doble de la masa bruta máxima autorizada multiplicado por la aceleración de la gravedad (g)*;

.2 horizontalmente, en ángulo recto a la dirección del 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)*;

.3 verticalmente hacia arriba: la masa bruta máxima autorizada multiplicada por la aceleración de la gravedad (g)*; y

.4 verticalmente hacia 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, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

6.7.2.2.13 Para cada una de las fuerzas mencionadas en el párrafo [6.7.2.2.12](#), los coeficientes de seguridad que habrán de aplicarse deben ser los siguientes:

.1 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 fluencia garantizado; o

.2 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 elástico convencional de 0,2% y, en el caso de los aceros austeníticos, de 1%.

6.7.2.2.14 El valor del límite de fluencia o del límite elástico deberá ser el establecido en las normas nacionales o internacionales sobre materiales. Cuando se utilicen aceros austeníticos, los valores mínimos especificados para esas propiedades en función de las normas sobre materiales podrán aumentarse hasta en un 15% cuando esos valores superiores consten en el certificado de inspección de materiales. Cuando no exista ninguna norma para el material en cuestión, los valores utilizados deberán ser aprobados por la autoridad competente.

6.7.2.2.15 Las cisternas portátiles destinadas al transporte de sustancias que cumplan los criterios relativos al punto de inflamación de la Clase 3, inclusive sustancias transportadas a temperaturas elevadas superiores a su punto de inflamación, deberán poder ser conectadas eléctricamente a tierra. Se deberán adoptar medidas para impedir descargas electrostáticas peligrosas.

6.7.2.2.16 Cuando lo exija para determinadas sustancias la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles indicada en las columnas 12 ó 13 de la Lista de mercancías peligrosas, o alguna disposición especial para cisternas portátiles de las columnas 12 ó 14 de dicha Lista, las cisternas portátiles deberán tener una protección adicional, que puede consistir bien en un aumento del espesor de la chapa del depósito, o en una elevación de la presión de ensayo, aumento o elevación que se determinarán teniendo en cuenta los riesgos inherentes al transporte de las sustancias de que se trate.

6.7.2.2.17 El aislamiento térmico que esté directamente en contacto con el depósito destinado al transporte de sustancias a temperaturas elevadas deberá tener una temperatura de ignición que sea al menos 50°C superior a la temperatura máxima de proyecto de la cisterna.

6.7.2.3 Criterios de proyecto

6.7.2.3.1 Los depósitos de las cisternas portátiles deberán tener un proyecto tal que se puedan analizar los esfuerzos bien matemáticamente o bien experimentalmente por medio de extensímetros de resistencia o por otro método aprobado por la autoridad competente.

6.7.2.3.2 Los depósitos deberán ser proyectados y construidos de forma que resistan una presión de ensayo hidráulica de al menos 1,5 veces la presión de cálculo. En las instrucciones pertinentes que figuran en la Lista de mercancías peligrosas y se describen en la sección 4.2.5, o en las disposiciones especiales para cisternas portátiles de la columna 13 de dicha Lista, que se describen en 4.2.5.3, se indican algunos requisitos específicos para determinadas sustancias. El espesor mínimo de la chapa del depósito de esas cisternas no deberá ser inferior al que figura en los párrafos 6.7.2.4.1 a 6.7.2.4.10.

6.7.2.3.3 Para los metales que tengan un límite de elasticidad claramente definido o se caractericen por tener un límite de fluencia normal garantizado (generalmente un límite clásico convencional de 0,2%; 1% en el caso de los aceros austeníticos), el esfuerzo primario de la membrana σ (sigma) en el depósito, a la presión de ensayo, no deberá exceder del menor de los valores siguientes: 0,75 Re Ó 0,50 Rm, siendo:

Re = límite de elasticidad aparente en N/mm², o límite elástico convencional de 0,2% y, en el caso de los aceros austeníticos, de 1%;

Rm = resistencia mínima a la tracción en N/mm².

6.7.2.3.3.1 Los valores de Re y Rm que han de utilizarse deberán ser los mínimos especificados en las normas nacionales o internacionales para 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 norma para el metal en cuestión, los valores de Re y Rm que se utilicen deberán ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada.

6.7.2.3.3.2 No se permitirá la construcción de depósitos soldados con aceros que tengan una relación R_e/R_m de más de 0,85. Los valores de R_e y R_m que han de utilizarse para determinar esa relación deberán ser los especificados en el certificado de inspección de materiales.

6.7.2.3.3.3 Los aceros utilizados en la construcción de depósitos deben tener un alargamiento porcentual después de la rotura de por lo menos 10 000/Rm, 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 éste que se utilicen en la construcción de depósitos de cisternas deben tener un alargamiento porcentual en la rotura no inferior a 10 000/6Rm, con un mínimo absoluto del 12%.

6.7.2.3.3.4 Para determinar los valores reales de los materiales, se debe observar que, en el caso del metal en láminas, el eje de las probetas para ensayos de tracción debe ser perpendicular (transversal) a la dirección del laminado. El alargamiento permanente en la rotura debe medirse en probetas de sección transversal rectangular de conformidad con la norma ISO 6892:1984, utilizando una distancia entre señales en la probeta de 50 mm.

6.7.2.4 Espesor mínimo de la chapa del depósito

6.7.2.4.1 El espesor mínimo de la chapa del depósito debe ser el mayor de los siguientes:

.1 el espesor mínimo determinado de conformidad con las disposiciones de 6.7.2.4.2 a 6.7.2.4.10;

.2 el espesor mínimo determinado conforme al código convenido para recipientes a presión, habida cuenta de las disposiciones de 6.7.2.3; y

.3 el espesor mínimo especificado en la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles indicada en las columnas 12 ó 13 de la Lista de mercancías peligrosas, o en alguna disposición especial para cisternas portátiles de las columnas 12 ó 14 de dicha Lista.

6.7.2.4.2 En los depósitos cuyo diámetro no sea superior a 1,80 m, las partes cilíndricas, las extremidades y las tapas de los agujeros de hombre deben tener al menos 5 mm de espesor si son de acero de referencia o el espesor equivalente del metal que se utilice. 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 embalaje/envase 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.

6.7.2.4.3 Cuando el depósito tenga una protección adicional, en las cisternas portátiles que tengan una presión de ensayo de menos de 2,65 bar, la autoridad competente puede autorizar una reducción del espesor mínimo del depósito proporcional a la protección adicional. Sin embargo, los depósitos cuyo diámetro no sea superior a 1,80 m deben tener no menos de 3 mm de espesor de acero de referencia o el espesor equivalente del metal que se utilice. Los depósitos cuyo diámetro exceda de 1,80 m deben tener al menos 4 mm de espesor de acero de referencia o el espesor equivalente del metal que se utilice.

6.7.2.4.4 Las partes cilíndricas, las extremidades y las tapas de los agujeros de hombre de todos los depósitos deben tener al menos 3 mm de espesor, sea cual fuere el material empleado en su construcción.

6.7.2.4.5 La protección adicional mencionada en el párrafo 6.7.2.4.3 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.

6.7.2.4.6 En el caso de un metal distinto del acero de referencia, el espesor equivalente al prescrito para éste en el párrafo 6.7.2.4.3 se deberá determinar mediante la siguiente ecuación:

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

donde:

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 pertinente sobre cisternas portátiles o en una disposición especial para cisternas portátiles indicada en las columnas 12, 13 ó 14 de la Lista de mercancías peligrosas;

R_{m1} = resistencia a la tracción mínima garantizada (en N/mm²) del metal que se utilice (véase el párrafo [6.7.2.3.3](#));

A_1 = alargamiento porcentual mínimo garantizado en la rotura del metal que se utilice, conforme a las normas nacionales o internacionales.

6.7.2.4.7 En los casos en que la instrucción pertinente del párrafo [4.2.5.2.6](#) especifique un espesor mínimo de 8 mm, 10 mm o 12 mm, hay que señalar 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 [6.7.2.1](#)) o el depósito tenga un diámetro de más de 1,80 m, el espesor se deberá determinar mediante la siguiente ecuación:

$$e_1 = \frac{21,4 e_0 d_1}{1,8 \sqrt[3]{R_{m1} \times A_1}}$$

donde:

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 pertinente sobre cisternas portátiles o en una disposición especial para cisternas portátiles indicada en las columnas 12, 13 ó 14 de la Lista de mercancías peligrosas;

d_1 = diámetro del depósito (en m), que no debe ser inferior a 1,80 m;

R_{m1} = resistencia mínima garantizada a la tracción (en N/mm²) del metal que se utilice (véase el párrafo [6.7.2.3.3](#));

A_1 = alargamiento porcentual mínimo garantizado en la rotura del metal que se utilice, conforme a las normas nacionales o internacionales.

6.7.2.4.8 El espesor de la chapa no debe ser inferior en ningún caso al indicado en los párrafos [6.7.2.4.2](#), [6.7.2.4.3](#) y [6.7.2.4.4](#). Todas las partes del depósito deben tener el espesor mínimo determinado en los párrafos [6.7.2.4.2](#) a [6.7.2.4.4](#). En este espesor no se deberá incluir una tolerancia por corrosión.

6.7.2.4.9 Cuando se utilice acero dulce (véase [6.7.2.1](#)), no es preciso utilizar la ecuación del párrafo [6.7.2.4.6](#).

6.7.2.4.10 El espesor de la chapa no debe cambiar bruscamente en la unión de las extremidades con la parte cilíndrica del depósito.

6.7.2.5 Equipos de servicio

6.7.2.5.1 Los equipos de servicio deben estar dispuestos de forma que no corran el riesgo de ser arrancados o dañados durante el transporte y la manipulación. Si la unión entre el bastidor y el depósito permite un movimiento relativo de esos subconjuntos, 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 (encastres de los tubos, dispositivos de cierre), la válvula interna de cierre 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 (incluidos las bridas y los tapones roscados) y las tapas protectoras, si las hubiere, deben poder fijarse para evitar su apertura fortuita.

6.7.2.5.1.1 Respecto de los contenedores cisterna para instalaciones mar adentro, en lo que se refiere al emplazamiento del equipo de servicio y al proyecto y resistencia de la protección habilitada para tal equipo, habrá que tener en cuenta el mayor peligro de que se produzcan averías por choque al ser manipuladas esas cisternas en mar abierta.

6.7.2.5.2 Todas las aberturas del depósito destinadas al llenado o vaciado de la cisterna portátil deben estar provistas de válvulas de cierre manuales situadas lo más cerca posible del depósito. Las otras aberturas, con excepción de las que conducen a dispositivos de aireación o reductores de presión, deben estar provistas de una válvula de cierre o de cualquier otro medio de cierre adecuado situado lo más cerca posible del depósito.

6.7.2.5.3 Toda cisterna portátil debe ir provista de un agujero de hombre o boca de inspección de tamaño adecuado para permitir la inspección interior y un acceso adecuado para los trabajos de mantenimiento y reparación del interior. Las cisternas portátiles con compartimientos deben estar provistas de un agujero de hombre o boca de inspección para cada compartimiento.

6.7.2.5.4 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 colectoras de derrame con sumideros apropiados.

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

6.7.2.5.6 Las válvulas de cierre y demás medios de cierre deben ser proyectados y construidos para que resistan una presión nominal que no debe ser inferior a la presión de servicio máxima autorizada del depósito, teniendo en cuenta las temperaturas previstas durante el transporte. Las válvulas de cierre con vástago roscado deben cerrarse por rotación en el sentido de las agujas del reloj. Para las demás válvulas de cierre debe indicarse claramente la posición (abierto y cerrado) y la dirección de cierre. Todas las válvulas de cierre deben proyectarse de manera que no pueda producirse una apertura fortuita.

6.7.2.5.7 Ninguna pieza móvil, tal como las tapas, los componentes de los sistemas de cierre, etc., debe de ser de acero corrosible no protegido si pueden entrar en contacto, por fricción o por percusión, con cisternas portátiles de aluminio destinadas al transporte de sustancias que cumplen los criterios relativos al punto de inflamación de la Clase 3, incluidas las sustancias transportadas a temperaturas elevadas, por encima de su punto de inflamación.

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

6.7.2.5.9 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 fuerte no debe ser inferior a 525°C. Las juntas no deben reducir la resistencia de las tuberías, como puede ocurrir con las uniones roscadas.

6.7.2.5.10 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 presión de servicio máxima autorizada 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 de reducción de la presión).

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

6.7.2.5.12 El sistema de caldeo deberá estar proyectado o regulado de manera que la sustancia no pueda alcanzar una temperatura a la que la presión en la cisterna rebasa la presión de servicio máxima autorizada o presente otros riesgos (por ejemplo, una descomposición térmica peligrosa).

6.7.2.5.13 El sistema de caldeo deberá estar proyectado o regulado de manera que no se proporcione energía eléctrica para los elementos de calentamiento interiores a menos que los elementos de calentamiento se sumerjan en su totalidad. La temperatura superficial del elemento de calentamiento del equipo de calentamiento interior o la temperatura del depósito de la cisterna en los casos de equipo de calentamiento exterior no deberá exceder, en ningún caso, del 80% de la temperatura de autoignición (en °C) de las sustancias transportadas.

6.7.2.5.14 Si el sistema de caldeo eléctrico se instala dentro de la cisterna, se deberá utilizar un disyuntor de derivación a masa cuya corriente de desconexión sea inferior a 100 mA.

6.7.2.5.15 Las cajas de distribución eléctrica instaladas en las cisternas no deberán tener conexión directa con el interior de éstas y deberán proporcionar una protección como mínimo equivalente al tipo de protección IP 56 estipulado en la norma 144 ó 529 de la CEI.

6.7.2.6 Aberturas del fondo

6.7.2.6.1 Ciertas sustancias no deben ser transportadas en cisternas portátiles con aberturas en el fondo. Cuando la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles indicada en la Lista de mercancías peligrosas y descrita en el párrafo 4.2.5.2.6 prohíba las aberturas del fondo, no podrá haber aberturas por debajo del nivel del líquido en el depósito llenado hasta el límite máximo autorizado. Cuando se obturen las aberturas existentes, la operación debe efectuarse soldando una placa interior y exteriormente al depósito.

6.7.2.6.2 Las aberturas de vaciado por el fondo de las cisternas portátiles utilizadas para el transporte de ciertas sustancias sólidas, cristalizables o muy viscosas deben estar provistas, como mínimo, de dos dispositivos de cierre, montados en serie e independientes entre sí. El proyecto del equipo debe ser aprobado por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada, y debe comprender:

.1 una válvula externa de cierre instalada lo más cerca posible del depósito; y

.2 un cierre estanco en la extremidad de la tubería de vaciado, que puede ser una brida ciega empernada o un tapón roscado.

6.7.2.6.3 Toda abertura de vaciado por el fondo, con la salvedad de lo dispuesto en el párrafo 6.7.2.6.2, debe estar provista de tres dispositivos de cierre, montados en serie e independientes entre sí. El proyecto del equipo debe ser aprobado por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada, y debe comprender:

.1 una válvula interna de cierre automático, es decir, una válvula de cierre montada dentro del depósito, o dentro de una brida soldada o su brida de acoplamiento, de modo que:

.1 los dispositivos de mando de la válvula estén proyectados para impedir cualquier apertura fortuita por choque o por inadvertencia;

.2 la válvula pueda ser accionada desde arriba o desde abajo;

.3 se pueda verificar desde el suelo, en la medida de lo posible, la posición de la válvula (abierta o cerrada);

.4 salvo en el caso de las cisternas portátiles con una capacidad no superior a los 1 000 l, se pueda cerrar la válvula desde una posición accesible de la cisterna portátil, alejada de la válvula misma; y

.5 la válvula pueda funcionar en caso de avería de su dispositivo de mando externo;

.2 una válvula externa de cierre instalada lo más cerca posible del depósito; y

.3 un cierre estanco en la extremidad de la tubería de vaciado, que puede ser una brida ciega empernada o un tapón roscado.

6.7.2.6.4 En el caso de los depósitos con revestimiento, la válvula interna de cierre que se prescribe en el párrafo 6.7.2.6.3.1 puede ser reemplazada por una válvula externa de cierre adicional. El fabricante se deberá atener a las disposiciones al respecto de la autoridad competente o de la entidad por ella autorizada.

6.7.2.7 Dispositivos de seguridad

6.7.2.7.1 Todas las cisternas portátiles deben estar provistas, como mínimo, de un dispositivo de reducción de la presión. El proyecto, la construcción y la identificación de los dispositivos de reducción de la presión deben ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada.

6.7.2.8 Dispositivos de reducción de la presión

6.7.2.8.1 Toda cisterna portátil con una capacidad no inferior a 1 900 l y todo compartimiento independiente de una cisterna portátil de capacidad semejante deben estar provistos de uno o varios dispositivos de reducción de la presión accionados por muelle y pueden, además, tener un disco frangible o un elemento fusible montado en paralelo con los dispositivos de muelle, excepto cuando

en la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.5.2.6 se haga referencia al párrafo 6.7.2.8.3 que lo prohíbe. Los dispositivos de reducción de la presión deben tener capacidad suficiente para impedir la rotura del depósito como consecuencia de un exceso de presión o de una depresión resultantes del llenado, el vaciado o el recalentamiento del contenido.

6.7.2.8.2 Los dispositivos de reducción de la presión deben estar proyectados de manera que impidan la entrada de objetos extraños, los escapes de líquido y todo aumento peligroso de la presión.

6.7.2.8.3 Cuando así lo disponga para determinadas sustancias la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles indicada en la Lista de mercancías peligrosas y descrita en el párrafo 4.2.5.2.6, las cisternas portátiles deberán estar provistas de un dispositivo de reducción de la presión aprobado por la autoridad competente. Excepto en el caso de las cisternas portátiles destinadas especialmente al transporte de una sustancia y provistas de una válvula de reducción de la presión aprobada que esté construida con materiales compatibles con la carga, tal dispositivo debe consistir en una válvula de muelle precedida de un disco frangible. Si un disco frangible se inserta en serie con el dispositivo de reducción de la presión prescrito, en el espacio comprendido entre el disco frangible y dicho dispositivo se debe montar un manómetro u otro indicador adecuado para detectar la rotura, la perforación o la falta de estanquidad del disco, que pueden perturbar el funcionamiento del sistema de reducción de la presión. El disco frangible debe romperse a una presión nominal superior en un 10% a aquella a la que empieza a funcionar el dispositivo de reducción de la presión.

6.7.2.8.4 Toda cisterna portátil de una capacidad inferior a 1 900 l debe estar provista de un dispositivo de reducción de la presión, que puede consistir en un disco frangible si éste reúne los requisitos que se establecen en el párrafo 6.7.2.11.1. Si no se utiliza un dispositivo accionado por muelle, el disco frangible debe romperse a una presión nominal igual a la presión de ensayo.

6.7.2.8.5 Cuando el depósito está preparado para el vaciado a presión, la conducción de llenado debe estar provista de un dispositivo de reducción de la presión adecuado, que se debe ajustar para que funcione a una presión no superior a la presión de servicio máxima autorizada del depósito, y se debe instalar una válvula de cierre lo más cerca posible del depósito.

6.7.2.9 Ajuste de los dispositivos de reducción de la presión

6.7.2.9.1 Se debe observar que el dispositivo de seguridad sólo deberá funcionar si se produce una elevación excesiva de la temperatura, ya que el depósito no deberá estar sometido a variaciones excesivas de la presión en condiciones de transporte normales (véase el párrafo 6.7.2.12.2).

6.7.2.9.2 El dispositivo de reducción de la presión exigido debe ser ajustado de modo que empiece a abrirse a una presión nominal igual a cinco sextos de la presión de ensayo en el caso de los depósitos cuya presión de ensayo no sea superior a 4,5 bar, y al 110% de dos tercios de la presión de ensayo en el caso de los depósitos con una presión de ensayo superior a 4,5 bar. Después de 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 disposición no impide el uso de dispositivos de depresión o de dispositivos mixtos de reducción de la presión y de depresión.

6.7.2.10 Elementos fusibles

6.7.2.10.1 Los elementos fusibles deben fundirse 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 ensayo. Se deben instalar en la parte superior del depósito con las entradas en el espacio de vapor y en ningún caso deben estar protegidos del calor exterior. No se deben utilizar elementos fusibles en cisternas portátiles cuya presión de ensayo sea superior a 2,65 bar. Los elementos fusibles que se utilicen en cisternas portátiles destinadas al transporte de sustancias a temperaturas elevadas deben proyectarse de manera que funcionen a una temperatura superior a la temperatura máxima prevista durante el transporte y deben ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada.

6.7.2.11 Discos frangibles

6.7.2.11.1 Sin perjuicio de lo dispuesto en el párrafo 6.7.2.8.3, los discos frangibles se deben ajustar para que se rompan a una presión nominal igual a la presión de ensayo en toda la gama de temperaturas de cálculo. Si se utilizan discos frangibles se debe prestar especial atención a las disposiciones de los párrafos 6.7.2.5.1 y 6.7.2.8.3.

6.7.2.11.2 Los discos frangibles deberán ser utilizables con las presiones de vacío que pueden producirse en la cisterna portátil.

6.7.2.12 Capacidad de los dispositivos de reducción de la presión

6.7.2.12.1 El dispositivo de reducción de la presión del tipo de muelle al que se refiere el párrafo 6.7.2.8.1 debe tener una sección de paso mínima equivalente a un orificio de 31,75 mm de diámetro. Los dispositivos de depresión, si se utilizan, deben tener una sección de paso mínima de 284 mm².

6.7.2.12.2 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 frangible por encima de un dispositivo de descompresión accionados por resorte o cuando éste esté provisto de un dispositivo para impedir el paso de las llamas), debe ser suficiente para que la presión en el depósito no sea superior en más de un 20% a la presión a la que empiece a abrirse el dispositivo de limitación de la presión. Para alcanzar la capacidad total prescrita de reducción de la presión, se pueden utilizar dispositivos de emergencia. Estos dispositivos pueden ser fusibles, de muelle o con elementos de disco frangible, o consistir en una combinación de dispositivos de muelle y de disco frangible. Puede determinarse la capacidad total requerida de los dispositivos de reducción de la presión utilizando la fórmula del párrafo 6.7.2.12.2.1 o el cuadro del párrafo 6.7.2.12.2.3.

6.7.2.12.2.1 Para determinar la capacidad total requerida de los dispositivos de reducción de la presión, que se debe considerar igual a la suma de las capacidades de cada uno de ellos, se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$Q = 12,4 \frac{FA^{0,82}}{LC} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

donde:

Q = tasa mínima requerida de salida en metros cúbicos por segundo (m^3/s) de aire en condiciones normales: 1 bar y $0^\circ C$ (273 K);

F = coeficiente cuyo valor es el siguiente:

en los depósitos sin aislamiento $F = 1$

en los depósitos con aislamiento $F = U(649 - t)/13,6$, pero en ningún caso inferior a 0,25

siendo:

U = conductancia térmica del aislamiento en $kW \times m^{-2} K^{-1}$, a $38^\circ C$;

t = temperatura real de la sustancia durante el llenado (en $^\circ C$) (cuando se desconoce esta temperatura debe utilizarse, $t = 15^\circ C$);

Puede tomarse el valor de F dado anteriormente para los depósitos con aislamiento a condición de que éste se ajuste a las disposiciones del párrafo 6.7.2.12.2.4.

A = superficie externa total del depósito en metros cuadrados;

Z = factor de compresibilidad del gas en la condición de acumulación (cuando no se conoce este factor, debe utilizarse $Z = 1,0$);

T = temperatura absoluta en grados Kelvin ($^\circ C + 273$) por encima de los dispositivos de reducción de la presión en la condición de acumulación;

L = calor latente de vaporización del líquido, en kJ/kg , en la condición de acumulación;

M = masa molecular del gas que se descarga;

C = constante derivada de una de las fórmulas siguientes en función del cociente k de los calores específicos:

$$k = \frac{c_p}{c_v}$$

donde:

C_p es el calor específico a presión constante; y

C_v es el 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 del cuadro siguiente:

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		

6.7.2.12.2.2 En vez de aplicar las fórmulas que anteceden, se puede utilizar el cuadro del párrafo 6.7.2.12.2.3 para determinar las dimensiones de los dispositivos de reducción de la presión 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 tiene aislamiento se deben modificar los valores en consecuencia. Otros valores utilizados para calcular este cuadro son los siguientes:

$$M = 86,7; \quad T = 394 \text{ K}; \quad L = 334,94 \text{ kJ/kg}; \quad C = 0,607; \quad Z = 1$$

6.7.2.12.3 Tasa mínima de descarga, Q, en metros cúbicos de aire por segundo a 1 bar y 0°C (273 K)

A	Q	A	Q
Superficie expuesta (metros cuadrados)	(metros cúbicos de aire por segundo)	Superficie expuesta (metros cuadrados)	(metros cúbicos de aire por segundo)
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

6.7.2.12.4 Los sistemas de aislamiento, utilizados para reducir la capacidad de salida, deberán ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada. En todos los casos, los sistemas de aislamiento aprobados con tal fin deberán reunir las siguientes condiciones:

- mantener su eficacia a todas las temperaturas hasta 649°C; y
- estar envueltos en un material cuyo punto de fusión sea igual o superior a 700°C.

6.7.2.13 Marcado de los dispositivos de reducción de la presión

6.7.2.13.1 Todo dispositivo de reducción de la presión deberá tener marcados, con caracteres claramente legibles e indelebles, los siguientes datos:

- la presión (en bar o kPa) o la temperatura (en °C) a la que esté previsto que funcione;
- la tolerancia autorizada a la presión de descarga para los dispositivos de muelle;
- la temperatura de referencia correspondiente a la presión nominal para los discos frangibles;
- la tolerancia de temperatura autorizada para los elementos fusibles; y
- la capacidad nominal de conducción de los dispositivos reductores de presión accionados por resorte, discos frangibles o elementos fusibles en metros cúbicos de aire por segundo (m^3/s) en condiciones normales.

Cuando sea posible, también deberá figurar la siguiente información:

- el nombre del fabricante y el número de catálogo correspondiente.

6.7.2.13.2 La capacidad nominal de conducción indicada en los dispositivos de reducción de la presión accionados por resorte se determina según la norma ISO 4126-1:1996.

6.7.2.14 Tubos de conexión con los dispositivos de reducción de la presión

6.7.2.14.1 Los tubos de conexión con los dispositivos de reducción de la presión deben ser de tamaño suficiente para que el volumen de aire requerido pueda llegar sin dificultad al dispositivo de seguridad. No se debe instalar ninguna válvula de cierre entre el depósito y los dispositivos de reducción de la presión, a no ser que haya instalados dispositivos duplicados para el mantenimiento o por otras razones y que las válvulas de cierre conectadas a los dispositivos efectivamente en funcionamiento estén inmovilizadas en posición abierta o acopladas entre sí de forma que por lo menos uno de esos dispositivos duplicados esté siempre en estado de funcionamiento. Ninguna abertura que conduzca a un orificio de escape o dispositivo de reducción de la presión debe estar obstruida de manera que se obstaculice o se cierre el paso del depósito al dispositivo. Cuando los dispositivos de reducción de la presión tengan orificios o tubos de escape, éstos deben dar salida a la atmósfera al vapor o al líquido de forma que sea mínima la contrapresión ejercida sobre los dispositivos de seguridad.

6.7.2.15 Emplazamiento de los dispositivos de reducción de la presión

6.7.2.15.1 Cada orificio de admisión de los dispositivos de reducción de la presión debe estar situado en la parte superior del depósito, lo más cerca posible del centro longitudinal y transversal del mismo. Todos los orificios de admisión de los dispositivos de reducción de la presión, en las condiciones de tasa máxima de llenado, 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 éste no pueda tropezar con el depósito. Se permite el uso de dispositivos de protección para desviar el chorro de vapor, a condición de que no disminuya la capacidad requerida del dispositivo de reducción de la presión.

6.7.2.15.2 Se deberán tomar medidas para impedir que las personas no autorizadas tengan acceso a los dispositivos de reducción de la presión y para evitar que éstos sufran daños en caso de vuelco de la cisterna portátil.

6.7.2.16 Dispositivos indicadores

6.7.2.16.1 No se deben utilizar indicadores de nivel hechos de cristal ni indicadores hechos de otros materiales frágiles que estén en comunicación directa con el contenido de la cisterna.

6.7.2.17 Soportes, bastidores y elementos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles

6.7.2.17.1 Las cisternas portátiles deberán ser proyectadas y fabricadas con un soporte que asegure su estabilidad durante el transporte. En relación con este aspecto del proyecto, se deberán tener en cuenta las fuerzas que se indican en el párrafo [6.7.2.2.12](#) y el factor de seguridad indicado en el párrafo [6.7.2.2.13](#). Se consideran aceptables los patines, los bastidores, las cunas y otras estructuras semejantes.

6.7.2.17.2 La acción combinada de los soportes (cunas, bastidores, etc.) y de los elementos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles no debe someter a un esfuerzo excesivo ningún punto del depósito. Todas las cisternas portátiles deben estar provistas de elementos 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.

6.7.2.17.3 En el proyecto de soportes y bastidores se deben tener en cuenta los efectos de corrosión debidos al medio ambiente.

6.7.2.17.4 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:

.1 el depósito y todos sus accesorios estén bien protegidos de los choques de las horquillas elevadoras; y

.2 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.

6.7.2.17.5 Cuando las cisternas portátiles no estén protegidas durante el transporte, conforme a lo estipulado en el párrafo [4.2.1.2](#), los depósitos y los elementos 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:

.1 la protección contra los choques laterales, que puede consistir en barras longitudinales que protejan el depósito por ambos lados a la altura de la línea media;

.2 la protección de la cisterna portátil contra los vuelcos, que puede consistir en aros de refuerzo o barras fijadas transversalmente sobre el bastidor;

.3 la protección contra los choques por la parte posterior, que puede consistir en un parachoques o un bastidor;

.4 la protección del depósito contra los daños resultantes de choques o vuelcos utilizando un bastidor ISO conforme a la norma ISO 1496-3:1995.

6.7.2.18 Aprobación del proyecto

6.7.2.18.1 Para cada nuevo proyecto de cisterna portátil, las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada deberán expedir un certificado de aprobación del proyecto. En ese certificado deberá constar que la cisterna portátil ha sido examinada por esa autoridad, que es adecuada para el fin al que se la destina y que responde a las normas que se establecen en este capítulo y, cuando proceda, a las disposiciones relativas a las sustancias enunciadas en el capítulo [4.2](#) y en la Lista de mercancías peligrosas del capítulo [3.2](#). Si se fabrica una serie de cisternas portátiles sin modificación del proyecto, el certificado debe ser válido para toda la serie. El certificado debe hacer referencia al informe de ensayo del prototipo, a las sustancias o grupos de sustancias que se permite transportar, a los materiales de construcción del depósito y del revestimiento (cuando lo haya) y al número de aprobación. El número de aprobación debe componerse del signo o marca distintivos del Estado en cuyo territorio se haya concedido la aprobación, es decir, del signo distintivo que, conforme a la Convención de Viena sobre la Circulación, de 1968, se utiliza en el tráfico internacional, y de un número de registro. En el certificado debe indicarse, si la hubiere, cualquier otra disposición con arreglo a lo indicado en el párrafo [6.7.1.2](#). La aprobación de un proyecto 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.

6.7.2.18.2 El informe sobre el ensayo del prototipo para la aprobación del proyecto debe incluir, por lo menos, los siguientes datos:

.1 los resultados del ensayo del bastidor aplicable, especificado en la norma ISO 1496-3:1995;

.2 los resultados de la inspección y ensayos iniciales previstos en el párrafo [6.7.2.19.3](#); y

.3 los resultados del ensayo de choque previsto en el párrafo [6.7.2.19.1](#), cuando proceda.

6.7.2.19 Inspección y ensayos

6.7.2.19.1 En el caso de las cisternas portátiles que responden a la definición de "contenedor" dada en el Convenio internacional sobre la seguridad de los contenedores (CSC), se debe someter a ensayos de choque un prototipo representativo de cada proyecto. El prototipo de cisterna portátil debe resultar capaz de absorber las fuerzas resultantes de un choque no inferior a 4 veces (4 g) la masa bruta máxima autorizada de la cisterna portátil a carga completa, con una duración característica de los choques mecánicos experimentados en el transporte ferroviario. A continuación figura una lista de la normativa sobre los métodos aceptables para la realización del ensayo de choque:

Association of American Railroads,

Manual of Standards and Recommended Practices,

Specifications for Acceptability of Tank Containers (AAR.600), 1992

National Standard of Canada, CAN/CGSB-43.147-2002,

"*Construction, Modification, Qualification, Maintenance, and Selection and Use of Means of Containment for the Handling, Offering for Transport or Transporting of Dangerous Goods by Rail*", marzo de 2002,

publicado por la *Canadian General Standards Board (CGSB)*

Deutsche Bahn AG

DB Systemtechnik, Minden

Verifikation und Versuche, TZF 96.2

Cisternas portátiles, ensayo de choque longitudinal

Société Nationale des Chemins de Fer Français

C.N.E.S.T. 002-1966

Contenedores cisterna, esfuerzos externos longitudinales y ensayos dinámicos de choque

Spoornet, South Africa

Engineering Development Centre (EDC)

Testing of ISO Tank Containers

Method EDC/TES/023/000/1991-06

6.7.2.19.2 El depósito y los distintos componentes del equipo de cada cisterna portátil deben ser inspeccionados y sometidos a ensayo, primero antes de ser puestos en servicio (inspección y ensayos iniciales) y después a intervalos de cinco años como máximo (inspección y ensayos periódicos quinquenales) con una inspección y ensayo periódico intermedio (inspección y ensayos periódicos después de dos años y medio), que se efectuarán a mitad del periodo de cinco años. Esta inspección y ensayo periódicos después de dos años y medio pueden efectuarse dentro de los tres meses anteriores o posteriores a la fecha especificada. Cuando sea necesario en virtud del párrafo [6.7.2.19.7](#), se efectuará una inspección y ensayo excepcionales, independientemente de la fecha de la última inspección y ensayo periódico.

6.7.2.19.3 Como parte de la inspección y ensayos iniciales de una cisterna portátil se debe proceder a una comprobación de las características del proyecto, a un examen interno y externo de la cisterna portátil y de sus accesorios teniendo en cuenta las sustancias que se han de transportar en ella, y a un ensayo de presión. Antes de que la cisterna portátil sea puesta en servicio, también debe efectuarse un ensayo de estanquidad y un ensayo de funcionamiento satisfactorio de todos los elementos de servicio. Si el depósito y los accesorios han sido sometidos por separado a un ensayo de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a un ensayo de estanquidad.

6.7.2.19.4 La inspección y ensayos periódicos quinquenales deben comprender un examen interno y externo y también, por lo general, un ensayo de presión hidráulica. A reserva de la aprobación de la autoridad competente, en el caso de las cisternas que sólo se utilicen para el transporte de sustancias sólidas, que no sean sustancias tóxicas ni corrosivas, y que no se licúen durante el transporte, el ensayo de presión hidráulica podrá ser sustituido por un ensayo de presión adecuada a 1,5 veces la presión de servicio máxima autorizada. 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 elementos de servicio han sido sometidos por separado a un ensayo de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a un ensayo de estanquidad.

6.7.2.19.4.1 El sistema de caldeo deberá estar sujeto a inspección y pruebas, incluidos los ensayos de presión de los serpentines de calefacción o conductos de aireación durante la inspección periódica de cinco años.

6.7.2.19.5 La inspección y ensayos periódicos intermedios (a los dos años y medio) deben comprender, por lo menos, un examen interno y externo de la cisterna portátil y de sus accesorios, teniendo en cuenta las sustancias que se han de transportar, un ensayo de estanquidad y una prueba de funcionamiento satisfactorio de todos los elementos de servicio. 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. En el caso de cisternas portátiles destinadas al transporte de una sola sustancia, las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada pueden renunciar al examen interno a los dos años y medio o sustituirlo por otros métodos de ensayo o procedimientos de inspección.

6.7.2.19.6 No se puede llenar ni presentar para su transporte una cisterna portátil después de la fecha de expiración de la última inspección y ensayo periódicos quinquenales o de los dos años y medio previstos en el párrafo [6.7.2.19.2](#). Sin embargo, una cisterna portátil que se haya llenado antes de la fecha de expiración de la última inspección y ensayo periódicos 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 expiración del último ensayo e inspección periódicos:

.1 vacías y sin limpiar, con objeto de someterlas al siguiente ensayo o inspección requeridos antes de volver a llenarlas; y

.2 salvo disposición en contrario de las autoridades competentes, durante un periodo máximo de seis meses después de la fecha de expiración del último ensayo o inspección periódicos, con objeto de posibilitar el regreso de mercancías peligrosas para su eliminación o reciclado. En el documento de transporte debe constar esta exención.

6.7.2.19.7 La inspección y ensayos excepcionales son necesarios cuando hay indicios de que la cisterna portátil tiene zonas dañadas o corroídas, o tiene escapes u otros indicios de deficiencias que puedan afectar a su integridad. El nivel de la inspección y ensayos excepcionales dependerá de la importancia de los daños o deterioros sufridos por la cisterna portátil. Deberán incluir por lo menos la inspección y ensayos periódicos efectuados a los dos años y medio con arreglo al párrafo [6.7.2.19.5](#).

6.7.2.19.8 En los exámenes interno y externo se debe verificar que:

.1 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 portátil no sea segura para el transporte;

.2 se inspeccionan las tuberías, las válvulas, el sistema de caldeo/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;

.3 los dispositivos de cierre de las tapas de los agujeros de hombre funcionan correctamente y no hay escapes en la tapas o las juntas;

.4 se reponen los pernos o las tuercas que falten o se aprietan los pernos o tuercas sueltos en las juntas con brida o en las bridas ciegas;

.5 todos los dispositivos y válvulas de emergencia están exentos de corrosión, deformación o cualquier daño o defecto que pueda impedir su funcionamiento normal. Deberán hacerse funcionar los dispositivos de cierre a distancia y las válvulas de cierre automático para comprobar que funcionan correctamente;

.6 los revestimientos que haya se inspeccionan conforme a los criterios indicados por su fabricante;

.7 las marcas prescritas sobre la cisterna portátil son legibles y cumplen las disposiciones aplicables; y

.8 el bastidor, los soportes y los elementos de elevación de la cisterna portátil se encuentran en buen estado.

6.7.2.19.9 Un técnico aprobado por las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada debe realizar o presenciar las inspecciones y ensayos indicados en los párrafos [6.7.2.19.1](#), [6.7.2.19.3](#), [6.7.2.19.4](#), [6.7.2.19.5](#) y [6.7.2.19.7](#). Si el ensayo de presión forma parte de la inspección y los ensayos, la presión de ensayo debe ser la que se indique en la placa de inspección de la cisterna portátil. La cisterna debe ser inspeccionada a presión para determinar si existen escapes en el depósito, las tuberías o los elementos de servicio.

6.7.2.19.10 Todos los trabajos de corte, quemado o soldadura que se realicen en el depósito deben ser aprobados por las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada teniendo en cuenta el código para recipientes a presión utilizado en la construcción del depósito. Una vez terminados los trabajos, se debe efectuar un ensayo de presión a la presión de ensayo inicial.

6.7.2.19.11 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 un nuevo ensayo.

6.7.2.20 Marcado

6.7.2.20.1 Toda cisterna portátil debe tener una placa de metal resistente a la corrosión, fijada de modo permanente en un lugar bien 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 prescrita por el código para recipientes a presión. En la placa se deberá grabar, por estampado o por otro método análogo, como mínimo la siguiente información:

País de fabricación:

U País de Número de Disposiciones alternativas (véase [6.7.1.2](#))
N aprobación aprobación "AA"

Nombre o marca del fabricante

Número de serie del fabricante

Entidad autorizada para la aprobación del proyecto

Número de matrícula del propietario

Año de fabricación

Código para recipientes a presión al que se ajusta el proyecto del depósito

Presión de ensayo bar/kPa* (presión manométrica)

Presión de servicio máxima autorizada bar/kPa* (presión manométrica)

Presión de cálculo externa** bar/kPa* (presión manométrica)

Gama de temperaturas de cálculo °C a °C

Capacidad de agua a 20°C litros

Capacidad de agua para cada compartimento a 20°C litros

Fecha del ensayo de presión inicial e identidad del testigo

Presión de servicio máxima autorizada para el sistema de caldeo/refrigeración
. . . . bar/kPa* efectivos

Material(es) del depósito y referencia(s) estándar

Espesor equivalente en acero de referencia mm

Material de revestimiento (si lo hubiere)

Fecha y tipo de lo(s) ensayo(s) periódico(s) más reciente(s)

Mes Año Ensayo de presión bar/kPa* efectivos

Sello del técnico que realizó o presenció el ensayo más reciente

* Se indicará la unidad utilizada.

** Véase el párrafo [6.7.2.2.10](#).

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

Nombre de la empresa explotadora

Masa bruta máxima autorizada kg

Tara kg

6.7.2.20.3 Si una cisterna portátil está proyectada y aprobada para su manipulación en mares abiertos, en la placa de identificación deberán marcarse las siguientes palabras: "CISTERNA PORTÁTIL PARA INSTALACIONES MAR ADENTRO".

6.7.3 Disposiciones relativas al proyecto, la construcción, la inspección y el ensayo de cisternas portátiles destinadas al transporte de gases licuados no refrigerados de la Clase 2

6.7.3.1 Definiciones

A los efectos de la presente sección:

Acero de referencia: acero que tiene una resistencia a la tracción de 370 N/mm² y un alargamiento de rotura del 27%.

Acero dulce: acero que tiene una resistencia mínima garantizada a la tracción de 360 N/mm² a 440 N/mm² y un alargamiento mínimo garantizado de rotura conforme a lo establecido en el párrafo 6.7.3.3.3.3.

Cisterna portátil: cisterna multimodal de capacidad superior a 450 l utilizada para el transporte de gases licuados no refrigerados de la Clase 2. La cisterna portátil comprende un depósito provisto de los elementos de servicio y los elementos estructurales que sean necesarios para el transporte de gases. 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 proyectada 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 vagones cisterna, las cisternas no metálicas, los recipientes intermedios para graneles (RIG), las botellas de gas y los receptáculos de gran tamaño no se consideran cisternas portátiles.

Densidad de llenado: masa media de gas licuado no refrigerado por litro de capacidad del depósito (kg/L). La densidad de llenado se indica en la instrucción T50 sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.5.2.6.

Depósito: parte de la cisterna portátil que contiene el gas licuado no refrigerado transportado, es decir, la cisterna propiamente dicha, con inclusión de las aberturas y sus cierres, pero con exclusión de los equipos de servicio o los elementos estructurales externos;

Elementos de servicio: instrumentos de medida y los dispositivos de llenado, vaciado, aireación, seguridad y aislamiento térmico.

Elementos estructurales: elementos de refuerzo, sujeción, protección o estabilización exteriores al depósito.

Ensayo de estanquidad: ensayo en el que se utiliza gas para someter el depósito y sus elementos de servicio a una presión interna efectiva no inferior al 25% de la presión de servicio máxima autorizada.

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

Presión de cálculo: presión que se utilice en los cálculos con arreglo a un código convenido relativo a los recipientes a presión. La presión de cálculo no debe ser inferior a la mayor de las presiones siguientes:

.1 la presión manométrica efectiva máxima autorizada en el depósito durante el llenado o el vaciado; o

.2 la suma de:

.1 la presión manométrica efectiva máxima para la que esté proyectado el depósito, según se especifica en el apartado .2 de la definición de presión de servicio máxima autorizada dada anteriormente; y

.2 una presión determinada basándose en las fuerzas estáticas especificadas en el párrafo 6.7.3.2.9., que no debe ser nunca inferior a 0,35 bar.

Presión de ensayo: presión manométrica máxima en la parte superior del depósito, medida durante el ensayo de presión.

Presión de servicio máxima autorizada (PSMA): 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 pero nunca inferior a 7 bar:

.1 la presión manométrica efectiva máxima autorizada en el depósito durante el llenado o el vaciado; o

.2 la presión manométrica efectiva máxima para la que esté proyectado el depósito, que debe ser:

.1 en el caso de los gases licuados no refrigerados que figuran en la instrucción T50 sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.5.2.6., la presión de servicio máxima autorizada (en bar) que se especifique en la instrucción T50 para el gas de que se trate;

.2 en el caso de otros gases licuados no refrigerados, igual o mayor que la suma de:

- la presión de vapor absoluta (en bar) del gas licuado no refrigerado a la temperatura de referencia para el cálculo menos 1 bar; y

- la presión parcial (en bar) del aire o de otros gases que haya en el espacio vacío, determinada por la temperatura de referencia para el cálculo y la dilatación de la fase líquida debida a un aumento de la temperatura media de la carga de $t_r - t_f$ (t_r = temperatura de llenado, generalmente 15°C; t_f = 50°C, temperatura media máxima de la carga).

Temperatura de referencia para el cálculo: temperatura a la que se determina la presión de vapor del contenido de la cisterna para calcular la presión de servicio máxima autorizada. La temperatura de referencia para el cálculo debe ser inferior a la temperatura crítica del gas licuado no refrigerado que se vaya a transportar, a fin de garantizar que dicho gas se encuentre licuado en todo momento. Los valores correspondientes a cada tipo de cisterna portátil son:

- .1 depósitos con diámetro no superior a 1,5 m: 65°C;
- .2 depósitos con diámetro superior a 1,5 m:
 - .1 sin aislamiento ni cubierta contra el sol: 60°C;
 - .2 con cubierta contra el sol (véase el párrafo [6.7.3.2.12](#)): 55°C; y
 - .3 con aislamiento (véase el párrafo [6.7.3.2.12](#)): 50°C.

La *gama de temperaturas de cálculo* para el depósito es de -40°C a 50°C en el caso de los gases licuados no refrigerados transportados en las condiciones ambientales. Deben preverse temperaturas de cálculo más rigurosas para las cisternas portátiles sometidas a condiciones climáticas adversas.

6.7.3.2 Disposiciones generales relativas al proyecto y la construcción

6.7.3.2.1 Los depósitos deben proyectarse y construirse de conformidad con las disposiciones de un código sobre recipientes a presión aceptado por la autoridad competente. Deben ser de acero capaz de recibir la forma deseada. En principio, los materiales deben ajustarse a las normas nacionales o internacionales 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. Cuando el proceso de fabricación o el material lo exija, el depósito debe ser sometido a un tratamiento térmico adecuado 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 con respecto al riesgo de fractura 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 de fluencia no deberá superar los 460 N/mm² y el valor garantizado del límite superior de la resistencia a la tracción no deberá ser superior a 725 N/mm² según la especificación del material. Los materiales de las cisternas portátiles deben estar adaptados al medio ambiente exterior en el que vayan a ser transportadas.

6.7.3.2.2 Los depósitos de las cisternas portátiles, sus accesorios y sus tuberías deben estar fabricados con materiales que:

- .1 sean prácticamente inalterables por los gases licuados no refrigerados transportados; o
- .2 sean eficazmente pasivados o neutralizados por la reacción química.

6.7.3.2.3 Las juntas deben estar hechas de un material compatible con los gases licuados no refrigerados que se vayan a transportar.

6.7.3.2.4 Deberá evitarse el contacto entre metales diferentes que pueda causar daños por corrosión galvánica.

6.7.3.2.5 Los materiales de que esté hecha la cisterna portátil, incluidos los de cualesquiera dispositivos, juntas y accesorios, no deben afectar negativamente al gas o a los gases licuados refrigerados que han de transportarse.

6.7.3.2.6 Las cisternas portátiles deben ser proyectadas y construidas con soportes que les sirvan de base estable durante el transporte y con piezas de sujeción adecuadas para levantarlas y anclarlas.

6.7.3.2.7 Las cisternas portátiles deben ser proyectadas 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 proyecto 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 prevista de la cisterna portátil.

6.7.3.2.7.1 En el caso de las cisternas destinadas a utilizarse como contenedores para instalaciones mar adentro, habrá que tener en cuenta las cargas dinámicas que se generan durante la manipulación en mar abierta.

6.7.3.2.8 Los depósitos deben ser proyectados de forma que resistan, sin deformación permanente, una presión externa efectiva de al menos 0,4 bar por encima de la presión interna. Los depósitos que vayan a ser sometidos a un vacío considerable antes del llenado o durante el vaciado deben proyectarse de forma que resistan una presión externa de al menos 0,9 bar y deben ser sometidos a ensayo a esa presión.

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

- .1 en la dirección del transporte: el doble de la masa bruta máxima autorizada multiplicado por la aceleración de la gravedad (g);
- .2 horizontalmente, en ángulo recto a la dirección del 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);
- .3 verticalmente hacia arriba: la masa bruta máxima autorizada multiplicada por la aceleración de la gravedad (g)*; y
- .4 verticalmente hacia 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, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

6.7.3.2.10 Para cada una de las fuerzas mencionadas en el párrafo [6.7.3.2.9](#), los coeficientes de seguridad que habrán de aplicarse deben ser los siguientes:

- .1 en el caso de los aceros que tengan un límite de elasticidad claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1,5 en relación con el límite de fluencia garantizado; o

.2 en el caso de los aceros que no tengan un límite de elasticidad claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1,5 en relación con el límite elástico convencional de 0,2% y, en el caso de los aceros austeníticos, de 1%.

6.7.3.2.11 El valor del límite de fluencia o del límite elástico debe ser el establecido en las normas nacionales o internacionales sobre materiales. Cuando se utilicen aceros austeníticos, los valores mínimos especificados para esas propiedades en función de las normas sobre materiales podrán aumentarse hasta en un 15% cuando esos valores superiores consten en el certificado de inspección de materiales. Cuando no exista ninguna norma para el material en cuestión, los valores utilizados deberán ser aprobados por la autoridad competente.

6.7.3.2.12 Si el depósito destinado al transporte de gases licuados no refrigerados tiene un sistema de aislamiento térmico, éste debe cumplir los requisitos siguientes:

.1 debe consistir en una cubierta que proteja como mínimo el tercio superior y como máximo la mitad superior de la superficie del depósito y que esté separada de éste por una capa de aire de alrededor de 40 mm de espesor, o bien;

.2 debe consistir en un revestimiento completo, de espesor suficiente, hecho de materiales aislantes protegidos de manera que el revestimiento no pueda humedecerse ni deteriorarse en las condiciones normales de transporte y que proporcionen una conductancia térmica no superior a $0,67 \text{ (W.m}^{-2}\text{.K}^{-1}\text{)}$;

.3 la cobertura protectora, si está cerrada de forma que sea estanca a los gases, debe estar provista de un dispositivo que impida que en la capa aislante se acumule una presión peligrosa si se produce un escape en el depósito o en sus elementos o accesorios;

.4 el aislamiento térmico no debe impedir el acceso a los accesorios ni a los dispositivos de vaciado.

6.7.3.2.13 Las cisternas portátiles destinadas al transporte de gases licuados no refrigerados inflamables deben poder conectarse eléctricamente a tierra.

6.7.3.3 Criterios de proyecto

6.7.3.3.1 Los depósitos deben tener una sección transversal circular.

6.7.3.3.2 Los depósitos deben ser proyectados y construidos de forma que resistan una presión de ensayo de al menos 1,3 veces la presión de cálculo. Al proyectar el depósito deben tenerse en cuenta los valores mínimos de la presión de servicio máxima autorizada que se dan en la instrucción T50 sobre cisternas portátiles, del párrafo 4.2.5.2.6, para el transporte de los diversos gases licuados no refrigerados. También hay que tener en cuenta los requisitos relativos al espesor mínimo de la chapa del depósito indicados en el párrafo 6.7.3.4.

6.7.3.3.3 Para los aceros que tengan un límite de elasticidad claramente definido o se caractericen por tener un límite de fluencia normal garantizado (generalmente un límite elástico convencional de 0,2%; 1% en el caso de los aceros austeníticos), el esfuerzo primario de la membrana σ (sigma) en el depósito, a la presión de ensayo, no deberá exceder del menor de los valores siguientes: 0,75 R_e o 0,50 R_m siendo:

R_e = límite de elasticidad aparente en N/mm^2 , o límite elástico convencional de 0,2% y en el caso de los aceros austeníticos, de 1%;

R_m = resistencia mínima a la tracción en N/mm^2 .

6.7.3.3.3.1 Los valores de R_e y R_m que han de utilizarse deben ser los mínimos especificados en las normas nacionales o internacionales para materiales. Cuando se utilicen aceros austeníticos, estos valores mínimos de R_e y R_m especificados según las normas para materiales pueden aumentarse hasta en un 15% cuando consten valores más altos en el certificado de inspección de materiales. Cuando no exista ninguna norma para el acero en cuestión, los valores de R_e y R_m que se utilicen deberán ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada.

6.7.3.3.3.2 No se permitirá la construcción de depósitos soldados con aceros que tengan una relación R_e/R_m de más de 0,85. Los valores de R_e y R_m que han de utilizarse para determinar esa relación son los especificados en el certificado de inspección de materiales.

6.7.3.3.3.3 Los aceros utilizados en la construcción de depósitos deben tener un alargamiento porcentual en la rotura de por lo menos $10\,000/R_m$, con un mínimo absoluto del 16% en el caso de los aceros de grano fino y del 20% en el de los demás aceros.

6.7.3.3.3.4 Para determinar los valores reales de los materiales, se debe observar que, en el caso del metal en láminas, el eje de las probetas para ensayos de tracción debe ser perpendicular (transversal) a la dirección del laminado. El alargamiento permanente en la rotura debe medirse en probetas de sección transversal rectangular de conformidad con la norma ISO 6892:1984, utilizando una distancia entre señales en la probeta de 50 mm.

6.7.3.4 Espesor mínimo de la chapa del depósito

6.7.3.4.1 El espesor mínimo de la chapa del depósito deberá ser el mayor de los siguientes:

.1 el espesor mínimo determinado de conformidad con las disposiciones del párrafo 6.7.3.4; o

.2 el espesor mínimo determinado conforme al código convenido para recipientes a presión, habida cuenta de las disposiciones del párrafo 6.7.3.3.

6.7.3.4.2 En los depósitos cuyo diámetro no sea superior a 1,80 m, las partes cilíndricas, las extremidades y las tapas de los agujeros de hombre deben tener al menos 5 mm de espesor si son de acero de referencia o el espesor equivalente del acero metal que se utilice. 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 acero metal que se utilice.

6.7.3.4.3 Las partes cilíndricas, las extremidades y las tapas de los agujeros de hombre de todos los depósitos deben tener al menos 4 mm de espesor, sea cual fuere el material empleado en su construcción.

6.7.3.4.4 En el caso de un acero distinto del acero de referencia, el espesor equivalente al prescrito para éste en el párrafo 6.7.3.4.2 se deberá determinar mediante la siguiente ecuación:

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

donde:

e_1 = espesor equivalente requerido (en mm) del acero que se utilice;

e_0 = espesor mínimo (en mm) del acero de referencia especificado en el párrafo [6.7.3.4.2](#);

R_{m1} = resistencia mínima garantizada a la tracción (en N/mm²) del acero que se utilice (véase el párrafo [6.7.3.3.3](#));

A_1 = alargamiento porcentual mínimo garantizado en la rotura del acero que se utilice, conforme a las normas nacionales o internacionales.

6.7.3.4.5 El espesor de la chapa no debe, en ningún caso, ser inferior al indicado en los párrafos [6.7.3.4.1](#) a [6.7.3.4.3](#). Todas las partes del depósito deben tener el espesor mínimo determinado en los párrafos [6.7.3.4.1](#) a [6.7.3.4.3](#). En este espesor no se deberá incluir una tolerancia por corrosión.

6.7.3.4.6 Cuando se utilice acero dulce (véase [6.7.3.1](#)), no es preciso utilizar la ecuación del párrafo [6.7.3.4.4](#).

6.7.3.4.7 El espesor de la chapa no debe cambiar bruscamente en la unión de las extremidades con la parte cilíndrica del depósito.

6.7.3.5 Equipos de servicio

6.7.3.5.1 Los equipos de servicio deben estar dispuestos de forma que no corran el riesgo de ser arrancados o dañados durante el transporte y la manipulación. Si la unión entre el bastidor y el depósito permite un movimiento relativo de esos subconjuntos, 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 (encastres de los tubos, dispositivos de cierre), la válvula interna de cierre 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 (incluidos las bridas y los tapones roscados) y las tapas protectoras, si las hubiere, deben poder fijarse para evitar su apertura fortuita.

6.7.3.5.1.1 En el caso de los contenedores cisterna para instalaciones mar adentro, habrá que tener en cuenta en lo que se refiere a la disposición, el proyecto y el grado de protección del equipo de servicio, el riesgo añadido de daños por impactos cuando se manipule este tipo de cisternas en mar abierta.

6.7.3.5.2 Todas las aberturas de los depósitos de cisternas portátiles que tengan un diámetro superior a 1,5 mm, excepto las destinadas a recibir dispositivos de reducción de la presión, aberturas de inspección u orificios de purga cerrados, deben estar provistos de un mínimo de tres dispositivos de cierre independientes entre sí colocados en serie, de los cuales el primero será una válvula interna de cierre, una válvula limitadora del flujo o un dispositivo equivalente, el segundo una válvula externa de cierre y el tercero una brida ciega o un dispositivo equivalente.

6.7.3.5.2.1 Cuando una cisterna portátil esté provista de válvulas limitadoras del flujo, éstas deben montarse de manera que su asiento esté situado dentro del depósito o dentro de una brida soldada; si están montadas en el exterior, sus sistemas de montaje deben estar concebidos de manera que en caso de choque conserven su eficacia. Las válvulas limitadoras del flujo se deben seleccionar

y montar de manera que se cierren automáticamente cuando se alcance el régimen de descarga especificado por el fabricante. Las conexiones y los accesorios situados en la entrada o en la salida de tales válvulas deben tener capacidad para un flujo mayor que el de la válvula limitadora.

6.7.3.5.3 En el caso de las aberturas de llenado y de vaciado, el primer dispositivo de cierre debe ser una válvula interna de cierre y el segundo una válvula de cierre colocada en una posición accesible en cada tubería de llenado y/o de vaciado.

6.7.3.5.4 En el caso de las aberturas de llenado y de vaciado de las cisternas portátiles destinadas al transporte de gases licuados no refrigerados inflamables y/o tóxicos, la válvula interna de cierre debe ser un dispositivo de seguridad de cierre instantáneo que se cierre automáticamente si la cisterna portátil experimenta un movimiento anormal durante el llenado o el vaciado o está envuelta en llamas. Este dispositivo también debe poder accionarse mediante un mando a distancia, salvo en el caso de las cisternas portátiles cuya capacidad no exceda de los 1 000 l.

6.7.3.5.5 Además de las aberturas de llenado, de vaciado y de igualación de la presión de los gases, los depósitos pueden estar provistos de aberturas en las que se puedan montar indicadores, termómetros y manómetros. Las conexiones de esos instrumentos deben hacerse mediante boquillas o cámaras soldadas adecuadamente y no roscadas a través del depósito.

6.7.3.5.6 Toda cisterna portátil debe ir provista de un agujero de hombre o boca de inspección de tamaño adecuado para permitir la inspección interior y un acceso adecuado para los trabajos de mantenimiento y reparación del interior.

6.7.3.5.7 Los accesorios exteriores deben estar agrupados en la mayor medida posible.

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

6.7.3.5.9 Las válvulas de cierre y demás medios de cierre deben estar proyectados y contruidos 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 de cierre con vástago roscado deben cerrarse por rotación en el sentido de las agujas del reloj. Para las demás válvulas de cierre debe indicarse claramente la posición (abierta y cerrada) y la dirección de cierre. Todas las válvulas de cierre deben diseñarse de manera que no pueda producirse una apertura fortuita.

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

6.7.3.5.11 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 fuerte no debe ser inferior a 525°C. Las juntas no deben reducir la resistencia de las tuberías, como puede ocurrir con las uniones roscadas.

6.7.3.5.12 La presión de reventazón de todas las tuberías y de todos sus accesorios no debe ser inferior al mayor de los dos valores siguientes: el cuádruple de la presión de servicio máxima

autorizada 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 de reducción de la presión).

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

6.7.3.6 Aberturas del fondo

6.7.3.6.1 Ciertos gases licuados no refrigerados no deben ser transportados en cisternas portátiles con aberturas en el fondo cuando en la instrucción T50 sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.5.2.6 se prohíban dichas aberturas. No debe haber aberturas por debajo del nivel del líquido en el depósito llenado hasta el límite máximo autorizado.

6.7.3.7 Dispositivos de reducción de la presión

6.7.3.7.1 Las cisternas portátiles deben estar provistas de uno o varios dispositivos de reducción de la presión del tipo de muelle, que deben abrirse automáticamente a una presión no inferior a la presión de servicio máxima autorizada y estar completamente abiertos a una presión igual al 110% de la presión de servicio máxima autorizada. Los dispositivos deben cerrarse, después de la descarga, a una presión no inferior en más de un 10% a la presión a la que empieza la descarga y permanecer cerrados a todas las presiones más bajas. Los dispositivos de reducción de la presión deben ser de un tipo que resista los esfuerzos dinámicos, incluidos los debidos al movimiento del líquido. No están permitidos los discos frangibles que no estén montados en serie con un dispositivo de reducción de la presión del tipo de muelle.

6.7.3.7.2 Los dispositivos de reducción de la presión deben estar proyectados de manera que impidan la entrada de objetos extraños, los escapes de gas y todo aumento peligroso de la presión.

6.7.3.7.3 Las cisternas portátiles destinadas al transporte de ciertos gases licuados no refrigerados que se indican en la instrucción T50 sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.5.2.6 deben tener un dispositivo de reducción de la presión aprobado por las autoridades competentes. Excepto en el caso de las cisternas portátiles destinadas especialmente al transporte de una sustancia y provistas de una válvula de reducción aprobada que esté construida con materiales compatibles con la carga, tal dispositivo debe consistir en una válvula de muelle precedida de un disco frangible. En el espacio comprendido entre el disco frangible y la válvula se debe montar un manómetro u otro indicador adecuado. Este sistema permite detectar la rotura, la perforación o la falta de estanquidad del disco, que pueden perturbar el funcionamiento del dispositivo de reducción de la presión. El disco frangible debe romperse a una presión nominal superior en un 10% a la presión a la que empieza a abrirse el dispositivo de reducción de la presión.

6.7.3.7.4 En el caso de las cisternas portátiles de usos múltiples, los dispositivos de reducción de la presión se deben abrir a la presión indicada en el párrafo 6.7.3.7.1 para el gas que tenga la presión permisible máxima más elevada de todos los gases que pueden transportarse en la cisterna portátil.

6.7.3.8 Capacidad de los dispositivos de reducción de la presión

6.7.3.8.1 La capacidad total de salida de los dispositivos de reducción de la presión en condiciones en que la cisterna está completamente envuelta en llamas debe ser suficiente para que la presión (incluida la presión acumulada) en el depósito no sea superior al 120% de la presión de servicio máxima autorizada. Para alcanzar la capacidad total de salida prescrita, se deben utilizar dispositivos de reducción de la presión del tipo de muelle. En el caso de las cisternas de usos múltiples, para la capacidad total de salida se deberá tomará el valor correspondiente al gas que requiera la capacidad de salida más alta de todos los gases que puedan transportarse en la cisterna portátil en cuestión.

6.7.3.8.1.1 Para determinar la capacidad total requerida de los dispositivos de reducción de la presión, que se debe considerar igual a la suma de las capacidades de cada uno de ellos, se debe utilizar la siguiente fórmula¹:

* Esta fórmula sólo es válida para gases licuados no refrigerados con temperaturas críticas muy superiores a la temperatura en condiciones de acumulación. Cuando se trate de gases con temperaturas críticas próximas o inferiores a esta última, para calcular la capacidad de salida de los dispositivos de reducción de la presión hay que tener en cuenta otras propiedades termodinámicas del gas (véase, por ejemplo, CGA S-1.2-1995).

$$Q = 12,4 \frac{FA^{0,82}}{LC} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

donde:

Q = tasa mínima requerida de salida en metros cúbicos por segundo (m³/s) de aire en condiciones normales: 1 bar y 0°C (273 K);

F = coeficiente cuyo valor es el siguiente:

en los depósitos sin aislamiento $F = 1$

en los depósitos con aislamiento $F = U(649-t)/13,6$, pero en ningún caso inferior a 0,25 siendo:

U = conductancia térmica del aislamiento en kW·m²·K⁻¹, a 38°C

t = temperatura real del gas licuado no refrigerado durante el llenado (en °C) (cuando se desconoce esta temperatura debe utilizarse, t = 15°C);

Puede tomarse el valor de F dado anteriormente para los depósitos con aislamiento a condición de que éste se ajuste a las disposiciones del párrafo 6.7.3.8.1.2.

A = superficie externa total del depósito en metros cuadrados;

Z = factor de compresibilidad del gas en la condición de acumulación (cuando no se conoce este factor, debe utilizarse $Z = 1,0$);

T = temperatura absoluta en grados Kelvin ($^{\circ}\text{C} + 273$) por encima de los dispositivos de reducción de la presión en la condición de acumulación;

L = calor latente de vaporización del líquido, en kJ/kg, en la condición de acumulación;

M = masa molecular del gas que se descarga;

C = constante que se calcula mediante una de las fórmulas siguientes como función del coeficiente k de los calores específicos;

$$k = \frac{c_p}{c_v}$$

donde:

C_p = calor específico a presión constante; y

C_v = calor específico a volumen constante.

cuando $k > 1$:

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

do $k = 1$ o es desconocido

$$C = \frac{1}{\sqrt{e}} = 0,607$$

donde e es la constante matemática 2,7183

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		

6.7.3.8.1.2 Los sistemas de aislamiento, utilizados para reducir la capacidad de salida, deberán ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada. En todos los casos, los sistemas de aislamiento aprobados con tal fin deberán reunir las siguientes condiciones:

- mantener su eficacia a todas las temperaturas hasta 649°C ; y
- estar envueltos en un material cuyo punto de fusión sea igual o superior a 700°C .

6.7.3.9 Marcado de los dispositivos de reducción de la presión

6.7.3.9.1 Todo dispositivo de reducción de la presión deberá tener marcados, con caracteres claramente legibles e indelebles, los siguientes datos:

- la presión (en bar o kPa) a la que esté previsto que funcione;
- la tolerancia autorizada a la presión de descarga para los dispositivos de muelle;
- la temperatura de referencia correspondiente a la presión nominal para los discos frangibles; y
- la capacidad nominal de conducción del dispositivo en metros cúbicos de aire por segundo (m^3/s) en condiciones normales.

Cuando sea posible, también deberá figurar la siguiente información:

- el nombre del fabricante y el número de catálogo correspondiente.

6.7.3.9.2 La capacidad nominal de conducción indicada en los dispositivos de reducción de la presión se deberá determinar según la norma ISO 4126-1:1996.

6.7.3.10 Tubos de conexión con los dispositivos de reducción de la presión

6.7.3.10.1 Los tubos de conexión con los dispositivos de reducción de la presión deben ser de tamaño suficiente para que el volumen de gas requerido pueda llegar sin dificultad al dispositivo de seguridad. No se deberá instalar ninguna válvula de cierre entre el depósito y los dispositivos de reducción de la presión, a no ser que haya instalados dispositivos duplicados para el mantenimiento o por otras razones y que las válvulas de cierre conectadas a los dispositivos efectivamente en funcionamiento estén inmovilizadas en posición abierta o acopladas entre sí de forma que por lo menos uno de esos dispositivos duplicados esté siempre en estado de funcionamiento y cumpla los requisitos enunciados en la sección 6.7.3.8. Ninguna abertura que conduzca a un orificio de escape o dispositivo de reducción de la presión debe estar obstruida de manera que se obstaculice o se cierre

el paso del depósito al dispositivo. Cuando los dispositivos de reducción de la presión tengan orificios de escape, éstos deben dar salida a la atmósfera al vapor o al líquido de forma que sea mínima la contrapresión ejercida sobre los dispositivo de seguridad.

6.7.3.11 Emplazamiento de los dispositivos de reducción de la presión

6.7.3.11.1 Cada orificio de admisión de los dispositivos de reducción de la presión debe estar situado en la parte superior del depósito, lo más cerca posible del centro longitudinal y transversal del mismo. Todos los orificios de admisión de los dispositivos de reducción de la presión, en las condiciones de tasa máxima de llenado, 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 gases licuados no refrigerados inflamables, la salida de vapor debe estar dirigida de manera que éste no pueda tropezar con el depósito. Se permite el uso de dispositivos de protección para desviar el chorro de vapor, a condición de que no disminuya la capacidad requerida del dispositivo de reducción de la presión.

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

6.7.3.12 Dispositivos indicadores

6.7.3.12.1 Las cisternas portátiles, salvo las que se llenen a peso, deben ir provistas de uno o varios dispositivos indicadores. No se deben utilizar indicadores de nivel hechos de cristal ni indicadores hechos de otros materiales frágiles que estén en comunicación directa con el contenido del depósito.

6.7.3.13 Soportes, bastidores y elementos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles

6.7.3.13.1 Las cisternas portátiles deben ser proyectadas y construidas con un soporte que asegure su estabilidad durante el transporte. En relación con este aspecto del proyecto, se deben tener en cuenta las fuerzas que se indican en el párrafo [6.7.3.2.9](#) y el factor de seguridad indicado en el párrafo [6.7.3.2.10](#). Se consideran aceptables los patines, los bastidores, las cunas y otras estructuras análogas.

6.7.3.13.2 La acción combinada de los soportes (cunas, bastidores, etc.) y de los elementos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles no debe someter a un esfuerzo excesivo ningún punto del depósito. Todas las cisternas portátiles deben estar provistas de elementos 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.

6.7.3.13.3 En el proyecto de soportes y bastidores se deben tener en cuenta los efectos de corrosión debidos al medio ambiente.

6.7.3.13.4 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:

.1 el depósito y todos sus accesorios estén bien protegidos de los choques de las horquillas elevadoras; y

.2 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.

6.7.3.13.5 Cuando las cisternas portátiles no estén protegidas durante el transporte, conforme a lo estipulado en el párrafo [4.2.2.3](#), los depósitos y los elementos 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:

.1 la protección contra los choques laterales, que puede consistir en barras longitudinales que protejan el depósito por ambos lados a la altura de la línea media;

.2 la protección de la cisterna portátil contra los vuelcos, que puede consistir en aros de refuerzo o barras fijadas transversalmente sobre el bastidor;

.3 la protección contra los choques por la parte posterior, que puede consistir en un parachoques o un bastidor;

.4 la protección del depósito contra los daños resultantes de choques o vuelcos utilizando un bastidor ISO conforme a la norma ISO 1496-3:1995.

6.7.3.14 Aprobación del proyecto

6.7.3.14.1 Para cada nuevo proyecto de cisterna portátil, las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada deberán expedir un certificado de aprobación del proyecto. En ese certificado deberá constar que la cisterna portátil ha sido examinada por esa autoridad, que es adecuada para el fin al que se la destina y que responde a las normas que se establecen en este capítulo y, cuando proceda, a las disposiciones relativas a gases enunciadas en la instrucción [T50](#) sobre cisternas portátiles del párrafo [4.2.5.2.6](#). Si se fabrica una serie de cisternas portátiles sin modificación del proyecto, el certificado debe ser válido para toda la serie. El certificado debe hacer referencia al informe de ensayo del prototipo, a los gases que se permite transportar, a los materiales de construcción del depósito y al número de aprobación. El número de aprobación debe componerse del signo o marca distintivos del Estado en cuyo territorio se haya concedido la aprobación, es decir, del signo distintivo que, conforme a la Convención de Viena sobre la Circulación, de 1968, se utiliza en el tráfico internacional, y de un número de registro. En el certificado deberá indicarse, si la hubiere, cualquier otra disposición con arreglo a lo indicado en el párrafo [6.7.1.2](#). La aprobación de un proyecto 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.

6.7.3.14.2 El informe sobre el ensayo del prototipo para la aprobación del proyecto debe incluir, por lo menos, los siguientes datos:

.1 los resultados del ensayo del bastidor aplicable, especificado en la norma ISO 1496-3:1995;

.2 los resultados de la inspección y ensayos iniciales previstos en el párrafo [6.7.3.15.3](#); y

.3 los resultados del ensayo de choque previsto en el párrafo 6.7.3.15.1, cuando proceda.

6.7.3.15 Inspección y ensayos

6.7.3.15.1 En el caso de las cisternas portátiles que responden a la definición de "contenedor" dada en el Convenio internacional sobre la seguridad de los contenedores (CSC), se debe someter a ensayos de choque un prototipo representativo de cada proyecto. El prototipo de cisterna portátil debe resultar capaz de absorber las fuerzas resultantes de un choque no inferior a 4 veces (4 g) la masa bruta máxima autorizada de la cisterna portátil a carga completa, con una duración característica de los choques mecánicos experimentados en el transporte ferroviario. A continuación figura una lista de la normativa sobre métodos aceptables para la realización del ensayo de choque:

Association of American Railroads,

Manual of Standards and Recommended Practices,

Specifications for Acceptability of Tank Containers (AAR.600), 1992

National Standard of Canada, CAN/CGSB-43.147-2002,

"Construction, Modification, Qualification, Maintenance, and Selection and Use of Means of Containment for the Handling, Offering for Transport or Transporting of Dangerous Goods by Rail", marzo de 2002,

publicado por la Canadian General Standards Board (CGSB)

Deutsche Bahn AG

DB Systemtechnik, Minden

Verifikation und Versuche, TZF 96.2

Cisternas portátiles, ensayo de choque longitudinal

Société Nationale des Chemins de Fer Français

C.N.E.S.T. 002-1966

Contenedores cisterna, esfuerzos externos longitudinales y ensayos dinámicos de choque

Spoornet, South Africa

Engineering Development Centre (EDC)

Testing of ISO Tank Containers

Method EDC/TES/023/000/1991-06

6.7.3.15.2 El depósito y los distintos componentes del equipo de cada cisterna portátil deben ser inspeccionados y sometidos a ensayo, primero antes de ser puestos en servicio (inspección y ensayos

iniciales) y después a intervalos de cinco años como máximo (inspección y ensayos periódicos quinquenales) con una inspección y ensayo periódico intermedio (inspección y ensayos periódicos después de dos años y medio), que se efectuará a mitad del período de cinco años. Esta inspección y ensayo periódicos pueden efectuarse dentro de los tres meses anteriores o posteriores a la fecha especificada. Cuando sea necesario en virtud del párrafo 6.7.3.15.7, se efectuará una inspección y ensayos excepcionales, independientemente de la fecha de la última inspección y ensayo periódico.

6.7.3.15.3 Como parte de la inspección y ensayos iniciales de una cisterna portátil se debe proceder a una comprobación de las características del proyecto, a un examen interno y externo de la cisterna portátil y de sus accesorios teniendo en cuenta los gases licuados no refrigerados que se han de transportar en ella, y a un ensayo de presión, teniendo en cuenta las presiones de ensayo estipuladas en el párrafo 6.7.3.3.2. El ensayo de presión puede ser hidráulica o puede utilizarse otro líquido o gas si lo aprueba la autoridad competente o la entidad por ella autorizada. Antes de que la cisterna portátil sea puesta en servicio, también debe efectuarse un ensayo de estanquidad y una prueba de funcionamiento satisfactorio de todos los elementos de servicio. Si el depósito y los accesorios han sido sometidos por separado a un ensayo de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a un ensayo de estanquidad. Todas las soldaduras del depósito sometidas al nivel máximo de esfuerzo deben ser supervisadas en el ensayo inicial por radiografía, por ultrasonidos o por otro método apropiado no destructivo. Esta disposición no se aplica a la camisa.

6.7.3.15.4 La inspección y ensayos periódicos que se realizan cada cinco años deben comprender un examen interno y externo y también, por lo general, un ensayo de presión hidráulica. 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 elementos de servicio han sido sometidos por separado a un ensayo de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a un ensayo de estanquidad.

6.7.3.15.5 La inspección y ensayos periódicos intermedios, que se efectuarán en un plazo de dos años y medio, deben comprender, por lo menos, un examen interno y externo de la cisterna portátil y de sus accesorios, teniendo en cuenta los gases licuados no refrigerados que se han de transportar, un ensayo de estanquidad y una prueba de funcionamiento satisfactorio de todos los elementos de servicio. 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. En el caso de cisternas portátiles destinadas al transporte de un solo gas licuado no refrigerado, las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada pueden renunciar al examen interno a los dos años y medio o sustituirlo por otros métodos de ensayo o procedimientos de inspección.

6.7.3.15.6 No se puede llenar ni presentar para su transporte una cisterna portátil después de la fecha de expiración de la última inspección y ensayo periódicos de cinco años o de los dos años y medio previstos en el párrafo 6.7.3.15.2. Sin embargo, una cisterna portátil que se haya llenado antes de la fecha de expiración de la última inspección y ensayo periódicos puede ser transportada durante un período que no exceda de tres meses de dicha fecha. Además, las cisternas portátiles pueden transportarse después de la fecha de expiración del último ensayo e inspección periódicos:

.1 vacías y sin limpiar con objeto de someterlas al siguiente ensayo o inspección requeridos antes de volver a llenarlas; y

.2 salvo disposición en contrario de las autoridades competentes, durante un período máximo de seis meses después de la fecha de expiración del último ensayo o inspección periódicos, con objeto de

posibilitar el regreso de mercancías peligrosas para su eliminación o reciclado. En el documento de transporte debe constar esta exención.

6.7.3.15.7 La inspección y ensayos excepcionales son necesarios cuando hay indicios de que la cisterna portátil tiene zonas dañadas o corroídas, o tiene escapes u otros indicios de deficiencias que puedan afectar a su integridad. El nivel de la inspección y ensayos excepcionales dependerá de la importancia de los daños o deterioros sufridos por la cisterna portátil. Deberán incluir por lo menos la inspección y ensayo periódicos efectuadas a los 2,5 años con arreglo al párrafo [6.7.3.15.5](#).

6.7.3.15.8 En los exámenes interno y externo se debe verificar que:

.1 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 portátil no sea segura para el transporte;

.2 se inspeccionan 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;

.3 los dispositivos de cierre de las tapas de los agujeros de hombre funcionan correctamente y no hay escapes en las tapas o las juntas;

.4 se reponen los pernos o las tuercas que falten o se aprietan los pernos o tuercas sueltos en las juntas con brida o en las bridas ciegas;

.5 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;

.6 las marcas prescritas sobre la cisterna portátil son legibles y cumplen las disposiciones aplicables; y

.7 el bastidor, los soportes y los elementos de elevación de la cisterna portátil se encuentran en buen estado.

6.7.3.15.9 Un técnico aprobado por las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada debe realizar o presenciar las inspecciones y ensayos indicados en los párrafos [6.7.3.15.1](#), [6.7.3.15.3](#), [6.7.3.15.4](#), [6.7.3.15.5](#) y [6.7.3.15.7](#). Si el ensayo de presión forma parte de la inspección y los ensayos, la presión de ensayo debe ser la que se indique en la placa de inspección de la cisterna portátil. La cisterna debe ser inspeccionada a presión para determinar si existen escapes en el depósito, las tuberías o los elementos de servicio.

6.7.3.15.10 Todos los trabajos de corte, quemado o soldadura que se realicen en el depósito deben ser aprobados por las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada teniendo en cuenta el código para recipientes a presión utilizado en la construcción del depósito. Una vez terminados esos trabajos, se debe efectuar un ensayo de presión a la presión de ensayo inicial.

6.7.3.15.11 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 un nuevo ensayo.

6.7.3.16 Marcado

6.7.3.16.1 Toda cisterna portátil debe tener una placa de metal resistente a la corrosión, fijada de modo permanente en un lugar bien 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 prescrita por el código para recipientes a presión. En la placa se deberá grabar, por estampado o por otro método análogo, como mínimo la siguiente información.

País de fabricación:

U	País de	Número de	Disposiciones alternativas (véase 6.7.1.2)
N	aprobación	aprobación	"AA"

Nombre o marca del fabricante

Número de serie del fabricante

Entidad autorizada para la aprobación del proyecto

Número de matrícula del propietario

Año de fabricación

Código para recipientes a presión al que se ajusta el proyecto del depósito

Presión de ensayo bar/kPa* de presión manométrica

Presión de servicio máxima autorizada bar/kPa* de presión manométrica

Presión de cálculo externa** bar/kPa* de presión manométrica

Gama de temperaturas de cálculo °C a °C

Temperatura de referencia para el cálculo °C

Capacidad de agua a 20°C litros

Fecha del ensayo de presión inicial e identidad del testigo

Material(es) del depósito y referencia(s) estándar

Espesor equivalente en acero de referencia mm

Fecha y tipo de lo(s) ensayo(s) periódico(s) más reciente(s)

Mes Año Ensayo de presión bar/kPa* efectivos

Sello del técnico que realizó o presenció el ensayo más reciente

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

Nombre de la empresa explotadora

Nombre del (de los) gas(es) licuado(s) no refrigerado(s) cuyo transporte se ha autorizado

Carga máxima autorizada de cada gas licuado no refrigerado autorizado

Masa bruta máxima autorizada kg

Tara kg

6.7.3.16.3 Si una cisterna portátil está proyectada y aprobada para su manipulación en mares abiertos, en la placa de identificación deberán marcarse las siguientes palabras: "CISTERNA PORTÁTIL PARA INSTALACIONES MAR ADENTRO".

6.7.4 Disposiciones relativas al proyecto, la construcción, la inspección y el ensayo de cisternas portátiles destinadas al transporte de gases licuados refrigerados de la Clase 2

6.7.4.1 Definiciones

Para los efectos de la presente sección:

Tiempo de retención: tiempo que transcurra desde que se establece la condición inicial de llenado hasta que la presión -por efecto del calentamiento- llega al valor mínimo a que se han ajustado los dispositivos de reducción de la presión para que empiecen a funcionar.

Camisa: la cubierta o el revestimiento aislante exterior, que puede formar parte del sistema termoaislante.

Ensayo de estanquidad: ensayo en el que se utiliza gas para someter el depósito y sus elementos de servicio a una presión interna efectiva no inferior al 90% de la presión de servicio máxima autorizada.

Presión de servicio máxima autorizada: presión manométrica efectiva máxima permisible en la parte superior del depósito de una cisterna portátil cargada, estando ésta en su posición normal, con inclusión de la presión efectiva máxima durante el llenado o el vaciado.

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

Temperatura mínima de proyecto: temperatura utilizada en el proyecto y la construcción del depósito, que no debe ser superior a la temperatura (temperatura de servicio) más baja del contenido en condiciones normales de llenado, vaciado y transporte.

Cisterna portátil: cisterna multimodal termoaislada de capacidad superior a 450 l que esté provista de todos los elementos de servicio y los elementos estructurales que sean necesarios para el transporte de gases licuados refrigerados. La cisterna portátil debe poder ser llenada y vaciada sin necesidad de desmontar sus elementos estructurales. Debe tener elementos estabilizadores exteriores a la cisterna y poder ser izada cuando esté llena. Está proyectada 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

vagones cisterna, las cisternas no metálicas, los recipientes intermedios para graneles (RIG), las botellas de gas y los recipientes de grandes dimensiones no se consideran cisternas portátiles.

Acero de referencia: acero que tiene una resistencia a la tracción de 370 N/mm² y un alargamiento de rotura del 27%.

Elementos de servicio: instrumentos de medida y los dispositivos de llenado, vaciado, aireación, seguridad, presurización, refrigeración y termoaislamiento.

Depósito: parte de la cisterna portátil que contiene el gas licuado refrigerado transportado, con inclusión de las aberturas y sus cierres, pero con exclusión de los elementos de servicio o los elementos estructurales exteriores.

Elementos estructurales: elementos de refuerzo, sujeción, protección o estabilización exteriores al depósito.

Cisterna: construcción que normalmente consta de:

a) una camisa exterior y uno o varios depósitos interiores, existiendo entre aquélla y éstos un espacio intermedio del que se ha extraído el aire (aislamiento por vacío) y que puede tener un sistema de aislamiento térmico; o

b) una camisa exterior y un depósito interior con una capa intermedia de material termoaislante compacto (por ejemplo, espuma compacta).

Presión de ensayo: presión manométrica máxima en la parte superior del depósito, medida durante el ensayo de presión.

6.7.4.2 Disposiciones generales relativas al proyecto y la construcción

6.7.4.2.1 Los depósitos deben proyectarse y construirse de conformidad con las disposiciones de un código sobre recipientes a presión aceptado por la autoridad competente. Los depósitos y las camisas deben ser de materiales metálicos capaces de recibir la forma deseada. Las camisas deben ser de acero. Para los elementos de apoyo y sujeción entre el depósito y la camisa pueden utilizarse materiales no metálicos, siempre que sus propiedades a la temperatura mínima de proyecto resulten adecuadas. En principio, los materiales deben ajustarse a las normas nacionales o internacionales sobre materiales. Para los depósitos y camisas soldados sólo deben utilizarse materiales cuya soldabilidad esté plenamente demostrada. Las soldaduras deben estar bien hechas y ofrecer total seguridad. Cuando el proceso de fabricación o el material lo exija, el depósito debe ser sometido a un tratamiento térmico adecuado 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 temperatura mínima de proyecto con respecto al riesgo de fractura frágil, la fragilización por absorción de hidrógeno, la aparición de fisuras por corrosión y la resistencia a los choques. Cuando se utilice acero de grano fino, el valor garantizado del límite de fluencia no deberá superar los 460 N/mm² y el valor garantizado del límite superior de la resistencia a la tracción no deberá ser superior a 725 N/mm² según las especificaciones del material. Los materiales de las cisternas portátiles deben estar adaptados al medio ambiente exterior en el que vayan a ser transportados.

6.7.4.2.2 Todas las partes de un contenedor cisterna (accesorios, juntas y tuberías inclusive) que normalmente puedan entrar en contacto con el gas licuado refrigerado que se transporta deben ser compatibles con éste.

6.7.4.2.3 Deberá evitarse el contacto entre metales diferentes que pueda causar daños por corrosión galvánica.

6.7.4.2.4 El aislamiento térmico deberá consistir en un revestimiento completo del depósito o depósitos de la cisterna, constituido por materiales aislantes eficaces. El aislamiento exterior debe ir protegido por una camisa a fin de que, en las condiciones normales de transporte, no penetre la humedad ni se produzcan otros daños.

6.7.4.2.5 Si la camisa va cerrada de tal forma que sea estanca a los gases, se deberá incorporar un dispositivo que evite los aumentos peligrosos de presión en el espacio aislante.

6.7.4.2.6 Las cisternas portátiles destinadas al transporte de gases licuados refrigerados cuyo punto de ebullición sea inferior a -182°C a la presión atmosférica, no deben contener ningún material que pueda reaccionar peligrosamente con el oxígeno o con atmósferas ricas en oxígeno cuando se encuentre en alguna parte del aislamiento térmico que pueda entrar en contacto con oxígeno o con fluidos ricos en oxígeno.

6.7.4.2.7 Los materiales de aislamiento deben ser tales que no se deterioren excesivamente en condiciones de servicio.

6.7.4.2.8 Para cada gas licuado refrigerado que se transporte en cisternas portátiles se debe determinar un tiempo de retención de referencia.

6.7.4.2.8.1 El tiempo de retención de referencia se debe determinar siguiendo un método aceptado por la autoridad competente basándose en lo siguiente:

- .1 la eficacia del sistema de aislamiento, determinada según se indica en el párrafo [6.7.4.2.8.2](#);
- .2 la presión mínima de funcionamiento a que se hayan ajustado los dispositivos de reducción de la presión;
- .3 las condiciones iniciales de llenado;
- .4 una temperatura ambiente teórica de 30°C ;
- .5 las propiedades físicas del gas licuado refrigerado que se vaya a transportar.

6.7.4.2.8.2 La eficacia del sistema de aislamiento (absorción de calor en vatios) se debe determinar mediante ensayos en cada tipo de cisterna portátil conforme a un procedimiento aceptado por la autoridad competente. Los ensayos deben consistir en:

- .1 un ensayo a presión constante (por ejemplo, a presión atmosférica) si se mide la pérdida de gas licuado refrigerado durante un período de tiempo determinado; o
- .2 un ensayo en sistema cerrado si se mide el aumento de presión en el depósito durante un período de tiempo determinado.

Al efectuar el ensayo a presión constante deben tenerse en cuenta las variaciones de la presión atmosférica. En ambos tipos de ensayo deben aplicarse correcciones que tengan en cuenta las posibles variaciones de la temperatura ambiente respecto del valor de referencia teórico de 30°C .

Nota: Para la determinación del tiempo de retención real antes de cada viaje, véase [4.2.3.7](#).

6.7.4.2.9 La camisa de las cisternas de pared doble con aislamiento por vacío debe proyectarse de modo que resista una presión manométrica exterior de por lo menos 100 kPa (1 bar), calculada según normas reconocidas, o una presión de pandeo equivalente a por lo menos 200 kPa (2 bar) de presión manométrica. Para calcular la resistencia de la camisa a la presión exterior podrán tenerse en cuenta los dispositivos de refuerzo interiores y exteriores.

6.7.4.2.10 Las cisternas portátiles deben ser proyectadas y construidas con soportes que les sirvan de base estable durante el transporte y con elementos de sujeción adecuados para levantarlas y anclarlas.

6.7.4.2.11 Las cisternas portátiles deben ser proyectadas 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 proyecto 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 prevista de la cisterna portátil.

6.7.4.2.11.1 En el caso de las cisternas destinadas a utilizarse como contenedores para instalaciones mar adentro, habrá que tener en cuenta las cargas dinámicas que se generan durante la manipulación en mar abierta.

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

- .1 en la dirección del transporte: el doble de la masa bruta máxima autorizada multiplicado por la aceleración de la gravedad (g)*;
- .2 horizontalmente, en ángulo recto a la dirección del 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)*;
- .3 verticalmente hacia arriba: la masa bruta máxima autorizada multiplicada por la aceleración de la gravedad (g)*; y
- .4 verticalmente hacia 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, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

6.7.4.2.13 Para cada una de las fuerzas mencionadas en el párrafo [6.7.4.2.12](#), los coeficientes de seguridad que han de aplicarse deben ser los siguientes:

- .1 en el caso de los materiales que tengan un límite de elasticidad claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1,5 en relación con el límite de fluencia garantizado; o

.2 en el caso de los materiales que no tengan un límite de elasticidad claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1,5 en relación con el límite elástico convencional garantizado de 0,2% y, para los aceros austeníticos, de 1%.

6.7.4.2.14 El valor del límite de fluencia o del límite elástico debe ser el establecido en las normas nacionales o internacionales sobre materiales. Cuando se utilicen aceros austeníticos, los valores mínimos especificados para esas propiedades en función de las normas sobre materiales podrán aumentarse hasta en un 15% cuando estos valores superiores consten en el certificado de inspección de materiales. Cuando no exista ninguna norma para el metal en cuestión, o se utilicen materiales no metálicos, los valores que se utilicen deben ser aprobados por la autoridad competente.

6.7.4.2.15 Las cisternas portátiles destinadas al transporte de gases licuados refrigerados inflamables deben poder conectarse eléctricamente a tierra.

6.7.4.3 Criterios de proyecto

6.7.4.3.1 Los depósitos deben tener una sección transversal circular.

6.7.4.3.2 Los depósitos deben estar proyectados y fabricados de modo que resistan una presión de ensayo equivalente a, por lo menos, 1,3 veces la presión de servicio máxima autorizada. En el caso de un depósito aislado por vacío, la presión de ensayo no debe ser inferior a 1,3 veces la suma de la presión de servicio máxima autorizada y 100 kPa (1 bar). En todo caso, la presión de ensayo no debe ser inferior a una presión manométrica de 300 kPa (3 bar). Véanse asimismo las prescripciones relativas al espesor mínimo de las paredes del depósito que figuran en los párrafos [6.7.4.4.2](#) a [6.7.4.4.7](#).

6.7.4.3.3 Para los metales que tengan un límite de elasticidad claramente definido o se caractericen por tener un límite de fluencia normal garantizado (generalmente un límite elástico convencional de 0,2%; 1% en el caso de los aceros austeníticos), el esfuerzo primario de la membrana σ (sigma) en el depósito, a la presión de ensayo, no deberá exceder del menor de los valores siguientes: 0,75 R_e ó 0,50 R_m , siendo:

R_e = límite de elasticidad aparente en N/mm^2 , o límite elástico convencional de 0,2% y en el caso de los aceros austeníticos, de 1%;

R_m = resistencia mínima a la tracción en N/mm^2 .

6.7.4.3.3.1 Los valores de R_e y R_m que han de utilizarse deben ser los mínimos especificados en las normas nacionales o internacionales para materiales. Cuando se utilicen aceros austeníticos, los valores mínimos de R_e y R_m 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 norma para el metal en cuestión, los valores de R_e y R_m que se utilicen deberán ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada.

6.7.4.3.3.2 No se permitirá la construcción de depósitos soldados con aceros que tengan una relación R_e/R_m de más de 0,85. Los valores de R_e y R_m que han de utilizarse para determinar esa relación deberán ser los especificados en el certificado de inspección de materiales.

6.7.4.3.3.3 Los aceros utilizados en la construcción de depósitos deben tener un alargamiento porcentual en la rotura de por lo menos 10 000/ R_m , 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 éste que se utilicen en la construcción de depósitos de cisternas deben tener un alargamiento porcentual en la rotura no inferior a 10 000/6 R_m , con un mínimo absoluto del 12%.

6.7.4.3.3.4 Para determinar los valores reales de los materiales, se debe observar que, en el caso del metal en láminas, el eje de las probetas para ensayos de tracción debe ser perpendicular (transversal) a la dirección del laminado. El alargamiento permanente en la rotura debe medirse en probetas de sección transversal rectangular de conformidad con la norma ISO 6892:1984, utilizando una distancia entre señales en la probeta de 50 mm.

6.7.4.4 Espesor mínimo de la chapa del depósito

6.7.4.4.1 El espesor mínimo de la chapa del depósito deberá ser el mayor de los siguientes:

.1 el espesor mínimo determinado de conformidad con las disposiciones de los párrafos [6.7.4.4.2](#) a [6.7.4.4.7](#); o

.2 el espesor mínimo determinado conforme al código convenido para recipientes a presión, habida cuenta de las disposiciones del párrafo [6.7.4.3](#).

6.7.4.4.2 Los depósitos cuyo diámetro no sea superior a 1,80 m deben tener paredes de al menos 5 mm de espesor si son de acero de referencia o del espesor equivalente del metal que se utilice. Los depósitos cuyo diámetro exceda de 1,80 m, deben tener paredes de al menos 6 mm de espesor si son de acero de referencia o del espesor equivalente del metal que se utilice.

6.7.4.4.3 Los depósitos de cisternas aisladas por vacío cuyo diámetro sea igual o inferior a 1,80 m deben tener paredes de al menos 3 mm de espesor si son de acero de referencia, o de un espesor equivalente del metal que se utilice. En el caso de que su diámetro exceda de 1,80 m deben tener paredes de al menos 4 mm de espesor si son de acero de referencia, o de un espesor equivalente del metal que se utilice.

6.7.4.4.4 En las cisternas aisladas por vacío, el espesor combinado de la camisa y el depósito debe corresponder al espesor mínimo prescrito en el párrafo [6.7.4.4.2](#), no debiendo ser el espesor del depósito propiamente dicho inferior al espesor mínimo prescrito en el párrafo [6.7.4.4.3](#).

6.7.4.4.5 Todos los depósitos deben tener por lo menos 3 mm de espesor, sea cual fuere el material empleado en su fabricación.

6.7.4.4.6 En el caso de un metal distinto del acero de referencia, el espesor equivalente al prescrito para éste en los párrafos [6.7.4.4.2](#) y [6.7.4.4.3](#) se deberá determinar mediante la siguiente ecuación:

$$e_l = \frac{21,4 \times e_0}{\sqrt[3]{R_{m1} \times A_1}}$$

donde:

e_1 = espesor equivalente requerido (en mm) del metal que se utilice;

e_0 = espesor mínimo (en mm) del acero de referencia especificado en los párrafos [6.7.4.4.2](#) y [6.7.4.4.3](#);

R_{m1} = resistencia mínima garantizada a la tracción (en N/mm²) del metal que se utilice (véase el párrafo [6.7.4.3.3](#));

A_1 = alargamiento porcentual mínimo garantizado en la rotura del metal que se utilice conforme a las normas nacionales o internacionales.

6.7.4.4.7 El espesor de la pared no debe, en ningún caso, ser inferior al indicado en los párrafos [6.7.4.4.1](#) a [6.7.4.4.5](#). Todas las partes del depósito deben tener el espesor mínimo determinado en los párrafos [6.7.4.4.1](#) a [6.7.4.4.6](#). En este espesor no se deberá incluir una tolerancia por corrosión.

6.7.4.4.8 El espesor de la chapa no debe cambiar bruscamente en la unión de las extremidades con la parte cilíndrica del depósito.

6.7.4.5 Equipos de servicio

6.7.4.5.1 Los equipos de servicio deben estar dispuestos de forma que no corran el riesgo de ser arrancados o dañados durante el transporte y la manipulación. Si el acoplamiento del bastidor con la cisterna, o de la camisa con el depósito permite un movimiento relativo entre ellos, han de sujetarse los equipos de servicio de forma que ese movimiento no ocasione ningún daño a los órganos activos. Los accesorios exteriores de vaciado (encastres de los tubos, dispositivos de cierre), la válvula interna de cierre 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 (incluidos las bridas y los tapones roscados) y las tapas protectoras, si las hubiere, deben poder fijarse para evitar su apertura fortuita.

6.7.4.5.1.1 En el caso de los contenedores cisterna para instalaciones mar adentro, habrá que tener en cuenta en lo que se refiere a la disposición, el proyecto y el grado de protección del equipo de servicio, el riesgo añadido de daños por impactos cuando se manipule este tipo de cisternas en mar abierta.

6.7.4.5.2 Todas las aberturas de llenado y de descarga de una cisterna portátil que se utilice para el transporte de gases licuados refrigerados inflamables deben estar provistas como mínimo de tres dispositivos de cierre independientes entre sí, dispuestos en serie: el primero será una válvula de cierre, situada lo más cerca posible de la camisa; el segundo, una válvula de cierre, y el tercero, una brida ciega o un dispositivo equivalente. El dispositivo de cierre más próximo a la camisa debe ser un dispositivo de obturación instantánea que se cierre automáticamente si la cisterna portátil experimenta un movimiento anormal durante el llenado o el vaciado, o si queda envuelta en llamas. Este dispositivo debe también poder accionarse con mando a distancia.

6.7.4.5.3 Todas las aberturas de llenado y de descarga de una cisterna portátil que se utilice para el transporte de gases licuados refrigerados ininflamables deben estar provistas de al menos dos dispositivos de cierre independientes, dispuestos en serie: el primero será una válvula de cierre, situada lo más cerca posible de la camisa exterior, y el segundo, una brida ciega o un dispositivo equivalente.

6.7.4.5.4 Los tramos de tubería que puedan cerrarse por ambos extremos, y en los cuales pueda quedar aprisionado un producto líquido, deben estar provistos de un dispositivo automático de reducción de la presión que impida un aumento excesivo de ésta dentro de la tubería.

6.7.4.5.5 Las aberturas de inspección no son necesarias en el caso de las cisternas aisladas por vacío.

6.7.4.5.6 Siempre que sea posible, los accesorios exteriores deben ir agrupados.

6.7.4.5.7 Todas las conexiones de la cisterna portátil deben llevar marcas que indiquen claramente sus respectivas funciones.

6.7.4.5.8 Las válvulas de cierre y los demás medios de cierre deben ser proyectados y contruidos para que resistan una presión nominal que no debe ser inferior a la presión de servicio máxima autorizada del depósito, teniendo en cuenta las temperaturas previstas durante el transporte. Las válvulas de cierre con vástago roscado deben cerrarse por rotación en el sentido de las agujas del reloj. Para las demás válvulas de cierre debe indicarse claramente la posición (abierta y cerrada) y la dirección de cierre. Todas las válvulas de cierre deben proyectarse de manera que no pueda producirse una apertura fortuita.

6.7.4.5.9 Cuando se utilicen compresores, las conducciones de líquido y vapor conectadas a los mismos deben estar provistas de válvulas lo más cerca posible de la camisa, a fin de que no se pierda el contenido si el compresor sufre algún daño.

6.7.4.5.10 Las tuberías se deben proyectar, construir e instalar de manera que no corran el riesgo de ser dañadas por la dilatación y la contracción térmicas, los choques y las vibraciones. Todas las tuberías deben ser de un material apropiado. A fin de evitar fugas en caso de incendio, entre la camisa y el acoplamiento con el primer cierre de cualquier orificio de salida deben utilizarse únicamente tuberías de acero y juntas soldadas. La técnica que se emplee para unir el cierre con ese acoplamiento debe ser satisfactoria a juicio de las autoridades competentes o de la entidad por ellas autorizada. En otros lugares, las juntas de las tuberías se soldarán cuando sea necesario.

6.7.4.5.11 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 fuerte no debe ser inferior a 525°C. Las juntas no deberán reducir la resistencia de las tuberías, como puede ocurrir con las uniones roscadas.

6.7.4.5.12 Los materiales de construcción de las válvulas y los accesorios deben tener propiedades satisfactorias a la temperatura mínima de utilización de la cisterna portátil.

6.7.4.5.13 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 presión de servicio máxima autorizada del depósito o el cuádruple de la presión a la que pueda estar sometido el depósito en servicio por la acción de una bomba u otro dispositivo (excepto los de reducción de la presión).

6.7.4.6 Dispositivos de reducción de la presión

6.7.4.6.1 Todo depósito debe ir provisto de al menos dos dispositivos de reducción de la presión independientes, accionados por resorte, que deben abrirse automáticamente a una presión no inferior a la presión de servicio máxima autorizada y estar completamente abiertos a una presión

igual al 110% de la presión de servicio máxima autorizada. Los dispositivos deben cerrarse, después de la descarga, a una presión no inferior en más de un 10% a la presión a la que empieza la descarga y permanecer cerrados a todas las presiones más bajas. Los dispositivos de reducción de la presión deben ser de un tipo que resista los esfuerzos dinámicos, incluidos los debidos al movimiento del líquido.

6.7.4.6.2 Los depósitos destinados al transporte de gases licuados refrigerados ininflamables y de hidrógeno podrán ir provistos, además, de discos frangibles montados en paralelo con los dispositivos accionados por resorte, tal como se dispone en los párrafos [6.7.4.7.2](#) y [6.7.4.7.3](#).

6.7.4.6.3 Los dispositivos de reducción de la presión deben estar proyectados de manera que impidan la entrada de objetos extraños, los escapes de gas y todo aumento peligroso de la presión.

6.7.4.6.4 Los dispositivos de reducción de la presión deben ser aprobados por las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada.

6.7.4.7 Capacidad y ajuste de los dispositivos de reducción de la presión

6.7.4.7.1 En el caso de que se produzca una pérdida de vacío en una cisterna aislada por este medio, o una pérdida del 20% del aislamiento en una cisterna aislada con materiales sólidos, la capacidad conjunta de todos los dispositivos de reducción de la presión instalados debe ser suficiente como para impedir que la presión (incluida la presión acumulada) dentro del depósito sobrepase el 120% de la presión de servicio máxima autorizada.

6.7.4.7.2 En el caso de los gases licuados refrigerados ininflamables (excepto el oxígeno) y del hidrógeno, esta capacidad se podrá lograr utilizando discos frangibles en paralelo con los dispositivos de seguridad prescritos. Estos discos deben romperse a una presión nominal igual a la presión de ensayo del depósito.

6.7.4.7.3 En las condiciones indicadas en los párrafos [6.7.4.7.1](#) y [6.7.4.7.2](#) y con la cisterna completamente envuelta en llamas, la capacidad conjunta de todos los dispositivos de reducción de la presión instalados debe ser suficiente como para impedir que la presión en el depósito sobrepase la presión de ensayo.

6.7.4.7.4 La capacidad exigida de los dispositivos de reducción de la presión se deberá calcular con arreglo a una técnica reconocida aceptada por la autoridad competente.

6.7.4.8 Marcado de los dispositivos de reducción de la presión

6.7.4.8.1 Todo dispositivo de reducción de la presión debe tener marcados, con caracteres claramente legibles e indelebles, los siguientes datos:

- .1 la presión (en bar o kPa) a la que esté previsto que funcione;
- .2 la tolerancia autorizada a la presión de descarga para los dispositivos de muelle;
- .3 la temperatura de referencia correspondiente a la presión nominal para los discos frangibles; y
- .4 la capacidad nominal de conducción del dispositivo en metros cúbicos de aire por segundo (m^3/s) en condiciones normales.

Cuando sea posible, también debe figurar la siguiente información:

- .5 el nombre del fabricante y el número de catálogo correspondiente.

6.7.4.8.2 La capacidad nominal de conducción indicada en los dispositivos de reducción de la presión se deberá determinar según la norma ISO 4126-1:1996.

6.7.4.9 Tubos de conexión con los dispositivos de reducción de la presión

6.7.4.9.1 Los tubos de conexión con los dispositivos de reducción de la presión deben ser de tamaño suficiente para que el volumen de gas requerido pueda llegar sin dificultad al dispositivo de seguridad. No se debe instalar ninguna válvula de cierre entre el depósito y los dispositivos de reducción de la presión, a no ser que haya instalados dispositivos duplicados para el mantenimiento o por otras razones y que las válvulas de cierre conectadas a los dispositivos efectivamente en funcionamiento estén inmovilizadas en posición abierta o acopladas entre sí de forma que siempre se cumplan los requisitos enunciados en la parte [6.7.4.7](#). Ninguna abertura que conduzca a un orificio de escape o dispositivo de reducción de la presión debe estar obstruida de manera que se obstaculice o se cierre el paso del depósito al dispositivo. Cuando los dispositivos de reducción de la presión tengan tuberías de escape de vapores o líquidos, éstas deben dar salida a la atmósfera al vapor o al líquido de forma que sea mínima la contrapresión ejercida sobre los dispositivo de seguridad.

6.7.4.10 Emplazamiento de los dispositivos de reducción de la presión

6.7.4.10.1 Cada uno de los orificios de admisión de los dispositivos de reducción de la presión deben estar situados en la parte superior del depósito, lo más cerca posible del centro longitudinal y transversal del mismo. Todos los orificios de admisión de los dispositivos de reducción de la presión, en las condiciones de tasa máxima de llenado, 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 gases licuados refrigerados, la salida de vapor debe estar dirigida de manera que éste no pueda tropezar con la cisterna. Se permite el uso de dispositivos de protección para desviar el chorro de vapor, a condición de que no disminuya la capacidad requerida del dispositivo de reducción de la presión.

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

6.7.4.11 Dispositivos indicadores

6.7.4.11.1 Las cisternas portátiles, salvo las que se llenen a peso, deben ir provistas de uno o varios dispositivos indicadores. No se deben utilizar indicadores de nivel hechos de cristal ni indicadores hechos de otros materiales frágiles que estén en comunicación directa con el contenido del depósito.

6.7.4.11.2 En las cisternas portátiles aisladas por vacío, la camisa debe ir provista de un dispositivo de conexión para un indicador de vacío.

6.7.4.12 Soportes, bastidores y elementos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles

6.7.4.12.1 Las cisternas portátiles deben ser proyectadas y fabricadas con un soporte que asegure su estabilidad durante el transporte. En relación con este aspecto del proyecto, se deben tener en cuenta las fuerzas que se indican en [6.7.4.2.12](#) y el factor de seguridad indicado en [6.7.4.2.13](#). Se consideran aceptables los patines, los bastidores, las cunas y otras estructuras semejantes.

6.7.4.12.2 La acción combinada de los soportes (cunas, bastidores, etc.) y de los elementos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles no debe someter a un esfuerzo excesivo ningún punto de la cisterna. Todas las cisternas portátiles deben estar provistas de elementos 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 la cisterna en los puntos de apoyo.

6.7.4.12.3 En el proyecto de soportes y bastidores se deben tener en cuenta los efectos de corrosión debidos al medio ambiente.

6.7.4.12.4 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:

.1 la cisterna y todos sus accesorios estén bien protegidos de los choques de las horquillas elevadoras; y

.2 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.

6.7.4.12.5 Cuando las cisternas portátiles no estén protegidas durante el transporte, conforme a lo estipulado en el párrafo [4.2.3.3](#), los depósitos y los elementos 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:

.1 la protección contra los choques laterales, que puede consistir en barras longitudinales que protejan el depósito por ambos lados a la altura de la línea media;

.2 la protección de la cisterna portátil contra los vuelcos, que puede consistir en aros de refuerzo o barras fijadas transversalmente sobre el bastidor;

.3 la protección contra los choques por la parte posterior, que puede consistir en un parachoques o un bastidor;

.4 la protección del depósito contra los daños resultantes de choques o vuelcos utilizando un bastidor ISO conforme a la norma ISO 1496-3:1995;

.5 la protección de la cisterna portátil contra choques o vuelco mediante una camisa con aislamiento por vacío.

6.7.4.13 Aprobación del proyecto

6.7.4.13.1 Para cada nuevo proyecto de cisterna portátil, las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada deben expedir un certificado de aprobación del proyecto. En ese certificado debe constar que la cisterna portátil ha sido examinada por esa autoridad, que es adecuada para el fin al que se la destina y que responde a las normas que se establecen en este capítulo. Si se fabrica una serie de cisternas portátiles sin modificación del proyecto, el certificado debe ser válido para toda la serie. El certificado debe hacer referencia al informe de ensayo del prototipo, a los gases licuados refrigerados que se permite transportar, a los materiales de construcción del depósito y la camisa, y al número de aprobación. El número de aprobación debe componerse del signo o marca distintivos del Estado en cuyo territorio se haya concedido la aprobación, es decir, del signo distintivo que, conforme a la Convención de Viena sobre la Circulación, de 1968, se utiliza en el tráfico internacional, y de un número de registro. En el certificado debe indicarse, si la hubiere, cualquier otra disposición con arreglo a lo indicado en el párrafo [6.7.1.2](#). La aprobación de un proyecto 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.

6.7.4.13.2 El informe sobre los ensayos del prototipo para la aprobación del proyecto debe incluir, por lo menos, los siguientes datos:

.1 los resultados del ensayo del bastidor aplicable, especificado en la norma ISO 1496-3:1995;

.2 los resultados de la inspección y ensayos iniciales previstos en el párrafo [6.7.4.14.3](#); y

.3 los resultados del ensayo de choque previsto en el párrafo [6.7.4.14.1](#), cuando proceda.

6.7.4.14 Inspección y ensayos

6.7.4.14.1 En el caso de las cisternas portátiles que responden a la definición de "contenedor" dada en el Convenio internacional sobre la seguridad de los contenedores (CSC), se debe someter a ensayos de choque un prototipo representativo de cada proyecto. El prototipo de cisterna portátil debe resultar capaz de absorber las fuerzas resultantes de un choque no inferior a 4 veces (4 g) la masa bruta máxima autorizada de la cisterna portátil a carga completa, con una duración característica de los choques mecánicos experimentados en el transporte ferroviario. A continuación figura una lista de la normativa sobre métodos aceptables para la realización del ensayo de choque:

Association of American Railroads,

Manual of Standards and Recommended Practices,

Specifications for Acceptability of Tank Containers (AAR.600), 1992

National Standard of Canada, CAN/CGSB-43.147-2002,

"Construction, Modification, Qualification, Maintenance, and Selection and Use of Means of Containment for the Handling, Offering for Transport or Transporting of Dangerous Goods by Rail", marzo de 2002,

publicado por la Canadian General Standards Board (CGSB)

Deutsche Bahn AG

DB Systemtechnik, Minden

Verifikation und Versuche, TZF 96.2

Cisternas portátiles, ensayo de choque longitudinal

Société Nationale des Chemins de Fer Français

C.N.E.S.T. 002-1966

Contenedores cisterna, esfuerzos externos longitudinales y ensayos dinámicos de choque

Spoornet, South Africa

Engineering Development Centre (EDC)

Testing of ISO Tank Containers

Method EDC/TES/023/000/1991-06

6.7.4.14.2 La cisterna y los distintos componentes del equipo de cada cisterna portátil deben ser inspeccionados y sometidos a ensayo, primero antes de ser puestos en servicio (inspección y ensayos iniciales) y después a intervalos de cinco años como máximo (inspección y ensayos periódicos cada 5 años) con una inspección y ensayo periódico intermedio (inspección y ensayos periódicos después de dos años y medio), que se efectuará a mitad del período de cinco años. Esta última inspección y ensayos pueden efectuarse dentro de los tres meses anteriores o posteriores a la fecha especificada. Cuando sea necesario, en virtud del párrafo 6.7.4.14.7, se efectuará una inspección y ensayo excepcionales, independientemente de la fecha de la última inspección y ensayo periódico.

6.7.4.14.3 Como parte de la inspección y ensayos iniciales de una cisterna portátil se debe proceder a una comprobación de las características del proyecto, a un examen interno y externo del depósito de la cisterna portátil y de sus accesorios teniendo en cuenta los gases licuados refrigerados que se han de transportar en ella, y a un ensayo de presión, teniendo en cuenta las presiones de ensayo estipuladas en el párrafo 6.7.4.3.2. El ensayo de presión puede ser hidráulico o puede utilizarse otro líquido o gas si lo aprueban la autoridad competente o la entidad por ella autorizada. Antes de que la cisterna portátil sea puesta en servicio, también debe efectuarse un ensayo de estanquidad y una prueba de funcionamiento satisfactorio de todos los elementos de servicio. Si el depósito y los accesorios han sido sometidos por separado a un ensayo de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a un ensayo de estanquidad. Todas las soldaduras sometidas al nivel máximo de esfuerzo deben ser supervisadas en el ensayo inicial por radiografía, por ultrasonidos o por otro método apropiado no destructivo. Esta disposición no se aplica a la camisa.

6.7.4.14.4 La inspección y ensayos periódicos de cinco años y de 2,5 años deben comprender un examen externo de la cisterna portátil y de sus accesorios, teniendo debidamente en cuenta los gases licuados refrigerados que se transportan, un ensayo de estanquidad, una prueba de funcionamiento satisfactorio de todos los elementos de servicio y una comprobación del vacío, cuando proceda. En el caso de las cisternas no aisladas por vacío, la camisa y el aislamiento se retirarán durante las

inspecciones periódicas de cinco años y de 2,5 años, pero solamente en la medida necesaria para apreciar bien el estado en que se encuentra la cisterna.

6.7.4.14.5 Además, en la inspección y ensayos periódicos de cinco años de las cisternas no aisladas por vacío se deben retirar la camisa y el aislamiento, pero solamente en la medida necesaria para apreciar bien el estado en que se encuentra la cisterna.

6.7.4.14.6 No se puede llenar ni presentar para su transporte una cisterna portátil después de la fecha de expiración de la última inspección y ensayo periódico quinquenal o de los dos años y medio previstas en el párrafo 6.7.4.14.2. Sin embargo, una cisterna portátil que se haya llenado antes de la fecha de expiración de la última inspección y ensayo periódico puede ser transportada durante un período que no exceda de tres meses de dicha fecha. Además, las cisternas portátiles pueden transportarse después de la fecha de expiración del último ensayo e inspección periódicos:

.1 vacías y sin limpiar con objeto de someterlas al siguiente ensayo o inspección requerida antes de volver a llenarlas; y

.2 salvo disposición en contrario de las autoridades competentes, durante un período máximo de seis meses después de la fecha de expiración del último ensayo o inspección periódicos, con objeto de posibilitar el regreso de mercancías peligrosas para su eliminación o reciclado. En el documento de transporte debe constar esta exención.

6.7.4.14.7 La inspección y ensayos excepcionales son necesarios cuando hay indicios de que la cisterna portátil tiene zonas dañadas o corroídas, o tiene escapes u otros indicios de deficiencias que puedan afectar a su integridad. El nivel de la inspección y ensayos excepcionales dependerá de la importancia de los daños o deterioros sufridos por la cisterna portátil. Deben incluir por lo menos la inspección y ensayos periódicos efectuados a los dos años y medio con arreglo al párrafo 6.7.4.14.4.

6.7.4.14.8 En el examen interno durante la inspección y ensayo inicial debe comprobarse que se inspecciona el depósito para comprobar si tiene picaduras, corrosión, abrasiones, abolladuras, deformaciones, defectos de soldadura o cualquier otra anomalía que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura para el transporte.

6.7.4.14.9 En el examen externo se debe verificar que:

.1 se inspeccionan las tuberías externas, las válvulas, los sistemas de presurización/refrigeración cuando proceda, y las juntas para comprobar si existen zonas de corrosión, defectos y otras anomalías, incluidos los escapes, que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura durante el llenado, el vaciado o el transporte;

.2 no hay escapes en los agujeros de hombre o las juntas;

.3 se reponen los pernos o las tuercas que falten o se aprietan los pernos o tuercas sueltos en las juntas con brida o en las bridas ciegas;

.4 todos los dispositivos y válvulas de emergencia están exentos de corrosión, deformación o cualquier daño o defecto que pueda impedir su funcionamiento normal. Deberán hacerse funcionar los dispositivos de cierre a distancia y las válvulas de cierre automático para comprobar que funcionan correctamente;

.5 las marcas prescritas sobre la cisterna portátil son legibles y cumplen las disposiciones aplicables; y

.6 el bastidor, los soportes y los elementos de elevación de la cisterna portátil se encuentran en buen estado.

6.7.4.14.10 Un técnico aprobado por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada debe realizar o presenciar las inspecciones y ensayos indicados en los párrafos [6.7.4.14.1](#), [6.7.4.14.3](#), [6.7.4.14.4](#), [6.7.4.14.5](#) y [6.7.4.14.7](#). Si el ensayo de presión forma parte de la inspección y los ensayos, la presión de ensayo debe ser la que se indique en la placa de inspección de la cisterna portátil. La cisterna debe ser inspeccionada a presión para determinar si existen escapes en el depósito, las tuberías o los elementos de servicio.

6.7.4.14.11 Todos los trabajos de corte, quemado o soldadura que se realicen en el depósito de una cisterna portátil deben ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada teniendo en cuenta el código para recipientes a presión utilizado en la construcción del depósito. Una vez terminados esos trabajos, se debe efectuar un ensayo de presión a la presión de ensayo inicial.

6.7.4.14.12 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 un nuevo ensayo.

6.7.4.15 Marcado

6.7.4.15.1 Toda cisterna portátil debe tener una placa de metal resistente a la corrosión, fijada de modo permanente en un lugar bien 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 prescrita por el código para recipientes a presión. En la placa se deberá grabar, por estampado o por otro método análogo, como mínimo la siguiente información:

Pais de fabricación:

U País de Número de Disposiciones alternativas (véase [6.7.1.2](#))

N aprobación aprobación "AA"

Nombre o marca del fabricante

Número de serie del fabricante

Entidad autorizada para la aprobación del proyecto

Número de matrícula del propietario

Año de fabricación

Código para recipientes a presión al que se ajusta el proyecto del depósito

Presión de ensayo bar/kPa* de presión manométrica

Presión de servicio máxima autorizada bar/kPa* de presión manométrica

Temperatura mínima de proyecto °C

Capacidad de agua a 20°C litros

Fecha del ensayo de presión inicial e identidad del testigo

Material(es) del depósito y referencia(s) estándar

Espesor equivalente en acero de referencia mm

Material de revestimiento (si lo hubiere)

Fecha y tipo de lo(s) ensayo(s) periódico(s) más reciente(s)

Mes Año Ensayo de presión bar/kPa* efectivos

Sello del técnico que realizó o presenció el ensayo más reciente

Denominación completa del gas o de los gases para cuyo transporte se aprueba la cisterna portátil Aislamiento (indíquese "térmico" o "por vacío")

Eficacia del sistema de aislamiento (absorción de calor) vatios (W)

Tiempo de retención de referencia días u horas y

valor inicial de la presión bar/kPa efectivos* y

del grado de llenado para cada gas licuado refrigerado cuyo transporte se autoriza.

* Se indicará la unidad utilizada.

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

Nombre del propietario y de la empresa explotadora

Nombre del gas licuado refrigerado que se transporta (y temperatura media mínima de la carga)

Masa bruta máxima autorizada kg

Tara kg

Tiempo de retención real del gas que se transporta días (u horas)

* Se indicará la unidad utilizada.

6.7.4.15.3 Si una cisterna portátil está proyectada y aprobada para su manipulación en mares abiertos, en la placa de identificación deberán marcarse las siguientes palabras: "CISTERNA PORTÁTIL PARA INSTALACIONES MAR ADENTRO".

6.7.5 Disposiciones relativas al proyecto, la construcción, la inspección y el ensayo de contenedores de gas de elementos múltiples (CGEM) destinados al transporte de gases no refrigerados.

6.7.5.1 Definiciones

A los efectos de la presente sección se entiende:

Por *elementos*, botellas, tubos o bloques de botellas;

Por *ensayo de estanquidad*, un ensayo con gas que somete a los elementos y al equipo de servicio del CGEM a una presión interna efectiva que no sea inferior al 20% de la presión de ensayo;

Por *colector*, un conjunto de tuberías y válvulas que conectan a los elementos las aberturas de llenado y/o vaciado;

Por *masa bruta máxima autorizada*, la suma de la tara del CGEM y la carga máxima cuyo transporte esté autorizado;

Por *equipos de servicio*, el conjunto de instrumentos de medida y los dispositivos de llenado, vaciado, aireación y seguridad;

Por *elementos estructurales*, las piezas de refuerzo, sujeción, protección o estabilización exteriores a las botellas, tubos o bloques de botellas.

6.7.5.2 Disposiciones generales relativas al proyecto y la construcción

6.7.5.2.1 El CGEM debe poder ser llenado y vaciado sin necesidad de desmontar sus elementos estructurales. Debe tener miembros estabilizadores exteriores a sus elementos que le den integridad estructural para la manipulación y el transporte. Los CGEM estarán proyectados y construidos con apoyos que le den una base segura durante el transporte y con puntos de fijación para su elevación y amarre que permitan izar el CGEM incluso cuando esté cargado hasta su masa bruta máxima permisible. El CGEM estará diseñado para ser cargado en una unidad de transporte o en un buque y equipado con patines, soportes o accesorios que faciliten su manipulación mecánica.

6.7.5.2.2 Los CGEM deben ser proyectados, construidos y equipados de forma que resistan a todas las condiciones que pueden encontrarse durante las operaciones normales de manipulación y transporte. El proyecto debe tomar en consideración los efectos de la carga dinámica y de la fatiga.

6.7.5.2.3 Los elementos de un CGEM deberán estar fabricados con acero sin uniones y estar construidos y ensayados de conformidad con lo dispuesto en el capítulo 6.2. Todos los elementos del CGEM tendrán el mismo tipo de proyecto.

6.7.5.2.4 Los elementos de los CGEM, sus accesorios y sus tuberías deberán:

.1 ser compatibles con las sustancias que se van a transportar (en cuanto a los gases, véase ISO 11114-1:1997 e ISO 11114-2:2000); o

.2 estar eficazmente pasivados o neutralizados por reacción química.

6.7.5.2.5 Debe evitarse el contacto entre metales diferentes que puedan causar daños por corrosión galvánica.

6.7.5.2.6 Los materiales de que esté hecho el CGEM, incluidos los de cualquier dispositivo, junta o accesorio, no deben afectar negativamente a los gases que han de transportarse.

6.7.5.2.7 Los CGEM deben ser proyectados de forma que resistan, sin pérdida de contenido, al menos a la presión interna ejercida por éste, y a las cargas estáticas, dinámicas y térmicas en las condiciones normales de manipulación y transporte. El proyecto 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 prevista del contenedor de gas de elementos múltiples.

6.7.5.2.8 Los CGEM y sus elementos de sujeción deben poder soportar, cuando lleven la carga máxima autorizada, las siguientes fuerzas estáticas aplicadas separadamente:

.1 En la dirección del transporte: el doble de la masa bruta máxima autorizada multiplicada por la aceleración de la gravedad (g)* ;

.2 Horizontalmente, en ángulo recto a la dirección del 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)* ;

.3 Verticalmente hacia arriba: la masa bruta máxima autorizada multiplicada por la aceleración de la gravedad (g)* ; y

.4 Verticalmente hacia abajo: el doble de la masa bruta máxima autorizada (carga total incluido el efecto de la gravedad) multiplicada por la aceleración de la gravedad (g)*.

* A efectos de cálculo, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

6.7.5.2.9 Para cada una de las fuerzas mencionadas, la tensión ejercida sobre el lugar más intensamente afectado de los elementos no excederá los valores dados en las correspondientes normas de 6.2.2.1 o, si los elementos no han sido proyectados, construidos y ensayados de conformidad con esas normas, en el código técnico o en la norma reconocida o aprobada por la autoridad competente del país donde se utilice (véase 6.2.3.1).

6.7.5.2.10 Para cada una de las fuerzas mencionadas en 6.7.5.2.8, los coeficientes de seguridad que habrán de aplicarse a la estructura y a las piezas de sujeción deben ser los siguientes:

.1 en el caso de los aceros que tengan un punto de fluencia claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1,5 en relación con el límite elástico garantizado; o

.2 en el caso de los aceros que no tengan un punto de fluencia claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1,5 en relación con el límite elástico convencional garantizado de 0,2% y, para los aceros austeníticos, de 1%.

6.7.5.2.11 Los CGEM destinados al transporte de gases inflamables deberán poder ser conectados eléctricamente a tierra.

6.7.5.2.12 Los distintos elementos deberán fijarse de manera que se evite todo movimiento indeseable en relación con la estructura y que se concentren tensiones localizadas peligrosas.

6.7.5.3 Equipos de servicio

6.7.5.3.1 Los equipos de servicio deberán estar configurados o proyectados de manera que se eviten todos los daños que pudieran ocasionar la liberación del contenido del recipiente a presión en las condiciones normales de manipulación y transporte. Si la unión entre el bastidor y los elementos 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 colectores, los accesorios de vaciado (encastres de los tubos, dispositivos de cierre), y las válvulas de cierre deben estar protegidos contra el riesgo de ser arrancados por fuerzas exteriores. Las tuberías del colector que conducen a válvulas de cierre serán suficientemente flexibles como para proteger las válvulas y las tuberías de desgarros o de la liberación del contenido del recipiente a presión. Los dispositivos de llenado y vaciado (incluidas las bridas y los tapones roscados) y todas las cápsulas protectoras deberán poderse asegurar contra cualquier apertura fortuita.

6.7.5.3.2 Cada uno de los elementos destinados al transporte de gases de la Clase 2.3 deberá estar provisto de una válvula. El colector para gases licuados de la Clase 2.3 estará diseñado de tal forma que los elementos se puedan llenar separadamente y se mantengan aislados mediante una válvula capaz de ser sellada. Para el transporte de gases de la Clase 2.1, los elementos estarán aislados por una válvula en montajes de un máximo de 3 000 litros.

6.7.5.3.3 Para las aberturas de llenado y vaciado del CGEM, en cada tubo de vaciado y llenado se instalarán dos válvulas en serie en posición accesible. Una de las válvulas será unidireccional. Los dispositivos de llenado y vaciado se pueden fijar a un colector. En las secciones de tubería que se pueden cerrar en ambos extremos y donde puede quedar atrapado un producto líquido, se instalará una válvula de alivio de presión que evite una acumulación de presión excesiva. Las principales válvulas de aislamiento del CGEM estarán claramente señaladas indicando las direcciones de cierre. Cada válvula de corte y todos los demás medios de cierre estarán proyectados y contruidos de manera que puedan resistir una presión igual o superior en 1,5 veces a la presión de ensayo del CGEM. Todas las válvulas de cierre con vástago roscado deben cerrarse por rotación en el sentido de las agujas del reloj. Para las demás válvulas de cierre, debe indicarse claramente las posiciones (abierta o cerrada) y la dirección de cierre. Todas las válvulas de cierre deben proyectarse de manera que no pueda producirse una apertura fortuita. En la construcción de válvulas o accesorios deberán utilizarse metales dúctiles.

6.7.5.3.4 Las tuberías se deben diseñar, construir e instalar de manera que no corran el riesgo de ser dañadas por la dilatación y la contracción, los choques y las vibraciones. Las juntas de las tuberías deben hacerse con soldadura fuerte o tener una unión metálica de igual resistencia. El punto de fusión de los materiales utilizados para la soldadura fuerte no debe ser inferior a 525 °C. La presión calculada para el equipo de servicio y para el colector no será inferior a las dos terceras partes de la presión de ensayo de los elementos.

6.7.5.4 Dispositivos de reducción de la presión

6.7.5.4.1 Los CGEM utilizados para el transporte del N° ONU 1013, dióxido de carbono y el N° ONU 1070, óxido nitroso, deberán estar provistos de uno o varios dispositivos de reducción de la presión. Los CGEM para otros gases llevarán los dispositivos de reducción de la presión que especifique la autoridad competente del país donde se utilicen.

6.7.5.4.2 Cuando se monten los dispositivos de reducción de la presión, se instalará uno o varios en cada uno de los elementos o grupos de elementos del CGEM que se puedan aislar. Los dispositivos de reducción de la presión deben ser capaces de resistir las fuerzas dinámicas, incluidos

los movimientos bruscos del líquido y estarán proyectados de manera que impidan la entrada de objetos extraños, los escapes de gas y la formación de todo exceso peligroso de presión.

6.7.5.4.3 Los CGEM destinados al transporte de ciertos gases no refrigerados que se indican en la instrucción T50 en 4.2.5.2.6 pueden poseer un dispositivo de reducción de la presión aprobado por la autoridad competente del país donde se utilicen. Excepto en el caso de los CGEM destinados especialmente al transporte de una sustancia y provistos de una válvula de reducción aprobada que esté construida con materiales compatibles con la carga, tal dispositivo debe consistir en una válvula de muelle precedida de un disco frangible. En el espacio comprendido entre el disco frangible y la válvula de muelle se puede montar un manómetro u otro indicador adecuado. Este sistema permite detectar la rotura, la perforación o la pérdida de estanquidad del disco, que pueden perturbar el funcionamiento del dispositivo de reducción de la presión. El disco frangible debe romperse a una presión nominal superior en un 10% a la presión a la que empieza a abrirse el dispositivo de muelle.

6.7.5.4.4 En el caso de los CGEM de usos múltiples utilizados para el transporte de gases licuados a baja presión, los dispositivos de reducción de la presión se deben abrir a la presión indicada en 6.7.3.7.1 para el gas que tenga la presión de servicio máxima autorizada para su transporte en un CGEM.

6.7.5.5 Capacidad de los dispositivos de reducción de la presión

6.7.5.5.1 La capacidad total de salida de los dispositivos de reducción de la presión accionado por muelle instalados debe ser suficiente para que, en condiciones en que el CGEM esté totalmente envuelto en llamas, la presión (incluida la presión acumulada) en el interior de los elementos no sea superior a 120% de la presión establecida en el dispositivo de reducción de la presión. La fórmula que se presenta en CGA S-1.2-1995 se utilizará para calcular la capacidad mínima total de flujo del sistema de dispositivos de reducción de la presión. La CGA S-1.1-1994 puede utilizarse para determinar la capacidad de salida de los elementos individuales. Los dispositivos de reducción de la presión del tipo de muelle pueden servir para alcanzar la capacidad total de reducción prescrita en el caso de los gases licuados a baja presión. En el caso de los CGEM de usos múltiples, para la capacidad total de salida de los dispositivos de reducción de la presión se tomará el valor correspondiente al gas que requiera la capacidad de salida más alta de todos los gases que puedan transportarse en el CGEM.

6.7.5.5.2 Para determinar la capacidad total requerida de los dispositivos de reducción de la presión instalados en los elementos para el transporte de gases licuados, se habrán de tener en cuenta las propiedades termodinámicas del gas (véase, por ejemplo, CGA S-1.2-1995 para los gases licuados a baja presión y CGA S-1.1-1994 para los gases licuados a alta presión).

6.7.5.6 Marcado de los dispositivos de reducción de la presión

6.7.5.6.1 Todo dispositivo de reducción de la presión debe tener marcados, con caracteres claramente legibles e indelebles, los siguientes datos:

- .1 la presión (en bar o kPa) a la que está previsto que funcione;
- .2 la tolerancia autorizada a la presión de descarga;
- .3 la capacidad nominal de conducción del dispositivo en metros cúbicos de aire por segundo (m³/s) en condiciones normales.

Cuando sea posible, también debe figurar la siguiente información:

.4 el nombre del fabricante y el número de catálogo correspondiente.

6.7.5.6.2 La capacidad nominal de conducción indicada en los discos frangibles se determinará según CGA -1.1-1994.

6.7.5.6.3 La capacidad nominal de conducción indicada en los dispositivos de reducción de la presión del tipo de muelle para los gases licuados a baja presión se determinará según la norma ISO 4126-1:1991.

6.7.5.7 Tubos de conexión con los dispositivos de reducción de la presión

6.7.5.7.1 Los tubos de conexión con los dispositivos de reducción de la presión deben ser de tamaño suficiente para que el volumen de gas requerido pueda llegar sin dificultad al dispositivo de reducción de la presión. No se debe instalar ninguna válvula de cierre entre los elementos y los dispositivos de reducción de la presión, a no ser que haya instalados dispositivos duplicados para el mantenimiento o por otras razones, y que las válvulas de cierre conectadas a los dispositivos efectivamente en funcionamiento estén inmovilizadas en posición abierta o acopladas entre sí de forma que por lo menos uno de esos dispositivos duplicados esté siempre operativo y cumpla los requisitos enunciados en [6.7.5.5](#). Ninguna abertura que conduzca a un orificio de escape o dispositivo de reducción de la presión debe estar obstruida de manera que se obstaculice o se cierre el paso del elemento al dispositivo. La apertura a través de todas las tuberías y anexos tendrá por lo menos la misma sección de flujo que el interior del dispositivo de reducción de la presión al que estén conectados. La sección nominal de la tubería de salida será al menos del mismo tamaño que la salida del dispositivo de reducción de la presión. Los orificios de escape de los dispositivos de reducción de la presión, cuando se utilicen, deben dar salida a la atmósfera al vapor o al líquido de forma que la contrapresión ejercida sobre los dispositivos de seguridad sea mínima.

6.7.5.8 Emplazamiento de los dispositivos de reducción de la presión

6.7.5.8.1 Cada uno de los dispositivos de reducción de la presión, en las condiciones de tasa máxima de llenado, debe estar en comunicación con el espacio de vapor de los elementos para el transporte de gases licuados. Una vez instalados los dispositivos se situarán de tal manera que el vapor de escape salga hacia arriba y sin restricciones evitándose así toda colisión entre los gases y los líquidos que escapan y el CGEM, sus elementos o el personal. En el caso de los gases inflamables y oxidantes el gas de escape se dirigirá en dirección distinta al correspondiente elemento pero de forma que no pueda tocar a otros elementos. Se permite el uso de dispositivos protectores resistentes al calor que desvíen el chorro de gas pero a condición de que no disminuyan la capacidad requerida del dispositivo de reducción de la presión.

6.7.5.8.2 Se deben tomar medidas para impedir que las personas no autorizadas tengan acceso a los dispositivos de reducción de la presión y para evitar que éstos sufran daños en caso de vuelco del CGEM.

6.7.5.9 Dispositivos indicadores

6.7.5.9.1 Cuando un CGEM esté concebido para llenarse en masa, debe estar provisto de uno o varios dispositivos indicadores. No se deben utilizar indicadores de nivel hechos de cristal ni de otros materiales frágiles.

6.7.5.10 Soportes, bastidores y elementos de elevación y de sujeción de los CGEM

6.7.5.10.1 Los CGEM deberán ser proyectados y construidos con un soporte que asegure su estabilidad durante el transporte. En relación con este aspecto del proyecto, se deben tener en cuenta las fuerzas que se indican en [6.7.5.2.8](#) y el coeficiente de seguridad que figura en [6.7.5.2.10](#). Se consideran aceptables los patines, los bastidores, las jaulas y otras estructuras similares.

6.7.5.10.2 Las tensiones combinadas resultantes de los montajes de los elementos (por ejemplo, jaulas, bastidores, etc.) y por los elementos de elevación y de sujeción de los CGEM no deben someter a un esfuerzo excesivo a ninguno de los elementos. Todos los CGEM deben estar provistos de elementos permanentes de elevación y sujeción. En ningún caso estos montajes estarán soldados a los elementos.

6.7.5.10.3 En el proyecto de soportes y bastidores se deben tener en cuenta los efectos de corrosión debidos al medio ambiente.

6.7.5.10.4 Cuando los CGEM no estén protegidos durante el transporte, conforme a lo estipulado en [4.2.4.3](#), los elementos y 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 de los elementos en caso de choque o de vuelco del CGEM sobre sus accesorios. Deberá concederse atención particular a la protección del colector. Constituyen ejemplos de protección:

- .1 la protección contra choques laterales, que puede consistir en barras longitudinales;
- .2 la protección contra los vuelcos, que puede consistir en aros de refuerzo o barras fijadas transversalmente sobre el bastidor;
- .3 la protección contra los choques por la parte posterior, que puede consistir en un parachoques o un bastidor;
- .4 la protección de los elementos y equipos de servicio contra los daños resultantes de choques o vuelcos utilizando un bastidor ISO conforme a la norma ISO 1496-3:1995.

6.7.5.11 Aprobación del proyecto

6.7.5.11.1 Para cada nuevo proyecto de un CGEM, las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada deben expedir un certificado de aprobación del proyecto. En este certificado deberá constar que el CGEM ha sido examinado por esa autoridad, que es adecuado para el fin al que se le destina y que responde a las normas que se establecen en este capítulo y, cuando proceda, a las disposiciones relativas a los gases enunciadas en el capítulo [4.1](#) y a la instrucción de embalaje/envasado [P200](#). Si se fabrica una serie de CGEM sin modificación del proyecto, el certificado debe ser válido para toda la serie. El certificado debe hacer referencia al informe de ensayo del prototipo, a los materiales de construcción del colector, a las normas según las cuales se fabrican los elementos y al número de aprobación. El número de aprobación estará formado por el signo o marca distintivo del país que conceda la aprobación, es decir el signo que, conforme a la

Convención de Viena sobre la Circulación, de 1968, se utiliza en el tráfico internacional y por un número de registro. En este certificado debe indicarse, si la hubiere, cualquier otra disposición con arreglo a lo indicado en [6.7.1.2](#). La aprobación de un proyecto puede aplicarse a CGEM más pequeños hechos de materiales del mismo tipo y del mismo espesor, con las mismas técnicas de fabricación, con soportes idénticos y sistemas de cierre y otros accesorios equivalentes.

6.7.5.11.2 El informe de ensayo del prototipo para la aprobación del proyecto debe incluir, por lo menos, los siguientes datos:

- .1 los resultados del ensayo del bastidor aplicable, especificado en la norma ISO 1496-3:1995;
- .2 los resultados de la inspección y ensayos iniciales previstos en [6.7.5.12.3](#);
- .3 los resultados del ensayo de choque previsto en [6.7.5.12.1](#); y
- .4 documentos de certificación demostrativos de que las botellas y los tubos se atienen a las normas aplicables.

6.7.5.12 Inspección y ensayos

6.7.5.12.1 En el caso de los CGEM que responden a la definición de "contenedor" dada en el Convenio internacional sobre la seguridad de los contenedores (CSC), se debe someter a pruebas de choque a un prototipo representativo de cada proyecto. El prototipo de CGEM debe ser capaz de absorber las fuerzas resultantes de un choque no inferior a 4 veces (4 g) la masa bruta máxima autorizada del CGEM a carga completa, con una duración característica de los choques mecánicos experimentados en el transporte ferroviario. A continuación figura una lista de la normativa sobre métodos aceptables para la realización del ensayo de choque:

Association of American Railroads,

Manual of Standards and Recommended Practices,

Specifications for Acceptability of Tank Containers (AAR.600), 1992

National Standard of Canada, CAN/CGSB-43.147-2002,

"*Construction, Modification, Qualification, Maintenance, and Selection and Use of Means of Containment for the Handling, Offering for Transport or Transporting of Dangerous Goods by Rail*", marzo de 2002,

publicado por la *Canadian General Standards Board* (CGSB)

Deutsche Bahn AG

DB Systemtechnik, Minden

Verifikation und Versuche, TZF 96.2

Cisternas portátiles, ensayo de choque longitudinal

Société Nationale des Chemins de Fer Français

C.N.E.S.T. 002-1966

Contenedores cisterna, esfuerzos externos longitudinales y ensayos dinámicos de choque

Spoornet, South Africa

Engineering Development Centre (EDC)

Testing of ISO Tank Containers

Method EDC/TES/023/000/1991-06

6.7.5.12.2 Los elementos y los distintos componentes del equipo de cada CGEM deben ser inspeccionados y ensayados, primero antes de ser puestos en servicio (inspección y ensayo iniciales) y después a intervalos de cinco años como máximo (inspección y ensayo periódicos quinquenales). Cuando sea necesario en virtud del [6.7.5.12.5](#), se efectuará una inspección y ensayos excepcionales, independientemente de la fecha de la última inspección y ensayo periódicos.

6.7.5.12.3 Como parte de la inspección y ensayos iniciales de un CGEM se debe proceder a una comprobación de las características del proyecto, a un examen externo del CGEM y de sus accesorios, teniendo en cuenta los gases que van a transportarse, y a un ensayo de presión, teniendo en cuenta las presiones de ensayo que figuran en la instrucción de embalaje/envasado [P200](#). El ensayo de presión del colector puede ser un ensayo de presión hidráulica o puede utilizarse otro líquido o gas si lo aprueba la autoridad competente o la entidad por ella autorizada. Antes de que el CGEM sea puesto en servicio, también debe efectuarse un ensayo de estanqueidad y una prueba de funcionamiento satisfactorio de todos los equipos de servicio. Si los elementos y sus accesorios han sido sometidos por separado a un ensayo de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a un ensayo de estanqueidad.

6.7.5.12.4 Las inspecciones y ensayos periódicos quinquenales deben comprender un examen externo de la estructura, de los elementos y de los equipos de servicio, de acuerdo con [6.7.5.12.6](#). Los elementos y la tubería deberán ser comprobados con la periodicidad que se especifica en la instrucción de embalaje/envasado [P200](#) y de acuerdo con las disposiciones de [6.2.1.5](#). Si los elementos y los equipos de servicio han sido sometidos por separado a un ensayo de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a un ensayo de estanqueidad.

6.7.5.12.5 Deberá procederse a una inspección y a ensayos excepcionales cuando haya indicios de que el CGEM tiene zonas dañadas o corroídas o tiene escapes u otros indicios de deficiencias que puedan afectar a su integridad. El nivel de la inspección y ensayos excepcionales dependerá de la importancia de los daños o deterioros sufridos por el CGEM. Deben incluir por lo menos los exámenes requeridos en [6.7.5.12.6](#).

6.7.5.12.6 Los exámenes deben comprobar que:

- .1 se inspeccionan externamente los elementos para comprobar si tienen picaduras, corrosiones, abrasiones, soldaduras, deformaciones, defectos de soldadura o cualquier otra anomalía, incluidos los escapes, que puedan hacer que el CGEM no sea seguro para el transporte;

.2 se inspeccionan las tuberías, las válvulas y las juntas para comprobar si existen zonas de corrosión, defectos y otras anomalías, incluidos los escapes, que puedan hacer que el CGEM no sea seguro durante el llenado, el vaciado o el transporte;

.3 se reponen los pernos o tuercas que falten o se aprietan los pernos o tuercas sueltos en las juntas con bridas o en las bridas ciegas;

.4 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;

.5 las marcas prescritas sobre el CGEM son legibles y cumplen las disposiciones aplicables; y

.6 el bastidor, los soportes y los elementos de elevación del CGEM se encuentran en buen estado.

6.7.5.12.7 Un organismo autorizado por la autoridad competente debe realizar o presenciar las inspecciones y ensayos indicados en [6.7.5.12.1](#), [6.7.5.12.3](#), [6.7.5.12.4](#) y [6.7.5.12.5](#). Si el ensayo de presión forma parte de la inspección y los ensayos, la presión de ensayo debe ser la que se indique en la placa de inspección del CGEM. El CGEM debe ser inspeccionado a presión para determinar si existen escapes en el depósito, las tuberías o los equipos de servicio.

6.7.5.12.8 Si se comprueba que el CGEM tiene un defecto que le hace inseguro, no debe ponerse de nuevo en servicio mientras no haya sido reparado y superado los correspondientes ensayos y comprobaciones.

6.7.5.13 Marcado

6.7.5.13.1 Todo CGEM debe tener una placa de metal resistente a la corrosión, fijada de modo permanente en un lugar bien visible y de fácil acceso para la inspección. Los elementos se marcarán según se dispone en el capítulo [6.2](#). En la placa se grabará, por estampado o por otro método similar, como mínimo la siguiente información:

País de fabricación:

U	País de	Número de	Disposiciones alternativas (véase 6.7.1.2)
N	aprobación	aprobación	"AA"

Nombre y marca del fabricante

Número de serie del fabricante

Entidad autorizada para la aprobación del proyecto

Año de fabricación

Presión de ensayo (en bar)

Gama de temperatura de cálculo °C a °C

Número de elementos

Capacidad total de agua litros

Fecha del ensayo inicial de presión e identificación de la entidad autorizada

Fecha y tipo de lo(s) ensayo(s) periódico(s) más reciente(s)

Año Mes

Sello de la entidad autorizada que realizó o presenció el ensayo más reciente

Nota: A los elementos no se fijará ninguna placa metálica.

6.7.5.13.2 En una placa metálica firmemente sujeta al CGEM se marcará la siguiente información:

Nombre de la empresa explotadora

Masa de carga máxima autorizada kg

Presión de servicio a 15 °C: (en bar)

Masa bruta máxima autorizada kg

Masa sin carga (tara) kg